

تأثیر درصد بازشدگی لوله گردابی در راندمان تله اندازی رسوب در دانه‌بندی مختلف

علی عصاره*^۱، سینا جمشیدی اورک^۲

۱-استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران ali_assareh_2003@yahoo.com

۲-کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۴

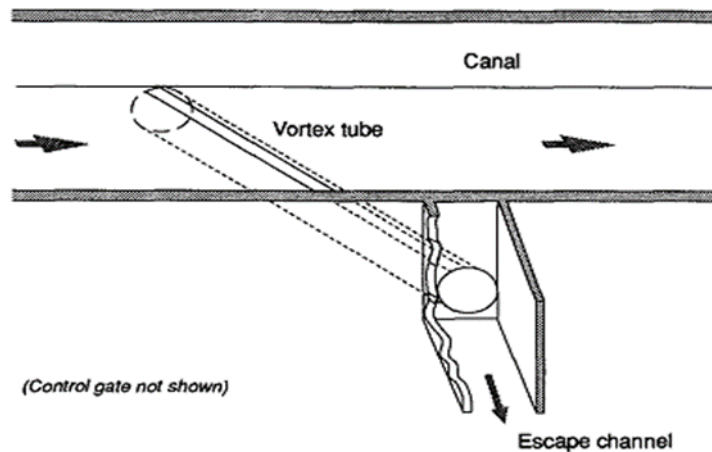
چکیده

با توجه به اینکه متغیرهای زیادی در میزان تله‌اندازی رسوب و میزان تلفات آب لوله گردابی موثر هستند، این تحقیق با هدف بررسی عملکرد لوله گردابی در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. ۴ نسبت عرض شکاف لوله به قطر لوله (t/d) ، ۱۵/۰، ۲۰/۰، ۲۵/۰ و ۳۰/۰، ۳ دانه‌بندی D1 (ذرات عبور نموده از الک ۸ و باقیمانده بر روی الک ۱۰)، D2 (ذرات عبور نموده از الک ۱۶ و باقیمانده بر روی الک ۲۰) و D3 (ذرات عبور نموده از الک ۲۰ و باقیمانده بر روی الک ۳۰)، در زاویه قرارگیری ۴۵ درجه با دبی‌های متفاوت انتخاب شد. نتایج تحقیق نشان داد چنانچه منطقه‌ای با مشکل کم آبی و مشکل تأمین آب مواجه نبوده و جلوگیری از ورود رسوب به سیستم بر تأمین آب ارجح باشد، گزینه مطلوب تر $t/d = ۰/۳$ می‌باشد؛ و لیکن چنانچه در منطقه‌ای تأمین آب بسیار حائز اهمیت بوده و اساساً کم آبی وجود داشته باشد؛ گزینه بهتر $t/d = ۰/۲۵$ می‌باشد.

کلمات کلیدی: لوله گردابی، تله اندازی، درصد بازشدگی، رسوب، عدد فرود.

یکی از نکات مهم در طراحی آبگیر این است که شرایطی فراهم شود تا آب منحرف شده توسط آبگیر، دارای حداکثر دبی جریان و حداقل رسوب باشد [۲]. معمولاً تلاش می‌گردد تا از ورود رسوبی که به صورت بار بستر در رودخانه‌ها حرکت می‌کند، به آبگیر جلوگیری شود [۳]؛ روش‌هایی چون افزایش تراز کف آبگیر، نصب دیواره‌های کف یا صفحات مستغرق برای دور کردن رسوب از محل دهانه آبگیر، حوضچه رسوبگیر و استفاده از لوله گردابی از جمله این روش‌ها است [۱]. حتی با طراحی این سازه‌ها و با توجه به ثابت بودن رقوم این سازه‌ها و بر عکس متغیر بودن شرایط هیدرولیکی بخصوص در مواقع سیلابی که حجم رسوب زیادی به همراه دارد، امکان ورود رسوب بستر در زمان‌های سیلابی به آبگیر قطعی است. لذا طراحی سازه‌های ساده و مقرون به صرفه که بتواند رسوب بستر را جدا و مجدداً به رودخانه هدایت کند الزامی است [۴]. بی‌توجهی به رسوبات ورودی به آبگیرها موجب انتقال آنها به داخل تاسیسات شده و مشکلات زیادی را در نتیجه حمل رسوبات و یا ته‌نشین شدن آنها در قسمت‌های مختلف بوجود می‌آورد [۱۳]. رسوبات قابل انتقال به میزان زیادی بستگی به مقدار رسوبات موجود در حوضه آبریز و خصوصیات رودخانه دارد [۱۴]. در صورتی که در قسمت‌هایی از سیستم انتقال به‌ویژه در سیستم‌هایی که آب به‌صورت ثقلی منتقل می‌شود، سرعت جریان کم

باشد، بطوریکه جریان آب نتواند مواد منتقل شده را در حالت معلق نگه دارد، رسوبات اضافی در کانال‌ها ته‌نشین می‌شوند [۵]. این عمل از محل آبگیر شروع و به تدریج در تمام سیستم گسترش می‌یابد. در اثر رسوب - گذاری شیب کانال‌ها به هم خورده و با بالا آمدن رقوم کف کانال، ارتفاع آزاد آنها کم شده و بالاخره ظرفیت آبرسانی کاهش می‌یابد. به همین خاطر کنترل رسوب در ورودی آبگیرها از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از شیوه‌های نوین رسوبگیری از جریانات رودخانه‌ای استفاده از لوله گردابی است که به دلیل داشتن ابعاد کوچک در مقایسه با حوضچه‌های رسوبگیر مستطیلی متعارف، اقتصادی‌تر بوده و می‌تواند بطور مداوم مورد بهره‌برداری قرار گیرد. این روش کنترل رسوب، بر اساس استفاده از نیروی جریان چرخشی و نیروی ثقل ذرات رسوب بوجود آمده است. این نوع رسوبگیر در مواقعی که غلظت بار کف زیاد است، به منظور شستشوی مداوم رسوبات به کار می‌رود و قسمت اصلی آن از لوله یا مجرای افقی تشکیل می‌شود که در داخل و زیر کف کانال تعبیه شده و رسوبات نزدیک کف کانال را به خارج از آن منتقل می‌کند. سپس این جریان به یک حوضچه رسوبگیر، زهکش و یا رودخانه تخلیه می‌شود. شکل شماره (۱) نمایی از رسوبگیر گردابی را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمایی از لوله رسوبگیر گردابی (vortex tube)

