به نام خدایی که در این نزدیکی است

دانشکده مهندسی آب و خاک

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی‌ارشد در رشته
مهندسی سازه‌های آبی

بررسی آزمایشگاهی ضریب‌دبی سرریز – دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری در جریان آزاد

پژوهش و نگارش:
سمیرا ضیایی‌فر

اساتید راهنما:
دکتر مهدی مفتاح هلقی
دکتر محسن مسعودیان

استاد مشاور:
دکتر امیراحمد دهقانی

زمستان ۱۳۹۲

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود؛ بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱- قبل از چاپ پایان نامه خود، مراتب را قبلا به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
۲- قبل از چاپ پایان نامه در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
۳- انتشار نتایج پایان نامه باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **سمیرا ضیایی‌فر** دانشجوی رشته **سازه‌های آبی** مقطع **کارشناسی‌ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی و امضاء

تقدیم به

"پدر بزرگوارم" او که همواره پشتیبان من در زندگی بوده، نشاط جوانی و خوشی زندگانی را برای سعادت و سربلندی من قربانی کرد.

"مادر عزیزم" آرام جانم، آن که وجودش برایم همه مهر بوده و راستی قامتم در شکست قامتش تجلی یافت، او که گذشت، از هر آنچه که نمی توان گذشت.

"همسر مهربانم" استوارترین تکیه گاهم، که در سایه همیاری و همدلی او به این منظور نائل شدم.

"برادر و خواهرم" به پاس محبت هایشان.

و

همه ی زندگی من پسرم "سینای نازنینم"

که نشانه لطف خداوند و حضورش سرشار از گرما و شوق بر زندگی ماست.

تشکر و قدردانی

سپاس پروردگاری را که هرگاه از او هدایت خواستم راهم گشود و هرگاه نور خواستم علم افزود . بر درگاه او سجده که در لحظه های سخت همواره همراهم بود و اگر لطف بی منتهایش نبود طی دشواری ها برایم ناممکن می شد. پروردگارا مرا یاری نما تا علم ناچیزم وسیله ای باشد برای نزدیک شدن به تو و متعالی ساختن زندگی خود و دیگران. گذراندن مراحل اجرائی و تدوین این پایان نامه پس از الطاف الهی مدیون همدلی، همفکری و راهنمایی بزرگوارانی است که بر خود لازم می دانم مراتب سپاس خود را به آنها اعلام دارم.

بهترین سپاس ها و صمیمانه ترین تقدیرها به **پدر و مادر** عزیزم که همواره پشتیبان و تکیه گاهم بوده اند و پیمودن مسیر پرپیچ و خم زندگی بدون وجود پربرکت و دعای خیر آنها میسر نبود. از استاد فاضل و اندیشمند **جناب آقای دکتر مهدی مفتاح ملقی** که بدون راهنمایی های بی دریغ و ارزنده ایشان به انجام رساندن این پایان نامه میسر نمی بود، سپاس گزارم. از زحمات، راهنمایی های ارزشمند استاد علم و اخلاق، استادی که از مقطع کارشناسی افتخار شاگردی ایشان را داشته ام **جناب آقای دکتر محسن مسعودیان** که همواره در تمامی مراحل انجام تحقیق حاضر با نکته ها و گفته های پرمایه خویش، پشتیبان و همراه اینجانب و با نظرات گوهربار خود راه گشای اینجانب بوده اند، کمال تشکر را دارم. همچنین از راهنمایی ها و کمک های **جناب آقای دکتر امیراحمد دهقانی** که از هیچ کمکی در پیش برد این پایان نامه فروگذار ننمودند، بی نهایت سپاس گزارم. بی شک انجام این پژوهش بدون کمک فکری، همکاری و همدلی این استاد متواضع و اندیشمند غیرممکن می نمود و همنشینی و شاگردی ایشان را که از بزرگترین افتخارات و شیرین ترین لحظات زندگی ام می دانم و همواره سلامتی و سربلندی این بزرگواران را آرزومندم. از داور گرانقدر **جناب آقای دکتر میثم سالاری جزی** که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم. از کمک های بی دریغ سرکار خانم مهندس ارمغان سوری در بخش اول آزمایش ها و جناب آقای مهندس مرتضی ساکت در بخش دوم آزمایش ها بسیار سپاسگزارم.

