

بررسی آزمایشگاهی تأثیر آبشکن‌های آرمور ساده و L شکل در بالادست و پایین‌دست آبگیر، بر هیدرولیک جریان رودخانه و دبی انحرافی آبگیر به کمک مدل فیزیکی

اقبال گراوندی^{۱*}، امیرعباس کمان‌بدست^۲، علیرضا مسجدی^۲، محمد حیدرنژاد^۲ و امین بردبار^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۵)

چکیده

رودخانه‌ها از دیرباز به عنوان یکی از اساسی‌ترین منابع تأمین آب مورد توجه انسان بوده است و چنانچه شرایط توپوگرافی، میزان نیاز آبی، شرایط ریخت‌شناسی غیره اجازه دهد، می‌توان آب را به صورت ثقلی منتقل کرد. استفاده از آبشکن می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر دبی و رسوب ورودی آبگیر بگذارد. طراحی آبشکن‌ها خود نیاز به بررسی چندین پارامتر شامل: موقعیت، طول، نوع، جنس و دارد. با استفاده از یک طراحی خوب می‌توان دبی ورودی به آبگیر را افزایش و رسوب ورودی به آن را کاهش داد. در این تحقیق به منظور بررسی تأثیر آبشکن بر شرایط هیدرولیکی جریان در آبگیر با موقعیت‌های مختلف ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ درجه با دو نوع آبشکن ساده و L شکل در بالادست و پایین‌دست آبگیر، به ازای پنج دبی ورودی (۰/۷، ۱/۱۲، ۲/۸۲، ۵/۰۴ و ۶/۲۳ لیتر بر ثانیه) در فلوم آزمایشگاهی ساخته شده توسط نگارنده به عنوان مدل فیزیکی، به شبیه‌سازی جریان به آبگیر پرداخته شد و تأثیر این آبشکن‌های مختلف بر هیدرولیک جریان، مطالعه شد. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که آبشکن L شکل در بالادست و پایین‌دست آبگیر در قوس داخلی فلوم، باعث افزایش دبی ورودی به آبگیر می‌شود و بهترین زاویه انحراف آبگیر برای بیشترین دبی ورودی به آبگیر، زاویه ۶۰ درجه است.

واژه‌های کلیدی: آبگیر، آبشکن، مدل فیزیکی، زاویه انحراف، هیدرولیک جریان، شبیه‌سازی

۱. گروه علوم و مهندسی آب، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Ka57_amir@yahoo.com

مقدمه

یکی از قدیمی‌ترین و در عین حال ارزان‌ترین روش‌های استفاده از آب رودخانه‌ها برای مصارف گوناگون، ساخت آبگیرهای ثقلی (Intake) است. آبگیری از رودخانه با استفاده از نیروی ثقل که در گذشته به شکل سنتی صورت گرفته، اکنون به یک سازه هیدرولیکی تکامل یافته با معیارهای طراحی تبدیل شده است. آبگیرها از جمله سازه‌هایی هستند که برای برداشت آب از رودخانه‌ها طراحی و اجرا می‌شوند، آبگیری از آب‌های سطحی (رودخانه‌ها) معمولاً به دو صورت انجام می‌شود: روش پمپاژ و روش ثقلی که روش ثقلی به دلیل پیوسته بودن جریان و عدم صرف انرژی به روش پمپاژ ترجیح داده می‌شود. در برداشت آب به روش ثقلی از سه نوع آبگیر می‌توان استفاده کرد که شامل آبگیرهای جانبی، آبگیرهای کفی و آبگیرهای جلویی می‌شود که هرکدام از این آبگیرها برای موارد خاصی از شرایط جریان طراحی می‌شوند. انتخاب محل مناسب آبگیری برای موفقیت پروژه ضروری است و باید توجه داشت که بعد از اجرای پروژه، مشکلات ایجاد شده در اثر انتخاب نامناسب محل به سختی قابل اصلاح است. از آبشکن‌ها برای افزایش دبی ورودی به آبگیرها استفاده می‌شود.

یکی از مهم‌ترین سازه‌های حفاظتی انحراف دهنده، آبشکن‌های رودخانه‌ای هستند. آبشکن که در منابع مختلف با نام‌های Epi، Groin، Groyne، Dike، Spur-Dike، Spur و Jetteis از آن یاد می‌شود، عبارت است از سازه‌ای سنگی، بتنی، شنی، صخره‌ای، خاکی و فلزی که با زاویه‌ای در مقطع عرضی ساحل رودخانه، که جریان آب را به وسط رودخانه هدایت می‌کند، احداث می‌شود. آبشکن‌ها از لحاظ ساختار، شکل ظاهر و نحوه تأثیرگذاری بر جریان رودخانه دارای انواع متعددی هستند (شکل ۱).

در این تحقیق از آبشکن‌های ساده و L شکل استفاده شد که آبشکن L شکل، به دلیل داشتن سپر در موازات جریان، باعث انحراف آب در شرایط مطلوب‌تری با کاهش عمق و حجم آبستگي، به طرف آبگیر می‌شود هدف از این تحقیق تأثیر

آبشکن‌های ساده و L شکل بر دبی آبگیر است با مروری بر مطالعات گذشته، سعی شده است مجموعه‌ای از کارهای معتبر صورت گرفته در زمینه هیدرولیک جریان در قوس و اطراف آبشکن و تأثیر آبشکن‌ها بر افزایش دبی آبگیرها که هدف این تحقیق بوده و همچنین مطالعات عددی و آزمایشگاهی صورت گرفته با نرم‌افزار CCHE2D، ارائه شود.

اسماعیل‌نژاد، با ساختن یک میکرومدل، هیدرولیک جریان ورودی به آبگیرهای سد انحرافی حمیدیه را مورد مطالعه قرار داد. وی جهت رفع مشکل رسوب‌گذاری و افزایش دبی ورودی در آبگیرهای چمران و آزادگان، تغییر موقعیت آبگیر چمران، کاهش عرض و افزایش تراز کف آبگیر آزادگان به صورت توأم را مناسب‌ترین گزینه معرفی کرد (۲).

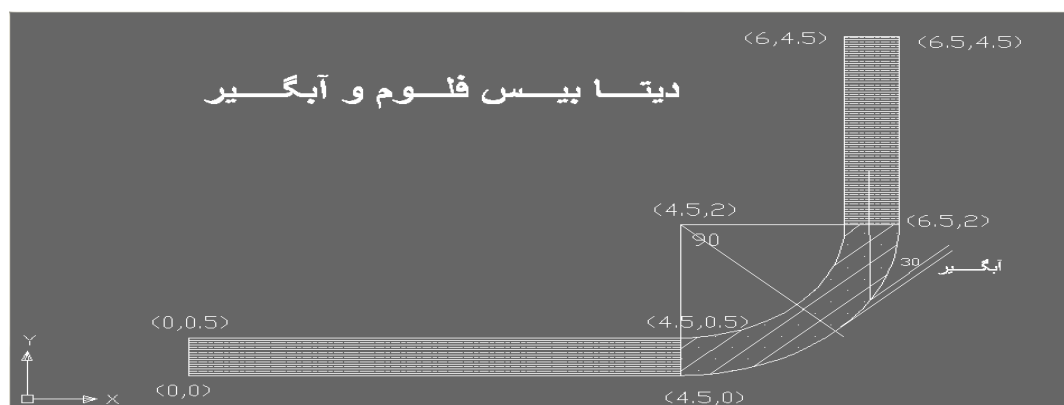
علینقی‌زاده بهبانی، با استفاده از مدل فیزیکی به بررسی شرایط هیدرولیکی جریان در آبگیرهای با زاویه انحراف ۹۰ و ۷۵ درجه پرداخت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اندازه زاویه انحراف تأثیر فراوانی بر نسبت دبی انحرافی می‌گذارد، به طوری که در زاویه انحراف ۹۰ درجه نسبت به ۷۵ درجه در شرایط یکسان، نسبت دبی انحرافی بیشتر است، همچنین موقعیت مکانی آبگیر (از لحاظ زاویه انحراف)، تأثیر زیادی بر نسبت رسوبات انحرافی دارد، به طوری که زاویه ۷۵ درجه نسبت به زاویه انحراف ۹۰ درجه در شرایط یکسان هیدرولیکی، نسبت رسوبات انحراف کمتری را شامل می‌شود (۴).

تائبی و همکاران، نیز شبیه سازی عددی جریان را در قوس ۹۰ درجه با استفاده از مدل CCHE2D را مورد تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد محدوده سرعت‌های زیاد در ابتدای خم تا زاویه ۵۰ درجه قوس در قسمت دیواره داخلی فلوم است و از ۵۰ درجه به بعد به طرف میانه فلوم و در انتهای فلوم به سمت دیواره خارجی منحرف می‌شود (۳).

کمان‌بدست و بهشتی، با استفاده از نرم‌افزار CCHE2D، اقدام به شبیه‌سازی بررسی خصوصیات هیدرولیکی جریان در رودخانه کارون بازه ملاثانی - اهواز کردند. در این تحقیق منحنی دبی - اشل ایستگاه هیدرومتری اهواز، به عنوان شرط مرزی



شکل ۱. تقسیم‌بندی آبشکن‌ها از نظر شکل هندسی (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۲۰۰۲)



شکل ۲. نقشه فلوم و آبگیر آزمایشگاهی ساخته شده توسط نگارنده

و باعث افزایش ۳۵ درصدی حجم آب ورودی به آبگیر می‌شود (۷).

