

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

بررسی برخی از خصوصیات جریان در دریچه جانبی کشویی مستطیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی

مرضیه اسماعیل زاده آبینی

اساتید راهنما

دکتر منوچهر حیدرپور

دکتر سعید اسلامیان



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی خانم مرضیه اسماعیل زاده آشینی

تحت عنوان

بررسی برخی از خصوصیات جریان در دریچه جانبی کشویی مستطیلی

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۷ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر منوچهر حیدرپور

۲- استاد راهنمای پایان نامه دکتر سعید اسلامیان

۳- استاد مشاور پایان نامه مهندس حسین سقاییان نژاد

۴- استاد داور دکتر جهانگیر عابدی کوپایی

۵- استاد داور دکتر بهزاد قربانی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده دکتر احمد ریاسی

ومی خویش؛

که از تاریکی های پندار، بروغان آرد

به روشنی فم، بزرگیمان بخشد

درهای مهربانش را به رویان بکشاید

و کنجینه های دانش را فرارویان بکستراند

حمد و سپاس، ایزد منان را که یاریم نمود تا گامی دیگر در مسیر بی انتهای آموختن بردارم. پس از یاد خداوند بزرگ، انجام این موهبت را مدیون حمایت های خانواده مهربانم هستم که در کلیه مراحل زندگی، مشوق و پشتیبان من بوده اند. از اساتید راهنمای ارجمندم جناب آقایان دکتر حیدرپور و دکتر اسلامیان که شاگردی ایشان افتخاری بس بزرگ و فرصتی بی نظیر و ارزشمند برای اینجانب بود و در طول انجام این پایان نامه از راهنمایی های ارزشمندشان استفاده نمودم بی نهایت ممنون و سپاسگزارم. از جناب آقای مهندس سقاییان نژاد که مشاوره پایان نامه اینجانب را بر عهده داشتند تشکر می کنم. از جناب آقای دکتر عابدی و جناب آقای دکتر قربانی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را متحمل گردیدند ممنون و سپاسگزارم. یاد تمامی دوستان، همکلاسی ها و هم-اتاقی هایی که بودن با آنها برایم تجربه ای تکرارنشدنی بود همیشه در قلبم باقی خواهد ماند و برای تمامی آنها آرزوی بهترین ها را دارم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به

دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم بہ

رہنویان عرصہ علم
پر

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
هفت	فهرست مطالب
نه	فهرست اشکال.....
یازده	فهرست جداول.....
۱	چکیده
	فصل اول: مقدمه و بررسی منابع
۲	۱-۱ مقدمه.....
۲	۲-۱ سرریزها.....
۲	۱-۲-۱ انواع سرریزها.....
۵	۲-۲-۱ معادله عمومی سرریزها.....
۷	۳-۲-۱ سرریز جانبی.....
۸	۳-۱ انواع جریان متغیر مکانی.....
۸	۱-۳-۱ جریان متغیر مکانی با افزایش شدت جریان.....
۱۰	۲-۳-۱ جریان متغیر مکانی با کاهش شدت جریان.....
۱۳	۴-۱ دریچه‌ها.....
۱۴	۱-۴-۱ انواع دریچه‌ها.....
۱۶	۲-۴-۱ دریچه‌های کشویی.....
۲۰	۳-۴-۱ دریچه جانبی.....
۲۰	۵-۱ تاریخچه و مروری بر مطالعات انجام شده.....
۲۰	۱-۵-۱ مروری بر مطالعات صورت گرفته در زمینه سرریزهای جانبی.....
۲۵	۲-۵-۱ مروری بر مطالعات صورت گرفته در زمینه دریچه جانبی.....
۲۹	۶-۱ اهداف تحقیق.....
	فصل دوم: مواد و روش‌ها
۳۰	۱-۲ تجهیزات آزمایشگاهی
۳۰	۱-۱-۲ فلوم آزمایشگاهی.....
۳۱	۲-۱-۲ اندازه‌گیری عمق آب.....

۳۲	..... اندازه گیری شدت جریان.....
۳۳	..... اندازه گیری سرعت.....
۳۶	..... جزئیات مدل های آزمایشگاهی.....
۳۸	..... روش های تحلیل جریان.....
۳۸	..... ۱-۳-۲ آنالیز ابعادی دریچه جانبی.....

فصل سوم: نتایج و بحث

۴۰	..... ۱-۳ مقدمه
۴۰	..... ۲-۳ بررسی خصوصیات جریان در دریچه کشویی جانبی.....
۴۱	..... ۱-۲-۳ تغییرات انرژی مخصوص در طول دریچه کشویی جانبی.....
۴۲	..... ۲-۲-۳ نیمرخ های سطح آب.....
۴۲	..... ۳-۲-۳ نیمرخ های سرعت.....
۶۲	..... ۴-۲-۳ بررسی تغییر خصوصیات جریان بر نیمرخ های سرعت.....
۷۹	..... ۵-۲-۳ جهت بردارهای سرعت.....
۸۱	..... ۶-۲-۳- تعیین زاویه جت خروجی جریان از دریچه جانبی.....
۸۳	..... ۳-۳ برآورد شدت جریان عبوری از دریچه کشویی جانبی.....
۸۳	..... ۱-۳-۳ تعیین ضریب شدت جریان دریچه جانبی با استفاده از رابطه عمومی دریچه.....
۸۷	..... ۲-۳-۳ تخمین شدت جریان دریچه جانبی با استفاده از سرعت متوسط
۸۹	..... ۳-۳-۳ تخمین شدت جریان دریچه جانبی با استفاده از دبی جریان در کانال اصلی.....

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۹۲	..... ۱-۴ جمع بندی نتایج
۹۴	..... ۲-۴ پیشنهادها.....
۹۶	..... منابع و مآخذ.....