باشد که این کلمات، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

سمیرا ضیایی فر

بهمن ماه ۱۳۹۲

چکیده

یکی از سازه‌های هیدرولیکی که در کانال‌ها می‌تواند جایگزین سرریز و دریچه شود، سازه ترکیبی سرریز- دریچه می‌باشد به‌طوری‌که در یک زمان آب بتواند هم از روی سرریز و هم از زیر دریچه عبور نماید. سازه ترکیبی سرریز- دریچه دارای مزایایی نسبت به استفاده جداگانه هر یک از سازه‌ها، از جمله عبور همزمان مواد شناور و رسوبات می‌باشد. یکی از انواع آن‌ها، سازه ترکیبی نیم‌استوانه‌ای است که دارای ویژگی‌هایی از جمله اقتصادی بودن، طراحی آسان، سهولت ساخت، ضریب آبگذری بالا می‌باشد. سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای به‌دلیل انحنای سطح سرریز و در نتیجه آن چسبیدن تیغه جریان به بدنه سازه دارای ضریب‌آبگذری بیش‌تری نسبت‌به سرریز- دریچه‌های مشابه است.در سرریز- دریچه نسبت دبی عبوری از سرریز و دریچه بستگی به موقعیت سازه دارد. در این تحقیق به بررسی آزمایشگاهی هیدرولیک جریان عبوری از مدل فیزیکی سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای که حول محوری خارج از مرکز نیم‌استوانه چرخیده به‌طوری‌که ارتفاع بازشدگی دریچه ثابت باقی‌مانده است، پرداخته شده است. آزمایش‌ها با شیب افقی در دوبخش مجزا که بخش اول در کانالی به طول۵ متر و عرض ۷/۵ سانتی‌متر و بخش‌دوم در کانالی به طول ۱۱ متر و عرض ۳۰ سانتی‌متر انجام گرفت. سرریز- دریچه‌های استفاده شده لوله‌هایی توپر از جنس پی وی سی بودند. در بخش اول از چهار قطر ٤٠، ٥٠، ٦٠، ٧٠ میلی‌متر با بازشدگی ثابت دریچه ۱۰ میلی‌متر و در بخش دوم از سه قطر ۷۰، ۱۲۰ و ١٦٠ میلی‌متر که با بازشدگی دریچه ٤٠ میلی‌متر بود استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که در کانال‌های کوچک و بزرگ ضریب دبی سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای به پارامتر بی‌بعد H/a (نسبت عمق آب بالادست به بازشدگی دریچه) وابسته می‌باشد و در کانال کوچک با افزایش H/a ضریب آبگذری افزایش می‌یابد. در حالی که در کانال بزرگ در H/a پایین با افزایش آن، ضریب آبگذری ابتدا افزایش و سپس ثابت، ولی در H/a بالا با افزایش آن، ضریب آبگذری افزایش می‌یابد. همچنین نتایج تحقیق حاضر در دو کانال حاکی از این می‌باشند که بیش‌ترین و کم‌ترین ضریب آبگذری به ترتیب در زوایای ۳۳۰ و ۹۰ درجه و بیش‌ترین و کم‌ترین پس‌زدگی آب به ترتیب در زوایای ۹۰ و صفر درجه مشاهده شده است. علاوه بر این در یک عدد فرود مشابه در دو کانال، کمترین ضریب آبگذری مربوط به دو زاویه متقارن صفر و ۱۸۰ درجه، و بیشترین ضریب آبگذری مربوط به دو زاویه متقارن ٦٠ و ۳۰۰ درجه است. همچنین محقق شد که در H/a ثابت برای زوایای مورد بررسی با افزایش قطر، ضریب دبی سازه ترکیبی کاهش می‌یابد. به عبارتی علاوه بر زاویه قرارگیری انحنای نیم‌استوانه نسبت‌به افق، قطر سازه بر ضریب دبی سازه‌ترکیبی مؤثر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سرریز- دریچه، چرخش، نیم‌استوانه، ضریب آبگذری، پس‌زدگی آب.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- سرریزها ۳