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، اثر وجود آبشکن‌های ساده و L شکل در بالادست و پایین دست آبگیر، در مقدار دبی آبگیر با استفاده از فلوم آزمایشگاهی ساخته شده به‌ازای دبی‌های مختلف (۰/۷، ۱/۱۲، ۲/۸۲، ۵/۰۴ و ۶/۲۳ لیتر بر ثانیه)، در مقابل زاویه‌های انحراف آبگیر (۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ درجه)، جمعاً در ۱۴۰ آزمایش بررسی شد.

برای بررسی آزمایشگاهی این تحقیق، فلومی برابر نقشه (شکل ۲)، مشخصات فلوم، (جدول ۱) و تصویر کلی فلوم (شکل ۳ و ۴)، در دانشگاه آزاد واحد اهواز توسط نگارنده، در دستور ساخت قرار گرفت که کانال‌های ورودی و خروجی فلوم، روباز مستطیلی با جداره ورق پلکسی گلاس به ضخامت ۱۰ میلی‌متر و کف آن از جنس ورق فلزی به ضخامت سه

پایین دست و هیدروگراف جریان ایستگاه ملاثانی با دوره بازگشت ۲، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله به‌عنوان سیلاب طراحی شرط مرزی بالادست استفاده شد و اجرای مدل به‌صورت غیر ماندگار حداکثر رقوم آب به‌دست آمد. برای نمونه مقادیر رقوم سطح آب، برآیند سرعت، دبی در واحد عرض، برآیند تنش برشی و عدد فرود برای سیلاب ۲۵ ساله برابر ۱۶/۱۲ متر، ۱/۳۷ متر بر ثانیه، ۷/۸۱ مترمربع بر ثانیه، ۲۱/۵۸ نیوتن بر مجذور ثانیه و ۰/۲۰ برآورده شده است (۶).

منادی زاده، به بررسی آزمایشگاهی تأثیر آبشکن بر الگوی جریان در آستانه آبگیر کشت و صنعت دهخدا با استفاده از میکرومدل پرداخت. برای این منظور در آزمایشگاه میکرومدلی از محدوده مورد مطالعه ساخته شد و آزمایش‌های لازم بر روی آن انجام گرفت، نتایج حاصله نشان می‌دهد که چنانچه آبشکن در فاصله‌ای به اندازه عرض رودخانه در دهانه آبگیر به فاصله ۸۲ متری از مرکز آبگیر در بالادست آن احداث شود، آبشکن بیشترین تأثیر را بر دبی ورودی به آبگیر خواهد داشت

جدول ۱. مشخصات فلوم

طول کانال ورودی	طول کانال خروجی	شعاع انحناء (متر)	عرض کانال	ارتفاع کانال	زاویه قوس (درجه)	دبی‌های مورد استفاده (لیتر بر ثانیه)
۴/۵	۲/۵	۲	۰/۵	۰/۶	۹۰	۶/۲۳ و ۵/۰۴، ۲/۸۲، ۱/۱۲، ۰/۷



شکل ۳. فلوم آزمایشگاهی ساخته شده جهت تحقیق انجام شده توسط نگارنده



شکل ۴. تصاویر وسایل و تجهیزات فلوم ساخته شده تحقیق

با توجه به اینکه برای انجام این تحقیق نیاز است از یک مدل فیزیکی به منظور بررسی الگوی جریان هیدرولیکی در آبگیر روی قوس ۹۰ درجه ملایم استفاده شود و آبشکن‌های L و ساده شکل متصل به ساحل قوس داخلی، با لایه حفاظتی از قطعات بتنی (آرمور) و به صورت نفوذ پذیر اجرا شود، در همان ابتدا ساخت فلومی طبق نقشه و مشخصات بالا، با وسایل یا تجهیزاتی مانند: مخزن آرام کننده (مخزن ورودی)، دریچه کشویی برای کنترل و تنظیم سطح آب، سرریز مثلثی ورودی و خروجی (برای اندازه‌گیری دبی)، مخزن خروجی فلوم، کانال

میلی‌متر است، به طوری که که طول کانال‌های مستقیم ورودی در ابتدای فلوم و خروجی در انتهای فلوم به ترتیب ۴/۵ و ۲/۵ متر است، عرض و ارتفاع فلوم نیز به ترتیب ۰/۵ و ۰/۶ متر بوده و بدنه فلوم در ارتفاع ۰/۷ متری از سطح زمین قرار دارد. بعد از طول اولیه، جریان وارد قوسی با زاویه ۹۰ درجه که شعاع بیرونی آن برابر دو متر در نظر گرفته شده، می‌شود و برای آب‌بندی فلوم، از چسب آکواریوم استفاده شد و کف آن به صورت بستر ثابت و بدون شیب (حدود صفر)، به صورت افقی ساخته شده است.

جدول ۲. نحوه آزمایش‌ها با دبی‌ها و زوایای مختلف

دبی آبگیر (L/S)	آبشکن‌های قائم پایین دست		آبشکن‌های قائم بالادست		زاویه آبگیر	دبی فلوم (L/S)
	آبشکن ساده	آبشکن L	آبشکن ساده	آبشکن L		
Qd					α	Q
	✓	✓	✓	✓	α_1	Q_1
	✓	✓	✓	✓	α_2	Q_2
	✓	✓	✓	✓	α_3	Q_3
	✓	✓	✓	✓	α_4	Q_4
	✓	✓	✓	✓		Q_5

آبگیر با دریچه، پمپ انتقال آب به فلوم، مخزن زمینی انبار آب، بشر آزمایشگاهی، آرمور بتنی و خط‌کش‌های فلزی، توسط نویسندگان انجام شد.

روش انجام تحقیق

کالیبره کردن مدل

برای کالیبره کردن مدل فیزیکی این تحقیق، نمودار دبی - اشل سرریزهای مثلثی با رأس ۹۰ درجه، ابتدایی و انتهایی فلوم، تهیه شد که بتوان با اندازه‌گیری ارتفاع آب روی سرریزها، به‌وسیله خط‌کش فلزی نصب شده کنار آنها، دبی ورودی یا خروجی از فلوم را به‌دست آورد.

استخراج اعداد بدون بعد

در مطالعه پدیده‌ها در آزمایشگاه، روابط بین عوامل مؤثر بر آن پدیده، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در اینجا نقش مهم اعداد بدون بعد در تفسیر و ارائه نتایج آزمایشگاهی و برقراری روابط بین عوامل درگیر در شناخت پدیده مورد مطالعه، روشن می‌شود. در مدل‌سازی جریان بر روی یک آبگیر جانبی، مهم‌ترین هدف تعیین مقدار دبی منحرف شده در شرایط مختلف جریان در کانال اصلی است. با در نظر گرفتن جریان دائمی و ثابت بودن خصوصیات سیال، رابطه (۱) بین پارامترهای مؤثر بر دبی نسبی انحرافی در حالت تعادل برقرار است:

$$Q_r = \frac{Q_D}{Q_m} = f(\rho, \mu, g, y, V, B, R, b, \phi, \theta, L, \alpha, n) \quad [1]$$

در رابطه (۱)، p جرم مخصوص سیال، μ لزجت سیال، g شتاب ثقل، y عمق جریان در کانال اصلی، v سرعت جریان، B عرض کانال اصلی، R شعاع قوس کانال اصلی، b عرض کانال انحرافی، θ زاویه آبگیری (زاویه انحراف)، θ محل آبگیری در قوس، L طول آبشکن، α زاویه قرارگیری آبشکن و n تخلخل آبشکن تعریف شده است. با استفاده از تئوری باکینگهام رابطه (۱) به‌صورت زیر بدون بعد می‌شود:

$$Q_r = \frac{Q_D}{Q_m} = f\left(Re, Fr, \frac{y}{B}, \frac{R}{B}, \frac{b}{B}, \frac{L}{B}, \phi, \theta, \alpha, n\right) \quad [2]$$

با توجه به اینکه در این تحقیق پارامترهای $n, B, b, R, \alpha, \theta$ و L ثابت در نظر گرفته شده‌اند، لذا از پارامترهای بدون بعد $L/B, R/B, b/B$ و n, α, θ صرف‌نظر شده است، همچنین به‌دلیل آنکه جریان در مدل کاملاً آشفته بود از Re نیز صرف‌نظر شد. در این صورت معادله (۲) به‌صورت معادله (۳) برای بررسی دبی نسبی انحراف شده، ساده می‌شود.

$$Q_r = \frac{Q_D}{Q_m} = f\left(Fr, \frac{y}{B}, \phi\right) \quad [3]$$

آزمایش‌های اصلی مدل

در این تحقیق، اثر وجود آبشکن‌های ساده و L شکل را در بالادست و پایین دست آبگیر، در مقدار دبی آبگیر، با استفاده از فلوم آزمایشگاهی ساخته شده به ازای دبی‌های مختلف (۷/۰، ۱۱/۲، ۲۸/۲، ۵۰/۴ و ۶۲/۳ لیتر بر ثانیه)، در مقابل زاویه‌های انحراف آبگیر (۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ درجه)، جمعاً در ۱۴۰



شکل ۵. فاصله آبشکن به اندازه عرض رودخانه از دهانه آبگیر در بالادست و پایین دست

ورودی به آبگیر دارد، (در فلوم مورد آزمایش این تحقیق برابر ۴۸/۳ سانتی متر)، این مهم با نتایج و توصیه‌های مربوط به طراحی آبشکن که توسط مؤسسه استاندارد مهندسی آب تحت عنوان "راهنمای آبگیری از رودخانه و حفاظت آن" ارائه شده است همخوانی دارد، همچنین در بررسی آزمایشگاهی تأثیر آبشکن بر الگوی جریان در آستانه آبگیر کشت و صنعت دهخدا با استفاده از میکرو مدل، این نتیجه حاصل شده است (شکل ۵).

