بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی علوم آب

شماره پایان نامه: ۹۳۳۳۵۱۰

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش سازه های آبی

عنوان:

تأثیر شکل دریچه تحتانی بر حجم و ابعاد آبشستگی در رسوبشویی تحت فشار

استاد راهنما:

پروفسور سید محمود کاشفی‌پور

استاد مشاور:

پروفسور منوچهر فتحی مقدم

نگارنده:

افسانه الهی

شهریور ماه **۱۳۹۳**

تقدیم به مادرم مهربانم

به پاس عاطفه ی سرشار و گرمای امید بخش وجودش که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است،

و تقدیم به پدر عزیزم

به پاس قلب بزرگش که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهش به شجاعت می گراید،

و تقدیم به پویندگان طریق علم.

شکر و سپاس خدای را که هرچه از او طلب کردم بر منتهای همت خود کامران شدم.

بر حسب وظیفه و از باب **"من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ و جلّ"** مراتب تشکر و قدردانی خویش را از کلیه ی بزرگوارانی که در نگارش و تنظیم این رساله مرا یاری نموده اند، ابراز می نمایم؛

از استاد فرزانه جناب آقای **دکتر سید محمود کاشفی پور** که در تمامی مراحل انجام این پایان نامه از راهنمایی و مساعدت های ایشان بهره مند بوده ام و در کمال سعه ی صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند، کمال تشکر و امتنان را دارم.

از استاد مشاور بزرگوار جناب آقای **دکتر منوچهر فتحی مقدم** که افتخار کسب نظر از محضرشان را داشته ام تقدیر و سپاس گزاری می نمایم.

از اساتید محترم گروه علوم آب که در این سال ها از علم و فضیلتشان بهره مند بوده ام، سپاس گزاری می نمایم.

و در پایان از خواهرم خانم الهه الهی به دلیل یاری ها و راهنمایی های بی چشمداشت ایشان که بسیاری از سختی ها را برایم آسان نمود، از همه ی دوستانم به ویژه خانم ها پردیس نیک پیک و آنیا ستاهادی قنوات و آقایان سعید پور بیرام و آرمان چهارده چریک که همواره مرا با کمک های ارزشمندشان یاری نمودند و مهندس قهوری صمیمانه سپاس گزارم.

فهرست

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ ضرورت تحقیق ۵
۱-۳ اهداف تحقیق ۷
۱-۴ ساختار پایان نامه ۸

فصل دوم: تئوری و پیشینه تحقیق

۲-۱ مقدمه ۱۱
۲-۲ روش‌های کنترل رسوبگذاری در مخازن سدها ۱۲
۲-۳ عملیات آبخیزداری و حفاظت خاک ۱۴
۲-۴ روش‌های هیدرولیکی جایگزین ۱۴
۲-۴-۱ لایروبی ۱۴
۲-۴-۲ رسوب‌زدایی با استفاده از سیفون ۱۵
۲-۴-۳ سیستم کنارگذر ۱۶
۲-۵ روش‌های هیدرولیکی دفع رسوبات ۱۶
۲-۵-۱ روش عبوردهی جریان غلیظ ۱۶
۲-۵-۲ روش عبوردهی رسوبات ۱۷
۲-۵-۳ روش رسوب‌شویی هیدرولیکی ۱۸
۲-۵-۳-۱ کارآمدی رسوب‌شویی هیدرولیکی ۱۹
۲-۶ رسوب‌شویی هیدرولیکی و مطالعات انجام گرفته ۲۰
۲-۷ رسوب‌شویی هیدرولیکی آزاد ۲۰
۲-۷-۱ محدودیت‌های رسوب‌شویی آزاد ۲۲
۲-۸ رسوب‌شویی هیدرولیکی تحت فشار ۲۲
۲-۹ مطالعات آزمایشگاهی ۲۸
۲-۹-۱ مطالعات پاول و خان ۲۸
۲-۹-۲ مطالعات احدپور دودران ۳۱

۲-۹-۳ مطالعات مشکاتی شهمیرزادی و همکاران ۳۳
۲-۹-۴ مطالعات امامقلی زاده ۳۳
۲-۹-۵ مطالعات اسچورلین و همکاران ۳۶
۲-۹-۶ مطالعات فانگ و کائو ۳۹
۲-۹-۷ مطالعات لای و شن ۴۰
۲-۹-۸ مطالعات شن و همکاران ۴۲
۲-۹-۹ مطالعات دی‌سیلویو ۴۴
۲-۹-۱۰ مطالعات غلامی ۴۵
۲-۱۰ مطالعات عددی ۴۷
۲-۱۰-۱ مطالعات وایت و بتس ۴۷
۲-۱۰-۲ مطالعات قریشی نجف آبادی و همکاران ۴۸
۲-۱۱ استفاده کاربردی از رسوبشویی تحت فشار در سد مخزنی دز ۴۹
۲-۱۱-۱ تاریخچه رسوبشویی انجام شده در سد دز ۵۲
۲-۱۲ خلاصه‌ای از مطالعات انجام گرفته در زمینه رسوبشویی تحت فشار ۵۴

