بسم الله الرحمن الرحیم
الحمد لله رب العالمین الرحمن الرحیم مالک یوم الدین
اهدنا الصراط المستقیم صراط الذین انعمت علیهم غیر المغضوب علیهم ولا الضالین

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
دانشکده مهندسی زراعی
گروه مهندسی آب

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته سازه‌های آبی

موضوع:

بررسی تأثیر شیب وجه بالادست بر عملکرد هیدرولیکی سرریز کنگره‌ای مستطیلی

استاد راهنما:

دکتر علیرضا عمادی

استاد مشاور:

دکتر علی شاهنظری

استادان داور:

دکتر رامین فضل‌اولی دکتر محسن مسعودیان

نگارش:

مهسا اسکوئی

بهمن ۱۳۹۳

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه
متعلق به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری است.

سپاسگزاری

سپاس خداوند مهر و ماه را که به من توفیق دانش‌اندوزی و کسب معرفت عطا فرمود تا وجود خویش را به زینت علم بیارایم. اکنون که به یاری خداوند متعال توفیق انجام این پایان‌نامه را یافته‌ام، شایسته است مراتب سپاس خود را از کلیهٔ اساتید و عزیزانی که مرا در مراحل مختلف این پژوهش یاری نمودند، اعلام دارم.

از استاد فاضل و اندیشمند جناب آقای دکتر علیرضا عمادی که همواره در تمامی مراحل انجام پژوهش حاضر با نکته‌ها و گفته‌های پرمایه خویش، پشتیبان و همراه ایجانب بودند و بدون راهنمایی بی دریغ و ارزنده ایشان به انجام رساندن این پایان‌نامه میسّر نمی‌بود، سپاسگزارم و همواره سلامتی و سربلندی ایشان را آرزومندم.

از راهنمایی‌ها و زحمات بی‌دریغ استاد مشاورم جناب آقای دکتر علی شاهنظری که نظرات کاربردی خود را در به کمال رسانیدن و غنای این پایان‌نامه بر من ارزانی داشته‌اند، صمیمانه قدردانی و حق‌شناسی می‌نمایم و برای ایشان سعادت و سلامتی را آرزومندم.

از استادان فرزانه جناب آقای دکتر را این فضل اولی و جناب آقای دکتر محسن مسعودیان به پاس پذیرش زحمت داوری این پایان نامه صمیمانه سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر امیر نژاد که به عنوان نماینده محترم تحصیلات تکمیلی حضور یافته و زحمت اداره جلسهٔ را بر عهده گرفتند، کمال تشکر را دارم.

در پایان از همه‌ی دوستان عزیزم، همکلاسی‌های بسیار مهربانم به پاس روزهای زیبای باهم بودنمان سپاسگزارم.

