

بررسی اثر طول آبشکن بر عمق آبشستگی اطراف آن در موقعیت های ۳۰ و ۱۷۰ درجه قوس ۱۸۰ درجه رودخانه ها

محمد امامی^۱، روزبه آقامجیدی^۲، امین مرادی^۳

^۱ مدیر دفتر ناحیه ای شرکت فراسان دفتر اصفهان.

^۲ استادیار بخش عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سپیدان، بخش عمران.

^۳ مدیر مطالعات، شرکت آشناب دفتر منطقه ای خوزستان.

نام نویسنده مسئول:

روزبه آقامجیدی

چکیده

یکی از پارامترهای موثر بر آبشستگی در دماغه آبشکن ها، اثر طول آبشکن است. بمنظور بررسی اثر طول آبشکن در قوس بر فرآیند آبشستگی، آزمایش هایی در یک فلوم آزمایشگاهی با قوس ۱۸۰ درجه با $R/B = 4.7$ از جنس پلاکسی گلاس انجام پذیرفت. در این تحقیق با قرار دادن یک آبشکن در فلوم آزمایشگاهی در موقعیتهای ۳۰ و ۱۷۰ درجه با طول های ۸، ۱۰ و ۱۲ سانتی متر با دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه و عمق ثابت ۱۳ سانتی متر پدیده آبشستگی حول آبشکن در حالت آب زلال مورد بررسی قرار گرفت. برای مصالح کف فلوم از ماسه طبیعی با دانه بندی یکنواخت با $D_{50} = 2 \text{ mm}$ و ضریب یکنواختی ۱/۷ استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان می دهد هر چه طول آبشکن افزایش یابد باعث افزایش عمق آبشستگی اطراف آن می شود همچنین با افزایش دبی جریان و موقعیت قرار گیری آبشکن در قوس ابعاد چاله و طول پشته در پائین دست آبشکن نیز افزایش می یابد.

واژگان کلیدی: آبشکن، آبشستگی، قوس رودخانه، طول آبشکن.

مقدمه

به از دهه ۱۹۳۰، مفهوم ساماندهی رودخانه ها بطور گسترده ای مطرح و روشهای مختلف ساماندهی، توسعه یافته است. ساماندهی رودخانه عبارت از بهبود سیستم رودخانه در یک بازه معین با اهداف چندمنظوره است. هدف اصلی بازایی سیمای طبیعی رودخانه با تاکید بر احیا ضوابط بر سیستم زیستابی رودخانه است. اهداف دیگر نظیر کنترل سیلاب، تثبیت کناره ها، ایمنی بهره برداری از رودخانه، کشتیرانی و غیره نیز مورد نظر هستند ساماندهی، اصلاح مسیر و حفاظت دیواره های رودخانه منحصر به استفاده از یک روش خاص در طول یک بازه یا در دو سمت ساحلی رودخانه نیست. بلکه با شرایط مختلف، تلفیقی از کاربرد روشهای مختلف را شامل می گردد. تثبیت دیواره های رودخانه بطور کلی شامل دو روش مستقیم و غیر مستقیم (آرام کننده ها و انحراف کننده ها) است. راهکار اصلی در روش حفاظت مستقیم مقاوم سازی رودخانه در برابر عوامل فیزیکی و هیدرولیکی است. آرام کننده ها از طریق افزایش مقاومت جریان در کناره رودخانه و انحراف دهنده ها از طریق دورسازی جریان اصلی از دیواره اصلی، از روشهای حفاظت غیرمستقیم دیواره بشمار می آیند. آبشکن های رودخانه ای از نوع انحراف دهنده ها هستند.

آبشکن یا اپی یا دیواره های باله ای سازه های سنگی، شنی، پاره سنگی، خاکی و یا شمع می مانند هستند که با زاویه ای نسبت به کرانه رودخانه برای انحراف جریان آب از نقاط بحرانی، از آبشستگی ساحل رودخانه، تولید آبراهه ای مناسب برای کنترل کشتیرانی و کنترل آبشستگی ایجاد می شوند. این سازه های هیدرولیکی علاوه بر جلوگیری از فرسایش سواحل در شرایط جریان سیلابی و همچنین جلوگیری از فرسایش سواحل در اثر امواج ایجاد شده توسط کشتی ها، در تأمین عمق مناسبی جهت کشتیرانی نیز مورد استفاده قرار می گیرند این ساختمانها دارای کاربردهای گوناگون زیست محیطی در رودخانه نیز می باشند این تأسیسات معمولاً بر روی رودخانه های پهن به منظور تولید آبراهه ای که نه ایجاد رسوب می کند و نه با فرسایش باعث تغییر بستر رودخانه می گردد ساخته می شوند.

