تاثیر عدد فرود در کنترل انتقال رسوب به آبگیرها با تغییر زاویه نصب دیوارهای منحرف کننده ثانویه در قوس رودخانه

غلامرضا یاقوت زاده[۱]،هادی بلوطی[۲]، علیرضا مسجدی[۳]، محمدحسین پور محمدی[٤]
۱- نویسنده مسئول، سازمان آب برق خوزستان
۲- دانشجویی کارشناسی ارشد سازه هایی آبی دانشگاه آزاد واحد اهواز
۳- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد واحد اهواز
٤- دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد واحد شوشتر

چکیده

فرسایش در دهانه آبگیرهای رودخانه برای شبکه های آبیاری، نیروگاهها و تصفیه خانه هـای آب، باعـث رسـوبگذاری در این نواحی گردیده و از اهمیت به سزایی برخـوردار اسـت. کلیـه آزمایشـها در یـک فلـوم قوسـی شـکل ۱۸۰ و زاویـه آبگیری ۹۰ درجه نصب شد. در این تحقیق اثر عدد فرود با وجود دیوارهای منحرف کننده جریان بروی رسوب ورودی بـه آبگیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان می دهند عدد فرود با رسوب نسبی ورودی به آبگیر نسبت عکـس دارد و با افزایش عدد فرود جریان بالادست در شرایط افزایش زاویه دیواره ثانویه، نسبت رسوب ورودی به آبگیر کاهش مـی یابد.

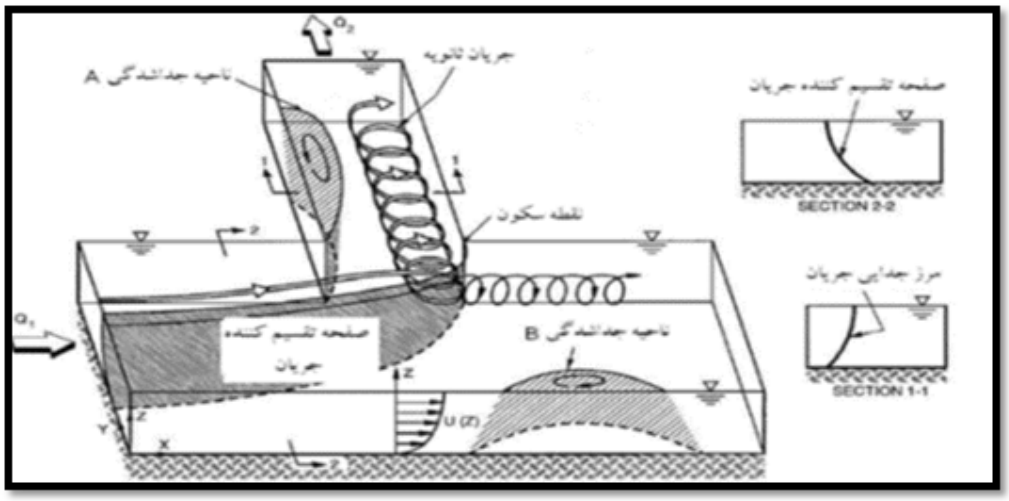
واژه‌های کلیدی: عدد فرود، دیوار منحرف کننده جریان، آستانه، آبگیر.

مقدمه

استفاده از آبگیر های ثقلی از مناسب ترین و در عین حال قدیمی ترین روش های برداشت آب رودخانه ها برای مصارف گوناگون است. آبگیرها عموماً در شبکه های توزیع آب، کانالهای آبیاری، شبکه های فاضلاب، تأسیسات مربوط به تصفیه خانه های آب و فاضلاب، ورودی به تأسیسات تولید برق و غیره مورد استفاده قرار می گیرند. عدم کنترل رسوبات ورودی به آبگیرها موجب انتقال آن به داخل کانال های آبیاری و تأسیسات شده و مشکلات زیادی را در نتیجه حمل رسوبات و یا ته نشین شدن آنها در قسمت های مختلف به وجود می آورد. لذا کنترل رسوبات ورودی به آبگیرهای ثقلی و کاهش آن همواره از مسائل مورد توجه محققیق بوده است. هنگامی که جریان آب رودخانه به محدوده آبگیر جانبی می رسد متناسب با شدت جذب آبگیر، قسمتی از جریان به سمت آبگیر منحرف می شود. این انحراف جریان سبب ایجاد تغییراتی در شرایط هیدرولیکی رودخانه می گردد. جریان سیال ورودی از کانال اصلی به داخل کانال انشعاب آبگیر ثقلی که در گذشته از مناسب ترین روشهای برداشت آب از رودخانه ها بوده است، اکنون به یک سازه کاملاً مهندسی بر اساس اصول طراحی تبدیل شده است که ساده ترین نوع آن یک انشعاب ۹۰ درجه از بازه مستقیم رودخانه است. جریان در ورودی آبگیرها خصوصیات پیچیدهای دارد و منجر به ایجاد نواحی جدایی در کانال اصلی و انشعابی میشود .این نواحی شامل یک ناحیه جدایی در دیواره داخلی انشعاب یعنی بلافاصله بعد از ورودی آبگیریک ناحیه جدایی(ناحیهA) یک ناحیه جدایی در کانال اصلی یعنی بعد از تقاطع(ناحیهB) و یک نقطه رکود و ایستایی نزدیک گوشه پایین دست انشعاب است (شکل۱).

