Archive of SID

پژوهش های آبخیزداری شماره ۸۷، تابستان ۱۳۸۹
(پژوهش و سازندگی)

تاثیر زاویه‌ی انحراف آبگیر بر نسبت دبی و رسوب ورودی به آبگیر در خم ۹۰ درجه‌ی همگرا

• **سهراب نظری**، دانشجوی دکتری رشته علوم و مهندسی آبیاری –واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران(نویسنده مسئول)
• **محمود شفاعی بجستان**، استاد دانشکده علوم و مهندسی آب دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: مرداد ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۸۸
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۱۸۷۶۴۱
Email: nazariso@yahoo.com

چکیده

در قوس های رودخانه ای بخاطر وجود جریانهای ثانویه، حرکت مواد رسوبی از قوس خارجی به قوس داخلی باعث تجمع رسوب و کاهش عرض و ایجاد همگرایی می شود. مطالعات پیشین نشان داده است که در خم ۹۰ درجه و درموقعیت ۶۰ درجه، مناسب ترین زاویه‌ی آبگیر زاویه ۶۰ درجه می‌باشد. برای بررسی اثر همگرایی قوس بر زاویه آبگیرمطالعه حاضر انجام شده‌است. برای رسیدن به اهداف این مطالعه مدلی از یک قوس ۹۰ درجه همگرا احداث و شرایط آبگیری و میزان رسوبات ورودی به آبگیر تحت پنج زاویه مختلف آبگیر ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه در موقعیت ۶۰ درجه مورد مطالعه قرار گرفت. رسوبات بطور یکنواخت با قطر متوسط ۱mm=d۵۰ در کف کانال پخش و پس از برقراری جریان حجم رسوب انتقال یافته و میزان رسوب ورودی به آبگیر اندازه گیری و توزین گردید. تمام آزمایشات در شرایط زیر بحرانی انجام شد و نتیجه گیری شد که برای تامین شرایط هیدرولیکی مناسب یعنی درصد دبی آبگیری کافی و حداقل رسوب ورودی به آبگیر زاویه ۴۵ درجه در موقعیت ۶۰ درجه از قوس ۹۰ درجه همگرا مناسب می باشد.

کلمات کلیدی: قوس همگرا، آبگیر ، قوس رودخانه، زاویه آبگیر، نسبت رسوبات

www.SID.ir

Archive of SID

Watershed Management Researches Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 87 pp: 70-80

The effects of intake angle on the discharge and sediment ratio to an intake in a 90 degree convergence bend

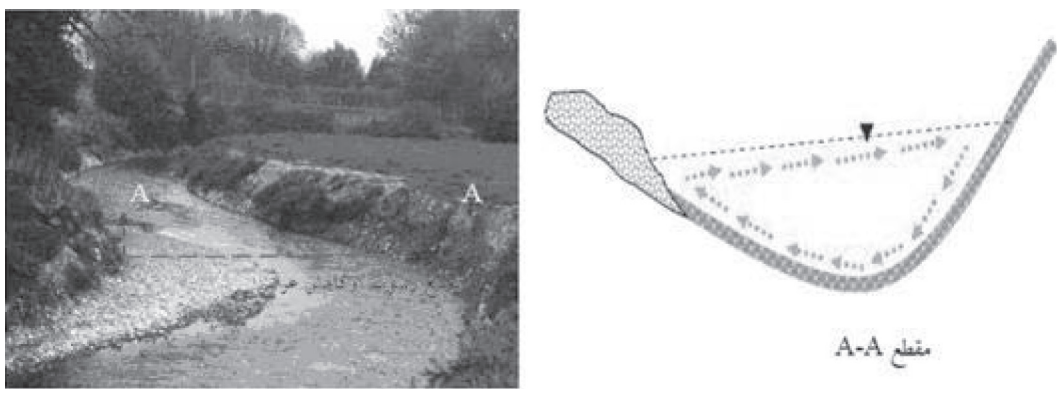
By: S. Nazari, PhD student, Department of science and water engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, (Corresponding Author; Tel: +0989171814641) and M. Shafai Bejestan, Professor of Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran.

In a river bend transport of sediment from the outer bank to the inner bank causes that the point bars developed in the inner bank and thus a convergence bend is created, Because of this the flow pattern will be different compare to the normal bend, Previous studies on the intake on a normal bend have shown that the best intake angle in the 60 degree location of the normal bend is 60 degrees, In order to investigate that this founding can be apply for a convergence bend or not, this study was conducted, To reach such goal experimental tests were conducted in a 90 degree convergence bend, The intake was installed in 60 degree location of the bend and the rate of intake discharge and sediment were measured under different subcritical flow conditions, The flume bed was covered by uniform sediment of 1 mm, All tests were conducted under live bed conditions, It was found from these tests that the discharge ratio decreases as the flow Froude number increases and for any Froude number, it increases when the intake angle changes from 30 to 45 degree and then is reduced as the intake angle increases, The sediment ratio also increases when the Froude number increases, For any Froude number the sediment ratio for the 45 degree intake angle is less than the other intake angles which were tested

Keywords: Convergence bend, Intake, river bend, intake angle, sediment ratio .

مقدمه

رودخانه ها فراهم کننده آب و انرژی برای طبیعت و انسان می باشند انحراف آب از مسیراصلی رودخانه برای مقاصد مختلف از جمله برای کشاورزی ،آبرسانی شهری، تولید برق و غیره به کمک آبگیرها صورت می گیرد (۴).آبگیری از رودخانه ها معمولا به دو صورت انجام می گیرد، روش پمپاژ و روش ثقلی. معمولا در مکانهایی که با هر دو روش امکان آبگیری وجود داشته باشد، روش ثقلی به دلیل پیوسته بودن و عدم صرف انرژی اضافه بر روش پمپاژ ترجیح داده می شود. در برداشت آب به روش ثقلی از سه نوع آبگیر می توان استفاده کرد که عبارتند از : آبگیرهای جانبی، کفی و جلوئی، در طراحی این آبگیرها تلاش بر این است که ورود رسوب حداقل و در صد دبی انحرافی مطلوب باشد.آبگیر های کفی اغلب در مناطق کوهستانی و رودخانه هایی که بار بستر درشت دانه و شیب تند دارند استفاده می شود. آبگیر های جلویی نسبت به آبگیرهای جانبی با نسبت دبی یکسان رسوبات کمتری دریافت می کنند(۹). آبگیر های جانبی در مقایسه با دو نوع آبگیرفوق بیشتر استفاده می شود . یکی از مشکلات اصلی آبگیرهای جانبی ورود مواد رسوبی است و در طراحی این نوع آبگیرها دو وظیفه مهم زیر را بایستی مد نظر قرار داد. تامین دبی مورد نظر سیستم (درصد دبی انحراف مناسب) وجلوگیری از ورود رسوبات و اجسام شناور به داخل آبگیر (کاهش میزان رسوب ورودی) لذا از نکات مهم در طراحی آبگیرجانبی واقع در رودخانه ها این است که شرایطی انتخاب شود تا آب منحرف شده توسط آبگیر دارای حداکثر دبی جریان و حداقل دبی رسوب باشد .از دیر باز تاکنون قوس رودخانه به خاطر داشتن الگوی جریان خاص به نام جریان حلزونی



شکل ۱- قوس رودخانه همگرا و الگوی جریان ثانویه در راس قوس (دهقانی،۱۳۸۴).