در اثر احداث آبشکن در مقابل جریان، اختلافی در فشار هیدرواستاتیکی در بالادست و پائین دست سازه به وجود می آید که این مساله باعث ایجاد جریان آشفته چرخشی و گردابی در اطراف آن خواهد شد. این جریان های گردابی مکانیزیم اصلی آبشستگی موضعی به حساب می آید که در دراز مدت باعث ایجاد حفره های بزرگ در دماغه آبشکن شده و احتمال شکست سازه را به دنبال خواهد داشت. یکی از شاخص های مهم در تعیین مشخصات حفره آبشستگی و پیش بینی موقعیت و دامنه گسترش آن حداکثر عمق آبشستگی می باشد. از اوایل سال ۱۹۳۰ تاکنون محققین و متخصصین مختلف بررسی های آزمایشگاهی و مشاهدات تجربی گوناگونی را برای تعیین حداکثر عمق آبشستگی و امکان پیش بینی آن با استفاده از معادلات حاصل از بررسی های تحقیقاتی انجام داده اند. از جمله این محققین می توان احمد [۱]، گارده و همکاران [۲]، گیل [۳]، لیبسی [۴]، پترسون [۵]، فضلی، قدسیان و نیشابوری [۶] اشاره کرد که کلیه مطالعات در آبراهه مستقیم صورت گرفته است. علیرغم استفاده قابل توجهی که از آبشکن در قوس رودخانه ها می گردد هنوز هیچ مرجعی را نمی توان یافت که برای طراحی و تعیین عمق آبشستگی در قوس رودخانه ها به روابط قابل توجهی استناد نمود. بنابراین لزوم استفاده از یک مدل آزمایشگاهی جهت بررسی و رفتار جریان، امری اجتناب ناپذیر می باشد. در این تحقیق با نصب تک آبشکن در موقعیتهای ۳۰ و ۱۷۰ درجه در فلوم آزمایشگاهی با قوس ۱۸۰ درجه با عمق ثابت و برداشت توپوگرافی بستر در دبی های مختلف ارتباط بین طول آبشکن در موقعیت های مختلف و ابعاد حفره آبشستگی تعیین گردید.

۱. مواد و روش ها

بر اساس مطالعات انجام شده توسط محققین، پدیده آبشستگی حول آبشکن از پنج عامل اصلی هندسه مجرا، مشخصات آبشکن، مشخصات رسوب، خصوصیات جریان و خواص سیال تاثیر می پذیرد. در این تحقیق پارامترهای هندسه مجرا، عمق جریان، خصوصیات مصالح بستر و خواص سیال ثابت بوده و پارامترهای طول آبشکن در قوس و دبی جریان و زاویه موقعیت قرارگیری در طول آزمایشها متغیر بود. با توجه ب موارد فوق، رابطه زیر جهت بررسی اثرات متغیرهای موثر بر آبشستگی تعادل یافته حول آبشکن در قوس ارائه شد:

$$dz_{\max} = f(L, Q, \theta) \quad (1)$$

که در آن:

