بررسی تاثیر دبی انحرافی جریان بر مقدار رسوبات ورودی به آبگیرهای جانبی در قوس ۱۸۰ درجه و شرایط هیدرولیکی اطراف لوله بر راندمان تله اندازی

رضا افشار اردکانی[۱]، روزبه آقامجیدی[۲]، امین مرادی[۳]

۱- کارشناس ارشدعمران ، دانشگاه آزاد واحد سپیدان، مدیر شرکت صنعتی شهرستان سپیدان

۲- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سپیدان، سپیدان، ایران

۳- دکترای سازه های آبی ، شرکت مهندسین مشاور آشناب ، اهواز ، خوزستان

چکیده

بطور ایده‌آل آبگیری از رودخانه بایستی در قوس خارجی پیچ صورت گیرد یعنی به فاصله کمی در پایین دست جایی که حداکثر انحناء قوس وجود دارد. در قوس خارجی آب عمق بیشتری دارد و بستر رودخانه به پایداری رسیده است. همچنین علت دیگر این امر حرکت بار بستر در محل انحناء رودخانه به طرف قوس داخلی میباشد که موجب کاهش غلظت رسوبات در قوس بیرونی میگردد. بطور کلی انتقال رسوب رودخانه به آبگیر و کانال انتقال، مشکلات عدیده ای را به همراه دارد که از جمله ترسیب آنها در کانال باعث کاهش ظرفیت و افزایش هزینه های نگهداری تأسیسات می شود. معمولاً تلاش می گردد تا از ورود رسوبی که به صورت بار بستر در رودخانه ها حرکت می کند، به آبگیر جلوگیری شود که روش هایی چون افزایش تراز کف آبگیر، نصب دیواره های کف یا صفحات مستغرق برای دور کردن رسوب از حمل دهانه آبگیر از جمله این روش ها است. لوله گردابی از جمله سازه های جدا کننده رسوب بستر می باشد که در ابتدای کانال انتقال احداث می گردد این رسوبگیر به دلیل ابعاد کوچک و نصب راحت ، اقتصادی تر می باشد و می تواند بطور دائم مورد بهره برداری قرار گیرد. طراحی بهینه لوله گردابی مستلزم یافتن ابعادی است که بتواند راندمان تله اندازی را افزایش داد.در این مقاله مدل آزمایشگاهی ۱۸۰ درجه با شعاع پیچشی (نسبت R/B=3) ۳ و موقعیت آبگیری ۱۱۵ درجه با زاویه آبگیری ٤٥ درجه، ایجاد گردیده است تا تاثیر دبی انحرافی جریان بر مقدار رسوبات، راندمان تله اندازی و تاثیر شرایط هیدرولیکی اطراف لوله بر راندمان تله اندازی مورد بررسی قرار گیرد. نتایج این پژوهش نشان می دهد که درصد رسوب ورودی به آبگیر به نسبت فرود جریان (نسبت عدد فرود آبگیر به عدد فرود کانال اصلی) بستگی دارد، به طوریکه با افزایش این نسبت ، درصد رسوب ورودی به آبگیر افزایش می یابد همچنین در خصوص راندمان تله اندازی لوله گردابی، با افزایش عدد فرود جریان بطورکلی راندمان تله اندازی کاهش می یابد.

واژه های کلیدی : ***لوله گردابی، رسوب، نسبت فرود، آبگیر، راندمان تله اندازی.***

مقدمه

رودخانه ها فراهم کننده آب و انرژی برای طبیعت و انسان می باشند و می توان گفت تامین آب مهمترین نقش اقتصادی رودخانه است. انحراف آب از مسیر اصلی آن برای مقاصد مختلف از جمله کشاورزی، آبرسانی شهری، تولید برق و غیره به کمک آبگیرها صورت می گیرد. یکی از مهمترین و ساده ترین روش های آبگیری، آبگیری ثقلی از رودخانه است که در گذشته به صورت شق نهر و امروزه با استفاده از سازه های هیدرولیکی تکامل یافته با معیارهای طراحی صورت می گیرد. با توجه به رسوبی بودن رودخانه، به خصوص در مواقع سیلابی، تامین شرایطی که حداکثر آبگیری به همراه حداقل رسوب را فراهم کند، از مهمترین موارد در طراحی آبگیرهاست تا از انسداد دهانه آبگیر به علت تجمع رسوبات جلوگیری شود. بر اساس توصیه های حاصل از مطالعات انجام شده توسط پیرستانی (۱۳۸۳)، صفر زاده (۱۳۸۴) و دهقانی (۱۳۸۵)، موقعیت آبگیر در نیمه دوم قوس و در موقعیت ۱۱۵ درجه ثابت شد. همچنین بر اساس توصیه های حاصل از مطالعات مذکور، زاویه آبگیری نیز برابر ۴۵

درجه انتخاب گردید و در این موقعیت و زاویه آبگیری ، با استفاده از روش تزریق رسوب روی بستر صلب، به مطالعه تاثیر پارامترهای مختلف طراحی لوله گردابی در کنترل و خروج رسوب ورودی به آبگیر جانبی در قوس ۱۸۰ درجه و مکانیسم های حاصل از تغییر پارامترهای لوله بر نحوه خروج رسوبات از آبگیر بوسیله لوله پرداخته شد.

دستیابی به طرح بهینه لوله گردابی مستلزم یافتن ابعادی است که بتواند راندمان تله اندازی را افزایش دهد. تاکنون تحقیقات بسیار کمی در زمینه لوله گردابی صورت پذیرفته که آن هم در کانال‌های مستقیم صورت گرفته و هیچگونه تحقیقاتی در زمینه اثرات این لوله و ابعاد و زوایای بهینه کارگذاری آن در آبگیرهایی که در قوس رودخانه‌ها ساخته می‌شوند، انجام نشده است، در نتیجه انجام تحقیقات مربوطه در این زمینه ضروری به نظر می رسد.