۱-۲-۱- سرریز لبه پهن و روابط حاکم بر آن ٤

۱-۲-۲- سرریز استوانه‌ای و روابط حاکم بر آن ۸

۱-۲-۳- محدودیت سرریزها ۹

۱-۳- دریچه‌ها ۱۰

۱-۳-۱- دریچه کشویی و روابط حاکم بر آن ۱۰

۱-۳-۲- دریچه قطاعی یا شعاعی و روابط حاکم بر آن ۱۵

۱-۳-۳- دریچه استوانه‌ای و روابط حاکم بر آن ۱٦

۱-۳-٤- محدودیت دریچه‌ها ۱۷

۱-٤- سازه ترکیبی سرریز- دریچه ۱۸

۱-٤-۱- سرریز- دریچه استوانه‌ای و روابط حاکم بر آن ۱۹

۱-۵- اهداف تحقیق ۲۱

۱-٦- ضرورت انجام تحقیق ۲۱

۱-۷- فرضیات تحقیق ۲۲

۱-۸- ساختار تحقیق ۲۲

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- مقدمه ۲٦

۲-۲- مطالعات انجام شده در مورد سرریزهای استوانه‌ای ۲٦

۲-۳- مطالعات انجام شده در مورد دریچه‌های استوانه‌ای ۳٦

۲-٤- مطالعات انجام شده در مورد سازه ترکیبی سرریز- دریچه ٤۰

۲-۵- جمع‌بندی ٤۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- مقدمه ۵۲

۳-۲- بخش اول آزمایش‌ها ۵۳

۳-۲-۱- معرفی کانال و سیستم جریان بسته ۵۳

۳-۲-۲- مدل‌های فیزیکی به کار گرفته شده سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای ۵٤

۳ -۲-۲-۱- نصب مدل فیزیکی ۵۵

۳-۲-۲-۲- زاویه قرارگیری مدل ۵۵

۳-۲-۳- اندازه‌گیری دبی و تراز سطح آب ۵٦

۳-۲-٤- نحوه انجام آزمایش‌ها ۵۷

۳-۲-۵- فهرست آزمایش‌ها ۵۷

۳-۳- بخش دوم آزمایش‌ها ۵۸

۳-۳-۱- معرفی کانال و سیستم جریان بسته ۵۸

۳-۳-۲- مدل‌های فیزیکی به کار گرفته شده سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای ٦۰

۳ -۳-۲-۱- نصب مدل فیزیکی ٦۱

۳-۳-۲-۲- زاویه قرارگیری مدل ٦۱

۳-۳-۳- اندازه‌گیری دبی و تراز سطح آب ٦۱

۳-۳-٤- نحوه انجام آزمایش‌ها ٦۲

۳-۳-۵- فهرست آزمایش‌ها ٦۲

۳-٤- تحلیل ابعادی ٦۷

۳-٤-۱- تئوری پی- باکینگهام ٦۸

۳-٤-۲- آنالیز ابعادی پارامترهای مؤثر بر ضریب دبی سازه ترکیبی سرریز-دریچه ٦۹

۳-۵- روابط مورد استفاده در محاسبات ۷۳

۳-۵-۱- برآورد ضریب دبی سرریز استوانه‌ای ۷٤

۳-۵-۲- برآورد ضریب دبی دریچه استوانه‌ای ۷۵

۳-۵-۳- برآورد ضریب دبی سازه ترکیبی سرریز- دریچه استوانه‌ای ۷۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل چهارم: بحث و نتایج