نیری و ادگارد[۱] مطالعات آزمایشگاهی خودرا بر روی هیدرولیک جریان در آبگیرهای ۹۰ درجه در مسیرمستقیم انجام دادند و الگوی جریان، خط تقسیم جریان، سکون و ناحیه جدایی جریان را بررسی کردند. تشکیل جریانهای ثانویه و نواحی چرخشی، باعث جاروب کردن رسوبات نزدیک بستر به طرف داخل آبگیر و ورود آنها به داخل ناحیه چرخشی شده و عملکرد سیستم آبگیری را مختل میکند [۱].

۱- Neary and Odgaard



شکل (۱) الگوی جریان در ورود به آبگیر جانبی

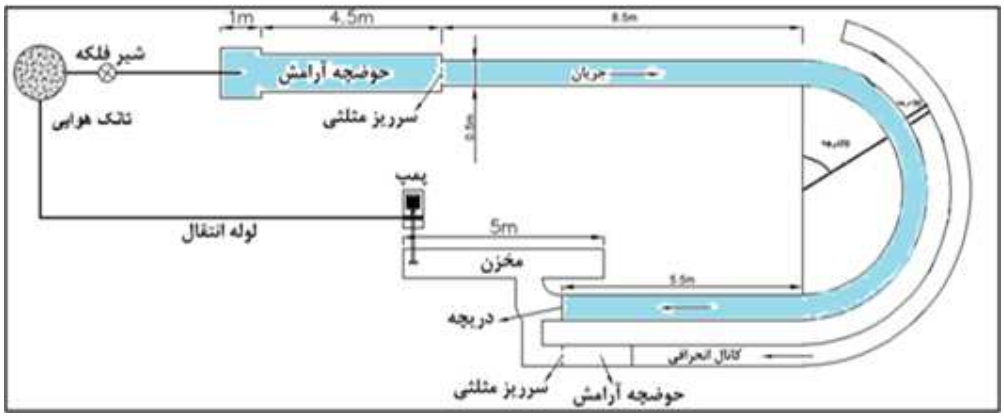
مسئله کنترل فرسایش و رسوبگذاری در دهانه آبگیری رودخانه ها برای شبکه های آبیاری و زهکشی، نیروگاهها و تصفیه خانه های آب از دیرباز مورد توجه بوده است و از روش هایی همچون سنگفرش، توری سنگی و سیمانی کردن و ساخت دیواره آبشکن ولایروبی استفاده شده است که با صرف هزینه بالا و تاثیرات نامطلوب جانبی همراه بوده است.بدلیل بالابودن هزینه روش های سنتی محققین به فکر ساختن سازه¬های جدید افتادند که جدید ترین متد استفاده از دیوارهای منحرف کننده جریان با آستانه است. این سازه¬ها به منظور برداشت مطمئن و حداکثری آب، کاهش رسوبات ورودی و در صورت امکان حذف کامل آنها همراه با تقلیل اثرات منفی بر شرایط مورفولوژی رودخانه و کاهش هزینه های ساخت، بهره برداری و نگهداری طراحی می شوند. به طور کلی با توجه به الگوی جریان آبگیر،مکانیسم کاهش ورود رسوبات به آبگیر و حفظ کارایی آبگیر باید بر اساس کاهش یا خنثی کردن قدرت جریان ثانویه، محدود کردن گسترش سطح تقسیم کننده جریان در بستر، کاهش اندازه ناحیه جدایی و افزایش شتاب سرعتهای طولی کانال اصلی در اطراف نقطه سکون در دماغه گوشهٔ پایین دست آبگیر، باشد. با توجه به الگوی جریان ورودی به آبگیر، اندازه صفحه تقسیم کننده جریان، میزان دبی برداشت شده توسط کانال انحراف را مشخص میکند و از طرفی احتمال تجمع رسوبات وارد شده در نزدیک دیوار داخلی کانال انحراف وجود دارد و دیوارهای منحرف کننده جریان بر اساس الگو برداری و شکل صفحه تقسیم کننده جریان، ناحیه جداشدگی جریان درون آبگیر در ضلع سمت چپ و ناحیه سکون در گوشه پایین دست طراحی گردیده اند. و با تضعیف قدرت ناحیه گردابی جلوی آبگیر و جریانهای ثانویه درون آبگیر رسوبات را از جلوی دهانه آبگیر دور می نمایند.برای اولین بار محققین هامبورگی در سال۱۹۸۰ جهت جلوگیری از ورود رسوب به بنادر سازه ای را به نام دیوار منحرف کننده جریان با آستانه اثر اختلاف فشار بین لایه های بالایی و پایینی ستون آب در پشت دیوار منحرف کننده اولیه و آستانه یک گرداب واگرا با محور افقی جلوی بندر تشکیل میشود و رسوبات را از جلوی آن دور میکند [۲، ۳، ۴ و ۵]. با انجام آزمایشات در زوایای مختلف آبگیری با موقعیتهای مکانی و عددهای فرود، زاویه ۶۰ درجه را برای موقعیت ۱۱۵ درجه در خم ۱۸۰ درجه مناسب دانسته است [۶]. مطالعات مرکز تحقیقات آبیاری یوتار پردادش (هندوستان، ۱۹۷۵) نشان می دهد که برای آبگیری از یک کانال مستقیم هر چه زاویه آبگیر کمتر از ۹۰ درجه باشد میزان رسوبات ورودی به آبگیر کاهش پیدا می کند، به طوری که در زاویه ۷۵–۷۰ درجه کمترین میزان رسوب وارد آبگیر می شود و سپس در صورت کاهش بیشتر زاویه انحراف میزان رسوب انحرافی افطایش مس یابد[۷].