جریان $280 \text{ m}^3/\text{s}$ ($1000 \text{ ft}^3/\text{s}$) بکار برده می-شود [۹]. رایبسون (۱۹۶۲) و احمد (۱۹۶۲) عدد فرود $0/8$ را در کانال پیشنهاد دادند [۶]. پارشال (۱۹۵۲) مشاهده کرد که کمترین کارایی هنگامی که عدد فرود ۱ می باشد رخ می دهد. آتکینسون (۱۹۹۴) با تحقیقاتی که بر روی زاویه قرارگیری لوله (θ) و نسبت عرض شکاف لوله به قطر لوله ($\frac{t}{d}$) انجام داد، نشان داد که سرعت مماسی درون لوله هنگامی ماکزیمم خود را دارد که لوله با زاویه ۹۰ یا نزدیک آن نسبت به مسیر جریان قرار گیرد و نسبت ($\frac{t}{d}$) کم باشد [۷]. (حدود $0/3$ یا کمتر). گرمسیری و همکاران نشان دادند با قرار دادن مانع در جلوی لوله گردابی راندمان تله اندازی کاهش می-یابد [۵]. با توجه به اینکه متغیرهای زیادی در میزان تله-اندازی رسوب و میزان تلفات آب لوله گردابی موثر هستند؛ این تحقیق با هدف بررسی عملکرد لوله گردابی در شرایط آزمایشگاهی با ۴ نسبت عرض شکاف لوله به قطر لوله، ۳ دانه بندی مختلف، در زاویه قرارگیری ۴۵ درجه با دبی های متفاوت انجام شد.

رسوبگیر ورتکس را می توان در نزدیکی تأسیسات آبیگری و یا در فاصله کافی در پایین دست تأسیسات که در آنجا توزیع رسوبات به حالت تعادل رسیده قرار داد. ایده استفاده از رسوبگیر لوله، تحت شرایط محیطی مناسب، نسبت به روش های مختلف کنترل رسوب دارای امتیازاتی می باشد و کارایی بیشتری دارد، چون تمام کارها در یک مقطع کاملاً کنترل شده انجام می-گیرد. در این سازه آب تحت یک زاویه ای وارد رسوبگیر ورتکس شده و گرداب نیرومندی در محور لوله ایجاد می کند و جریان گردابی ایجاد می شود. جریان داخل لوله بوسیله دریچه ای در پایین دست کنترل شده و از آنجا به داخل یک کانال تخلیه می شود. رسوبگیر ورتکس در مواقعی که بار معلق کم و بار کف قابل ملاحظه باشد، کارایی بالایی را نشان می دهد. با وجود این حتی در مواقعی که بار معلق زیاد و غالب بوده راندمان های خوبی در مورد آن ثبت شده است. پارشال (۱۹۵۱) را می توان مبتکر این طرح دانست. بلنچ (۱۹۵۲) بیان کرد که رسوبگیر ورتکس برای کانال های بزرگ با ظرفیت حمل

مواد و روش‌ها

جریان از مخزن هوایی آزمایشگاه سرریز نموده است، شیرفلکه ورودی آب به فلوم را باز نموده تا آب وارد کانال اصلی شود. شیر ورودی آنقدر باز می‌شد تا بطور تقریبی دبی مورد نظر را تامین کند. پس از مدتی از برقراری جریان، دبی عبوری از فلوم ۱۳ متری، در پایین دست وارد حوضچه‌ای می‌گردید و مقدار آن بوسیله سرریز مثلثی با زاویه رأس ۶۰ درجه اندازه‌گیری شد. جریان خروجی از لوله شکاف‌دار نیز که از طریق فلوم ۳/۵ متری به مخزن زمینی منتقل می‌گردید، بوسیله سرریز مثلثی با زاویه رأس ۹۰ درجه اندازه‌گیری شد. شکل (۲) نمایی از سرریز ۹۰ درجه را نشان می‌دهد.

آزمایش‌های این تحقیق، در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، واقع در منطقه چنیبه، برای بررسی تاثیر درصد بازشدگی لوله گردابی در راندمان تله‌اندازی رسوب در دانه‌بندی مختلف در ۴ مقدار t/d مختلف و در ۴ دبی متفاوت، در فلومی به طول ۱۳ متر، عرض ۵۰ و عمق ۶۰ سانتی‌متر، برنامه‌ریزی گردید. برای انجام آزمایش‌های هیدرولیکی، ابتدا برای اینکه جریان آب در فلوم‌ها شفاف و قابل مشاهده باشد، مسیر گردش آب کاملاً تمیز گردید و سپس با استفاده از تانکر حمل آب، مخزن زمینی آبگیری شد. بعد از هواگیری، پمپ اصلی فلوم روشن شده و پس از مدتی و اطمینان از اینکه