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱ مقدمه ۵۷
۳-۲ ساخت مدل ۵۸
۳-۳ مشخصات تجهیزات آزمایشگاهی ۶۱
۳-۳-۱ سیستم تأمین آب و پمپ ۶۴
۳-۳-۲ اندازه‌گیری دبی جریان ۶۵
۳-۳-۳ قسمت ورودی مدل ۶۶
۳-۳-۴ قسمت اصلی مخزن ۶۷
۳-۳-۵ حوضچه ته‌نشینی رسوبات ۶۹
۳-۳-۶ اندازه‌گیری رقوم سطح رسوب ۷۱
۳-۳-۷ رسوبات بستر ۷۲
۳-۴ نحوه انجام آزمایش‌ها ۷۲
۳-۵ اندازه‌گیری حجم مخروط رسوبشویی ۷۶
۳-۶ آنالیز ابعادی ۷۷

۳-۶-۱ تئوری π باکینگهام ۷۹
۳-۶-۲ دامنه متغیرهای این تحقیق ۸۱

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ مقدمه ۸۳
۴-۲ نتایج حاصل از انجام آزمایش‌ها ۸۳
۴-۲-۱ مکانیزم رسوبشویی و مشاهدات در حین انجام آزمایش‌ها ۸۴
۴-۲-۲ نتایج حاصل از اندازه‌گیری پروفیل حفره رسوبشویی ۸۸
۴-۲-۳ بررسی تأثیر ارتفاع آب درون مخزن و شکل دریچه تخلیه کننده در حجم مخروط رسوبشویی ۹۵
۴-۲-۴ بررسی تأثیر ارتفاع آب درون مخزن و شکل دریچه تخلیه کننده در طول و نیم عرض مخروط رسوبشویی ۹۶
۴-۲-۵ بررسی تأثیر ارتفاع آب درون مخزن و شکل دریچه تخلیه کننده در عمق مخروط رسوبشویی ۹۷
۴-۲-۶ نتیجه‌گیری حاصل از بررسی تغییر ارتفاع آب مخزن برای چهار شکل مختلف دریچه تحتانی در ابعاد رسوبشویی ۹۸
۴-۲-۷ بررسی تأثیر کمی تغییر شکل دریچه بر ابعاد و حجم رسوب‌شویی ۱۰۰
۴-۲-۸ مقایسه کمی تأثیر افزایش ارتفاع آب مخزن در افزایش ابعاد رسوب‌شویی ۱۰۲
۴-۲-۹ ارائه رابطه بدون بعد برای تعیین طول و حجم مخروط رسوبشویی ۱۰۵
۴-۳ راندمان رسوبشویی تحت فشار ۱۰۸
۴-۳-۱ نتیجه‌گیری حاصل از بررسی راندمان رسوبشویی ۱۰۹
۴-۴ پروفیل‌های بی‌بعد بستر مرکزی ۱۱۰
۴-۴-۱ پروفیل عرضی بی‌بعد ۱۱۰
۴-۴-۲ پروفیل طولی بی‌بعد ۱۱۲
۴-۵ بررسی ضریب دبی (C_d) ۱۱۴
۴-۵-۱ تعیین ضریب دبی ۱۱۴
۴-۵-۲ رابطه ضریب دبی با دبی خروجی از دریچه ۱۱۵
۴-۵-۳ رابطه ضریب دبی و ارتفاع آب عبوری از دریچه ۱۱۶
۴-۵-۴ رابطه ضریب دبی و عدد فرود (Fr) ۱۱۷
۴-۶ مقایسه با مطالعات صورت گرفته در گذشته ۱۱۸

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱ مقدمه ۱۲۳
۵-۲ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۱۲۳
۵-۳ پیشنهادها ۱۲۷