مطالعات انجام شده تاکنون توانسته است عملکرد لوله گردابی را در جدا کردن بار بستر نشان دهد، ولی برای طراحی دقیقتر لازم است تا مطالعات پیشین تکمیل و نتایج دقیقتری بدست آید . برای رسیدن به این هدف ابتدا مدل مورد نظر طراحی و سپس در آزمایشگاه سازمان آب و برق خوزستان مراحل ساخت آن به اتمام رسید این فلوم با قوس ۱۸۰ درجه و نسبت $\frac{R}{B} = 3$ (شعاع مرکزی به عرض کانال) می باشد دارای عرض و ارتفاع ۶۰ سانتیمتر، طول کانال ورودی ۸ متر و طول کانال خروجی ۶ متر و شعاع داخلی ۱,۵ متر شعاع خارجی ۲,۱ متر می باشد که در موقعیت ۱۱۵ درجه قوس کانال آبگیری با زاویه ۴۵ درجه (زاویه آبگیر نسبت بهه کانال اصلی) و عرض ۲۰ سانتیمتر از آن منشعب شده است. سپس آزمایشهایی با تغییر در عدد فرود آبگیر (شرایط هیدرولیکی جریان) انجام شده است. از جمله سوابق پژوهشی پیشین می توان به این موارد اشاره کرد:

بلنچ (۱۹۵۲) در تحقیقاتی که بر روی تاثیر لوله گردابی بر روی خروج رسوبات ورودی به آبگیر بیان کرد که رسوبگیر ورتکس برای کانالهای بزرگ با ظرفیت حمل جریان ۲۸۰ متر مکعب بر ثانیه بکار برده میشود. و تاثیر خوبی در خروج رسوبات از این کانال ها دارد.

احمد (۱۹۶۲) در بررسی تاثیر لوله گردابی در خروج رسوبات کانالها، استفاده از تونل های شکاف دار در مسیر جریان را مطرح کرد . وی به این نتیجه رسید که لوله گردابی راندمان بالایی در خروج رسوبات برای یک آبگیر جلویی می تواند داشته باشد.که این راندمان را بالای ۶۰ درصد عنوان کرد.

رابینسون (۱۹۶۲) در بررسی وجود لوله گردابی در کنترل و خروج رسوبات ورودی به کانالها و در بررسی تاثیر شرایط هیدرولیکی جریان بر راندمان تله اندازی رسوب عنوان کرد بیشترین راندمان تله اندازی در عدد فرود ۰,۸ اتفاق می افتد و برای استفاده از این سازه عدد فرود ۰,۸ را در کانال پیشنهاد داد.

پارشال نیز در بررسی راندمان کاربرد این سازه در کنترل و خروج رسوبات کانالها تحت شرایط مختلف هیدرولیکی مشاهده کرد که کمترین کارایی این سازه در عدد فرود حدود ۱ رخ می دهد.

مواد و روش‌ها

طراحی و ساخت فلوم

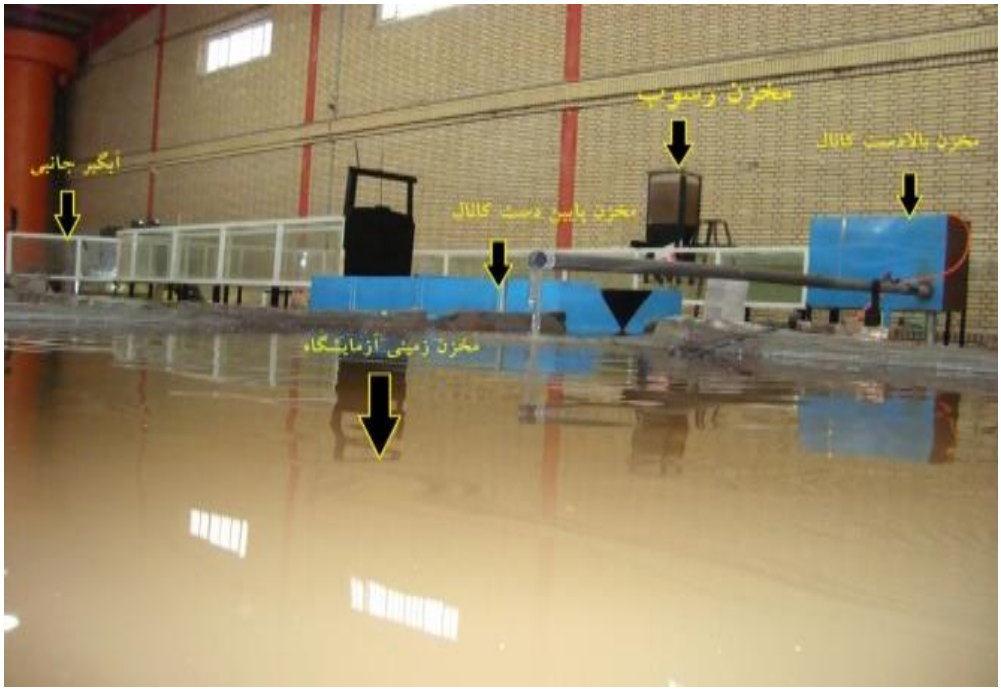
ابعاد فلوم

در میان رودخانه های کشور رودخانه کارون رودخانه ای است که قسمت اعظم آن در دشت جریان دارد و لزوماً دارای مئاندر های زیاد در طول خود می باشد. این فلوم با توجه به قوسهای رودخانه کارون و همچنین درشرایطی ساخته شد که بتواند شرایط جریان و کنترل رسوب را در قوس های متمایل به تند بررسی نماید فلوم آزمایشگاهی حاضر، در آزمایشگاه رسوب سازمان آب و برق خوزستان طراحی، اجرا و ساخته شد که از اجزاء مختلفی با مشخصات ارائه شده در جدول ۱ ساخته شده است، همچنین نمایی از فلوم

آزمایشگاهی و تجهیزات مربوطه در شکل ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱ - مشخصات فلوم آزمایشگاهی

طول کانال ورودی (m)	طول کانال خروجی (m)	شعاع انحناء (m)	طول قوس (m)		عرض کانال (m)	نسبت شعاع انحناء عرض قوس	ارتفاع کانال (m)	زاویه قوس (°)
			داخلی	خارجی				
۶	۴	۱٫۸	۴٫۷	۶٫۶	۰٫۶	۳	۰٫۶	۱۸۰



شکل ۱ - نمایی از فلوم آزمایشگاهی و تجهیزات مربوطه

مراحل مختلف طراحی فلوم و وسایل آزمایشگاهی

فضا سازی جهت احداث و نصب فلوم

در این مرحله پلان کف آزمایشگاه با تمام مکان های ورود و خروج آب و دریچه های کنترل بصورت دقیق با استفاده از دوربین نیوو پلان برداری شد سپس با توجه به وضعیت قرارگیری فلوم روی بستر اقدام به طراحی فونداسیون کف آزمایشگاه با فلوم قوسی شکل گردید.