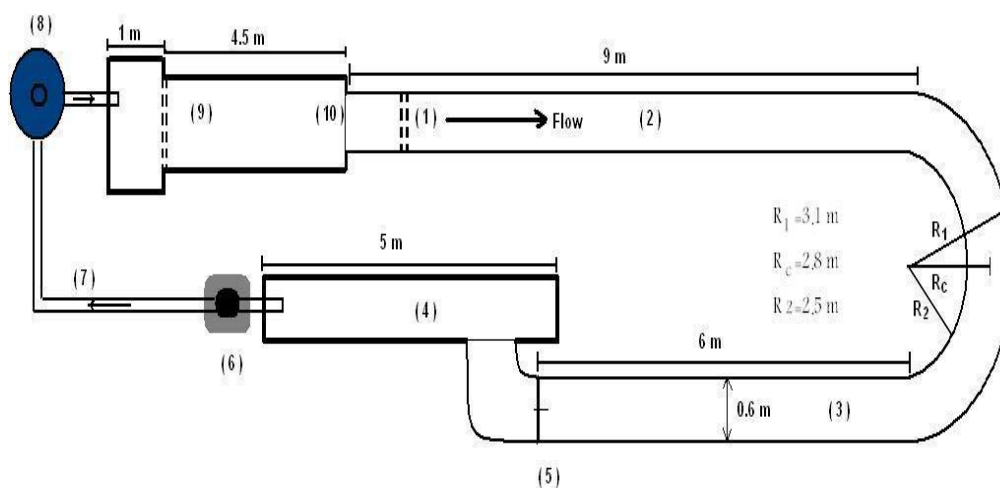
$$Q = \text{دبی جریان}$$

$$dz_{\max} = \text{عمق حداکثر آبشستگی در حالت تعادل}$$

$$L = \text{طول آبشکن}$$

$$\theta = \text{زاویه قرار گیری در قوس}$$

فلوم مورد استفاده از اجزاء مختلفی نظیر کانال روباز مستطیلی شفاف با جداره پلکسی گلاس، حوضچه آرام کننده به طول ۹/۱۰ متر در ابتدای فلوم، قوس ۱۸۰ درجه با شعاع مرکزی ۲/۸ متر و عرض ۶۰ سانتی متر، کانال خروجی به طول ۵/۵ متر در انتهای فلوم، مخزن آب، تانک ورودی، پمپ آب و همچنین اجزاء اندازه گیری نظیر سرریز مثلثی، دریچه و شیر آلات تشکیل شده که هدف اصلی آن ایجاد جریان با عمق، سرعت و دبی های متفاوت است انحنای نسبی قوس $R/B = 4.7$ بوده که قوس را در رده قوسهای ملایم قرار می دهد. (شکل ۱).



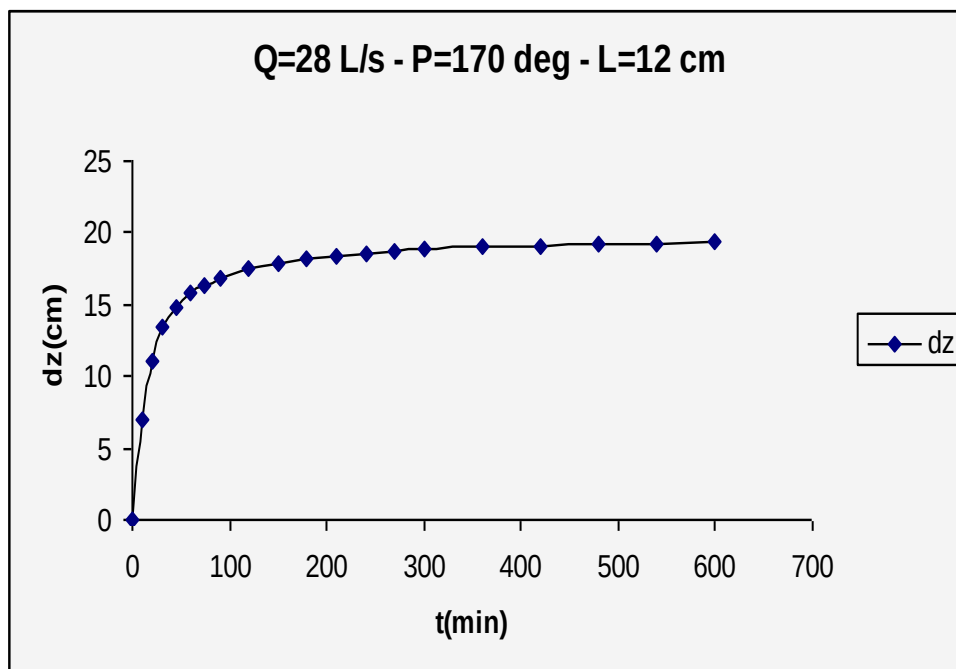
شکل ۱_ مشخصات قوس فلوم

طبق توصیه دونات [۷]، حداکثر طول آبشکن بین ۱۰ تا ۲۰ درصد عرض کانال باید در نظر گرفته شود. لذا به منظور مدل کردن طول آبشکن، یک صفحه از جنس چوب سه لایه با ضخامت ۳ میلی متر با طول های ۸، ۱۰ و ۱۲ سانتی متر با درصد انسداد به ترتیب ۱۳،۳۳ درصد، ۱۶،۶۶ درصد و ۲۰ درصد عرض فلوم انتخاب شد.