فهرست اشکال

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴	شکل ۱-۱ نمایی از سازه سرریز.....
۵	شکل ۲-۱ پلان سرریز.....
۶	شکل ۳-۱ نمایی از یک سرریز لبه تیز مستطیلی.....
۷	شکل ۴-۱ شماتیک جریان عبوری روی یک سرریز جانبی.....
۹	شکل ۵-۱ شمای یک جریان متغیر مکانی با افزایش شدت جریان.....
۱۱	شکل ۶-۱ مشخصات جریان متغیر مکانی با کاهش دبی برای حل معادله انرژی.....
۱۲	شکل ۷-۱ حجم کنترل در نظر گرفته شده برای تعیین معادله جریان متغیر مکانی با کاهش دبی.....
۱۵	شکل ۸-۱ انواع دریچه‌های سطحی.....
۱۵	شکل ۹-۱ دریچه تحتانی.....
۱۶	شکل ۱۰-۱ تصویر حالت‌های عبور آب از دریچه.....
۱۶	شکل ۱۱-۱ شماتیک جریان عبوری از زیر دریچه کشویی.....
۱۷	شکل ۱۲-۱ مقادیر ضریب دبی ارائه شده توسط هنری برای جریان آزاد و مستغرق.....
۱۹	شکل ۱۳-۱ تقسیم‌بندی جریان پایین دست دریچه به نواحی توسعه یافته و کاملاً توسعه یافته.....
۱۹	شکل ۱۴-۱ مقایسه مقادیر آزمایشگاهی با رابطه ارائه شده توسط لین و همکاران (۲۰۰۲).....
۲۰	شکل ۱۵-۱ نمایی از یک دریچه جانبی.....
۲۴	شکل ۱۶-۱ توزیع سرعت در راستای اصلی جریان در طول سرریز جانبی ارائه شده توسط باقری (۲۰۱۱).....
۲۵	شکل ۱۷-۱ نمایی از یک دریچه کشویی جانبی در شرایط جریان زیربحرانی.....
۲۶	شکل ۱۸-۱ نمایی از یک روزنه جانبی.....
۲۷	شکل ۱۹-۱ تغییرات ضریب دبی دریچه جانبی با نسبت عمق جریان به بازشدگی دریچه ارائه شده توسط سوامی (۱۹۹۳).....
۲۸	شکل ۲۰-۱ تغییرات ضریب دبی دریچه جانبی با عدد فرود ارائه شده توسط قدسیان (۲۰۰۳).....
۲۸	شکل ۲۱-۱ تغییرات ضریب دبی دریچه جانبی در مقابل نسبت عمق جریان به بازشدگی دریچه ارائه شده توسط قدسیان (۲۰۰۳).....
۲۹	شکل ۲۲-۱ بردارهای سرعت در یک روزنه جانبی مربعی.....
۳۱	شکل ۱-۲ طرحی از کانال آزمایشگاهی مورد استفاده.....
۳۱	شکل ۲-۲ راستا و علامت‌های تعریف شده برای کانال آزمایشگاهی مورد استفاده.....
۳۲	شکل ۳-۲ نمایی از عمق سنج متحرک.....
۳۲	شکل ۴-۲ نمایی از یک دبی سنج الکترومغناطیس.....
۳۴	شکل ۵-۲ نمایی از فرستنده و گیرنده‌های دستگاه سرعت سنج صوتی.....
۳۴	شکل ۶-۲ محل قرارگیری حجم نمونه برداری از فرستنده مرکزی.....
۳۶	شکل ۷-۲ دستگاه مختصات اندازه‌گیری سرعت در جهات مختلف نسبت به دستگاه ADV.....