شکل ۲- سرریز ۹۰ درجه اندازه‌گیری دبی خروجی از لوله گردابی

نصب شده در بدنه فلوم و همچنین عمق سنج میلی-متری برداشت می‌گردید. با توجه به محدودیت‌های موجود در آزمایشگاه و آبدهی پمپ، آزمایش‌ها با دبی حداکثر و حداقل به ترتیب ۲۰ و ۱۰ لیتر بر ثانیه انجام گرفت. در این تحقیق برای بررسی تاثیر نسبت بازشدگی لوله گردابی به قطر لوله (t/d) در راندمان تله‌اندازی رسوب، ۴ دبی ورودی ۱۰، ۱۳، ۱۵ و ۲۰ لیتر بر ثانیه و

مجموع ۲ دبی فوق، دبی ورودی به فلوم می‌باشد که در صورتیکه با دبی مورد نظر تفاوت داشت شیر ورودی مقداری باز یا بسته می‌شد تا دبی برابر دبی مورد نظر گردد. با اطمینان از ثابت شدن جریان مجدداً دبی در پایین دست فلوم و دبی رد شده از آبگیر اندازه‌گیری می‌شد در همین شرایط عمق جریان آب در بالادست، ابتدا، انتها و پایین دست لوله گردابی به وسیله خط‌کش‌های

بر روی الک ۲۰) و D3 (ذرات عبور نموده از الک ۲۰ و باقیمانده بر روی الک ۳۰) بود که در لایه‌ای به ضخامت تقریبی ۳ سانتی‌متر برای انجام آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری رسوبات انحرافی، در انتهای هر آزمایش از یک صفحه مشبک که قطر شبکه آن از قطر ذرات کمتر بود استفاده گردید (شکل ۳). سپس رسوبات خشک و توسط ترازوی دیجیتالی در شرایط آزمایشگاهی وزن گردید.

با نسبت t/d برابر ۱۵/۰، ۲۰/۰، ۲۵/۰ و ۳۰/۰، برنامه ریزی گردید و مقادیر دبی انحرافی و عمق آب در نقاطی که قبلاً گفته شد، اندازه‌گیری شد. به منظور آرام کردن جریان ورودی از پمپ به فلوم از لوله مشبک جهت مستهلک کردن انرژی آب استفاده شده است. رسوبات بکار رفته در این آزمایش متشکل از سه دانه‌بندی شامل: D1 (ذرات عبور نموده از الک ۸ و باقیمانده بر روی الک ۱۰)، ذرات D2 (عبور نموده از الک ۱۶ و باقیمانده



شکل ۳- لوله خروجی دبی و رسوب انحرافی و جمع آوری رسوب

کرده، سپس رسوبات خشک و توسط ترازوی دیجیتالی در شرایط آزمایشگاهی وزن گردید.

برای اندازه‌گیری رسوب عبوری (که تله اندازی نشده)، در انتهای هر آزمایش، رسوبات ته‌نشین شده در کف کانال اصلی و رسوبات وارد شده به سیستم را جمع آوری

نتایج و بحث

سیستم و رسوبات باقیمانده بر حسب کیلوگرم اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جداول (۱) تا (۴) آورده شده است.

بطور کلی در آزمایشات انجام شده دبی انحرافی، دبی خروجی و دبی کل بر حسب لیتر بر ثانیه و همچنین رسوبات انحرافی (تله اندازی شده)، رسوبات ورودی به

جدول ۱- نتایج دبی و رسوب برای (t/d) برابر ۰/۱۵

we	Te	Qst	Qso	Qsi	Qt	Qo	Qi			
درصد تلفات آب	درصد رسوب انحرافی	مجموع رسوبات (kg)	وزن رسوبات انتهایی (kg)	وزن رسوبات انحرافی (kg)	دبی کل (L/S)	دبی انتهایی (L/S)	دبی انحرافی (L/S)	الک	عدد فرود (Fr)	ردیف
۹/۳۴	۶۱/۶۸	۱/۱۸	۰/۴۵	۰/۷۲	۱۰	۹/۰۶	۰/۹۳	D1		۱
۹/۳۴	۷۱/۷۵	۳/۶۶	۱/۰۳	۲/۶۲	۱۰	۹/۰۶	۰/۹۳	D2	۰/۴۳	۲
۹/۸۱	۷۳/۳۷	۵/۷۷	۱/۵۳	۴/۲۳	۱۰	۹/۰۱	۰/۹۸	D3		۳
۷/۹۲	۶۵/۳۴	۳/۵۵	۱/۲۳	۲/۳۲	۱۳	۱۱/۹۷	۱/۰۳	D1	۰/۵۶	۴
۷/۸۳	۷۴/۷۹	۶/۰۶	۱/۵۲	۴/۵۳	۱۳	۱۱/۹۷	۱/۰۲	D2		۵
۸/۳۰	۷۶/۹۸	۷/۶۹	۱/۷۷	۵/۹۲	۱۳	۱۱/۹۲	۱/۰۸	D3		۶
۷/۲۰	۶۶/۷۵	۷/۹۲	۲/۶۳	۵/۲۸	۱۵	۱۳/۹۲	۱/۰۸	D1	۰/۶۵	۷
۷/۲۰	۷۵/۹۸	۱۱/۳۶	۲/۷۳	۸/۶۳	۱۵	۱۳/۹۲	۱/۰۸	D2		۸
۷/۵۴	۷۸/۱۹	۱۲/۵۲	۲/۷۳	۹/۷۹	۱۵	۱۳/۸۶	۱/۱۳	D3		۹
۵/۹۲	۶۰/۷۱	۸/۳۲	۳/۵۲	۵/۰۲	۲۰	۱۸/۸۱	۱/۱۸	D1	۰/۸۷	۱۰
۶/۱۹	۶۹/۵۲	۱۱/۰۱	۳/۵۵	۷/۶۵	۲۰	۱۸/۷۶	۱/۲۳	D2		۱۱
۶/۴۸	۷۰/۲۹	۱۵/۲۳	۴/۵۲	۱۰/۷۰	۲۰	۱۸/۷۰	۱/۲۹	D3		۱۲
۷/۷۵	۷۰/۴۴				متوسط					