بدنه فلوم

ابعاد فلوم بر اساس عمق، طول و ارتفاع مورد نظر در آزمایش و همچنین فضای موجود انتخاب گردیده است. فلوم آزمایشگاهی، کانال مستطیلی روبازی است که دارای ابعادی به طول ۱۸ متر، عرض ۰٫۶ متر و ارتفاع ۰٫۶ متر که حداکثر دبی که وارد کانال می شود حدود ۱۸ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شده است بدنه فلوم در ارتفاع ۰٫۶ متری ازسطح زمین قرار دارد. برای ساخت اسکلت فلزی فلوم از قوطی ۳۰×۵۰ و نبشی ۳۰×۳۰ میلیمتر استفاده شده است تا مقاومت لازم

جهت نگهداشتن حجم آب را نیز داشته باشد. در ساخت بدنه مدل سعی شده است از مصالحی استفاده شود که دقت لازم در نتایج آزمایش ها حاصل آید. بطوریکه جداره فلوم از جنس شیشه ۶ میلیمتر شفاف ساخته شده تا هم اثر زبری جداره کاهش یافته و هم پدیده های هیدرولیکی در محفظه قابل رویت باشد همچنین کف فلوم از جنس ورق فلزی ۳ میلیمتر میباشد مطابق شکل ۲.

شکل ۲- بدنه فلوم آزمایشگاهی

جهت آرام نمودن جریان آب ورودی، طول کانال ورودی ۶ متر (بیش از ۱۰ تا ۱۲ برابر عرض کانال) انتخاب شد همچنین از یک آرام کننده در ابتدای کانال نیز استفاده شده است تا از آرام بودن جریان اطمینان حاصل شود

ساخت قوس و بدنه اصلی فلوم

پس از طراحی، جهت ساخت مدل آزمایشگاهی ابتدا شابلونی جهت قسمت قوسی شکل آن تهیه شد و سپس با توجه به این شابلون ساخت قوس آغاز گردید با توجه به حساسیت بالای این قسمت فلوم از تجهیزات مختلفی جهت بالابردن دقت اجرایی قوس استفاده شد و پس از اتمام مراحل ساخت قوس، کانالهای ورودی و خروجی و آبگیر نیز ساخته شد و سپس این قسمت ها روی هم مونتاژ شدند . نصب ورق های پلکسی گلاس و شیشه در کناره ها بنحوی انجام شد که جهت کاهش نشت آب درزها دقیقاً در محل مناسبی پیوند خورده و آب بندی شوند.

آماده سازی کانال آبگیر

کانال آبگیر از شیشه شفاف به ضخامت ۶ میلیمتر ساخته شد. لبه پایینی آبگیر جانبی با زاویه $\theta = 45^\circ$، بطور دقیق برش داده شد و در موقعیت $\varphi = 115^\circ$ از قوس خارجی نصب گردید. طول کانال آبگیر برابر ۲ متر و شیب کف آن صفر انتخاب گردید. عرض آبگیر نیز بر اساس توصیه محققین قبلی انتخاب گردیده است. رضوان (۱۹۸۹) عرض آبگیر را برابر ۰,۳ عرض کانال اصلی توصیه نموده است. همچنین نتایج تحقیق ایندلکوپر و همکاران (۱۹۷۵) نیز نشان داده است که چنانچه نسبت عرض آبگیر به عرض کانال اصلی بین ۰,۱۲ تا ۰,۵ باشد، تغییر این نسبت بر میزان نسبت رسوب انحرافی زیاد مؤثر نمی باشد. بنابراین در این تحقیق از مقدار ۰,۳۴ برای نسبت عرض کانال آبگیر به عرض کانال اصلی استفاده گردید و لذا عرض کانال آبگیر ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. در انتهای کانال

آبگیر یک دریچه کشویی جهت تنظیم سطح آب و میزان دبی عبوری از آبگیر تعبیه شد.

طراحی دریچه

جهت تنظیم ارتفاع آب مورد نیاز در کانال و همچنین دبی کانال، وجود دریچه ای در قسمت خروجی کاملاً ضروری است. لذا اقدام به طراحی دریچه فلزی با استفاده از ورق و پیچ کنترل کننده گردید که براحتی ارتفاع مورد نظر را در مدل تنظیم می نمود.

حوضچه آرامش

جهت اندازه گیری دبی در ورودی کانال از سرریز مثلثی ۹۰ درجه استفاده گردید که در مورد نحوه طراحی سرریز در ادامه بطور کامل بحث خواهد شد. برای آرامش جریان آب عبوری از سرریز و مستهلک نمودن انرژی اضافی آب، بافلی طراحی و ساخته شد که آن را در کف مخزن موجود در ابتدای فلوم و بر روی لوله ورودی جریان به مخزن قراردادیم؛ مخزن مذکور طولی برابر ۱ متر و عرض ۱,۵ متر و ارتفاع ۱ متر دارد که توسط پمپ مستغرق موجود در مخزن زمینی تامین آب، بوسیله لوله و اتصالات و شیرآلات تعبیه شده جریان را به مخزن میرساند و بدین صورت مخزن ابتدای فلوم را تغذیه می نمود، همچنین جهت آرام کردن جریان آب قبل از ورود به کانال ورودی از شبکه آرام کننده همراه با پوشال استفاده شده است.

مخزن زمینی آب

برای تامین آب آزمایشگاه مخزن مربعی روبازی به ابعاد ۴×۴,۵ متر با عمق ۸۰ سانتیمتر طراحی، ساخته و اجرا شد که ظرفیت مورد نیاز ۱۴۰۰۰ لیتر را برآورده سازد و البته به جهت برقراری سیکل تامین آب، مخزن(کانال) دیگری، این بار کانال مستطیلی روبازی به ابعاد ۱۰×۱×۰,۶ متر با ظرفیت ۶۰۰۰ لیتر ساخته شد که علاوه بر تامین آب وظیفه انتقال آب از آبگیر به محل پمپاژ را نیز برعهده داشت، در ابتدای آن مخزن مربعی دیگری به ابعاد ۲×۲×۰,۶ متر و به جهت جمع آوری جریان و رسوبات خروجی از آبگیر جانبی و نیز اندازه گیری جریان بوسیله سرریز مثلثی تعبیه شده در آن، در نظر گرفته و ساخته شد که جریان عبوری از سرریز به کانال مستطیلی انتقال داده می شد و از آنجا به مخزن مربعی اصلی و بزرگ آزمایشگاه هدایت میگردید، شایان ذکر است که مخازن مذکور از جنس مصالح بنایی(بلوک و سیمان) می باشند.

