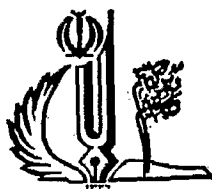


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۴۰۵ - ۱۴۳۵



دانشگاه شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته سازه‌های آبی

عنوان

بررسی خصوصیات پرش هیدرولیکی در مقاطع واگرا با شیب معکوس

استاد راهنما

دکتر علی حسین زاده دلیر

استاد مشاور

دکتر داود فرسادی زاده

اطلاعات مذکور صحیح است
توسط مسئول دفتر

پژوهشگر

زهرا شجاعیان

۱۳۸۹/۵/۱۵

شماره: ۲-۱۳۸۹

خرداد ۱۳۸۹

۱۴۰۲۹۵

تقدیر و تشکر

سپاس پروردگاریکتا را که نعمت آموختن به من عطا فرموده، کسی که در تنگناهای زندگی، همواره پرتوی پر مهرش را از من و خانواده ام دریغ ننموده است. تو را سپاس می گویم نه بدان جهت که همه چیز به من دادی، بلکه از آن جهت که آنچه ندادی نیز مصلحت است.

اینک که در پرتو الطاف بیکران خداوند منان نگارش این پایان نامه به اتمام رسید بر خود واجب می دانم که از کلیه عزیزانی که من را در انجام این تحقیق یاری نموده اند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

بدینوسیله قدردانی می کنم از پدر و مادر عزیز و فداکارم، دو بیکران بی همتا، دو سروقامتی که گوهر وجودشان، نسیم کلامشان و باران محبتشان را همواره بی هیچ منت و ادعا مرهمی نمودند بر خستگی هایم، آنان که راستی قامت در شکستگی قامتشان تجلی یافت و ققنوس جوانیشان به پای روشنایی من سوخت. در برابر وجود گرمایشان زانوی ادب بر زمین می نهم و با دلی مملو از عشق و محبت بر دستان پر مهرشان بوسه می زنم.

از زحمات استاد راهنمای ارجمندم، جناب آقای دکتر علی حسین زاده دلیر که در نهایت حسن اخلاق و لطف در طول این دوره تحصیلی با صبر و حوصله و با گشاده رویی یاریم نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین از مشاور محترم این تحقیق جناب آقای دکتر داود فرسادی زاده به خاطر همفکری های صمیمانه و ارزشمندشان سپاسگزارم.

از استاد محترم جناب آقای دکتر فرزین سلماسی که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل نمودند و جناب آقای دکتر ناظمی مدیر گروه محترم کمال تشکر را دارم.

بر خود لازم می دانم که از جناب آقای مهندس مهدی دریایی که در تمامی مراحل این تحقیق پشتیبان و همراه من بودند، همچنین مهندس بختیاری و دکتر عباسپور کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دوستان عزیزم خانم‌ها ساناز پوراسکندر، فاطمه غلامی، مرجان قربانی، مریم اشرفی،
فاطمه خوئینی، ژاله پاشایی، فرزانه نظامی و آقای محیط به خاطر کمک‌های صمیمانه‌شان
در کلیه مراحل تحقیق کمال سپاسگزاری را دارم.

در خاتمه لازم به ذکر است که پاره‌ای از کاستی‌های این پایان‌نامه صرفاً به دلیل قصور
اینجانب بوده که خوانندگان گرامی به بزرگواری خود خواهند بخشید.

زهره اشجاعیان

خرداد ۱۳۸۹

باتشکر و سپاس فراوان

از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای

دکتر علی حسین زاده دلیر

که همواره از رهنمودهای علمی و اخلاقیشان بهره مند شده‌ام.

تقدیم به

پدر و مادر فداکارم، دو فرشته‌ی مهربان زندگی ام

و

برادرزاده عزیزم پارسا

نام خانوادگی: شجاعیان	نام: زهرا
عنوان پایان نامه: بررسی خصوصیات پرش هیدرولیکی در مقاطع واگرا با شیب معکوس	
استاد راهنما: دکتر علی حسین زاده دلیر	
استاد مشاور: دکتر داود فرسادی زاده	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی آب
گرایش: سازه‌های آبی	تعداد صفحات: ۱۴۲
دانشگاه: تبریز	دانشکده: کشاورزی
فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹/۳/۲۲	
واژه‌های کلیدی: پرش هیدرولیکی، مقطع واگرا، شیب معکوس، کانال مستطیلی	
<p>چکیده:</p> <p>پرش یا جهش هیدرولیکی، از نوع جریان‌های متغیر سریع است و عبارت است از پدیده‌ای که طی آن جریان از حالت فوق بحرانی به حالت زیر بحرانی تبدیل می‌شود.</p> <p>مهم‌ترین کاربردهای پرش هیدرولیکی عبارتند از:</p> <p>کاهش انرژی آب در جریان از روی سدها، سرریزها و دیگر سازه‌های هیدرولیکی و نهایتاً محافظت قسمت‌های پایین دست. ۲- ترمیم و افزایش سطح آب در کانال‌ها به منظور پخش آب و همچنین کاهش فشار بالا برنده (Uplift pressure) در زیر سازه‌ها با افزایش عمق آب در دامنه سازه. ۳- مخلوط نمودن مواد شیمیایی جهت تصفیه آب یا فاضلاب و نیز جهت مصارف کشاورزی.</p> <p>هدف از این تحقیق بررسی خصوصیات هیدرولیکی پرش در مقاطع واگرا با شیب معکوس می‌باشد. در این تحقیق به منظور بررسی پرش هیدرولیکی در مقاطع واگرا با شیب معکوس ۴ زاویه واگرایی ۴/۵۶ درجه، ۸ درجه، ۱۲ درجه و ۱۶ درجه و ۴ شیب معکوس ۱/۱۶٪، ۳/۴٪، ۵٪ و ۶/۷٪ برای هر زاویه واگرایی با شیب معکوس ۵ دبی و ۵ عدد فرود تا حد امکان مورد بررسی قرار گرفت و با برقراری شرایط هیدرولیکی مورد نظر آزمایش‌های این تحقیق انجام گرفت. محدوده اعداد فرود مورد آزمایش در این تحقیق ۲/۶ تا ۳/۷ بود و پس از برداشت داده‌های آزمایشگاهی اقدام به آنالیز این داده‌ها گردید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با افزایش عدد فرود پارامترهای نسبت عمق ثانویه به اولیه، طول نسبی جهش، طول جهش به عمق ثانویه و افت نسبی جهش افزایش می‌یابد. همچنین آنالیز داده‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد با افزایش زاویه واگرایی و شیب معکوس پارامترهای نسبت عمق ثانویه به اولیه، طول نسبی جهش و نسبت طول جهش به عمق ثانویه کاهش و پارامتر افت نسبی جهش با افزایش زاویه واگرایی و شیب معکوس افزایش می‌یابد.</p>	

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- کلیات	۳
۲-۱-۱- ضرورت تحقیق	۳
۲-۲-۱- فرضیه تحقیق	۴
۳-۲-۱- اهداف تحقیق	۴
۴-۲-۱- روش تحقیق	۴
۵-۲-۱- ساختار پایان نامه	۵

فصل دوم: بررسی منابع

۲- مبانی تئوری پرش هیدرولیکی	۸
۱-۲- مقدمه	۸
۲-۲- انرژی و انرژی مخصوص در کانالها	۸
۳-۲- اصل اندازه حرکت در کانالهای باز	۹
۴-۲- پرش هیدرولیکی مستقیم در کانالهای باز	۱۳
۱-۴-۲- بررسی پارامترهای مهم در جهش هیدرولیکی	۱۴
۱-۱-۴-۲- عمق های مزدوج	۱۴
۲-۱-۴-۲- طول پرش هیدرولیکی	۱۸
۳-۱-۴-۲- افت انرژی در پرش هیدرولیکی	۲۰
۴-۱-۴-۲- افت نسبی انرژی	۲۱

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۲۱	۲-۴-۱-۵- راندمان پرش
۲۳	۲-۴-۱-۶- ارتفاع نسبی
۲۳	۲-۵- طبقه بندی انواع پرش
۲۳	۲-۵-۱- پرش موجی
۲۴	۲-۵-۲- پرش ضعیف
۲۴	۲-۵-۳- پرش نوسانی
۲۴	۲-۵-۴- پرش پایدار
۲۵	۲-۵-۵- پرش قوی
۲۶	۲-۶- کنترل پرش هیدرولیکی
۲۶	۲-۶-۱- کنترل پرش هیدرولیکی به وسیله سرریز لبه تیز
۲۷	۲-۶-۲- کنترل پرش هیدرولیکی به وسیله سرریز لبه پهن
۲۹	۲-۶-۳- کنترل پرش هیدرولیکی توسط برآمدگی ناگهانی
۳۰	۲-۶-۴- کنترل پرش هیدرولیکی توسط پایین افتادگی ناگهانی
۳۲	۲-۶-۵- حوضچه های آرامش
۳۲	۲-۷- پرش هیدرولیکی در بستر های زبر
۳۳	۲-۷-۱- حوضچه آرامش با آبپایه
۳۴	۲-۷-۲- حوضچه با بافل بلوک
۳۹	۲-۷-۳- کاویتاسیون در حوضچه آرامش
۴۰	۲-۷-۴- طول بهینه زبری در حوضچه آرامش
۴۳	۲-۸- تئوری پرش هیدرولیکی در مقاطع مستطیلی واگرا
۴۷	۲-۸-۱- تلاف انرژی پرش هیدرولیکی در مقاطع واگرا

۲-۸-۲-اتلاف انرژی در پرش‌های واگرا در شیب‌های معکوس.....	۴۹
۲-۹-مروری بر تحقیقات گذشته.....	۴۹

فصل سوم: مواد و روشها

۳-۱-مقدمه.....	۷۱
۳-۲-تجهیزات آزمایشگاهی.....	۷۱
۳-۲-۱-فلوم.....	۷۱
۳-۳-آنالیز ابعادی و تعیین پارامترهای مؤثر در پرش هیدرولیکی در مقاطع واگرا با شیب معکوس.....	۷۵
۳-۴-مدلهای فیزیکی مورد استفاده.....	۷۸
۳-۵-روش انجام تحقیق.....	۸۲

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱-مقدمه.....	۸۷
۴-۲-اندازه گیری‌ها و نتایج.....	۸۷
۴-۳-مشاهدات آزمایشگاهی.....	۸۹
۴-۴-نتایج تئوری و آزمایشگاهی پروفیل پرش در مقطع مستطیلی واگرا.....	۹۰
۴-۵-بررسی نتایج اعماق مزدوج و افت نسبی انرژی پرش هیدرولیکی در مقاطع واگرا با شیب معکوس.....	۹۳

۴-۶- مقایسه نسبت عمق ثانویه به اولیه در هر زاویه واگرایی باشیب معکوس، با مقطع مستطیلی مستقیم (پرش کلاسیک).....	۹۶
۴-۷- مقایسه تغییرات اعماق مزدوج پرش نسبت به شیب‌های معکوس در هرزاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف.....	۱۰۲
۴-۸- مقایسه طول نسبی پرش در هرزاویه واگرایی با شیب معکوس، با مقطع مستطیلی مستقیم (پرش کلاسیک).....	۱۰۵
۴-۹- مقایسه تغییرات طول نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در هر زاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف.....	۱۱۱
۴-۱۰- مقایسه تغییرات طول پرش به عمق ثانویه در هرزاویه واگرایی با شیب معکوس، با مقطع مستطیلی مستقیم (پرش کلاسیک).....	۱۱۴
۴-۱۱- مقایسه تغییرات نسبت طول پرش به عمق ثانویه نسبت به شیب‌های معکوس در هرزاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف.....	۱۲۰
۴-۱۲- مقایسه افت نسبی انرژی پرش در هرزاویه واگرایی با شیب معکوس، با مقطع مستطیلی مستقیم (پرش کلاسیک).....	۱۲۳
۴-۱۳- مقایسه تغییرات افت نسبی انرژی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در هر زاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف.....	۱۳۰
۴-۱۴- نتیجه‌گیری.....	۱۳۳
۴-۱۵- پیشنهادات.....	۱۳۵

- شکل (۱-۲): انرژی در یک کانال با جریان متغیر ۹
- شکل (۲-۲): جریان در قسمتی از کانال باز ۱۱
- شکل (۳-۲): تصویری از پرش هیدرولیکی ۱۵
- شکل (۴-۲): طبقه‌بندی انواع پرش هیدرولیکی هیدرولیکی ۲۵
- شکل (۵-۲): کنترل پرش هیدرولیکی با استفاده از تیغه لبه تیز ۲۷
- شکل (۶-۲): کنترل پرش هیدرولیکی با استفاده از سرریز لبه پهن ۲۸
- شکل (۷-۲): کنترل پرش هیدرولیکی توسط برآمدگی ناگهانی ۲۹
- شکل (۸-۲): کنترل پرش هیدرولیکی با استفاده از پایین افتادگی ناگهانی ۳۱
- شکل (۹-۲): رابطه بین $\frac{L_J}{h_1}$ و $\frac{L_R}{h_b}$ به ازای مقادیر مختلف Fr_1 ۳۸
- شکل (۱۰-۲): مقایسه طول نسبی پرش $\frac{L_J}{h_2}$ در بسترهای صاف و زیر به ازای اعداد Fr_1 مختلف ۳۹
- شکل (۱۱-۲): پرش بر روی بستر زبر ۴۰
- شکل (۱۲-۲): مقایسه مقادیر $\frac{L_J}{y_1}$ و $\frac{y_2}{y_1}$ برآورد شده با مقادیر اندازه‌گیری شده ۴۳
- شکل (۱۳-۲): نمای کلی پرش هیدرولیکی در کانال مستطیلی واگرا ۴۴
- شکل (۱۴-۲): شمای پرش هیدرولیکی بر روی کف با شیب معکوس ۴۸
- شکل (۱-۳): فلوم آزمایشگاهی ۷۲
- شکل (۲-۳): سطح سنج برای اندازه‌گیری عمق جریان ۷۳
- شکل (۳-۳): دریچه کنترل پایین دست ۷۴
- شکل (۴-۳): سرریز مثلثی ۵۳ درجه ۷۴
- شکل (۵-۳): نمایی از مقطع واگرا ۷۹
- شکل (۶-۳): نمایی از کانال مستطیلی مستقیم با عرض ۱۲ سانتی متر ۸۰

- شکل (۷-۳): شکل شماتیک دریچه کشویی ۸۰
- شکل (۸-۳): جریان عبوری از زیر دریچه پس از قرار دادن نیم دایره‌ای به شعاع ۵ سانتی‌متر ۸۱
- شکل (۹-۳): دریچه کنترل جریان با دبی‌های کم ۸۲
- شکل (۱۰-۳): اشل جهت اندازه‌گیری عمق و طول پرش ۸۳
- شکل (۱۱-۳): پرش هیدرولیکی در زاویه واگرایی ۴,۵۶ درجه با شیب معکوس ۶/۷٪ ۸۴
- شکل (۱۲-۳): پرش هیدرولیکی در زاویه واگرایی ۴,۵۶ درجه با شیب معکوس ۵٪ ۸۴
- شکل (۱۳-۳): پرش هیدرولیکی در زاویه واگرایی ۴,۵۶ درجه با شیب معکوس ۳/۴٪ ۸۵
- شکل (۱۴-۳): پرش هیدرولیکی در زاویه واگرایی ۴/۵۶ درجه با شیب معکوس ۱/۶٪ ۸۵
- شکل (۱-۴): انتهای پرش در مقاطع مستطیلی واگرا با شیب معکوس ۸۹
- شکل (۲-۴): نیمرخ پرش در مقطع مستطیلی واگرا با شیب معکوس ۹۰
- (۳-۴): مقایسه منحنی‌های تئوری و داده‌های آزمایشگاهی پروفیل پرش در مقطع واگرایی ۴/۵۶ درجه ۹۱
- (۴-۴): مقایسه منحنی‌های تئوری و داده‌های آزمایشگاهی پروفیل پرش در مقطع واگرایی ۸ درجه ۹۲
- (۵-۴): مقایسه منحنی‌های تئوری و داده‌های آزمایشگاهی پروفیل پرش در مقطع واگرایی ۱۲ درجه ۹۲
- (۶-۴): مقایسه منحنی‌های تئوری و داده‌های آزمایشگاهی پروفیل پرش در مقطع واگرایی ۱۶ درجه ۹۳
- شکل (۷-۴): مقایسه روابط تئوری و نتایج آزمایشگاهی اعماق مزدوج پرش در مقطع واگرا با شیب-های معکوس ۹۵

- شکل (۴-۸): مقایسه روابط تئوری و نتایج آزمایشگاهی افت نسبی انرژی پرش در مقطع واگرا با شیب‌های معکوس..... ۹۵
- شکل (۴-۹): مقایسه نسبت عمق ثانویه به اولیه در زاویه واگرایی $4/56$ درجه با شیب‌ها معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۹۶
- شکل (۴-۱۰): مقایسه نسبت عمق ثانویه به اولیه در زاویه واگرایی 8 درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۹۷
- شکل (۴-۱۱): مقایسه نسبت عمق ثانویه به اولیه در زاویه واگرایی 12 درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۹۷
- شکل (۴-۱۲): مقایسه نسبت عمق ثانویه به اولیه در زاویه واگرایی 16 درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۹۸
- شکل (۴-۱۳): نمودار تغییرات پارامتر بی‌بعد عمق ثانویه به اولیه نسبت به زاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف..... ۱۰۱
- شکل (۴-۱۴): مقایسه منحنی‌های تغییرات پارامتر بی‌بعد عمق ثانویه به اولیه نسبت به زاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف با تحقیق بختیاری (۱۳۸۷)..... ۱۰۲
- شکل (۴-۱۵): نمودار تغییرات اعماق مزدوج نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی $4/56$ درجه در اعداد فرود مختلف..... ۱۰۳
- شکل (۴-۱۶): نمودار تغییرات اعماق مزدوج نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی 8 درجه در اعداد فرود مختلف..... ۱۰۳
- شکل (۴-۱۷): نمودار تغییرات اعماق مزدوج نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی 12 درجه در اعداد فرود مختلف..... ۱۰۴

- شکل (۴-۱۸): نمودار تغییرات اعماق مزدوج نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی ۱۶ درجه در اعداد فرود مختلف..... ۱۰۴
- شکل (۴-۱۹): مقایسه طول نسبی پرش در زاویه واگرایی ۴/۵۶ درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۰۵
- شکل (۴-۲۰): مقایسه طول نسبی پرش در زاویه واگرایی ۸ درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۰۶
- شکل (۴-۲۱): مقایسه طول نسبی پرش در زاویه واگرایی ۱۲ درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۰۶
- شکل (۴-۲۲): مقایسه طول نسبی پرش در زاویه واگرایی ۱۶ درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۰۷
- شکل (۴-۲۳): نمودار تغییرات طول نسبی پرش نسبت به زاویه واگرایی در اعداد مختلف..... ۱۱۰
- شکل (۴-۲۴): مقایسه منحنی‌های تغییرات طول نسبی پرش نسبت به زاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف با تحقیق بختیاری (۱۳۸۷)..... ۱۱۱
- شکل (۴-۲۵): نمودار تغییرات طول نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی ۴/۵۶ در اعداد فرود مختلف..... ۱۱۲
- شکل (۴-۲۶): نمودار تغییرات طول نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی ۸ در اعداد فرود مختلف..... ۱۱۲
- شکل (۴-۲۷): نمودار تغییرات طول نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی ۱۲ در اعداد فرود مختلف..... ۱۱۳
- شکل (۴-۲۸): نمودار تغییرات طول نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی ۱۶ در اعداد فرود مختلف..... ۱۱۳

- شکل (۴-۲۹): مقایسه تغییرات نسبت طول پرش به عمق ثانویه در زاویه واگرایی $4/56$ درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۱۴
- شکل (۴-۳۰): مقایسه تغییرات نسبت طول پرش به عمق ثانویه در زاویه واگرایی 8 درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۱۵
- شکل (۴-۳۱): مقایسه تغییرات نسبت طول پرش به عمق ثانویه در زاویه واگرایی 12 درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۱۵
- شکل (۴-۳۲): مقایسه تغییرات نسبت طول پرش به عمق ثانویه در زاویه واگرایی 16 درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۱۶
- شکل (۴-۳۳): نمودار تغییرات نسبت طول پرش به عمق ثانویه نسبت به زاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف..... ۱۱۹
- شکل (۴-۳۴): مقایسه منحنی‌های تغییرات طول نسبی پرش نسبت به زاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف با تحقیق بختیاری (۱۳۸۷)..... ۱۲۰
- شکل (۴-۳۵): نمودار تغییرات طول نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی $4/56$ در اعداد فرود مختلف..... ۱۲۱
- شکل (۴-۳۶): نمودار تغییرات طول نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی 8 در اعداد فرود مختلف..... ۱۲۱
- شکل (۴-۳۷): نمودار تغییرات طول نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی 12 در اعداد فرود مختلف..... ۱۲۲
- شکل (۴-۳۸): نمودار تغییرات طول نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی 16 در اعداد فرود مختلف..... ۱۲۲

- شکل (۴-۳۹): مقایسه افت نسبی پرش در زاویه واگرایی $4/56$ درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۲۳
- شکل (۴-۴۰): مقایسه افت نسبی پرش در زاویه واگرایی 8 درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۲۴
- شکل (۴-۴۱): مقایسه افت نسبی پرش در زاویه واگرایی 12 درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۲۴
- شکل (۴-۴۲): مقایسه افت نسبی پرش در زاویه واگرایی 16 درجه با شیب‌های معکوس مختلف با پرش کلاسیک..... ۱۲۵
- شکل (۴-۴۳): نمودار تغییرات افت نسبی پرش نسبت به زاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف..... ۱۲۹
- شکل (۴-۴۴): مقایسه منحنی‌های تغییرات افت نسبی انرژی پرش نسبت به زاویه واگرایی در اعداد فرود مختلف با تحقیق بختیاری (۱۳۸۷)..... ۱۳۰
- شکل (۴-۴۵): نمودار تغییرات افت نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی $4/56$ در اعداد فرود مختلف..... ۱۳۱
- شکل (۴-۴۶): نمودار تغییرات افت نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی 8 در اعداد فرود مختلف..... ۱۳۱
- شکل (۴-۴۷): نمودار تغییرات افت نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی 12 در اعداد فرود مختلف..... ۱۳۲
- شکل (۴-۴۸): نمودار تغییرات افت نسبی پرش نسبت به شیب‌های معکوس در زاویه واگرایی 16 در اعداد فرود مختلف..... ۱۳۲