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از انجام آزمایش‌های این تحقیق، نشان می‌دهد که وجود آبشکن بر روی جریان تأثیر مثبت داشته و با انتخاب بهترین زاویه انحراف آبگیر و وجود آبشکن مناسب، افزایش دبی ورودی به آبگیر، حاصل می‌شود.

با توجه به جدول (۳)، (۴) و (۵) مشخص شد، وقتی که زاویه انحراف آبگیر ۶۰ درجه است و در بالا و پایین دست آبگیر به طور هم‌زمان از آبشکن L شکل استفاده شود، درصد دبی نسبی افزایش مطلوبی نسبت به بقیه حالت‌ها و شرایط بدون آبشکن یافته است. از طرفی دیگر در شرایط بین عدد فرود جریان‌ها با زاویه‌های انحراف آبگیر و در شرایط یکسان دبی‌های آزمایش و نبود آبشکن، با تغییر عدد فرود و بزرگ‌تر شدن آن، از دبی ۰/۷ تا ۶/۲۳ لیتر بر ثانیه، در زاویه ۹۰ درجه بیشترین کاهش درصد دبی نسبی (۴۰/۰۱ درصد) و در زاویه

آزمایش بررسی شد که با ثبت داده‌ها و رسم نمودارها، در قسمت نتایج به صورت مفصل آورده شده است.

نحوه اجرای آزمایش‌ها بدین شکل است که پس از نصب آبشکن‌های L و ساده شکل به دیواره ساحل داخلی فلوم ۹۰ درجه به صورت قائم در بالادست و پایین دست آبگیر، پنج دبی مختلف در فلوم جریان داده شد و در مقابل زاویه‌های مختلف آبگیر از قوس خارچی، (چهار زاویه)، دبی‌های آبگیر اندازه‌گیری شده است و آزمایش‌ها موردنظر بدین طریق توسعه داده شد که یکبار فقط آبشکن‌های بالادست و یکبار هم آبشکن‌های پایین دست (منظور آبشکن L و ساده) را نصب و آزمایش‌ها انجام شد و یکبار هم هم‌زمان آبشکن در بالا و پایین دست را با هم نصب و کار انجام شد. با این شرایط و تغییر دبی‌ها، زاویه‌ها و آبشکن‌ها در بالا و پایین دست، جمعاً ۱۴۰ حالت یا آزمایش مختلف که ۲۰ آزمایش آنها شاهد (بدون آبشکن) بود و ۱۲۰ آزمایش دیگر، با نصب آبشکن‌ها، انجام و به تحلیل و ترسیم نمودارها پرداخته شده است.

در این تحقیق، محل نصب آبشکن‌ها در بالادست و پایین دست آبگیر، یکی از نکات مهم و کلیدی به حساب می‌آید، به طوری که هرچه فاصله آبشکن از دهانه آبگیر بیشتر شود و آبشکن در محل بالاتری نصب شود، تأثیر آن بر جریان ورودی به آبگیر بیشتر می‌شود و چنانچه آبشکن در فاصله‌ای به اندازه عرض رودخانه از دهانه آبگیر احداث شود، آبشکن بیشترین تأثیر را بر روی جریان

جدول ۳. محاسبات هیدرولیکی آزمایش‌های مدل

دبی نسبی	عدد فرود قبل از آبگیر	سرعت قبل از آبگیر	سطح مقطع جریان قبل از آبگیر	دبی بعد از آبگیر	عمق روبه‌رو آبگیر	عمق قبل از آبگیر	دبی آبگیر	دبی خروجی	دبی ورودی	موقعیت آبشکن	نوع آبشکن	زاویه انحراف آبگیر
(%)	بدون بعد	(m/s)	(m ²)		(cm)		(L/S)			محل	شکل	درجه
۹۴/۵۷	۰/۰۵۳۱	۰/۰۳۴۷	۰/۰۲۰۲	۳/۶	۳/۵	۴/۳۵	۰/۶۶۲	۰/۰۳۸	۰/۷			۳۰
۹۱/۴۳	۰/۰۵۴۰	۰/۰۳۵۱	۰/۰۲۰۰	۳/۵۵	۳/۴۷	۴/۳	۰/۶۴	۰/۰۶	۰/۷			۴۵
۹۵/۷۱	۰/۰۵۶۰	۰/۰۳۵۹	۰/۰۱۹۵	۳/۵	۳/۲	۴/۲	۰/۶۷	۰/۰۳	۰/۷			۶۰
۹۵/۷۱	۰/۰۶۰۲	۰/۰۳۷۷	۰/۰۱۸۶	۳/۵	۳/۴	۴	۰/۶۷	۰/۰۳	۰/۷			۹۰
۹۱/۷۹	۰/۰۶۵۷	۰/۰۴۶۸	۰/۰۲۳۹	۴/۲۲	۴/۰۳	۵/۱۶	۱/۰۲۸	۰/۰۹۲	۱/۱۲			۳۰
۹۱/۹۶	۰/۰۶۸۹	۰/۰۴۸۳	۰/۰۲۳۲	۴/۱	۴	۵	۱/۰۳	۰/۰۹	۱/۱۲			۴۵
۹۴/۲۰	۰/۰۷۱۵	۰/۰۴۹۵	۰/۰۲۲۶	۳/۷۹	۳/۸	۴/۸۸	۱/۰۵۵	۰/۰۶۵	۱/۱۲			۶۰
۹۳/۷۵	۰/۰۷۱۱	۰/۰۴۹۳	۰/۰۲۲۷	۴/۳	۴	۴/۹	۱/۰۵	۰/۰۷	۱/۱۲			۹۰
۸۲/۲۷	۰/۰۹۴۵	۰/۰۸۱۰	۰/۰۳۴۸	۶/۷	۶/۴۸	۷/۵	۲/۳۲	۰/۵	۲/۸۲	بدون آبشکن	شاهد	۳۰
۸۴/۰۴	۰/۱۰۳۹	۰/۰۸۶۳	۰/۰۳۲۷	۶/۳۵	۶/۰۲	۷/۰۴	۲/۳۷	۰/۴۵	۲/۸۲			۴۵
۸۶/۵۲	۰/۱۰۸۹	۰/۰۸۹۱	۰/۰۳۱۶	۶	۶/۰۲	۶/۸۲	۲/۴۴	۰/۳۸	۲/۸۲			۶۰
۷۵/۱۸	۰/۰۹۲۶	۰/۰۸۰۰	۰/۰۳۵۳	۷	۷	۷/۶	۲/۱۲	۰/۷	۲/۸۲			۹۰
۶۹/۰۵	۰/۱۱۳۰	۰/۱۱۰۸	۰/۰۴۵۵	۹/۰۲	۸/۷۶	۹/۸	۳/۴۸	۱/۵۶	۵/۰۴			۳۰
۷۳/۸۱	۰/۱۲۰۰	۰/۱۱۵۳	۰/۰۴۳۷	۸/۵۸	۸/۴۸	۹/۴۲	۳/۷۲	۱/۳۲	۵/۰۴			۴۵
۷۴/۶۰	۰/۱۱۸۴	۰/۱۱۴۳	۰/۰۴۴۱	۸/۷۸	۸/۵۳	۹/۵	۳/۷۶	۱/۲۸	۵/۰۴			۶۰
۴۸/۴۱	۰/۰۹۶۴	۰/۰۹۹۷	۰/۰۵۰۶	۹/۹	۱۰	۱۰/۹	۲/۴۴	۲/۶	۵/۰۴			۹۰
۶۹/۵۰	۰/۱۲۵۱	۰/۱۲۷۳	۰/۰۴۹۰	۹/۵۶	۹/۵۳	۱۰/۶	۴/۳۳	۱/۹	۶/۲۳			۳۰
۶۹/۹۸	۰/۱۲۷۸	۰/۱۲۹۱	۰/۰۴۸۳	۹/۵۱	۹/۴	۱۰/۴	۴/۳۶	۱/۸۷	۶/۲۳			۴۵
۷۸/۸۱	۰/۱۲۷۸	۰/۱۲۹۱	۰/۰۴۸۳	۹/۴۹	۹/۴	۱۰/۴	۴/۹۱	۱/۳۲	۶/۲۳			۶۰
۵۵/۷۰	۰/۱۱۷۵	۰/۱۲۲۱	۰/۰۵۱۰	۱۰	۱۰/۳	۱۱	۳/۴۷	۲/۷۶	۶/۲۳			۹۰

افزایش مطلوبی نسبت به بقیه حالت‌ها و شرایط بدون آبشکن یافته است و در مقایسه آزمایش‌ها، آبشکن L شکل بالادست و پایین‌دست (هم‌زمان) در مقابل آبشکن ساده شکل بالادست و پایین‌دست (هم‌زمان)، تأثیر بهتر و مثبتی داشت و همچنین در شرایط برابر دیگر حالت‌ها، وجود آبشکن L شکل، به‌علت وجود سپر L شکل، تأثیر بیشتری روی خطوط جریان دارد.