فهرست جداول و شکل‌ها

جدول (۲-۱) نرخ رسوب‌گذاری در مخازن سدها در مناطق مختلف جهان (ریچی و مک‌هنری، ۱۹۷۵) ۱۳
جدول (۲-۲) خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در زمینه رسوبشویی تحت فشار ۵۵
جدول (۳-۱) محدوده تغییرات پارامترهای بی‌بعد مؤثر در آزمایش ۸۱
جدول (۴-۱) تعداد آزمایش‌های انجام شده و دیگر اطلاعات مربوط به هر آزمایش ۸۴
جدول (۴-۲) نتایج حاصل از اندازه‌گیری ابعاد و حجم مخروط رسوبشویی با استفاده از نرم افزار Surfer ۹۴
جدول (۴-۳) درصد افزایش حجم حفره آبشستگی حالت نیم‌دایره‌ای، مربعی و مستطیلی نسبت به حالت دایره‌ای ۱۰۱
جدول (۴-۴) درصد افزایش طول حفره آبشستگی حالت نیم‌دایره‌ای، مربعی و مستطیلی نسبت به حالت دایره‌ای ۱۰۱
جدول (۴-۵) درصد افزایش نیم‌عرض حفره آبشستگی حالت نیم‌دایره‌ای، مربعی و مستطیلی نسبت به حالت دایره‌ای ۱۰۱
جدول (۴-۶) درصد افزایش عمق حفره آبشستگی حالت نیم‌دایره‌ای، مربعی و مستطیلی نسبت به حالت دایره‌ای ۱۰۲
جدول (۴-۷) تأثیر افزایش ارتفاع آب مخزن در افزایش ابعاد رسوبشویی ۱۰۴
جدول (۴-۸) پارامترهای حفره آبشستگی انجام شده توسط پاول و خان (۲۰۱۲) ۱۱۹
شکل (۲-۱) نمایش روش سیفون کردن - الف) روگذر، ب) زیرگذر ۱۶
شکل (۲-۲) شمایی از مقطع عرضی و پلان در رسوبشویی آزاد ۲۰
شکل (۲-۳) شرایط جریان رودخانه‌ای بعد از عملیات فلاشینگ آزاد (مخزن سد سفیدرود) ۲۱
شکل (۲-۴) شماتیکی از مخروط رسوب‌شویی در فلاشینگ تحت فشار- الف) پروفیل طولی، ب) پلان ۲۳
شکل (۲-۵) نمائی از حفره رسوبشویی ایجاد شده در مدل فیزیکی سد جبیدم سوئیس ۲۴

شکل (۲-۶) عملیات رسوب‌شویی هیدرولیکی تحت فشار در سد جیرفت در استان کرمان..... ۲۵
شکل (۲-۷) نمای پلان و جانبی مدل آزمایشگاهی مورد استفاده در تحقیق پاول و خان (۲۰۱۲) ۲۸
شکل (۲-۸) منطقه‌ای با تنش برشی بستر بیشتر از تنش بحرانی..... ۲۹
شکل (۲-۹) آبشستگی به وسیله فعالیت ورتکس‌ها..... ۳۰
شکل (۲-۱۰) پلان موقعیت قرارگیری دستگاه ارتعاش کننده در یک ردیف در تحقیق احدپور دودران (۱۳۹۰).. ۳۲
شکل (۲-۱۱) پلان موقعیت قرارگیری دستگاه ارتعاش کننده در دو ردیف در تحقیق احدپور دودران (۱۳۹۰) ... ۳۲
شکل (۲-۱۲) نمای پلان و جانبی مدل آزمایشگاهی مورد استفاده در تحقیق امامقلی‌زاده به همراه جزئیات آن ... ۳۴
شکل (۲-۱۳) نمای سه بعدی از حفره رسوب‌شویی در حالت رسوب‌شویی تحت فشار..... ۳۸
شکل (۲-۱۴) سد زیپینگپو واقع بر روی رودخانه مینجیانگ در کشور چین..... ۳۹
شکل (۲-۱۵) نمایی از مدل مورد استفاده برای انجام آزمایشات در مطالعات لای و شن (۱۹۹۶)..... ۴۱
شکل (۲-۱۶) شمایی از حفره رسوبشویی تشکیل شده درجلوی تخلیه‌کننده..... ۴۳
شکل (۲-۱۷) فاصله تقریبی آبشستگی در جلوی تخلیه کننده تحتانی در رسوبشویی تحت فشار انجام شده توسط وایت و بتس (۱۹۸۴) ۴۸
شکل(۲-۱۸) مقایسه تغییرات توپوگرافی ایجاد شده برروی بستر رسوب در مطالعه آزمایشگاهی امامقلی‌زاده(۲۰۰۶) با مدل ۳ بعدی ارائه شده قریشی نجف آبادی(۲۰۰۸) ۴۹
شکل (۲-۱۹) پروفیل طولی مخزن سد دز بر اساس هیدروگرافی انجام شده در سالهای مختلف..... ۵۰
شکل (۲-۲۰) تخلیه رسوبات از طریق دریچه‌های آبیاری در سد دز ۵۱
شکل (۳-۱) مراحل ساخت مدل فیزیکی..... ۶۰
شکل (۳-۲) نمائی از مدل ساخته شده همراه با جزئیات مربوطه ۶۱
شکل (۳-۳) نمای جانبی مدل..... ۶۲
شکل (۳-۴) شماتیکی از پلان مدل به همراه جزئیات مربوطه..... ۶۲
شکل (۳-۵ الف و ب) شماتیکی از نمای جانبی مدل و نمای جانبی بزرگ شده‌ی قسمتی از مدل به همراه جزئیات مربوطه..... ۶۳
شکل (۳-۶) پمپ تأمین آب مدل..... ۶۴
شکل (۳-۷) شیر تنظیم دبی جریان بر روی لوله ورودی آب به مدل..... ۶۵
شکل (۳-۸) فلومتر الکترومغناطیس جهت اندازه‌گیری دبی جریان..... ۶۶
شکل (۳-۹) نمای جلوی مدل آزمایشگاهی..... ۶۷
شکل (۳-۱۰) نمایی از چهار مقطع روزنه‌ای و مشخصات هندسی آن‌ها..... ۶۹
شکل (۳-۱۱) نمایی از ناحیه ته‌نشینی رسوبات و سرریز اندازه‌گیری جریان ۷۰