برای نخستین بارمحققین ایرانی مهتابی و همکاران(۱۳۹۰) از این سازه به منظور کنترل رسوب ورودی به آبگیر جانبی در مسیر مستقیم رودخانه استفاده نمودند که در عرض کانال اولیه ۱۴ و ۱۵ سانتی متر و تمامی عرض های کانال ثانویه به نتایجی که شامل کمترین میزان رسوب ورودی به آبگیر جانبی بود دست یافتند. هدف از این تحقیق، با توجه به شناخت الگوی جریان دردهانه آبگیر و عوامل موثر در رسوبگذاری و کاهش عملکردآبگیر، معرفی سیستم دیوار منحرف کننده جریان–آستانه به عنوان مکانیسمی جدید در کنترل رسوب ورودی به آبگیر با حفظ راندمان آبگیری میباشد که با توجه به مکانیسم عمل این سیستم، تأثیرپارامترهای مختلف در طرح آن بر عملکرد آبگیر در قوس رودخانه بررسی میشود[۸]. در مطالعه آزمایشگاهی بررسی اثر دیوار منحرف کننده جریان بر کاهش انتقال رسوب ورودی به آبگیر

جانبی در قوس رودخانه در شرایط نصب دیوارهای منحرف کننده اولیه و ثانویه و آستانه و همچنین در شرایط عدم نصب دیوارهای منحرف کننده اولیه و ثانویه، با افزایش دبی کانال اصلی، دبی رسوب انحرافی افزایش پیدا کرده همچنین در عرض کانال دیوار منحرف کننده اولیه ۱۲/۵ سانتی متر و عرض کانال دیوار منحرف کننده ثانویه ۸/۵ سانتی متردر دبی ۱۷ لیتر بر ثانیه بیشترین درصد کاهش رسوب انحرافی به آبگیر را داشته است [۹]. از میان پارامترهای هیدرولیکی مؤثر بر میزان ورود رسوب به دهانه آبگیر در کانال های مستقیم، نسبت آبگیری (نسبت دبی آبگیری به دبی جریان کانال اصلی) و عدد فرود جریان در سراب دهانه آبگیر بیشترین نقش را در ورود رسوب به دهانه آبگیر دارند به طوری که با افزایش دبی آبگیری میزان رسوب ورودی به دهانه آبگیر افزایش خواهد یافت و با افزایش عدد فرود جریان در سراب کانال آبگیر با نسبت ثابت آبگیری، میزان ورود رسوب به دهانه آبگیر کاهش می یابد [۱۰].