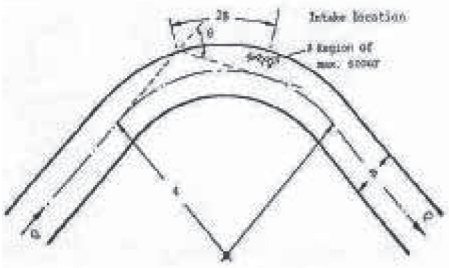
www.SID.ir

Archive of SID

همواره مورد توجه مهندسین هیدرولیک بوده است. اغلب رودخانه ها در دشت ها به صورت قوسی می باشد. بدلیل شرایط هیدرودینامیکی رودخانه، جریان الگویی کاملا مارپیچی دارد بطوریکه همواره در قسمت بیرونی قوس فرسایش و در قسمت درونی رسوبگذاری صورت می گیرد. رسوبگذاری و فرسایش در قوس ها به صورت هماهنگ نیست، این عمل باعث می شود تا عرض قوس در طول مسیر ثابت نبوده و کاملا متغیر باشد. در شکل (۱) شمایی از یک قوس همگرا نشان داده شده است. معمولا رسوبگذاری در نیمه دوم قوس درونی اتفاق می افتد و به سمت انتهای قوس نیز ادامه دارد که خود این عمل سبب کاهش عرض قوس و همچنین تنگ شدگی پایین دست قوس و همگراشدن آن می گردد. بنابراین در طبیعت بیشتر رودخانه های قوسی دارای شرایط همگرایی می باشند. البته این شرایط که همراه با کاهش عرض می باشد سبب تغییر شرایط هیدرولیکی جریان و انتقال رسوب نسبت به شرایط با عرض ثابت می گردد. از اینرو ضرورت دارد تا شرایط همگرایی قوس های رودخانه ای هم مورد توجه قرار گیرد.

در قوس رودخانه به دلیل وجود جریانهای ثانویه مواد رسوبی از ساحل بیرونی به ساحل درونی منتقل می شود، لذا یکی از مکانهای مناسب برای کار گذاشتن آبگیرهای جانبی، ساحل بیرونی قوس رودخانه ها می باشد.در آبگیرهای جانبی مستقر بر روی قوس ها نیز بدلیل کاهش دبی کانال اصلی بعد از آبگیر و ایجاد انحنای خطوط جریان و بوجود آمدن مناطق گردابی در جلوی دهانه آبگیر تجمع مواد رسوبی نیز یکی از مشکلات است، در صورتیکه بتوان در پایین دست دهانه آبگیر مقداری عرض قوس را کاهش داد این عمل سبب افزایش سرعت و شستشوی مواد رسوبی در جلوی دهانه آبگیر می شود که می تواند از تجمع رسوب در جلوی دهانه آبگیر جلوگیری کند. با ورود جریان به قوس نیروی گریز از مرکز بر آن اثر کرده که این نیرو در راستای شعاع قوس و نیز در جهت عمق به خاطر تغییرات سرعت متغیر می باشد. نیروی گریز از مرکز موجود در خم باعث ایجاد اختلاف سطح آب شده که سطح آب در قوس بیرونی بالا آمده و در قوس درونی کاهش پیدا می کند این پدیده باعث ایجاد گرادیان فشار جانبی، که نتیجه آن ایجاد یک جریان عرضی در مقطع می باشد، که ذرات رسوبی را از ساحل بیرونی به سمت ساحل درونی هدایت می کند و در جهت طول یک جریان حلزونی شکل گیری می شود. این پدیده باعث ایجاد یک محل مناسب برای احداث آبگیر در قوس بیرونی می گردد. نکته مهم این است که کدام قسمت قوس بیرونی (موقعیت مکانی) محل مناسبتری برای آبگیری می باشد و آبگیری تحت چه زاویه ای مناسب ترین حالت را از دیدگاه تامین حداکثر دبی جریان و مهمترین شرایط کنترل رسوب ورودی به وجود می آورد. البته جواب سوالات فوق بستگی به پارامترهای متعددی از جمله شعاع قوس ،عرض قوس در ابتدا و انتها، زاویه قوس، اندازه دانه رسوبی و ... دارد .در قوسها به دلیل تنوع موضوعات مطالعاتی تاکنون مطالعات گوناگونی صورت گرفته است که معمولا این مطالعات در دو گروه عمده می باشد، مطالعات هیدرولیک جریان و مطالعات هیدرولیک رسوب. در زمینه وجود جریانهای ثانویه، توزیع سرعت، تنش برشی و مقایسه آنها نسبت به شرایط کانال مستقیم مطالعاتی توسط حسین و اسمت (۶) انجام شده است. کاوایی و جولیان(۷) مطالعاتی در زمینه رسوبگذاری در قوس درونی و فرسایش در قوس بیرونی انجام دادند و نتیجه مطالعات آنها نشان داد که محل رسوب گذاری در قوسها با توجه به نوع دانه بندی مواد رسوبی و شعاع قوس می تواند متفاوت باشد. دهقانی و صالحی نیشابوری (۲) با بررسی تغییرات بستر در یک قوس ۱۸۰ درجه با آبگیر جانبی به این نتیجه رسیدند که اولا در حالت بدون آبگیر پشته رسوبی و چاله فرسایش در نیمه اول قوس تشکیل می شود و در شرایط آبگیر جانبی در نیمه دوم قوس بعد از آبگیر یک پشته رسوبی در ساحل داخلی و چندین ناحیه فرسایش در ساحل خارجی مشاهده می شود.مناسب ترین موقعیت برای کار گذاری آبگیر ها بر روی قوس رودخانه ها مکانی است که درآنجا جریانهای ثانویه کاملا توسعه پیدا کرده است، یا به عبارتی جریانهای ثانویه شدت بیشتری دارند مطابق شکل (۲) مقدار □ و یا زاویه بین مسیر جریان و مکانی که در آنجا جریانهای ثانویه کاملا توسعه پیدا کرده است که بر حسب رادیان از رابطه (۱) بدست می آید . که در این رابطه c ضریب شزی و y_0 عمق آب قبل از قوس و r شعاع تا خط مرکزی قوس می باشد. مطابق شکل (۲)، معمولا جریانهای ثانویه در فاصله دو برابر عرض قوس در پایین دست توسعه پیدا می کنند و در این فاصله بستر رودخانه در قوس خارجی فرسایش می یابد به طوری که بیشترین عمق فرسایش در موقعیت جریان توسعه یافته ایجاد می شود (۹).

