



دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی علوم آب
گروه سازه‌های آبی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی

عنوان

بررسی تغییر شکل شوت بلوک و عمق آب پایین دست روی پرش هیدرولیکی در
حوضچه آرامش

نگارش

علیرضا کمائی رستمی

استاد راهنما

دکتر منوچهر فتحی مقدم

استاد مشاور

دکتر سید محمود کاشفی پور

شهریور ۱۳۸۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به

پدر مهربانم که سالها در پناه وسعت سایه حضورش بالیده ام و از طراوتش
سبزی گرفته ام و در نگاهش چگونه زیستن را جسته ام،

مادر فدای کارم که ذره ذره، مستقیم را از او به عاریت دارم و وجودش را، همچون
چراغی فراروی خود قرار داده ام،

خواهران و برادرانم که حضورشان بایه افتخار و دلگرمی من است و بر
بودنشان خدا را سپاس می گویم.

تقدیر و تشکر

سپاس خداوند بزرگوار که ما را به نور علم زینت بخشید و در اندوختن آن استوار ساخت. خدایا مریاری کن که در آموختن نلغزم و آنچه را که آموخته‌ام، به شایستگی عرضه نمایم.

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

با سپاس از زحمات فراوان پدر و مادر بزرگوارم؛ همچنین برادر مهربانم مهندس بهمن کمانی رستمی که در راه تحصیل من از هیچ کوششی دریغ ننمودند. از زحمات استاد راهنمای ارجمندم، جناب آقای دکتر منوچهر فتحی مقدم که بارها نمودهای خویش در کلیه مراحل این تحقیق، اینجانب را یاری نمودند کمال تشکر و سپاس را دارم. همچنین از مشاور محترم این تحقیق جناب آقای دکتر سید محمود کاشفی پور به خاطر همکاری‌های صمیمانه و ارزشمندشان سپاسگزارم.

از موسسه تحقیقات آب و وزارت نیرو جهت فراهم نمودن امکانات این تحقیق تقدیر و تشکر می‌گردد. از کارشناسان بخش هیدرولیک این موسسه جناب آقای مهندس فیلسوفیان و مهندس کریمی نژاد به خاطر همکاری‌های ارزشمندشان سپاسگزارم. همچنین از جناب آقای مهندس روشن مدیر بخش هیدرولیک این موسسه که من را در انجام این تحقیق یاری نموده‌اند، کمال تشکر را می‌نمایم.

از دوستان عزیزم جناب آقایان رضا بهروزی راد، محبتی صفرپور، حمید تائبی و خمینی بنزاز به دلیل همکاری‌های صمیمانه‌شان در کلیه مراحل تحقیق کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

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

علیرضا کمانی رستمی

شهریورماه ۱۳۸۸

فہرست

مطالب، اشکال و جداول

فصل اول : مقدمه و هدف

۲.....	مقدمه.....	۱-۱-
۴.....	سابقه علمی.....	۱-۲-
۵.....	هدف از طرح مورد نظر، ضرورت و اهمیت آن.....	۱-۳-
۵.....	روش تحقیق و موضوعات مورد بررسی در این پایان نامه.....	۱-۴-

فصل دوم : پیشینه تحقیق

۸.....	مقدمه.....	۱-۲-
۸.....	بررسی میزان افت انرژی در پای سرریزهای مانع‌دار با آرایش جدید.....	۲-۲-
۹.....	بررسی اثر کاهش دیوارهای کناری یک حوضچه بر عملکرد آن.....	۲-۳-
۱۱.....	کاهش بلندی دیوارهای کناری حوضچه آرامش تیپ II (USBR).....	۲-۳-۱-
۱۲.....	یافته‌های آزمایشگاهی.....	۲-۳-۲-
۱۵.....	طراحی بهینه حوضچه‌های آرامش نوع ۳و۲.....	۲-۴-
۱۶.....	حوضچه آرامش نوع ۲.....	۲-۴-۱-
۱۹.....	روش بیرامی برای برآورد تراز حوضچه آرامش پرش هیدرولیکی.....	۲-۴-۲-
۲۲.....	مروری بر آزمایشات انجام شده بر نیروی دراک وارد بر بلوک‌های میانی حوضچه.....	۲-۵-
۲۴.....	اثر بار بستر بر مشخصات جهش هیدرولیکی در حوضچه آرامش مستطیلی.....	۲-۶-

فصل سوم : مبانی تئوری جهش هیدرولیکی

۲۶.....	مقدمه.....	۱-۳-
۲۶.....	قوانین اساسی حاکم بر جریانهای آزاد.....	۲-۳-
۲۷.....	رابطه پیوستگی.....	۳-۲-۱-
۲۸.....	رابطه انرژی و مفهوم انرژی مخصوص در کانالها.....	۳-۲-۲-
۳۰.....	انرژی مخصوص.....	۳-۲-۳-
۳۲.....	رابطه اندازه حرکت در کانالهای باز و معرفی نیروی مخصوص.....	۳-۲-۴-
۳۳.....	نیروی مخصوص.....	۳-۲-۵-