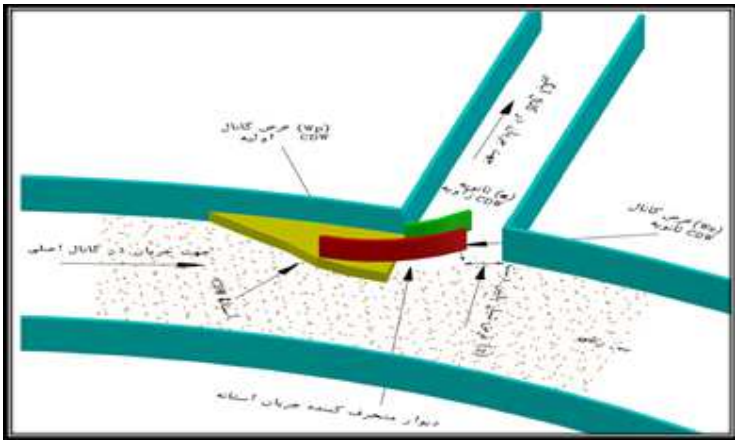
مواد و روشها

برای انجام آزمایشات از فلوم قوسی شکل با زاویهٔ مرکزی ۱۸۰درجه، در زمین تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز استفاده گردید. فلوم مذکور از جنس پلاکسی گلاس می‌باشد. کانال مستقیمی در ابتدای فلوم بطول ۸/۵ متر، قوس ۱۸۰ درجه با شعاع مرکزی ۲/۵ متر، کانال خروجی به طول ۵/۵ متر در انتهای فلوم، مخزن زیرزمینی آب، تانک هوایی، آرام کننده جریان، لولهٔ انتقال آب، پمپ سانتریفیوژ و همچنین اجزاء اندازه گیری نظیر سرریز مثلثی، دریچه و شیر آلات تشکیل شده، که هدف اصلی آنها ایجاد جریان با عمق، سرعت و دبی های متفاوت است. آب از یک کانال که کف آن ۲/۵ متر از سطح زمین پائین تر است توسط یک پمپ گریز از مرکز به مخزنی با هد ثابت و به ارتفاع ۶ متر پمپاژ می شود. جریان توسط یک شیر کشویی از مخزن هوایی تنظیم شده و به حوضچه می رسد. سپس از روی یک سرریز مثلثی عبور کرده و به درون کانال U شکل منتقل میشود. بدین ترتیب شیر فلکه، جهت تنظیم ارتفاع آب روی سرریز مثلثی یا همان تنظیم دبی مورد نظر آزمایش، بکار می رود. جهت تنظیم ارتفاع آب درون فلوم، یک دریچه در انتهای فلوم ساخته شده است.(شکل ۲)



شکل (۲) پلان کانال قوسی شکل

در این تحقیق به منظور بررسی کنترل انتقال رسوب به آبگیرها با تغییر عدد فرود جریان بالا دست کانال اصلی، یک آستانه به ارتفاع ۱۳سانتی متر و دو عدد دیوار منحرف کننده جریان اولیه به طول ۳۳ سانتی متر و ثانویه به طول ۱۱سانتی متر تشکیل شده که آستانه از جنس پلکسی گلاس، ودیواره ها از جنس فایبر گلاس ساخته شده و در آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند (شکل۳).



شکل (۳) مدل سه بعدی دیوار منحرف کننده نصب شده در جلوی دهانه آبگیر

در مدل بعلت محدودیت های آزمایشگاهی و زمانی، طول و شعاع دیوار منحرف کننده اولیه و ثانویه، عرض کانال دیوار منحرف کننده اولیه (Wp)، عرض کانال دیوار منحرف کننده ثانویه (Ws)، ارتفاع آستانه (hsil) ثابت در نظر گرفته شده است. همچنین زاویه نصب دیواره منحرف کننده ثانویه(α) و دبی جریان در کانال اصلی متغییر در نظر گرفته شد (جدول ۱).

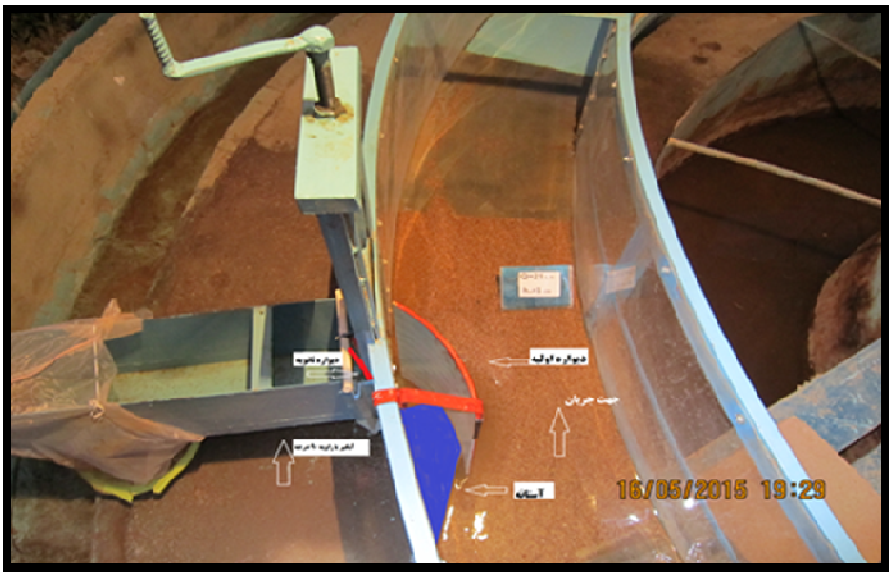
جدول (۱) محدوده تغییرات ابعاد مدل

متغییر	محدوده تغییرات
hsill ارتفاع آستانه (cm)	۳
α زاویه دیواره ثانویه (درجه)	۶۳–۶۹–۷۵–۷۹
W_p عرض کانال اولیه (cm)	۱۲/۵
W_s عرض کانال ثانویه (cm)	۸/۵
d_{50} قطر مصالح (mm)	۱/۵۹
Q_m دبی جریان در کانال اصلی (L/S)	۱۲–۱۵–۱۸–۲۱
Q_i دبی جریان در کانال فرعی (L/S)	۲/۴–۳–۳/۴–۴/۲
Fr عدد فرود جریان در کانال اصلی بالادست آبگیر	۰/۲۴–۰/۳۰–۰/۳۶–۰/۴۲
y_m عمق جریان کانال اصلی (cm)	۱۰

در این تحقیق با نصب آستانه و دیواره های منحرف کننده جریان در جلوی دهانه آبگیر در موقعیت ۷۰ درجه از قوس ۱۸۰درجه، یک زاویه آبگیری β=۹۰ درجه وچهارعدد فرود ۰/۴۲–۰/۳۶–۰/۳۰–۰/۲۴، پدیده تاثیر عدد فرود جریان بالادست در کانال اصلی به منظور کنترل رسوبات در قوس رودخانه بررسی گردید. آزمایشهای این تحقیق به صورت هیدرولیکی انجام شد. به منظور کنترل تلاطم جریان خروجی، از استخر ابتدای کانال اصلی استفاده و برای آرام شدن جریان در محل قوس، کانال مستقیمی بطول ۸/۵ متر پیش از قوس ۱۸۰ درجه استفاده گردید. این کانال قوسی شکل، توسط کانال مستقیم دیگری بطول ۵/۵ متر به دریچه کشویی انتهای کانال اصلی منتهی و سپس به مخزن خروجی متصل می شد. در کلیه آزمایش از یک عمق ثابت (۱۰ سانتیمتری) و دبی جریان عبوری از ابگیر ۲۰درصد دبی کانال اصلی استفاده شد.

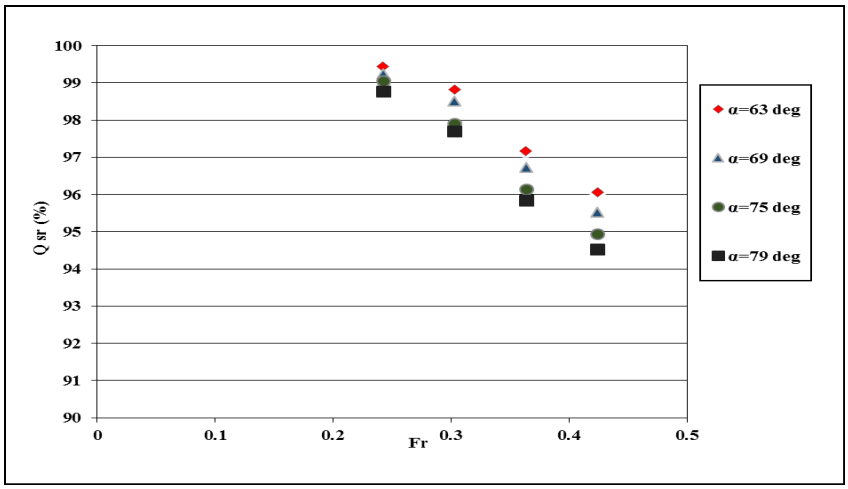
نتایج و بحث

در کلیه آزمایش ها پس از تنظیم دبی و عمق جریان، بلافاصله انتقال رسوب به دهانه آبگیر و پائین دست کانال اصلی با سرعت آغاز گردید. با توجه به الگوی جریان آبگیر، نصب مدل دیوار منحرف کننده جریان در کنار دیوار بالادست آبگیر، الگوی جریان ورودیبه آبگیر را تغییر داده و به طور موثری جریان کانال اصلی را به طرف آبگیر هدایت می کند. با هدایت جریان به جلوی دهانه آبگیر، قدرت مکشی جریان ورودی به آبگیر کاهش یافته و ورود رسوب به آبگیر به طور موثری تقلیل می یابد. نصب دیوار منحرف کننده ثانویه و ایجاد شیار ثانویه (کانال دیوار منحرف کننده ثانویه) در جلوی دهانه آبگیر در افزایش عملکرد این سازه موثر بود. در انتهای هر آزمایش مقادیر رسوب عبوری در کانال اصلی و رسوب انحرافی به دهانه آبگیر جمع آوری و پس از خشک نمودن، وزن آنها توسط ترازوی دقیق در آزمایشگاه مکانیک خاک اندازه گیری شد. سپس درصد رسوب عبوری و انحرافی در شرایط مختلف محاسبه گردید.(شکل۴)



شکل (۴) نصب دیوارهای منحرف کننده اولیه و ثانویه در جلوی دهانه آبگیر

شکل ۵ نمودار بدون بعد درصد نسبت رسوب انحرافی و عدد فرود جریان بالادست کانال اصلی در شرایط وجود دیواره در چهار زاویه ۶۳، ۶۹، ۷۵ و ۷۹ در اعداد فرود مختلف نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این نمودار نشان می دهد عدد فرود با رسوب نسبی ورودی به آبگیر نسبت عکس دارد و با افزایش عدد فرود جریان بالادست کانال اصلی در شرایط افزایش زاویه دیواره ثانویه، نسبت رسوب ورودی به آبگیر کاهش می یابد. افزایش عدد فرود در کانال اصلی باعث افزایش سرعت جریان در کانال اصلی شده و در نتیجه باعث افزایش توان حمل رسوب به پایین دست کانال اصلی می گردد، افزایش سرعت و توان حمل رسوب جریان کانال اصلی در اعداد فرود بیشتر سبب تأثیر گذاری کمتر دهانه آبگیر بر الگوی جریان و رسوب نزدیک شونده به سمت آن می شود و در نتیجه رسوبات کمتری وارد آبگیر می شود.



شکل (۵) تأثیرعدد فرود جریان بالادست کانال اصلی بر درصد رسوب انحرافی در شرایط تغییر زوایای دیواره ثانویه

درصد کاهش رسوب انحرافی با زوایای مختلف دیواره ثانویه

جدول۲ درصد کاهش رسوب انحرافی به دهانه آبگیر با دیواره منحرف کننده برای چهار زاویه دیواره ثانویه و چهار عدد فرود نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد دیواره ثانویه در زاویه ۷۹ درجه با عدد فرود ۰/۴۲، باعث کاهش ۵/۵ درصد رسوب انحرافی به دهانه آبگیر می شود.

جدول (۲) درصد کاهش رسوب انحرافی با اعداد فرود مختلف

پارامتر	Fr=۰/۴۲	Fr=۰/۳۶	Fr=۰/۳۰	Fr=۰/۲۴
α = ۶۳ درجه	۳/۹۷	۲/۸۳	۱/۱۵	۰/۵۸
α = ۶۹ درجه	۴/۴۷	۳/۲۸	۱/۴۹	۰/۷۷
α = ۷۵ درجه	۵/۰۶	۳/۸۵	۲/۰۸	۰/۹۶
α = ۷۹ درجه	۵/۵	۴/۱۵	۲/۳۵	۱/۲۴

نتیجه گیری

در این تحقیق آزمایش ها جهت تعیین درصد نسبی رسوبات انحرافی در قوس ۱۸۰ درجه با هدف بررسی تاثیر خصوصیات جریان بـر نسـبت رسوب انحرافی در شرایط تاثیر عدد فرود مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق بصورت زیر بیان می شود:

– عدد فرود با نسبت رسوب ورودی به آبگیر نسبت عکس دارد و با افزایش عدد فرود جریان بالادست کانال اصلی با دیواره منحـرف کننـده اولیه و ثانویه در کلیه زوایا، نسبت رسوب ورودی به آبگیر کاهش می یابد.

– زاویه دیواره ۷۹ درجه کمترین نسبت رسوب انحرافی و ۶۳ درجه بیشترین نسبت رسوب انحرافی مشاهده می شود.

منابع

[۱] Neary, V. S. and A. J. Odgaard. ۱۹۹۳. Three-dimensional flow structure at open-channel divisions. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE., ۱۱۹ (۱۱): ۱۲۲۳–۱۲۳۰.

[۲] Hofland, B., Christiansen, H., Crowder, R. A., Kirby, R., Van Leeuwen, C. W. and J. C. Winterwerp. ۲۰۰۱. The curent deflecting wall in an estuarine harbor. Proceedings of ۲۹th IAHR Congress. International Association for Hydraulic Research. Delft. The Netherlands. ۶۱۳–۶۲۱.

[۳] Leeuwen, S. and B. Hofland. ۱۹۹۹. The current deflecting wall in a tidal harbour with density influences. M.Sc. Thesis, Delft University of Technology.

[۴] Smith, T. J., Kirby, R. and H. Christiansen. ۲۰۰۱. Entrance flow control to reduce siltation in a tidal basin. Coastal and Estuarine Fine Sediment Processes. W. H. McAnally and A. J. Mehta, eds. Elsevier. Amsterdam. ۴۵۹–۴۸۴.

[۵] Winterwerp, J. C., Eysink, W. D., Kruiningen, F. W., Christiansen, H., Kirby, R. and T. J. Smith. ۱۹۹۴. The current deflecting wall: A device to minimise harbor siltation. Dock Harbour Auth., ۷۴ (۸۴۹): ۲۴۳–۲۴۷.

[۶] Pirestani, M. (۲۰۰۴). Investigation on flow pattern and scouring at intakes incurved channels. PhD Thesis on irrigation engineering, Islamic Azad University, Sience and Reseacrh center, Tehran Branch.۱۷۶ p.

[۷] UPIRI. ۱۹۷۵. Sediment excluders and ejectors. Uttar Pradesh irrigation research institute (UPIRI). Design Monograph ۴۵-H۱-۴۶. INDIA.

[۸] مهتابی،ق. حسین زاده دلیر،ع. (۱۳۹۰) مطالعه آزمایشگاهی اثر دیوار منحرف کننده جریان با آستانه در کنترل رسـوب ورودی بـه آبگیـر جانبی در کانال مستقیم رساله دکتری رشته سازه های آبی گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز.

[۹] بیلیادیان ، س، و.(۱۳۹۳) مطالعه آزمایشگاهی بررسی اثردیوار منحرف کننده جریان بر کاهش انتقال رسوب ورودی بـه آبگیـر جـانبی در قوس رودخانه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد اهواز.

[۱۰] عباسی، ع الف (۱۳۸۲). ”مطالعه آزمایشگاهی کنترل رسوب ورودی به آبگیر جانبی در مسیر مستقیم“. رساله دکتـری، دانشـکده فنـی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.

Abstract

Erosion at the mouth of the river for irrigation ponds, power plants and water treatment plants, causing sedimentation in this area and is of great importance. All the experiments in an arched channel ۱۸۰ and dewatering angle of ۹۰ degrees was installed. The effects on the flow deflector walls Froude number with the incoming sediment pond was investigated. The results show that the Froude number, sediment input relative to the intake is inversely proportional with the increase in land value in terms of increased upstream secondary wall angle, the incoming sediment pond is reduced.

Keywords: Froude number, flow diversion walls, thresholds, pond.