شکل (۳-۱۲) تخته مدرج و متر لیزری با قابلیت جابه‌جایی بصورت عرضی و طولی بر روی تاج مدل..... ۷۱
شکل (۳-۱۳) نمایی از هر چهار شکل مختلف دریچه‌های تحتانی ۷۳
شکل (۳-۱۴) نمایی از حفره رسوبشویی..... ۷۵
شکل (۳-۱۵) روند کلی کار در نرم‌افزار Surfer 8 ..... ۷۶
شکل (۳-۱۶) نمایی از محیط نرم‌افزار Surfer 8 ..... ۷۷
شکل (۴-۱) نمای روبرو از مدل و حفره رسوبشویی در جلوی محل تخلیه کننده..... ۸۵
شکل (۴-۲) حرکت اولیه رسوبات به صورت شعاعی به سمت دریچه تخلیه کننده ۸۶
شکل (۴-۳) تشکیل گردابه‌ها در حفره رسوبشویی برای انتقال رسوبات به خارج از دریچه تخلیه..... ۸۷
شکل (۴-۴) غالب شدن یک گردابه بر دیگری در حفره رسوبشویی..... ۸۷
شکل (۴-۵) سیستم مختصات و پارامترهای حفره آبشستگی – الف) پلان، ب) نمای جانبی ۸۹
شکل (۴-۶ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه نیم‌دایره‌ای و ارتفاع ۵۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۹۰
شکل (۴-۷ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مربعی و ارتفاع ۷۸ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه ۹۱
شکل (۴-۸ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه دایره‌ای و ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه ۹۲
شکل (۴-۹ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مستطیلی و ارتفاع ۶۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه ۹۳
شکل (۴-۱۰) رابطه بین حجم مخروط رسوبشویی و ارتفاع آب درون مخزن در چهار شکل مختلف تخلیه کننده تحتانی ۹۵
شکل (۴-۱۱) رابطه بین طول مخروط رسوبشویی و ارتفاع آب درون مخزن در چهار شکل مختلف تخلیه کننده تحتانی ۹۶
شکل (۴-۱۲) رابطه بین نیم‌عرض مخروط رسوبشویی و ارتفاع آب درون مخزن در چهار شکل مختلف تخلیه کننده تحتانی..... ۹۷
شکل (۴-۱۳) رابطه بین عمق مخروط رسوبشویی و ارتفاع آب درون مخزن در چهار شکل مختلف تخلیه کننده تحتانی ۹۸
شکل (۴-۱۴) مقایسه بین مقادیر محاسبه شده و مقادیر اندازه‌گیری شده حجم مخروط رسوبشویی ۱۰۷
شکل (۴-۱۵) مقایسه بین مقادیر محاسبه شده و مقادیر اندازه‌گیری شده طول مخروط رسوبشویی ۱۰۷
شکل (۴-۱۶) ارتباط بین حجم مخروط رسوبشویی و حجم آب تخلیه شده..... ۱۰۹

شکل (۴-۱۷) پروفیل بی‌بعد عرضی بستر مرکزی برای عمق آب درون مخزن معادل ۳۰ سانتی‌متر ۱۱۰
شکل (۴-۱۸) پروفیل بی‌بعد عرضی بستر مرکزی برای عمق آب درون مخزن معادل ۷۸ سانتی‌متر ۱۱۱
شکل (۴-۱۹) پروفیل بی‌بعد طولی بستر مرکزی برای ارتفاع آب درون مخزن معادل ۳۰ سانتی‌متر ۱۱۳
شکل (۴-۲۰) پروفیل بی‌بعد طولی بستر مرکزی برای ارتفاع آب درون مخزن معادل ۷۸ سانتی‌متر ۱۱۳
شکل (۴-۲۱) رابطه ضریب دبی C_d با دبی عبوری از دریچه‌ها برای چهار شکل مختلف دریچه ۱۱۶
شکل (۴-۲۲) رابطه ضریب دبی C_d با ارتفاع عبوری از دریچه‌ها برای چهار شکل مختلف دریچه ۱۱۷
شکل (۴-۲۳) رابطه ضریب دبی C_d با عدد فرود برای چهار شکل مختلف دریچه ۱۱۸
شکل (۴-۲۴) نمودار پارامترهای بدون بعد نسبت عمق آبشستگی به ارتفاع آب درون مخزن در مقابل عدد فرود و مقایسه با نتایج پاول و خان (۲۰۱۲) ۱۲۱