$$\theta = 1.5\frac{c}{\sqrt{g}}.\frac{y_0}{r} \qquad (۱)$$



شکل۲- موقعیت آبگیر و فرسایش در قوس رودخانه (راودکیوی، ۱۹۹۳)

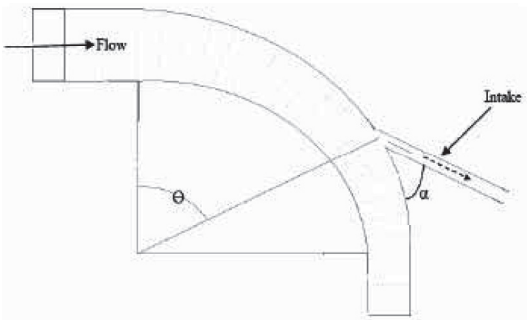
نتایج جور جیاواسمیت (۵) بر روی آبگیری در یک قوس ۹۰ درجه همگرا نشان داد که جریانهای ثانویه در شرایط قوس همگرا نسبت به قوس با عرض ثابت از قدرت بیشتری برخوردار هستند و همچنین توسعه این جریانها از موقعیت ۶۰ درجه به بعد نیز بیشتر شده، بنابراین محل کارگذاری آبگیر از موقعیت ۶۰ درجه به بعد مناسب می باشد. زاویه انحراف زاویه بین بردار سرعت در رودخانه و کانال انحرافی، یکی از متغیرهایی است که روی میزان دبی جریان و رسوب ورودی به آبگیر تاثیر می گذارد زاویه بین بردارهای سرعت در رودخانه و کانال آبگیر اگر α نامیده شود آنگاه مقدار بهینه این زاویه از رابطه زیر توصیه شده است (۱۱). که در این رابطه V سرعت جریان در رودخانه و سرعت جریان در کانال آبگیر می باشد. البته احداث چنین آبگیری عملا غیر ممکن می باشد، زیرا سرعت هم در رودخانه و هم در آبگیر متغیر می باشد .

$$\alpha = \mathrm{Arc}\cos\frac{V}{V_D} \qquad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

از آنجا که خطوط جریان به طور ناگهانی تغییر جهت نمی دهد در ابتدای دیواره بالادست کانال انحرافی در اثر جدا شدگی جریان منطقه گردابی به وجود می آید که باعث کاهش سطح جریان به آبگیر و کاهش دبی انحرافی می شود (۳). علاوه بر این پایین دست دهانهآبگیر منطقه گردابی دیگری نیز به وجود می آید. در این نقاط گردابی، تجمع رسوبات سنگین در کف و جمع شدن آشغالها و مواد معلق در سطح از عمده مشکلات می باشد (۹). زاویه انحراف آبگیر در تشدید و کاهش سطح مناطق گردابی نقش موثری دارد. آبگیری با زاویه ۹۰ درجه نامناسب ترین شرایط را فراهم می کند (۸) میزان رسوبات ورودی به آبگیر و درصد دبی انحرافی نیز بستگی به زاویه انحراف دارد که در مطالعه انجام شده توسط شفاعی بجستان و نظری در یک خم ۹۰ درجه با عرض ثابت نشان داده شد که زاویه ۶۰ درجه مناسب می باشد(۳). چنانه مطالعه مدل فیزیکی میسر نباشد زاویه ۳۰ تا ۴۵ درجه برای شرایط آبگیری از یک کانال مستقیم توصیه شده است(۸و۱۱). که این زاویه نیز توسط USBR بین ۴۵ تا ۶۰ درجه توصیه شده است(۱). مطالعات مرکز تحقیقات آبیاری یوتار پرادش (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 افزایش می یابد(۱۰). مروری برمطالعات نشان می دهد که موقعیت و زاویه قرار گیری آبگیر ها نقش موثری در میزان دبی جریان و رسوب ورودی به آبگیر دارد. هر چند مطالعاتی در خصوص تاثیر این متغیرها در آبگیرهای منشعب شده از کانالهای مستقیم و قوسهای با عرض ثابت صورت گرفته است، ولی مطالعه در زمینه آبگیرهای جانبی واقع در خم قائم همگرا در رودخانه ها کمترانجام شده است. جورجیا و اسمیت (۱۹۸۶) با حل معادلات پیوستگی و مومنتم و اعمال شرایط مرزی در قوس همگرا به این نتیجه رسیدند که الگوی جریان در خم همگرا با خم با عرض ثابت متفاوت می‌باشد، بنابراین شرایط همگرایی و هندسه قوس می تواند بر هیدرولیک و رسوب آبگیرهای واقع در خم همگرا اثر گذار باشند (۵). از این رو هدف این مطالعه بررسی تاثیر زاویه انحراف بر میزان رسوب و دبی جریان در آبگیرهای واقع در خم ۹۰ درجه همگرا می باشد. شکل (۳) موقعیت آبگیر (θ) و زاویه انحراف آبگیر (α) در یک خم ۹۰ درجه همگرا بر رودخانه را نشان می دهد.

