



بررسی زمانی گسترش مخروط آبشستگی در رسوبشویی هیدرولیکی تحت فشار

محمد ابراهیم مشکاتی شه میرزادی^۱، امیر احمد دهقانی^۲، صمد امامقلی زاده^۳، ابولفضل مساعدی^۴

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

آستاذ یار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

آستاذ یار، گروه آب و خاک، دانشگاه صنعتی شاهرود

^۴دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

در چند دهه اخیر هر چند سد سازی از نظر کمی روند افزایشی داشته، ولی معضل رسوب گذاری همواره به عنوان مهمترین عامل در کوتاه کردن عمر مفید سدها مطرح بوده است و سدهای مخزنی زیادی بدلیل پرشدن از رسوب متروکه شده‌اند. رسوبشویی هیدرولیکی تحت فشار یکی از تکنیک های موثر برای رفع مشکل رسوب گذاری در مخازن سد می باشد، که تاثیر بسیار موضعی داشته و معمولاً برای خارج کردن رسوبات نهشته شده اطراف ورودی آبگیر نیروگاه بکار می رود. از آنجاییکه انجام رسوبشویی تحت فشار تا زمان تعادل باعث هد رفتن منابع آبی و همچنین موجب مشکلات زیست محیطی در پایین دست سد می گردد، لذا ضرورت بررسی زمانی نرخ رسوبات فرسایش یافته و شکل حفره آبشستگی احساس می شود. در این تحقیق مراحل شکل گیری حفره آبشستگی و تغییرات ابعاد حفره مورد بررسی قرار گرفت. بررسی زمانی توسعه مخروط آبشستگی برای شرایط هیدرولیکی مختلف نشان داد که الگوی کلی و مشترکی بر آن حاکم است. نتایج همچنین نشان می دهد که به ازای یک ارتفاع ثابت آب در مخزن و در یک زمان مشخص، میزان عمق آبشستگی برای دبی تخلیه بزرگتر، بیشتر است. در این حالت، در دبی های تخلیه بزرگتر مخروط آبشستگی زودتر به تعادل می رسد. همچنین در یک دبی ثابت و در یک زمان مشخص، میزان عمق آبشستگی در مقادیر کمتر ارتفاع آب در مخزن (عمق پایاب)، بیشتر بوده و زمان تعادل حفره برای مقادیر کمتر ارتفاع آب در مخزن کمتر است.

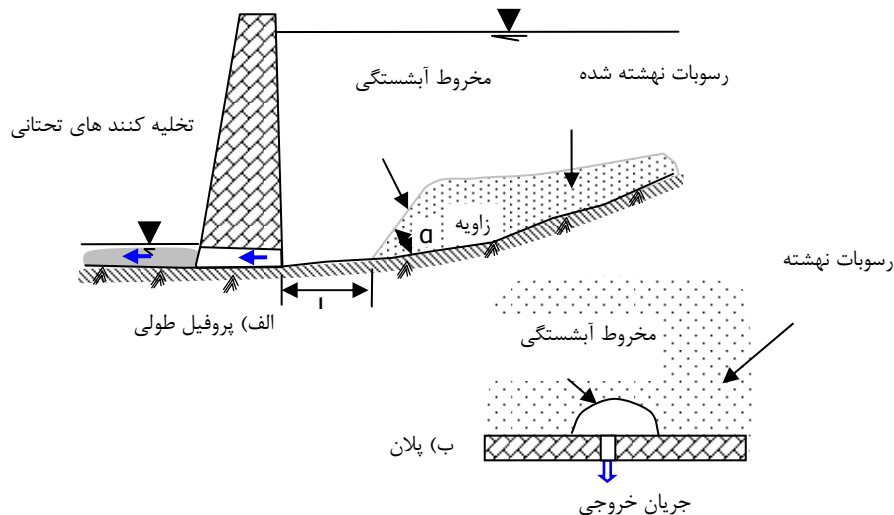
کلمات کلیدی: رسوب، آبشستگی، حفره آبشستگی، رسوبشویی هیدرولیکی، بررسی زمانی