جدول ۲- نتایج دبی و رسوب برای (t/d) برابر ۰/۲۰

we	Te	Qst	Qso	Qsi	Qt	Qo	Qi			
درصد تلفات آب	درصد رسوب انحرافی	مجموع رسوبات (kg)	وزن رسوبات انتهایی (kg)	وزن رسوبات انحرافی (kg)	دبی کل (L/S)	دبی انتهایی (L/S)	دبی انحرافی (L/S)	الک	عدد فرود (Fr)	ردیف
۱۱/۷۵	۷۳/۶۴	۱/۷۱	۰/۴۵	۱/۲۶	۱۰	۸/۸۴	۱/۱۵	D1	.	۱
۱۲/۹۶	۸۷/۵۳	۵/۴۹	۰/۶۹	۴/۸۰	۱۰	۸/۷۰	۱/۲۹	D2	/۴۳	۲
۱۴/۱۲	۸۹/۷۸	۸/۳۷	۰/۸۵	۷/۵۲	۱۰	۸/۵۸	۱/۴۱	D3	.	۳
۱۱/۳۳	۷۹/۲۸	۶/۰۶	۱/۲۵	۴/۸۰	۱۳	۱۱/۵۲	۱/۴۷	D1	/۵۶	۴
۱۰/۸۶	۹۱/۵۰	۱۰/۱۱	۰/۸۵	۹/۲۵	۱۳	۱۱/۵۸	۱/۴۱	D2	.	۵
۱۱/۸۰	۹۳/۶۳	۱۰/۸۹	۰/۶۹	۱۰/۱۹	۱۳	۱۱/۴۶	۱/۵۳	D3	.	۶
۱۰/۲۳	۸۰/۲۵	۱۰/۷۸	۲/۱۲	۸/۶۵	۱۵	۱۳/۴۶	۱/۵۳	D1	/۶۵	۷
۹/۸۲	۹۲/۷۵	۱۳/۹۹	۱/۰۱	۱۲/۹۷	۱۵	۱۳/۵۲	۱/۴۷	D2	.	۸
۱۰/۲۳	۹۴/۰۵	۱۸/۸۸	۱/۱۳	۱۷/۷۵	۱۵	۱۳/۴۶	۱/۵۳	D3	.	۹
۷/۷۸	۶۸/۹۷	۱۵/۴۴	۴/۷۹	۱۰/۶۵	۲۰	۱۸/۴۵	۱/۵۴	D1	/۸۷	۱۰
۷/۹۹	۸۳/۱۲	۱۵/۰۳	۲/۵۳	۱۲/۴۹	۲۰	۱۸/۴۰	۱/۵۹	D2	.	۱۱
۸/۳۲	۸۸/۲۴	۱۸/۲۴	۲/۱۴	۱۶/۱۰	۲۰	۱۸/۳۳	۱/۶۶	D3	.	۱۲
۱۰/۶۰	۸۵/۲۲								متوسط	

جدول ۳- نتایج دبی و رسوب برای (t/d) برابر ۰/۲۵

ردیف	عدد فرود (Fr)	الک	دبی انحرافی (L/S)	دبی انتهایی (L/S)	دبی کل (L/S)	وزن رسوبات انحرافی (kg)	وزن رسوبات انتهایی (kg)	مجموع رسوبات (kg)	درصد رسوب انحرافی	درصد تلفات آب
۱		D1	۱/۲۹	۸/۷۰	۱۰	۲/۶۶	۰/۵۴	۳/۲۱	۸۲/۹۸	۱۲/۹۶
۲	۰/۴۳	D2	۱/۳۵	۸/۶۴	۱۰	۴/۱۷	۰/۳۳	۴/۵۰	۹۲/۶۵	۱۳/۵۳
۳		D3	۱/۴۷	۸/۵۲	۱۰	۵/۴۱	۰/۲۹	۵/۷۰	۹۴/۸۹	۱۴/۷۳
۴	۰/۵۶	D1	۱/۴۱	۱۱/۵۸	۱۳	۷/۵۰	۱/۵۳	۹/۰۳	۸۳/۰۵	۱۰/۸۶
۵		D2	۱/۴۷	۱۱/۵۲	۱۳	۱۰/۳۷	۰/۶۱	۱۰/۹۸	۹۴/۳۹	۱۱/۳۳
۶		D3	۱/۵۳	۱۱/۴۶	۱۳	۱۲/۱۰	۰/۵۰	۱۲/۶۰	۹۶/۰۱	۱۱/۸۰
۷	۰/۶۵	D1	۱/۴۷	۱۳/۵۲	۱۵	۱۰/۹۷	۱/۹۳	۱۲/۹۱	۸۴/۹۷	۹/۸۲
۸		D2	۱/۴۷	۱۳/۵۲	۱۵	۱۴/۹۷	۰/۷۸	۱۵/۷۶	۹۵/۰۲	۹/۸۲
۹		D3	۱/۵۹	۱۳/۴۰	۱۵	۱۸/۸۶	۰/۴۹	۱۹/۳۷	۹۷/۴۲	۱۰/۶۶
۱۰	۰/۸۷	D1	۱/۶۰	۱۸/۳۹	۲۰	۱۶/۳۲	۳/۹۷	۲۰/۲۹	۸۰/۴۲	۷/۹۹
۱۱		D2	۱/۴۲	۱۸/۵۷	۲۰	۲۱/۰۹	۲/۰۵	۲۳/۱۴	۹۱/۱۴	۷/۲۲
۱۲		D3	۱/۷۳	۱۸/۲۶	۲۰	۲۱/۵۱	۱/۵۶	۲۳/۰۷	۹۳/۲۳	۸/۶۵
									۹۰/۵۱	۱۰/۷۶