فهرست منابع

منابع ۱۲۸
پیوست ۱۳۴

فهرست شکل‌های پیوست

شکل (۱ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه نیم‌دایره‌ای و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه ۱۳۵
شکل (۲ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه نیم‌دایره‌ای و ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه ۱۳۶
شکل (۳ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه نیم‌دایره‌ای و ارتفاع ۶۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه ۱۳۷
شکل (۴ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه نیم‌دایره‌ای و ارتفاع ۷۸ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه ۱۳۸

شکل (۵ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مربعی و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۳۹
شکل (۶ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مربعی و ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۰
شکل (۷ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مربعی و ارتفاع ۵۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۱
شکل (۸ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مربعی و ارتفاع ۶۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۲
شکل (۹ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه دایره‌ای و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۳
شکل (۱۰ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه دایره‌ای و ارتفاع ۵۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۴
شکل (۱۱ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه دایره‌ای و ارتفاع ۶۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۵
شکل (۱۲ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه دایره‌ای و ارتفاع ۷۸ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۶
شکل (۱۳ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مستطیلی و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۷
شکل (۱۴ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مستطیلی و ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۸
شکل (۱۵ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مستطیلی و ارتفاع ۵۵ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۴۹
شکل (۱۶ الف و ب) توپوگرافی و نمای سه‌بعدی از مخروط رسوبشویی پس از انجام آزمایش با دریچه مستطیلی و ارتفاع ۷۸ سانتی‌متر نسبت به خط مرکزی دریچه..... ۱۵۰

چکیده:

نام خانوادگی : الهی	**نام** : افسانه	**شماره دانشجویی** :۹۱۳۳۵۰۳
عنوان پایان‌نامه : تأثیر شکل دریچه تحتانی بر حجم و ابعاد آبشستگی در رسوبشویی تحت فشار		
استاد/ اساتید راهنما : پروفسور سید محمود کاشفی پور		
استاد/ اساتید مشاور : پروفسور منوچهر فتحی مقدم		
درجه تحصیلی : کارشناسی ارشد	**رشته** : کشاورزی	**گرایش** : سازه‌های آبی
دانشگاه : شهید چمران اهواز	**دانشکده** : مهندسی علوم آب	**گروه** : سازه‌های آبی
تاریخ فارغ‌التحصیلی : ۹۳/۶/۲۵		**تعداد صفحه** : ۱۵۰

کلید واژه‌ها: رسوبشویی تحت فشار، تخلیه کننده تحتانی، تراز سطح آب، حفره رسوبشویی، آبشستگی.

معضل رسوب‌گذاری 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 تحت‌فشار یکی از تکنیک‌های مؤثر برای رفع مشکل رسوب‌گذاری در مخازن سد می‌باشد، که تأثیر بسیار موضعی داشته و برای خارج‌کردن رسوبات نهشته شده اطراف ورودی آبگیر نیروگاه نیز بکار می‌رود. برای طراحی مناسب دریچه‌های تخلیه‌کننده‌ی تحتانی و سایر سازه‌های مرتبط با رسوبشویی هیدرولیکی مخازن، بررسی مشخصات حفره ایجاد شده در رسوبشویی تحت‌فشار امری ضروری به نظر می‌رسد. جهت انجام این پژوهش یک مدل فیزیکی در دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز ساخته شد و با اجرای آزمایش‌های مختلف تأثیر شکل دریچه تحتانی بر روی حجم و ابعاد حفره رسوبشویی بررسی گردید. برای دستیابی به این هدف، آزمایش‌ها بر روی ۴ دریچه با شکل‌های دایره‌ای، نیم‌دایره‌ای، مستطیلی و مربعی با سطح مقطع‌های یکسان ۱۸ سانتی متر مربع، ۵ ارتفاع آب ۳۰، ۴۵، ۵۵، ۶۵ و ۷۸ سانتی متر و در نتیجه ۵ دبی تخلیه متفاوت روی هر دریچه انجام گردید. نتایج این تحقیق نشان داد، شکل دریچه تحتانی پارامتر مهمی در پدیده رسوبشویی هیدرولیکی می‌باشد و با تغییر آن، ابعاد حفره آبشستگی نیز تغییر می‌کند. نتایج همچنین نشان داد که به ازای یک ارتفاع آب ثابت در مخزن و در یک زمان مشخص، ابعاد آبشستگی برای دریچه‌های مربعی و نیم‌دایره‌ای بیشتر از دریچه‌ی مستطیلی و دریچه‌ی مستطیلی نیز بیشتر از دریچه‌ی دایره‌ای است و در ارتفاع‌های کمتر (دبی‌های کمتر) این تفاوت محسوس‌تر است. همچنین طول آبشستگی و حجم مخروط رسوبشویی با ارتفاع آب درون مخزن افزایش و برای دریچه دایره‌ای از همه کمتر است.