زاویه ثابت ۶۰ درجه

در زاویه ۶۰ درجه، آبگیر در راستای جریان ورودی به قوس قرار گرفته است، لذا جریان با کمترین اغتشاش وارد سر دهانه آبگیر شده

۶۰ درجه، کمترین کاهش درصد دبی نسبی (۱۶/۹ درصد) بوده است، همچنین در شرایط یکسان دبی‌های آزمایش و وجود آبشکن L شکل، در بالادست و پایین‌دست آبگیر (به‌طور هم‌زمان)، با تغییر عدد فرود و بزرگ‌تر شدن آن، از دبی ۰/۷ تا ۶/۲۳ لیتر بر ثانیه، در زاویه ۹۰ درجه، بیشترین کاهش درصد دبی نسبی (۲۶/۹۳ درصد) و در زاویه ۶۰ درجه، کمترین کاهش درصد دبی نسبی (۱۵/۰۵ درصد) بوده است.

با توجه به اشکال (۶) تا (۱۲) مشخص شد وقتی که زاویه انحراف آبگیر ۶۰ درجه است و در بالا و پایین‌دست آبگیر به‌طور هم‌زمان از آبشکن ساده شکل استفاده شود، درصد دبی نسبی

جدول ۴. محاسبات هیدرولیکی مدل با همه دبی‌ها و زاویه‌ها در حالت بدون آبشکن

زاویه	نوع آبشکن	موقعیت آبشکن	دبی ورودی	دبی خروجی	دبی آبگیر	عمق قبل از آبگیر	عمق روبه‌رو آبگیر	عمق بعد از آبگیر	سطح مقطع جریان قبل از آبگیر	سرعت قبل از آبگیر	عدد فرود قبل از آبگیر	دبی نسبی
درجه	شکل	محل	(L/S)	(L/S)	(cm)	(cm)	(m ²)	(m/s)	بدون بعد	(%)		
۳۰			۰/۷	۰/۰۳۸	۰/۶۶۲	۴/۳۵	۳/۵	۳/۶	۰/۰۲۰۲	۰/۰۳۴۷	۰/۰۵۳۱	۹۴/۵۷
			۱/۱۲	۰/۰۹۲	۱/۰۲۸	۵/۱۶	۴/۰۳	۴/۲۲	۰/۰۲۳۹	۰/۰۴۶۸	۰/۰۶۵۷	۹۱/۷۹
			۲/۸۲	۰/۵	۲/۳۲	۷/۵	۶/۴۸	۶/۷	۰/۰۳۴۸	۰/۰۸۱۰	۰/۰۹۴۵	۸۲/۲۷
			۵/۰۴	۱/۵۶	۳/۴۸	۹/۸	۸/۷۶	۹/۰۲	۰/۰۴۵۵	۰/۱۱۰۸	۰/۱۱۳۰	۶۹/۰۵
			۶/۲۳	۱/۹	۴/۳۳	۱۰/۵۵	۹/۵۳	۹/۵۶	۰/۰۴۹۰	۰/۱۲۷۳	۰/۱۲۵۱	۶۹/۵
۴۵			۰/۷	۰/۰۶	۰/۶۴	۴/۳	۳/۴۷	۳/۵۵	۰/۰۲۰۰	۰/۰۳۵۱	۰/۰۵۴۰	۹۱/۴۳
			۱/۱۲	۰/۰۹	۱/۰۳	۵	۴	۴/۱	۰/۰۲۳۲	۰/۰۴۸۳	۰/۰۶۸۹	۹۱/۹۶
			۲/۸۲	۰/۴۵	۲/۳۷	۷/۰۴	۶/۰۲	۶/۳۵	۰/۰۳۲۷	۰/۰۸۶۳	۰/۱۰۳۹	۸۴/۰۴
			۵/۰۴	۱/۳۲	۳/۷۲	۹/۴۲	۸/۴۸	۸/۵۸	۰/۰۴۳۷	۰/۱۱۵۳	۰/۱۲۰۰	۷۳/۸۱
			۶/۲۳	۱/۸۷	۴/۳۶	۱۰/۴	۹/۴	۹/۵۱	۰/۰۴۸۳	۰/۱۲۹۱	۰/۱۲۷۸	۶۹/۹۸
۶۰			۰/۷	۰/۰۳	۰/۶۷	۴/۲	۳/۲	۳/۵	۰/۰۱۹۵	۰/۰۳۵۹	۰/۰۵۶۰	۹۵/۷۱
			۱/۱۲	۰/۰۶۵	۱/۰۵۵	۴/۸۸	۳/۸	۳/۷۹	۰/۰۲۲۶	۰/۰۴۹۵	۰/۰۷۱۵	۹۴/۲
			۲/۸۲	۰/۳۸	۲/۴۴	۶/۸۲	۶/۰۲	۶	۰/۰۳۱۶	۰/۰۸۹۱	۰/۱۰۸۹	۸۶/۵۲
			۵/۰۴	۱/۲۸	۳/۷۶	۹/۵	۸/۵۳	۸/۷۸	۰/۰۴۴۱	۰/۱۱۴۳	۰/۱۱۸۴	۷۴/۶
			۶/۲۳	۱/۳۲	۴/۹۱	۱۰/۴	۹/۴	۹/۴۹	۰/۰۴۸۳	۰/۱۲۹۱	۰/۱۲۷۸	۷۸/۸۱
۹۰			۰/۷	۰/۰۳	۰/۶۷	۴	۳/۴	۳/۵	۰/۰۱۸۶	۰/۰۳۷۷	۰/۰۶۰۲	۹۵/۷۱
			۱/۱۲	۰/۰۷	۱/۰۵	۴/۹	۴	۴/۳	۰/۰۲۲۷	۰/۰۴۹۳	۰/۰۷۱۱	۹۳/۷۵
			۲/۸۲	۰/۷	۲/۱۲	۷/۶	۷	۷	۰/۰۳۵۳	۰/۰۸۰۰	۰/۰۹۲۶	۷۵/۱۸
			۵/۰۴	۲/۶	۲/۴۴	۱۰/۹	۱۰	۹/۹	۰/۰۵۰۶	۰/۰۹۹۷	۰/۰۹۶۴	۴۸/۴۱
			۶/۲۳	۲/۷۶	۳/۴۷	۱۱	۱۰/۳	۱۰	۰/۰۵۱۰	۰/۱۲۲۱	۰/۱۱۷۵	۵۵/۷

بایستی چرخش تندی بکند. در این زاویه، آبگیر عمود بر قوس و یا در امتداد شعاع قوس قرار می‌گیرد. آبگیری تحت این زاویه باعث تشکیل ناحیه چرخشی بزرگی در داخل آبگیر شده و در نتیجه علاوه بر کاهش عرض مفید آبگیری و افزایش موضعی سرعت در ناحیه مقابل، می‌تواند باعث تله‌اندازی رسوبات شده و موجب ایجاد اختلال اساسی در سیستم آبگیر شود.

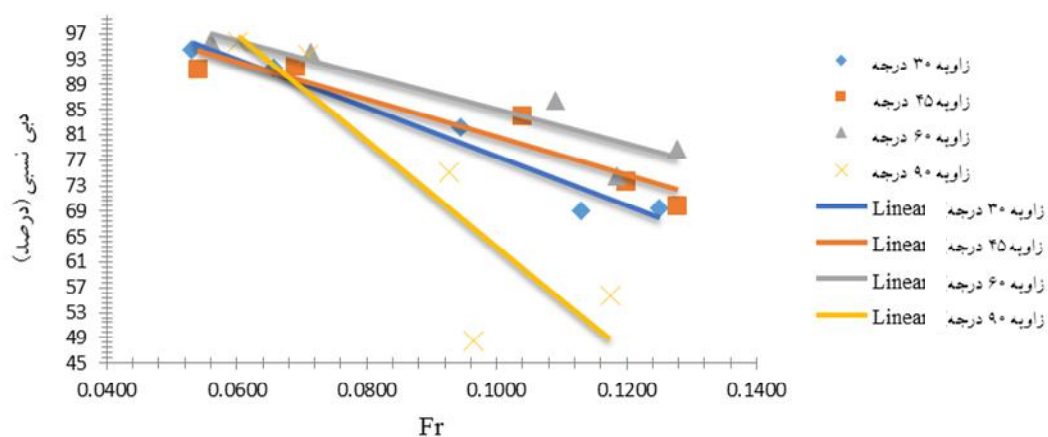
در کلیه آزمایش‌ها با وجود و بدون آبشکن (جدول ۶ و اشکال ۱۳ تا ۱۶)، در زوایای کم، حرکت بردارهای جریان با سرعت بالا به هم برخورد کرده و در نتیجه افت زیاد همراه است و درصد دبی انحرافی کم می‌شود و در مقابل در زوایای بالا به دلیل انحراف بیش از حد بردارهای جریان جهت ورود به آبگیر، افت بالا

و الگوی جریان ورودی به سر دهانه آبگیر به دلیل هم‌راستا بودن آبگیر با جریان ورودی به قوس، دارای تقارن نسبی در عرض آبگیر بوده و تقریباً به صورت یکنواخت وارد آبگیر می‌شود و لذا از ظرفیت کامل سردهانه برای آبگذری استفاده شده است. شرایط جریان در سر دهانه نشان می‌دهد که در انحراف دبی، جریان ثانویه در لبه بالادستی سر دهانه آبگیر به قوت خود وجود دارد و جریان در سطح به سمت قوس خارجی و در کف به سمت قوس داخلی متمایل می‌سازد و در این ناحیه به دلیل غلبه جریان ثانویه به جریان ورودی به آبگیر که معکوس یکدیگر هستند و دبی آبگیر بیشتر می‌شود.