طبق توصیه الیوتو و هاگر [۸] برای جلوگیری از اثرات زیری عمق آب را بیشتر از ۲۰ میلی متر پیشنهاد نموده اند که در کلیه آزمایش ها عمق د آب ثابت و برابر ۱۳ سانتی متر در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه آبشستگی موضعی در شرایط آب زلال بررسی گردید لذا بمنظور جلوگیری از فرسایش و انتقال رسوبات در بالادست آبشکن، سرعت متوسط جریان باید کمتر از سرعت بحرانی ($u < u_c$) باشد.

به منظور بررسی تاثیر دبی بر روی آبشستگی با دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه برای آزمایش بر روی آبشکن در موقعیت های ۳۰ و ۱۷۰ درجه در نظر گرفته شد که توسط سرریز مثلثی ۶۰ درجه در ابتدای ورودی فلوم اندازه گیری شدند. این دبی دارای سرعت نسبی ۳۲٪ بود.

برای بدست آوردن زمان تعادل یک آزمایش طولانی مدت بمدت ۱۰ ساعت با حداکثر دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه برای موقعیت ۱۷۰ درجه قوس و طول آبشکن ۱۲ سانتیمتر انجام شد. در طول مدت آزمایش، عمق آبشستگی بوسیله عمق سنج با دقت ۱ میلیمتر برداشت می شد. فاصله زمانی برداشتها تا ۶۰ دقیقه اول به دلیل فرسایش سریع هر ۱۰ دقیقه وبعد از آن هر ۲۰ دقیقه یکبار و در نهایت هر ۳۰ دقیقه یکبار انجام می گرفت. نمودار شکل (۲) زمان تعادل را برای دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه در موقعیت ۱۷۰ درجه نشان می دهد. با توجه به دانه بندی رسوبات کف و شکل مشخص می شود ۸۲٪ آبشستگی نهائی در ۱۲۰ دقیقه اول رخ می دهد. لذا با توجه به اینکه تحقیق حاضر در مورد مقایسه بین میزان آبشستگی دماغه آبشکن در طولهای مختلف نسبت به هم می باشد زمان ۲ ساعت برای کلیه آزمایش ها انتخاب شد.



شکل ۲- نمودار زمان تعادل برای آبشکن ۱۲ سانتیمتر در موقعیت ۱۷۰ درجه قوس و با دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه

برای انجام آزمایش‌ها، ابتدا آبشکن در موقعیت مورد نظر نصب گردید. سپس رسوبات کف توسط ارابه متحرک بطور یکسان در جهت طولی و عرضی فلوم در سراسر فلوم گسترانده شد. پیش از راه اندازی پمپ، دریچه انتهایی بسته و سپس آب زلال به آرامی بدرون کانال هدایت گردید. پس از بالا آمدن آب و اطمینان از مرطوب شدن رسوبات بعد از گذشت چند ساعت، پمپ با دبی کمی راه اندازی شد و به آرامی توسط شیر فلکه اصلی روی لوله ورودی به حوضچه آرامش، دبی به میزان مورد نظر رسانده شد. با تنظیم دقیق و همزمان شیرفلکه و دریچه پائین دست عمق جریان ۱۳ سانتی متر و دبی مورد نظر حاصل شد.

پس از گذشت ۲ ساعت زمان تعادل، پمپ خاموش گردید و آب موجود در کانال به آرامی زهکشی شد تا تاثیری بر روی توپوگرافی بستر ایجاد نگردد. پس از گذشت چند ساعت و تخلیه کامل آب از درون کانال، بوسیله عمق سنج با دقت صدم میلی متر، توپوگرافی بستر در اطراف پایه استوانه ای در موقعیت‌ها و دبی‌های مختلف برداشت شد. به منظور بررسی دقیق تغییرات ایجاد شده در بستر در امتداد عرضی فاصله نقاط برداشت ۲ سانتی متر و در امتداد طولی با توجه به موقعیت ۲ سانتی متر در نظر گرفته شد.