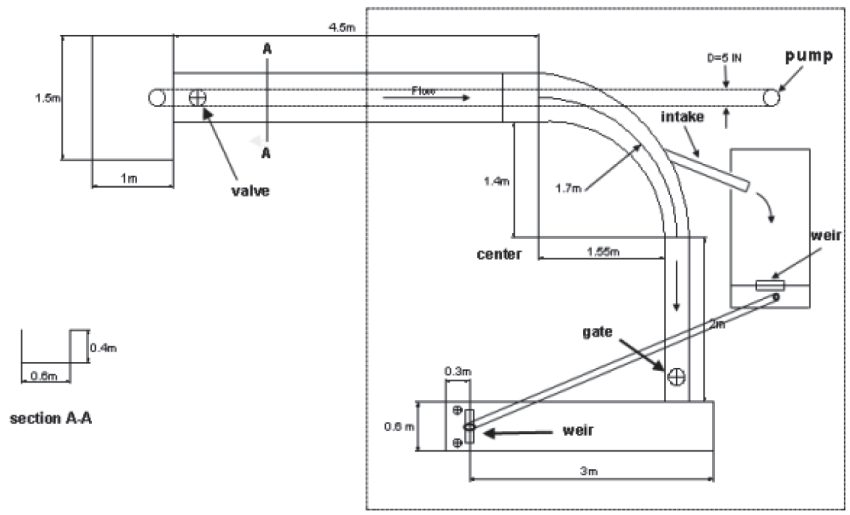


شکل ۳- موقعیت و زاویه قرار گیری آبگیر

مواد و روش ها

برای رسیدن به اهداف این تحقیق ابتدا با استناد به مطالعات قبلی کلیه متغیرهای موثر بر ورود میزان رسوب به آبگیر در یک خم رودخانه مشخص شدند. از جمله متغیر ها عبارتند از درصد دبی انحرافی qr ، زاویه انحراف آبگیر α ، زاویه قرار گیری در قوسθ، عدد فرود جریان رودخانه قبل از قوس Fr ، نسبت عمق آب به اندازه ذرات رسوبی (ds/y۰)، نسبت عمق آب به شعاع قوس (r/y۰)، نسبت عرض قوس در ابتدا و انتها (Bf/B۰) می باشد، که چون امکان بررسی تمام متغیر ها بر میزان رسوبات ورودی (Gr) و درصد دبی انحرافی در یک مطالعه ممکن نیست، لذا در این مطالعه با ساخت یک مدل آزمایشگاهی از قوس ۹۰ درجه همگرا و ثابت در نظر گرفتن برخی از متغیرها رابطه‌ی بدون بعد(۳)که از تئوری باکینگهام استخراج شد و مبنای کارهای آزمایشگاهی قرار گرفت.

$$G_r = F(q_r, \alpha, F_r) \qquad (۳)$$



شکل ۴- پلان مدل آزمایشگاهی

www.SID.ir

Archive of SID

برای رسیدن به اهداف این مطالعه، کانالی شامل سه قسمت یک قسمت مستقیم قبل از قوس به طول ۴/۵ متر جهت یکنواخت شدن جریان ورودی و قسمت دوم، قوسی با زاویه ۹۰ درجه با عرض متغیر به طوری که این عرض به طور یکنواخت از ۶۰ سانتی متر در ابتدا به ۳۰ سانتی متر در انتها می رسد. شعاع قوس با مرکز ثابت، تا خط مرکزی ۱۷۰ سانتی متر و ارتفاع کانال ۴۰ سانتی متر بود در آزمایشگاه هیدرو لیک احداث گردید. در انتهای قوس یک کانال مستقیم به عرض ۳۰ سانتی متر و طول ۲ متر که در انتهای آن یک دریچه کشویی جهت تنظیم کردن سطح آب در نظر گرفته شد. شکل (۴) پلان و شکل (۵) نمایی از فلوم مورد استفاده را نشان می‌دهد. دیواره و کف کانال از جنس پلکسی گلاس ساخته شد. آب توسط پمپ سانتریفیوژ ۵ اینچ به مخزن ابتدای کانال اصلی پمپاژ وبرای حذف امواج سطح در قسمت خروجی این مخزن از یک صفحه فلزی مشبک و قلوه سنگ استفاده شد. آب پس از عبور از کانال اصلی و قسمت قوسی به دو مخزن پی در پی ریخته به طوری که در انتهای مخزن دوم یک سر ریز ذوزنقه ای استاندارد با عرض ۲۰ سانتی متر جهت اندازه گیری دبی که با قرائت یک اشل و استفاده از فرمول که در آن H ارتفاع آب بر حسب سانتی متر و L عرض سرریز بر حسب سانتی متر و Q دبی جریان بر حسب لیتر در ثانیه می باشد، استفاده شد. برای بررسی زاویه انحراف پنج آبگیر با زاویه های ۳۰ و ۴۵و ۶۰ و ۷۵ و ۹۰ درجه ساخته شد که هر کدام به راحتی بر روی قوس در موقعیت مورد نظر قابل نصب بودند. جهت اندازه گیری دبی آبگیر و میزان رسوبات ورودی به آبگیر ،جریان از دهانه آبگیر توسط یک کانال به عرض ۱۰ و ارتفاع ۲۰ سانتی متر و طول یک متر که به یک مخزن به ارتفاع ۴۰ سانتی متر و طول ۲/۵ متر و عرض ۴۰ سانتی متر انتقال می یافت. در انتهای این مخزن یک سرریز مثلثی لبه تیز از نوع v شکل نصب وبا قرائت سطح آب توسط یک سطح سنج نقطه ای دبی از فرمول $Q = 0.0138H^{\frac{5}{2}}$ که در آن H ارتفاع آب بر حسب سانتی متر و Q دبی جریان بر حسب لیتر در ثانیه می باشد. (این رابطه برای محدوده دبی مورد نظر مورد استفاده در این مطالعه استخراج گردیده است) بدست می آمد. مواد رسوبی با دانه بندی یکنواخت با قطر متوسط یک میلی متر (d_{50} = ۱mm) انتخاب شده و پس از شستشوی کامل توسط اسید کلریدریک و خشک کردن آن مورد استفاده قرار گرفت.

شرح آزمایش ها

از آنجا که هدف در این مطالعه تاثیر زاویه انحراف بر میزان دبی و رسوبات ورودی می باشد، لذا در ابتدا سعی شد که موقعیت آبگیرها در نقطه ای ثابت در قوس خارجی قرار گیرد. از این رو یک آزمایش مقدماتی صورت گرفت بدین ترتیب که ابتدا در کف کانال به اندازه‌ی ۸ سانتی متر و به‌طور یکنواخت با شیب ۱:۳۵۰ مواد رسوبی پخش گردیده سپس در حالی که دریچه‌ی انتهایی بسته بود کانال را آرام آرام پر از آب کرده به طوری که عمق آب در حدود ۲۰ سانتی متر رسید و همزمان با روشن شدن پمپ و افزایش میزان دبی ورودی دریچه‌ی انتهایی آهسته باز گردید، تا زمانی که دبی جریان به مقدار مورد نظررسید. در این شرایط مواد رسوبی بستر کانال به پایین دست منتقل می شدند با گذشت حدود ۱۲۰ دقیقه که فرسایش و رسوب گذاری در قوس صورت گرفت بستر به حالت پایدار رسید جریان قطع گردیده و نتایج کلی زیر استخراج گردید. در قسمت قوس بیرونی فرسایش و در قسمت درونی رسوبگذاری مشاهده شد. فرسایش از پایین دست در قسمت قوس بیرونی شروع و تا زاویه حدود ۶۰ درجه ادامه داشت. در قوس درونی تجمع رسوب انجام شد ولی به دلیل همگرا بودن قوس نسبت به قوس با عرض ثابت، پشته رسوبی کمتر بود.با توجه به این