مهسا اسکوئی

بهمن ماه ۱۳۹۳

تقدیم به پدر و مادر عزیزتر از جانم

آنانکه وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر

توانشان رفت تا به توانایی برسم و مویشان سپید گشت تا سپید بمانم

آنانکه فروغ نگاهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان

سرمایه‌های جاودانی زندگی من است

و در برابر وجود گرانمایشان زانوی ادب بر زمین می‌زنم و با دلی مملو از عشق، محبت و

خضوع بر دستانشان بوسه می‌زنم

چکیده

سرریزها یکی از سازه‌های هیدرولیکی می‌باشند که برای تنظیم سطح آب، اندازه‌گیری جریان، پایداری و امنیت سدها و رودخانه‌ها احداث می‌شوند. بر اساس شکل تاج در عرض رودخانه، سرریزها به دو گروه مستقیم و غیر مستقیم تقسیم می‌شوند. از سرریزهای با تاج غیر مستقیم می‌توان به سرریزهای کنگره‌ای اشاره کرد که با توجه به نمای از بالا، در چهار مدل مثلثی، ذوزنقه‌ای، مستطیلی و قوسی وجود دارند. فرضیه اصلی در طرح کنگره‌ای سرریزها، افزایش ظرفیت انتقال جریان روی سرریز با تاج ثابت و به‌ازای ارتفاع معین سطح آب در بالادست سرریز می‌باشد. یک تغییر در پارامترهای طراحی استاندارد به مانند تغییر شیب وجه بالادست و پایین دست می تواند شرایط جریان و راندمان تخلیه این سازه‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. در این پژوهش، به بررسی آزمایشگاهی تأثیر شیب وجه بالادست و پایین‌دست بر ضریب دبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی پرداخته شد. پارامترهای تأثیرگذار بر سیستم مورد مطالعه در قالب شناسه‌های بدون بعد با استفاده از تئوری پای باکینگهام به‌دست آمد. آزمایش‌ها در یک کانال آزمایشگاهی مستطیلی به طول ۱۲ متر، عرض ۰/۵ متر و ارتفاع ۰/۸ متر با محدوده دبی ۱۰ تا ۷۰ لیتر بر ثانیه در آزمایشگاه هیدرولیک گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. مدل‌های فیزیکی از جنس پلکسی گلاس با ضخامت ۱۰ میلی‌متر در سه ارتفاع ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر با طول تاج متفاوت مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش‌ها در چهار شیب مختلف سرریز کنگره‌ای مستطیلی بدون شیب، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درجه نسبت به تاج سرریز در وجه‌های بالادست، پایین‌دست و هردو وجه به‌صورت همزمان صورت گرفت. نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که پارامتر بدون بعد H_t/P نتایج دقیق‌تری را برای تعیین ضریب دبی ارائه می‌دهد. در سرریز کنگره‌ای مستطیلی با حالت‌های بدون شیب و شیب وجه‌های بالادست، پایین‌دست و هردو وجه با افزایش این پارامتر بدون بعد، ضریب دبی به‌علت تداخل جت‌های آب و افزایش استغراق محلی، کاهش می‌یابد. همچنین مشاهده شد با ایجاد شیب نسبت به تاج سرریز کنگره‌ای مستطیلی در وجه بالادست، ضریب دبی نسبت به حالت بدون شیب کاهش می‌یابد، که با افزایش نسبت H_t/P از میزان کاهش آن کاسته می‌شود و انتظار می‌رود در دبی‌های بالا و نسبت‌های H_t/P بیشتر، ضریب دبی در سرریز کنگره‌ای با وجه بالادست شیب‌دار از ضریب دبی سرریز بدون شیب بیشتر شود. به‌علاوه نتایج نشان دادند که متناسب با میزان شیب در وجه پایین‌دست ضریب دبی این سرریز افزایش می‌یابد. به‌طوریکه در این پژوهش بیشترین ضریب دبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی مربوط به شیب ۴۵ درجه وجه پایین‌دست می‌باشد. همچنین مشاهده شد با ایجاد شیب همزمان وجه بالادست و پایین‌دست سرریز کنگره‌ای مستطیلی، در محدوده‌ای که ارتفاع آب روی سرریز کم می‌باشد، ضریب دبی نسبت به حالت بدون شیب مدل کاهش می‌یابد. با افزایش پارامتر بدون بعد H_t/P از میزان کاهش ضریب دبی کاسته شده و در ارتفاع‌های زیاد آب روی سرریز، ضریب دبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی با شیب هم‌زمان وجه بالادست و پایین‌دست بیشتر از ضریب دبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی بدون شیب می‌شود. در نهایت، معادله ضریب دبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی در سه حالت سرریز با شیب وجه بالادست، پایین‌دست و هردو وجه به صورت توانی استخراج شد که پارامترهای آماری محاسبه شده حاکی از دقت بالای معادلات می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سرریز کنگره‌ای، شرایط جریان، شیب‌دهنده، ضریب دبی، وجه.

فهرست مطالب

فصل اول- مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- سرریزها ۲

۱-۳- تعریف مسئله و اهمیت پژوهش ۴

۱-۴- فرضیات پژوهش ۵

۱-۵- اهداف پژوهش ۵

۱-۶- نحوه تدوین پایان نامه ۵

فصل دوم- کلیات و بررسی منابع ۷

۲-۱- مقدمه ۸

۲-۲- تئوری سرریز کنگره‌ای ۸

۲-۲-۱- پارامترهای اجرایی تاثیر گذار سرریز کنگره‌ای ۹

۲-۲-۲- طراحی هیدرولیکی ۱۲

۲-۲-۳- مشخصات شدت جریان سرریز کنگره‌ای ۱۲

۲-۳- پژوهش‌های انجام شده درزمینه سرریز کنگره‌ای ۱۲

۲-۳-۱- پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور ۱۲

۲-۳-۲- پژوهش‌های انجام شده در خارج از کشور ۱۵

۲-۴- پژوهش‌های انجام شده در زمینه تاثیر شیب‌دار کردن وجوه سرریز ۲۰

۲-۴-۱- پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور ۲۰

۲-۴-۲- پژوهش‌های انجام شده در خارج از کشور ۲۳

۲-۵- جمع بندی و نتیجه گیری ۲۴

فصل سوم- مواد و روش‌ها ۲۵

۳-۱- مقدمه ۲۶

۳-۲- تجهیزات آزمایشگاهی ۲۶

۳-۲-۱- معرفی فلوم ۲۶

۳-۲-۲- وسائل اندازه‌گیری دبی و عمق ۲۷
۳-۳- مدل‌های مورد استفاده ۲۸
۳-۳-۱- سرریز کنگره‌ای ۲۸
۳-۳-۲- قسمت شیب‌دهنده ۲۹
۳-۴- نحوه انجام آزمایش‌ها ۳۰
۳-۵- آنالیز ابعادی ۳۳
۳-۵-۱- پارامترهای هندسی، سینماتیکی و دینامیکی موثر بر ضریب دبی ۳۳
۳-۵-۲- پارامترهای بی بعد موثر بر ضریب دبی ۳۴
۳-۶- تئوری‌های حاکم بر ضریب دبی ۳۷
۳-۶-۱- فرمول محاسباتی ضریب دبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی ۳۷
فصل چهارم- نتایج و بحث ۴۰
۴-۱- مقدمه ۴۱
۴-۲- تغییرات ضریب دبی با پارامتر بدون بعد نسبت ارتفاع کل آب بالادست به ارتفاع سرریز (Ht/P) در دبی‌های مختلف ۴۱
۴-۳- تغییرات ضریب دبی با تغییر ارتفاع سرریز کنگره‌ای مستطیلی با وجوه شیب‌دار ۴۳
۴-۴- تغییرات ضریب دبی با تغییرطول موثر سرریز کنگره‌ای مستطیلی با وجوه شیب‌دار ۴۸
۴-۵- مقایسه سرریز کنگره‌ای مستطیلی با وجوه شیب‌دار با سرریز کنگره‌ای مستطیلی بدون شیب ۵۴
۴-۶- مقایسه اثر شیب وجه بر سرریز کنگره‌ای مستطیلی با سرریز خطی ۶۱
۴-۷- استخراج معادلات تجربی ۶۸
فصل پنجم- نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۷۳
۵-۱- مقدمه ۷۴
۵-۲- خلاصه نتایج ۷۴
۵-۳- پیشنهادها ۷۷
فهرست منابع ۷۸