برای چرخش آب در فلوم آزمایشگاهی با توجه به دبی مورد نظر از یک پمپ لجن کش به قدرت ۳ کیلووات، که قطر لوله دهش آن ۳ اینچ بود، استفاده شد. ارتفاع دهش پمپ حدود ۱,۵ متر و حد اکثر دبی قابل انتقال توسط پمپ ۱۸ لیتر در ثانیه است.

طراحی سرریز مثلثی و کالیبره کردن آن

سرریزهای لبه تیز مثلثی[1] که به سرریزهای V شکل معروفند، بطور متقارن در یک صفحه عمود بر کناره ها و کف کانال قرار می گیرد، بدلیل سطح مقطع نسبتا کوچکتر، در دبی های کم، حساسیت بیشتری نسبت به تغییر ارتفاع داشته و لذا در اندازه گیری دبی های کم، در مقایسه با سرریزهای مستطیلی از دقت بیشتری برخوردارند. بنابراین در کارهای آزمایشگاهی، بیشتر از سرریزهای مثلثی V شکل استفاده می گردد.

تهیه رسوبات مورد نیاز

با توجه به ماهیت آزمایش و نیاز به رسوبات مناسب ، بهترین عمل استفاده از رسوبات رودخانه ای بود لذا ابتدا با تهیه این رسوبات از رودخانه و حمل به آزمایشگاه و سپس آبشویی آنها جهت تخلیه خاکهای اضافی، رسوبات جهت انجام آزمایش آماده شدند لازم به ذکر است این رسوبات با متوسط قطر ۰,۵ میلیمتر و بصورت کاملا یکنواخت با چگالی ۲,۶۵ می باشند.

[1] Triangular (V-Notch) sharp-crested weirs

در آزمایشات، رسوبات توسط دستگاه تزریق رسوب با نرخ ثابت ۱۵۱۰ سانتیمتر مکعب بر دقیقه (حدود ۴ کیلوگرم بر دقیقه یا ۶۷ گرم بر ثانیه) و به صورت پیوسته از ابتدای قوس درون جریان تزریق می گردید.

آماده سازی لوله گردابی

در این مقاله از لوله های PVC جهت ساختن لوله گردابی استفاده شد. این لوله دارای قطر ۶ سانتیمتر بوده که روی آن شیارهایی با عرض های مختلف (۶ ، ۹ ، ۱۲ و ۱۵ میلیمتر) ایجاد شد جهت نصب لوله در کف کانال، به فاصله ۴۰ سانتیمتر از ابتدای آبگیر یک فضای خالی به ابعاد ۱۵ سانتیمتر و در عرض آبگیر برش داده شد تا لوله گردابی را با هر زاویه دلخواه در زیر آن قرار دهیم سپس با چسباندن لوله به کف کانال ، جهت آب بندی از دو صفحه پلکسی گلاس که مطابق زاویه لوله برش داده شده بود استفاده گردید پس از تثبیت لوله با کنترل زاویه و عرض شکاف و در صورت درست بودن آن، آزمایش آغاز می شد.

نحوه انجام آزمایشات

جهت انجام آزمایش ابتدا پمپ روشن شده و جریان آب وارد مخزن ورودی میگردید که پس از عبور از سرریز ۹۰ درجه وارد کانال ورودی فلوم می شد بدین ترتیب مقدار دبی ورودی به فلوم توسط این سرریز اندازه گیری می شد لازم به ذکر است که یک شیر تخلیه در مخزن ورودی تعبیه شده است که جهت تنظیم دقیق میزان دبی مورد استفاده قرار میگرفت در این حالت برای کلیه آزمایشات دبی ورودی کانال را یکسان و برابر ۱۸ لیتر در ثانیه در نظر گرفته شد وبا توجه به اینکه ۵ نسبت دبی آبگیری مورد آزمایش قرار گرفت درکل با ۴ نسبت آبگیری آزمایشات انجام شد دبی های آبگیری به ترتیب برابر ۵,۴ و۶,۳ و ۷,۲ و۸,۱ و ۸,۵ لیتر بر ثانیه با نسبت ۳۰ و ۳۵ و ۴۰ و۴۵ و ۴۷ درصد در نظر گرفته شد.

آزمایشات کنترل رسوب

در تحقیق حاضر با توجه به کانال آزمایشگاهی دارای سیستم چرخه آب و رسوب نبود، لذا از روش تزریق رسوب روی بستر صلب استفاده گردید. با استفاده این تکنیک می توان نحوه حرکت رسوبات در قوس، چگونگی شکل گیری توپوگرافی بستر، مکانیسم ورود رسوبات به آبگیر و مکانیسم های مربوط به تغییر پارامترهای لوله گردابی روی خروج رسوبات ورودی به آبگیر را شناسایی و ردیابی نمود. بدین منظور کف کانال با استفاده از رنگ پودری (اسپری سفید)، رنگ آمیزی گردید تا حرکات رسوبات در حین آزمایش قابل مشاهده باشد

ساخت و طراحی دستگاه تزریق رسوب مورد استفاده در این پژوهش

با توجه به انواع مختلف آزمایشات کنترل رسوب که در قسمت قبل شرح داده شد در این تحقیق با توجه به بررسی های بعمل آمده در اینخصوص ترجیح داده شد از روش تزریق رسوبات بصورت اشباع استفاده گردد درنتیجه آزمایشات طراحی شده در این رساله در حالت بستر صلب همراه با تزریق رسوب انجام گرفت. لذا طراحی و ساخت یک دستگاه تزریق رسوب که رسوبات را با نرخ ثابت و بصورت یکنواخت در عرض کانال تزریق نماید، امری ضروری بود. پس از طراحی دستگاه آن را مورد آزمایش قرار دادیم که نتیجه کار رضایت بخش بود. در جدول ۲ مشخصات هیدرولیکی جریان در آزمایش های کنترل رسوب ارائه شده است.