- شکل ۲-۸ صفحه جانبی نصب شده در کناره کانال..... ۳۷
- شکل ۳-۱ مقایسه انرژی مخصوص در ابتدا و انتهای دریاچه در دبی های مختلف..... ۴۱
- شکل ۳-۲ نیمرخ های سطح آب برای دریاچه جانبی با بازشدگی و عرض های متفاوت..... ۴۳
- شکل ۳-۳ تغییرات V_x در طول دریاچه جانبی..... ۴۵
- شکل ۳-۴ تغییرات V_x با عمق جریان در طول کانال..... ۴۸
- شکل ۳-۵ توزیع سه بعدی V_x برای دریاچه جانبی با عرض ۲۰ سانتی متر و بازشدگی ۵/۵ سانتی متر..... ۴۹
- شکل ۳-۶ تغییرات V_z در طول دریاچه جانبی..... ۵۱
- شکل ۳-۷ تغییرات V_z با عمق جریان در طول کانال..... ۵۴
- شکل ۳-۸ توزیع سه بعدی V_z برای دریاچه جانبی با عرض ۲۰ سانتی متر و بازشدگی ۵/۵ سانتی متر..... ۵۵
- شکل ۳-۹ تغییرات V_y در طول دریاچه جانبی..... ۵۷
- شکل ۳-۱۰ شکل ۳-۱۰ تغییرات V_y با عمق جریان در طول کانال..... ۵۹
- شکل ۳-۱۱ توزیع سه بعدی V_y در کانال برای دریاچه جانبی با عرض ۲۰ سانتی متر و بازشدگی ۵/۵ سانتی متر..... ۶۰
- شکل ۳-۱۲ خط مبنای انتخاب شده برای مقایسه توزیع سرعت در مطالعه حاضر و مطالعه باقری (۲۰۱۱)..... ۶۱
- شکل ۳-۱۳ مقایسه مؤلفه های سرعت در خط مرکزی افقی از تحقیق حاضر با مطالعه باقری (۲۰۱۱)..... ۶۳
- شکل ۳-۱۴ تغییرات V_x با عمق جریان برای سه (a/y_1) متفاوت در فاصله ۳ سانتی متری از دیواره کانال..... ۶۵
- شکل ۳-۱۵ تغییرات V_y با عمق جریان برای سه (a/y_1) متفاوت در فاصله ۳ سانتی متری از دیواره کانال..... ۶۷
- شکل ۳-۱۶ تغییرات V_z با عمق جریان برای سه (a/y_1) متفاوت در فاصله ۳ سانتی متری از دیواره کانال..... ۶۸
- شکل ۳-۱۷ تغییرات V_x با عمق جریان برای سه (b/B) متفاوت در فاصله ۳ سانتی متری از دیواره کانال..... ۷۱
- شکل ۳-۱۸ تغییرات V_y با عمق جریان برای سه (b/B) متفاوت در فاصله ۳ سانتی متری از دیواره کانال..... ۷۲
- شکل ۳-۱۹ تغییرات V_z با عمق جریان برای سه (b/B) متفاوت در فاصله ۳ سانتی متری از دیواره کانال..... ۷۳
- شکل ۳-۲۰ تغییرات V_x با عمق جریان برای سه عدد فرود متفاوت در ابتدای دریاچه جانبی..... ۷۶
- شکل ۳-۲۱ تغییرات V_y با عمق جریان برای سه عدد فرود متفاوت در ابتدای دریاچه جانبی..... ۷۷
- شکل ۳-۲۲ تغییرات V_z با عمق جریان برای سه عدد فرود متفاوت در ابتدای دریاچه جانبی..... ۷۸
- شکل ۳-۲۳ نمایی از خطوط سرعت در نزدیکی دریاچه جانبی..... ۷۹
- شکل ۳-۲۴ نمای نزدیک خطوط سرعت در نزدیکی دریاچه جانبی..... ۸۰
- شکل ۳-۲۵ شمای زاویه جت خروجی از دریاچه جانبی..... ۸۲
- شکل ۳-۲۶ تغییرات زاویه Φ در طول دریاچه جانبی با عدد فرودهای متفاوت..... ۸۲
- شکل ۳-۲۷ تغییرات زاویه Φ در طول دریاچه جانبی با y/y_1 متفاوت..... ۸۲
- شکل ۳-۲۸ تغییرات زاویه Φ اندازه گیری شده در مقابل زاویه Φ به دست آمده از معادله (۳-۳)..... ۸۳
- شکل ۳-۲۹ تغییرات ضریب دبی دریاچه جانبی در مقابل تغییرات عدد فرود ابتدای دریاچه..... ۸۴
- شکل ۳-۳۰ تغییرات ضریب دبی دریاچه جانبی در مقابل تغییرات طول دریاچه بر عمق جریان ابتدای دریاچه..... ۸۴
- شکل ۳-۳۱ تغییرات ضریب دبی محاسبه شده از رابطه (۳-۴) در برابر ضریب دبی اندازه گیری شده..... ۸۶
- شکل ۳-۳۲ مقایسه معادله (۳-۵) با روابط ارائه شده توسط محققین دیگر..... ۸۷
- شکل ۳-۳۳ تغییرات نسبت (V_s/V_1) در مقابل عدد فرود بالادست..... ۸۸

۸۹	.....y_1/a در مقابل (V_s/V_1) تغییرات نسبت
۸۹	..... شکل ۳-۳۵ تغییرات نسبت سرعت متوسط محاسبه شده در برابر نسبت سرعت متوسط اندازه گیری شده
۹۰	..... در مقابل عدد فرود بالادست (q_s/q_1) تغییرات نسبت
۹۱	.....y_1/a در مقابل (q_s/q_1) تغییرات نسبت
۹۱	..... شکل ۳-۳۸ تغییرات نسبت دبی محاسبه شده در برابر نسبت دبی اندازه گیری شده

فهرست جداول

۳۷	..... جدول ۱-۲ خصوصیات هندسی مدل‌های دریچه جانبی
۳۷	..... جدول ۲-۲ خصوصیات هیدرولیکی مدل‌های دریچه جانبی
۶۱	..... جدول ۱-۳ خصوصیات جریان و خصوصیات هندسی سازه‌های جانبی در مطالعه باقری (۲۰۱۱) و مطالعه حاضر
۸۵	..... جدول ۲-۳ ضرایب پارامترهای مستقل مؤثر در معادله ضریب دبی دریچه جانبی
۸۵	..... جدول ۳-۳ ضرایب پارامترهای مستقل مؤثر در معادله ضریب دبی دریچه جانبی
۸۸	..... جدول ۳-۴ ضرائب ارائه شده برای رابطه (۳-۸)
۹۰	..... جدول ۳-۴ ضرائب ارائه شده برای رابطه (۳-۹)

چکیده

دریچه کشویی جانبی یک سازه اندازه گیری جریان است که در دیواره کانال نصب می شود با این هدف که به قسمتی از جریان اجازه عبور از دیواره را بدهد. دریچه کشویی جانبی در آبیاری و زهکشی، سیستم فاضلاب شهری، مهندسی بهداشت و به عنوان یک سازه تنظیم کننده جریان استفاده می شود. جریان در یک دریچه کشویی جانبی از نوع جریان متغیر مکانی با کاهش دبی است. در این نوع جریان، مقدار دبی در طول کانال اصلی کاهش می یابد و با توجه به شرایط جریان در بالادست دریچه (زیر یا فوق بحرانی) پروفیل سطح آب در نزدیکی دریچه و همچنین مقطع کنترل متفاوت خواهد بود. در این تحقیق خصوصیات هیدرولیکی دوازده مدل آزمایشگاهی دریچه لبه تیز جانبی در شرایط جریان زیر بحرانی آزمایش گردید. به این منظور ضریب دبی، نیمرخ های سطح آب، تغییرات انرژی مخصوص در امتداد طول دریچه، توزیع نیمرخ-های سرعت سه بعدی در کانال اصلی، جهت خطوط سرعت، زاویه جت خروجی در طول دریچه و تغییرات سرعت با شرایط متفاوت جریان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار سرعت طولی (V_x) در فاصله ۳ سانتی-متری از دیواره کانال در نزدیکی ابتدای دریچه جانبی اتفاق می افتد در حالی که کمترین مقادیر این مؤلفه سرعت در انتهای دریچه جانبی رخ می دهد. پس از عبور جریان از دریچه، سرعت طولی دوباره افزایش یافته تا به مقدار ثابتی برسد. تغییرات V_x در طول دریچه جانبی در فاصله ۱۰ سانتیمتری از دیواره و محور مرکزی کانال مشابه فاصله ۳ سانتی متری از دیواره کانال می باشد با این تفاوت که شدت تغییرات در آن ها کاهش یافته است. بررسی سرعت عمودی (V_y) در فاصله ۳ سانتیمتری از دیواره کانال نشان داد که قبل و بعد از دریچه جانبی مقادیر آن بسیار ناچیز بوده و در حضور دریچه جانبی به شدت افزایش یافته است. محل وقوع بیشینه مقدار V_y در لبه بالایی دریچه جانبی قرار دارد و جهت حرکت V_y در تمام نقاط از سطح آب به سمت کف کانال می باشد. مقادیر V_y در فاصله ۱۰ سانتیمتری و محور مرکزی کانال بسیار ناچیز می باشد. با بررسی مقادیر سرعت عرضی (V_z) مشخص شد که این مؤلفه سرعت نیز قبل و بعد از دریچه دارای مقادیر اندکی می باشد و در حضور دریچه جانبی، محل وقوع بیشینه مقدار V_z در کف کانال قرار دارد. مقادیر V_z در فاصله ۱۰ سانتیمتری و محور مرکزی کانال نسبت به فاصله ۳ سانتیمتری از دیواره کانال کمتر شده اند. تأثیر تغییرات عدد فرود، بازشدگی و طول دریچه جانبی بر نیمرخ های سرعت در سه بعد بررسی گردید. این بررسی ها نشان داد که افزایش عدد فرود باعث کاهش V_x از بالادست تا ابتدای دریچه و افزایش آن از میانه دریچه تا پایین دست دریچه می شود. همچنین افزایش عدد فرود سبب کاهش مقادیر V_y و V_z در محدوده دریچه جانبی می گردد. این در حالی است که افزایش میزان بازشدگی و طول دریچه جانبی باعث افزایش V_x از بالادست تا ابتدای دریچه و کاهش آن از میانه دریچه تا پایین دست دریچه می شود. همچنین افزایش این دو پارامتر سبب افزایش مقادیر V_y و V_z در محدوده دریچه جانبی می گردد. در این تحقیق معادلاتی نیز برای تعیین دبی خروجی از دریچه جانبی، ضریب دبی و زاویه جت خروجی ارائه شد.

کلمات کلیدی: دریچه جانبی، توزیع سرعت سه بعدی، ضریب دبی، نیمرخ سطح آب، زاویه جت خروجی

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

۱-۱ مقدمه

اندازه‌گیری و کنترل جریان در کانال‌های روباز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هر سازه طبیعی یا ساخته دست بشر که در مسیر جریان قرار گیرد و روابط دبی و عمق جریان را در اطراف خود تثبیت نماید یک سازه کنترل‌کننده جریان نامیده می‌شود [۶]. بخش اعظم کار متخصصان هیدرولیک، طراحی، تجزیه و تحلیل سازه‌های هیدرولیکی است که جریان آب رودخانه‌ها و کانال‌های مصنوعی را کنترل می‌کنند. سرریزها و دریچه‌ها نمونه‌ای از سازه‌های هیدرولیکی هستند که طی قرن‌ها به عنوان ابزاری جهت تعیین شدت جریان و کنترل آن در کانال‌های روباز مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۴].

۲-۱ سرریزها

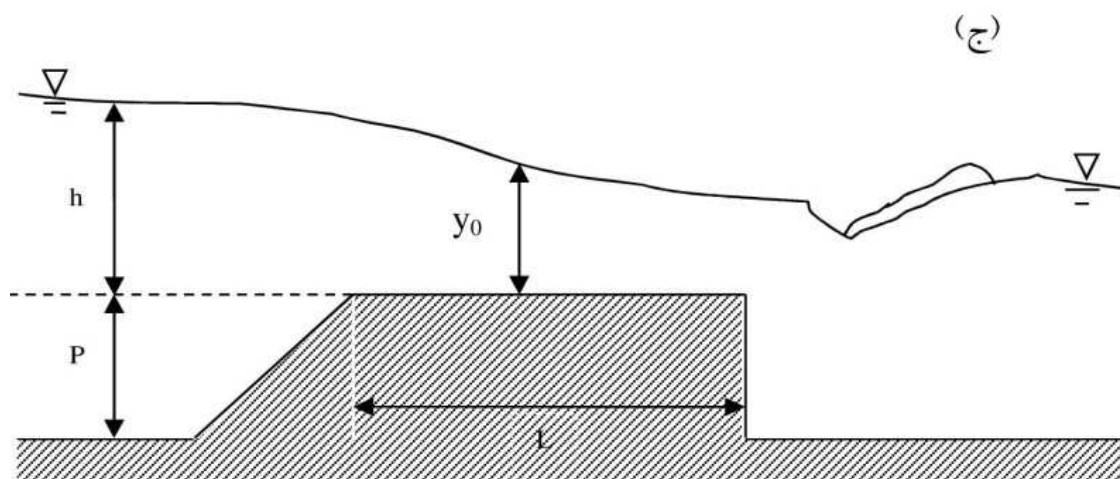
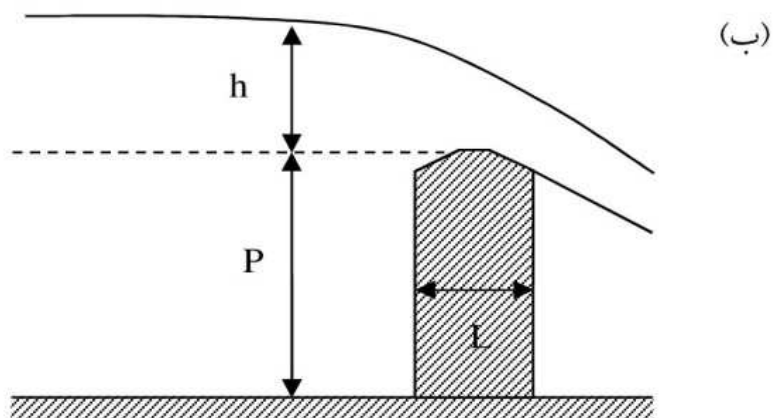
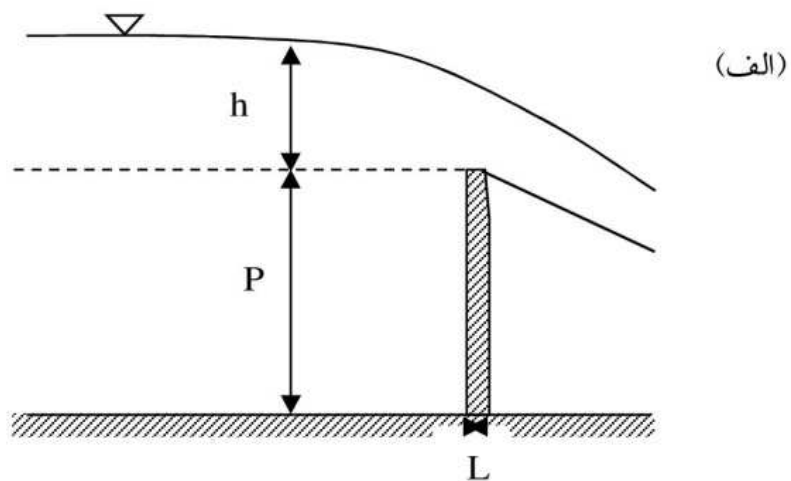
هر مانعی که بر سر راه جریان قرار گیرد و باعث افزایش سطح آب در پشت آن و افزایش سرعت آب در ضمن عبور از روی آن گردد سرریز نامیده می‌شود. سرریزها از قدیمی‌ترین سازه‌های هیدرولیکی می‌باشند که برای اولین بار در کشورهای ایران، هند، مصر و چین روی رودخانه‌ها به منظور افزایش سطح آب و انحراف بخشی از جریان رودخانه‌ها به سمت دلخواه مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۸ و ۴].

۱-۲ انواع سرریزها

سرریزها را می‌توان بر اساس پارامترهای مختلف تقسیم‌بندی و برحسب مهم‌ترین مشخصه نام‌گذاری کرد. در ادامه به شرح انواع تقسیم‌بندی‌ها پرداخته می‌شود.

بر اساس ضخامت تاج، سرریزها به سه دسته سرریزهای لبه تیز، لبه باریک و لبه پهن تقسیم می‌شوند. اگر نسبت بار جریان روی سرریز به ضخامت تاج آن (h/L) بزرگتر از ۱۵ و جریان از روی تاج کاملاً آزاد و به صورت حرکت پرتابی باشد سرریز از نوع لبه تیز محسوب می‌گردد (شکل (۱-۱الف)). در این نوع سرریزها ضخامت تاج به اندازه کافی کوچک است و بر رابطه هد-دبی تأثیری کمی دارد. سرریزهای لبه تیز علاوه بر این که به عنوان یک وسیله اندازه‌گیری دبی در کانال‌های باز مورد استفاده قرار می‌گیرند برای افزایش ارتفاع آب بالادست نیز کاربرد دارند [۱۱]. سرریزهای لبه تیز بر اساس شکل تاج به گروه‌های مختلفی از جمله مستطیلی، مثلثی، ذوزنقه‌ای، ساترو، سهموی و دایره‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند که هر کدام از آن‌ها کاربرد مخصوص به خود را دارند. به عنوان مثال، سرریزهای ساترو و مثلثی چون از دقت زیادی برخوردارند در اندازه‌گیری دبی‌های کم و کارهای آزمایشگاهی کاربرد دارند. سرریزهای ذوزنقه‌ای با وجود این که دارای دقت کمتری می‌باشند توانایی عبور جریان بیشتری دارند. در این میان سرریزهای مستطیلی به علت دارا بودن ساختاری ساده و دقتی مناسب متداول‌تر هستند.

هنگامی که نسبت بار جریان به ضخامت تاج سرریز (h/L) بزرگتر از ۰/۵ گردد سرریز از نوع لبه باریک می‌باشد (شکل (۱-۱ب)). در این حالت خطوط جریان عبوری از روی تاج سرریز دارای انحنا می‌شوند و توزیع فشار غیرهیدرواستاتیک است. سرریزهای لبه باریک دارای سه گروه اصلی سرریز لبه گرد، تاج استوانه‌ای و ساده شیب‌دار هستند. نتایج آزمایشگاهی نشان داده است که رابطه هد-دبی سرریزهای لبه باریک مشابه رابطه هد-دبی سرریزهای لبه پهن می‌باشد. با این تفاوت که در ضریب دبی سرریزهای لبه پهن تأثیر انحنای خطوط جریان نیز منظور می‌گردد [۷]. در سرریزهای لبه پهن نسبت بار جریان به ضخامت تاج سرریز (h/L) بین ۰/۰۸ تا ۰/۵ می‌باشد و خطوط جریان عبوری از روی تاج سرریز، مستقیم و موازی بوده و انحراف از توزیع فشار هیدرواستاتیک حاصل از شتاب جانب به مرکز قابل چشم‌پوشی است (شکل (۱-۱ج)). اگر چه سرریزهای لبه پهن قابلیت اندازه‌گیری شدت جریان را دارند اما کاربرد این سرریزها بیشتر در سدسازی می‌باشد [۴].



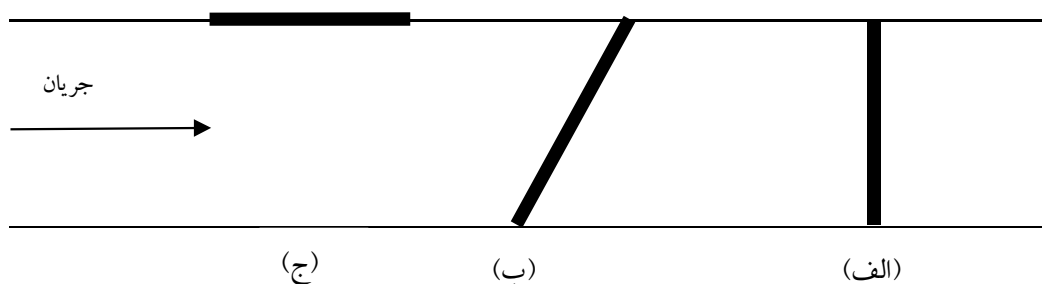
شکل (۱-۱) نمایی از سازه سرریز الف) لبه تیز ب) لبه باریک ج) لبه پهن

بر اساس زاویه قرارگیری سرریز در مقابل جریان می توان آن‌ها را به سه دسته کلی تقسیم‌بندی نمود که هر کدام دارای کاربرد متفاوتی می‌باشند (شکل (۲-۱)):

- سرریز نرمال: سرریزهایی که عمود بر جهت جریان نصب می‌شوند. این سرریزها برای اندازه‌گیری شدت جریان و افزایش ارتفاع آب استفاده می‌گردند.

- سرریز مورب: سرریزهایی که به صورت مایل در جهت جریان قرار می‌گیرند. مهم‌ترین کاربرد این سازه، کنترل و کاهش نوسانات جریان عبوری از دهانه‌های آبنگیر در رودخانه‌های فصلی با جریان متغیر می‌باشد.

- سرریز جانبی: سرریزهایی که موازی جریان اصلی و در دیواره کانال نصب می‌گردند. این سرریزها تنظیم‌کننده جریان در کانال‌های روباز می‌باشند [۱]. در ادامه به بیان مطالب بیشتری در مورد سرریز جانبی پرداخته می‌شود.



شکل (۲-۱) پلان سرریز (الف) نرمال (ب) مورب (ج) جانبی

۲-۲-۱ معادله عمومی سرریزها

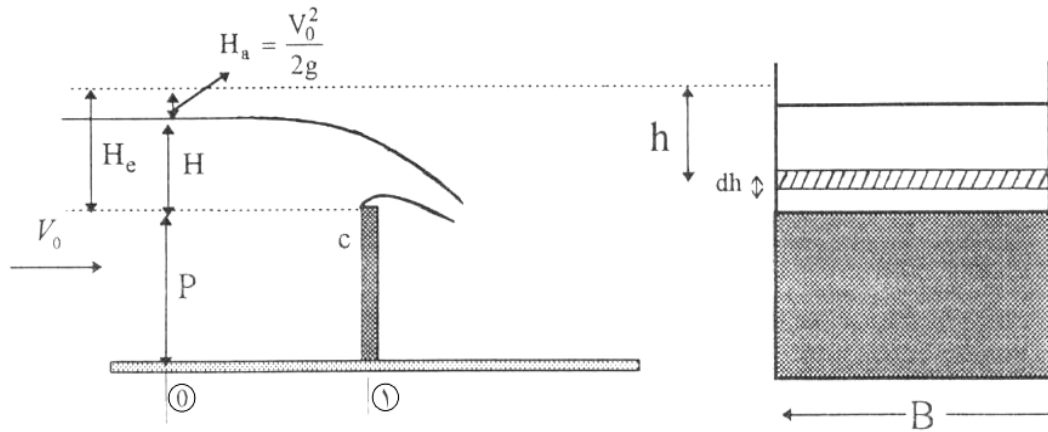
در سرریزهای لبه تیز جریان به صورت دو بعدی بوده و معادله سرریز بر اساس فرضیات زیر به دست می‌آید:

- خطوط جریان روی تاج سرریز افقی است.

- از افت انرژی روی سرریز صرف‌نظر می‌شود.

- فشار روی تاج سرریز برابر با فشار اتمسفر است.

با توجه به فرضیات فوق در شکل (۳-۱) می توان انرژی در مقاطع ۰ و ۱ را برابر گرفت و رابطه‌ای بین شدت جریان و بار استاتیکی آب روی تاج سرریز ارائه نمود.



شکل (۳-۱) نمایی از یک سرریز لبه تیز مستطیلی

اگر در شکل المانی به عرض B و ضخامت dh و به فاصله h از خط انرژی در نظر گرفته شود، سرعت در این المان برابر $v = \sqrt{2gh}$ و مقدار دبی عبوری در واحد عرض این المان برابر $dq = v dA$ می‌باشد. لذا مقدار دبی کل در واحد عرض برابر است با:

$$q = \int_{H_a}^{H_e} v \cdot dh = \int_{H_a}^{H_e} \sqrt{2gh} \cdot dh = \frac{2}{3} \sqrt{2g} (H_e^{1.5} - H_a^{1.5}) = \quad (1-1)$$

$$\frac{2}{3} \sqrt{2g} \left[\left(H + \frac{V_0^2}{2g} \right)^{1.5} - \left(\frac{V_0^2}{2g} \right)^{1.5} \right]$$

بسیاری از محققین بر این باورند که عبارت $\frac{V_0^2}{2g}$ خیلی کوچک و قابل صرفنظر کردن است پس با حذف آن مقدار دبی کل برابر است با:

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot B \cdot H^{1.5} \quad (2-1)$$

با توجه به فرضیات در نظر گرفته شده عملاً مقدار دبی واقعی برابر با مقدار به دست آمده از رابطه (۲-۱) نیست. لذا برای اصلاح این رابطه از ضریب تجربی C_d به نام ضریب دبی جریان استفاده می‌شود. بنابراین رابطه (۲-۱) به صورت زیر بازنویسی می‌گردد [۳۶].

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot C_d \cdot B \cdot H^{1.5} \quad (3-1)$$

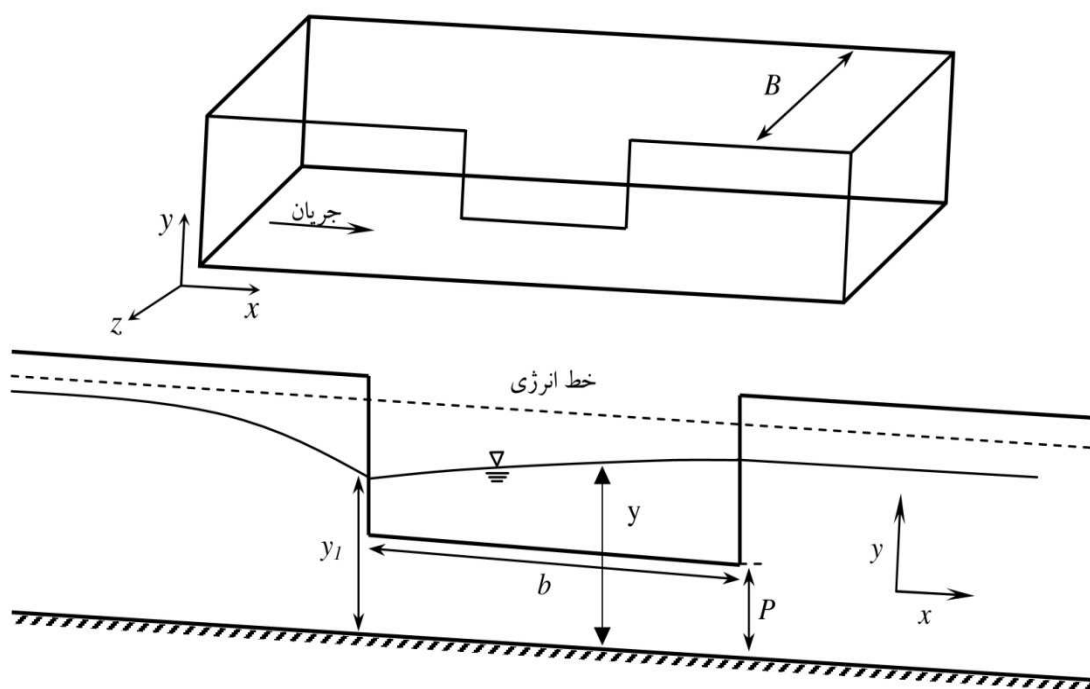
اکثر تحقیقات در زمینه جریان از روی سرریزها با هدف مطالعه و ارائه روابطی برای تعیین مقدار ضریب دبی جریان است. بسیاری از محققین برای تصحیح معادلات دبی به شکلی که ضریب دبی در آن بی‌اثر باشد کوشش کرده‌اند اما تاکنون معادله‌ای برای برآورد دبی جریان از روی سرریز بدون وارد کردن ضریب دبی ارائه نشده است.

۳-۲-۱ سرریز جانبی

سرریز جانبی نوعی سازه‌ی هیدرولیکی است که با اهداف متفاوت در سیستم انتقال آب به کار گرفته می‌شود. سرریز جانبی در دیواره کانال اصلی نصب شده و زمانی که عمق آب در این کانال به تاج می‌رسد آب اضافی را از خود عبور داده و به کانال جانبی منتقل می‌نماید. سرریزهای جانبی به شکل‌های مختلفی مانند مستطیلی، مثلثی، ذوزنقه‌ای و دایره‌ای شکل ساخته می‌شوند. این سازه کاربردهای زیادی دارند که از آن بین می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاربرد در شبکه‌های آبیاری و زهکشی بعنوان سازه حفاظتی و کنترل‌کننده شدت جریان به شاخه‌های فرعی و تنظیم‌کننده سطح آب
- کنترل و انحراف سیلاب
- جداسازی رسوب و کاهش بار بستر
- کاربرد در سیستم جمع‌آوری فاضلاب به منظور تنظیم جریان

جریان روی یک سرریز جانبی از نوع جریان متغیر مکانی با کاهش دبی است. در این نوع جریان مقدار دبی در طول کانال اصلی کاهش پیدا کرده و با توجه به نوع جریان در بالادست سرریز (فوق یا زیر بحرانی) نیمرخ سطح آب در نزدیکی سرریز و هم‌چنین مقطع کنترل متفاوت خواهد بود [۴]. شکل (۱-۴) نمایی از یک سرریز جانبی در شرایط جریان زیربحرانی را نشان می‌دهد. در ادامه توضیح کاملی در مورد جریان‌های متغیر مکانی ارائه می‌گردد.