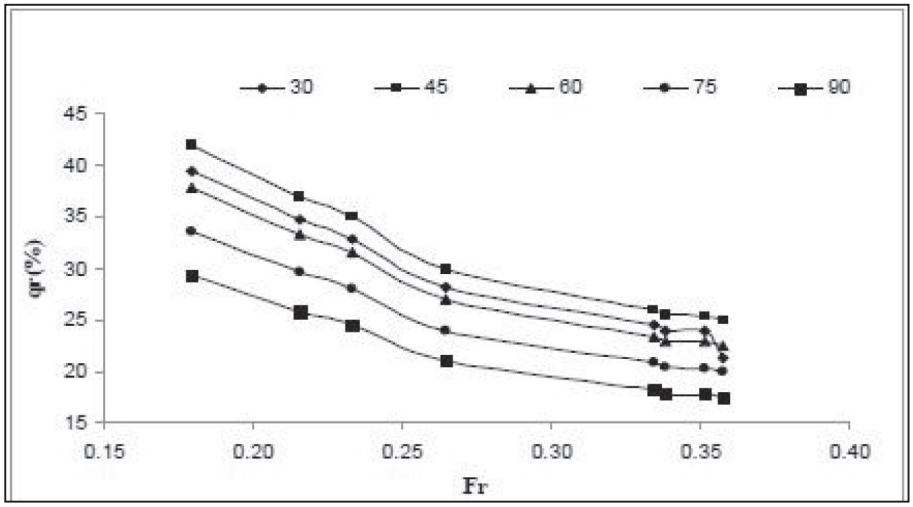
تصویر ۶ - وضعیت فرسایش و رسوب گذاری بستر در قوس

شکل ۵- مدل آزمایشگاهی وسرریز اندازه گیری

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش و مطالعات انجام شـده توسط جورجیا واسمیت که بیشترین توسعه جریانهای ثانویه بر روی خم ۹۰ درجه همگرا را در حدود زاویه ۶۰ درجه می دانند، موقعیت آبگیر در زاویه‌ی ۶۰ درجه انتخاب و سایر آزمایشها به منظور تاثیـر زاویه انحراف آبگیر بر میزان دبی و رسـوبات انحرافی در این موقعیت انجام گرفت. شـکل (۶) وضعیت فرسـایش و رسـوبگذاری را در انتهای این آزمایش نشـان می دهد توضیـح این که به دلیل اینکه قوس همگرا بـود، از موقعیت ۶۰ درجه به بعد فرسایش در قوس بیرونی تا انتهای قوس نیز ادامه دارد که نشـان می دهد توسـعه جریانهای ثانویه در این مکانها بیشـتر می باشد، لذا آبگیر را می توان در مکانهای بعدی نیز مسـتقر نمود که مـی تواند در این زمینه نیز مطالعاتی انجام گیرد. پـس از انتخاب موقعیت آبگیر آزمایشـات در دو سری انجام شد، سری اول آزمایشات هیدرولیک به منظور بررسی اثر زاویه انحراف بر دبی انحرافی و سـری دوم آزمایشات رسوب به منظور بررسی اثـر زاویه انحراف بـر میزان رسـوبات ورودی به آبگیر که نتایج ارایه خواهدشد. نحوه‌ی انجام این آزمایشها به شرح زیر می‌باشد:



شکل ۷- تغییرات دبی انحرافی نسبت به عدد فرود در زوایای مختلف

سری اول :آزمایشهای هیدرو لیک

با نصب هر دهانه آبگیر با زوایای مختلف (۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه) بر روی موقعیت ۶۰ درجه آزمایشـهای مختلفی با تعدادی دبی و عمق های مختلف برای هر زاویه صورت گرفت. با اندازه گیری عمق آب در طول کانال در قسـمت مستقیم در قوس (سـاحل بیرونی و درونی) و اندازه گیری دبی جریان در کانال اصلی و کانال آبگیر این قسمت مطالعه انجام گرفت

سری دوم :آزمایشهای رسوب

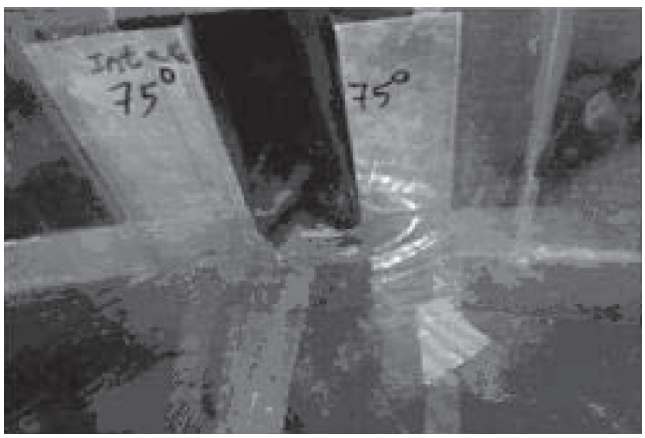
به منظور بررسـی تاثیر زاویه انحراف و با نصب هر زاویه در موقعیت ۶۰ درجه در کناره کانال قوسـی حدود ۸ سـانتی متر از مواد رسـوبی با شیب کف ۱:۳۵۰ پخش و همانند قسـمت اول آزمایش (تعیین بهترین موقعیت آبگیـر) جریـان در کانال اصلی برقرار که پس از حرکت رسـوبات به صورت بسـتر متحرک بخشی از رسوبات به سـمت آبگیر حرکت کرده و توپوگرافی بسـتر در کانال اصلی شـکل می گرفت رسوب ورودی به آبگیر پس از جمع آوری در مخزن ته نشـینی خشـک و توزین شـد و توپوگرافی بستر توسط یک دسـتگاه مترلیزری TLM۳۰۰ که بر روی یک ارابه متحرک نصب بود برداشـت شد. پس از ترسـیم خطوط هم میزان بستر و تعیین حجم رسوب انتقال یافته تا دهانه آبگیربا اسـتفاده از نرم افزار SDR - map نسـبت رسوبات منحرف شده نیز برای هر زاویه در شرایط دبی مورد نظر و سه عمق مختلف بدست آمد.

نتایج و بحث

با توجه به داده های برداشت شده از سری آزمایشات هیدرولیکی (جدول (۱)) و رسوب(جدول (۲)) در شرایط قوس همگرای ۹۰ درجه همراه با آبگیر جانبی شکلهای (۷) تا (۱۱) ترسیم شده است.