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱- انواع مختلف سرریز ۳

شکل ۱-۲- سرریز کنگره‌ای در حالات مختلف ۴

شکل۲-۱- پارامترهای موثر بر طراحی سرریز کنگره‌ای ۹

شکل۲-۲- نمودار طراحی ارائه شده برای سرریز کنگره‌ای ۱۶

شکل۲-۳- نمودار CW در برابر L/W ۱۷

شکل۲-۴- نمودار CW در برابر L/W ۱۸

شکل ۳-۱- نمای کلی از فلوم آزمایشگاهی ۲۷

شکل ۳-۲- نما از بالا سیستم گردش آب در فلوم آزمایشگاهی ۲۷

شکل ۳-۳- نمایی از سرریز کنگره‌ای مستطیلی ۲۸

شکل ۳-۴- نمایی از قرارگیری سرریز کنگره‌ای مستطیلی در فلوم آزمایشگاهی ۲۸

شکل ۳-۵- نمایی از درجه شیب تشکیل شده در وجه بالادست ۳۰

شکل ۳-۶- نمایی از درجه شیب تشکیل شده در وجه پایین‌دست ۳۰

شکل ۳-۷- نمایی از درجه شیب تشکیل شده در وجه بالادست و پایین‌دست ۳۰

شکل ۳-۸- نحوه قرار گیری مدل ۳۲

شکل ۳-۹- نمایی از جریان عبوری از سرریز کنگره‌ای ۳۷

شکل ۳-۱۰- جریان شماتیک از روی سرریز لبه تیز ۳۹

شکل ۴-۱- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۳ با شیب ۱۵ درجه وجوه ۴۲

شکل ۴-۲- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۳ با شیب ۳۰ درجه وجوه ۴۲

شکل ۴-۳- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۳ با شیب ۴۵ درجه وجوه ۴۲

شکل۴-۴- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/L در مدلهای ۲ و ۵ با شیب ۱۵ درجه وجه بالادست ۴۳

شکل ۴-۵- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/L در مدل‌های ۲و ۵ با شیب ۳۰ درجه وجه بالادست ۴۳

شکل ۴-۶- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/L در مدل‌های ۲و ۵ با شیب ۴۵ درجه وجه بالادست ۴۴

شکل۴-۷- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/L در مدل‌های ۲ و ۵ با شیب ۱۵ درجه وجه پایین‌دست ۴۵

شکل ۴-۸- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/L در مدل‌های ۲و ۵ با شیب ۳۰ درجه وجه پایین‌دست ۴۵

شکل ۴-۹- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/L در مدل‌های ۲و ۵ با شیب ۴۵ درجه وجه پایین‌دست ۴۶
شکل ۴-۱۰- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/L در مدل‌های ۲و ۵ با شیب ۱۵ درجه وجه بالادست و پایین‌دست..... ۴۷
شکل ۴-۱۱- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/L در مدل‌های ۲و ۵ با شیب ۳۰ درجه وجه بالادست و پایین‌دست..... ۴۷
شکل ۴-۱۲- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/L در مدل‌های ۲و ۵ با شیب ۴۵ درجه وجه بالادست و پایین‌دست..... ۴۷
شکل ۴-۱۳- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۱۵ درجه وجه بالادست ۴۹
شکل ۴-۱۴- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۳۰ درجه وجه بالادست ۴۹
شکل ۴-۱۵- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۴۵ درجه وجه بالادست ۴۹
شکل ۴-۱۶- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۱۵ درجه وجه پایین‌دست..... ۵۱
شکل ۴-۱۷- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۳۰ درجه وجه پایین‌دست ۵۱
شکل ۴-۱۸- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۴۵ درجه وجه پایین‌دست ۵۲
شکل ۴-۱۹- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۱۵ درجه وجه بالادست و پایین‌دست. ۵۳
شکل ۴-۲۰- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۳۰ درجه وجه بالادست و پایین‌دست. ۵۳
شکل ۴-۲۱- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۴۵ درجه وجه بالادست و پایین‌دست. ۵۳
شکل۴-۲۲- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۱ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۵
شکل۴-۲۳- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۱ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۵
شکل۴-۲۴- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۲ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۶
شکل۴-۲۵- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۲ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۶
شکل۴-۲۶- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۳ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۶
شکل۴-۲۷- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۳ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۶
شکل۴-۲۸- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۴ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۷
شکل۴-۲۹- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۴ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۷
شکل۴-۳۰- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۵ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۷
شکل۴-۳۱- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۵ با شیب ۳۰ درجه و بدون شیب ۵۷
شکل۴-۳۲- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۱ با وجوه شیب‌دار و بدون شیب ۵۸
شکل۴-۳۳- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۲ با وجوه شیب‌دار و بدون شیب ۵۸