جدول ۲ - مشخصات هیدرولیکی جریان در آزمایشهای کنترل رسوب

عدد فرود در کانال بالادست Fr	دبی انحرافی (Qm/Qd) =Qr	سرعت متوسط در کانال اصلی)s/Vm (m	دبی جریان)S/I(Qm	ارتفاع آب در کانال بالادست قوس hm (m)
۰,۴۲	۰,۳-۰,۴۷	۰,۳۷۵	۱۸	۰,۰۸

همانگونه که عنوان گردید، نرخ تزریق رسوب برابر با قدرت حمل جریان در کانال مستقیم بالادست قوس انتخاب
گردید. در نتیجه به دلیل ثابت بودن دبی جریان و بالطبع عدد فرود جریان در کانال اصلی در تمام آزمایشات، یک نرخ تزریق رسوب جهت کلیه آزمایشات استفاده شد که مطابق نتایج آزمایشات تزریق رسوب برابر ۱۵۱۰ سانتیمتر مکعب در دقیقه (حدود ۴ کیلوگرم در دقیقه یا ۶۷ گرم بر ثانیه) بدست آمد.

تجزیه و تحلیل داده ها

نحوه انجام آزمایش ها و اندازه گیری داده ها

هدف اصلی از ساخت و آزمایش مدل فیزیکی بررسی تاثیر پارامترهای مختلف طراحی لوله گردابی بر راندمان تله اندازی رسوب در آبگیرهای جانبی در قوس ۱۸۰ درجه رودخانه ها بر میزان آبشستگی دماغه آن می باشد. برای رسیدن به این هدف آزمایشهای متعددی بر روی مدل فیزیکی ساخته شده انجام شد.

کلیه آزمایشات در یک فلوم بطول ۱۸ متر، عرض ۰/۶ متر و ارتفاع ۰/۶ متر با شیب صفر در مدل طراحی و اجرا شده توسط محقق و همکاران در آزمایشگاه هیدرولیک سازمان آب وبرق خوزستان انجام شد. لوله هایی که در این مدل استفاده شد از جنس PVC می باشند. طول کانال ورودی تا ابتدای قوس ۶ متر در نظر گرفته شده تا جریان آرام برقرار شود همچنین در ابتدای کانال ورودی از یک آرام کننده جریان از جنس پوشال نیز استفاده شده است.جهت کنترل عمق جریان در فلوم و آبگیر، دریچه ای در پائین دست کانال خروجی و آبگیر نصب گردیده است و همچنین جهت اندازه گیری دبی در طول آزمایش از سرریز مثلثی استفاده شد. جریان آب پس عبور از دریچه وارد حوضچه ای به عرض ۱,۲۵ متر ،طول ۲,۵ متر و ارتفاع ۰,۸ متر می شود و پس از آن وارد منبع ذخیره ۱۴۰۰۰ لیتری شده و سپس جریان آب توسط پمپ شناور ۳ اینچی وارد مخزن ابتدایی فلوم به طول ۱,۵ متر و عرض ۱ متر و ارتفاع ۱,۵ متر شده و نهایتاً از سرریز مثلثی ۹۰ درجه عبور کرده و پس از قرائت دبی توسط پیزومتر مدرج تعبیه شده در کنار آن وارد فلوم شده و پس از عبور از پوشال ها و آرام شدن جریان وارد بازه مورد آزمایش شده و سپس توسط دریچه های کانال اصلی و آبگیر، در پائین دست فلوم کنترل می گردد. بطور کلی در این تحقیق متغیر ها شامل نسبت دبی آبگیری (۳۰ ، ۳۵ ، ۴۰ ، ۴۵ ، ۴۷,۲ درصد) زاویه قرار گیری لوله گردابی در کف آبگیر (60° و 70° ، 80° ، 90° =) می باشد. و ۴ نسبت عرض شکاف به قطر لوله ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۲۵ درصد و عمق آب8 cm ، ثابت در نظر گرفته شد .

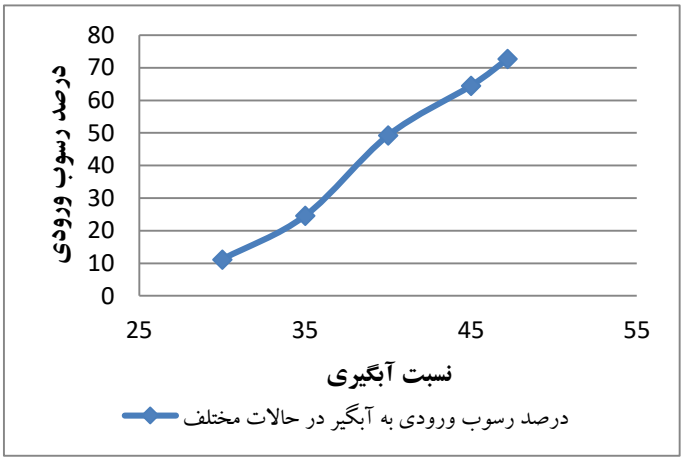
بررسی تاثیر دبی انحرافی جریان بر مقدار رسوبات ورودی به آبگیر

الف : عمق جریان در کانال اصلی ثابت (در تمام آزمایش ها ۸ سانتیمتر)

ب : دبی های انحرافی (دبی آبگیری) ۳۰ ، ۳۵ ، ۴۰ ، ۴۵ و ۴۷ درصد از دبی کانال اصلی

جهت بررسی تاثیر دبی آبگیری بر مقدار رسوب وارد شده به آبگیر در قوس ۱۸۰ درجه رودخانه ها، با استفاده از ۵ نسبت آبگیری مقدار رسوب ورودی به