شـکل (۷) رابطـه عدد فرود و درصـد دبی انحرافی بـرای پنج زاویه‌ی انحـراف ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه رانشـان می دهـد. همانطوری که از این شکل پیداسـت با افزایش عدد فرود در تمامی زوایا درصد دبی انحرافی کاهش یافته و این بدلیل افزایش سـرعت آب در کانال اصلی اسـت و ایجاد مناطق گردابی بیشـتر در بالادسـت آبگیر می باشـد. تصویر (۸) شمایی از وضعیت تشکیل گردابه ها در دهانه ورودی آبگیر را نشان می دهد.

شـکل(۷) نیز نشـان می دهد که بطورکلی درصد دبـی انحرافی برای زوایـای ۳۰ و۴۵ درجه نسـبت به زوایای دیگر بیشـتر اسـت، و این بدلیل کاهش ناحیه گردابی در دهانه ورودی آبگیر ۴۵ درجه نسـبت به آبگیرهای دیگر است و همچنین نشان می دهد که جریان تحت زاویه ۴۵ درجه مسیر دیـواره دهانه آبگیر را بهتر طی می کند، نتایج مشـابهی توسـط دهقانی و صالحی نیشابوری (۱۳۸۴) بدست آمد، آنها نشان دادند که در حالت حداکثر دبـی آبگیـر زاویه ۶۰ درجه و در بقیه حالات دبـی آبگیری زاویه ۴۵ درجه مناسب می باشد.



تصویر ۸- تشکیل گرداب در دهانه ورودی آبگیر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج حاصل از آزمایشهای هیدرولیک جریان

عدد فرود (Fr)	درصد دبی انحراف (qr)	دبی کانال آبگیر (لیتر بر ثانیه)	دبی کانال اصلی (لیتر بر ثانیه)	عمق آب قبل از قوس (سانتیمتر)	زاویه انحراف (درجه)	موقعیت آبگیر (درجه)
۰,۱۸	۳۹,۴۸	۴,۷۲	۱۱,۹۶	۷,۱۵	۳۰	۶۰
۰,۲۲	۳۴,۷۸	۴,۱۷	۱۲,۰۰	۸,۸۰	۳۰	۶۰
۰,۲۳	۳۲,۹۰	۳,۸۱	۱۱,۵۹	۱۰,۵۵	۳۰	۶۰
۰,۲۷	۲۸,۲۰	۵,۲۰	۱۸,۴۵	۹,۲۵	۳۰	۶۰
۰,۳۳	۲۴,۴۴	۴,۵۱	۱۸,۴۵	۱۱,۰۰	۳۰	۶۰
۰,۳۴	۲۳,۹۷	۴,۴۲	۱۸,۴۵	۱۲,۴۵	۳۰	۶۰
۰,۳۵	۲۳,۸۸	۶,۸۶	۲۸,۷۱	۱۲,۵۵	۳۰	۶۰
۰,۳۶	۲۱,۳۶	۶,۱۸	۲۸,۹۴	۱۶,۳۰	۳۰	۶۰
۰,۱۸	۴۲,۰۰	۵,۰۶	۱۲,۰۴	۶,۹۵	۴۵	۶۰
۰,۲۲	۳۷,۰۰	۴,۴۴	۱۲,۰۰	۹,۴۵	۴۵	۶۰
۰,۲۳	۳۵,۰۰	۴,۱۹	۱۱,۹۶	۱۰,۵۵	۴۵	۶۰
۰,۲۷	۳۰,۰۰	۵,۵۴	۱۸,۴۵	۹,۲۵	۴۵	۶۰
۰,۳۳	۲۶,۰۰	۴,۸۰	۱۸,۴۵	۱۱,۱۵	۴۵	۶۰
۰,۳۴	۲۵,۵۰	۴,۷۰	۱۸,۴۵	۱۲,۵۰	۴۵	۶۰
۰,۳۵	۲۵,۴۰	۷,۲۴	۲۸,۴۹	۱۲,۹۰	۴۵	۶۰
۰,۳۶	۲۵,۰۰	۷,۵۰	۲۹,۹۹	۱۶,۸۰	۴۵	۶۰
۰,۱۸	۳۷,۸۰	۴,۵۶	۱۲,۰۶	۷,۰۵	۶۰	۶۰
۰,۲۲	۳۳,۳۰	۴,۰۰	۱۲,۰۰	۹,۲۰	۶۰	۶۰
۰,۲۳	۳۱,۵۰	۳,۵۸	۱۱,۳۶	۱۰,۶۰	۶۰	۶۰
۰,۲۷	۲۷,۰۰	۴,۹۸	۱۸,۴۵	۹,۲۵	۶۰	۶۰
۰,۳۳	۲۳,۴۰	۴,۳۲	۱۸,۴۵	۱۱,۳۰	۶۰	۶۰
۰,۳۴	۲۲,۹۵	۴,۲۳	۱۸,۴۵	۱۲,۹۵	۶۰	۶۰
۰,۳۵	۲۲,۸۶	۶,۶۱	۲۸,۹۰	۱۲,۹۵	۶۰	۶۰
۰,۳۶	۲۲,۵۰	۶,۳۷	۲۸,۳۱	۱۶,۳۵	۶۰	۶۰
۰,۱۸	۳۳,۶۰	۲,۱۵	۶,۴۱	۴,۵۰	۷۵	۶۰
۰,۲۲	۲۹,۶۰	۳,۵۳	۱۱,۹۳	۷,۱۰	۷۵	۶۰
۰,۲۳	۲۸,۰۰	۳,۳۸	۱۲,۰۶	۹,۲۰	۷۵	۶۰
۰,۲۷	۲۴,۰۰	۲,۷۵	۱۱,۴۷	۱۰,۷۵	۷۵	۶۰

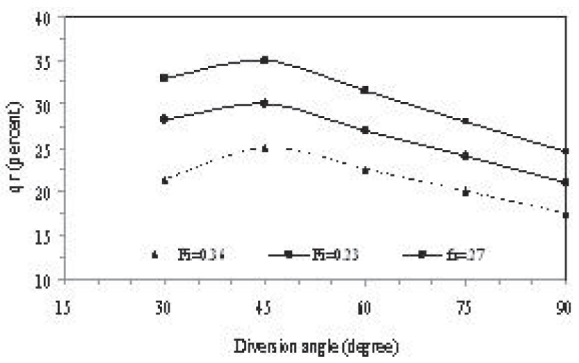
www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۱