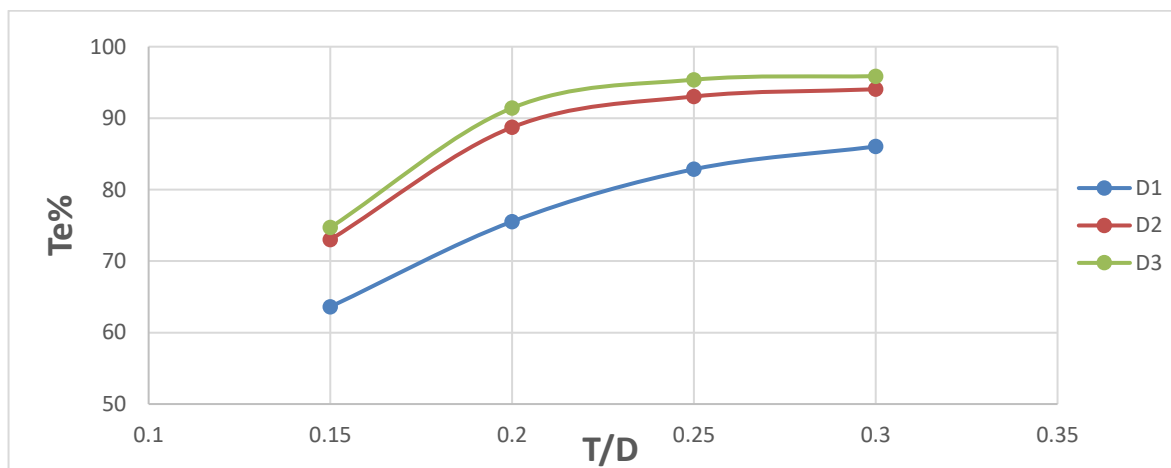
متوسط

جدول ۴- نتایج دبی و رسوب برای (t/d) برابر ۰/۳۰

we	Te	Qst	Qso	Qsi	Qt	Qo	Qi	عدد فرود (Fr)	ردیف
درصد تلفات آب	درصد رسوب انحرافی	مجموع رسوبات (kg)	وزن رسوبات انتہایی (kg)	وزن رسوبات انحرافی (kg)	دبی کل (L/S)	دبی انتہایی (L/S)	دبی انحرافی (L/S)	الک	
۱۶/۶۴	۸۵/۱۸	۳/۴۱	۰/۵۰	۲/۹۰	۱۰	۸/۳۳	۱/۶۶	D1	۱
۱۵/۹۹	۹۲/۵۸	۵/۱۹	۰/۳۸	۴/۸۱	۱۰	۸/۴۰	۱/۵۹	D2	۰/۴۳ ۲
۱۷/۹۹	۹۳/۶۵	۷/۶۱	۰/۴۸	۷/۱۳	۱۰	۸/۲۰	۱/۷۹	D3	۳
۱۲/۸۰	۸۷/۶۷	۸/۳۶	۱/۰۳	۷/۳۳	۱۳	۱۱/۳۳	۱/۶۶	D1	۰/۵۶ ۴
۱۲/۳۰	۹۵/۵۲	۱۰/۱۸	۰/۴۵	۹/۷۳	۱۳	۱۱/۴۰	۱/۵۹	D2	۵
۱۳/۵۳	۹۷/۳۱	۱۳/۸۴	۰/۳۷	۱۳/۴۷	۱۳	۱۱/۲۳	۱/۷۶	D3	۶
۱۱/۹۹	۸۹/۰۲	۱۳/۶۱	۱/۴۹	۱۲/۱۲	۱۵	۱۳/۲۰	۱/۷۹	D1	۰/۶۵ ۷
۱۱/۵۴	۹۵/۸۶	۱۴/۵۵	۰/۶۰	۱۳/۹۵	۱۵	۱۳/۲۶	۱/۷۳	D2	۸
۱۱/۹۹	۹۸/۱۰	۱۶/۹۱	۰/۳۸	۱۶/۵۹	۱۵	۱۳/۲۰	۱/۷۹	D3	۹
۹/۷۰	۸۲/۲۸	۲۱/۶۸	۳/۸۴	۱۷/۸۴	۲۰	۱۸/۰۵	۱/۹۴	D1	۰/۸۷ ۱۰
۹/۷۰	۹۲/۲۱	۲۳/۴۰	۱/۸۲	۲۱/۵۸	۲۰	۱۸/۰۵	۱/۹۴	D2	۱۱
۱۰/۰۷	۹۴/۴۵	۲۳/۱۶	۱/۲۸	۲۱/۸۷	۲۰	۱۷/۹۸	۲/۰۱	D3	۱۲
۱۲/۸۵	۹۱/۹۸					متوسط			

شکل (۴) نشان می‌دهد که راندمان تله‌اندازی با افزایش t/d افزایش می‌یابد و در تمام نسب بازشدگی‌ها به قطر لوله، در دانه‌بندی D3 بیشتر از دانه‌بندی D2 و رسوبات تله‌اندازی شده مربوط به دانه‌بندی D2 از دانه‌بندی D1 بیشتر می‌باشد. به عبارتی هرچه دانه‌بندی ریزتر می‌شود میزان راندمان تله‌اندازی افزایش می‌یابد. البته بنظر می‌رسد این نتیجه تا زمانی صادق خواهد بود که رسوبات بصورت بار بستر حرکت نمایند و در دبی‌های بالاتر پیش‌بینی می‌شود با معلق شدن ذرات، میزان تله‌اندازی ذرات ریزتر نسبت به ذرات درشت‌تر کاهش یابد.