٤-١- مقدمه ٧٨

٤-٢- منحنی دبی- اشل ٧٨

٤-٢-١- منحنی دبی- اشل بخش اول آزمایش‌ها ٧٨

٤-٢-٢- منحنی دبی- اشل بخش دوم آزمایش‌ها ٨١

٤-٣- تغییرات ضریب آبگذری با پارامتر بدون بعد H/a ٨٣

٤-٣-١- تغییرات ضریب آبگذری با پارامتر بدون بعد H/a بخش اول آزمایش‌ها ٨٣

٤-٣-٢- تغییرات ضریب آبگذری با پارامتر بدون بعد H/a بخش دوم آزمایش‌ها ٩١

٤-٣-٣- محدوده تغییرات ضریب آبگذری ٩٩

٤-٤- اثر چرخش سازه سرریز- دریچه نیم استوانه‌ای روی ضریب آبگذری ترکیبی ١٠٠

٤-٤-١- اثر چرخش سازه ترکیبی روی ضریب آبگذری بخش اول آزمایش‌ها ١٠١

٤-٤-٢- اثر چرخش سازه ترکیبی روی ضریب آبگذری بخش دوم آزمایش‌ها ١٠٤

٤-٥- اثر چرخش سازه سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای روی پس‌زدگی آب سازه‌ترکیبی ١٠٦

٤-٥-١- اثر چرخش سازه ترکیبی روی پس‌زدگی آب سازه‌ترکیبی بخش اول آزمایش‌ها ١٠٧

٤-٥-٢- اثرچرخش سازه ترکیبی روی پس‌زدگی آب سازه‌ترکیبی بخش دوم آزمایش‌ها ١١٠

٤-٥-٣- مقایسه میزان پس‌زدگی آب سازه‌ترکیبی در زوایای متقارن ١١٢

٤-٦- تغییرات ضریب آبگذری با پارامتر بدون بعد عدد فرود بالادست سازه (Fr_{up}) ١١٤

٤-٦-١- تغییرات ضریب آبگذری با پارامتر بدون بعد Fr_{up} بخش اول آزمایش‌ها ١١٤

٤-٦-٢- تغییرات ضریب آبگذری با پارامتر بدون بعد Fr_{up} بخش دوم آزمایش‌ها ١١٧

٤-٧- بررسی‌ومقایسه نتایج سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای بخش‌اول و دوم آزمایش‌ها ١١٩

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

٥-١- مقدمه ١٢٦

٥-٢- نتیجه‌گیری کلی ١٢٦

٥-٣- پیشنهادات ١٢٩

منابع و ماخذ ١٣١

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- مشخصات کلی و محدوده پارامترهای متغیر هیدرولیکی و هندسی بخش اول آزمایش‌ها ۵۸
جدول ۳-۲- مشخصات کلی و محدوده پارامترهای متغیر هیدرولیکی و هندسی بخش دوم آزمایش‌ها..... ٦٤