۱. مقدمه

سدسازی از هزاران سال قبل، فنی شناخته شده بود و انسان به کمک آن سعی در حفظ منابع آبهای سطحی داشته است. در چند دهه اخیر هر چند سد سازی از نظر کمی روند افزایشی داشته، ولی معضل رسوب گذاری همواره به عنوان مهمترین عامل در کوتاه کردن عمر مفید سدها مطرح بوده است و سدهای مخزنی زیادی بدلیل پرشدن از رسوب متروکه شده‌اند [1]. برای رفع مشکل رسوب گذاری از تکنیک های مختلفی می توان استفاده نمود، از آن جمله میتوان به عملیات آبخیزداری و حفاظت خاک، عبور دهی جریان غلیظ، رسوبشویی هیدرولیکی، استفاده از سیستم کنار گذر برای جریان های غلیظ، لایروبی و سیفون کردن اشاره نمود. بکاربردن این روشها مستلزم شناخت کامل از توانایی ها و محدودیت شان می باشد [2].

رسوبشویی هیدرولیکی را میتوان به دو دسته اصلی رسوبشویی آزاد و تحت فشار طبقه بندی کرد [3]. رسوبشویی هیدرولیکی تحت فشار عبارت است از رسوبشویی بدون کاهش سطح آب، که سطح آب مخزن در تمام مدت انجام

رسوبشویی بالاتر از رقوم ارتفاعی تخلیه‌کننده تحتانی می‌باشد. این تکنیک تاثیر بسیار موضعی داشته و معمولاً تنها برای خارج کردن رسوبات نهشته شده اطراف ورودی آبنگورها بکار می‌رود. بهره‌برداری از این روش رسوبشویی با باز شدن دریچه‌های تحتانی آغاز می‌شود. در حین رسوبشویی سطح آب داخل مخزن تقریباً ثابت نگاه داشته می‌شود. پس از مدتی از انجام رسوبشویی، رسوبات در مجاورت دریچه‌های باز شده، شسته خواهند شد و آبشستگی قیفی شکل ایجاد می‌شود (مخروط رسوبشویی). شکل (۱) نمایی از مقطع عرضی و پلان را در رسوبشویی تحت فشار ارائه می‌دهد.