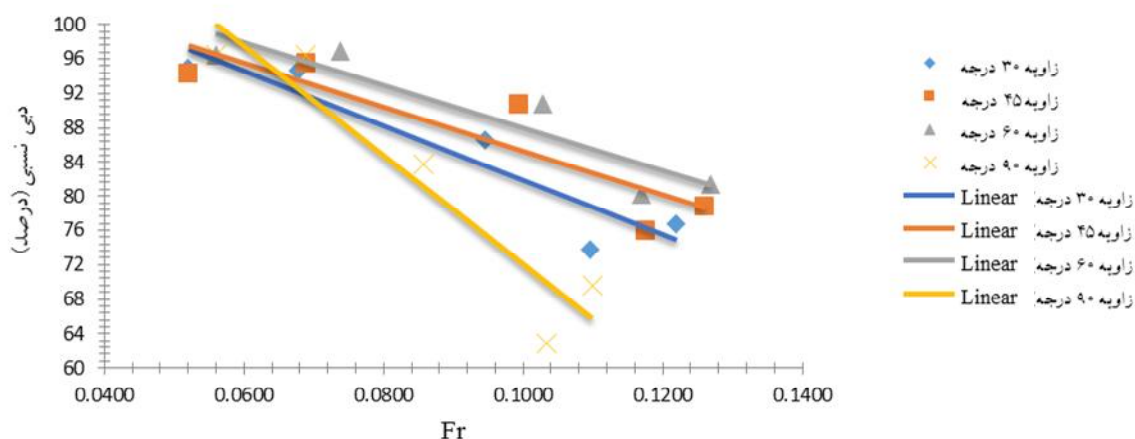
زاویه ۹۰ درجه، می‌تواند تندترین زاویه انحراف آبگیری باشد. در این زاویه، جریان برای ورود به سر دهانه آبگیر

جدول ۵. محاسبات هیدرولیکی مدل با همه دبی‌ها و زاویه‌ها با آبشکن L بالا و پایین دست

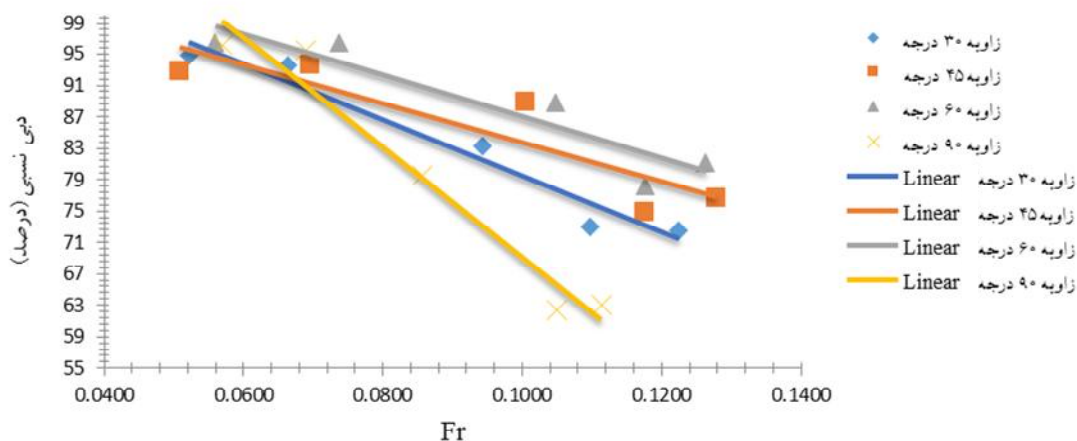
زاویه	نوع آبشکن	موقعیت آبشکن	دبی ورودی	دبی خروجی	دبی آبگیر	عمق قبل از آبگیر	عمق روبه‌رو آبگیر	عمق بعد از آبگیر	تسطیح مقطع جریان قبل از آبگیر	سرعت قبل از آبگیر	عدد فرود قبل از آبگیر	دبی نسبی
درجه	شکل	محل	(L/S)			(cm)			(m ²)	(m/s)	بدون بعد	(%)
۳۰	L	بالا و پایین دست	۰/۷	۰/۰۳۵	۰/۶۶۵	۴/۴۱	۳/۳	۳/۵	۰/۰۲۰۵	۰/۰۳۴۲	۰/۰۵۲۰	۹۵/۰۰
			۱/۱۲	۰/۰۶	۱/۰۶	۵/۰۶	۴/۰۵	۴/۲۹	۰/۰۲۳۵	۰/۰۴۷۷	۰/۰۶۷۷	۹۴/۶۴
			۲/۸۲	۰/۳۸	۲/۴۴	۷/۵	۶/۴۸	۶/۵۱	۰/۰۳۴۸	۰/۰۸۱۰	۰/۰۹۴۵	۸۶/۵۲
			۵/۰۴	۱/۳۲	۳/۷۲	۱۰	۹	۸/۹۵	۰/۰۴۶۴	۰/۰۱۰۸۶	۰/۰۱۰۹۷	۷۳/۸۱
			۶/۲۳	۱/۴۵	۴/۷۸	۱۰/۷۳	۹/۶۵	۹/۷۷	۰/۰۴۹۸	۰/۰۱۲۵۱	۰/۰۱۲۲۰	۷۶/۷۳
۴۵	L	بالا و پایین دست	۰/۷	۰/۰۴	۰/۶۶	۴/۴۱	۳/۵	۳/۵۱	۰/۰۲۰۵	۰/۰۳۴۲	۰/۰۵۲۰	۹۴/۲۹
			۱/۱۲	۰/۰۵	۱/۰۷	۵	۴	۴/۰۵	۰/۰۲۳۲	۰/۰۴۸۳	۰/۰۶۸۹	۹۵/۵۴
			۲/۸۲	۰/۲۶	۲/۵۶	۷/۲۵	۶/۰۵	۶/۲۹	۰/۰۳۳۶	۰/۰۸۳۸	۰/۰۹۹۴	۹۰/۷۸
			۵/۰۴	۱/۲۱	۳/۸۳	۹/۵۵	۸/۴۵	۸/۵۶	۰/۰۴۴۳	۰/۰۱۱۳۷	۰/۰۱۱۷۵	۷۵/۹۹
			۶/۲۳	۱/۳۲	۴/۹۱	۱۰/۵	۹/۵۷	۹/۵۴	۰/۰۴۸۷	۰/۰۱۲۷۹	۰/۰۱۲۶۰	۷۸/۸۱
۶۰	L	بالا و پایین دست	۰/۷	۰/۰۲۵	۰/۶۷۵	۴/۲	۳/۲	۳/۴	۰/۰۱۹۵	۰/۰۳۵۹	۰/۰۵۶۰	۹۶/۴۳
			۱/۱۲	۰/۰۳۵	۱/۰۸۵	۴/۷۸	۳/۸۴	۳/۸۵	۰/۰۲۲۲	۰/۰۵۰۵	۰/۰۷۳۷	۹۶/۸۸
			۲/۸۲	۰/۲۶	۲/۵۶	۷/۰۹	۶	۶/۲۴	۰/۰۳۲۹	۰/۰۸۵۷	۰/۰۱۰۲۸	۹۰/۷۸
			۵/۰۴	۱	۴/۰۴	۹/۵۸	۸/۷	۸/۷	۰/۰۴۴۵	۰/۰۱۱۳۴	۰/۰۱۱۷۰	۸۰/۱۶
			۶/۲۳	۱/۱۶	۵/۰۷	۱۰/۴۵	۹/۴۸	۹/۴۹	۰/۰۴۸۵	۰/۰۱۲۸۵	۰/۰۱۲۶۹	۸۱/۳۸
۹۰	L	بالا و پایین دست	۰/۷	۰/۰۲۵	۰/۶۷۵	۴/۲	۳/۳	۳/۴	۰/۰۱۹۵	۰/۰۳۵۹	۰/۰۵۶۰	۹۶/۴۳
			۱/۱۲	۰/۰۴	۱/۰۸	۵	۴	۳/۹۵	۰/۰۲۳۲	۰/۰۴۸۳	۰/۰۶۸۹	۹۶/۴۳
			۲/۸۲	۰/۴۶	۲/۳۶	۸	۷	۶/۸	۰/۰۳۷۱	۰/۰۷۶۰	۰/۰۸۵۸	۸۳/۶۹
			۵/۰۴	۱/۸۷	۳/۱۷	۱۰/۴	۹/۶	۹/۴	۰/۰۴۸۳	۰/۰۱۰۴۴	۰/۰۱۰۳۴	۶۲/۹۰
			۶/۲۳	۱/۹	۴/۳۳	۱۱/۵	۱۰/۵	۱۰/۱۳	۰/۰۵۳۴	۰/۰۱۱۶۸	۰/۰۱۰۹۹	۶۹/۵۰



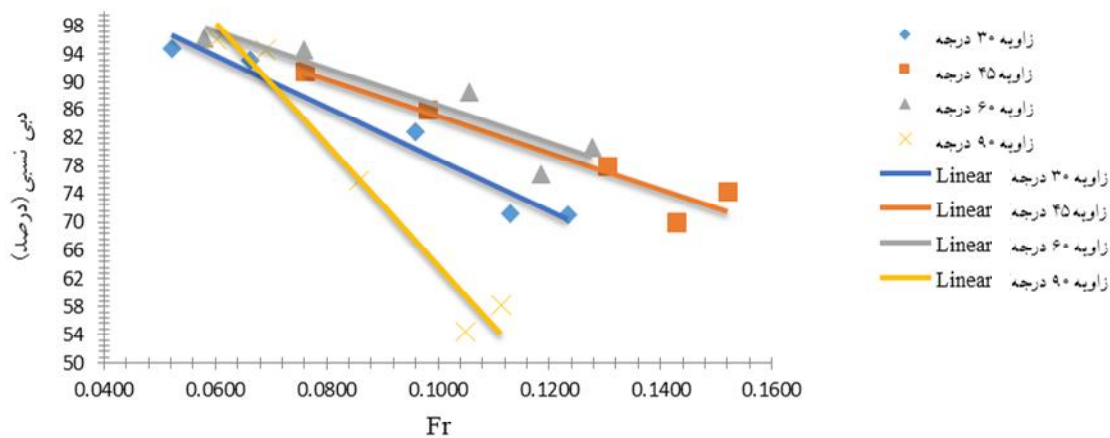
شکل ۶. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با همه دبی‌ها و زاویه‌ها در حالت بدون آبشکن