شکل۴-۳۴- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۳ با وجوه شیب‌دار و بدون شیب ۵۹
شکل۴-۳۵- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۴ با وجوه شیب‌دار و بدون شیب ۵۹
شکل۴-۳۶- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۵ با وجوه شیب‌دار و بدون شیب ۵۹
شکل۴-۳۷- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل ۶ با شیب ۳۰ درجه ۶۲
شکل۴-۳۸- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴ و ۵ با شیب ۳۰ درجه ۶۲
شکل۴-۳۹- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ با شیب ۱۵ درجه در وجه بالادست ۶۲
شکل۴-۴۰- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ با شیب ۳۰ درجه در وجه بالادست ۶۲
شکل ۴-۴۱- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ با شیب ۴۵ درجه در وجه بالادست..... ۶۳
شکل ۴-۴۲- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ با شیب ۱۵ درجه در وجه پایین‌دست ۶۳
شکل ۴-۴۳- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ با شیب ۳۰ درجه در وجه پایین‌دست ۶۳
شکل ۴-۴۴- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ با شیب ۴۵ درجه در وجه پایین‌دست ۶۴
شکل ۴-۴۵- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ با شیب ۱۵ درجه در وجه بالادست و پایین‌دست ۶۴
شکل ۴-۴۶- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ با شیب ۳۰ درجه در وجه بالادست و پایین‌دست ۶۴
شکل ۴-۴۷- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ با شیب ۴۵ درجه در وجه بالادست و پایین‌دست ۶۵
شکل ۴-۴۸- ضریب دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P در مدل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ بدون شیب ۶۵
شکل ۴-۴۹- دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P برای مدل‌های ۱ و ۶ بدون شیب ۶۶
شکل ۴-۵۰- دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P برای مدل‌های ۱ و ۶ با شیب ۳۰ درجه در وجه بالادست ۶۶
شکل ۴-۵۱- دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P برای مدل‌های ۱ و ۶ با شیب ۳۰ درجه در وجه پایین‌دست..... ۶۷
شکل ۴-۵۲- دبی در برابر پارامتر بدون بعد Ht/P برای مدل‌های ۱ و ۶ با شیب ۳۰ درجه در وجه بالادست و پایین‌دست ۶۷

فهرست جدول‌ها

جدول ۳-۱- مشخصات هندسی سرریزهای کنگره‌ای ۲۹

جدول ۳-۲-حالت‌های مختلف انجام آزمایش ۳۱

جدول۳-۳- پارامترهای هندسی ۳۳

جدول۳-۴- پارامترهای هیدرولیکی ۳۳

جدول ۳-۵ پارامترهای تعریف کننده سیال و محیط ۳۳

جدول ۴-۱- بخشی از نتایج آزمایش انجام شده روی مدل‌های (۲) و (۵) با شیب وجه بالادست ۴۴

جدول۴-۲- بخشی از نتایج آزمایش انجام شده روی مدل‌های (۱)، (۴) و (۵) با شیب وجه بالادست ۵۰

جدول۴-۳- بخشی از نتایج آزمایش‌های مدل‌های (۱)، (۲)، (۳)، (۴) و (۵) (مقایسه سرریز کنگره‌ای با و بدون شیب) ۶۰

جدول۴-۴- بخشی از نتایج آزمایش مدل‌های (۱) و (۶) (مقایسه دبی سرریز کنگره‌ای با خطی) ۶۷

جدول۴-۵- ضرائب ثابت رابطه ضریب دبی (رابطه ۴-۱) برای حالت شیب وجه بالادست ۶۹

جدول ۴-۶-مشخصات آماری رابطه ضریب دبی (رابطه ۴-۱) برای حالت شیب وجه بالادست ۷۰

جدول ۴-۷- ضرائب ثابت رابطه ضریب دبی (رابطه ۴-۱) برای حالت شیب وجه پایین‌دست ۷۰

جدول ۴-۸-مشخصات آماری رابطه ضریب دبی (رابطه ۴-۱) برای حالت شیب وجه پایین‌دست ۷۱

جدول ۴-۹- ضرائب ثابت رابطه ضریب دبی (رابطه ۴-۱) برای حالت شیب همزمان وجه بالادست و پایین‌دست ۷۱