شکل ۱- شماتیکی از مقطع عرضی و پلان را در رسوبشویی تحت فشار

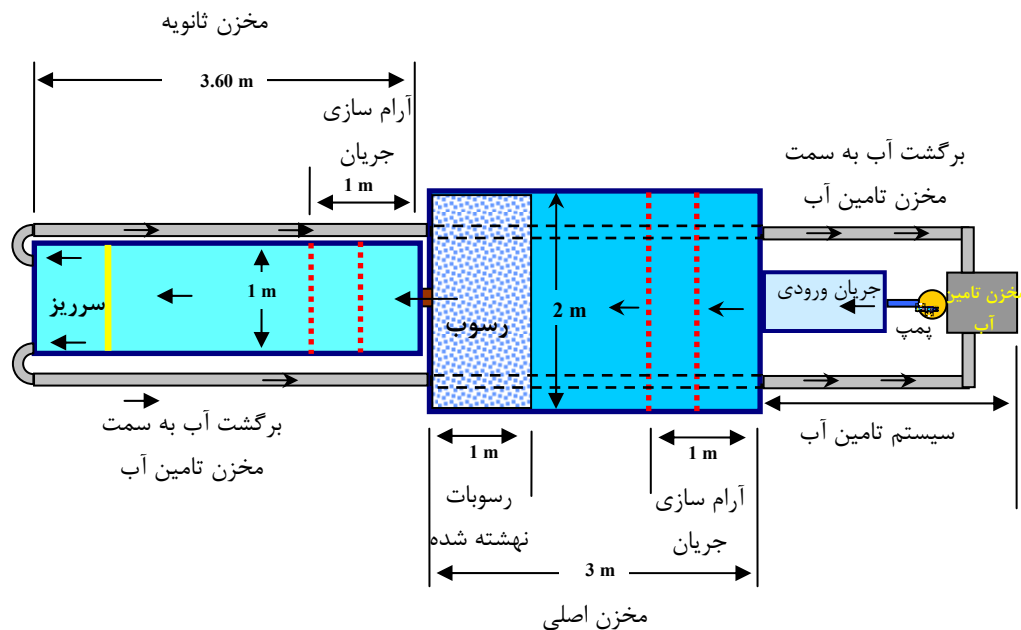
در زمینه رسوبشویی تحت فشار دانشمندان مختلفی به تحقیق پرداختند که از آن جمله میتوان به امامقلی زاده [4,5]، اسپورلینن [6]، لای و شن [7]، شن و همکاران [8]، دی‌سیلویو [9] و وایت و بتس [10] اشاره کرد. مطالعه سابقه تحقیق نشان میدهد که رسوبشویی هیدرولیکی تحت فشار یک روش بسیار موثر جهت جلوگیری از ورود رسوبات به داخل آبنگیر نیروگاه میباشد. به گونه ای که تشکیل مخروط آبشستگی و خالی شدن رسوبات از همسایگی دریچه تحتانی خطر ورود رسوبات درشت دانه به آبنگیر نیروگاه را به طور قابل ملاحظه ای کاهش میدهد [11]. اما تشکیل کامل مخروط آبشستگی و به تعادل رسیدن آن محدودیت هایی نیز به همراه دارد. از آن جمله آسیب شدید به اندوخته منابع آب در نتیجه حجم آب زیادی که طی این بهره برداری از سد خارج میگردد. همچنین مشکلات زیست محیطی شدیدی که پس از بهره برداری از عملیات رسوبشویی هیدرولیکی برای محیط زیست پایین دست سد بوجود می آید. در نتیجه، لزوم انجام تحقیقاتی در زمینه بررسی زمانی گسترش حفره آبشستگی به منظور دست یابی به الگوی کلی توسعه مخروط آبشستگی بسیار ضروری است. چنانچه فرایند رسوبشویی به گونه ای قبل از زمان تعادل آن پایان یابد به نحوی که آبنگیر های نیروگاه از خطر ورود ذرات رسوب بیمه شوند، کمترین خسارت به منابع آب و محیط زیست وارد می گردد. علی رغم پیشرفت های زیاد در زمینه شناخت فرایند رسوبشویی هیدرولیکی، اطلاعاتی در زمینه بررسی زمانی این موضوع وجود ندارد. در این تحقیق به کمک مدل آزمایشگاهی ساخته شده در آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، به بررسی کمی و کیفی گسترش حفره آبشستگی در حین رسوبشویی هیدرولیکی تحت فشار در شرایط هیدرولیکی مختلف پرداخته شده است.

۲. مواد و روش ها

۱.۲. مدل آزمایشگاهی

مدل آزمایشگاهی در نظر گرفته شده از سه قسمت کلی تشکیل شده است. سیستم تامین آب، مخزن اصلی و سرانجام مخزن ثانویه. سیستم تامین آب از یک مخزن زیر زمینی و یک پمپ تشکیل شده است که به کمک یک کانال مستطیلی ۱۱ متری آب را به ابتدای مخزن اصلی هدایت میکند. مخزن اصلی به شکل مکعب مستطیل با ابعاد ۳ متر طول، ۲ متر عرض و ۱/۵ متر ارتفاع میباشد. که در قسمت ورودی مخزن به کمک ۲ صفحه مشبک جریان ورودی به آن آرام میگردد. همچنین رسوبات در قسمت انتهایی مخزن، به ارتفاع ۴۰ سانتی متر از کف مدل انباشته شده اند. به منظور رسوبشویی، یک تخلیه کننده با مقطع دایره ای شکل (شیر ۱ اینچ) در خط مرکزی مقطع خروجی مخزن اصلی در نظر گرفته شد. از آنجاییکه زمان انجام رسوبشویی، مکش جریان آب در دهانه ورودی تخلیه کننده تحتانی موجب میشود مقداری از رسوبات پایین تر از کف دریاچه نیز شسته شوند، بدین منظور، رقوم ارتفاعی تخلیه کننده تحتانی ۱۵ سانتی متر بالاتر از رقوم کف مدل در نظر گرفته شد. در نتیجه ارتفاع رسوب بالاتر از رقوم کف تخلیه کننده تحتانی برابر با ۲۵ سانتی متر میباشد. برای انجام آزمایش ها از سیلیس به عنوان رسوب غیر چسبنده و یکنواخت با $d_{50} = 1 \text{ mm}$ و $\sigma = 1/25$ استفاده گردید.