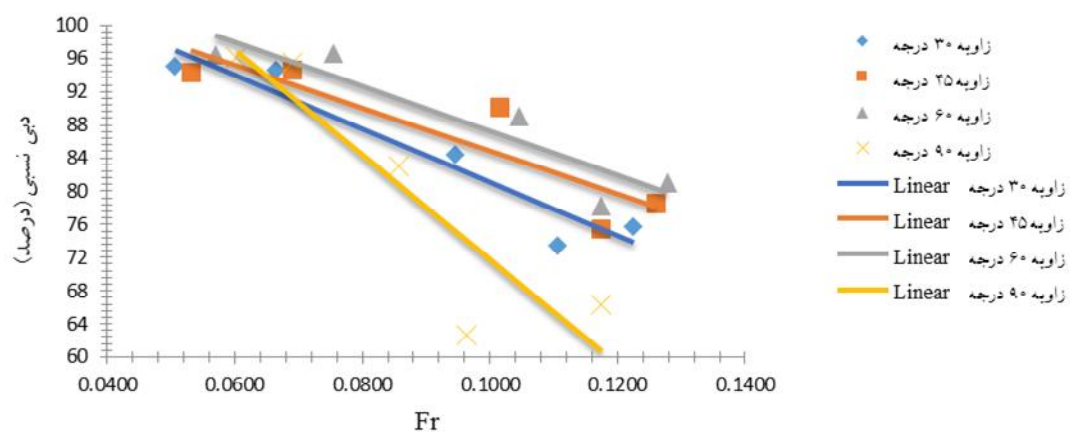
شکل ۷. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با همه دبی‌ها و زاویه‌ها با آبشکن L بالا و پایین دست



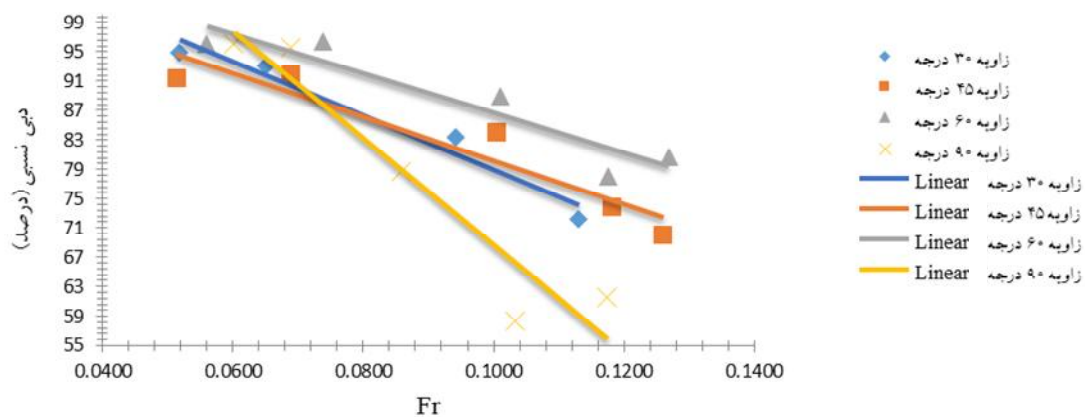
شکل ۸. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با همه دبی‌ها و زاویه‌ها با آبشکن L بالادست



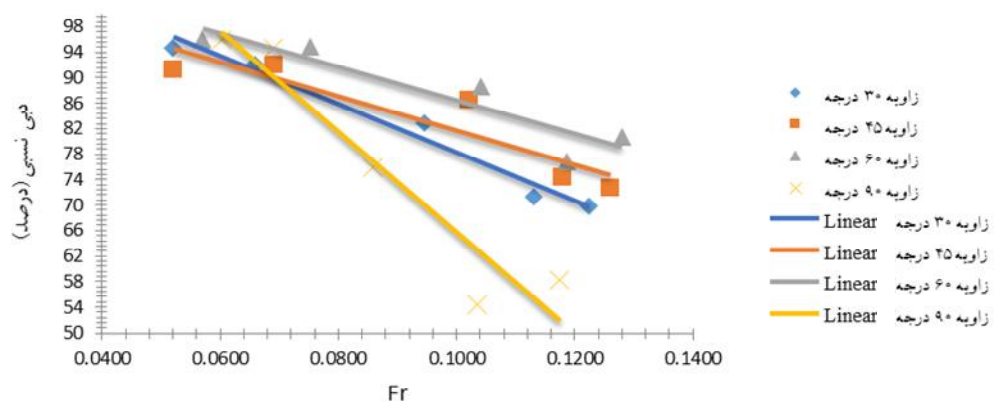
شکل ۹. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با همه دبی‌ها و زاویه‌ها با آبشکن L پایین دست



شکل ۱۰. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با همه دبی‌ها و زاویه‌ها با آبشکن ساده بالا و پایین‌دست



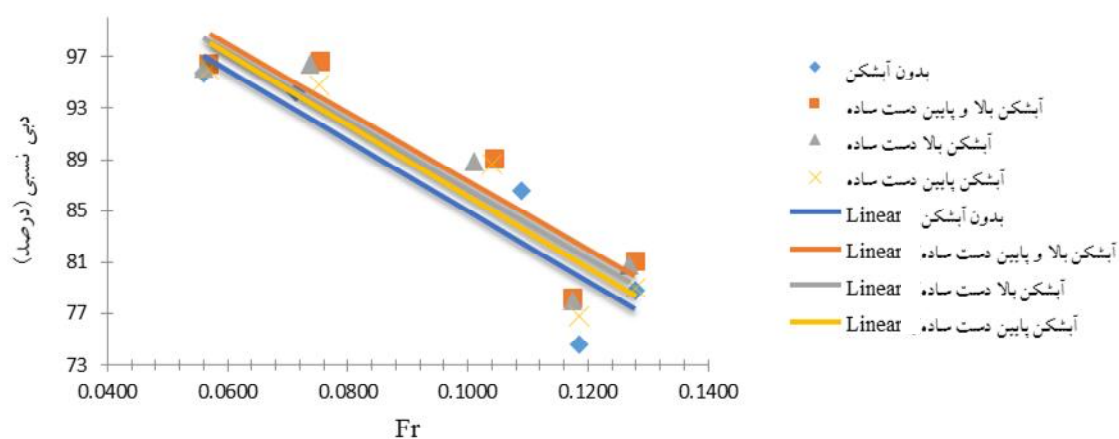
شکل ۱۱. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با همه دبی‌ها و زاویه‌ها با آبشکن ساده بالادست



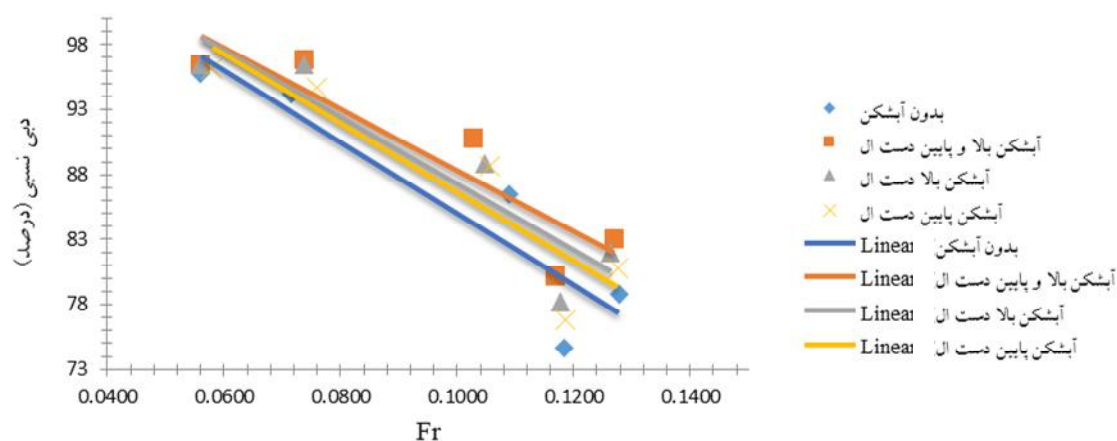
شکل ۱۲. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با همه دبی‌ها و زاویه‌ها با آبشکن ساده پایین‌دست