جدول ۴-۱۰-مشخصات آماری رابطه ضریب دبی (رابطه ۴-۱) برای حالت شیب همزمان دو وجه ۷۲

فصل اول

مقدمه

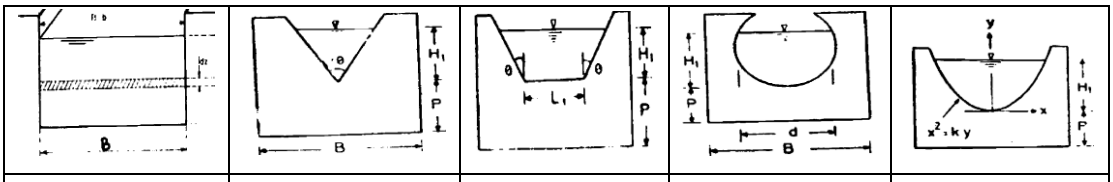
۱-۱- مقدمه

آب در زندگی بشر، موجودات زنده و نباتات یکی از عناصر اصلی محسوب می‌شود. بدیهی است طریقه استحصال آب و نحوه استفاده از آن از بدو خلقت بشر تاکنون مراحل مختلفی را طی کرده و از ابتدایی‌ترین ابزار تا مدرن‌ترین ماشین‌آلات همراه با تکنیک‌های امروزی مورد استفاده قرار گرفته است. احداث سدهای عظیم چند منظوره و همچنین ایجاد شبکه‌های آبیاری مدرن، حرکتی به سمت استفاده بهینه از منابع آب می‌باشد. در کشور ما نیز سابقه آب و آبیاری از عهد باستان آغاز می‌شود و در دوره‌های اسلامی تحولات و رشد ویژه‌ای می‌یابد. در دوره‌های معاصر با توجه به رشد جمعیت و توسعه کشاورزی و صنعت، همچنین موقعیت خاص کشور به دلیل قرار گرفتن در منطقه خشک و پایین بودن نزولات جوی لازم است دقت و کوشش در جلوگیری از اتلاف نزولات انجام گیرد و استفاده کامل از آب‌های سطحی و ذخائر آبهای زیرزمینی به‌عمل آید. یکی از راه‌کارهای کاهش اتلاف آب، اندازه‌گیری هرچه دقیق‌تر و انتقال آن به صورت صحیح و اصولی به محل‌های مورد نیاز و یا هدایت آن همراه با اندازه‌گیری به محل پیش‌بینی شده به‌منظور ذخیره آب می‌باشد. از این‌رو، در هر پروژه آبیاری، اندازه‌گیری حجم آب مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی حائز اهمیت بسیار بوده، بنابراین سازه‌های کنترل و اندازه‌گیری جریان از اجزای مهم در هر شبکه آبیاری و زهکشی تلقی می‌گردند. روش‌های بسیاری برای اندازه‌گیری دبی آب ورودی به کانال‌ها و همچنین کنترل سطح آب وجود دارد، که از عمومی‌ترین آن‌ها می‌توان سرریزها، فلوم‌ها، روزنه‌ها و ایستگاه‌های اندازه‌گیری را نام برد. در میان این سازه‌ها، سرریزها به علت داشتن روابط ساده و نسبتاً دقیق کاربرد بیشتری دارند و از لحاظ قدمت، سادگی ساخت و اقتصادی بودن یکی از متداول‌ترین سازه‌های اندازه‌گیری و همچنین تنظیم سطح آب در کانال‌ها و رودخانه‌ها هستند.

۱-۲- سرریزها

سرریزها سازه‌هایی هستند که به منظور کنترل سطح آب و اندازه‌گیری جریان در کانال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و موجب سهولت و دقت اندازه‌گیری دبی در شرایط مختلف می‌گردند. همچنین سرریزها از جمله سازه‌های مهمی می‌باشند که همزمان با ساخت سدها مورد نیاز واقع می‌شوند و امکان خروج سیلاب‌های مازاد بر ظرفیت سد را میسر می‌سازند. به عبارت دیگر یکی از کاربردهای مهم سرریزها، کنترل ارتفاع و حجم آب دریاچه پشت سد است. دقت و سهولت اندازه‌گیری دبی در شرایط مختلف جریان سبب طراحی شکل‌های مختلف سرریز گردیده است. متداول‌ترین تقسیم‌بندی بر اساس شکل و ضخامت تاج سرریز

می‌باشد. سرریزها بر اساس شکل تاج در عرض رودخانه به دو گروه سرریزهای مستقیم و غیر مستقیم و بر اساس ضخامت تاج به دو گروه سرریزهای لبه تیز و لبه پهن تقسیم شده‌اند. همچنین در طبقه‌بندی دیگری سرریزها را بر حسب شکل تیغه‌ها به صورت‌های مختلفی هم‌چون مستطیلی، مثلثی، ذوزنقه‌ای، دایره‌ای و بیضوی تقسیم‌بندی می‌نمایند. شکل (۱-۱) انواع سرریزها را نشان می‌دهد.



سرریز بیضوی	سرریز دایره‌ای	سرریز ذوزنقه‌ای	سرریز مثلثی	سرریز مستطیلی

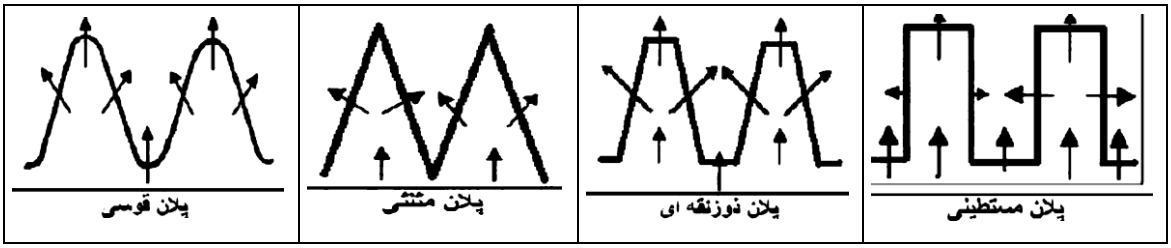
شکل ۱-۱- انواع مختلف سرریز

انتخاب نوع و ابعاد سرریز بر اساس مطالعات و شرایط هیدرولیکی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی، نوع سد، شبکه‌های آبیاری و محل آن، همچنین با در نظر گرفتن شرایط مصرف‌کنندگان انجام می‌گیرد. سرریز با توجه به حساس بودن کاری که انجام می‌دهد باید سازه‌ای مطمئن و با راندمان بالا انتخاب شود که در هر لحظه بتواند برای بهره‌برداری آمادگی داشته باشد. مسائلی که در طراحی سرریزها مطرح است، شامل بررسی فشار منفی روی تاج، ارزیابی ظرفیت آب‌گذری و مشاهدات اثرات پایه‌های میانی می‌باشد. از میان مسائل مربوط به سرریزها، ضریب گذردهی و یا ظرفیت آب‌گذری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مشخصه سرریز خود تحت تاثیر پارامترهای متعددی است که در این میان، ارتفاع سرریز نسبت به عمق آب، شکل تاج سرریز و طول تاج سرریز نسبت به سایر پارامترها اثرگذارتر می‌باشند. به‌طور کلی هدف از احداث سرریزها حفظ امنیت سد و عبور سیلاب، مدیریت سطح آب و تثبیت آبراهه‌هاست. بنابراین با توجه به این اهداف مقدار حداکثر دبی عبوری و ارتفاع آب بالای تاج سرریز حائز اهمیت است. به این صورت که اگر بتوان با یک ارتفاع کم آب، مقدار دبی بیشتری از روی سرریز عبور داد، در مخزن سدها آب بیشتری ذخیره و در رودخانه‌ها خطر آبگرفتگی مناطق اطراف سرریز کمتر می‌شود. بنابراین به‌منظور افزایش میزان حداکثر دبی عبوری از سرریز و جلوگیری از پیامدهای ناشی از این قبیل مسائل نظیر آبگرفتگی نیاز به ایجاد اصلاحاتی در سرریزهای موجود می‌باشد. پژوهشگران نشان دادند که در سرریزهای مستقیم با اصلاح یک یا ترکیبی از سه عامل ضریب دبی، طول تاج سرریز و ارتفاع آب بالادست می‌توان دبی عبوری را تغییر داد. در سرریزهای مستقیم محل احداث سرریز باید عریض شود تا طول مؤثر افزایش یابد که در بسیاری از موارد محدوده قابل دسترسی برای افزایش پهنای سرریز موجود نمی‌باشد، بنابراین برای حل این مشکل و به‌منظور ارائه بهترین راه حل، متخصصان سرریز کنگره‌ای[1] را مد نظر قرار دادند. چنانچه تاج سرریز به شکل زیگزاگی در پهنای قابل دسترسی در نظر گرفته شود، سرریز کنگره‌ای بدست می‌آید. بدین ترتیب با بکارگیری سرریز کنگره‌ای به دلیل افزایش طول تاج سرریز، ظرفیت گذردهی افزایش می‌یابد.

1- Labyrinth Spillways

۱-۳- تعریف مسئله و اهمیت پژوهش

سرریزهای کنگره‌ای به‌منظور تنظیم سطح آب و کنترل جریان در کانال‌ها، رودخانه‌ها و مخازن سدها استفاده می‌شوند. محور تاج این نوع سرریزها به صورت غیر مستقیم بوده و در یک عرض معین طول تاج بیشتری نسبت به سرریزهای متداول مستقیم دارند. به‌طوریکه در نمایش سطح افقی، سرریز از دیواره‌های متصل به هم تشکیل شده و با هندسه مثلثی، ذوزنقه‌ای، مستطیلی و قوسی با تناوب در عرض جریان تکرار می‌گردد. شکل (۱-۲) سرریز کنگره‌ای در حالات مختلف را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲- سرریز کنگره‌ای در حالات مختلف

فرضیه اصلی در طرح کنگره‌ای سرریزها، افزایش ظرفیت انتقال جریان روی سرریز با تاج ثابت و به‌ازای ارتفاع معین سطح آب در بالادست سرریز بوده است (اژدری مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). از مزایای این سرریزها در مقایسه با سایر سرریزهای استاندارد می‌توان به عبور مقدار جریان زیاد با تغییرات ناچیز ارتفاع آب عبوری از روی سرریز، امکان افزایش طول موثر هیدرولیکی سرریز برای عرض محدود جریان، فراهم کردن حداقل نوسان جریان از دهانه آبگیر کانال و عدم وقوع استغراق تا ارتفاع آب خیلی زیاد اشاره نمود (بنی هاشمی و مهرانی، ۱۳۸۷). استفاده از سرریزهای کنگره‌ای به‌دلیل کاهش قابل توجه هزینه‌ها و مشکلات اجرایی در مقایسه با سایر سرریزها مورد توجه طراحان اینگونه سازه‌ها می‌باشد. علت این امر افزایش طول موثر سرریز در عرض محدودی از ناحیه خاکبرداری شده خروجی سرریز می‌باشد. با توجه به مزیت‌های سرریز کنگره‌ای کاربرد اصلی این سرریزها در مناطقی است که دارای عرض ثابت کم بوده و سرریز مستقیم جوابگوی نیاز دبی موجود نیست و یا در مناطقی که نیاز به آب شیرین افزایش یافته ولی نمی‌توان ارتفاع سد را افزایش داد، با استفاده از سرریز کنگره‌ای ارتفاع سرریز افزایش یافته و مقدار ذخیره هم افزایش می‌یابد. سرریزهای کنگره‌ای از سال ۱۹۲۰ ساخته شده‌اند، اما مطالعات عملکرد هیدرولیکی آن‌ها از سال ۱۹۶۸ آغاز شده است (حاجی‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از زمینه‌های مطالعه سرریز کنگره‌ای، بررسی عوامل موثر بر ضریب دبی آن می‌باشد. توجه به این نکته ضرروی است که این مشخصه از جریان خود تحت تاثیر پارامترهای متعددی است و یک تغییر در پارامترهای طراحی استاندارد نظیر تغییر در شرایط جریان بالادست و پایین‌دست می‌تواند ضریب دبی را تغییر دهد. برای ایجاد تغییر در شرایط جریان بالادست و پایین‌دست سرریز از جمله کارهایی که می‌توان انجام داد شیب‌دار کردن وجوه سرریز می‌باشد. این تغییر باعث تغییر توزیع فشار روی تاج سرریز، تغییر محدوده‌ی جدایی جریان، ضریب تخلیه و در نهایت دبی تخلیه می‌شود.

بنابراین در این پژوهش به‌منظور بررسی کارائی سرریز کنگره‌ای مستطیلی و عبور راحت خطوط جریان، تغییراتی در شیب وجوه سرریز ایجاد و مشخصات جریان بررسی می‌شود.

۱-۴- فرضیات پژوهش

آغار هر کار پژوهشی با فرضیاتی همراه می‌باشد و در طول پژوهش به بررسی صحت این فرضیات پرداخته می‌شود. در پژوهش حاضر فرضیات به شرح زیر می‌باشد:

۱. شیب‌دار کردن وجه بالادست سرریز کنگره‌ای مستطیلی موجب افزایش ضریب دبی می‌شود.
۲. شیب‌دار کردن وجه بالادست نسبت به وجه پایین‌دست تأثیر بیشتری بر ضریب دبی دارد.
۳. شیب‌های متفاوت در سرریز کنگره‌ای مستطیلی منجر به ایجاد ضریب دبی‌های متفاوت جریان می‌شود.

۱-۵- اهداف پژوهش

اهدافی که این تحقیق به دنبال آن‌هاست به شرح زیر می‌باشد:

۱. تعیین ضریب دبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی در شیب‌های متفاوت وجه بالادست.
۲. تعیین وجه مناسب شیب‌دار کردن سرریز کنگره‌ای مستطیلی.
۳. تعیین شیب مناسب وجه بالادست در سرریز کنگره‌ای مستطیلی.

۱-۶- نحوه تدوین پایان نامه

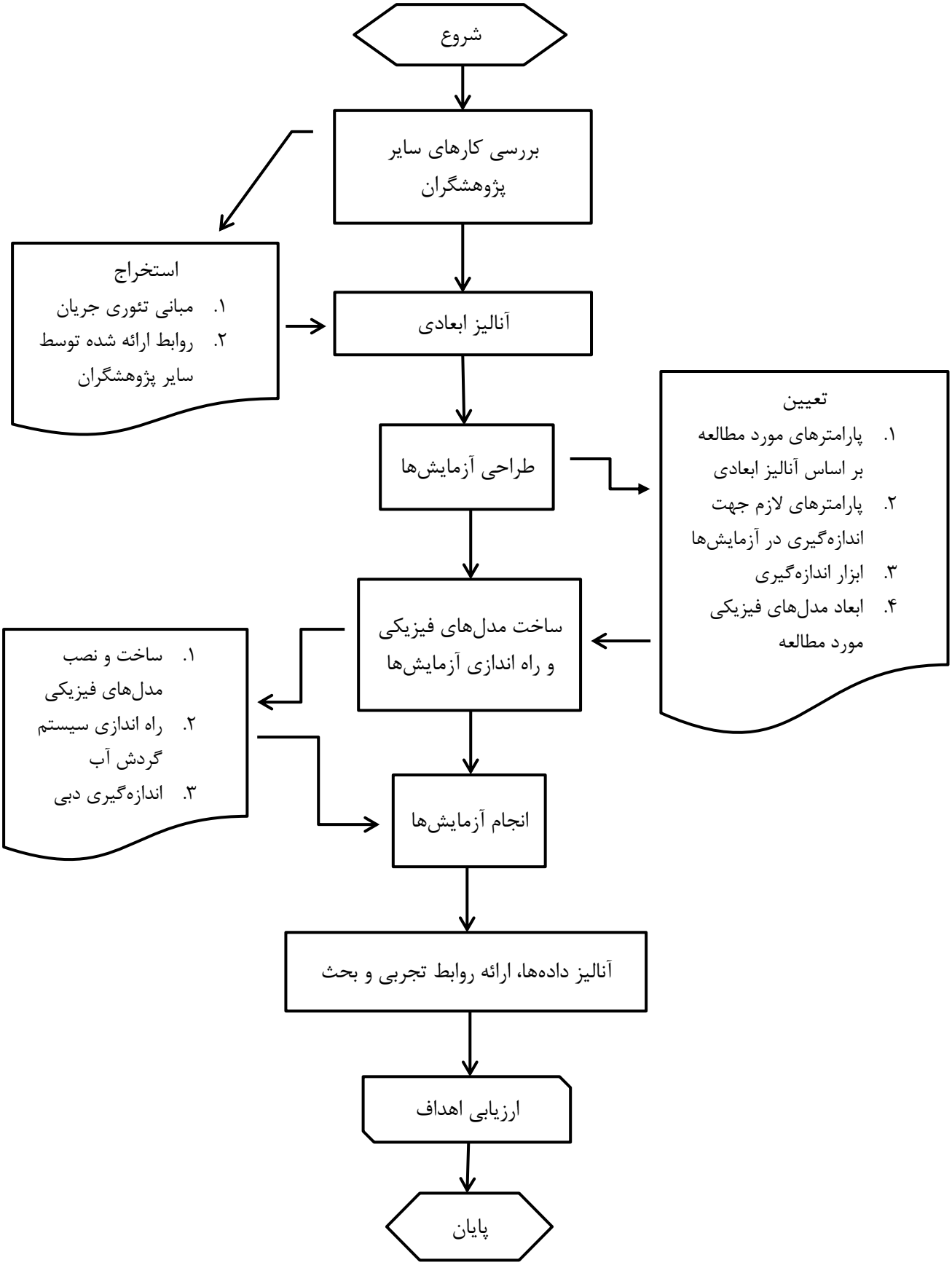
این پایان‌نامه در پنج فصل تدوین شده است که علاوه‌بر این فصل شامل فصول زیر می‌باشد.

فصل دوم: مروری بر منابع و سوابق پژوهشی موجود در زمینه‌های سرریزهای کنگره‌ای، اثر شیب وجوه سرریز بر مشخصه‌های جریان، انجام شده است.

فصل سوم: شامل دو بخش می‌باشد. در بخش اول این فصل، فلوم و مجموعه آزمایشگاهی و روش انجام آزمایش تشریح و در بخش دوم به معرفی سرریز مورد آزمایش و تشریح آنالیز ابعادی پرداخته شده است.

فصل چهارم: به تجزیه و تحلیل مشاهدات و نتایج آزمایشگاهی در بخش‌های مختلف اختصاص دارد. در این فصل نتایج در قالب شکل‌ها، نمودارها و جداولی برای مقایسه و تحلیل دقیق‌تر ارائه شده است.

فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادهای بدست آمده از این تحقیق ارائه شده است.


شروع
بررسی کارهای سایر پژوهشگران
استخراج
۱. مبانی تئوری جریان
۲. روابط ارائه شده توسط سایر پژوهشگران
آنالیز ابعادی
طراحی آزمایش‌ها
تعیین
۱. پارامترهای مورد مطالعه بر اساس آنالیز ابعادی
۲. پارامترهای لازم جهت اندازه‌گیری در آزمایش‌ها
۳. ابزار اندازه‌گیری
۴. ابعاد مدل‌های فیزیکی مورد مطالعه
ساخت مدل‌های فیزیکی و راه اندازی آزمایش‌ها
۱. ساخت و نصب مدل‌های فیزیکی
۲. راه اندازی سیستم گردش آب
۳. اندازه‌گیری دبی
انجام آزمایش‌ها
آنالیز داده‌ها، ارائه روابط تجربی و بحث
ارزیابی اهداف
پایان

فصل دوم

کلیات و بررسی منابع

۲-۱- مقدمه

مدیریت و انتقال آب یکی از مباحث مهم در طول توسعه تمدن بشر می‌باشد. برای پاسخ‌گویی به نیازها، سازه‌های هیدرولیکی متنوعی طراحی و ساخته شده است. یکی از سازه‌های متداول در بسیاری از سدها و کانال‌های انتقال آب، سرریزها می‌باشند، که به منظور تخلیه، اندازه‌گیری و کنترل سطح آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجاکه حجم جریان عبوری از سرریز تابع طول و شکل تاج سرریز می‌باشد، لذا تاکنون پژوهش‌های زیادی در خصوص تأثیر پارامترهای هیدرولیکی و هندسی بر ضریب تخلیه جریان و مقدار دبی عبوری از روی سرریزها انجام شده است (اسمعیلی ورکی و رضوی‌زاده، ۱۳۹۱). تغییر شیب وجه بالادست و پایین‌دست از عوامل مهمی می‌باشند که می‌تواند شرایط جریان و راندمان تخلیه این سازه‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (حمزئی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین یکی از راه‌کارهای موثر و اقتصادی جهت افزایش راندمان سرریزها، استفاده از سرریزهای کنگره‌ای بوده که با تغییر هندسه پلان و افزایش طول سرریزی در عرض ثابت از کانال، موجب افزایش ظرفیت عبور جریان می‌گردد. سابقه ساخت سرریزهای کنگره‌ای به قبل از سال ۱۹۲۰ می‌رسد، لیکن تا قبل از سال ۱۹۶۸ مطالعات اندکی به منظور بررسی و شناخت رفتار هیدرولیکی این نوع سرریزها انجام شده است. اکثر تحقیقات صورت گرفته، روی سرریز کنگره‌ای مثلثی و ذوزنقه‌ای شکل در پلان می‌باشند. اولین مطالعه روی این مدل سرریز به وسیله تیلور در سال ۱۹۶۸ انجام گرفت، نتایج مطالعات هی[1] و تیلور[2] در سال ۱۹۷۰ در زمینه سرریز کنگره‌ای، کاملترین مجموعه بود. در این فصل ابتدا خلاصه‌ای از تئوری سرریز کنگره‌ای شرح داده شده است و سپس به مرور منابع پژوهشی انجام شده در زمینه این پژوهش توسط سایر محققین پرداخته شده است. محدوده مطالعات پژوهش‌های این فصل در دو بخش مجزا تنظیم شده است. در بخش اول مطالعات انجام شده در زمینه سرریز کنگره‌ای و در بخش دوم مطالعات انجام شده در زمینه تأثیر شیب‌دار کردن وجوه سرریز بر مشخصات جریان ارائه می‌شود.

۲-۲- تئوری سرریز کنگره‌ای

کاربرد سرریزهای کنگره‌ای یک روش موثر در افزایش طول تاج سرریز بدون نیاز به افزایش عرض سازه می‌باشد. سرریزهای کنگره‌ای در پلان دارای خطوط شکسته و دیواره‌های پیوسته هستند. در واقع محور تاج این سرریزها غیر مستقیم می‌باشد. به‌دلیل غیر مستقیم بودن تاج آنها نسبت به سرریزهای با تاج مستقیم

1- Hay
2- Taylor