بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين
انعمت عليهم غير المغضوب عليهم
ولا الضالين

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

بررسی جریان همزمان از زیر یک

دریچه کشویی و روی یک سرریز ذوزنقه‌ای در یک کانال دایره‌ای

پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی

مریم پاشازاده

اساتید راهنما

دکتر منوچهر حیدرپور

مهندس سید حسین سقائیان نژاد

۱۳۸۹

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی خانم مریم پاشازاده

تحت عنوان

بررسی جریان همزمان از زیر یک
دریچه کشویی و روی یک سرریز ذوزنقه‌ای در یک کانال دایره‌ای

درتاریخ ۸۹/۱۱/۱۶ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر منوچهر حیدر پور
۲- استاد راهنمای پایان نامه	مهندس سید حسین سقائیان نژاد
۳- استاد مشاور پایان نامه	مهندس اسماعیل لندی
۴- استاد داور	دکتر جهانگیر عابدی کوپایی
۵- استاد داور	دکتر امین الله معصومی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر احمد ریاسی

تشکّر و قدردانی

سپاس خدایی را که اوّل و آخر وجود است، بی آنکه اوّلی بر او پیشی بگیرد و یا آخری پس از او باشد، خدایی که دست هر چشمی از دامن دیدارش کوتاه است و فهم هر کبوتر توصیفگری از پرواز در آسمان وصفش عاجز.

بر خود لازم می دانم صمیمانه ترین سپاس هایم را تقدیم عزیزانی نمایم که مرا در به پایان رساندن این تحقیق یاری نمودند. از استاد فرزانه ام جناب آقای دکتر حیدرپور به پاس راهنمایی های ارزنده و زحمات بی دریغشان، از جناب آقای مهندس سقائیان نژاد به خاطر مساعدت و همدلی ایشان و از جناب آقای مهندس لندی به خاطر زحمت مشاوره این پایان نامه.

از جناب آقایان دکتر عابدی و دکتر معصومی که زحمت باز خوانی و داوری پایان نامه را متقبّل شدند کمال تشکّر را دارم.

همچنین از تمامی دوستانم به ویژه سرکار خانم مهندس باقری، جناب آقایان مهندس رضویان، مهندس حسن زاده، مهندس تقی زاده و مهندس قره داغی که در دوران زیبای تحصیل در این مقطع از راهنمایی ها و همدلی هایشان بسی سود بردم نهایت سپاس و قدردانی را ابراز می دارم و آرزومند آرزوهایشان می باشم.

در پایان از کمک ها و دلگرمی های همسرم و خانواده محترم ایشان، پدر و مادرم، خواهران و تک برادرم در طول دوره تحصیل، ممنون و سپاسگذارم و سعادت و سلامتشان را از درگاه حق آرزومندم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

این مجموعه بسیار کمتر از آن است که بخواهم با تقدیم آن به عزیزانم آنها را بستایم

اما دوست دارم تا کار کوچکم را با نام آنان مزیّن سازم.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

آموزگارانی که زندگی، امید و انسان بودن را برایم معنا کردند،

و همسر صبورم

که رسم عشق ورزی به دنیا را به من آموخت.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب.....هشت
فهرست شکل‌ها.....ده
فهرست جداول.....پانزده
چکیده.....۱
فصل اول: مقدمه و بررسی منابع
۱-۱- مقدمه.....۲
۱-۲- کانال‌های باز.....۳
۱-۲-۱- انواع کانال‌های باز.....۴
۱-۲-۲- تقسیم بندی بر اساس شکل مقطع کانال.....۴
۱-۳- سرریزها.....۵
۱-۳-۱- کاربرد سرریزها.....۶
۱-۳-۲- قسمت‌های اصلی یک سرریز.....۷
۱-۳-۳- انواع سرریزها.....۸
۱-۴- دریچه‌ها.....۱۳
۱-۴-۱- انواع دریچه‌ها.....۱۳
۱-۴-۲- دریچه کشویی.....۱۶
۱-۵- اهداف تحقیق.....۱۶
۱-۶- پیشینه تحقیق.....۱۷
۱-۶-۱- سرریز لبه‌تیز.....۱۸
۱-۶-۲- دریچه کشویی.....۲۶
۱-۶-۳- مدل ترکیبی سرریز با دریچه.....۳۰
۱-۶-۴- شبیه‌سازی و حل عددی جریان.....۳۹
فصل دوم: مواد و روش‌ها
۲-۱- تجهیزات آزمایشگاهی.....۵۰
۲-۱-۱- مشخصات کانال کمکی مستطیلی.....۵۱
۲-۱-۲- نصب کانال دایره‌ای.....۵۲
۲-۱-۳- تجهیزات جانبی کانال دایره‌ای.....۵۵
۲-۱-۴- آماده سازی شرایط آزمایشگاهی.....۵۶
۲-۲- جزئیات مدل‌های آزمایشگاهی.....۵۸
۲-۲-۱- تعداد و شکل مدل‌ها.....۵۸
۲-۲-۲- ساخت مدل‌ها.....۶۰
۲-۲-۳- نصب مدل‌های آزمایشگاهی.....۶۰
۲-۳- برداشت داده‌های آزمایشگاهی.....۶۲
۲-۳-۱- نحوه برداشت داده‌های آزمایشگاهی.....۶۲
۲-۳-۲- منابع خطا در داده‌های آزمایشگاهی.....۶۲
۲-۴- روابط ارائه شده پیشنهادی.....۶۳
۲-۴-۱- تئوری جریان عبوری از مدل ترکیبی سرریز ذوزنقه‌ای- دریچه در کانال دایره‌ای.....۶۳
۲-۴-۲- آنالیز ابعادی.....۶۹
۲-۴-۳- تحلیل با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۷۱
۲-۵- شبیه‌سازی جریان با استفاده از نرم‌افزار Flow-3D ۷۲
۲-۶- روش‌های عددی شبیه‌سازی Flow-3D.....۷۳
۲-۷- معادلات حرکت.....۷۴
۲-۷-۱- سیستم‌های مختصات.....۷۴
۲-۷-۲- معادله پیوستگی جرم.....۷۵
۲-۷-۳- معادلات مومنتوم.....۷۶
۲-۷-۴- معادلات سطوح مشترک سیال و سطوح آزاد.....۷۸