جدول ۶. محاسبات هیدرولیکی مدل با همه دبی‌ها و حالت‌های آبشکن‌ها در زاویه ۶۰ درجه

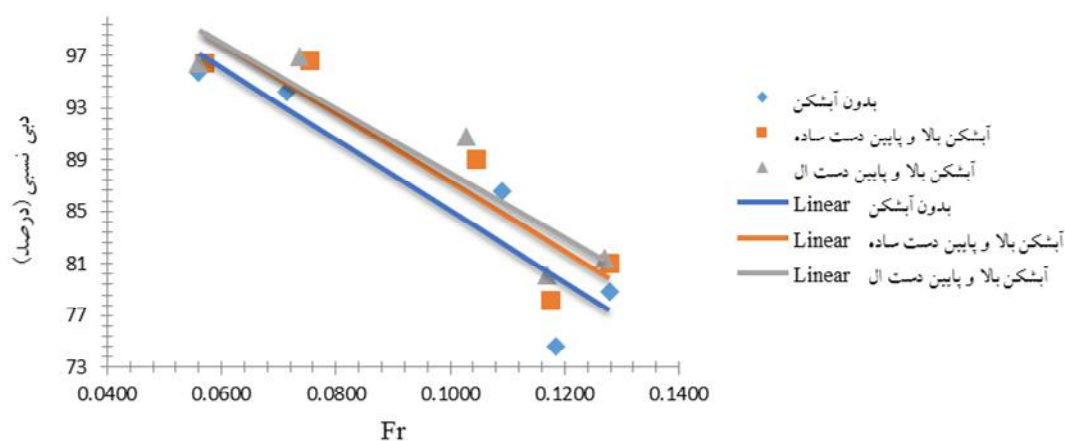
زاویه	نوع آبشکن	موقعیت آبشکن	دبی ورودی	دبی خروجی	دبی آبگیر	عمق قبل از آبگیر	عمق رودرو آبگیر	عمق بعد از آبگیر	قبل از سطح مقطع جریان	سرعت قبل از آبگیر	عدد فرود قبل از آبگیر	دبی نسبی
درجه	شکل	محل	(L/S)			(cm)			(m ²)	(m/s)	بدون بعد	(%)
۶۰	شاهد	بدون آبشکن	۰/۷	۰/۰۳	۰/۶۷	۴/۲	۳/۲	۳/۵	۰/۰۱۹۵	۰/۰۳۵۹	۰/۰۵۶۰	۹۵/۷۱
			۱/۱۲	۰/۰۶۵	۱/۰۶	۴/۸۸	۳/۸	۳/۷۹	۰/۰۲۲۶	۰/۰۴۹۵	۰/۰۷۱۵	۹۴/۲۰
			۲/۸۲	۰/۳۸	۲/۴۴	۶/۸۲	۶/۰۲	۶	۰/۰۳۱۶	۰/۰۸۹۱	۰/۱۰۸۹	۸۶/۵۲
			۵/۰۴	۱/۲۸	۳/۷۶	۹/۵	۸/۵۳	۸/۷۸	۰/۰۴۴۱	۰/۱۱۴۳	۰/۱۱۸۴	۷۴/۶۰
			۶/۲۳	۱/۳۲	۴/۹۱	۱۰/۴	۹/۴	۹/۴۹	۰/۰۴۸۳	۰/۱۲۹۱	۰/۱۲۷۸	۷۸/۸۱
	ساده	بالا و پایین دست	۰/۷	۰/۰۲۵	۰/۶۸	۴/۱۵	۳/۱	۳/۳	۰/۰۱۹۳	۰/۰۳۶۴	۰/۰۵۷۰	۹۶/۴۳
			۱/۱۲	۰/۰۳۸	۱/۰۸	۴/۷۱	۳/۸۲	۳/۹۵	۰/۰۲۱۹	۰/۰۵۱۲	۰/۰۷۵۴	۹۶/۶۱
			۲/۸۲	۰/۳۱	۲/۵۱	۷/۰۱	۶/۰۲	۶/۲۱	۰/۰۳۲۵	۰/۰۸۶۷	۰/۱۰۴۵	۸۹/۰۱
			۵/۰۴	۱/۱	۳/۹۴	۹/۵۵	۸/۷۲	۸/۸	۰/۰۴۴۳	۰/۱۱۳۷	۰/۱۱۷۵	۷۸/۱۷
			۶/۲۳	۱/۱۸	۵/۰۵	۱۰/۴	۹/۵	۹/۴۹	۰/۰۴۸۳	۰/۱۲۹۱	۰/۱۲۷۸	۸۱/۰۶
	شکل L	بالا دست	۰/۷	۰/۰۲۷	۰/۶۷	۴/۲	۳/۲۴	۳/۳	۰/۰۱۹۵	۰/۰۳۵۹	۰/۰۵۶۰	۹۶/۱۴
			۱/۱۲	۰/۰۴	۱/۰۸	۴/۷۸	۳/۸	۳/۸	۰/۰۲۲۲	۰/۰۵۰۵	۰/۰۷۳۷	۹۶/۴۳
			۲/۸۲	۰/۳۱۵	۲/۵۱	۷/۱۷	۶/۰۳	۶/۲۵	۰/۰۳۳۳	۰/۰۸۴۸	۰/۱۰۱۱	۸۸/۸۳
			۵/۰۴	۱/۱۱	۳/۹۳	۹/۵۵	۸/۷۵	۸/۷۷	۰/۰۴۴۳	۰/۱۱۳۷	۰/۱۱۷۵	۷۷/۹۸
			۶/۲۳	۱/۲	۵/۰۳	۱۰/۴۵	۹/۴۶	۹/۵	۰/۰۴۸۵	۰/۱۲۸۵	۰/۱۲۶۹	۸۰/۷۴
	شکل L	پایین دست	۰/۷	۰/۰۲۸	۰/۶۷	۴/۱۵	۳/۱۷	۳/۴۱	۰/۰۱۹۳	۰/۰۳۶۴	۰/۰۵۷۰	۹۶
			۱/۱۲	۰/۰۵۸	۱/۰۶	۴/۷۲	۳/۸۲	۳/۹۶	۰/۰۲۱۹	۰/۰۵۱۱	۰/۰۷۵۲	۹۴/۸۲
			۲/۸۲	۰/۳۲	۲/۵	۷/۰۳	۶/۰۳	۶/۲	۰/۰۳۲۶	۰/۰۸۶۵	۰/۱۰۴۱	۸۸/۶۵
			۵/۰۴	۱/۱۷	۳/۸۷	۹/۴۹	۸/۵۸	۸/۸۹	۰/۰۴۴۰	۰/۱۱۴۵	۰/۱۱۸۶	۷۶/۷۹
			۶/۲۳	۱/۲	۵/۰۳	۱۰/۳۹	۹/۳۹	۹/۵۱	۰/۰۴۸۲	۰/۱۲۹۲	۰/۱۲۸۰	۸۰/۷۴
۶۰	شکل L	بالا و پایین دست	۰/۷	۰/۰۲۵	۰/۶۸	۴/۲	۳/۲	۳/۴	۰/۰۱۹۵	۰/۰۳۵۹	۰/۰۵۶۰	۹۶/۴۳
			۱/۱۲	۰/۰۳۵	۱/۰۹	۴/۷۸	۳/۸۴	۳/۸۵	۰/۰۲۲۲	۰/۰۵۰۵	۰/۰۷۳۷	۹۶/۸۸
			۲/۸۲	۰/۲۶	۲/۵۶	۷/۰۹	۶	۶/۲۴	۰/۰۳۲۹	۰/۰۸۵۷	۰/۱۰۲۸	۹۰/۷۸
			۵/۰۴	۱	۴/۰۴	۹/۵۸	۸/۷	۸/۷	۰/۰۴۴۵	۰/۱۱۳۴	۰/۱۱۷۰	۸۰/۱۶
			۶/۲۳	۱/۱۶	۵/۰۷	۱۰/۴۵	۹/۴۸	۹/۴۹	۰/۰۴۸۵	۰/۱۲۸۵	۰/۱۲۶۹	۸۱/۳۸
	شکل L	بالا دست	۰/۷	۰/۰۲۵	۰/۶۸	۴/۲	۳/۲	۳/۴	۰/۰۱۹۵	۰/۰۳۵۹	۰/۰۵۶۰	۹۶/۴۳
			۱/۱۲	۰/۰۴	۱/۰۸	۴/۷۸	۳/۸۵	۳/۷۵	۰/۰۲۲۲	۰/۰۵۰۵	۰/۰۷۳۷	۹۶/۴۳
			۲/۸۲	۰/۳۱۵	۲/۵۱	۷	۶/۰۸	۶/۲۵	۰/۰۳۲۵	۰/۰۸۶۸	۰/۱۰۴۸	۸۸/۸۳
			۵/۰۴	۱/۱	۳/۹۴	۹/۵۴	۸/۶	۸/۶۷	۰/۰۴۴۳	۰/۱۱۳۹	۰/۱۱۷۷	۷۸/۱۷
			۶/۲۳	۱/۱۸	۵/۰۵	۱۰/۴۸	۹/۵۱	۹/۵	۰/۰۴۸۶	۰/۱۲۸۱	۰/۱۲۶۴	۸۱/۰۶
	شکل L	پایین دست	۰/۷	۰/۰۲۷	۰/۶۷	۴/۱	۳/۱۵	۳/۴	۰/۰۱۹۰	۰/۰۳۶۸	۰/۰۵۸۰	۹۶/۱۴
			۱/۱۲	۰/۰۶	۱/۰۶	۴/۶۹	۳/۷۷	۳/۹	۰/۰۲۱۸	۰/۰۵۱۵	۰/۰۷۵۹	۹۴/۶۴
			۲/۸۲	۰/۳۲	۲/۵	۶/۹۶	۶	۶/۲۴	۰/۰۳۲۳	۰/۰۸۷۳	۰/۱۰۵۷	۸۸/۶۵
			۵/۰۴	۱/۱۷	۳/۸۷	۹/۴۹	۸/۵۵	۸/۸	۰/۰۴۴۰	۰/۱۱۴۵	۰/۱۱۸۶	۷۶/۷۹
			۶/۲۳	۱/۲	۵/۰۳	۱۰/۴۱	۹/۵۱	۹/۷۵	۰/۰۴۸۳	۰/۱۲۹۰	۰/۱۲۷۶	۸۰/۷۴



شکل ۱۳. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با وجود حالت‌های مختلف آبشکن ساده با زاویه ۶۰ درجه



شکل ۱۴. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با وجود حالت‌های مختلف آبشکن L با زاویه ۶۰ درجه



شکل ۱۵. نمودار تغییرات دبی نسبی - عدد فرود با آبشکن L و ساده در بالا و پایین دست با زاویه ۶۰ درجه



شکل ۱۶. جریان ثانویه در بالادست آبگیر جانبی

خطوط جریان و انحراف به طرف آبگیر، بیشتر از آبشکن ساده است.