رسوبات پس از خروج از تخلیه کننده تحتانی وارد مخزن مکعب مستطیل شکل (حوضچه ته نشینی رسوبات) با ابعادی به طول ۳/۶ متر، عرض ۱ متر و ارتفاع ۸۰ سانتی متر میشوند که در پایین دست مدل قرار داده شده است. به منظور اندازه گیری جریان خروجی از تخلیه کننده های تحتانی، از یک سرریز ۹۰ درجه در قسمت انتهایی مخزن ثانویه استفاده گردید. برای اندازه گیری جریان خروجی از تخلیه کننده های لازم بود جریان آرام و تلاطم آن از بین برده شود، بدین منظور از دو صفحه مشبک فلزی نیز در ابتدای مخزن ثانویه استفاده شده است. آب خروجی از مدل پس از اندازه گیری بوسیله ۲ لوله ۶ اینچ به مخزن تامین آب آزمایشگاه برگشت داده میشود. شکل (۲) نمایی شماتیکی از پلان مدل آزمایشگاهی و اجزاء تشکیل دهنده آن را ارائه می دهد.



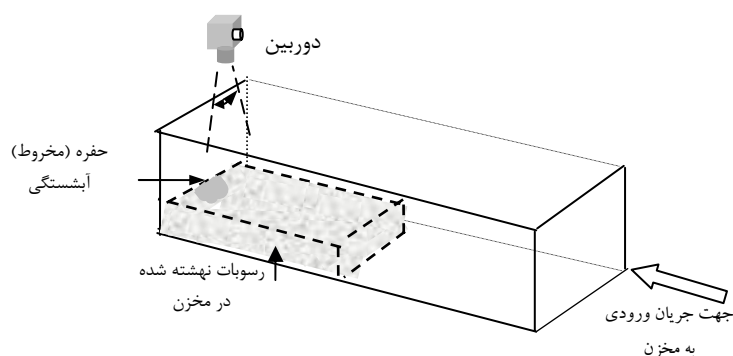
شکل ۲- شماتیکی از پلان مدل آزمایشگاهی

۲.۲. نحوه انجام آزمایش

برای انجام آزمایش ها، ابتدا رسوبات در کف مدل ریخته میشود. برای اینکه هوا در داخل رسوبات محبوس نگردد، قبل از ریختن رسوبات در مدل، ابتدا مقداری آب وارد مدل میگردد، سپس رسوبات بصورت لایه به لایه وارد مدل ریخته میگردد. به منظور متراکم کردن رسوبات ریخته شده در داخل مدل، با استفاده از یک قطعه چوب با سطح مقطع مستطیلی شکل به رسوبات ضربات منظمی وارد میشود. این عمل تا رسیدن ارتفاع نهایی رسوبات به اندازه ۴۰ سانتی متر ادامه می یافت که در انجام تمامی آزمایشات به صورت یکسان عمل میگردد. با روشن شدن پمپ آب وارد مدل میشود. پس از رسیدن ارتفاع آب داخل مدل به ارتفاع مورد آزمایش ($H_w = 110, 80, 50$ cm) تخلیه کننده های تحتانی باز میگردد و شیر تخلیه کننده تحتانی مناسب با دبی های ($Q_0 = 0.75$ و 0.5 ، 0.25 L/s) مورد آزمایش قرار می گرفت. از آنجا که هدف این مطالعه بررسی زمانی گسترش حفره آبستگي میباشد، آزمایش ها در پایان فواصل زمانی مختلف متوقف گردید. مثلاً برای شرایط هیدرولیکی مشخص $H_w = 110$ cm و $Q_0 = 0.25$ در زمان های ۵، ۱۰، ۳۰، ۵۰، ۸۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ ثانیه آزمایش متوقف و مقادیر طول، عرض و عمق حفره آبستگي برداشت شده است. سپس مجدداً سطح رسوب در ارتفاع ۴۰ سانتی متر هموار گردیده و مجدداً آزمایش برای زمان بعدی انجام شد. پس از پایان یافتن هر آزمایش، برای اینکه شکل مخروط رسوبی تغییر نکند و به صورت نهایی خودش باقی بماند، ابتدا دریچه تخلیه رسوبات بسته میشود. سپس برای تخلیه آب داخل مخزن از یک کف کش با دبی مکش ۵ لیتر بر ثانیه استفاده گردید آب داخل مخزن تا ارتفاع هم تراز رسوبات تخلیه میگردد و فقط آب داخل مخروط رسوبی باقی می ماند. سپس برای تخلیه آب داخل مخروط رسوبی، شیر تخلیه کننده انتهایی خیلی آرام باز می شد تا آب داخل مخروط بدون اینکه شکل مخروط تغییر پیدا کند، تخلیه گردد.