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

حرکت رسوب در رودخانه‌ها به دو صورت کلی ممکن است، یکی رسوباتی که در نزدیک بستر حرکت می‌کنند و دیگری رسوباتی که در نواحی بالاتر و با سرعت معادل جریان آب در حرکت هستند. رسوبات نزدیک بستر از نظر اندازه بزرگ‌تر و البته در بیشتر موارد درصد کمتری از کل رسوبات رودخانه هستند. رسوبات نواحی بالاتر از کف را رسوب معلق گویند و معمولاً از نظر میزان، درصد بیشتری از کل رسوب را شامل می‌شود. منشأ این رسوبات بستر رودخانه هستند که خود از رسوباتی تشکیل شده که قبلاً توسط جریان آب از نواحی بالاتر و از حوضه آبریز فرسایش یافته‌اند.

مواد رسوبی که وارد مخازن سدها می شوند، حاصل عمل فرسایش پوسته‌ی زمین می‌باشند که توسط رودخانه حمل و به مخزن وارد می‌شوند. میزان فرسایش بستگی به عوامل متعددی همچون شرایط آب و هوایی، خصوصیات زمین‌شناسی منطقه، وضعیت توپوگرافی، پوشش گیاهی و نوع کاربرد اراضی دارد. از این رو میزان ارتفاع فرسایش خاک ممکن است از ۰/۰۶ میلی‌متر در سال تا ۰/۱۶ میلی‌متر تغییر کند، که به طور متوسط در حدود ۱۳۲ تن رسوب در هر کیلومتر مربع در هر سال حاصل می‌شود. بیش‌تر مواد رسوبی فرسایش شده به صورت بار شسته، بار معلق و بار بستر توسط رودخانه حمل می‌شوند. رسوبات فوق پس از رسیدن به دریاچه‌های طبیعی یا مصنوعی، مخازن سدها و دریاها، در اثر تغییر شرایط هیدرولیکی ترسیب می‌شوند. مخازن سدها که موضوع این تحقیق می‌باشد، از جمله مکان‌هایی است که ممکن است تا صد در صد رسوبات همراه رودخانه را در خود ذخیره نماید (نشریه کد ۵۸۹، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۹۱). هرچند که ممکن است تا با مدیریت یکپارچه رسوب در حوضه‌های آبریز

از میزان رسوبات ورودی به رودخانه کاست، ولی به دلیل هزینه‌های بسیار زیاد آن و نیز تأثیر زمان بر چنین عملیاتی و از همه مهم‌تر تأمین رسوب از بستر رودخانه‌ها، اینگونه عملیات برای کنترل رسوب در مناطق بسیار پایین نظیر آبگیرهای رودخانه‌ای در مناطق جلگه‌ای مؤثر نیست.

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 سدسازی از نظر کمّی روند افزایشی داشته، به طوری که طی سال‌های ۱۹۰۰ تا ۱۹۵۰ میلادی تعداد سدهای بزرگ دنیا از ۴۲ سد به ۵۲۶۸ سد افزایش یافته و تعداد آنها در سال ۱۹۸۶ به بیش از ۳۹۰۰۰ مورد رسیده است (وایت[1]، ۲۰۰۰)، ولی متأسفانه اکثر این سدها در دوره بهره‌برداری با مشکل رسوب‌گذاری مواجه شده‌اند. این مشکل به ویژه در مناطق استوایی و نیمه خشک به علت بالا بودن دبی جریان رسوب، مشهودتر به نظر می‌رسد (برانت[2]، ۲۰۰۰). تا آنجا که بر اساس گزارش کمیته بین المللی سدهای بزرگ در اثر رسوب‌گذاری هر ساله به طور متوسط بین ۰/۵ تا ۱ درصد (وایت،۲۰۰۰) تقریباً معادل ۳۵۰ کیلومتر مکعب از حجم کل ذخیره این سدها از دست می‌رود (محمود[3]، ۱۹۸۷).