عنوان **صفحه**

۲-۷-۵- معادله انرژی سیال..... ۷۹
۲-۸- مدل‌های آشفتگی..... ۸۰
۲-۸-۱- ویسکوزیته آشفتگی..... ۸۰
۲-۹- مدل رسوب..... ۸۱
۲-۱۰- کاربردهای Flow-3D در زمینه مهندسی آب..... ۸۱
۲-۱۱- شبیه‌سازی جریان عبوری از روی مدل‌های آزمایشگاهی با استفاده از Flow-3D ۸۲
۲-۱۱-۱- بخش Global..... ۸۲
۲-۱۱-۲- بخش Physics..... ۸۳
۲-۱۱-۳- بخش Fluids..... ۸۴
۲-۱۱-۴- بخش شبکه‌بندی وهندسه (Meshing & Geometry)..... ۸۴
۲-۱۱-۵- بخش شرایط مرزی (Boundary conditions)..... ۸۵
۲-۱۱-۶- شرایط اولیه (Initial)..... ۸۷
۲-۱۱-۷- فایل خروجی (Output)..... ۸۷
۲-۱۱-۸- تنظیمات عددی (Numerics)..... ۸۷
۲-۱۱-۹- مرحله نهایی (Finalize)..... ۸۸
۲-۱۱-۱۰- شبیه‌سازی کردن (Simulate)..... ۸۸
۲-۱۲- تحلیل میدان و نتایج مدل (Analyze)..... ۸۸
۲-۱۲-۱- بخش Custom..... ۸۹
۲-۱۲-۲- بخش Probe..... ۸۹
۲-۱۲-۳- بخش 1-D..... ۸۹
۲-۱۲-۴- بخش 2-D..... ۸۹
۲-۱۲-۵- بخش 3-D..... ۹۰
۲-۱۲-۶- بخش Stream lines..... ۹۰
۲-۱۲-۷- بخش خروجی‌های متنی (Text Outputs)..... ۹۰

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- مدل دریچه کشویی..... ۹۳
۳-۲- مدل سرریز ذوزنقه‌ای لبه‌تیز در انتهای کانال دایره‌ای..... ۹۸
۳-۳- مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای لبه‌تیز در کانال دایره‌ای..... ۱۱۴
۳-۳-۱- بررسی ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز – دریچه با فرض یکسان‌بودن ضرایب دبی سرریز و دریچه..... ۱۱۴
۳-۳-۲- بررسی ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز- دریچه با استفاده از آنالیز ابعادی و نرم‌افزار SPSS..... ۱۳۷
۳-۴- شبیه‌سازی جریان عبوری از روی مدل‌های آزمایشگاهی در کانال دایره‌ای با استفاده از Flow-3D..... ۱۴۵
۳-۴-۱- شبیه‌سازی جریان عبوری از مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای لبه‌تیز..... ۱۴۵
۳-۴-۲- شبیه‌سازی جریان تفکیکی عبوری از مدل سرریز ذوزنقه‌ای تک در انتهای کانال دایره‌ای..... ۱۴۶
۳-۴-۳- شبیه‌سازی جریان تفکیکی عبوری از مدل دریچه تک با بازشدگی ۳ سانتیمتری در انتهای کانال دایره‌ای..... ۱۴۷
۳-۴-۴- نمونه‌ای از نتایج سه بعدی و دو بعدی و نمودارهای خروجی نرم‌افزار Flow-3D..... ۱۴۸

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۴-۱- خلاصه نتایج..... ۱۵۶
۴-۲- پیشنهادات..... ۱۶۲