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- مقاطع سرریز لبه‌پهن و سرریز لبه‌تیز..... ٤
شکل ۱-۲- جریان عبوری از روی سرریز لبه‌پهن در حالت آزاد ٥
شکل ۱-۳- جریان عبوری از روی سرریز استوانه‌ای در حالت آزاد..... ٨
شکل ۱-٤- جریان عبوری از زیر دریچه کشویی در حالت آزاد..... ۱۱
شکل ۱-٥- تغییرات ضریب دبی دریچه کشویی قائم نسبت‌به y_1 / a (عمق آب بالادست به ارتفاع بازشدگی دریچه)..... ۱۳
شکل ۱-٦- جریان عبوری از زیر دریچه کشویی در حالت آزاد..... ۱٤
شکل ۱-۷- جریان عبوری از زیر دریچه قطاعی در حالت آزاد..... ۱٥
شکل ۱-۸- جریان عبوری از زیر دریچه استوانه‌ای در حالت آزاد..... ۱۷
شکل ۱-۹- جریان ترکیبی عبوری سرریز- دریچه استوانه‌ای در حالت آزاد..... ۱۹
شکل ۲-۱- جریان عبوری از سرریز تاج‌دایره‌ای (لوله‌ای)..... ۲٦
شکل ۳-۱- تصویر شماتیک کانال آزمایش بخش اول و نمونه سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای با زاویه قرارگیری ٤٥ درجه نسبت به افق..... ٥۳
شکل ۳-۲- تصویر کانال آزمایش بخش اول..... ٥٤
شکل ۳-۳- لوله پلاستیکی فشرده توپر..... ٥٤
شکل ۳-٤- مدل سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای..... ٥٤
شکل ۳-٥- تصویرمدل با زاویه قرارگیری ۲۷۰ درجه نسبت به افق در کانال آزمایش بخش اول..... ٥٤
شکل ۳-٦ (الف)- زوایای قرارگیری مدل..... ٥٥
شکل ۳-٦ (ب)- زوایای قرارگیری مدل..... ٥٦
شکل ۳-۷- تراز سنج(با دقت۰/۱میلی‌متر) مورد استفاده در کانال آزمایش بخش اول..... ٥٦
شکل ۳-۸- تصویر شماتیک کانال آزمایش بخش دوم و نمونه سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای با زاویه قرارگیری ۱۲۰ درجه نسبت به افق..... ٥۹
شکل ۳-۹- تصویر کانال آزمایش بخش دوم..... ٥۹
شکل ۳-۱۰- شکل شماتیک مدل سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای..... ٦۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱۱- تصویرمدل سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای با زاویه قرارگیری ۳۳۰ درجه نسبت به افق در کانال آزمایش بخش دوم..... ٦٠
شکل ۳-۱۲- صفحه شفاف چسبانده‌شده روی دیواره کانال جهت نصب مدل..... ٦١
شکل ۳-۱۳- تراز سنج دیجیتالی (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) مورد استفاده در کانال آزمایش بخش دوم..... ٦٢
شکل ۳-١٤- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۰ درجه نسبت به افق ٦٥
شکل ۳-١٥- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۳۰ درجه نسبت به افق..... ٦٥
شکل ۳-١٦- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ٤٥ درجه نسبت به افق..... ٦٥
شکل ۳-۱۷- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ٦٠ درجه نسبت به افق..... ٦٥
شکل ۳-۱۸- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۹۰ درجه نسبت به افق..... ٦٥
شکل ۳-۱۹- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۱۲۰ درجه نسبت به افق.... ٦٥
شکل ۳-۲۰- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۱۳٥ درجه نسبت به افق.... ٦٥
شکل ۳-۲۱- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۱٥۰ درجه نسبت به افق.... ٦٥
شکل ۳-۲۲- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۱۸۰ درجه نسبت به افق.... ٦٦
شکل ۳-۲۳- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۲۱۰ درجه نسبت به افق.... ٦٦
شکل ۳-٢٤- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۲۲٥ درجه نسبت به افق.... ٦٦
شکل ۳-۲٥- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۲٤۰ درجه نسبت به افق.... ٦٦
شکل ۳-۲٦- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۲۷۰ درجه نسبت به افق.... ٦٦
شکل ۳-۲۷- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۳۰۰ درجه نسبت به افق.... ٦٦
شکل ۳-۲۸- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۳۱٥ درجه نسبت به افق.... ٦٦
شکل ۳-۲۹- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۳۳۰ درجه نسبت به افق.... ٦٦
شکل ۳-۳۰- نمایی از پروفیل جریان ترکیبی و مقطع سازه با زاویه قرارگیری ۳٦۰ درجه نسبت به افق.... ٦٧
شکل ۳-۳۱- تصویر شماتیک جریان ترکیبی عبوری از روی سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای، مقطع سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای و پارامترهای هندسی و هیدرولیکی مؤثر بر ضریب دبی سازه ترکیبی..... ٦٩
شکل ۳-۳۲- جریان ترکیبی عبوری سرریز- دریچه استوانه‌ای در حالت آزاد..... ٧٤
شکل ٤-۱- منحنی دبی- اشل در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ٤۰ میلی‌متر..... ٧٩