بحث و نتیجه گیری

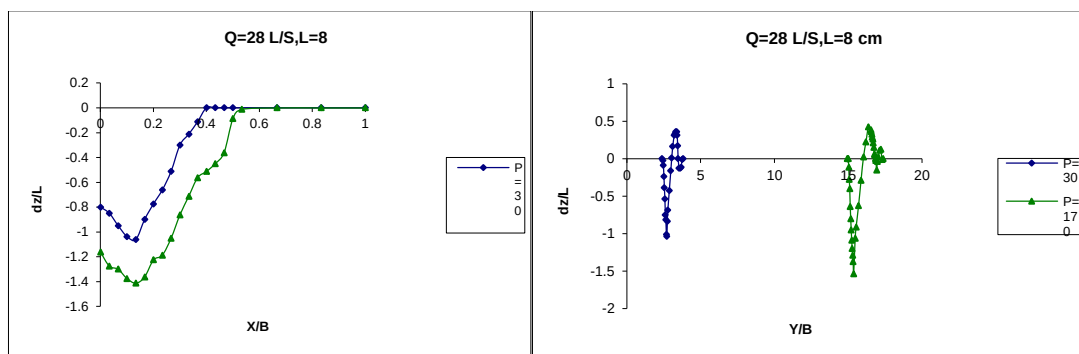
در کلیه آزمایش‌ها پس از تنظیم دبی و عمق جریان، بلافاصله در اطراف آبشکن گردابه‌ها تشکیل و آبشستگی با سرعت بسیار بالا آغاز گردید. با شکل گیری حفره آبشستگی رسوبات برخاسته از حفره به سمت پائین دست منتقل گردیدند.

پس از مدتی از شروع آزمایش، رسوبات برخاسته از حفره آبشستگی به محدوده ای می رسند که تاثیر آبشکن بر آن محدوده کاهش یافته است. در این وضعیت رسوبات انتقالی از حفره آبشستگی تحت تاثیر گردابه به سمت جداره مقابل منتقل گشته و تعداد دو و یا بیشتر دیون کوچک به سمت جداره مقابل تشکیل می گردد. همچنین در همین محدوده در جداره خارجی قوس بسته به شرایط هیدرولیکی جریان، رسوبگذاری با حداقل آبشستگی ایجاد می شود.

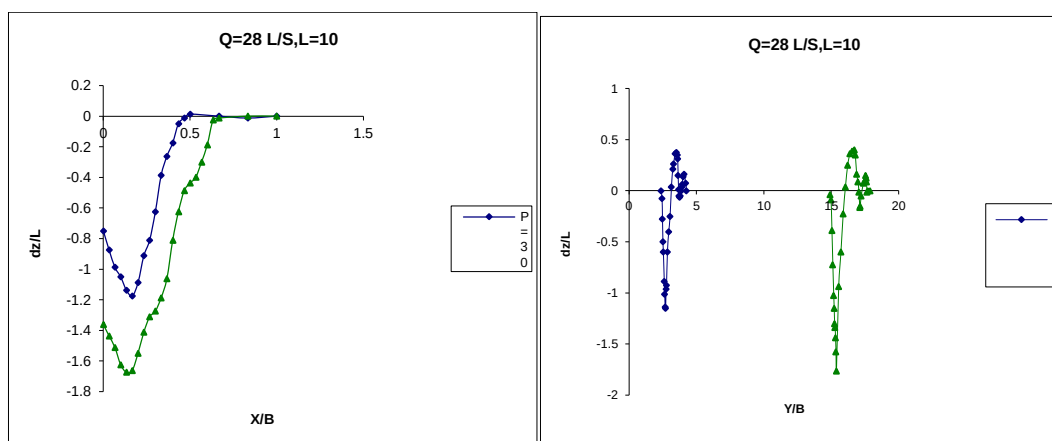
در اثر انحراف جریان توسط آبشکن، فروافتادگی در اطراف آبشکن ایجاد شده که در کلیه آزمایش‌های انجام شده فروافتادگی مذکور مشاهده گردید. لیکن ابعاد آن برای موقعیتهای مختلف نصب آبشکن متفاوت بود. این فروافتادگی در مجاورت دماغه آبشکن و در دبی‌های بالا گاهی در جداره خارجی برخورد نموده و منجر به وقوع آبشستگی در جداره قوس می گردد. و گاهی این برخورد صورت نگرفته که در این صورت آبشستگی فوق‌الذکر ایجاد نشده و رسوبگذاری واقع می گردد. بدیهی است پارامترهای اثر گذار بر ابعاد این فروافتادگی ایجاد شده، موقعیت آبشکن در قوس و دبی جریان می باشد.