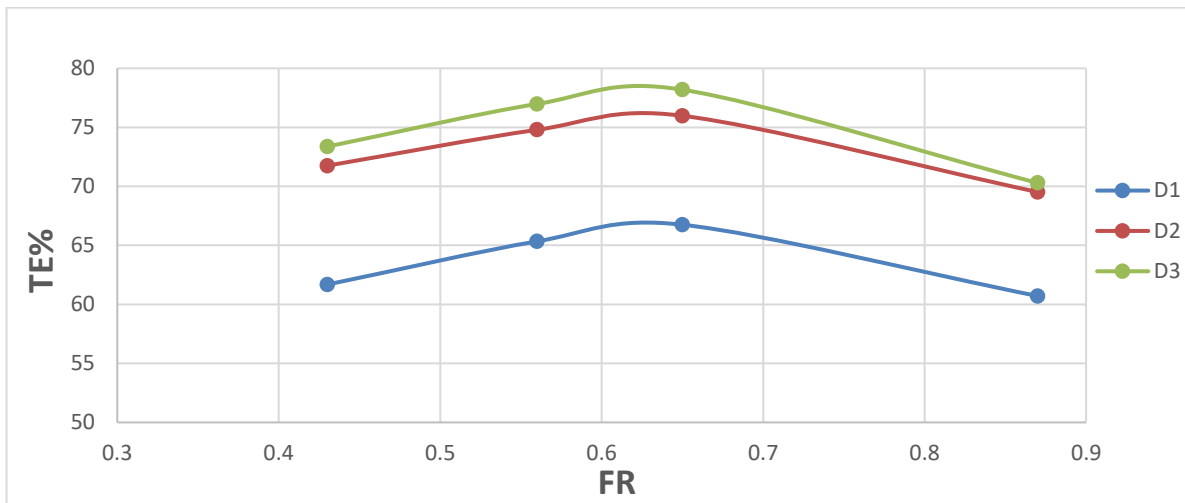
در بررسی نتایج که در جداول فوق ارائه شده است، با مقایسه میزان رسوبات تله‌اندازی شده در نسب بازشدگی‌های مختلف به قطر لوله می‌توان گفت، $t/d = 0/3$ ، با میزان متوسط تله‌اندازی ۹۱/۹۸ درصد (جدول ۴) $t/d = 0/25$ و با میزان متوسط تله‌اندازی ۹۰/۵۱ درصد (جدول ۳) بیشترین راندمان را دارند. کمترین راندمان هم مربوط به $t/d = 0/15$ با مقدار متوسط تله‌اندازی ۷۰/۴۴ درصد می‌باشد (جدول ۱). در این شاخص بیشترین راندمان مربوط به $t/d = 0/3$ و دانه‌بندی D3 با مقدار ۹۸/۱۰ درصد (جدول ۴) و کمترین راندمان مربوط به $t/d = 0/15$ و دانه‌بندی D1 با مقدار ۶۰/۷۱ درصد بدست آمد (جدول ۱). همچنین نتایج حاصله از



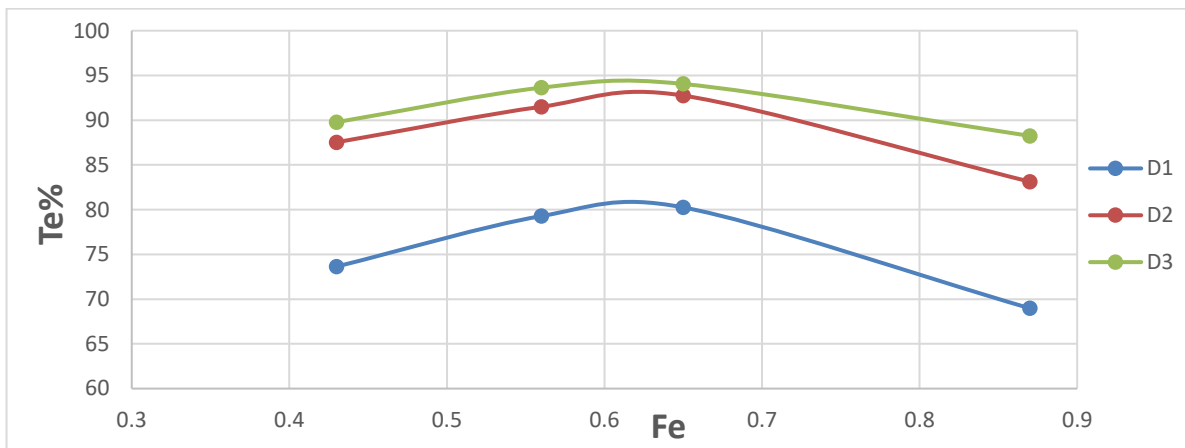
شکل ۴- تأثیر (t/d) بر درصد رسوب انحرافی (Te%)

سیستم لوله گردابی جهت انحراف و خروج رسوبات، یک مقدار دبی مورد نیاز است، با توجه به جداول فوق نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که بدون در نظر گرفتن دانه‌بندی کمترین تلفات آب مربوط به $t/d = 0/15$ به میزان ۷/۷۵ درصد و بیشترین تلفات آب مربوط به $t/d = 0/3$ به میزان ۱۲/۸۵ درصد است. این نتیجه با نتایج موذن و شفاعی (۲۰۰۳) همخوانی دارد.