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ٤-٢- منحنی دبی- اشل در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ٥٠ میلی‌متر..... ٧٩
شکل ٤-٣- منحنی دبی- اشل در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ٦٠ میلی‌متر..... ٨٠
شکل ٤-٤- منحنی دبی- اشل در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ٧٠ میلی‌متر..... ٨٠
شکل ٤- ٥- منحنی دبی- اشل در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ٧٠ میلی‌متر..... ٨١
شکل ٤- ٦- منحنی دبی- اشل در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ١٢٠ میلی‌متر..... ٨٢
شکل ٤-٧- منحنی دبی- اشل در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ١٦٠ میلی‌متر..... ٨٢
شکل ٤-٨- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٠ و ٣٦٠ درجه نسبت به افق..... ٨٣
شکل ٤-٩- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٣٠ درجه نسبت به افق..... ٨٤
شکل ٤-١٠- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٤٥ درجه نسبت به افق..... ٨٤
شکل ٤-١١- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٦٠ درجه نسبت به افق..... ٨٤
شکل ٤-١٢- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٩٠ درجه نسبت به افق..... ٨٥
شکل ٤-١٣- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ١٢٠ درجه نسبت به افق..... ٨٥
شکل ٤-١٤- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ١٣٥ درجه نسبت به افق..... ٨٥
شکل ٤-١٥- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ١٥٠ درجه نسبت به افق..... ٨٦
شکل ٤-١٦- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ١٨٠ درجه نسبت به افق..... ٨٦

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ٤-١٧- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٢١٠ درجه نسبت به افق..... ٨٦

شکل ٤-١٨- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٢٢٥ درجه نسبت به افق..... ٨٧

شکل ٤-١٩- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٢٤٠ درجه نسبت به افق..... ٨٧

شکل ٤-٢٠- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٢٧٠ درجه نسبت به افق..... ٨٧

شکل ٤-٢١- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٣٠٠ درجه نسبت به افق..... ٨٨

شکل ٤-٢٢- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٣١٥ درجه نسبت به افق..... ٨٨

شکل ٤-٢٣- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٣٣٠ درجه نسبت به افق..... ٨٨

شکل ٤-٢٤- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٤٠ میلی‌متر..... ٨٩

شکل ٤-٢٥- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٥٠ میلی‌متر..... ٩٠

شکل ٤-٢٦- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٦٠ میلی‌متر..... ٩٠

شکل ٤-٢٧- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٧٠ میلی‌متر..... ٩١

شکل ٤-٢٨- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٠ و ٣٦٠ درجه نسبت به افق..... ٩٢

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ٤-٢٩- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۳۰ درجه نسبت به افق..... ۹۲
شکل ٤-٣٠- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٤٥ درجه نسبت به افق..... ۹۲
شکل ٤-٣١- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ٦٠ درجه نسبت به افق..... ۹۳
شکل ٤-٣٢- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۹۰ درجه نسبت به افق..... ۹۳
شکل ٤-٣٣- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۱۲۰ درجه نسبت به افق..... ۹۳
شکل ٤-٣٤- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۱۳۵ درجه نسبت به افق..... ۹٤
شکل ٤-٣٥- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۱۵۰ درجه نسبت به افق..... ۹٤
شکل ٤-٣٦- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۱۸۰ درجه نسبت به افق..... ۹٤
شکل ٤-٣٧- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۲۱۰ درجه نسبت به افق..... ۹۵
شکل ٤-٣٨- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۲۲۵ درجه نسبت به افق..... ۹۵
شکل ٤-٣٩- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۲٤۰ درجه نسبت به افق..... ۹۵
شکل ٤-٤٠- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۲۷۰ درجه نسبت به افق..... ۹٦