آبگیر بررسی شد . نتایج نشان داد با افزایش نسبت آبگیری مقدار رسوب ورودی به آبگیر بصورت غیر خطی افزایش می یابد. لازم بذکر است طی بررسی های بعمل آمده مشخص شد درصد آبگیری به تنهایی عامل ورود رسوبات به آبگیر نبوده و عامل دیگری نیز تاثیر بسزایی دارد بطوریکه در یک نسبت آبگیری ثابت و با ثابت بودن شرایط هیدرولیکی در کانال اصلی، با کاهش عمق آب در آبگیر (افزایش فرود آبگیر) مقدار رسوبات ورودی به آبگیر افزایش چشمگیری داشته اند که این امر به دلیل افزایش سرعت در ورودی کانال آبگیر و بالطبع آن افزایش اختلاف سرعت در آبگیر و کانال اصلی بوده که خود باعث مکش رسوبات به سمت آبگیر شده است.البته بیان مطالب فوق دلیل بر کاهش اثر دبی آبگیری بر ورود رسوبات نخواهد بود زیرا در صورت وجود شرایط یکسان در کانال اصلی و یک عدد فرود ثابت جهت آبگیر با دو نرخ دبی آبگیری مختلف (بطور مثال دبی آبگیری ۷,۲ لیتر بر ثانیه با عمق آب ۵,۸ سانتیمتر و دبی ۸,۵ لیتر بر ثانیه با عمق آب ۶,۵ سانتیمتر هردو عدد فرود برابر ۰,۸۲ خواهند داشت) مقدار رسوبات ورودی به آبگیر در نسبت آبگیری بالاتر بطور محسوسی بیشتر است (شکل ۳).



شکل ۳ – درصد رسوب ورودی به آبگیر در نسبتهای آبگیری مختلف

همانگونه که در نمودار شکل ۳ مشخص است حداقل مقدار رسوب ورودی به آبگیر در نسبت آبگیری ۳۰ درصد با مقدار ۱۱,۱ و حداکثر آن در نسبت آبگیری ۴۷,۲ درصد با مقدار ۷۲,۷ درصد می باشد. لازم بذکراست این مقادیر در حالتی بدست آمده که اعداد فرود در نسبتهای ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۴۷,۲ به ترتیب برابر ۰,۵۲ ، ۰,۶۱، ۰,۷۸ ، ۰,۹۸ و ۱,۲ می باشند .

راندمان تله اندازی رسوب لوله گردابی

به منظور بررسی تأثیر هر یک از پارامترهای بی بعد (شامل نسبت دبی آبگیری، نسبت عرض شکاف به قطر لوله و زاویه قرارگیری لوله) بر راندمان تله اندازی رسوب در لوله گردابی، نمودارهای ۴ تا ۷ رسم شده اند.

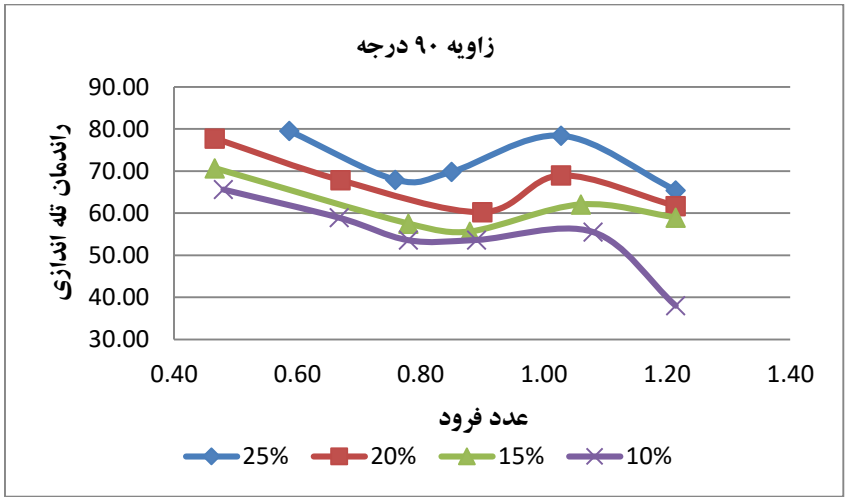
تاثیر شرایط هیدرولیکی اطراف لوله گردابی بر راندمان تله اندازی رسوب

یکی از پارامترهای بسیار مهم بر راندمان تله اندازی در لوله گردابی ، شرایط هیدرولیکی اطراف لوله می باشد بطوریکه محققین مختلف اذعان کرده اند که در شرایط هیدرولیکی خاصی راندمان تله اندازی رسوب حداکثر می باشد. لازم به ذکر است با توجه به وجود جریانهای ثانویه و همچنین وضعیت خطوط جریان در آبگیرهای جانبی در قوس ۱۸۰ درجه،

مکانیسم تاثیر لوله گردابی در آبگیرهای موجود در قوس رودخانه ها نسبت به رودخانه های مستقیم می تواند متفاوت باشد. با توجه به اینکه تاکنون تحقیقی در خصوص تاثیر لوله گردابی بر خروج رسوبات ورودی به آبگیرهای جانبی در قوس ۱۸۰ درجه صورت نگرفته است لذا نتایج این تحقیق به شکل زیر ارائه می شود. لازم به ذکر است در خصوص بررسی تاثیر شرایط هیدرولیکی جریان بر راندمان تله اندازی رسوب آزمایشهایی با ۵ نسبت آبگیری و ۴ زاویه قرارگیری لوله با ۴ نسبت عرض شکاف صورت پذیرفت که در زیر به ترتیب زاویه قرارگیری مورد بحث قرار می گیرند:

لوله گردابی با زاویه نصب ۹۰ درجه نسبت به جهت جریان

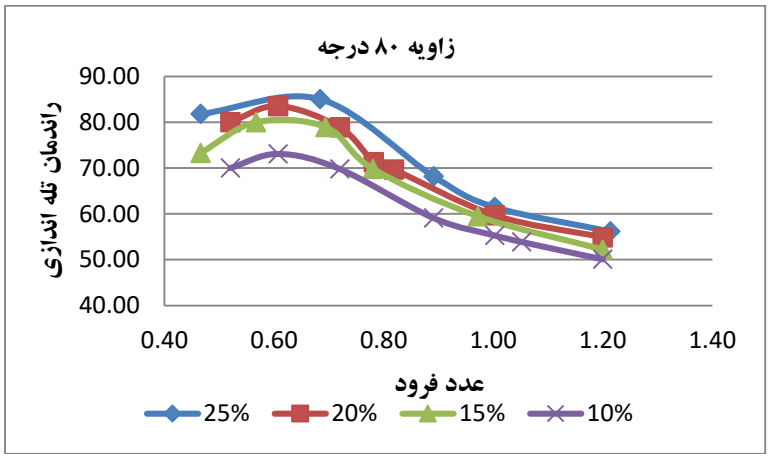
همانطور که در شکل ۴ مشخص است در لوله گردابی با زاویه نصب ۹۰ درجه از عدد فرود حدود ۰,۴۵ تا ۰,۸ راندمان تله اندازی ابتدا کاهش می یابد و پس از آن تا فرود ۱ (جریان بحرانی) افزایش یافته و سپس دوباره کاهش می یابد در این زاویه بیشترین راندمان تله اندازی ابتدا در فرود حدود ۰,۴۵ و بعد از آن در جریان بحرانی (فرود برابر ۱) اتفاق می افتد. در زاویه ۹۰ درجه به دلیل برخورد متقاطع جریان با امتداد شکاف قدرت سرعت مماسی ورودی به لوله از دیگر زوایا بیشتر است که می تواند باعث افزایش راندمان تله اندازی شود. البته این زاویه به دلیل سطح گشودگی لوله در برابر جریان کوچکتری که نسبت به دیگر زوایا دارد در این مورد راندمان کمتری نسبت به آن زوایا دارد.



شکل ٤ - تاثیر فرود جریان در نزدیکی لوله گردابی با زاویه نصب ۹۰ درجه بر راندمان تله اندازی رسوب در چهار نسبت عرض شکاف به قطر لوله (D/T)

لوله گردابی با زاویه نصب ۸۰ درجه نسبت به جهت جریان

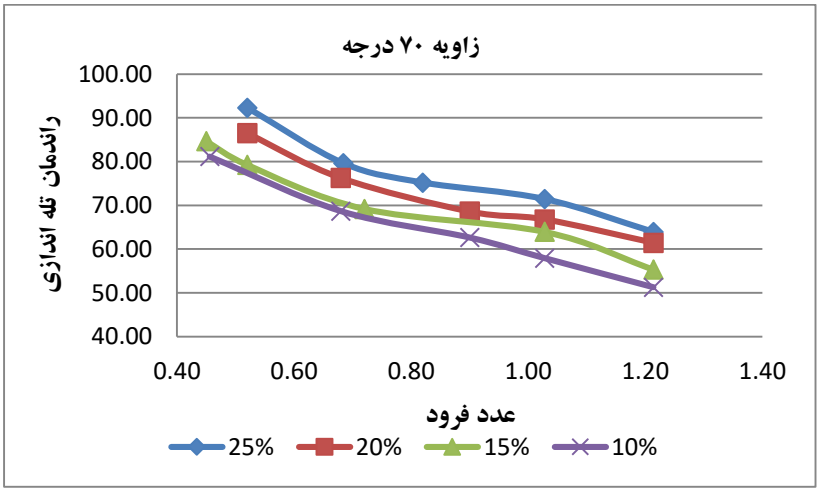
در این زاویه راندمان تله اندازی ابتدا از عدد فرود حدود ۰,۴۵ الی ۰,۶ افزایش یافته و در این شرایط راندمان تله اندازی حداکثر می باشد و پس از آن با افزایش عدد فرود جریان راندمان کاهش می یابد. بطور کلی بهترین راندمان تله اندازی در زاویه ۸۰ درجه نصب لوله در عدد فرود ۰,۶ اتفاق می افتد. در اینحالت در تمامی نسبتهای عرض شکاف به قطر لوله، راندمان تله اندازی بالاتر از ۷۰ درصد می باشد.



شکل ۵ - تاثیر فرود جریان در نزدیکی لوله گردابی با زاویه نصب ۸۰ درجه بر راندمان تله اندازی رسوب در چهار نسبت عرض شکاف به قطر لوله (D/T)

لوله گردابی با زاویه نصب ۷۰ درجه نسبت به جهت جریان

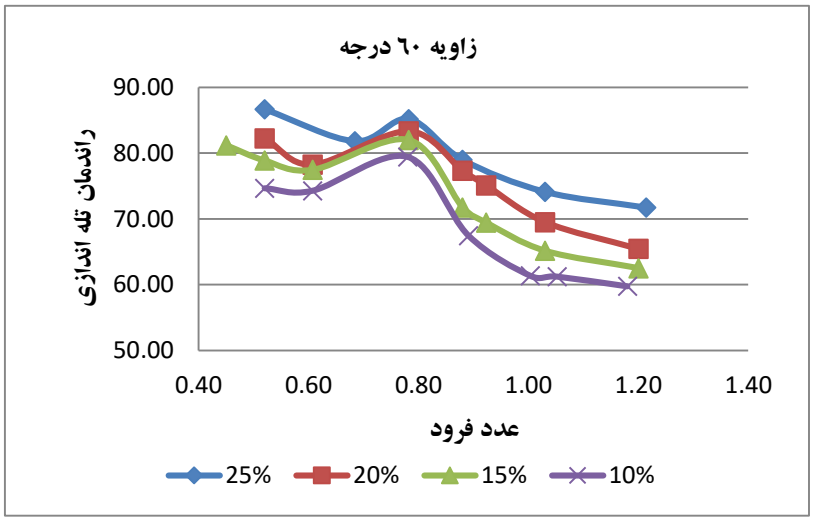
همانگونه که در نمودار شکل ۶ مشاهده می کنیم راندمان تله اندازی در این زاویه بطورکلی با افزایش عدد فرود کاهش می یابد در اینحالت بهترین راندمان تله اندازی در عدد فرود حدود ۰,۴۵ اتفاق می افتد که در تمامی نسبتهای عرض شکاف این راندمان تله اندازی بالای ۸۰ درصد می باشد.



شکل ٦ - تاثیر فرود جریان در نزدیکی لوله گردابی با زاویه نصب ۷۰ درجه بر راندمان تله اندازی رسوب در چهار نسبت عرض شکاف به قطر لوله (D/T)

لوله گردابی با زاویه نصب ٦۰ درجه نسبت به جهت جریان

در این زاویه مطابق نمودار شکل ۷ ابتدا از عدد فرود حدود ۰,۴۵ تا ۰,۶ راندمان تله اندازی کاهش و سپس این روند از فرود ۰,۶ الی ۰,۸ افزایش و پس از آن دوباره سیر کاهشی می یابد . در اینحالت بهترین راندمان تله اندازی رسوب ابتدا در عدد فرود حدود ۰,۴۵ و پس از آن در فرود حدود ۰,۸ اتفاق می افتد. در لوله گردابی با زاویه ۶۰ درجه در فرود حدود ۰,۸ در تمامی عرض شکافها راندمان تله اندازی بالای ۸۰ درصد می باشد.