۳. نتایج و بحث:

بررسی کیفی گسترش زمانی ابعاد حفره آبستگي به کمک یک دوربین قرار داده شده در بالای مخزن اصلی انجام گرفته است. شکل ۳ شماتیکی از محل قرار گیری دوربین را نشان میدهد. توسط دوربین مورد نظر چگونگی گسترش مخروط آبستگي در حین رسوبی و تغییرات شکل کلی آن در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. بررسی زمانی توسعه مخروط آبستگي برای شرایط هیدرولیکی مختلف نشان داد که الگوی کلی و مشترکی بر آن حاکم است.

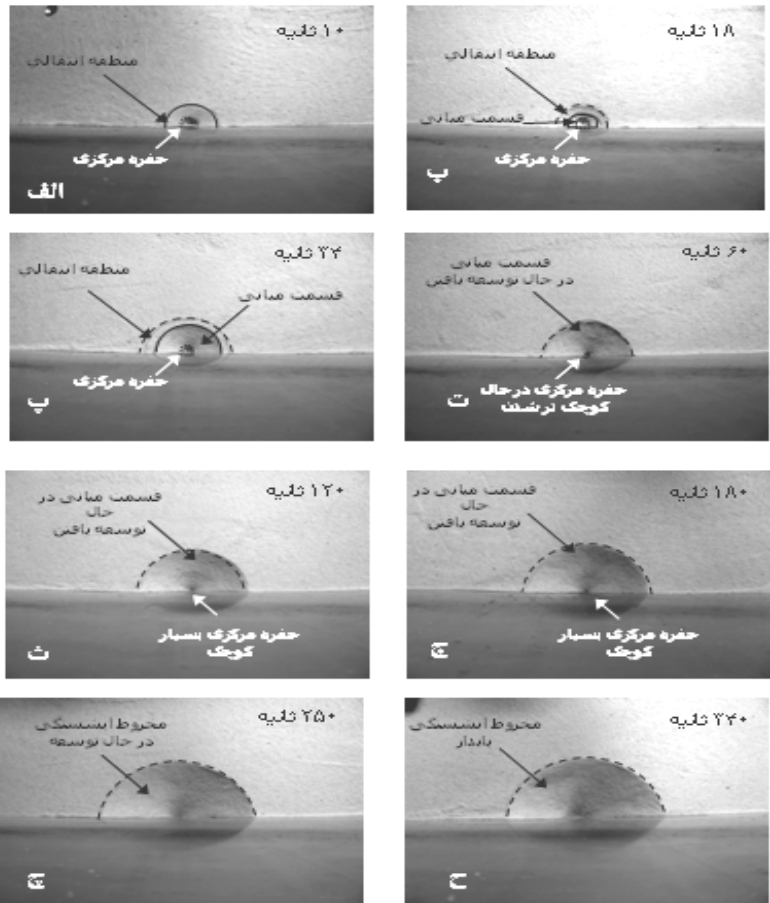


شکل ۳- شماتیکی از محل قرار گیری دوربین به منظور بررسی کیفی گسترش ابعاد حفره آبستگي