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ٤-٤١- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۳۰۰ درجه نسبت به افق..... ۹٦
شکل ٤-٤٢- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۳۱۵ درجه نسبت به افق..... ۹٦
شکل ٤-٤٣- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a برای قطرهای مختلف در زاویه قرارگیری ۳۳۰ درجه نسبت به افق..... ۹۷
شکل ٤-٤٤- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ۷۰ میلی‌متر..... ۹۸
شکل ٤-٤٥- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ۱۲۰ میلی‌متر..... ۹۸
شکل ٤-٤٦- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ۱٦۰ میلی‌متر..... ۹۹
شکل ٤-٤٧- تغییرات ضریب آبگذری سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ٤۰ میلی‌متر..... ۱۰۲
شکل ٤-٤٨- تغییرات ضریب آبگذری سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ۵۰ میلی‌متر..... ۱۰۲
شکل ٤-٤٩- تغییرات ضریب آبگذری سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ٦۰ میلی‌متر..... ۱۰۳
شکل ٤-۵۰- تغییرات ضریب آبگذری سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ۷۰ میلی‌متر..... ۱۰۳
شکل ٤-۵۱- تغییرات ضریب آبگذری سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ۷۰ میلی‌متر..... ۱۰۵
شکل ٤-۵۲- تغییرات ضریب آبگذری سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ۱۲۰ میلی‌متر..... ۱۰۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ٤-٥٣- تغییرات ضریب آبگذری سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری برای قطر ١٦٠ میلی‌متر..... ١٠٦
شکل ٤-٥٤- تغییرات میزان پس‌زدگی آب سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابرزاویه قرارگیری سازه با قطر ٤٠ میلی‌متر..... ١٠٨
شکل ٤-٥٥- تغییرات میزان پس‌زدگی آب سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابرزاویه قرارگیری سازه با قطر ٥٠ میلی‌متر..... ١٠٨
شکل ٤-٥٦- تغییرات میزان پس‌زدگی آب سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابرزاویه قرارگیری سازه با قطر ٦٠ میلی‌متر..... ١٠٩
شکل ٤-٥٧- تغییرات میزان پس‌زدگی آب سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابرزاویه قرارگیری سازه با قطر ٧٠ میلی‌متر..... ١٠٩
شکل ٤-٥٨- تغییرات میزان پس‌زدگی آب سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری با قطر ٧٠ میلی‌متر..... ١١١
شکل ٤-٥٩- تغییرات میزان پس‌زدگی آب سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری با قطر ١٢٠ میلی‌متر..... ١١١
شکل ٤-٦٠- تغییرات میزان پس‌زدگی آب سرریز-دریچه نیم‌استوانه‌ای در زوایای مختلف قرارگیری با قطر ١٦٠ میلی‌متر..... ١١٢
شکل ٤-٦١- میزان پس زدگی آب در برابر زاویه قرارگیری سازه با قطر ٧٠ میلی‌متر..... ١١٣
شکل ٤-٦٢- میزان پس زدگی آب در برابر زاویه قرارگیری سازه با قطر ١٢٠ میلی‌متر..... ١١٣
شکل ٤-٦٣- میزان پس زدگی آب در برابر زاویه قرارگیری سازه با قطر ١٦٠ میلی‌متر..... ١١٤
شکل ٤-٦٤- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٤٠ میلی‌متر..... ١١٥
شکل ٤-٦٥- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٥٠ میلی‌متر..... ١١٥

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ٤-٦٦- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٦٠ میلی‌متر..... ١١٦

شکل ٤-٦٧- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٧٠ میلی‌متر..... ١١٦

شکل ٤-٦٨- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٧٠ میلی‌متر..... ١١٧

شکل ٤-٦٩- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ١٢٠ میلی‌متر..... ١١٨

شکل ٤-٧٠- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ١٦٠ میلی‌متر..... ١١٨

شکل ٤-٧١- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٤٠ میلی‌متر کانال کوچک..... ١٢٠

شکل ٤-٧٢- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ١٦٠ میلی‌متر کانال بزرگ..... ١٢١