بررسی اثر موقعیت بر آبشستگی اطراف آبشکن

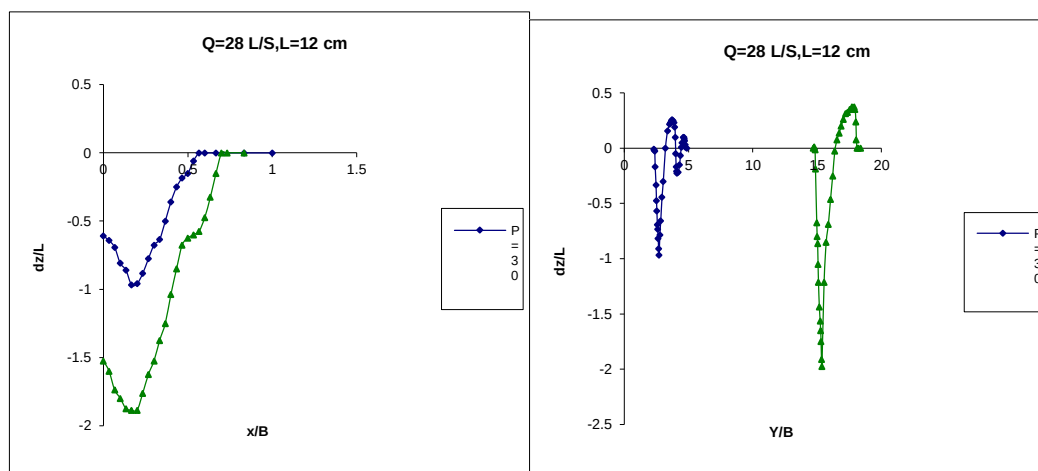
بدلیل تفاوت در الگوی جریان در موقعیت های مختلف در قوس، نصب آبشکن های ۳۰ و ۱۷۰ درجه هم بر توپوگرافی بستر و هم بر حداکثر آبشستگی در اطراف آبشکن تاثیر قابل ملاحظه ای داشت. شکل ۴ تا ۹ پروفیل های عرضی و طولی آبشکن های ۸، ۱۰ و ۱۲ در موقعیت های ۳۰ و ۱۷۰ درجه برای دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه که دارای حداکثر آبشستگی است نشان می دهند. پروفیل های عرضی و طولی نشان می دهند حداکثر عمق آبشستگی به ترتیب در موقعیت های ۱۷۰ و ۳۰ درجه اتفاق افتاد.



شکل ۳- پروفیل عرضی و طولی حداکثر عمق آبشستگی در موقعیت های ۳۰ و ۱۷۰ درجه با طول آبشکن ۸ سانتی متر



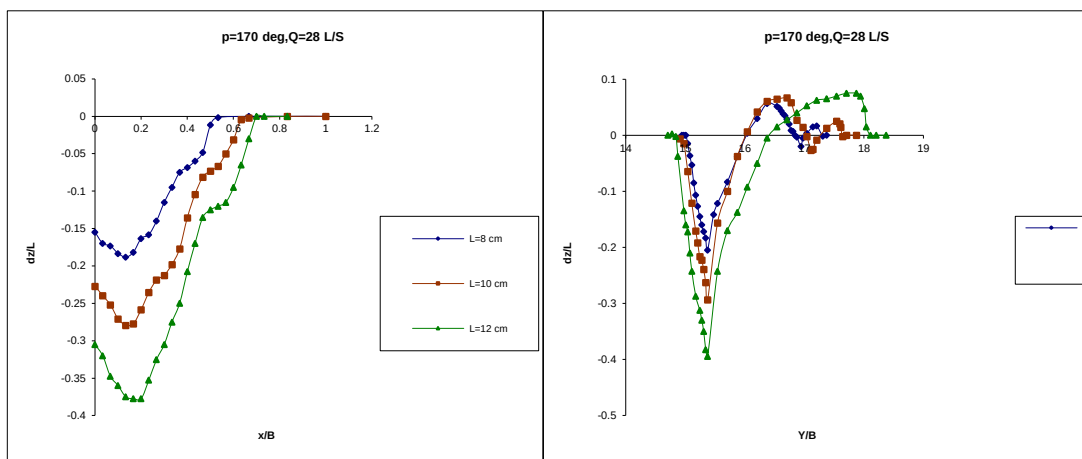
شکل ۴- پروفیل عرضی و طولی حداکثر عمق آبشستگی در موقعیت های ۳۰ و ۱۷۰ درجه با طول آبشکن ۱۰ سانتی متر