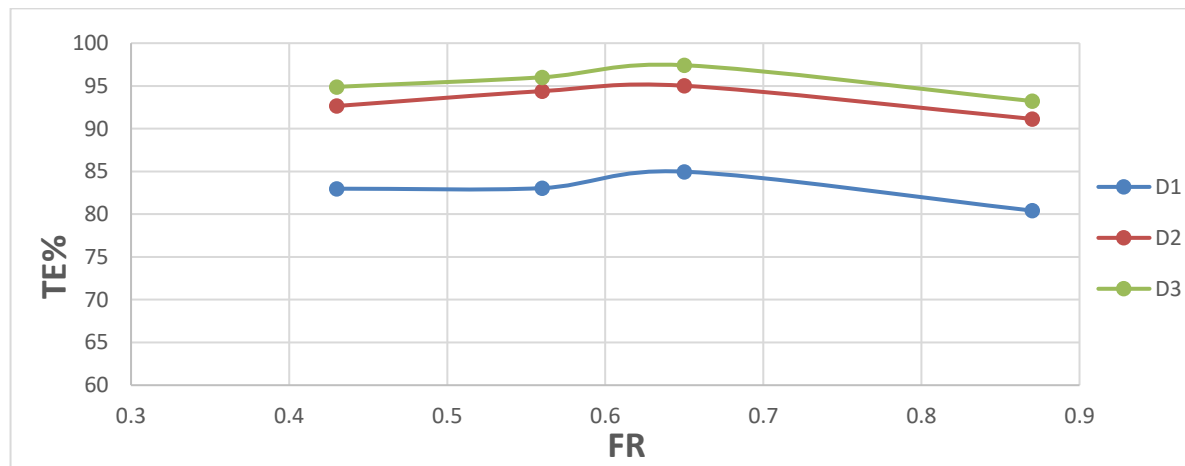
نتایج ارائه شده در شکل‌های (۵) الی (۸) نشان می‌دهد در تمام نسب بازشدگی‌ها به قطر لوله، راندمان تله‌اندازی با افزایش عدد فرود ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. بالاترین راندمان تله‌اندازی در عدد فرود ۰/۶۵ اتفاق افتاد که این نتیجه با نتایج موذن و شفاعی (۲۰۰۳)، جعفرپور (۱۳۹۲) همخوانی دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که در اعداد فرود بیشتر از ۰/۸ میزان تله‌اندازی به شدت کاهش می‌یابد. از آنجا که به‌طور طبیعی در



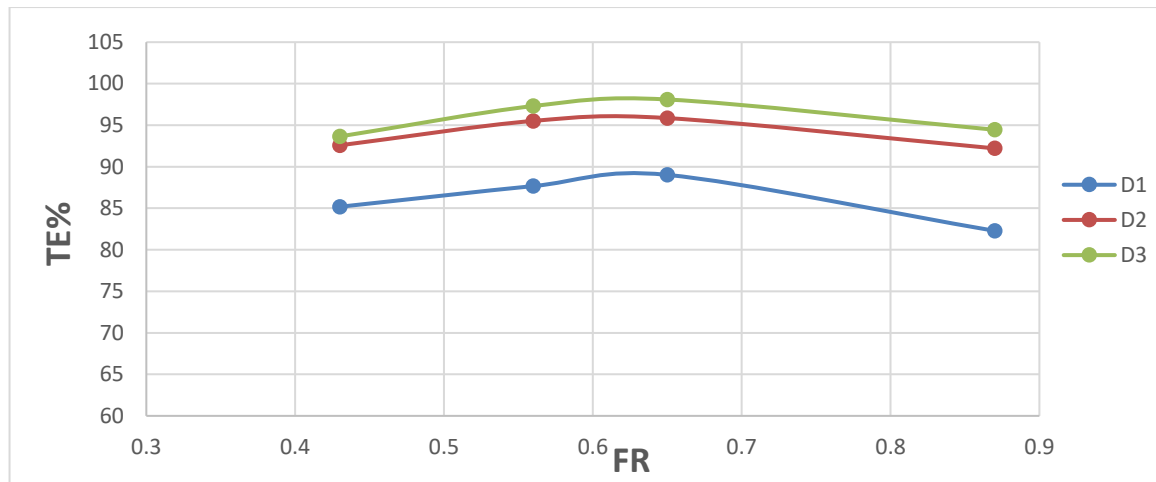
شکل ۵- تاثیر عدد فرود بر راندمان تله اندازی لوله گردابی در سه دانه بندی در $t/d = 0.15$



شکل ۶- تاثیر عدد فرود بر راندمان تله اندازی لوله گردابی در سه دانه بندی در $t/d = 0.20$



شکل ۷- تاثیر عدد فرود بر راندمان تله اندازی لوله گردابی در سه دانه بندی در $t/d = 0.25$



شکل ۸- تاثیر عدد فرود بر راندمان تله اندازی لوله گردابی در سه دانه بندی در $t/d = 0.30$

نتیجه گیری

که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد در تمام نسبت بازشدگی‌ها به قطر لوله، راندمان تله‌اندازی با افزایش عدد فرود ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. بالاترین راندمان تله‌اندازی در عدد فرود 0.65 اتفاق افتاد که این نتیجه با نتایج موذن و شفاعی (۲۰۰۳)، جعفرپور (۱۳۹۲) همخوانی دارد. پس چنانچه میزان هدر رفت آب، ملاک محدود کننده نباشد و به عبارتی در منطقه‌ای با مشکل کم‌آبی و مشکل تأمین آب مواجه نبوده و جلوگیری از ورود رسوب به سیستم بر تأمین آب ارجح باشد، گزینه مطلوبتر $t/d=0.3$ می‌باشد و لیکن چنانچه در منطقه‌ای تأمین آب بسیار حائز اهمیت باشد و اساساً کم‌آبی وجود داشته باشد گزینه بهتر $t/d=0.25$ می‌باشد.