- ۳۷-۲-۶- مقایسه منحنیهای انرژی مخصوص و نیروی مخصوص در جهش هیدرولیکی.....
- ۳۸-۳- جهش هیدرولیکی به عنوان مستهلک کننده انرژی.....
- ۳۸-۳-۱- عمق ثانویه در جهش هیدرولیکی.....
- ۴۱-۳-۲- افت در جهش هیدرولیکی.....
- ۴۳-۳-۳- راندمان یا بازده جهش.....
- ۴۳-۳-۴- طول جهش هیدرولیکی.....
- ۴۷-۴- کنترل جهش هیدرولیکی.....
- ۴۷-۳-۱- کنترل جهش هیدرولیکی با استفاده از آستانه لبه نازک.....
- ۴۸-۳-۲- تنظیم جهش هیدرولیکی با استفاده از آستانه لبه پهن.....
- ۵۱-۳-۳- کنترل جهش هیدرولیکی به وسیله برآمدگی های موضعی در کانال.....
- ۵۱-۳-۵- انواع پرش آبی.....
- ۵۴-۳-۶- جهش آبی در مجاری شیبدار.....
- ۵۵-۳-۱- طبقه بندی انواع پرش بر روی سطح شیبدار.....
- ۵۸-۳-۲- جهش آبی در کانالهای با شیب مثبت.....
- ۵۸-۳-۲-۱- تعیین عمق ثانویه جریان (y_2).....
- ۶۲-۳-۲-۲- افت انرژی.....
- ۶۴-۳-۲-۳- تعیین طول جهش آبی.....
- ۶۶-۳-۷- حوضچه های آرامش.....
- ۶۷-۳-۱-۷- حوضچه آرامش SAF.....
- ۶۷-۳-۲-۷- حوضچه های آرامش USBR.....
- ۶۷-۳-۱-۲-۷- حوضچه آرامش I USBR.....
- ۶۸-۳-۲-۲-۷- حوضچه آرامش II USBR.....
- ۶۸-۳-۲-۳-۷- حوضچه آرامش III USBR.....
- ۶۹-۳-۲-۴-۷- حوضچه آرامش IV USBR.....
- ۶۹-۳-۸- خصوصیات حوضچه آرامش.....
- ۶۹-۳-۱-۸- تراز پایاب.....

۷۰.....	۳-۸-۲- کنترل کاویتاسیون.....
۷۰.....	۳-۸-۳- کنترل آبشستگی.....
۷۰.....	۳-۸-۴- امواج در پایاب.....
۷۱.....	۳-۸-۵- تجربیات صحرایی.....
۷۱.....	۳-۹- آنالیز ابعادی و تعیین پارامترهای مؤثر در پرش هیدرولیکی.....

فصل چهارم : مواد و روشها

۷۵.....	۴-۱- مقدمه.....
۷۶.....	۴-۲- جمع آوری اطلاعات پایه.....
۸۱.....	۴-۳- مشخصات طرح.....
۸۱.....	۴-۳-۱- مشخصات مخزن و سد.....
۸۱.....	۴-۳-۲- مشخصات سرریز و حوضچه آرامش.....
۸۲.....	۴-۳-۳- اطلاعات هیدرولوژیکی.....
۸۲.....	۴-۴- جزئیات سیستم تخلیه سیلاب سد نمرود.....
۸۲.....	۴-۴-۱- کانال هدایت جریان.....
۸۳.....	۴-۴-۲- آستانه اوجی شکل.....
۸۴.....	۴-۴-۳- کانال تندآب.....
۸۵.....	۴-۴-۴- حوضچه آرامش.....
۸۸.....	۴-۵- محدوده پایین دست.....
۸۹.....	۴-۵- اندازه گیری سرعت.....
۹۰.....	۴-۶- اندازه گیری دبی جریان.....
۹۲.....	۴-۷- تنظیم عمق آب پایین دست.....
۹۳.....	۴-۸- اندازه گیری فشار استاتیکی.....
۹۳.....	۴-۹- اندازه گیری عمق جریان.....
۹۳.....	۴-۱۰- پمپ و ایستگاه پمپاژ.....
۹۶.....	۴-۱۱- برنامه آزمایشها.....

- ۹۶.....۱۱-۴-۱- بلوک‌های استفاده شده در آزمایشات.....
- ۹۷.....۱۱-۴-۲- روش انجام آزمایشات.....