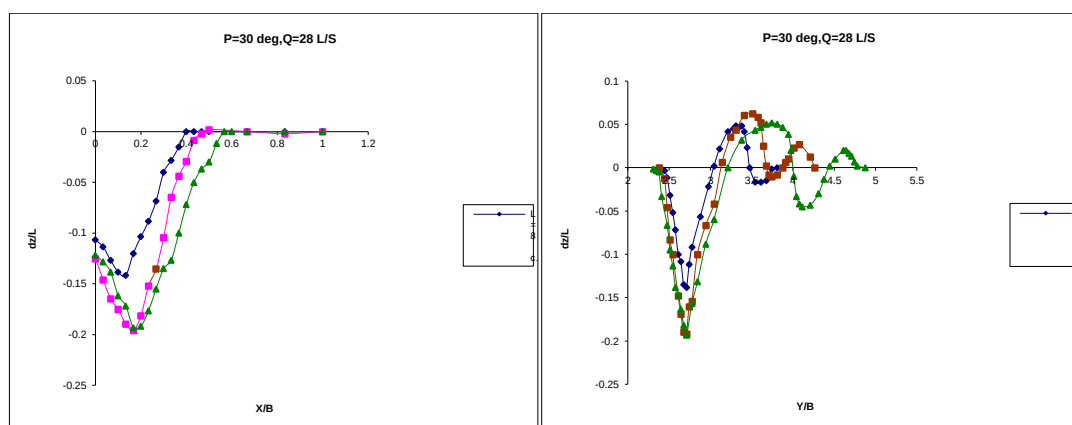
شکل ۵- پروفیل عرضی و طولی حداکثر عمق آبشستگی در موقعیت های ۳۰ و ۱۷۰ درجه با طول آبشکن ۱۲ سانتی متر

تغییرات عمق آبشستگی نسبت به طول آبشکن در قوس

پروفیل های عرضی و طولی تک آبشکن با طول های ۸، ۱۰ و ۱۲ سانتی متر در موقعیت های ۳۰ و ۱۷۰ درجه و دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه را نشان می دهند. پروفیل های عرضی و طولی نشان می دهند در کلیه موقعیت ها با افزایش طول آبشکن، حداکثر عمق آبشستگی بدلیل افزایش درصد انسداد افزایش می یابد.



شکل ۶- پروفیل عرضی و طولی حداکثر عمق آبشستگی در طول های مختلف برای موقعیت ۱۷۰ درجه و دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه



شکل ۷- پروفیل عرضی و طولی حداکثر عمق آبشستگی در طول های مختلف برای موقعیت ۳۰ درجه و دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه

نتیجه گیری نهائی

با توجه به انجام آزمایش ها و مشاهدات عینی در زمان آزمایش ها و بررسی منحنی های بدست آمده، نتایج ذیل بدست می آید: در موقعیت ۳۰ درجه قوس و دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه نتایج زیر مشاهده گردید:

الف) با افزایش در صدانسداد از ۱۳/۳ به ۱۶/۷ (از ۸ سانتیمتر به ۱۰ سانتیمتر)، مقدار آبشستگی دماغه آبشکن به میزان ۵۶/۶۲ درصد افزایش می یابد یا به بیانی دیگر با ۱/۲۵ برابر شدن طول آبشکن مقدار آبشستگی دماغه آن ۱/۵۶۶ برابر می شود.

ب) با افزایش در صدانسداد از ۱۶/۷ به ۲۰ (از ۱۰ سانتیمتر به ۱۲ سانتیمتر)، مقدار آبشستگی دماغه آبشکن به میزان ۴۸/۴۶ درصد افزایش می یابد یا به بیانی دیگر با ۱/۲ برابر شدن طول آبشکن مقدار آبشستگی دماغه آن ۱/۴۸۴ برابر می شود.