این تحقیق با هدف بررسی عملکرد لوله گردابی در شرایط آزمایشگاهی با ۴ نسبت عرض شکاف لوله به قطر لوله (t/d)، 0.15 ، 0.20 ، 0.25 و 0.3 ، ۳ دانه‌بندی مختلف D1 (ذرات عبور نموده از الک ۸ و باقیمانده بر روی الک ۱۰)، D2 (ذرات عبور نموده از الک ۱۶ و باقیمانده بر روی الک ۲۰) و D3 (ذرات عبور نموده از الک ۲۰ و باقیمانده بر روی الک ۳۰)، در زاویه قرار-گیری ۴۵ درجه با دی‌های متفاوت انجام شد. با توجه به نتایج آزمایش با افزایش t/d درصد رسوبگیری (تله‌اندازی رسوب) روند افزایشی داشت. نتایج تحقیق مرادی نشان داد با افزایش نسبت عرض شکاف لوله به قطر آن راندمان تله‌اندازی افزایش می‌یابد [۱۱]. همچنین مرادی نشان داد درصد تلفات آب با افزایش نسبت عرض شکاف به قطر لوله به صورت محسوسی افزایش یافت؛

منابع

۱. آریان فر، ع.، م. شفاعی بجستان، ا. خسروجردی و بابازاده، ح. ۱۳۹۲. بررسی آزمایشگاهی تأثیر اندازه ذرات رسوبی و هندسه ورودی و خروجی بر راندمان حوضچه‌های تله‌اندازی رسوب. نشریه حفاظت آب و خاک، ۳(۱): ۱۷-۱.
۲. جعفرزاده، ا. ۱۳۹۲. رسوب و کنترل آن در آبگیرها. سومر نشر، ۱۴۶ صفحه.
۳. صادقی، س. ح.، ز. حزباوی، ح. یونسی و م. بهزادفر. ۱۳۹۲. روند تغییرات هدررفت خاک و غلظت رسوب بر اثر کاربرد پلی‌آکریل آمید. مجله حفاظت منابع آب و خاک، ۲(۴): ۶۷-۵۳.
۴. فلامکی، ا.، م. اسکندری، ع. بغلانی و س. ا. احمدی. ۱۳۹۲. مدل‌سازی بار رسوب کل رودخانه‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. مجله حفاظت منابع آب و خاک، ۲(۳): ۲۶-۱۳.
۵. گرمسیری، ا.، ح. ع. کشکولی، م. حیدرنژاد و ه. حسونی‌راده. ۱۳۹۸. بررسی راندمان تله‌اندازی رسوب در حالت قرارگیری یک مانع با شکل، ارتفاع و زاویه مختلف در بالادست لوله گردابی. علوم و مهندسی آبیاری، ۴۲(۳): ۱۴۶-۱۳۳.
6. Ahmad, M. (1958). Final recommendation from experiments of silt ejector of DG Kahn canal. Hydraulic research. IAHR.
7. Atkinson Edmund. 1994. Vortex-Tube Sediment Extractors. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 120, No10
8. Atkinson Edmund. 1995. A Numerical Model for Predicting Sediment Exclusion at Intakes. HR Wallingford, Report OD, 130.
9. Blench, T. 1952. Discussion of 'Model and Prototype studies of sand traps. by, R. L. Parshall. Trans., ASCE, 117, 213.
10. Moradi, A. (2013). Examining the effect of vortex tube on separation of sediments entering lateral intakes at 180 arcs of the rivers. PhD thesis, Islamic Azad University of Khuzestan p.145. (In Persian)
11. Muazzen, A. & Shafaei Bajestan, M. 2003. Evaluation of hydraulic flow in vortex tube desilter. M.A. thesis on irrigation facilities, Faculty of Agriculture, University of martyr Chamran.
12. Nick Mehr, S., Farhoudi, J., & Omid, M. H. 2010. Evaluation of Parameters Affecting Sediment Extraction of Vortex Tube with Controlled and Uncontrolled Discharge (free). Journal of Irrigation and Drainage. Spring 2010.
13. Shafai Bejestan M., Naser esfahani M. and Hekmat. 2012. Hydraulic flushing in box cross section conduits. Journal of environmental engineering and technology, 1 (1): 4-8.
14. Thinglas T. and D. Kaushal. 2008. Comparison of two and three dimensional modeling of invert trap for sewer solid management. Journal of Particuology, 6 (3) 176-184.

Effect of Gradation on Sediment Trapping Efficiency in Structures of Vortex Tube with Different Angles

Ali Asareh*¹, Sina Jamshidi Orak²

1-Assistant Professor, Department of Water Sciences and Engineering , Ahvaz branch, Islamic Azad university , Ahvaz , Iran. ali_assareh_2003@yahoo.com

2- Department of Water Sciences and Engineering , Ahvaz branch, Islamic Azad university , Ahvaz , Iran.

Abstract

Due to the fact that many variables are effective in the amount of sediment trapping and the amount of water loss in the eddy tube, this study was conducted to investigate the performance of the eddy tube in laboratory conditions. 4 ratio of pipe gap width to pipe diameter (t/d), 0.15, 0.20, 0.25 and 0.3, 3 granulation D1 (particles passing through sieve 8 and remaining on sieve 10), D2 (particles passing through sieve 16 and remaining on sieve 20) and D3 (particles passing through sieve 20 and remaining on sieve 30) were selected at a 45 degree angle with different flow rates. The results showed that if the area is not facing water shortage and water supply problems and preventing sediment from entering the system is preferable to water supply, $t/d = 0.3$ is a more desirable option; But if it is very important in water supply areas and there is basically water shortage; The better option is $t/d = 0.25$.

Keywords: *vortex tube, trapping, orifice percentage, sediment, the Froude number.*