فصل پنجم : تجزیه و تحلیل نتایج و مشاهدات

- ۹۹.....۱-۵- مقدمه.....
- ۹۹.....۲-۵- داده‌ها و نتایج.....
- ۱۱۳.....۳-۵- بررسی تغییرات عمق جریان.....
- ۱۱۶.....۴-۵- بررسی تغییرات فشار پیژومتریک کف حوضچه.....
- ۱۱۷.....۵-۵- بررسی تغییرات فشار پیژومتریک دیواره حوضچه.....
- ۱۳۳.....۶-۵- تاثیر شکل شوت بلوک‌ها بر روند تغییرات طول نسبی جهش.....
- ۱۳۸.....۷-۵- تاثیر شکل شوت بلوک‌ها بر روند تغییرات نسبت عمق ثانویه به اولیه.....
- ۱۴۳.....۸-۵- تاثیر شکل شوت بلوک‌ها بر روند تغییرات افت نسبی انرژی.....
- ۱۴۸.....۹-۵- نتایج و نمودارهای حاصل از آنالیز ابعادی.....
- ۱۴۸.....۱-۹-۵- رگرسیون خطی.....
- ۱۴۹.....۲-۹-۵- مدل رگرسیون برآورد نسبت عمق ثانویه به اولیه برای پرش کلاسیک.....
- ۱۴۹.....۳-۹-۵- مدل رگرسیون برآورد نسبت طول نسبی جهش در پرش کلاسیک.....
- ۱۵۰.....۴-۹-۵- مدل رگرسیون برآورد افت نسبی انرژی در پرش کلاسیک.....
- ۱۵۱.....۵-۹-۵- مدل رگرسیونی برآورد نسبت راندمان استهلاک انرژی در پرش کلاسیک.....
- ۱۵۱.....۶-۹-۵- مدل رگرسیونی برآورد نسبت عمق ثانویه به اولیه و طول نسبی جهش در پرش کلاسیک.....

فصل ششم : نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- ۱۵۳.....۱-۶- مقدمه.....
- ۱۵۳.....۲-۶- طول نسبی جهش.....
- ۱۵۴.....۳-۶- نسبت عمق ثانویه به اولیه.....
- ۱۵۴.....۴-۶- افت نسبی انرژی.....
- ۱۵۵.....۵-۶- تاثیر عمق پایاب بر خصوصیات پرش هیدرولیکی.....
- ۱۵۵.....۶-۶- ارائه پیشنهادات برای ادامه کار.....

فصل اول

شکل ۱-۱ - جهش هیدرولیکی ۲

فصل دوم

شکل ۱-۲ - حوضچه آرامش نوع ۲ ۱۷

شکل ۲-۲ - طول پرش هیدرولیکی برای حوضچه‌های نوع (۱) و (۲) ۱۸

شکل ۳-۲ - مقطع طولی سرریز لبه پهن و حوضچه آرامش پرش هیدرولیکی ۱۹

شکل ۴-۲ - منحنی تغییرات S بر حسب r برای سرریزهای با ضریب دبی‌های مختلف ۲۲

فصل سوم

شکل ۱-۳ - نمای یک جریان آزاد ۲۸

شکل ۲-۳ - منحنی تغییرات انرژی مخصوص در کانال‌های باز ۳۱

شکل ۳-۳ - جریان در قسمتی از کانال باز ۳۳

شکل ۴-۳ - منحنی نیروی مخصوص در برابر عمق جریان در یک مقطع دلخواه ۳۵

شکل ۵-۳ - مقطع با هر شکل دلخواه و نیروی مخصوص متناسب با آن ۳۶

شکل ۶-۳ - منحنی نیروی مخصوص در برابر عمق جریان در یک مقطع دلخواه ۳۷

شکل ۷-۳ - منحنی محاسبه $\frac{y_2}{y_1}$ برای اعداد فرود مختلف ۴۰

شکل ۸-۳ - افت انرژی نسبی در برابر اعداد فرود برای سطح مقاطع مختلف ۴۲

شکل ۹-۳ - نمای توصیفی جهش هیدرولیکی ۴۴

شکل ۱۰-۳ - طول جهش آبی در کانال مستطیلی افقی ۴۵

شکل ۱۱-۳ - کنترل جهش هیدرولیکی با استفاده از تیغه لبه تیز ۴۸

شکل ۱۲-۳ - تنظیم جهش هیدرولیکی با استفاده از سرریز لبه پهن ۵۰

شکل ۱۳-۳ - تنظیم جهش هیدرولیکی با استفاده از برآمدگی موضعی در کانال ۵۱

شکل ۱۴-۳ - انواع پرش آبی در کانال‌های افقی ۵۳

شکل ۱۵-۳ - انواع پرش هیدرولیکی روی سطوح شیب‌دار ۵۶

- شکل ۳-۱۶- تعیین پرش هیدرولیکی در کانال‌های شیب‌دار..... ۵۷
- شکل ۳-۱۷- پرش هیدرولیکی در روی سطوح با شیب مثبت..... ۵۹
- شکل ۳-۱۸- رابطه بین مقادیر $\frac{d_r}{d_1}$ ، $\frac{y_r}{y_1}$ و Fr_1 برای جهش آبی در کانال‌های شیب‌دار (نوع C)..... ۶۰
- شکل ۳-۱۹- مقادیر تجربی N برای شیب‌های مختلف کانال..... ۶۰
- شکل ۳-۲۰- روابط تجربی برای پرش نوع B (Peterka، ۱۹۶۳ و Rajaratnam، ۱۹۶۷)..... ۶۲
- شکل ۳-۲۱- طول پرش آبی در کانال‌های شیب‌دار برای انواع B، C و D..... ۶۵
- شکل ۳-۲۲- حوضچه آرامش USBR II..... ۶۸

فصل چهارم

- شکل ۴-۱- پلان جانمایی بدنه سد نمرود..... ۷۸
- شکل ۴-۲- موقعیت سرریز نسبت به محور سد..... ۷۹
- شکل ۴-۳- مقطع طولی سرریز و حوضچه آرامش..... ۸۰
- شکل ۴-۴- نمایی از کانال هدایت جریان..... ۸۳
- شکل ۴-۵- نمایی از آستانه اوجی شکل..... ۸۴
- شکل ۴-۶- مقطع عرضی آستانه اوجی شکل و کانال تندآب..... ۸۵
- شکل ۴-۷- نمایی از کانال تندآب..... ۸۵
- شکل ۴-۸- پلان و پروفیل طولی تنداب و حوضچه آرامش..... ۸۶
- شکل ۴-۹- نمایی از حوضچه آرامش..... ۸۷
- شکل ۴-۱۰- پلان حوضچه آرامش به همراه شماره ایستگاه..... ۸۷
- شکل ۴-۱۱- پلان مخزن، سرریز و محدوده پایاب سد نمرود..... ۸۸
- شکل ۴-۱۲- نمایی از محدوده پایین دست مدل نمرود پس از بتن شدن..... ۸۸
- شکل ۴-۱۳- نمایی از مدل هیدرولیکی سد نمرود..... ۸۹
- شکل ۴-۱۴- نمایی از مولینه..... ۸۹
- شکل ۴-۱۵- نمایی از لوله پیتو..... ۹۰

- شکل ۴-۱۶- نمودار تغییرات $\frac{C}{C}$ در مقابل $\frac{W}{H_e}$ ۹۱
- شکل ۴-۱۷- تغییرات **C** بر حسب $\frac{W}{H_e}$ برای سرریز لبه آبریز قائم ۹۱
- شکل ۴-۱۸- نمایی از سرریز مستطیلی ۹۲
- شکل ۴-۱۹- نمایی از لیمینومتر ۹۲
- شکل ۴-۲۰- نمایی از دریچه تنظیم عمق آب پایین دست ۹۲
- شکل ۴-۲۱- تابلوی پیزومتری مورد استفاده برای اندازه‌گیری فشار استاتیکی کف و دیواره حوضچه آرامش ۹۳
- شکل ۴-۲۲- نمایی از وسایل اندازه‌گیری عمق جریان ۹۳
- شکل ۴-۲۳- نمایی از موتور پمپ ایستگاه پمپاژ آب ۹۴
- شکل ۴-۲۴- نمایی از لوله مکش ایستگاه پمپاژ ۹۴
- شکل ۴-۲۵- نمایی از شیر ورودی آب به درون مخزن مدل سد نمرود ۹۵
- شکل ۴-۲۶- نمایی از شیر بای‌پس مدل سد نمرود ۹۵
- شکل ۴-۲۷- نمایی از سه بلوک استفاده شده به ترتیب از راست بلوک ۱۲ میلی‌متری استاندارد **USBR** بلوک ۶ میلی‌متری و بلوک ۹ میلی‌متری ۹۶

فصل پنجم

- شکل ۵-۱- جهش هیدرولیکی در دبی $29,15 \text{ L/sec}$ برای بلوک 12 mm در عمق پایاب 23 cm ۱۱۳
- شکل ۵-۲- تغییرات عمق جریان در دبی $29,15 \text{ L/sec}$ در عمق پایاب 23 cm برای شوت بلوکهای گوناگون ۱۱۳
- شکل ۵-۳- جهش هیدرولیکی در دبی $47,7 \text{ L/sec}$ برای بلوک 12 mm در عمق پایاب $24,3 \text{ cm}$ ۱۱۴
- شکل ۵-۴- تغییرات عمق جریان در دبی $47,7 \text{ L/sec}$ در عمق پایاب $23,5 \text{ cm}$ برای شوت بلوکهای گوناگون ۱۱۴
- شکل ۵-۵- جهش هیدرولیکی در دبی $69,175 \text{ L/sec}$ برای بلوک 12 mm در عمق پایاب $25,6 \text{ cm}$ ۱۱۴
- شکل ۵-۶- تغییرات عمق جریان در دبی $69,175 \text{ L/sec}$ در عمق پایاب $25,6 \text{ cm}$ برای شوت بلوکهای گوناگون ۱۱۵
- شکل ۵-۷- جهش هیدرولیکی در دبی $100,55 \text{ L/sec}$ برای بلوک 12 mm در عمق پایاب $30,74 \text{ cm}$ ۱۱۵
- شکل ۵-۸- تغییرات عمق جریان در دبی $100,55 \text{ L/sec}$ در عمق پایاب $30,74 \text{ cm}$ برای شوت بلوکهای گوناگون ۱۱۵
- شکل ۵-۹- تغییرات فشار در دبی $29,15 \text{ L/sec}$ در عمق پایاب 23 cm برای شوت بلوکهای گوناگون ۱۱۶

- شکل ۵-۱۰- تغییرات فشار در دبی $47,7L/sec$ در عمق پایاب $24,3cm$ برای شوت بلوکهای گوناگون..... ۱۱۶
- شکل ۵-۱۱- تغییرات فشار در دبی $69,175L/sec$ در عمق پایاب $25,6cm$ برای شوت بلوکهای گوناگون..... ۱۱۷
- شکل ۵-۱۲- تغییرات فشار در دبی $100,55L/sec$ در عمق پایاب $30,74cm$ برای شوت بلوکهای گوناگون..... ۱۱۷
- شکل ۵-۱۳- تغییرات فشار در دبی $29,15L/sec$ عمق پایاب $23cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره راست ارتفاع $15cm$... ۱۱۸
- شکل ۵-۱۴- تغییرات فشار در دبی $29,15L/sec$ عمق پایاب $23cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره راست ارتفاع $5cm$ ۱۱۸
- شکل ۵-۱۵- تغییرات فشار در دبی $29,15L/sec$ عمق پایاب $23cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره چپ ارتفاع $15cm$ ۱۱۸
- شکل ۵-۱۶- تغییرات فشار در دبی $29,15L/sec$ عمق پایاب $23cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره چپ ارتفاع $5cm$ ۱۱۹
- شکل ۵-۱۷- تغییرات فشار در دبی $47,7L/sec$ عمق پایاب $24,3cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره راست ارتفاع $15cm$ ۱۱۹
- شکل ۵-۱۸- تغییرات فشار در دبی $47,7L/sec$ عمق پایاب $24,3cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره راست ارتفاع $5cm$ ۱۱۹
- شکل ۵-۱۹- تغییرات فشار در دبی $47,7L/sec$ عمق پایاب $24,3cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره چپ ارتفاع $15cm$ ۱۲۰
- شکل ۵-۲۰- تغییرات فشار در دبی $47,7L/sec$ عمق پایاب $24,3cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره چپ ارتفاع $5cm$ ۱۲۰
- شکل ۵-۲۱- تغییرات فشار در دبی $69,175L/sec$ عمق پایاب $25,6cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره راست ارتفاع $15cm$ ۱۲۰
- شکل ۵-۲۲- تغییرات فشار در دبی $69,175L/sec$ عمق پایاب $25,6cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره راست ارتفاع $5cm$ ۱۲۱
- شکل ۵-۲۳- تغییرات فشار در دبی $69,175L/sec$ عمق پایاب $25,6cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره چپ ارتفاع $15cm$ ۱۲۱
- شکل ۵-۲۴- تغییرات فشار در دبی $69,175L/sec$ عمق پایاب $25,6cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره چپ ارتفاع $5cm$ ۱۲۱
- شکل ۵-۲۵- تغییرات فشار در دبی $100,55L/sec$ عمق پایاب $30,74cm$ در ۳ شوت بلوک، دیواره راست ارتفاع $15cm$ ۱۲۲

- شکل ۵-۲۶- تغییرات فشار در دبی $100,55 \text{ L/sec}$ عمق پایاب $30,74 \text{ cm}$ در ۳ شوت بلوک، دیواره راست ارتفاع 122 cm
- شکل ۵-۲۷- تغییرات فشار در دبی $100,55 \text{ L/sec}$ عمق پایاب $30,74 \text{ cm}$ در ۳ شوت بلوک، دیواره چپ ارتفاع 122 cm
- شکل ۵-۲۸- تغییرات فشار در دبی $100,55 \text{ L/sec}$ عمق پایاب $30,74 \text{ cm}$ در ۳ شوت بلوک، دیواره چپ ارتفاع 122 cm
- شکل ۵-۲۹- بررسی تغییرات طول نسبی جهش در برابر Fr_1 برای بلوک ۱۲ میلیمتری..... 134
- شکل ۵-۳۰- بررسی تغییرات طول نسبی جهش در برابر Fr_1 برای بلوک ۹ میلیمتری..... 134
- شکل ۵-۳۱- بررسی تغییرات طول نسبی جهش در برابر Fr_1 برای بلوک ۶ میلیمتری..... 134
- شکل ۵-۳۲- بررسی تغییرات طول نسبی جهش در برابر Fr_1 برای ۲ بلوک ۱۲ و ۹ میلیمتری..... 135
- شکل ۵-۳۳- بررسی تغییرات طول نسبی جهش در برابر Fr_1 برای ۲ بلوک ۱۲ و ۶ میلیمتری..... 135
- شکل ۵-۳۴- بررسی تغییرات طول نسبی جهش در برابر Fr_1 برای ۳ بلوک ۱۲ و ۹ و ۶ میلیمتری..... 137
- شکل ۵-۳۵- بررسی تغییرات نسبت عمق ثانویه به اولیه در برابر Fr_1 برای بلوک ۱۲ میلیمتری..... 138
- شکل ۵-۳۶- بررسی تغییرات نسبت عمق ثانویه به اولیه در برابر Fr_1 برای بلوک ۹ میلیمتری..... 138
- شکل ۵-۳۷- بررسی تغییرات نسبت عمق ثانویه به اولیه در برابر Fr_1 برای بلوک ۶ میلیمتری..... 139
- شکل ۵-۳۸- بررسی تغییرات نسبت عمق ثانویه به اولیه در برابر Fr_1 برای ۲ بلوک ۱۲ و ۹ میلیمتری..... 139
- شکل ۵-۳۹- بررسی تغییرات نسبت عمق ثانویه به اولیه در برابر Fr_1 برای ۲ بلوک ۱۲ و ۶ میلیمتری..... 140
- شکل ۵-۴۰- بررسی تغییرات نسبت عمق ثانویه به اولیه در برابر Fr_1 برای ۳ بلوک ۱۲ و ۹ و ۶ میلیمتری..... 141
- شکل ۵-۴۱- بررسی تغییرات افت نسبی انرژی در برابر Fr_1 برای بلوک ۱۲ میلیمتری..... 143
- شکل ۵-۴۲- بررسی تغییرات افت نسبی انرژی در برابر Fr_1 برای بلوک ۹ میلیمتری..... 143
- شکل ۵-۴۳- بررسی تغییرات افت نسبی انرژی در برابر Fr_1 برای بلوک ۶ میلیمتری..... 144
- شکل ۵-۴۴- بررسی تغییرات افت نسبی انرژی در برابر Fr_1 برای ۲ بلوک ۱۲ و ۹ میلیمتری..... 145
- شکل ۵-۴۵- بررسی تغییرات افت نسبی انرژی در برابر Fr_1 برای ۲ بلوک ۱۲ و ۶ میلیمتری..... 145
- شکل ۵-۴۶- بررسی تغییرات افت نسبی انرژی در برابر Fr_1 برای ۳ بلوک ۱۲ و ۹ و ۶ میلیمتری..... 146