ج) با افزایش در صدانسداد از ۱۳/۳ به ۱۶/۷ (از ۸ سانتیمتر به ۱۲ سانتیمتر)، مقدار آبشستگی دماغه آبشکن به میزان ۱۳۲/۵۳ درصد افزایش می یابد یا به بیانی دیگر با ۱/۵ برابر شدن طول آبشکن مقدار آبشستگی دماغه آن ۲/۳۲۵ برابر می شود.

در موقعیت ۱۷۰ درجه قوس و دبی ۲۸ لیتر بر ثانیه نتایج زیر مشاهده گردید:

الف) با افزایش در صدانسداد از ۱۳/۳ به ۱۶/۷ (از ۸ سانتیمتر به ۱۰ سانتیمتر)، مقدار آبشستگی دماغه آبشکن به میزان ۱۴/۶۳ درصد افزایش می یابد یا به بیانی دیگر با ۱/۲۵ برابر شدن طول آبشکن مقدار آبشستگی دماغه آن ۱/۱۴۶ برابر می شود.

ب) با افزایش در صدانسداد از ۱۶/۷ به ۲۰ (از ۱۰ سانتیمتر به ۱۲ سانتیمتر)، مقدار آبشستگی دماغه آبشکن به میزان ۱۱/۹۱ درصد افزایش می یابد یا به بیانی دیگر با ۱/۲ برابر شدن طول آبشکن مقدار آبشستگی دماغه آن ۱/۱۱۹ برابر می شود.

ج) با افزایش در صدانسداد از ۱۳/۳ به ۱۶/۷ (از ۸ سانتیمتر به ۱۲ سانتیمتر)، مقدار آبشستگی دماغه آبشکن به میزان ۲۸/۲۹ درصد افزایش می یابد یا به بیانی دیگر با ۱/۵ برابر شدن طول آبشکن مقدار آبشستگی دماغه آن ۱/۲۸۲ برابر می شود.

در آبشکن با طول ۸ سانتیمتر

با حرکت از موقعیت ۳۰ به ۱۷۰، مقدار آبشستگی دماغه آبشکن به میزان ۱۴۶/۹۸ درصد افزایش می یابد به عبارتی ۲/۴۶۹ برابر می شود.

در آبشکن با طول ۱۰ سانتیمتر

با حرکت از موقعیت ۳۰ به ۱۷۰، مقدار آبشستگی دماغه آبشکن به میزان ۸۰/۷۶ درصد افزایش می یابد به عبارتی ۱/۸۰۷ برابر می شود.

در آبشکن با طول ۱۲ سانتیمتر

با حرکت از موقعیت ۳۰ به ۱۷۰، مقدار آبشستگی دماغه آبشکن به میزان ۳۶/۲۶ درصد افزایش می یابد به عبارتی ۱/۳۶۲ برابر می شود.

منابع و مراجع

- [۱] صابری ابراهیم (۱۳۸۰) تحلیل اقتصادی عملیات بخش سیلاب بیرجند خراسان معاونت ترویج و مشارکت مردمی - مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیز داری
- [۲] شهید پور - عیدال (۱۳۸۱): بررسی تلفیق روشهای مکانیکی و بیولوژیکی و احداث آبشکن در کاهش روان آب و رسوب در اراضی مرتعی استان کهگیلویه و بویر احمد.
- [3] Ahmed,M.,(1953),"Experiments on Design and Behavior of Spur dikes",Proc. Of Cong .of IAHR, p.145
- [4] Garde, R.J.,et al, (1961),"Study of Scour Around Spur-dikes", Journal ofHydraulic Division.,
- [5] Gill,M.A,(1972),"Erosion of Sand Beds Around Spur dikes", Journal of Hydraulic Division ,.
- [6] Lacey , r.w., Millar ,j. and Androbert, G., (2004),"Reach scale hydraulic assessment of instream salmonid habitat restoration",Journal of the American water resources association vol.40,1631-1644
- [7] Petersen, M .S.,(1986),"River engineering",Prentice-Hall, Englewood Cliffs ,N.J.,330P.
- [8] Donat, M .,(1995)," Bionengineering techniques for streambanj restoration: A review of Central European practices",Watershed restoration project report No. 2, University of British Colombia,Austria.
- [9] Oliveto, G. and Hager, W.H., (2002) "Temporal Evolution of Clear-Water Pier and Abutment Scour", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol.128 (9), pp. 811-820.