شکل ٤-٧٣- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد H/a در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٤٠ میلی‌متر کانال کوچک(١) و ١٦٠ میلی‌متر کانال بزرگ(٢) ١٢١

شکل ٤-٧٤- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٤٠ میلی‌متر کانال کوچک..... ١٢٣

شکل ٤-٧٥- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ١٦٠ میلی‌متر کانال بزرگ..... ١٢٣

شکل ٤-٧٦- تغییرات ضریب آبگذری سرریز- دریچه نیم‌استوانه‌ای در برابر پارامتر بی‌بعد Fr_{up} در زوایای مختلف قرارگیری نسبت به افق برای قطر ٤٠ میلی‌متر کانال کوچک (١) و ١٦٠ میلی‌متر کانال بزرگ(٢) ١٢٤

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

با توجه به این که بخش عمده‌ای از کشور ایران، در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده و به دلیل داشتن شرایط خاص آب و هوایی و اقلیمی، به‌خصوص طی سال‌های اخیر، با خشکسالی و کمبود آب مواجه بوده، که این امر لزوم حفاظت از منابع آبی را تامین نموده است. همچنین با توجه به رشد جمعیت و افزایش نیاز روز افزون به آب، لازم است با دید کارشناسی‌تر و دقیق‌تری به مسئله تأمین، انتقال و توزیع آب نگریست و تلاش کرد، که از اتلاف آب، جلوگیری شود. یکی از راه‌کارهای کاهش اتلاف آب، اندازه‌گیری دقیق‌تر و انتقال اصولی آن می‌باشد. از آن‌جایی که به‌منظور بهینه‌سازی مصرف آب، مدیریت و حفاظت از منابع آب نقش بسزایی دارد و از طرفی باصرف هزینه‌های بسیار زیاد نیز امکان حفاظت کامل وجود ندارد،و همچنین اندازه‌گیری دبی جریان نقش اصلی را داراست، لذا بررسی هر چه دقیق‌تر سازه‌های کنترل و اندازه‌گیری جریان با مطالعات آزمایشگاهی روی مدل‌های فیزیکی و هیدرولیکی لازم و ضروری می‌باشد. سازه‌های اندازه‌گیری جریان و کنترل سطح آب از اجزای مهم در شبکه‌های آبیاری و زهکشی هستند. از جمله این سازه‌ها می‌توان به سرریزها[1] و دریچه‌ها[2] اشاره کرد. سرریز و دریچه به طور گسترده به منظور اندازه‌گیری دبی جریان، کنترل سطح آب، تنظیم جریان و تثبیت کف، درکانال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (نجم و همکاران[3]، ۲۰۰۲). همان‌طور که ذکر شد سرریز و دریچه به علت داشتن روابط ساده و نسبتاً دقیق از کاربرد وسیعی در کنترل، انحراف و اندازه‌گیری جریان در پروژه‌های آب‌رسانی، کشاورزی و صنعتی برخوردار می‌باشند (رضویان و حیدرپور، ۱۳۸۶). همواره آب جاری در مسیر کانال‌ها دارای ذرات معلق رسوب و مواد شناور بوده که فرصت ته‌نشینی در پشت سرریز و تجمع در ورودی دریچه را پیدا نموده و این امر علاوه بر کاهش حجم کانال در محدوده سازه سبب بروز مشکلاتی از جمله آبگیری زمین‌های اطراف به‌علت سرریز شدن آب از طرفین کانال، به‌خطر افتادن پایداری سازه و کاهش دقت اندازه‌گیری جریان می‌شود. به این ترتیب تأثیر ارتفاع سرریز کاهش یافته و موجب افزایش ضریب دبی می‌گردد. اسیرالسن و هانسن[4] (۱۹۶۲) آزمایشات گسترده‌ای در این زمینه انجام دادند و مشاهده کرده‌اند،

---

[1] weir
[2] gate
[3] Negm et al.
[4] Israelsen and Hanson