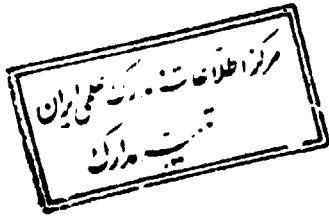


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۳۱۲۴۵

۱۳۷۹ / ۴ / ۲۰



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران - مهندسی آب

بررسی ضریب شدت جریان سرریزهای جانبی مستطیلی شکل
در جریان فوق بحرانی

۷۳۸۹

علیرضا امیرآبادی فراهانی

استاد راهنما:

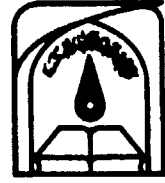
دکتر مسعود قدسیان

استاد مشاور:

مهندس علیرضا دائمی

زمستان ۱۳۷۸

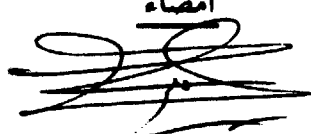
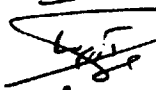

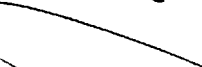

۳۱۲۴۸



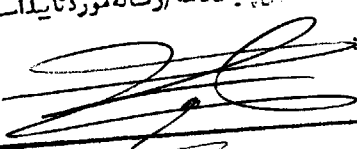
دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای علیرضا امیرآبادی فراهانی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان بررسی ضریب شدت جریان سرریزهای مستطیلی شکل در جریان فوق بحرانی در تاریخ ۷۸/۱۱/۱۶ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران با گرایش آب پیشنهاد می کنند. ۱۱ ب ۳

امضاء	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	آقای دکتر قدسیان	۱- استاد راهنما:
	آقای مهندس دائمی	۲- استاد مشاور:
	آقای دکتر آزر مسا	۳- استادان ممتحن:
	آقای دکتر یزدان دوست	۴- مدیر گروه:
	آقای دکتر صالحی نیشابوری	(با نمایندگی گروه تخصصی)

این نسخه به عنوان ...
این پایان نامه / رساله مورد تایید است.
امضای استاد راهنما





بسمه تعالی

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته
که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب
آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار
خانم / جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تادیه کند.

ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده

ماده ۶ اینجانب علیرضا قزاقی دانشجوی رشته مهندسی عمارت مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق
و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: علیرضا قزاقی

تاریخ و امضا:

۷۸/۱۰/۱۵

تقدیم به

روح مطهر پدر بزرگوارم که مردانه زیستن را از او آموختم او که از مصادیق شاکران

درگاه الهی بود.

تقدیم به

مادرم او که چشمه زلال محبت، دریای بی کران انسانیت و شکوه بی پایان ایمان است.

تقدیر و تشکر

بی شک آنچه تحت عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد اینجانب از نظر می گذرد حاصل رهنمودهای مربیانی است که در طول دوران تحصیل مرا یاری کرده اند، بدینوسیله از تمامی آن بزرگان قدردانی می شود. بخصوص از راهنمایی ها و توجهات بی دریغ آقای دکتر مسعود قدسیان در هدایت و سرپرستی این پروژه صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می شود و نیز شایسته است از مدیریت و پرسنل مرکز تحقیقات آب وزارت نیرو، بخاطر همکاری و فراهم نمودن امکانات انجام آزمایشات، قدردانی گردد.

چکیده:

رفتار هیدرولیکی جریان بر روی سرریزهای جانبی لبه تیز از نوع متغیر مکانی در حالت کاهش دبی می‌باشد. عموم مطالعات بر اساس نظریه دی‌مارچی در حالت جریان زیربحرانی، با استفاده از معادله انرژی و فرض ناچیز بودن افت انرژی صورت گرفته است و روابط مختلفی برای ضریب شدت جریان ارائه شده است. اما مطالعات در حالت جریان فوق‌بحرانی محدود بوده و فرض ناچیز بودن افت انرژی در طول سرریز هم مورد اختلاف می‌باشد.

برای مطالعه و تعیین دبی سرریزهای جانبی و به منظور شناخت بیشتر رفتار هیدرولیکی و بررسی تأثیر ارتباط پارامترهای مؤثر بر روی آبگذری این سازه‌ها، انجام آزمایشات تجربی الزامی است. مطالعات حاضر بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج ۱۰۵۶ آزمایش برای جریان فوق‌بحرانی و در محدوده عدد فرود بین یک و دو انجام گرفته است. شیب کانال، طول و ارتفاع سرریز و دبی کل متغیرهای این آزمایشات بودند و همچنین پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل مقادیر دبی ورودی، دبی انشعابی، دبی خروجی و پروفیل سطح آب روی سرریز می‌باشند.

در این پایان‌نامه نشان داده شده است که مقدار متوسط درصد افت انرژی در طول سرریز برای حالت جریان فوق‌بحرانی قابل ملاحظه می‌باشد، لذا بکارگیری معادله انرژی در تحلیل و طراحی سرریزهای جانبی با فرض ثابت بودن مقدار انرژی در طول سرریز، در حالت کلی صحیح نمی‌باشد. در مطالعه حاضر ضمن در نظر گرفتن تغییرات پروفیل سطح آب در طول سرریز، با مطالعات ابعادی و آزمایشگاهی و حل عددی معادلات حاکم بر جریان روی سرریزهای جانبی و معرفی ضریب شدت جریان المانی، روشی مناسب برای محاسبه پروفیل سطح آب و میزان شدت جریان سرریزهای جانبی مستطیل شکل ارائه می‌گردد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
د	نمادگذاری
۱	فصل اول: مقدمه
۴	فصل دوم: آشنایی با سرریزهای جانبی
۵	۱-۲ - مقدمه
۵	۲-۲ - سرریزهای جانبی (Side Weirs)
۶	۳-۲ - موارد استفاده سرریزهای جانبی
۶	۴-۲ - جریان متغیر مکانی (spatially varied flow)
۸	۵-۲ - انواع پروفیل سطح آب روی سرریزهای جانبی
۹	۶-۲ - معادله دینامیکی جریان متغیر مکانی با کاهش شدت جریان
۱۳	۷-۲ - رابطه انرژی و اندازه حرکت - دیدگاههای مختلف
۱۵	فصل سوم: تاریخچه و مروری بر مطالعات انجام شده بر روی سرریزهای جانبی
۱۶	۱-۳ - تاریخچه و مروری بر مطالعات انجام شده
۲۸	۲-۳ - ضرورت انجام پایان نامه حاضر
۳۱	فصل چهارم: تئوری و معادلات حاکم
۳۲	۱-۴ - معادلات مورد استفاده برای تحلیل جریان فوق بحرانی بر روی سرریزهای جانبی
	۲-۴ - علت بکارگیری ضریب شدت جریان المانی به منظور برآورد شدت جریان خروجی از
۳۳	روی سرریز جانبی
۳۶	۳-۴ - تحلیل جریان فوق بحرانی روی سرریز جانبی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۸	فصل پنجم: تحلیل ابعادی و مطالعات آزمایشگاهی
۳۹	۱-۵ - مقدمه
۳۹	۲-۵ - تحلیل ابعادی در سرریزهای جانبی
۴۱	۳-۵ - تجهیزات و دستگاه‌های آزمایش
۴۷	۴-۵ - پارامترهای ثابت و متغیر در آزمایش
۵۱	۵-۵ - نحوه انجام آزمایشها
۵۳	فصل ششم: تجزیه و تحلیل
۵۴	۱-۶ - مقدمه
۵۴	۲-۶ - نحوه تغییر عمق جریان در طول سرریز جانبی
۵۸	۳-۶ - بررسی افت انرژی در طول سرریز
۶۳	۴-۶ - تعیین عوامل مؤثر بر روی شدت جریان خروجی از روی سرریز جانبی
۷۱	۵-۶ - تعیین رابطه ضریب شدت جریان المانی
۷۷	۶-۶ - مطالعه تأثیر پارامترهای S_0 و $\frac{L}{B}$ بر ضریب شدت جریان المانی
۷۸	۷-۶ - مقایسه بین پروفیل سطح آب اندازه‌گیری شده و محاسباتی در طول سرریز جانبی
۸۲	۸-۶ - بررسی رابطه ضریب شدت جریان المانی به منظور اطمینان از عملکرد و تأیید نهایی آن
۸۵	۹-۶ - مقایسه شدت جریان اندازه‌گیری شده و شدت جریان محاسباتی بوسیله رابطه آواستی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۸۶	فصل هفتم: کاربرد رابطه ضریب شدت جریان المانی
۸۷	۱-۷ - طراحی سرریز جانبی به منظور انتخاب طول و ارتفاع سرریز
۸۷	۲-۷ - تعیین شدت جریان خروجی و پروفیل سطح آب در طول سرریز
۸۸	فصل هشتم: خلاصه نتایج و پیشنهادات
۸۹	۱-۸ - نتیجه گیری
۹۰	۲-۸ - پیشنهادات
۹۲	مراجع
۹۶	ضمیمه الف: حل عددی معادلات دیفرانسیل از طریق روش رانگ کوتا
۹۹	ضمیمه ب: روش بهینه سازی Random Walk Method
۱۰۲	چکیده انگلیسی

نمادگذاری

A	سطح مقطع جریان	Sf	شیب اصطکاکی
B	عرض کانال اصلی	T	عرض کانال در سطح آب
Ce	ضریب شدت جریان المانی	U	مؤلفه افقی سرعت به هنگام خروج جریان
Cd	ضریب دبی در سرریزهای نرمال		از روی سرریز
CM	ضریب دبی در سرریزهای جانبی	V1	سرعت جریان در ابتدای سرریز
D	عمق هیدرولیکی	V2	سرعت جریان در انتهای سرریز
d	قطر کانال دایره‌ای شکل	Vx	مؤلفه افقی سرعت به هنگام خروج جریان
dx	گامهای طولی در جهت افقی		از روی سرریز
E	میانگین خطای کل آزمایش‌ها	Vy	مؤلفه عمودی سرعت به هنگام خروج
E1	انرژی مخصوص در ابتدای سرریز		جریان از روی سرریز
E2	انرژی مخصوص در انتهای سرریز	W	ارتفاع سرریز فاصله از ابتدای سرریز
e	خطای هر آزمایش	x	فاصله از ابتدای سرریز
F1	عدد فرود در ابتدای سرریز	y	عمق جریان در کانال اصلی
F2	عدد فرود در انتهای سرریز	y1	عمق جریان در ابتدای سرریز
Fr	عدد فرود موضعی	y2	عمق جریان در انتهای سرریز
g	شتاب جاذبه زمین	Z	فاصله کف کانال تا خط مبدأ
H	انرژی کل	α	ضریب تصحیح انرژی جنبشی
h	ارتفاع جریان روی سرریز	β	ضریب تصحیح اندازه حرکت
K1,K2,K3	اعداد ثابت	μ	لزجت دینامیکی سیال
L	طول سرریز جانبی	ρ	دانسیته سیال
Le	طول مؤثر سرریز	σ	کشش سطحی
m	تعداد سرریزها	$\Phi()$	تابع
N	تعداد داده‌ها		زیرنویسها
n	ضریب مانینگ	1	ابتدای سرریز جانبی
P	پیرامون خیس شده	2	انتهای سرریز جانبی
Q1	شدت جریان در ابتدای سرریز		
Q2	شدت جریان در انتهای سرریز		
QS	شدت جریان خروجی از روی سرریز		
QSC	شدت جریان خروجی محاسباتی		
QSO	شدت جریان خروجی آزمایشگاهی		
R	شعاع هیدرولیکی		
S0	شیب کانال		
Sb	افت انرژی در اثر انشعاب جریان		

فصل اول

مقدمه

سرریزهای جانبی، سازه‌هایی هستند که در کنار یک آبراهه یا کانال نصب می‌شوند و هنگامیکه ارتفاع جریان از تاج آن فراتر رود، جریان از روی آن عبور کرده و وارد کانال فرعی می‌شود. در واقع سرریزهای جانبی، سازه‌های منحرف‌کننده جریان هستند که در صنعت آبیاری، زهکشی، کنترل سیلاب و... کاربرد قابل ملاحظه‌ای دارند.

جریان روی سرریزهای جانبی از نوع متغیر مکانی است که شدت جریان در طول آنها کاهش می‌یابد. در ارتباط با شناخت رفتار هیدرولیکی این نوع جریانها، با هدف تعیین میزان جریان خروجی از روی سرریزهای جانبی، مطالعاتی از اوایل قرن حاضر بر روی سرریزهای جانبی انجام گرفته است. در این راستا می‌توان نظریه ارزشمند De-Marchi در سال ۱۹۳۴ را به عنوان شروع واقعی اینگونه مطالعات در نظر گرفت و همچنین می‌توان از آن، به عنوان پایه و اساس بسیاری از مطالعات انجام شده در این زمینه یاد کرد. لازم بذکر است که اکثر این تحقیقات برای جریانهای زیربحرانی انجام گرفته‌اند و در مقابل، در ارتباط با جریانهای فوق‌بحرانی مطالعات، بسیار محدود می‌باشد.

در بیشتر مطالعاتی که به منظور برآورد شدت جریان خروجی از روی سرریز و تعیین پروفیل سطح آب در طول آن صورت گرفته‌اند مبنای تحلیل، استفاده از معادله انرژی و فرض عدم تغییر انرژی در طول سرریز می‌باشد. این فرض را می‌توان با تقریب قابل قبولی در مورد جریانهای زیربحرانی صادق دانست ولی در مورد جریانهای فوق‌بحرانی، همانطوریکه در مطالعات حاضر نشان داده شده است، افت انرژی در طول سرریز مقدار قابل توجهی برابر با $12/97$ درصد خواهد داشت که با توجه به این حالت، در این پایان‌نامه از معادله اندازه حرکت، برای تحلیل جریان فوق‌بحرانی بر روی سرریزهای جانبی استفاده شده است.

نکته‌ای که ضرورت انجام این پایان‌نامه را بیشتر مورد تأکید قرار می‌دهد، عدم وجود یک رابطه صریح و مشخص به منظور برآورد شدت جریان خروجی از روی سرریزهای جانبی مستطیل شکل لبه تیز و همچنین حل معادله دینامیکی جریان در حالت فوق‌بحرانی می‌باشد، برای دست‌یافتن به چنین رابطه‌ای و مشخص کردن عوامل و پارامترهای مؤثر بر روی خروج جریان از روی سرریز، آزمایش‌های متعدد و بسیاری انجام داده‌ایم که نتیجه حاصل از آنها، مشخص شدن تأثیر عواملی همچون، Fr_1 (عدد فرود در ابتدای سرریز)، $h1/W$ (نسبت ارتفاع جریان موجود در ابتدای

سرریز به ارتفاع سرریز، L (طول سرریز) و W (ارتفاع سرریز) بر روی خروج جریان از روی سرریز بوده است.

در این پایان نامه نشان داده شده است که می توان هر المان واقع بر روی سرریز جانبی را به مانند یک سرریز نرمال فرض کرد، در آن صورت شدت جریان خروجی از هر المان با استفاده از رابطه (۴-۴) قابل محاسبه خواهد بود. در این رابطه C_e ضریب شدت جریان المانی می باشد که بستگی به عدد فرود و نسبت ارتفاع جریان به ارتفاع سرریز در آن المان دارد. بدین ترتیب با استفاده از روابط (۷-۴) و (۱۴-۶) قادر خواهیم بود، با دقت قابل قبولی شدت جریان خروجی از روی سرریز جانبی و پروفیل سطح آب در طول آن را، محاسبه و بدست آورد. در مطالعه حاضر نشان داده شده است، در صورت استفاده از روابط (۷-۴) و (۱۴-۶)، بین شدت جریان خروجی بدست آمده از این روش و شدت جریان خروجی اندازه گیری شده، بطور تقریب خطای میانگینی برابر با ۰.۶٪ برقرار می باشد. که این امر دلالت بر صحت منطق بکار گرفته شده در روش ارائه شده موجود در مطالعه حاضر دارد.

فصل دوم

آشنایی با سرریزهای جانبی