هرگونه غفلت از این موضوع به ویژه در کشورهای خشک و نیمه خشک جهان مانند ایران، تهدید جدی برای زندگی نسل‌های آینده به شمار می‌رود.

اهمیت افزایش عمر مفید سدها و حفظ حجم ذخیره آنها برای تداوم کنترل و بهره‌برداری از منابع آبهای سطحی، موضوع مهمی در علم مهندسی سدسازی می‌باشد. چرا که ساخت سدهای جدید به جهت آیین‌نامه‌های سختگیرانه زیست محیطی، هزینه بالای ساخت و عدم وجود مکان‌های مناسب جهت احداث، بسیار مشکل می‌باشد (لای و شن[4]، ۱۹۹۶).

1- White
2- Brandt
3 - Mahmood
4- Lai and Shen

متأسفانه رسوبات ته‌نشین شده در مخازن سدها علاوه بر اینکه موجب از بین بردن اهداف مورد انتظار از ساخت یک سد مانند کنترل سیلاب، تأمین آب، تولید انرژی، آبیاری و کشتیرانی می‌گردد، موجب تحت تأثیر قرار دادن تمام سیستم رودخانه از جنبه‌های متعددی می‌گردد که بطور مثال می‌توان به مواردی مانند غرقاب شدن اراضی کشاورزی و مسکونی ناشی از بالا آمدن رقوم سطح آب در بالادست بخصوص در ناحیه دلتائی دریاچه سد، کفکنی و تخریب سواحل رودخانه در پایین دست، مشکلات ناشی از وارد شدن رسوبات به تجهیزات مربوط به توربین‌ها و سیستم‌های برق آبی، انسداد دریچه‌ها و آبگیرها اشاره نمود (فانگ و کائو[1]، ۱۹۹۶).

در حال حاضر بیشتر کارهای مدیریتی رسوب، صرفاً بر روی کنترل فرسایش متمرکز شده است. گرچه انجام این فعالیت‌ها لازم و ضروری به نظر می‌رسد، اما این فعالیت‌ها به تنهایی نمی‌تواند برای نیل به اهدافی همچون حفظ تعادل رسوب و نگهداری دراز مدت حجم ذخیره مخزن کافی باشد. در واقع از بین روش‌های مدیریت رسوب، روشی که در برگیرنده تمام استراتژیهای لازم برای حفظ تعادل رسوب در مخزن باشد، کارائی داشته و مورد قبول خواهد بود (موریس[2]، ۱۹۹۵). مدیریت یکپارچه رسوب به مفهوم در نظر گرفتن تمام جوانب مشکلات رسوب و به کار بردن استراتژیهای متناسب با شرایط حاکم بر منطقه مورد نظر است، به گونه‌ای که اقدامات مدیریتی اتخاذ شده جهت حل مشکل رسوب باشد (موریس و فان[3]، ۱۹۹۷).

رسوب‌گذاری و انتقال رسوبات در مخازن سدها مشکلات و خسارت‌های کوتاه مدت و بلند مدت زیادی به همراه داشته است. از جمله کاهش ظرفیت ذخیره مخزن، افزایش تبخیر از سطح مخزن، بالا رفتن تراز سطح آب مخزن و سیلابی شدن اراضی اطراف دریاچه سد، بالا آمدن تراز

1- Fang and Cao
2- Morris
3- Morris and Fan

سفره‌ی آب زیرزمینی و زه‌دار شدن اراضی اطراف، ورود رسوبات به توربین‌ها و در نتیجه سائیده شدن پره‌های توربین، ورود و ته‌نشینی رسوب در تونل‌ها و کانال‌های آبگیر و در نتیجه کاهش ظرفیت انتقال آب و غیره.

بنابراین حل مسأله‌ی رسوب‌گذاری در مخازن سدها الزامی به نظر می‌رسد. برای این منظور از تکنیک‌های مختلفی برای کنترل رسوب‌گذاری می‌توان استفاده کرد که بطور خلاصه عبارتند از :

۱. عملیات آبخیزداری و حفاظت خاک
۲. عبوردهی جریان غلیظ[1]
۳. استفاده از سیستم کنارگذر برای جریان‌های غلیظ
۴. رسوبشویی هیدرولیکی[2]
۵. دفع رسوبات مخزن بوسیله ادوات مکانیکی مانند لایروبی و سیفونی کردن[3] (اماقلی زاده و جهانی، ۱۳۸۷).

بکار بردن این روش‌ها مستلزم شناخت کامل از جهت توانایی و محدودیت‌های این روش‌ها می‌باشد. بطوریکه گاهی اوقات ممکن است بکار بردن این روش‌ها در برخی از مخازن اقتصادی نباشد (آتکینسون[4]، ۱۹۹۶).