- جدول (۱-۳): متغیرهای مؤثر در پخش هیدرولیکی در مقاطع واگرا با شیب معکوس ۷۸
- جدول (۱-۴): دامنه قرائت های صورت گرفته برای پارامترهای اندازه گیری شده ۸۸
- جدول (۲-۴): معادلات بدست آمده برای پارامتر نسبت عمق ثانویه به اولیه در زاویه های واگرایی مختلف با شیب های معکوس ۹۹
- جدول (۳-۴): تغییرات نسبت عمق ثانویه به اولیه در اعداد فرود و زاویه های واگرایی مختلف ۱۰۰
- جدول (۴-۴): معادلات بدست آمده برای پارامتر طول نسبی پخش در زاویه های واگرایی مختلف با شیب های معکوس ۱۰۸
- جدول (۵-۴): تغییرات طول نسبی جهش در اعداد فرود و زاویه های واگرایی مختلف ۱۰۹
- جدول (۶-۴): معادلات بدست آمده برای پارامتر نسبت $\frac{L_f}{y_2}$ در زاویه های واگرایی مختلف ۱۱۷
- جدول (۷-۴): تغییرات نسبت عمق جهش به عمق ثانویه در اعداد فرود و زاویه های واگرایی مختلف ۱۱۸
- جدول (۸-۴): معادلات بدست آمده برای پارامتر نسبت $\frac{E_f}{E_1}$ در زاویه های واگرایی مختلف ۱۲۶
- جدول (۹-۴): تغییرات افت نسبی جهش در اعداد فرود و زاویه های واگرایی مختلف ۱۱۰

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

پرش یا جهش هیدرولیکی، از نوع جریان‌های متغیر سریع است و عبارت است از پدیده‌ای که طی آن جریان از حالت فوق بحرانی به حالت زیر بحرانی تبدیل می‌شود. اگر آب در قسمتی از مسیر دارای حالت فوق بحرانی بوده و بنا به مشخصات و موقعیت خاص کانال بخواهد تغییر حالت دهد، عمق جریان در فاصله نسبتاً کوتاهی به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته و در نتیجه، ضمن ایجاد افت انرژی محسوس، از میزان سرعت جریان به اندازه قابل توجهی کاسته می‌گردد. این پدیده که یکی از پدیده‌های مهم جریان آب در کانال‌های باز بوده و از ابتدا تا انتهای آن تلاطم و پیچش سطحی آب وجود دارد، به پرش هیدرولیکی موسوم است. در چنین حالتی و به تناسب شدت پرش، آشفته‌گی‌هایی در سطح آب دیده می‌شود که تدریجاً تا انتهای پرش از شدت آنها کاسته شده و انرژی آب نیز کاهش می‌یابد. علاوه بر آن، به جهت این تلاطم در اثر برخورد آب با هوا، مقداری آب با هوا مخلوط شده و به سمت پایین دست منتقل و در نهایت به شکل حباب‌های هوا رها می‌شود.

پرش هیدرولیکی در کانال‌های باز دارای کاربردها و خواص فراوانی است که می‌تواند به صورت زیر خلاصه گردد (رانجا رانجو، ۲۰۰۴):

- ✓ کاهش انرژی آب در جریان از روی سدها، سرریزها و دیگر سازه‌های هیدرولیکی و نهایتاً محافظت قسمت‌های پایین دست.
- ✓ ترمیم و افزایش سطح آب در کانال‌ها به منظور پخش آب.
- ✓ کاهش فشار بالا برنده (Uplift pressure) در زیر سازه‌ها با افزایش عمق آب در پائین دست سازه.
- ✓ مخلوط نمودن مواد شیمیایی جهت تصفیه آب یا فاضلاب و نیز جهت مصارف کشاورزی.