مراجع..... ۱۶۴

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

۱-۱ سرریز لبه‌تیز..... ۹
۱-۲ سرریز لبه‌تیز مستطیلی..... ۱۰
۱-۳ سرریزهای متداول لبه تیز..... ۱۰
۱-۴ برش طولی تاج سرریزهای لبه تیز..... ۱۱
۱-۵ سرریز لبه پهن..... ۱۲
۱-۶ سرریز لبه گرد..... ۱۲
۱-۷ سرریز تاج استوانه‌ای..... ۱۳
۱-۸ سرریز ساده شیب دار..... ۱۳
۱-۹ انواع دریچه‌های سطحی..... ۱۵
۱-۱۰ دریچه تحتانی..... ۱۵
۱-۱۱ حالت‌های عبور آب از دریچه..... ۱۶
۱-۱۲ مقادیر Ce ارائه شده توسط آزمایشات کیندزواتر و کارتر به صورت تابعی از H/P ,L/B..... ۲۱
۱-۱۳ مقادیر Kb ارائه شده توسط آزمایشات کیندزواتر و کارتر به صورت تابعی از L/B..... ۲۱
۱-۱۴ مقادیر C به صورت تابعی از L/B..... ۲۲
۱-۱۵ مقادیر Kh به صورت تابعی از زاویه رأس سرریز مثلثی..... ۲۳
۱-۱۶ مقادیر Ce به صورت تابعی از زاویه رأس مثلث..... ۲۴
۱-۱۷ مقادیر Ce در سرریزهای مثلثی با زاویه رأس ۹۰ درجه..... ۲۴
۱-۱۸ سرریز لبه تیز دایره‌ای..... ۲۵
۱-۱۹ شماتیک جریان از زیر دریچه کشویی..... ۲۶
۱-۲۰ مقادیر ضریب دبی دریچه ارائه شده توسط هنری برای جریان آزاد و مستغرق..... ۲۷
۱-۲۱ تقسیم‌بندی جریان پایین‌دست دریچه به نواحی در حال توسعه و کاملاً توسعه‌یافته..... ۲۹
۱-۲۲ طرح شماتیک جریان آزاد از زیر و روی یک سیستم سرریز مثلثی معکوس و یک سرریز لبه‌تیز مستطیلی..... ۳۱
۱-۲۳ طرح شماتیک از جریان همزمان بالای سرریز و زیر دریچه در حالت جریان آزاد در مدل ترکیبی..... ۳۲
۱-۲۴ شماتیک جریان عبوری از الف) زیر دریچه، ب) روی دریچه، ج) زیر و روی دریچه..... ۳۴
۱-۲۵ طرح شماتیک از جریان عبوری از مدل سرریز دریچه مستطیلی با فشردگی جانبی یکسان..... ۳۵
۱-۲۶ شماتیک جریان نیمه مستغرق بالای سرریز و زیر دریچه..... ۳۷
۱-۲۷ شماتیک جریان کاملاً مستغرق بالای سرریز و زیر دریچه..... ۳۷
۱-۲۸ شماتیک نصب مدل سرریز-دریچه..... ۳۹
۱-۲۹ کیفیت مش‌بندی یک شیء دایره‌ای (الف) به روش تفاضل محدود و (ب) به روش المان محدود معمول..... ۴۰
۱-۳۰ روش FAVOR در سلول جزئی برای توصیف هندسه در یک شبکه تفاضل محدود..... ۴۱
۱-۳۱ تعریف تابع VOF حجم سیال..... ۴۳
۱-۳۲ نیم‌رخ توزیع سرعت بالادست لبه انتهایی کانال..... ۴۶
۱-۳۳ نیم‌رخ سطح آزاد آب در ریزش آزاد از انتهای کانال ذوزنقه‌ای..... ۴۶
۱-۳۴ توزیع سرعت و فشار در مقطع عرضی لبه..... ۴۷
۲-۱ تصویری از کانال کمکی مستطیلی قبل از جاگذاری کانال دایره‌ای..... ۵۱
۲-۲ تصویر شماتیک از تکیه‌گاه چوبی..... ۵۲
۲-۳ نمایی از محل استقرار مدل‌ها در شیارها..... ۵۳
۲-۴ نمایی از لوله پلی اتیلنی نصب شده داخل فلوم مستطیلی..... ۵۳
۲-۵ نمای فلنج و شیارهای موازی نصب شده روی آن..... ۵۴
۲-۶ تصویر شماتیک از پیزومترها..... ۵۴
۲-۷ نمایی از صفحه مدرج و مانومترها..... ۵۴
۲-۸ عمق سنج دیجیتال..... ۵۵
۲-۹ نمایی از فلومتر..... ۵۶
۲-۱۰ مجرای ورودی کانال دایره‌ای آب‌بندی شده..... ۵۷

عنوان **صفحه**

۲-۱۱ کولیس..... ۵۷
۲-۱۲ تصویری از مدل آب بندی شده در انتهای کانال..... ۵۸
۲-۱۳ پمپ آب..... ۵۸
۲-۱۴ الف- گروه مدل ترکیبی با طول تاج سرریز ۴ سانتیمتر..... ۵۹
۲-۱۴ ب- گروه مدل ترکیبی با طول تاج سرریز ۶ سانتیمتر..... ۵۹
۲-۱۴ ج- گروه مدل ترکیبی با طول تاج سرریز ۸ سانتیمتر..... ۶۰
۲-۱۵ نمایی از عملکرد مدل سرریز ذوزنقه‌ای لبه‌تیز تک در انتهای کانال دایره‌ای..... ۶۱
۲-۱۶ نمایی از عملکرد مدل دریچه کشویی لبه‌تیز تک در انتهای کانال دایره‌ای..... ۶۱
۲-۱۷ تصویر جت خروجی آب از زیر دریچه..... ۶۴
۲-۱۸ سرریز لبه تیز مستطیلی بدون فشردگی..... ۶۶
۲-۱۹ نمای جریان از روی سرریز لبه‌تیز ذوزنقه‌ای..... ۶۷
۲-۲۰ نمای جریان خروجی از مدل ترکیبی در انتهای کانال دایره‌ای..... ۶۸
۲-۲۱ نمایی از کانال و مدل آزمایشگاهی طراحی و مش‌بندی شده..... ۸۵
۲-۲۲ نمایی از شرایط مرزی نسبت داده شده به هر وجه کانال و مدل آزمایشگاهی..... ۸۶
۳-۱ تغییرات ضریب دبی دریچه در برابر نسبت بدون بعد بار آبی مؤثر به بازشدگی دریچه..... ۹۳
۳-۲ تغییرات ضریب دبی دریچه در برابر عدد رینولدز جریان در بالادست دریچه..... ۹۴
۳-۳ تغییرات ضریب دبی دریچه در برابر عدد وبر جریان در بالادست دریچه..... ۹۵
۳-۴ تغییرات ضریب دبی دریچه در برابر عدد فرود جریان در بالادست دریچه..... ۹۶
۳-۵ تغییرات ضریب دبی دریچه در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست دریچه..... ۹۶
۳-۶ تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور دریچه در سه شدت جریان مورد نظر و سه بازشدگی متفاوت..... ۹۷
۳-۷ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (الف) در برابر نسبت بدون بعد بار آبی روی سرریز به ارتفاع سرریز..... ۹۹
۳-۸ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ب) در برابر نسبت بدون بعد بار آبی روی سرریز به ارتفاع سرریز..... ۱۰۰
۳-۹ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ج) در برابر نسبت بدون بعد بار آبی روی سرریز به ارتفاع سرریز..... ۱۱۱
۳-۱۰ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (الف) در برابر عدد بدون بعد رینولدز..... ۱۰۳
۳-۱۱ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ب) در برابر عدد بدون بعد رینولدز..... ۱۰۴
۳-۱۲ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ج) در برابر عدد بدون بعد رینولدز..... ۱۰۵
۳-۱۳ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (الف) در برابر عدد بدون بعد وبر..... ۱۰۵
۳-۱۴ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ب) در برابر عدد بدون بعد وبر..... ۱۰۶
۳-۱۵ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ج) در برابر عدد بدون بعد وبر..... ۱۰۷
۳-۱۶ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (الف) در برابر عدد بدون بعد فرود..... ۱۰۸
۳-۱۷ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ب) در برابر عدد بدون بعد فرود..... ۱۰۹
۳-۱۸ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ج) در برابر عدد بدون بعد فرود..... ۱۰۹
۳-۱۹ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (الف) در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست سرریز..... ۱۰۹
۳-۲۰ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ب) در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست سرریز..... ۱۱۰
۳-۲۱ تغییرات ضریب دبی سرریزهای ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ج) در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست سرریز..... ۱۱۰
۳-۲۲ تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور سرریز ذوزنقه‌ای لبه‌تیز تک گروه (الف) با طول تاج ۴ سانتیمتر و در دو دبی حداکثر و متوسط عبوری از سرریز..... ۱۱۳
۳-۲۳ تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور سرریز ذوزنقه‌ای لبه‌تیز تک گروه (ب) با طول تاج ۶ سانتیمتر و در دو دبی حداکثر و متوسط عبوری از سرریز..... ۱۱۳