بهترین و نامناسب‌ترین زاویه انحراف آبگیر

آبگیرها با زاویه انحراف 60° درجه، به دلیل هم‌راستا بودن آبگیر با جریان ورودی و استفاده از ظرفیت کامل سر دهانه آبگیر، بیشترین دبی انحرافی را دارا هستند و براساس مطالعات پیشین نشان داده شده توسط شفاعی بجستان و نظری (۸) در قوس 90° درجه با عرض ثابت، مناسب‌ترین زاویه آبگیر زاویه 60° درجه معرفی شده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت کامل داشته است و در بررسی دیگر از نویسندگان برای بررسی اثر همگرایی قوس بر زاویه آبگیر در مدلی از یک قوس 90° درجه همگرا (یعنی عرض کانال به‌طور یکنواخت کاهش یابد)، مشخص شد که شرایط هیدرولیکی مناسب یعنی درصد دبی آبگیری کافی و حداقل رسوب ورودی به آبگیر در زاویه 45° درجه در موقعیت 60° درجه از قوس 90° درجه همگرا رقم خورده است که دلیل اختلاف به‌دست آمده ناشی از همگرایی قوس در این مطالعه بود زیرا الگوی جریان در قوس‌های همگرا متفاوت است. در زاویه 90° درجه، به دلیل اینکه، جریان برای ورود به سر دهانه آبگیر بایستی چرخش تندی داشته باشد تندترین و نامناسب‌ترین زاویه انحراف آبگیری است.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر برگرفته از رساله دکتری اقبال گراوندی، دانشجوی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز است. بدین وسیله از حمایت های دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز از این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

رفته و در نتیجه دبی کاهش می‌یابد، بنابراین در زاویه 60° درجه تعادل بین بردارهای جریان در ورودی آبگیر وجود دارد که باعث شده بهترین راندمان در ظرفیت آبگذری آبگیر حاصل شود.

نتیجه‌گیری

تأثیر آبشکن ساده شکل بر دبی انحرافی آبگیر

وجود آبشکن ساده شکل در بالا و پایین‌دست آبگیر (هم‌زمان)، نسبت به حالت‌های که آبشکن ساده در بالادست و یا فقط در پایین‌دست است، تأثیر مثبت و بهتری دارد و در هدایت آب به‌طرف آبگیر و افزایش دبی آبگیر نقش به‌سزایی دارد. این در حالی است که به‌طورکلی وجود آبشکن در بالادست تأثیر بیشتری نسبت به حالت پایین‌دست دارد و علت هیدرولیکی آن مربوط به بالا آوردن سطح آب و تغییر جهت جریان به آبگیر است.

تأثیر آبشکن L شکل بر دبی انحرافی آبگیر

وجود آبشکن L شکل در بالادست و پایین‌دست آبگیر (هم‌زمان)، نسبت به حالت‌هایی که آبشکن L در بالادست و یا فقط در پایین‌دست است، تأثیر مثبت و بهتری دارد و در هدایت آب به‌طرف آبگیر و افزایش دبی آبگیر نقش به‌سزایی دارد. این در حالی است که به‌طورکلی وجود آبشکن در بالادست تأثیر بیشتری نسبت به حالت پایین‌دست دارد و علت هیدرولیکی آن مربوط به بالا آوردن سطح آب و تغییر جهت جریان به سمت آبگیر است.

مقایسه دو نوع آبشکن L و ساده شکل

به‌طورکلی می‌توان دریافت که درصد دبی انحرافی به آبگیر، با نصب آبشکن L شکل، به‌علت وجود سپر L آبشکن و تأثیر آن روی

منابع مورد استفاده

۱. آذرننگ، ف. ۱۳۸۸. بررسی شرایط جریان و رسوب در رودخانه کارون بازه اهواز با استفاده از مدل ریاضی CCHE1D، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، خوزستان.
۲. اسماعیل نژاد، م. ۱۳۸۱. بررسی آزمایشگاهی هیدرولیک جریان ورودی به آبگیرهای سد انحرافی حمیدیه با استفاده از میکرومدل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران، اهواز.
۳. تائبی، ح.، م. شفاعی بجستان و م. کاهه. ۱۳۸۸. شبیه‌سازی عددی جریان در قوس ۹۰ درجه با استفاده از مدل CCHE2D، هشتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران، اهواز.
۴. علینقی‌زاده بهبهانی، ه. ۱۳۸۳. بررسی شرایط هیدرولیکی جریان در آبگیرهایی با زاویه انحراف ۹۰ و ۷۵ درجه با استفاده از مدل فیزیکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران، اهواز.
۵. کمان‌بدست، ا. ۱۳۸۹. راهنمای نرم‌افزار CCHE2D. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز.
۶. کمان‌بدست، ا. و ع. بهشتی. ۱۳۹۰. تحلیل عددی پارامترهای هیدرولیکی در رودخانه‌ها، اولین کنفرانس بین‌المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاه‌های برق آبی، تهران.
۷. منادی‌زاده، م. ۱۳۹۲. بررسی آزمایشگاهی هیدرولیک جریان در آستانه آبگیر کشت و صنعت دهخدا با استفاده از میکرومدل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد شوشتر، خوزستان.
۸. نظری، س. و م. شفاعی بجستان. ۱۳۸۹. تأثیر زاویه انحراف آبگیر بر نسبت دبی و رسوب ورودی به آبگیر در خم ۹۰ درجه همگرا. نشریه پژوهش‌های آب‌خیزداری (پژوهش و سازندگی) ۲۳(۲): ۷۲-۸۱.
9. 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.
10. Davinroy, R. D. 1999. River Replication, *Journal of Civil Engineering* 60-63
11. Fares, Y. R., J. G. Herbertson. 1993. Behaviour of flow in a channel bend a side overflow (flood relief) channel, *Journal of Hydraulic Research* 31(3): 383-402.
12. Hussein, A. S. A. and K. V. H. Smith. 1986. Flow and bed deviation angle in curved open channels, *Journal of Hydraulic Research* 24(2): 93-108.
13. Johnson, P. A., R. D. Hey, M. Tessier and D. L. Rosgen. 2001. Use of vanes for control of scour at vertical wall abutments, *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE* 127(9): 772-778.
14. Marelius, F., S. K. Sinha. 1998. Experimental investigation of flow past submerged vanes, *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE* 124(5): 542-545
15. Nakato, T., J. F. Kennedy and D. Bauerly. 1990. Pump-station intake – shoaling control with submerged vanes, *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE* 116(1): 119-128.
16. Nakato, T., F. L. gden. 1998. Sediment control at water intakes along sand- bed rivers, *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE* 124(6): 589-596.
17. Neill, C. R. and B. J. Evans. 1997. Discussion by sediment control at water intake, *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE* 122(7): 670-671.
18. Novak, P. and J. Cabelka. 1981. Models in Hydraulic Engineering. Physical Principles and Design Applications, Pitman Publication, London, UK.

Laboratory Investigation of the Impact of Armor Dike Simple and L-shaped in Upstream and Downstream Intake of the Hydraulic Flow River and Intake Flow Rate

E. Geravandi^{1,2}, A. Kamanbedast^{2*}, A. Masjedi², M. Heidarnejad² and A. Bordbar²

(Received: March 16-2017 ; Accepted: September 16-2017)

Abstract

Rivers has long been regarded as one of the most basic human water supplies. If the topography, a morphology, water requirements conditions, etc. allow water to be transferred to gravity, the use of the dike can have a significant impact on the flow rate and the sediment input to Intake. Dike design needs to consider several parameters such as position, length, type, etc. Using a good design can increase the input flow rate and reduce the sediment entering it. In this study, to evaluate the dike impact on flow hydraulic conditions in the Intake with different situations, 30, 45, 60 and 90 degrees two simple L-shaped dikes in the upstream and downstream Intake and for five inlet flows (0.7, 1.12, 2.84, 5.04 and 6.23 Lit/s) were considered in the laboratory flume made by the author as a physical model to simulate the flow of the basin; then different effects of the dike on the hydraulic flow were studied. The results of the tests showed that the L-shaped dike in the upstream and downstream Intake in the internal arc flume increased the inflow flow rate into the Intake. Also, the best angle of deviation for the maximum flow entered the Intake angle of 60 degrees.

Keywords: Intake, Dike, Physical model, Angle of deviation, Flow hydraulic, Simulation

1. Department of Water Science and Engineering, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University (IAU), Ahvaz, Iran.

2. Department of Water Science and Engineering, Ahwaz Branch, Islamic Azad Univ. (IAU), Ahwaz, Iran.

*: Corresponding Author, Email: Ka57_amir@yahoo.com