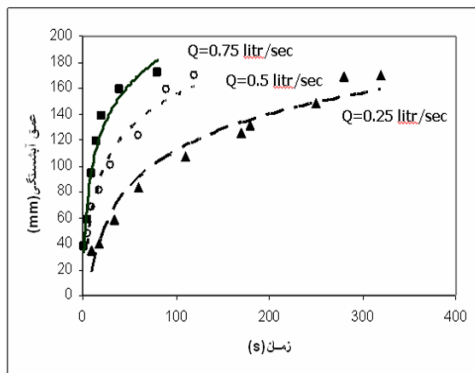
در آغاز رسوبی هیدرولیکی تحت فشار شکل کلی آبستگي دارای ۲ قسمت متمایز میباشد که در شکل ۴-الف توسط خط چین و خط توپر از همدیگر متمایز شده اند. شکل ۴-الف شکل حفره آبستگي در پایان ثانیه ۱۰ ام را نشان می دهد. حفره داخلی تر دارای شیب بسیار تند است که عمق حداکثر آبستگي نیز در این قسمت اتفاق

می‌افتد. قابل توجه است که این عمق حداکثر در مرکز این حفره فرورفته اتفاق می‌افتد و از جداره شیشه‌ای جلوی مدل قابل رویت نیست. در نتیجه عمقی که از دیواره شیشه‌ای جلوی مدل خوانده میشود به میزان $0/5$ تا $1/5$ سانتی متر بیشتر از عمق حداکثر آبشستگی میباشد. قسمت دوم که بین خطوط پر و خط چین قرار دارد شیب بسیار ملایم تری دارد که منطقه‌ای است انتقالی بین قسمت اول با شیب تند و قسمت بالادست که بدون تغییر باقی می‌ماند. با ادامه رسوبشویی و در گام زمانی دوم (۱۸ ثانیه) مشاهدات نشان داد که شکل کلی آبشستگی به سه قسمت مجزا، قابل تفکیک میباشد (شکل ۴-ب). در این گام زمانی حفره‌ی فرورفته اول (حفره مرکزی) با شیب تند بسیار کوچکتر شده است و از شیب تند آن کاسته شده است به گونه‌ای که شیب آن بسیار ملایمتر از گام زمانی قبل شده است. در این حالت حداکثر عمق آبشستگی چسبیده به دیواره اتفاق می‌افتد و آن عمقی که از قسمت شیشه‌ای جلو مدل دیده می‌شود برابر با عمق حداکثر آبشستگی است. قسمت دوم (قسمت میانی)، بخش اعظم حفره‌ی آبشستگی را به خود اختصاص داده است و دارای یک شیب متوسط می‌باشد. قسمت سوم نیز دارای شیب بسیار ملایمی است که حرکت رسوبات فرسایش یافته در این قسمت وجود دارد و اثرات شعاع تاثیر مکش دریچه تحتانی در آن کاملاً مشهود است. ذرات رسوب بستر از این قسمت جدا شده و وارده حفره مرکزی آبشستگی می‌شوند. با ادامه رسوبشویی شکل کلی مخروط مجدداً ۲ قسمتی میشود (شکل ۴-پ)، بطوریکه در پایان ثانیه‌ی ۳۴ ام حفره فرورفته مرکزی بسیار کوچکتر شده است و عمق حداکثر آبشستگی همان عمقی است که می‌توان از جلوی دیواره شیشه‌ای آن را مشاهده کرد. پس از این گام زمانی و تا رسیدن مخروط آبشستگی به تعادل، می‌توان گفت که شکل عمومی آبشستگی از یک قسمت تشکیل شده است. و شیب عمومی مخروط در جهت طول و جانب به صورت تدریجی افزایش می‌یابد تا به زاویه پایدار خود در شرایط استغراق برسد. در این حالت حفره مرکزی تقریباً از بین رفته است. سطح فوقانی حفره آبشستگی یک نیم دایره وسط افقی انتهای چاله آبشستگی یک نیم بیضی می‌باشد و این موضوع با نتایج محققین قبلی کاملاً همخوانی دارد. نگاهی به شکل ۴-ح نشان می‌دهد که گسترش طولی و عرض مخروط رسوبشویی در جلوی تخلیه کننده تحتانی نسبت به مرکز آن تقریباً با هم برابر میباشد. هر چند مقادیر گسترش طولی بین چند میلی متر تا ۱ سانتی متر از گسترش عرضی بیشتر بوده است که با نتایج محققین قبلی مطابقت دارد.