عنوان **صفحه**

۳-۲۴ تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور سرریز ذوزنقه‌ای لبه‌تیز تک گروه (ج) با طول تاج ۸ سانتیمتر و در دو دبی حداکثر و متوسط عبوری از سرریز..... ۱۱۴
۳-۲۵ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی مدل سرریز-دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر نسبت بی‌بعد عمق جریان بالادست به بازشدگی دریچه..... ۱۱۵
۳-۲۵ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر نسبت بی‌بعد عمق جریان بالادست به بازشدگی دریچه..... ۱۱۶
۳-۲۶ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر نسبت بی‌بعد عمق جریان بالادست به بازشدگی دریچه..... ۱۱۶
۳-۲۶ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز-دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر نسبت بی‌بعد عمق جریان بالادست به بازشدگی دریچه..... ۱۱۷
۳-۲۷ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر نسبت بی‌بعد عمق جریان بالادست به بازشدگی دریچه..... ۱۱۸
۳-۲۷ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر نسبت بی‌بعد عمق جریان بالادست به بازشدگی دریچه..... ۱۱۸
۳-۲۸ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست کانال..... ۱۱۹
۳-۲۸ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست کانال..... ۱۲۰
۳-۲۹ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست کانال..... ۱۲۰
۳-۲۹ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست کانال..... ۱۲۱
۳-۳۰ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست کانال..... ۱۲۱
۳-۳۰ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر سرعت متوسط جریان در بالادست کانال..... ۱۲۲
۳-۳۱ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر عدد رینولدز در کانال دایره‌ای بالادست مدل ترکیبی سرریز- دریچه..... ۱۲۳
۳-۳۱ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر عدد رینولدز در کانال دایره‌ای بالادست مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای..... ۱۲۳
۳-۳۲ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر عدد رینولدز در کانال دایره‌ای بالادست مدل ترکیبی سرریز- دریچه..... ۱۲۴
۳-۳۲ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر عدد رینولدز در کانال دایره‌ای بالادست مدل ترکیبی سرریز- دریچه..... ۱۲۴
۳-۳۳ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر عدد رینولدز در کانال دایره‌ای بالادست مدل ترکیبی سرریز- دریچه..... ۱۲۵
۳-۳۳ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر عدد رینولدز در کانال دایره‌ای بالادست مدل ترکیبی سرریز- دریچه..... ۱۲۵
۳-۳۴ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر عدد وبر در کانال دایره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۲۶
۳-۳۴ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر عدد وبر در کانال دایره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۲۶
۳-۳۵ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر عدد وبر در کانال دایره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۲۷

عنوان **صفحه**

۳-۳۵ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر عدد وبر در کانال دایـره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۲۷
۳-۳۶ الف- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر عدد وبر در کانال دایـره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۲۸
۳-۳۶ ب- تغییرات ضریب دبی ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر عدد وبر در کانال دایـره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۲۸
۳-۳۷ الف- تغییرات ضریب دبی مدل‌های ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر عدد فرود جریان در کانال دایـره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۳۰
۳-۳۷ ب- تغییرات ضریب دبی مدل‌های ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر عدد فرود جریان در کانال دایـره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۳۰
۳-۳۸ الف- تغییرات ضریب دبی مدل‌های ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر عدد فرود جریان در کانال دایـره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۳۱
۳-۳۸ ب- تغییرات ضریب دبی مدل‌های ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر عدد فرود جریان در کانال دایـره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۳۲
۳-۳۹ الف- تغییرات ضریب دبی مدل‌های ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر در برابر عدد فرود جریان در کانال دایـره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۳۲
۳-۳۹ ب- تغییرات ضریب دبی مدل‌های ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر در برابر عدد فرود جریان در کانال دایـره‌ای بالادست مدل ترکیبی..... ۱۳۳
۳-۴۰ الف- تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر و به ازای حداکثر شدت جریان عبوری از مدل ترکیبی..... ۱۳۴
۳-۴۰ ب- تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (الف) با طول تاج ۴ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر و به ازای حداکثر شدت جریان عبوری از مدل ترکیبی..... ۱۳۵
۳-۴۱ الف- تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر و به ازای حداکثر شدت جریان عبوری از مدل ترکیبی..... ۱۳۵
۳-۴۱ ب- تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ب) با طول تاج ۶ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر و به ازای حداکثر شدت جریان عبوری از مدل ترکیبی..... ۱۳۶
۳-۴۲ الف- تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۶ سانتیمتر و به ازای حداکثر شدت جریان عبوری از مدل ترکیبی..... ۱۳۶
۳-۴۲ ب- تغییرات نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در حضور مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای لبه‌تیز گروه (ج) با طول تاج ۸ و ارتفاع تاج ۸ سانتیمتر و به ازای حداکثر شدت جریان عبوری از مدل ترکیبی..... ۱۳۷
۳-۴۳ الف- هیستوگرام باقی‌مانده‌ها..... ۱۳۹
۳-۴۳ ب- مانده‌های استاندارد شده..... ۱۳۹
۳-۴۴ الف- گراف Q-Q..... ۱۳۹
۳-۴۴ ب- گراف P-P..... ۱۳۹
۳-۴۵ الف- نمودار زنگوله‌ای..... ۱۴۱
۳-۴۵ ب- ارزیابی مدل..... ۱۴۱
۳-۴۶ مقایسه دبی مشاهده‌ای در برابر دبی ترکیبی محاسبه شده برا ساس رابطه (۳-۴)..... ۱۴۲
۳-۴۷ تأثیر ارتفاع تاج سرریز در مدل ترکیبی بر ضریب دبی ترکیبی..... ۱۴۲
۳-۴۸ تأثیر زاویه بازشدگی سرریز در مدل ترکیبی بر ضریب دبی ترکیبی..... ۱۴۳
۳-۴۹ تأثیر طول تاج سرریز در مدل ترکیبی بر ضریب دبی ترکیبی..... ۱۴۳
۳-۵۰ تأثیر مقدار بازشدگی دریچه در مدل ترکیبی بر ضریب دبی ترکیبی..... ۱۴۴
۳-۵۱ تأثیر پارامتر p در مدل ترکیبی بر ضریب دبی ترکیبی..... ۱۴۴
۳-۵۲ مقایسه نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در دبی حداکثر عبوری از مدل ترکیبی در دو حالت شبیه‌سازی بدون اثرگذاری کشش سطحی و با تأثیر کشش سطحی توسط Flow-3D با حالت آزمایشگاهی..... ۱۴۵
۳-۵۳ مقایسه نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در جریان تفکیکی عبوری از مدل سرریز ذوزنقه‌ای تک در حالت شبیه‌سازی توسط Flow-3D با مقادیر آزمایشگاهی..... ۱۴۷