شکل (۱-۴) جریان عبوری روی یک سرریز جانبی

۳-۱ انواع جریان متغیر مکانی

یک جریان متغیر مکانی عبارت است از جریان متغیر تدریجی دائمی که در طول کانال و در جهت جریان مقدار دبی آن تغییر می‌یابد. لذا در هر مقطع تغییرات عمق جریان و دبی، نسبت به زمان، صفر ولی مقادیر مذکور در طول مسیر تغییر می‌یابند. بر حسب تغییرات شدت جریان، این نوع جریان‌ها را به دو گروه تقسیم‌بندی می‌نمایند:

- جریان متغیر مکانی با افزایش شدت جریان

- جریان متغیر مکانی با کاهش شدت جریان

از جمله این جریان‌ها که به وفور در طبیعت یافت می‌شود می‌توان به جریان در آبروهای کنار خیابان، سرریزهای جانبی در سدها و صفحات مشبک واقع در کف کانال‌ها اشاره کرد [۴].

۱-۳-۱ جریان متغیر مکانی با افزایش شدت جریان

در جریان متغیر مکانی با افزایش شدت جریان، به تدریج بر مقدار دبی در طول مسیر افزوده می‌شود. در نتیجه اختلاط دو جریان و آشفته‌گی حاصل از آن، مقدار افت انرژی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. از آن‌جا که محاسبه و تعیین مقدار دقیق این افت مشکل است برای بدست آوردن معادلات مربوطه، معمولاً از معادله اندازه حرکت استفاده می‌گردد. برای اعمال معادله اندازه حرکت و استفاده از آن جهت تعیین معادله دینامیکی این نوع جریان‌ها فرضیات زیر در نظر گرفته می‌شود:

- توزیع فشار به صورت هیدرواستاتیک است.

- تحلیل بر اساس روش یک بعدی انجام گرفته و ضریب β برای معین نمودن غیریکنواختی سرعت کفایت می‌کند.

- از روابط مقاومت در برابر جریان‌های یکنواخت نظیر معادله مانینگ برای نشان دادن میزان اصطکاک استفاده می‌شود.

- اثر محبوس شدن و مخلوط شدن هوا در آب قابل صرف‌نظر کردن است.

- جریان وارده به کانال باعث تغییر اندازه حرکت در جهت طولی کانال نمی‌گردد.

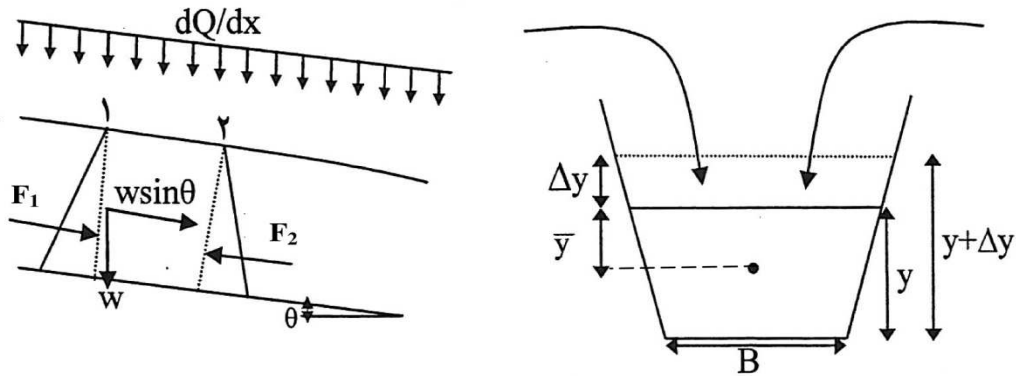
- جریان، دائمی در نظر گرفته می‌شود.

- کانال منشوری و دارای شیب کم می‌باشد.

با توجه به فرضیات بالا و شکل (۱-۵)، حجم آب موجود بین مقاطع ۱ و ۲ از یک جریان متغیر مکانی با افزایش دبی که به فاصله Δx از یکدیگر قرار دارند در نظر گرفته می‌شود. هم‌چنین مقدار دبی اضافه شده در واحد طول کانال q^* برابر است با:

$$q^* = \frac{dQ}{dx} \quad (۴-۱)$$

مطابق شکل (۵-۱)، F_1 و F_2 نیروهای فشاری هیدرواستاتیکی، θ شیب کف کانال، Δy نوسانات سطح آب، \bar{y} فاصله سطح آب تا مرکز ثقل، B عرض کانال، w وزن حجم آب مورد بررسی برابر با $\gamma A \Delta x$ و $\sin \theta \cong S_0$ می‌باشد.



شکل (۵-۱) شمای یک جریان متغیر مکانی با افزایش شدت جریان

با اعمال معادله اندازه حرکت در جهت X می‌توان نوشت:

$$M_2 - M_1 = F_1 - F_2 + w \sin \theta - f_f \quad (5-1)$$

که در آن $F = \gamma A \bar{y}$ و $M = \beta \rho \frac{Q^2}{A}$ می‌باشند.

f_f نیروی اصطکاکی است که اگر تنش برشی متوسط وارده بر کف و کناره‌ها در جهت X معادل τ_0 باشد می‌توان نوشت:

$$\tau_0 = \gamma R S_f \quad (6-1)$$

$$f_f = \tau_0 p \Delta x = \gamma R S_f p \Delta x = \gamma A S_f \Delta x \quad (7-1)$$

p محیط خیس شده و S_f شیب خط انرژی می‌باشد. با تقسیم رابطه (۵-۱) بر Δx و در نظر گرفتن حد Δx رابطه (۸-۱) حاصل می‌شود:

$$\frac{dM}{dx} = -\frac{dF}{dx} + \gamma A S_0 - \gamma A S_f \quad (8-1)$$

با توجه به مقدار M می‌توان نوشت:

$$\frac{dM}{dx} = \beta \rho \frac{d(Q^2 / A)}{dx} = \beta \rho \left(\frac{2Q}{A} \cdot q^* - \frac{Q^2 T}{A^2} \cdot \frac{dy}{dx} \right) \quad (9-1)$$