شکل ۷ - تاثیر فرود جریان در نزدیکی لوله گردابی با زاویه نصب ۷۰ درجه بر راندمان تله اندازی رسوب در چهار نسبت عرض شکاف به قطر لوله (D/T)

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق را می توان به صورت زیر ارائه نمود:

الف- راندمان تله اندازی

با افزایش شرایط هیدرولیکی جریان در نزدیکی لوله (عدد فرود) راندمان تله اندازی در زوایای مختلف متفاوت خواهد بود بطوریکه بهترین راندمان تله اندازی در عدد فرودهای مختلف با توجه به زاویه قرارگیری لوله، اتفاق می افتد که بطور خلاصه به شکل زیر بیان میشود:

در زاویه ۹۰ درجه بهترین راندمان در عدد فرود ۰,۴۵ اتفاق افتاده است روند تغییرات راندمان تله اندازی نسبت به عدد فرود دراین زاویه به گونه ای است که ابتدا از عدد فرود حدود ۰,۴۵ تا ۰,۸ راندمان تله اندازی کاهش می یابد و پس از آن تا فرود ۱ (جریان بحرانی) افزایش یافته و سپس دوباره کاهش می یابد در این زاویه بیشترین راندمان تله اندازی ابتدا در فرود حدود ۰,۴۵ و بعد از آن در جریان بحرانی (فرود برابر ۱) اتفاق می افتد.

در زاویه ۸۰ درجه راندمان تله اندازی ابتدا از عدد فرود حدود ۰,۴۵ الی ۰,۶ افزایش یافته و در این شرایط راندمان تله اندازی حداکثر می باشد و پس از آن با افزایش عدد فرود جریان راندمان کاهش می یابد. بطور کلی بهترین راندمان تله اندازی در زاویه ۸۰ درجه نصب لوله در عدد فرود ۰,۶ اتفاق می افتد.

، بطورکلی میتوان گفت راندمان تله اندازی افزایش می یابد . اما بهترین راندمان تله اندازی با توجه به عدد فرود و زاویه نصب لوله متفاوت خواهد بود بطوریکه در عدد فرود کمتر از حدود ۰,۶ بهترین راندمان تله اندازی ، در زاویه ۷۰ درجه اتفاق افتاده است از عدد فرود ۰,۶ الی ۰,۷ بهترین زاویه قرارگیری زاویه ۸۰ درجه بوده و در فرودهای بالای ۰,۷ بهترین راندمان تله اندازی در زاویه قرارگیری ۶۰ درجه اتفاق افتاده است. لازم به ذکر است در فرودهای بالاتر از ۱ زاویه ۹۰ درجه راندمان بهتری دارد بطوریکه در فرود حدود ۱,۰۵ راندمان تله اندازی آن با راندمان تله اندازی زاویه ۶۰ درجه تقریبا برابر است.

ب- تاثیر نسبت آبگیری بر مقدار رسوب ورودی به آبگیر

همانگونه که پیش از این نیز مطرح شد با افزایش نسبت آبگیری مقدار رسوب ورودی به آبگیر افزایش می یابد البته این افزایش رسوب ورودی در صورتی

اتفاق می افتد که عمق جریان در آبگیر و کانال در آزمایشهای مختلف مساوی باشد. بطوریکه در نسبت آبگیری ثابت با افزایش نسبت فرود آبگیر به فرود کانال مقدار رسوبات ورودی به آبگیر افزایش می یابد و بالعکس.

منابع

۱-جعفر زاده،اسماعیل. ۱۳۷۱ . روشهای کنترل رسوب در شبکه های آبیاری و آبرسانی ، چاپ اول، انتشارات فرهنگ جامع.

۲- شفاعی بجستان، محمود. ۱۳۷۸ . هیدرولیک رسوب، چاپ دوم،دانشگاه شهید چمران اهواز.

۳- شفاعی بجستان، محمود. ۱۳۷۸ . درسنامه مدل های فیزیکی و هیدرولیکی،گروه آبیاری و آبادانی، دانشگاه شهید چمران.

4 .Atkinson Edmund .1995 .A Numerical Model for Predicting Sediment Exclusion at Intakes .HR Wallingford, Report OD, 130.

5 .Atkinson Edmund .1994 .Vortex-Tube Sediment Extractors .Journal of Hydraulic Engineering, Vol .120, No.10.

6 .Sanmuganthan K .1976 .Design of Vortex Tube Silt extractor, Report OD6, HR Walligford, Oxfordshire, UK.

7 .Sanmuganthan K and Lawrence P .1980 .Design of Vortex Tube Silt Extractors Proceedings of the International Conferenceon Water Ressources Development .1980 . Taiwan.

8 .ArvedJ.Raudkivi "Sedimentation :Exelution and reoval of sediment form diverted water" 1995.

9 .Dancy, Ag ."Stream sedimentation In Diverted Channal" ,M.S.Thesis, Iowa State College.Amos U.S.A 1947.

10 .Garde, RJ and Runyarujue "Mechanics of Sediment Transportaion" 1985.

11 .Razvan, E."River Intakes and Diversion Dams" Elsevier New York 1989

12. A.H. Sajedi, (2010), " Analytical study of the sediment formation using the SHARC computer model- A case study of the western water Intake in the Dez diversion weir in Dezful", Iran. M.Sc dissertation, I.Azad University, Dezful, Iran.

13. A.H. Sajedi, M. Mashal and N. Hedayat, (2010), "Analytical study of the sediment formation using the SHARC computer model- A case study of the western water Intake in the Dez diversion weir in Dezful", Iran. Proceedings of the National Conference in water, Soil, Plant and agricultural Mechanization, Islamic, Azad University, Dezful, Iran.

14. H. Shirin , N. Hedayat and H. Kiamanesh (2010), " Investigating the sedimentation process using the SHARC software- A case study of the in the Eastern water intake of the Dez Diversion Weir in Dezful", Proceedings of the National Conference in water, Soil, Plant and agricultural Mechanization, Islamic, Azad University, Dezful, Iran.