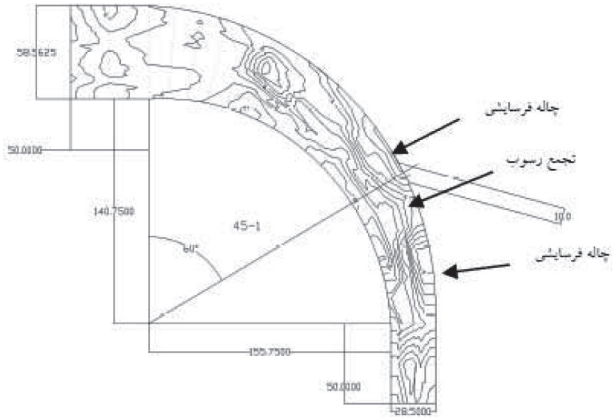
عدد فرود (Fr)	درصد دبی انحراف (qr)	دبی کانال آبگیر (لیتر بر ثانیه)	دبی کانال اصلی (لیتر بر ثانیه)	عمق آب قبل از قوس (سانتیمتر)	زاویه انحراف (درجه)	موقعیت آبگیر (درجه)
۰,۳۳	۲۰,۸۰	۳,۸۴	۱۸,۴۵	۹,۳۰	۷۵	۶۰
۰,۳۴	۲۰,۴۰	۳,۷۶	۱۸,۴۵	۱۱,۳۰	۷۵	۶۰
۰,۳۵	۲۰,۳۲	۳,۷۵	۱۸,۴۵	۱۲,۸۰	۷۵	۶۰
۰,۳۶	۲۰,۰۰	۵,۷۵	۲۸,۷۴	۱۳,۲۵	۷۵	۶۰
۰,۱۸	۲۹,۴۰	۳,۴۳	۱۱,۶۷	۷,۰۰	۹۰	۶۰
۰,۲۲	۲۵,۹۰	۲,۹۸	۱۱,۵۰	۹,۰۰	۹۰	۶۰
۰,۲۳	۲۴,۵۰	۲,۷۳	۱۱,۱۵	۱۰,۶۰	۹۰	۶۰
۰,۲۷	۲۱,۰۰	۳,۸۷	۱۸,۴۵	۹,۳۰	۹۰	۶۰
۰,۳۳	۱۸,۲۰	۳,۳۶	۱۸,۴۵	۱۱,۳۰	۹۰	۶۰
۰,۳۴	۱۷,۸۵	۳,۲۹	۱۸,۴۵	۱۳,۱۰	۹۰	۶۰
۰,۳۵	۱۷,۷۸	۵,۰۷	۲۸,۵۲	۱۳,۱۵	۹۰	۶۰
۰,۳۶	۱۷,۵۰	۵,۰۳	۲۸,۷۴	۱۷,۰۰	۹۰	۶۰

شکل (۹) برای سه عدد فرود (۰/۲۳، ۰/۲۷ و ۰/۳۶)ترسیم شده است و نشـان می دهد که همواره درصد دبی انحرافی برای زاویه ۴۵ درجه نسبت به زوایای دیگر بیشتر می باشد، این نتایج با توصیه نواک (۸) (زاویه انحراف ۳۰ تا ۴۵ درجه)، شباهت دارد.



شکل ۹- تغییرات دبی انحرافی در زوایای مختلف

در هر آزمایش تغییرات توپوگرافی بسـتر برداشـت شد و منحنی های همتراز بسـتر ترسـیم گردید ، از روی این منحنی ها حجم رسوبات انتقال یافته تا دهانه آبگیر محاسـبه گردید و همچنین میزان رسـوبات ورودی به آبگیر جمع آوری و در نهایت خشـک و توزین شد و درصد رسوبات انحرافی به آبگیر از این طریق بدسـت آمد، شکل (۱۰) شمایی از وضعیت توپوگرافی بستر را نشان می دهد.



شکل ۱۰- وضعیت توپوگرافی بستر

همانطوری که از این شـکل پیداست قبل و بعد از دهانه آبگیر دو چاله فرسایشی مشاهده می شود و در جلوی دهانه آبگیر تجمع رسوبات می باشد کـه این برای زوایای ۳۰ و ۴۵ درجه به نسـبت کم ولـی برای زوایای دیگر

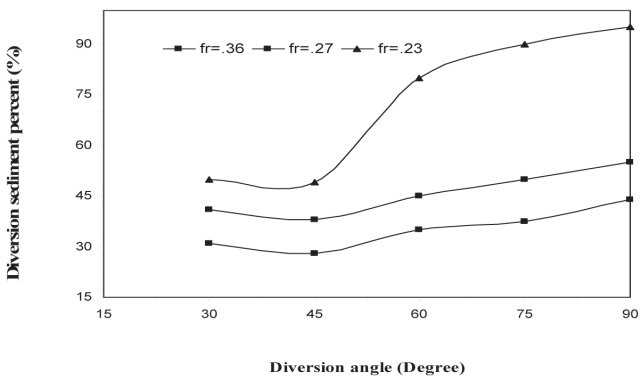
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمایش های رسوب با آبگیر جانبی

شماره آزمایش	موقعیت آبگیر (درجه)	زاویه انحراف (درجه)	عمق آب قبل از قوس (سانتیمتر)	وزن رسوب ورودی به آبگیر (کیلوگرم)	وزن رسوب عبور کرده از جلوی دهانه آبگیر (کیلوگرم)	درصد دبی انحراف (qr)	درصد رسوب انحرافی (Gr)	عدد فرود (Fr)
۱	۶۰	۳۰	۹	۶,۰۵	۱۹,۵۲	۲۱,۳۶	۳۱,۰۰	۰,۳۶
۲	۶۰	۳۰	۱۰	۴,۴	۱۰,۷۱	۲۸,۲۰	۴۱,۰۷	۰,۲۷
۳	۶۰	۳۰	۱۲	۳,۸	۷,۶۰	۳۲,۹۰	۵۰,۰۰	۰,۲۳
۴	۶۰	۴۵	۹,۲	۵,۱۵	۱۸,۳۹	۲۵,۰۰	۲۸	۰,۳۶
۵	۶۰	۴۵	۱۰,۲	۵	۱۳,۱۶	۳۰,۰۰	۳۸,۰۰	۰,۲۷
۶	۶۰	۴۵	۱۲	۳	۶,۱۲	۳۵,۰۰	۴۹,۰۰	۰,۲۳
۷	۶۰	۶۰	۸,۵	۴,۲	۱۲,۰۰	۲۲,۵۰	۳۵	۰,۳۶
۸	۶۰	۶۰	۱۰,۵	۵	۱۱,۱۱	۲۷,۰۰	۴۵,۰۰	۰,۲۷
۹	۶۰	۶۰	۱۲,۵	۴,۳	۵,۳۸	۳۱,۵۰	۸۰,۰۰	۰,۲۳
۱۰	۶۰	۷۵	۹,۳	۳,۸	۱۰,۱۳	۲۰,۰۰	۳۷,۵	۰,۳۶
۱۱	۶۰	۷۵	۱۱	۴,۴	۸,۸۰	۲۴,۰۰	۵۰,۰۰	۰,۲۷
۱۲	۶۰	۷۵	۱۳	۳,۳	۳,۶۷	۲۸,۰۰	۹۰,۰۰	۰,۲۳
۱۳	۶۰	۹۰	۹,۵	۲,۵	۵,۶۸	۱۷,۵۰	۴۴	۰,۳۶
۱۴	۶۰	۹۰	۱۱,۵	۳,۳	۶,۰۰	۲۱,۰۰	۵۵,۰۰	۰,۲۷
۱۵	۶۰	۹۰	۱۳,۳	۲,۶	۲,۷۴	۲۴,۵۰	۹۵,۰۰	۰,۲۳