فصل سوم

جدول ۳-۱- تعیین طول جهش آبی برای کانال‌های دوزنقه ای در شیب‌های مختلف..... ۴۶

جدول ۳-۲- متغیرهای مؤثر در پرش هیدرولیکی..... ۷۳

فصل پنجم

جدول ۵-۱- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۱۲ میلیمتری در دبی ۲۹,۱۵۲ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۱

جدول ۵-۲- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۱۲ میلیمتری در دبی ۴۷,۷ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۲

جدول ۵-۳- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۱۲ میلیمتری در دبی ۶۹,۱۷۵ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۳

جدول ۵-۴- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۱۲ میلیمتری در دبی ۱۰۰,۵۵ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۴

جدول ۵-۵- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۹ میلیمتری در دبی ۲۹,۱۵۲ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۵

جدول ۵-۶- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۹ میلیمتری در دبی ۴۷,۷ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۶

جدول ۵-۷- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۹ میلیمتری در دبی ۶۹,۱۷۵ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۷

جدول ۵-۸- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۹ میلیمتری در دبی ۱۰۰,۵۵ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۸

جدول ۵-۹- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۶ میلیمتری در دبی ۲۹,۱۵۲ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۹

جدول ۵-۱۰- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۶ میلیمتری در دبی ۴۷,۷ لیتر بر ثانیه..... ۱۱۰

جدول ۵-۱۱- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۶ میلیمتری در دبی ۶۹,۱۷۵ لیتر بر ثانیه..... ۱۱۱

جدول ۵-۱۲- نتایج حاصل از آزمایشات برای بلوک ۶ میلیمتری در دبی ۱۰۰,۵۵ لیتر بر ثانیه..... ۱۱۲

جدول ۵-۱۳- نتایج حاصل از محاسبه پارامترهای موثر در جهش هیدرولیکی برای بلوک ۱۲ میلیمتری..... ۱۲۵ و ۱۲۶

جدول ۵-۱۴- نتایج حاصل از محاسبه پارامترهای موثر در جهش هیدرولیکی برای بلوک ۹ میلیمتری..... ۱۲۷ و ۱۲۸

جدول ۵-۱۵- نتایج حاصل از محاسبه پارامترهای موثر در جهش هیدرولیکی برای بلوک ۶ میلیمتری..... ۱۲۹ و ۱۳۰

جدول ۵-۱۶- نتایج حاصل از محاسبه پارامترهای موثر برای بهترین وضعیت پرش هیدرولیکی..... ۱۳۱ و ۱۳۲

جدول ۵-۱۷- معادلات بدست آمده برای پارامتر طول نسبی جهش در شوت بلوکهای مختلف..... ۱۳۷

جدول ۵-۱۸- معادلات بدست آمده برای پارامتر نسبت عمق ثانویه به اولیه در شوت بلوکهای مختلف..... ۱۴۰

جدول ۵-۱۹- معادلات بدست آمده برای پارامتر افت نسبی انرژی در شوت بلوکهای مختلف..... ۱۴۷