عنوان **صفحه**

۳-۵۴ مقایسه نیم‌رخ سطح آب بدون بعد در جریان تفکیکی عبوری از مدل دریچه تک با بازشدگی ۳ سانتیمتر در دو حالت شبـیه‌سازی با احتساب ۲۰ ثانیه زمان اتمام و ۵۰ ثانیه زمان اتمام توسـط Flow-3D با مقادیر آزمایشگاهی..... ۱۴۸
۳-۵۵ تغییرات سه بعدی مقدار سرعت جریان عبوری از کانال در شرایط حضور مدل ترکیبی در انتهای کانال دایره‌ای در مقطع عرضی وسط کانال در گام زمانی صفر درصد از زمان اتمام..... ۱۴۸
۳-۵۶ تغییرات سه بعدی مقدار سرعت جریان عبوری از کانال در شرایط حضور مدل ترکیبی در انتهای کانال دایره‌ای در مقطع عرضی وسط کانال در گام زمانی ۱۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۴۹
۳-۵۷ تغییرات سه بعدی مقدار سرعت جریان عبوری از کانال در شرایط حضور مدل ترکیبی در انتهای کانال دایره‌ای در مقطع عرضی وسط کانال در گام زمانی ۲۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۴۹
۳-۵۸ تغییرات سه بعدی مقدار سرعت جریان عبوری از کانال در شرایط حضور مدل ترکیبی در انتهای کانال دایره‌ای در مقطع عرضی وسط کانال در گام زمانی ۱۰۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۵۰
۳-۵۹ تغییرات سه بعدی مقدار فشار نسبی جریان عبوری از کانال در شرایط حضور مدل ترکیبی در انتهای کانال دایره‌ای در مقطع عرضی وسط کانال در گام زمانی ۱۰۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۵۰
۳-۶۰ تغییرات دو بعدی بردار سرعت در صفحه (X-Z) در جریان عبوری از کانال در شرایط حضور مدل ترکیبی در انتهای کانال دایره‌ای در گام زمانی ۱۰۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۵۱
۳-۶۱ تغییرات دو بعدی فشار و بردارهای آن در صفحه (X-Z) در جریان عبوری از کانال در شرایط حضور مدل ترکیبی در انتهای کانال دایره‌ای در گام زمانی ۱۰۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۵۱
۳-۶۲ تغییرات سه بعدی سرعت افقی جریان عبوری از کانال در شرایط حضور سرریز ذوزنقه‌ای تک در انتهای کانال دایره‌ای در گام زمانی ۱۰۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۵۲
۳-۶۳ تغییرات سه بعدی مقدار سرعت جریان عبوری از کانال در شرایط حضور دریچه تک با بازشدگی ۳ سانتیمتر در انتهای کانال دایره‌ای در گام زمانی ۱۰۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۵۲
۳-۶۴ تغییرات سه بعدی مقدار فشار جریان عبوری از کانال در شرایط بدون وجود مدل در انتهای کانال دایره‌ای در گام زمانی ۱۰۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۵۳
۳-۶۵ تغییرات سه بعدی مقدار سرعت جریان عبوری از کانال در شرایط بدون وجـود مدل در انتهـای کانال دایره‌ای در گام زمانی ۱۰۰ درصد از زمان اتمام..... ۱۵۳
۳-۶۶ نمودار تغییرات حد پایداری جریان سیال در مقابل زمان در شرایط وجود دریچه در انتهای کانال دایره‌ای و فرض زمان اتمام ۵۰ ثانیه در اجرای برنامه..... ۱۵۴
۳-۶۷ نمودار تغییرات درصد خطای حجم سیال در مقابل زمان در شرایط وجود دریچه در انتهای کانال دایره‌ای و فرض زمان اتمام ۵۰ ثانیه در اجرای برنامه..... ۱۵۴
۳-۶۸ نمودار تغییرات انرژی جنبشی متوسط سیال در مقابل زمان در شرایط وجود دریچه در انتهای کانال دایره‌ای و فرض زمان اتمام ۵۰ ثانیه در اجرای برنامه..... ۱۵۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