۱-۲ ضرورت تحقیق

تمام رودخانه‌ها رسوب و آب حمل می‌کنند و احداث سد باعث تغییر شرایط انتقال آب و رسوب می‌شود. از آنجا که حجم آب منتقل شده توسط رودخانه بسیار بیشتر از میزان رسوب

1 - Density Current Venting
2 - Hydraulic Flushing
3 - Siphoning
4 - Atkinson

منتقل شده می‌باشد، مخزن سد خیلی دیرتر از رسوب پر می‌شود. معمولاً به دلیل این که نهشته شدن رسوب در مخزن سد تدریجی می‌باشد، در دوره بهره‌برداری چندان به آن توجه نمی‌شود و یا به عبارتی نادیده گرفته می‌شود تا این که مشکلی از نظر بهره‌برداری به وجود آید. دلیل آن هم این است که تغییرات بالا آمدن سطح رسوب از دید عموم پنهان می‌باشد. از طرفی وقتی مخزن پر از آب شد به‌راحتی می‌توان آب اضافی را از طریق سرریز و یا دریچه‌ها به خارج هدایت کرد ولی رسوبات نهشته شده را نمی‌توان به این راحتی تخلیه کرد. با در نظر گرفتن موارد فوق و با توجه به این که تجمع رسوب در مخزن سد اثرات کوتاه مدت و بلند مدتی را هم در بالادست سد و هم در پایین دست سد ایجاد می‌کند، ضروری است که قبل از بروز هرگونه مشکلی پتانسیل آن مشکل بررسی و با پیش‌بینی‌های به موقع نسبت به اصلاح آن اقدام کرد (نشریه کد ۵۸۹، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۹۱).

در ایران نیز مسأله رسوب‌گذاری در مخازن سدها حائز اهمیت زیادی می‌باشد، چرا که حدود ۷۰ درصد از منابع آب ایران را آب‌های سطحی تشکیل می‌دهد و عدم هماهنگی زمانی بین آبدهی حوزه‌ها و مصارف، نیاز به مخازن ذخیره آب را امری ضروری می‌کند. از طرفی عدم انجام اقدامات مؤثر آبخیزداری در حد کافی باعث شده است که فرسایش از حوزه‌های آبریز سدها از حد مجاز خیلی بیش‌تر باشد (بیش از۱۵ تن در هکتار در سال) و همین امر معضل رسوب‌گذاری در مخازن سدها را تشدید می‌کند (میلیمان و مید[1]، ۱۹۸۳).

البته این مشکلات کم و بیش در تمامی کشورهای جهان وجود دارد ولی در ایران به علت آب و هوای نیمه خشک، پوشش کم زمین‌ها و فصلی بودن رودخانه‌ها این مشکلات حادتر می‌باشد و با در نظر گرفتن اینکه سدهای مخزنی سریعاً در حال گسترش می باشند، اهمیت موضوع بیشتر

1- Milliman and Meade

می‌شود. با توجه به اهمیت مسئله، چاره‌اندیشی به موقع در این زمینه همراه با درک آن و کسب آگاهی و مهارت در کاربرد راه حل‌های علاج بخشی غیر قابل اجتناب می‌باشد و غفلت از آن به ویژه در کشورهای خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران، تهدیدی جدی برای زندگی نسل آینده به‌شمار می‌رود.

به طور سالانه یک درصد از حجم کل ذخایر مخازن سدهای ایران یعنی حدود ۱۸۰ میلیون مترمکعب پر از رسوب می‌گردد، که تنها برای حفظ وضعیت موجود، سالانه تعداد ۶ سد به اندازه سد طرق باید احداث گردد، در حالی که با توجه به رشد جمعیت، نیاز روزافزون کشور به ذخیره‌ی حجم آب بیشتری می‌باشد. از طرفی دو عامل محدود کننده‌ی بسیار مهم برای نیل به این هدف وجود دارد که یکی محدودیت منابع آب طبیعی تجدید شونده و دیگری کمبود ساختگاه‌های مناسب سدسازی با توجه به عواملی نظیر زمین شناسی، آیین‌نامه‌های سختگیرانه‌ی محیط زیستی، هزینه‌ی بالای ساخت می‌باشد (نشریه کد ۵۸۹، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۹۱).

بنابراین ضروری است که روش‌های مختلفی برای محاسبه و چگونگی توزیع رسوب در مخزن، کنترل رسوب ورودی و رسوب‌زدایی مخزن مطالعه و مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۳ اهداف تحقیق

هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر شکل دریچه تحتانی بر راندمان رسوب‌زدایی هیدرولیکی در حوضچه‌های ترسیب می‌باشد. برای رسیدن به این هدف از ۴ شکل مختلف دریچه تحتانی و همچنین دبی‌های مختلف استفاده گردید.

لذا اهداف فرعی از این تحقیق به قرار زیر است: