مطالعه آزمایشگاهی کنترل انتقال رسوب به آبگیر ها با تغییر زاویه نصب دیوارهای منحرف کننده ثانویه در قوس رودخانه

غلامرضا یاقوت زاده[۱]، علیرضا مسجدی[۲]، محمد حسین پور محمدی[۳]

۱- دانشجویی کارشناسی ارشد سازه های آبی دانشگاه آزاد واحد اهواز

۲- دانشیار، دانشکده گروه سازه های آبی دانشگاه آزاد واحد اهواز

۳- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

Email: Rezayaghut83@yahoo.com

خلاصه

یکی از راههای کاهش رسوبگذاری در مدخل آبگیرها استفاده از دیوارهای منحرف کننده جریان با آستانه است. در این تحقیق به منظور بررسی هیدرولیکی و رسوب اثر زاویه دیواره ثانویه در مدخل آبگیرهای جانبی بر میزان کنترل رسوب در دبی های مختلف در یک مدل فیزیکی به صورت بار بستر انجام شد. کلیه آزمایشها در یک فلوم قوسی شکل ۱۸۰ و کانال آبگیر در یک موقعیت ثابت ۷۰ درجه و زاویه آبگیری ۹۰ درجه نصب شد. دیوارهای منحرف کننده اولیه و ثانویه به همراه آستانه در جلوی دهانه آبگیر نصب گردید . در کلیه آزمایش ها شدت جریان و رسوبات منتقل شده به دهانه آبگیر و کانال اصلی، اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد، در شرایط نصب آستانه و دیوارهای منحرف کننده اولیه و ثانویه با افزایش زاویه دیواره ثانویه وافزایش دبی کانال اصلی، دبی رسوب انحرافی کاهش پیدا می کند، یعنی در عرض کانال دیوار منحرف کننده اولیه ۱۲/۵ سانتی متر و عرض کانال دیوار منحرف کننده ثانویه ۸/۵ سانتی متر و زاویه دیوار ثانویه ۷۹ درجه و دبی ۲۱ لیتر برثانیه و ارتفاع آستانه ۳ سانتیمتر، بیشترین درصد کاهش رسوب انحرافی به آبگیر مشاهده شد.

کلمات کلیدی: دبی رسوب انحرافی، دیوار منحرف کننده جریان ، آستانه ، آبگیر.

۱. مقدمه

مسئله ای که همواره در استفاده از جریان رودخانه ها مورد توجه بوده است، مسئله کنترل رسوبات موجود در جریانها می باشد. چرا که جریان های طبیعی به علت جاری بودن بر بسترهای غیرصلب خاک، با توجه به شرایط حاکم بر جریان و خصوصیات بستر آبراهه، همواره مقداری رسوبات را باخود منتقل می کنند. عدم کنترل رسوبات ورودی به آبگیرها موجب انتقال آن به داخل کانال های آبیاری و تاسیسات شده و مشکلات زیادی را در نتیجه

---

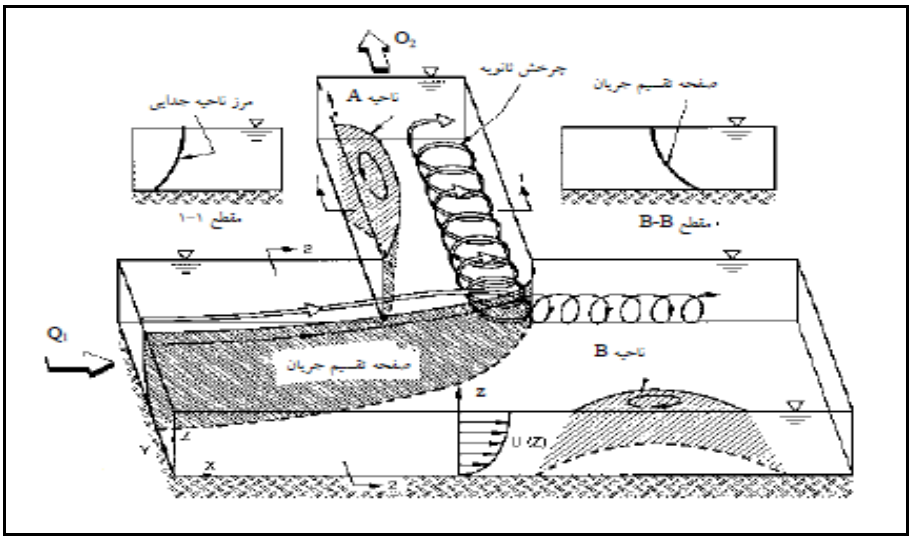
[۱] رئیس قمست اجرای طرح های آبرسانی سازمان آب برق خوزستان

[۲] هئیت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

[۳] هئیت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

حمل رسوبات و یا ته نشین شدن آن ها در قسمت های مختلف به وجود می آورد. جریان پر سرعت و گل آلود، خسارت زیادی به تاسیسات وارد می کند؛ خصوصاً در مواردی که از وسایل مکانیکی مانند پمپ و توربین استفاده شود.

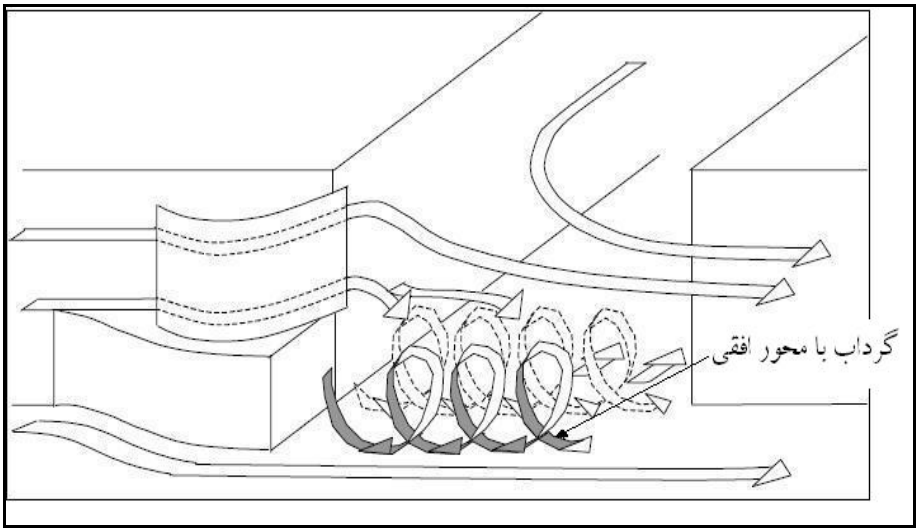
مشخصه اصلی جریان در قوس رودخانه ها وجود جریان حلزونی است که باعث تمایل بردارهای سرعت در سطح آب به طرف قوس خارجی و در کف به طرف قوس داخلی می شود. از این رو مناطق واقع در قوس خارجی مکان مناسبی برای آبگیری به شمار می رود. الگوی جریان در قوس رودخانه ها متاثر از دو پارامتر جریان ثانویه و گرادیان طولی فشار بوده، بنابراین به منظور انتقال جریان آب بدون رسوب به داخل کانال انحرافی، قوس خارجی به عنوان محل مناسبی برای قرارگیری آبگیر جانبی می باشد. نیری و ادگارد[۱] مطالعات آزمایشگاهی خود را بروی هیدرولیک جریان در آبگیرهای ۹۰ درجه در مسیر مستقیم انجام دادند و الگوی جریان، خط تقسیم جریان، سکون و ناحیه جدایی جریان را بررسی کردند(شکل ۱).



شکل ۱-الگوی جریان در آبگیر جانبی(۵)

دیوار منحرف کننده به جریانی که به سمت ورودی بندر است نیرویی وارد می کند و در پشت آستانه نزدیک بستر به دلیل جدائی، یک منطقه کم فشار ایجاد میشود. در نتیجه اختلاف فشار ایجاد شده ما بین قسمت های بالاتر و پایین تر ستون آب پشت دیوار منحرف کننده، آب به دام افتاده توسط دیوار منحرف کننده، به پایین جریان می یابد و گرداب در بستر پشت آستانه واگرا می شود. در نتیجه، یک گرداب با محور افقی در جلوی ورودی تشکیل می شود (شکل ۲). به طورکلی میزان کاهش رسوبات بستگی به طرح سیستم دیوار منحرف کننده با آستانه دارد که شامل پارامترهای انحنا و طول دیوار منحرف کننده، فاصله ما بین دیوار منحرف کننده و ساحل (عرض کانال دیوار منحرف کننده)، شکل دیواره ساحلی، شکل و ارتفاع آستانه و شکل پایین دست بندر در منطقه سکون می باشد (۶، ۷، ۸، ۹).

۱- Neary and Odgaard



شکل ۲- گرداب تولید شده توسط دیوار منحرف کننده جریان در ورودی بندر

برای اولین بار محققین هامبورگی در سال ۱۹۸۰ جهت جلوگیری از ورود رسوب به بنادر سازه ای را به نام دیوار منحرف کننده جریان با آستانه[1] 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(۶، ۷، ۸ و ۱۰). برای نخستین بارمحققین ایرانی 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(۲).

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(۱).

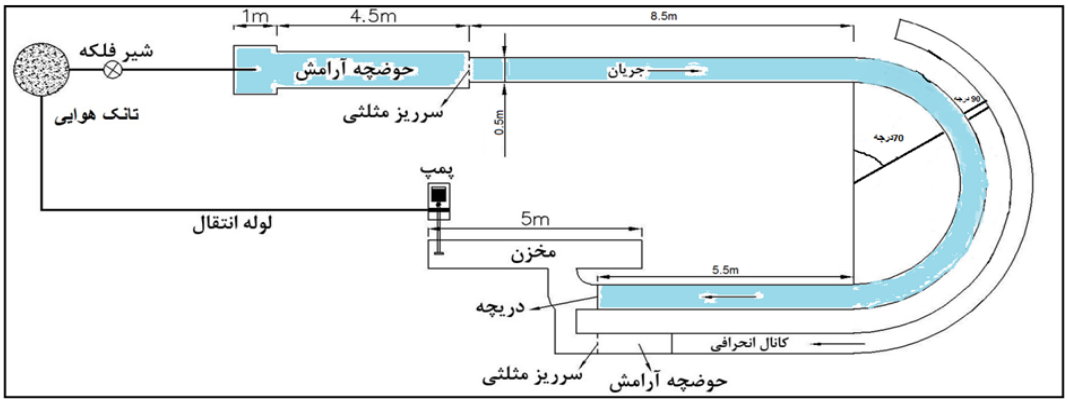
نصب آستانه باعث کاهش رسوب ورودی به داخل آبگیر شده و عرض ناحیه گردابی و رسوبگذاری را کاهش می دهد (۳ و ۴). در حالت نصب توأم با صفحات مستغرق تا نسبت آبگیری ۰/۲۷۵ باعث حذف کامل رسوبات ورودی به آبگیر میشود. با افزایش ارتفاع آستانه تا ۰/۳ عمق جریان، رسوب ورودی کاهش می یابد(۳).

۲. مواد و روش ها

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،

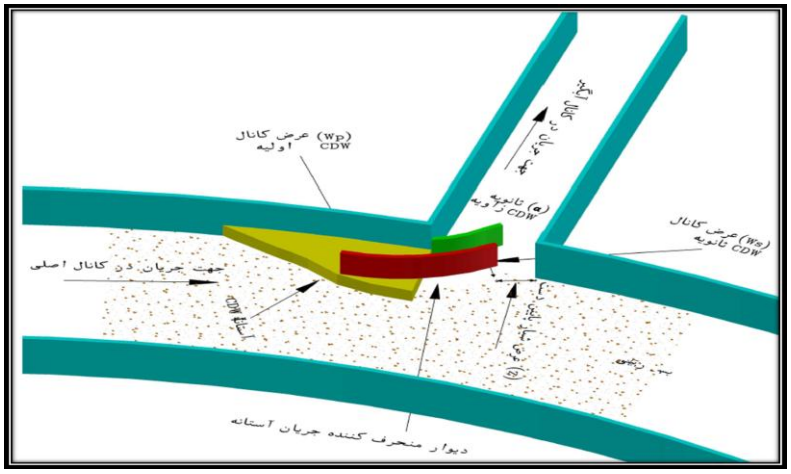
۱- Current Deflecting Wall-Sill (CDW)

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 ۳)



شکل ۳- پلان کانال قوسی شکل

در این تحقیق به منظور بررسی کنترل انتقال رسوب به آبگیرها با تغییر زاویه نصب دیوارهای منحرف کننده ثانویه در قوس از 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 (شکل۴).



شکل ۴- 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).

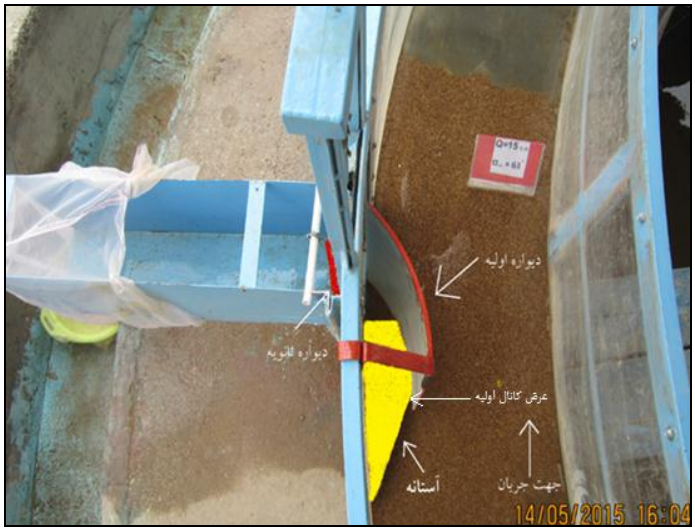
جدول ۱- محدوده تغییرات ابعاد مدل

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 ۰/۲۴-۰/۳۰-۰/۳۶-۰/۴۲، پدیده تاثیر زاویه دیواره منحرف کننده ثانویه در مدخل آبگیر جانبی به منظور کنترل رسوبات در قوس رودخانه بررسی گردید. آزمایشهای این تحقیق به صورت هیدرولیکی انجام شد. کانال اصلی دارای قوس با انحنای نسبی قوس Rc/B=۵ بوده که در رده قوس های ملایم قرار می گیرد. 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 استفاده شد.

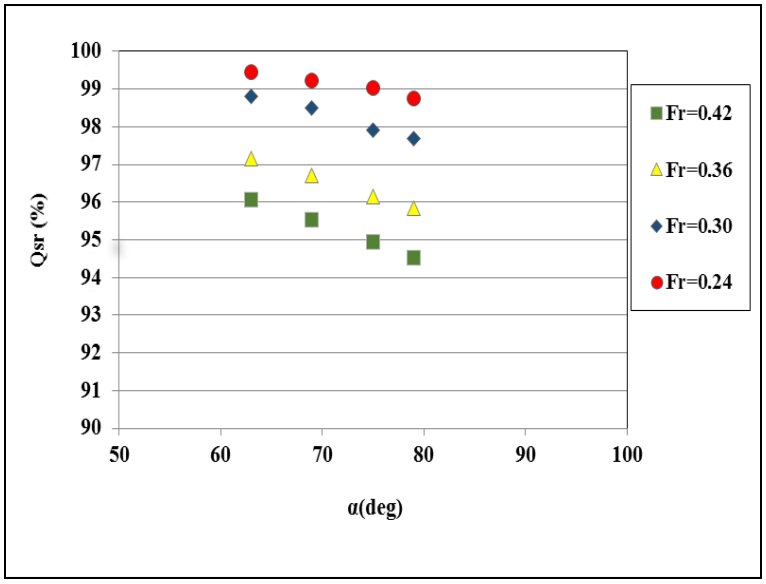
۳. نتایج و بحث

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 ورودی به 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 (شکل- ۵).



شکل ۵- نصب دیوارهای منحرف کننده اولیه و ثانویه در جلوی دهانه آبگیر

شکل ۶ نمودار زوایای دیواره ثانویه و نسبت رسوب انحرافی به آبگیر در شرایط زوایای مختلف دیواره ثانویه و در اعداد فرود ۰/۴۲، ۰/۳۶، ۰/۳ و ۰/۲۴، مختلف نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می شود تغییر زاویه دیواره ثانویه عامل موثر در نسبت رسوب انحرافی به آبگیر می باشد و در کلیه اعداد فرود، زاویه دیواره با نسبت رسوب ورودی به آبگیر نسبت عکس دارد و با افزایش زاویه دیواره، نسبت رسوب ورودی به آبگیر کاهش می یابد. افزایش زاویه دیواره ثانویه، باعث ایجاد مانع در برابر جریان و انتقال با رسوب به آبگیر و همچنین باعث انحرف جریان و رسوبات به سمت پائین دست می شوند.



شکل ۶- نسبت رسوب انحرافی در شرایط تغییر زوایای دیواره ثانویه

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 با عدد فرود ۴۲/۰، باعث کاهش ۵/۵ درصد رسوب انحرافی به دهانه آبگیر می شود (جدول شماره ۲).

جدول ۲- درصد کاهش رسوب انحرافی با زوایای مختلف دیواره ثانویه

پارامتر	Fr=۰/۴۲	Fr=۰/۳۶	Fr=۰/۳۰	Fr=۰/۲۴
α=۶۳°	۳/۹۷	۲/۸۳	۱/۱۵	۰/۵۸
α=۶۹°	۴/۴۷	۳/۲۸	۱/۴۹	۰/۷۷
α=۷۵°	۵/۲۶	۳/۸۵	۲/۰۸	۰/۹۶
α=۷۹°	۵/۵	۴/۱۵	۲/۳۵	۱/۲۴

۴. نتیجه گیری نهائی

در این تحقیق آزمایش ها جهت تعیین درصد نسبی رسوبات انحرافی در قوس ۱۸۰ درجه با هدف بررسی تاثیر خصوصیات جریان بر نسبت رسوب انحرافی در شرایط زوایای مختلف دیواره ثانویه انجام گرفت. متغیرهای موثر در این تحقیق عدد فرود و زاویه دیواره بود. نتایج این تحقیق بصورت زیر بیان می شود:

وجود دیواره ثانویه در کلیه زوایا باعث کاهش نسبت رسوب انحرافی به دهانه آبگیر می شود.

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

۵. منابع

1- Neary, V. S. and A. J. Odgaard. 1993. Three-dimensional flow structure at open-channel divisions.Journal of Hydraulic Engineering, ASCE., 119 (11): 1223–1230.

2- Hofland, B., Christiansen, H., Crowder, R. A., Kirby, R., Van Leeuwen, C. W. and J. C. Winterwerp. 2001. The curent deflecting wall in an estuarine harbor. Proceedings of 29th IAHR Congress. International Association for Hydraulic Research. Delft. The Netherlands. 613–621.

3- Leeuwen, S. and B. Hofland. 1999. The current deflecting wall in a tidal harbour with density influences. M.Sc. Thesis, Delft University of Technology.

4- Smith, T. J., Kirby, R. and H. Christiansen. 2001. 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. 459–484.

5- Winterwerp, J. C., Eysink, W. D., Kruiningen, F. W., Christiansen, H., Kirby, R. and T. J. Smith. 1994. The current deflecting wall: A device to minimise harbor siltation. Dock Harbour Auth., 74 (849) 243–247.

6- Kuijper, C., Christiansen, H., Cornelisse, M. and J. C. Winterwerp. 2005. Reducing harbor siltation. II: Case Study of Parkhafen in Hamburg. Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, ASCE, 131 (6): 267–276.

۷- بیلیادیان ، س و.(۱۳۹۳) مطالعه آزمایشگاهی بررسی اثردیوار منحرف کننده جریان بر کاهش انتقال رسوب ورودی به آبگیر جانبی در قوس رودخانه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد اهواز

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

۹- دهقانی، ا ا (۱۳۸۵). "مطالعه آزمایشگاهی کنترل رسوب آبگیر جانبی در قوس ۱۸۰ درجه". رساله دکتری، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰- عباسی، ع الف (۱۳۸۲). "مطالعه آزمایشگاهی کنترل رسوب ورودی به آبگیر جانبی در مسیر مستقیم". رساله دکتری، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.