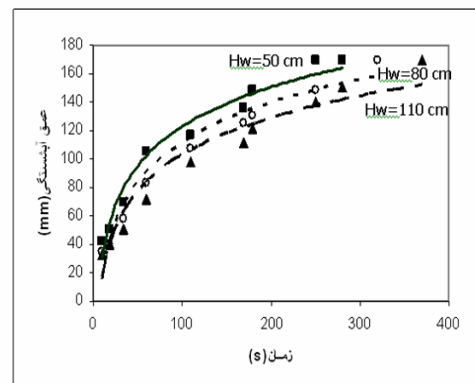
بمنظور بررسی اثرات کمی عمق حداکثر آبشستگی، تغییرات زمانی آن در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که به ازای یک ارتفاع ثابت آب در مخزن و در یک زمان ثابت سپری شده از آغاز آزمایش، میزان عمق آبشستگی برای دبی تخلیه بزرگتر، بیشتر است. همچنین در این حالت، در دبی‌های تخلیه بزرگتر مخروط آبشستگی زودتر به تعادل می‌رسد. همچنین بمنظور بررسی اثرات ارتفاع آب در مخزن بر مقدار حداکثر آبشستگی، تغییرات زمانی عمق آبشستگی برای یک دبی ثابت و با ارتفاعهای مختلف آب در مخزن (عمق پایاب) در شکل ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در یک دبی ثابت و به ازای یک زمان ثابت سپری شده از آغاز آزمایش، میزان عمق آبشستگی در مقادیر کمتر ارتفاع آب در مخزن (عمق پایاب)، بیشتر می‌باشد. همچنین زمان تعادل حفره برای مقادیر کمتر ارتفاع آب در مخزن کمتر است.



شکل ۴- گسترش زمانی ابعاد مخروط آبشستگی برای $Q_0 = 0.25 \text{ lit/s}$ و $H_w = 50 \text{ cm}$



شکل ۶- مقادیر عمق آبشستگی نسبت به زمان برای $Q_0 = 0.25 \text{ litr/sec}$ و ارتفاع های مختلف



شکل ۵- مقادیر عمق آبشستگی نسبت به زمان برای $H_w = 80 \text{ cm}$ و دبی های تخلیه مختلف

۴. نتیجه گیری:

در این تحقیق چگونگی گسترش مخروط آبشستگی در حین رسوبشویی و تغییرات شکل کلی آن مورد بررسی قرار گرفت. بررسی زمانی توسعه مخروط آبشستگی برای شرایط هیدرولیکی مختلف نشان داد که الگوی کلی و مشترکی بر آن حاکم است. شکل کلی آبشستگی در آغاز فرایند رسوبشویی از ۲ بخش مجزا و قابل تفکیک تشکیل میشود، یکی بخش اول که یک حفره فرورفته مرکزی میباشد. محل شکل گیری این حفره در نزدیکی جداره مدل و در امتداد دریچه تحتانی میباشد. که تخلیه رسوب به صورت ثقلی سبب ایجاد آن شده است. بخش دوم شامل یک

شیب متوسط میباشد که به سطح هموار منتهی میگردد. که در اثر حرکت عمومی جریان به سمت حفره مرکزی میباشد. قابل توجه است که این شیب به تدریج در زمان افزایش می یابد. در ادامه با توسعه شکل آبشستگی و ایجاد یک شیب پایدار رسوبشویی تقریباً متوقف میگردد. در این حالت حفره مرکزی از بین رفته است و شکل کلی دارای یک شیب شده است. نتایج همچنین نشان می دهد که به ازای یک ارتفاع ثابت آب در مخزن و در یک زمان مشخص، میزان عمق آبشستگی برای دبی تخلیه بزرگتر، بیشتر است. در این حالت، در دبی های تخلیه بزرگتر مخروط آبشستگی زودتر به تعادل می رسد. همچنین در یک دبی ثابت و در یک زمان مشخص، میزان عمق آبشستگی در مقادیر کمتر ارتفاع آب در مخزن (عمق پایاب)، بیشتر بوده و زمان تعادل حفره برای مقادیر کمتر ارتفاع آب در مخزن کمتر است.