چکیده پایان نامه

نام خانوادگی: کمائی رستمی	نام: علیرضا
عنوان پایان نامه: بررسی تغییر شکل شوت بلوک و عمق آب پایین دست روی پرش هیدرولیکی در حوضچه آرامش	
استاد راهنما: دکتر منوچهر فتحی مقدم	استاد مشاور: دکتر سید محمود کاشفی پور
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: سازه‌های آبی
محل تحصیل: دانشگاه شهید چمران اهواز	دانشکده: مهندسی علوم آب
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۸/۶/۲۴	تعداد صفحات: ۱۵۵
کلیدواژه‌ها: پرش هیدرولیکی، عمق پایاب، شکل شوت بلوک، حوضچه آرامش	
چکیده:	
<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> <ol style="list-style-type: none"> ۱- 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>هدف از این تحقیق بررسی تغییر شکل شوت بلوک و عمق آب پایین دست روی پرش هیدرولیکی در حوضچه آرامش می‌باشد. در این تحقیق به منظور بررسی پرش هیدرولیکی، ۳ نوع شوت بلوک به عرض $(\frac{b_1}{b_p} = 1)$ ۱۲ و $(\frac{b_1}{b_p} = 0.75)$ ۹ و $(\frac{b_1}{b_p} = 0.5)$ ۶ میلی‌متر، برای هر بلوک ۴ دبی (۲۹۵، ۱۵۲ و ۴۷، ۷ و ۶۹، ۱۷۵ و ۱۰۰، ۵۵ لیتر بر ثانیه) و برای هر دبی ۴ عمق پایاب مورد بررسی قرار گرفت و با برقراری شرایط هیدرولیکی مورد نظر آزمایش‌های این تحقیق انجام گرفت و پس از برداشت داده‌های آزمایشگاهی اقدام به آنالیز این داده‌ها گردید.</p> <p>این تحقیق با استفاده از یک کار آزمایشگاهی بر روی حوضچه آرامش تیپ دو USBR مدل هیدرولیکی سد نمرود در موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با افزایش عدد فرود پارامترهای نسبت عمق ثانویه به اولیه، طول نسبی جهش و افت نسبی جهش افزایش می‌یابد. همچنین آنالیز داده‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد با افزایش نسبت $\frac{b_1}{b_p}$ (نسبت عرض ابتدای شوت بلوک به عرض انتهای آن)، پارامترهای نسبت عمق ثانویه به اولیه، طول نسبی جهش و نسبت طول جهش به عمق ثانویه افزایش و پارامتر افت نسبی جهش با کاهش می‌یابد.</p>	

فصل اول

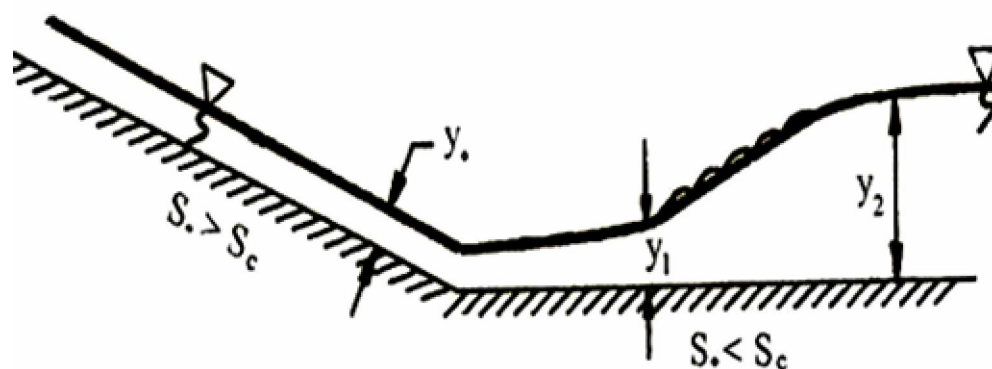
مقدمه و هدف

۱- مقدمه و هدف

۱-۱- مقدمه

جهش هیدرولیکی که یکی از انواع جریانهای متغیر سریع است، زمانی اتفاق می‌افتد که جریان در قسمتی از مسیر خود بنا بر شرایط و موقعیت کانال از حالت فوق بحرانی به زیر بحرانی تبدیل شود. در نتیجه عمق جریان در فاصله نسبتاً کوتاهی افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته و ضمن کاهش انرژی به‌طور محسوس، از میزان سرعت به‌اندازه قابل توجهی کاسته می‌گردد. [۱]

این پدیده که شمای کلی آن در شکل (۱-۱) نشان داده شده است، توسط محققین بطور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است و بدلیل خصوصیات ویژه‌ای که دارد، دارای کاربردهای فراوانی است که برخی از آنها عبارتند از:



شکل (۱-۱) - جهش هیدرولیکی

- کاهش انرژی آب در پایین‌دست سرریزها، دریچه‌ها و سایر تأسیسات هیدرولیکی و محافظت از قسمتهای پایین‌دست در برابر انرژی مخرب آن،
- مقابله با فشار بالا دهنده با افزایش عمق آب در طول سازه،
- بالا آوردن تراز آب در کانال‌های آبیاری به منظور ایجاد امکان آبیاری از کانال،
- اختلاط مواد شیمیایی جهت تصفیه آب یا فاضلاب و نیز جهت مصارف کشاورزی،
- هوادهی جریانها و

- مشخص نمودن شرایط جریان‌های خاص نظیر وجود جریان فوق‌بحرانی یا وجود یک سطح مقطع کنترل جهت ایجاد ایستگاه‌های اندازه‌گیری کم‌خرج.

خاصیت کاهندگی شدید انرژی در این پدیده پژوهشگران را بر آن داشته که از آن به‌عنوان بخشی از سیستم استهلاک انرژی در پای سازه‌های هیدرولیکی نظیر سدها، سرریزهای بندها، تنداب‌ها و آبشارها که در آنها جریان از سرعت زیادی برخوردار است، استفاده کنند.

بدلیل بالا بودن انرژی در ابتدای جهش و خطر فرسایش بستر، به منظور کنترل جهش و محافظت از تأسیسات پایین‌دست، از حوضچه‌های آرامش استفاده می‌شود که در آنها با شکل‌گیری جهش و عبور جریان از رژیم فوق-بحرانی به رژیم زیربحرانی، انرژی مستهلک می‌شود.