۱-۱ مقادیر Cc ارایه شده توسط بنیامین برای دریچه کشویی..... ۲۷
۳-۱ دامنه مجاز پارامترهای مورد استفاده در معادله (۳-۴)..... ۱۳۸
۳-۲ نمایی از تست ANOVA، به صورت یک جدول خروجی از نرم‌افزار..... ۱۴۰
۳-۳ نمایی از تست Normality، به صورت یک جدول خروجی از نرم‌افزار..... ۱۴۰

چکیده

سرریزهای لبه‌تیز و دریچه‌های کشویی از نظر سهولت ساخت، قابلیت کنترل سطح آب و اندازه‌گیری شدت جریان همواره مورد توجه بوده و مطالعات گسترده‌ای روی آنها صورت گرفته است. از آنجا که ماهیت جریان روی سرریز لبه‌تیز بسیار پیچیده است، رابطه‌های استخراج شده همواره با در نظر گرفتن یک سری فرضیات ساده‌کننده بوده و براساس آزمایش‌های تجربی در شرایط متفاوت به دست آمده‌اند. از طرف دیگر اغلب سرریزها باعث ایجاد منطقه‌ای دارای آب نسبتاً ساکن در بالادست خود می‌شوند که می‌تواند محل ته‌نشینی رسوبات و مواد زائد موجود در آب گردد و از معایب این سازه محسوب می‌شود. با انباشت رسوبات در بالادست، شرایط جریان تغییر یافته و روابط استخراج‌شده دقت خود را از دست می‌دهند. در این مورد ترکیب سرریز با دریچه می‌تواند به عنوان یک راه حل مفید برای عبور مواد شناور از روی سرریز و انتقال مواد رسوبی از زیر دریچه مطرح گردد. در این تحقیق خصوصیات هیدورلیکی ۱۸ مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای در سه گروه متفاوت با سه بازشدگی مختلف دریچه که تاکنون مطالعات مشخصی روی آن صورت نگرفته است در انتهای کانال باز با مقطع دایره‌ای مورد بررسی قرار گرفت. همچنین یک سری آزمایش‌های تکمیلی در کانال دایره‌ای در حالت بدون حضور مدل‌های ترکیبی شامل ۱۸ عدد مدل سرریز لبه‌تیز ذوزنقه‌ای منفرد و یک مدل دریچه کشویی لبه‌تیز منفرد با ۳ بازشدگی متفاوت در انتهای کانال، برای ارزیابی خصوصیات این نوع مدل‌ها در کانال دایره‌ای انجام شد. با استفاده از روش آنالیز ابعادی و حل تحلیلی و با بهره‌گیری از آنالیزهای آماری، معادله‌ای برای دبی ترکیبی توسط مدل ترکیبی سرریز- دریچه ارائه گردیده و با داده‌های آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار Flow-3D، جریان خروجی از مدل‌ها به منظور بررسی جریان تفکیکی از زیر و روی مدل‌های ترکیبی، جریان عبوری از مدل سرریز منفرد و دریچه منفرد به صورت جداگانه شبیه‌سازی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج آنالیز ابعادی و تحلیل آماری نشان داد ضریب دبی مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای به عواملی چون زاویه بازشدگی سرریز در مدل ترکیبی، نسبت‌های عمق آب در بالادست به قطر کانال دایره‌ای، فاصله لبه تاج سرریز از کف کانال به عمق جریان در بالادست، بار آبی روی سرریز به بازشدگی دریچه، ارتفاع تاج سرریز به قطر کانال دایره‌ای، طول تاج سرریز در مدل ترکیبی به قطر کانال دایره‌ای و مقدار بازشدگی دریچه به قطر کانال دایره‌ای بستگی دارد. نتایج شبیه‌سازی عددی نشان داد، کشش سطحی آب بر جریان سیال اثری نداشته و نباید در شبیه‌سازی جریان توسط نرم‌افزار وارد گردد تا حل عددی جریان با دقت بالاتری انجام گردد. با شبیه‌سازی جریان عبوری از مدل ترکیبی و تحلیل مقادیر سرعت نقطه‌ای در ناحیه مربوط به سرریز و دریچه، مقدار سرعت متوسط افقی در ناحیه سرریز و دریچه به صورت تفکیک شده برآورد شد. سپس با توجه به سطح مقطع جداگانه سرریز و دریچه در مدل ترکیبی، دبی تفکیکی عبوری از سرریز و دریچه در هنگام عملکرد همزمان این دو سازه در مدل ترکیبی سرریز- دریچه به دست آمد و از حاصل‌جمع آنها، دبی کل ترکیبی با خطای کمتر از ۰/۹ درصد نسبت به دبی مشاهده‌ای آزمایشگاهی محاسبه شد. در شبیه‌سازی جریان تفکیکی عبوری از مدل سرریز ذوزنقه‌ای در انتهای کانال دایره‌ای نتایج نشان داد برنامه شبیه‌سازی، مقدار نیم‌رخ سطح آب را با دقت خوب و کمی بیشتر از مقادیر آزمایشگاهی تخمین می‌زند. در شبیه‌سازی جریان تفکیکی عبوری از مدل دریچه تک با بازشدگی ۳ سانتیمتری در انتهای کانال دایره‌ای نتایج نشان داد، برنامه شبیه‌سازی در حالت فرض زمان اتمام ۵۰ ثانیه به علت پایداری نسبی جریان سیال در کانال، مقدار نیم‌رخ سطح آب را نزدیکتر به مقادیر آزمایشگاهی تخمین می‌زند.

کلمات کلیدی: مدل ترکیبی سرریز- دریچه ذوزنقه‌ای، ضریب دبی، آنالیز ابعادی، نرم افزار Flow-3D.