منابع:

- [1] Brandt, S. A. 2000. A review of reservoir desiltation. *International Journal of Sediment Research*. Vol. 15, No. 2. pp. 321-342.
- [2] Atkinson, E. 1996. The feasibility of flushing sediment from the reservoir, Report OD137. (invited speaker) World Bank, Washington D.C.
- [3] Fan, J. 1985 "Methods of preserving reservoir capacity", In: Bruk, S. (editor) *Methods of Computing Sedimentation in Lakes and Reservoirs*, UNESCO, Paris, pp. 65-164.
- [4] Emamgholizadeh, S., Samadi H. and Bina M. 2005. The flushing of the sediment near the powerintakes in the Dez Reservoir. *River Basin Management*. Italy.
- [5] Emamgholizadeh, S., Bina M. Fathimoghadam M. and GHomeyshi M. 2006. Investigation and Evaluation of the Pressure Flushing Through Storage Reservoir, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol. 1, No. 4.
- [6] Scheuerlein, H., Tritthart M and Nunez Gonzalez F. 2004. Numerical and physical modeling concerning the removal of sediment deposits from reservoirs. *Conference proceeding of Hydraulic of Dams and River Structures*, Tehran, Iran.
- [7] Shen, H.W. and Lai J.-S. 1996. Sustain reservoir useful life by flushing sediment. *International Journal of Sediment Research*. Vol. 11(3): 10-17.
- [8] Shen H.W., Lai J.S. and Zhao D. 1993, Hydraulic desiltation for noncohesive sediment. *Proceeding of the 1993 Annual ASCE Hydraulic Engineering Conference*, San Francisco, H.W Shen, S.T. Su, and F. Wen, eds, pp. 119-124.
- [9] Di Silvio, G. 1990. Modeling desiltation of reservoirs by bottom-outlet flushing. *Movable bed physical models*, H.W. Shen, ed. NATO ASI Series C, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp. 159-171.
- [10] White W.R. and Bettess R. 1984, The feasibility of flushing sediments through reservoirs. *Challenges in African Hydrology and Water Resources*, *Proceeding of Harare Symposium*, July, D.E. Walling, S.S.D. Foster, P. Wurzel, eds, IAHS Publication No.
- [11] Fang D. and Cao S. 1996 An experimental study on scour funnel in front of a sediment flushing outlet of a reservoir. *Proceedings of the 6th Federal Interagency Sedimentation Conference*, Las Vegas, March 10-14 1996, pp. I.78-I.84

Time Variations of Developing Flushing Cone Under Hydraulic Pressurized Flushing

Meshkati Shahmirzadi M. E.¹, Dehghani A. A.², Emamgholizadeh S.³, and Mosaedi A.⁴

¹ M. A.Sc. student, Dept. of water engineering, Gorgan university of Agriculture Sciences & Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: meshkati@gau.ac.ir

² Assistant professor, Dept of water engineering, Gorgan university of Agriculture Sciences & Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: a.dehghani@gau.ac.ir

³ Assistant professor, Department of Water and Soil, Agriculture College, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran, Email: s_gholizadeh517@yahoo.com

⁴ Associate professor, Dept of water engineering, Gorgan university of Agriculture Sciences & Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: mosaedi1@yahoo.com

Abstract

Sedimentation in reservoirs and the corresponding loss of storage capacity is one of the most serious problems in dam engineering. Flushing under a pressurized flow condition and nearly constant water level is called pressurized flushing. Pressurized flushing has only local effects around the outlet which sediment in the vicinity of the outlet openings is scoured and a funnel shaped crater is created. In this study, the temporal development of flushing cone under various hydraulic conditions was studied experimentally. For this purpose, time variations of parameters such as general shape of scouring and depth of scouring cone was investigated by installing the camera over the bed. The results indicate that a common pattern exist on variations of scouring shape at time. So that different type of erosion was established during the flushing operation. Also by increasing of outflow discharge and decreasing of water depth in reservoir, flushing cone was reached to equilibrium condition very quickly in comparison with other hydraulic conditions.

Keywords: *Sediment, Scouring, Scour hole, Pressure flushing, Time variant investigation.*