هر حوضچه آرامش، بر حسب شدت جهش، احتیاج به ضمایمی دارد تا ضمن شکل‌دادن جهش در یک موقعیت و محل خاص، تا حد امکان از طول آن بکاهد. بلوکهای پای تنداب که در محل تغییر شیب و در ابتدای کف افقی حوضچه ساخته می‌شود و هدف از ساخت آنها کوتاه کردن طول و پایدار نمودن جهش می‌باشد و آستانه که بصورت دندانهای یا پیوسته در انتهای حوضچه ساخته می‌شود نمونه‌هایی از مکمل‌های حوضچه‌آرامش می‌باشند. آستانه باعث کاهش بیشتر طول جهش و کنترل موقعیت آن گردیده و نیز باعث بالآمدن جریان و تثبیت موقعیت جهش در حوضچه می‌شود، به طوری که انتهای حوضچه در معرض عمل آبشستگی قرار نگیرد و پیشانی جهش نیز در ابتدای حوضچه تثبیت شود. بلوک‌های آرام‌کننده که گاه بلوک‌های کف نیز نامیده می‌شوند، در قسمت میانی حوضچه کار گذاشته شده و هدف از ساخت آن افزایش اتلاف انرژی به صورت متمرکز و یکجا می‌باشد. در سرعت‌های کم، دیواره‌های آرام‌کننده بسیار مؤثر هستند اما آنگاه که سرعت جریان زیاد باشد، ممکن است این نوع زائده مناسب نباشد و احتمالاً باعث پدیده کاویتاسیون گردد. در مجموع وجود این ضمامم در حوضچه باعث کوتاه‌تر شدن طول حوضچه می‌گردد.

جهش هیدرولیکی می‌تواند روی کف‌های افقی و یا کف‌های شیب‌دار، با مانع یا بدون مانع بوجود آید و بدیهی است بسته به این که در کدامیک از موقعیت‌های مذکور جهش حاصل گردد، دارای خصوصیات کاملاً متفاوتی خواهد بود. [۱]

جهش هیدرولیکی ابتدا توسط لئوناردو داوینچی مورد توجه قرار گرفت. بیدون در سال ۱۸۱۸ مطالعات خود را معطوف آن کرد این امر به بلانگر کمک نمود تا فرق بین عمل شیب ملایم و شیب تند را تشخیص دهد. پس از بلانژ در سال ۱۸۲۸ رابطه نسبت عمق ثانویه در جهش هیدرولیکی در سطوح افقی برای مقطع مستطیلی را ارائه داد. راجاراتنام (۱۹۶۸) معتقد است که اولین تجارب انجام شده بر روی جهش در سطوح شیبدار توسط بیدون انجام گرفته و بوسیله بازین و بیگل (۱۸۶۵)، بیب (۱۹۱۷)، یارنل (۱۹۳۷) نیز در این زمینه مطالعاتی صورت گرفته است. کیندسواتر (۱۹۴۴) جهش را بر اساس شیب کف حوضچه آرامش طبقه‌بندی کرد. از جمله پژوهشهای قابل ملاحظه‌ای که در زمینه جهش روی پله‌های مثبت و منفی صورت گرفته می‌توان به تحقیقات فورستر و اسکریند و هسوشی (۱۹۵۰) اشاره کرد که بر روی کنترل جهش و تغییر طول آن در اثر وجود پله، نمودارهایی که تابع عدد فرود می‌باشد ارائه کرده‌اند.

همان‌گونه که گفته شد محققین زیادی در مورد شرایط و خصوصیات جهش مطالعه کرده‌اند اما هنوز مسائل ناشناخته‌ای در مورد جهش وجود دارد که محققین را به ادامه مطالعه در این زمینه ترغیب می‌کند. در مورد جهش در حوضچه‌های مستطیلی به‌عنوان یک مستهلک‌کننده انرژی تحقیقات فراوانی صورت گرفته و اطلاعات نسبتاً جامعی در این زمینه وجود دارد. [۳]

۱-۳- هدف از طرح مورد نظر، ضرورت و اهمیت آن

تا کنون مطالعات زیادی در خصوص نحوه تشکیل و خصوصیات جهش هیدرولیکی در حوضچه‌های آرامش صورت گرفته و روشهای متعدد تحلیلی و تجربی برای پیش‌بینی وضعیت و مشخصات جهش در شرایط مختلف جهت ارائه روشهایی برای طراحی حوضچه‌های آرامش صورت گرفته است.

یکی از گزینه‌ها، تغییر شکل بلوک‌های تنداب و بررسی تأثیر عمق آب پایین‌دست بر روی پرش هیدرولیکی می‌باشد. تأثیر عمق آب پایین‌دست به‌گونه‌ای است که می‌تواند باعث ایجاد جریانی آرام در پایین‌دست و کاهش فرسایش در پایین‌دست گردد، همچنین باعث ایجاد پرشی کنترل‌شده در حوضچه و کاهش طول آن می‌گردد. از طرفی به‌دلیل تغییر در شرایط ایجاد جهش و خصوصیات هیدرولیکی در این حالت، جهش دچار تغییرات می‌گردد. بنابراین هدف از طرح حاضر بررسی اثر شکل شوت بلوکها روی هیدرولیک جریان در حوضچه آرامش است. برای