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

۱-۱ مقدمه

بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی و انتقال آب از یک مکان به مکان دیگر به منظور آبیاری و آبرسانی، از ابتدای زندگی انسان به صورت یک ضرورت حیاتی، مورد توجه بشر بوده است. انسان نیز آگاهانه و یا ناآگاهانه از قوانین علمی حاکم بر این بهره‌وری‌ها تبعیت نموده و از آنها در جهت تجزیه و تحلیل مسائل پیش آمده سود جسته است. در این راستا، علم هیدرولیک به عنوان علمی که رفتار مکانیکی آب یعنی سکون، حرکت و تغییر شکل‌های آن را تحت تأثیر تنش‌های وارده همراه با دخالت شرایط مرزی بررسی می‌کند، تکامل یافته است. در دوران حاضر، بنابر ضرورت شناسایی رفتار مکانیکی سایر سیالات، هیدرولیک به عنوان یکی از شاخه‌های علم مکانیک سیالات شناخته می‌شود که در این شاخه، برخلاف شاخه هیدرودینامیک، از جنبه‌های تجربی و آزمایشگاهی بهره فراوان برده می‌شود.

ضرورت استفاده از نتایج تجربی و آزمایشگاهی خود معلولی از پیچیدگی تأثیر عوامل مختلف طبیعی و غیر طبیعی بر رفتار مکانیکی آب می‌باشد [۱۰ و ۹].

بخش اعظم کار متخصصان هیدرولیک در طراحی و تجزیه و تحلیل سازه‌های هیدرولیکی می‌باشد که جریان آب رودخانه‌ها و کانال‌های مصنوعی را کنترل می‌کنند. در طراحی هیدرولیکی بر خلاف فرآیند طراحی رشته‌های دیگر، استانداردهای کمی یافت می‌شوند و این در حالی است که تقریباً هر سازه هیدرولیکی یک سازه منحصر به فرد است. طراحان هیدرولیک نمی‌توانند به مشخصات استاندارد و علائم قراردادی استناد کنند. استخوان‌بندی اولیه طراحی هیدرولیکی متشکل از فرمول‌های اساسی مکانیک سیالات است که عوامل تعدیل کننده آزمایشگاهی یا غیر آزمایشگاهی، آنها را اصلاح و تجربه عملی چند نسل از طراحان به این فرمول‌ها مهر تأیید می‌زنند [۲۰].

در مجاری روباز از قبیل کانال‌ها، فلوم‌ها و زهکش‌ها جریان دارای سطح آزاد و تحت فشار اتمسفر قرار دارد. در حالی که مجاری بسته‌ای چون مجاری انتقال و جمع‌آوری آب و فاضلاب که به صورت نیمه پر طراحی می‌شوند باز هم از نظر هیدرولیکی به عنوان مجاری روباز محسوب می‌گردند [۹].

اندازه‌گیری و کنترل جریان در مجاری روباز از مهمترین زمینه‌های مدیریت منابع آب است. دانش اندازه‌گیری شدت جریان سیال در مجاری روباز یا تحت فشار را علم هیدرومتری[۱] می‌گویند. متداول‌ترین روش‌های اندازه‌گیری شدت جریان در شبکه‌های آبیاری و فلوم‌های آزمایشگاهی استفاده از سازه‌های هیدولیکی نظیر فلوم‌ها، دریچه‌ها، سرریزها و آبشارها می‌باشد. این نوع سازه‌ها اغلب به صورت چند منظوره احداث می‌گردند که هدف اصلی در طرح اینگونه سازه‌ها قابلیت اندازه‌گیری دبی با دقت بالا می‌باشد [۹].

۱-۲ کانال‌های باز

در کانال‌های باز سیال در حال جریان، در تمامی مرزها به جداره جامد محصور نمی‌باشد و در سراسر طول مسیر یک مرز جریان با سطح هوا در تماس بوده و در معرض یک فشار ثابت اتمسفری قرار دارد. در نتیجه حرکت یک مایع در مجرای بسته نیز در حالتی که به صورت نیمه پر بوده و سطح آزاد آن در معرض یک فشار ثابت باشد از قوانین جریان در مجاری روباز تبعیت می‌نماید [۹].

مطابق تعریف ارائه شده از آنجا که کانال‌های باز محدوده وسیعی از جریان آب را شامل شده و جریان در آنها نسبت به مجاری تحت فشار از درجه آزادی بیشتری برخوردار است، همچنین به علت وابستگی

---

۱ - Hydrometry

بین پارامترهای متعدد هیدرولیکی، زمینه مطالعه و تحقیق بیشتری برای محققان در این مـجاری فراهـم می‌گردد.

۱-۲-۱ انواع کانال‌های باز

کانال‌های روباز بر اساس معیارهای متفاوت تقسیم‌بندی می‌شوند. برای نمونه از لحاظ دخالت انسان در ساخت کانال می‌توان به دو دسته کانال طبیعی و مصنوعی اشاره نمود که در کانال طبیعی دخالت بشر در شکل‌گیری آن ناچیز بوده و به صورت طبیعی در سطح زمین ایجاد شده است. بر اساس تغییرات در سطح مقطع، دو دسته کانال منشوری و غیر منشوری داریم، بدین صورت که اگر در مسیر کانال سطح مقطع و شیب ثابت بماند کانال منشوری است. در تقسیم‌بندی دیگر اساس پایداری مصالح جداره در برابر فرسایش مطرح است. اگر مصالح جداره ثابت و غیر متحرک باشد کانال با جـداره ثابـت نامـیده می‌شود و جنس آن از مصالح سخت نظیر بتن، چوب، فلز و یا مصالـح بنـایی می‌تواند باشد و در صورتی که جداره کانال از ذرات رسوبی تشکیل شده باشد و ذرات تحت تأثیر جریان قابلیت حرکت داشته باشند کانال با جداره متحرک نامیده می‌شود و در این کانال‌ها علاوه بر آب، رسوباتی نیز به صورت معلق و یا بار بستر جریان دارند و علاوه بر عمق جریان پارامترهای دیگری نظیر عرض مقطع جریان، شیب طولی و پلان عمومی مسیر نیز با زمان و مکان تغییر می‌کنند و لذا مطالعه جریان در این گونه کانال‌ها دارای پیچیدگی بیشتری است. تقسیم‌بندی دیگر بر اساس شکل مقطع کانال می‌باشد که در بخش بعدی به صورت کاملتری مورد بررسی قرار می‌گیرد [۹ و ۱۱].