زیاد می باشد. میزان رسوبات انحراف داده شده در مقابل زاویه انحراف نیز در شکل (۱۱) ترسیم شده است. این شکل نشان می دهد که با افزایش زاویه انحراف از ۳۰ تا ۴۵ درجه تغییر عمده ای بر میزان رسوبات ورودی مشاهده نشده است ولی از زاویه ۴۵ به بعد میزان رسوبات ورودی به آبگیر افزایش پیدا کرده است. میزان رسوبات ورودی به آبگیر در عدد فرود ۰/۲۳ نسبت به اعداد فرود دیگر بیشتر می باشد، از روی این شکلها نیز معلوم است که مناسب ترین زاویه انحراف آبگیر در خم ۹۰درجه همگرا برای آبدهی بیشترو رسوبات انحرافی کمتر، زاویه‌ی ۴۵ درجه توصیه می شود، در حالیکه مطالعات شفاعی بجستان و نظری در قوس ۹۰ درجه با عرض ثابت نشان داد که زاویه ۶۰ درجه مناسب است(۳). دلیل اختلاف بدست آمده ناشی از همگرایی قوس در مطالعه‌ی حاضر می‌باشد، زیرا الگوی جریان در قوس‌های همگرا متفاوت می‌باشد.



شکل ۱۱-تغییرات دبی و رسوب انحرافی در زوایای مختلف

نتیجه گیری

در قوس های رودخانه ای بدلیل تشکیل جریان های ثانویه باررسوبی

www.SID.ir

Archive of SID

از قوس بیرونی به طرف قوس درونی هدایت می شود، بنابراین قوس بیرونی مکان مناسبی جهت کارگذاری آبگیرهای جانبی می باشد، ازطرفی میزان رسوبات ورودی به آبگیر به پارامترهای دیگری چون موقعیت آبگیر، زاویه انحراف و شرایط همگرایی قوس بستگی دارد که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته اند. از آزمایشات انجام شده برروی زاویه انحراف و موقعیت آبگیر در شرایط قوس همگرا نتایج زیر حاصل شده است :

(۱) عدد فرود تاثیر زیادی بر میزان دبی انحرافی دارد، بطوریکه با افزایش آن مقدار دبی انحراف کاهش می یابد. (۲) در قوس ۹۰ درجه همگرا بیشترین میزان فرسایش از موقعیت ۶۰ درجه شروع و تا انتهای قوس ادامه دارد.(۳) میزان رسوب ورودی به آبگیر با افزایش عدد فرود جریان افزایش می‌یابد، بطوریکه در عدد فرود ۰/۲۳ بیشترین میزان رسوب ورودی اندازه گیری شد. (۴) برای هر عدد فرود میزان رسوب ورودی به زاویه انحراف بستگی دارد. (۵) تغییر زاویه از ۳۰ تا ۴۵ درجه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان رسوب ورودی نداشت هر چند که در زاویه ۴۵ درجه، نسبت رسوب ورودی کمتر است. (۶) ارتفاع پشته رسوبی در ناحیه قوس داخلی همواره کم می باشد بطوریکه در انتهای قوس این به کمترین مقدار خود می رسد. (۷) زاویه انحراف ۳۰ و ۴۵ درجه از نقطه نظر آبگیری و رسوب در شرایط این تحقیق یعنی نصب آبگیر در قوس ۹۰ درجه همگرا مناسب و توصیه می شود.

منابع مورد استفاده

۱- جعفرزاده، ا. مترجم. ۱۳۷۱. روشهای کنترل رسوب در شبکه های آبیاری و آبرسانی. انتشارات فرهنگ جامع.

۲- دهقانی، ا. صالحی نیشابوری، ع. ۱۳۸۴. بررسی آزمایشگاهی تغییرات بستر در قوس ۱۸۰ درجه با آبگیر جانبی. پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۳- نظری، س. شفاعی بجستان، م. ۱۳۷۸. تاثیر زاویه آبگیر بر ورود رسوبات به داخل آبگیر در قوس ۹۰ درجه. مجله کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز.

۴- صفرزاده، ا. صالحی نیشابوری، ع. ۱۳۸۷. بررسی هیدرودینامیکی ساختار سه بعدی جریان آشفته در آبگیر جانبی از قوس رودخانه بصورت مدل سازی دو فازی. چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران دانشگاه تهران.

5- Georgiadou, A.D. and K.V.H., Smith. 1986. Flow in curved converging channel. Journal of Hydraulic Engineering. 112: 476-496.

6- Hussein, A.S. and K.V.H., Smith. 1986. Flow and bed deviation angle in curved open channels. Journal of Hydraulic Research. 24: 93-108.

7- Kawai, S. and Julien, P. 1996. Point bar deposits in narrow sharp bends. Journal of Hydraulic Research. 34: 205-218.

8- Novak, P. and Moffat, A.I.B. and Nallur, C. and Narayanan, R. 1990. Hydraulic Structures. Pitman. London. 546p.

9- Raudkivi, A. J. 1993. Sedimentation exclusion and removal of sediment from diverted water. Hydraulic structure design manual No.6 A-A, Balkema publication. Netherland. 161p.

10- UPIRI. 1975. Sediment excluders and ejectors. Uttar Pradesh irrigation research institute (UPIRI). Design Monograph 45-H1-46. INDIA.

11- Vanoni, V.A. 1977. Sedimentation Engineering. American Society of Civil Engineerings New York. USA 745p.

www.SID.ir