۱-۲-۲ تقسیم بندی بر اساس شکل مقطع کانال

در طراحی کانال‌های باز مصنوعی سعی می‌شود که کانال دارای شکل هندسی منظمی باشد و اهداف مورد نظر طرح را برآورد نماید. در انتخاب شکل مقطع کانال علاوه بر نکات هیدرولیـکی و سازه‌ای بایستی امکانات اجرایی، شرایط محلی، مصالح موجود منطقه، شرایط بستر کانال و ... را نیز در نظر گرفت. توضیح مختصری در مورد تعدادی از انواع مقاطع متداول در طراحی مجاری روباز در زیر آمده است.

الف) مقطع ذوزنقه‌ای

معمولترین شکل برای کانال‌های آبیاری بوده و به علت شیب دار بودن دیواره‌ها، پایداری آن در برابر لغزش تا حدودی تأمین شده است. لذا برای کانال با مصالح خاکی و همچنین برای انتقال دبی‌های زیاد گزینه مناسبی می‌باشد.

ب) مقطع مستطیلی

نوع خاصی از مقطع ذوزنقه‌ای می‌باشد که می‌تواند در مصالح سنگی حفر شده و یا در مواردی که جنس مصالح پوششی کانال سخت است مورد استفاده قرار گیرد. از طرف دیگر به علت ساده بودن روابط هیدرولیکی در آن نسبت به دیگر اشکال هندسی مورد توجه خاص محققین قرار گرفته و اکثر کانال‌های آزمایشگاهی را تشکیل می‌دهد.

ج) مقطع مثلثی

کانال‌های مثلثی برای دبی‌های کم در آبروی حاشیه خیابان‌ها و جاده‌ها و در کارهای آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

د) مقطع دایره‌ای

این گونه مقاطع در سیستم‌های جمع آوری فاضلاب و همچنین در طرح‌های زهکشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کانال‌ها می‌توانند به صورت پیش ساخته تولید شده و در زیر خاک مدفون گردند.

ه) مقطع سهموی

این مقطع به عنوان تقریبی برای کانال‌های طبیعی با اندازه کوچک و متوسط به کار می‌روند.

و) مقطع بدون شکل هندسی

کانال‌های طبیعی که بدون دخالت انسان در سطح زمین ایجاد شده‌اند دارای شکل هندسی منظم نبوده و بررسی آنها تحت مباحث مربوط به مهندسی رودخانه صورت می‌پذیرد [۹ و ۱۱].

۱-۳ سرریزها

هر سازه طبیعی یا مصنوعی ساخته دست بشر که در مسیر جریان آب قرار گیرد و روابط دبی و عمق جریان را روی خود تثبیت نماید، یک سازه کنترل کننده جریان نامیده می‌شود. سازه‌های مختلف با توجه به شرایط فیزیکی و محیطی خاص، روابط متفاوتی را بین دبی و عمق جریان ایجاد کرده و لذا هرکدام برای اهداف معینی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۱].

در میان روش‌های مختلف انتقال آب، استفاده از نیروی ثقل و به حرکت درآوردن آب به صورت جریان با سطح آزاد، به همراه ایجاد کانال‌ها و سازه‌های هیدرولیکی مربوطه نظیر سرریز[۱]ها، دریچه[۲]ها، مدل‌های ترکیبی سرریز- دریچه[۳] و ...، از متداولترین روش‌ها در آبیاری و آبرسانی می‌باشند، که شناخت مهندسین و متخصصین از قوانین حاکم بر اینگونه جریان‌ها را ضروری می‌نماید [۹].

طبق تعریف هر مانعی که بر سر راه جریان قرار گیرد و باعث افزایش سطح آب در پشت آن و افزایش سرعت آب در ضمن عبور از روی آن شود، سرریز نامیده می‌شود. سرریزها از قدیمی‌ترین سازه‌های هیدرولیکی می‌باشند که برای اولین بار در کشورهای ایران، هند، مصر و چین روی رودخانه‌ها برای افزایش سطح آب و انحراف بخشی از جریان رودخانه‌ها به سمت دلخواه مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۸].

سرریزها یکی از اجزاء اصلی پروژه‌های آبی و سدسازی و از جمله سازه‌های مهمی هستند که برای اهداف مختلفی ساخته می‌شوند. از مهمترین وسایل سنجش آب و تنظیم سطح آب (برای آبگیری از طریق دریچه‌ها و کانال‌های فرعی درون کانال اصلی) سرریزها می‌باشند. چون سرریز نسبت به انواع دریچه‌های نیرپیک و ... از هزینه بسیار کمتری برخوردار بوده و دارای کاربردهای وسیعی در سیستم‌های آبیاری می‌باشد لزوم بررسی و اهمیت آن معلوم می‌گردد [۴۰ و ۱۵].

۱-۳-۱ کاربرد سرریزها

به طور کلی سرریزها به منظورهای مختلفی ساخته می‌شوند و هدف از ساخت آنها را می‌توان در موارد زیر دسته‌بندی کرد [۸۸، ۲۴، ۲۳، ۱۳ و ۵]:

الف) استفاده در سدها برای عبور سیلابها

وقتی ارتفاع آب در دریاچه پشت سد به حداکثر مقدار خود برسد و در همین زمان سیل رخ دهد، برای گذر آبهای اضافی ناشی از سیلاب، از سرریزها استفاده می‌شود. سیلاب پس از عبور از روی سرریز به وسیله یک آبراهه مصنوعی به رودخانه هدایت می‌شود.

ب) استفاده در سدهای انحرافی

از سدهای انحرافی به منظور عبور جریان‌های مازاد بر جریان منحرف شده از رودخانه استفاده می‌کنند. از آنجا که تنها درصدی از آب رودخانه به کانال‌های مجاور منحرف می‌شود و به دلیل کوچک بودن مخزن سد، سرریزها به صورت دائمی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ج) استفاده در شبکه‌های انتقال آب و رودخانه‌ها

۱- Weir or Spillway
۲- Gate
۳- Combined Models of weir-Gate