

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی علوم آب

گروه سازه های آبی

پایان نامه کارشناسی ارشد سازه های آبی

عنوان :

بررسی آزمایشگاهی تاثیر زاویه سازه ی *Bendway* بر وضعیت
توپوگرافی بستر در خم ۹۰ درجه

نگارنده :

سمیرا رامش

استاد راهنما :

دکتر محمود شفاعی بجستان

استاد مشاور :

دکتر منوچهر فتحی مقدم

شهریور ۱۳۸۹

تقدیم بہ:

تقدیم بہ اوبہ پاس لطف و عنایت بی پایان و بی دریغش

تقدیم بہ ہستی بخشم، مادرم، چشمہ جوشان محبت

تقدیم بہ تکیہ گاہ ام، پدرم، استوارترین کویہ تاریخ بودم

تقدیم بہ قلب تندہ سی زندگی ام، ہمسرم، آسمان پرستارہ، ہستی ام

و تقدیم بہ برادر عزیزم.

کہ ہموارہ در این راہ مشوق من بودہ و ہستند، کمال شکر و سپاس را داشتہ و برای این عزیزان آرزوی سلامتی و توفیق روز افزون دارم.

مشکر و قدردانی فراوان از:

سپاس از آن خداوندی است که لطف بی‌کرانش گشاینده راه و حل مشکلاتم بوده و هست.

تخت لازم می‌دانم از زحمات بی‌دریغ استاد عزیزم جناب آقای دکتر محمود شاعری بختان که در تمامی مسیر از دانش و مشاوره ایشان

نهایت استفاده را برده و همواره حضور گرمشان در تمام مراحل کار باعث قوت قلمم بوده، پاسکیزاری ویژه نمایم.

از دوستان خوبم مهندس فاطمه جراح زاده و مهندس بدی مشکور نیا که بصورت محبتی ناپذیر بهرامم بودند مشکرمی‌کنم.

در پایان از خداوند برای تمامی این عزیزان موفقیت و بهر روزی مسالت دارم.

نام خانوادگی: رامش	نام: سمیرا
عنوان پایان نامه: بررسی آزمایشگاهی تاثیر زاویه سازه ی <i>Bendway</i> بر وضعیت توپوگرافی بستر در خم ۹۰ درجه	
استاد راهنما: دکتر محمود شفاعی بجستان	استاد مشاور: دکتر منوچهر فتحی مقدم
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	گرایش: سازه های آبی
محل تحصیل: دانشگاه شهید چمران	دانشکده: مهندسی علوم آب
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹/۶/۳۰	تعداد صفحات: ۱۳۳ صفحه
واژه های کلیدی: قوس ۹۰ درجه، سرریزهای <i>Bendway</i> ، زاویه نصب، توپوگرافی بستر.	
<p>چکیده:</p> <p>یکی از مهمترین معضلاتی که مهندسی رودخانه با آن مواجه است، مسئله فرسایش بستر و سواحل رودخانه ها می باشد. این پدیده در رودخانه های آبرفتی، عمیق و کم عرض دائمی به شکل پیچانرودی و در رودخانه عریض و فصلی و کم عمق به صورت شریانی شدن بروز پیدا می کند و در مسیر قوس ها، به علت جریان های ثانویه و حلزونی شدت خواهد یافت. بطوریکه فرسایش پنجه قوس خارجی باعث فرسایش های توده ای ساحلی بیرونی می گردد. به منظور کنترل این پدیده، روش های مختلفی از قبیل صفحات مستغرق، آبی، سرریزهای <i>Bendway</i>، اسکله، دیواره قائم و روش های پوششی نظیرسنگ فرش گابیون و لحاف بتنی بکار می رود.</p> <p>سرریزهای <i>Bendway</i> سازه هایی هستند که به صورت عرضی از ساحل رودخانه به طرف محور آن و با زوایای مختلف نسبت به کناره رودخانه تا فاصله ای به سمت درون بستر جریان، امتداد می یابند. این سازه از مصالح سنگی، کیسه سیمان، بلوک بتنی، کیسه های پر شده با شن و ماسه بستر رودخانه و الوار چوبی ساخته می شود.</p> <p>در طی این تحقیق تعداد ۷ سرریز <i>Bendway</i> در طول قوس با فاصله ثابت ($4L$) ۳۲ سانتیمتر، طول ثابت ($W/5$) ۸ سانتیمتر، ارتفاع ($do/3$) ۵ سانتیمتر در زوایای متغیر (30° و 15° و 0°) نصب گردید و در ۴ حالت دبی جریان (۲۲ و ۱۸ و ۱۴ و ۱۰) آزمایش ها انجام گرفت. (L طول سرریز <i>Bendway</i>، W عرض فلوم، do عمق آب در فلوم)</p> <p>نتایج این تحقیق نشان می دهد که در خم ۹۰ درجه تند، زاویه ۳۰ درجه نصب سرریزهای <i>Bendway</i> کمترین عمق و حجم آبشستگی و زاویه ۱۵ درجه نصب سرریزهای <i>Bendway</i> بیشترین عمق و حجم آبشستگی را ایجاد کرده است.</p>	

فهرست عناوین

صفحه	عنوان
۱.....	چکیده.....
۲.....	فصل اول.....
۳.....	۱-۱- مقدمه.....
۷.....	۲-۱- اهداف و ضرورت انجام تحقیق.....
۸.....	فصل دوم.....
۹.....	۱-۲- مقدمه.....
۹.....	۲-۲- گزیده ای از تحقیقات انجام شده بر روی قوس.....
۱۴.....	۳-۲- گزیده ای از تحقیقات انجام شده بر روی سرریز <i>Bendway</i>
۲۱.....	فصل سوم.....
۲۲.....	۱-۳- مقدمه.....
۲۲.....	۲-۳- بیان تئوری.....
۲۲.....	۱-۲-۳- الگوی جریان در قوس رودخانه.....
۲۵.....	۲-۲-۳- انواع آبشستگی.....
۲۵.....	۱-۲-۲-۳- انواع آبشستگی از نظر علت بوجود آمدن.....
۲۵.....	۱-۱-۲-۲-۳- آبشستگی عمومی.....
۲۶.....	۲-۱-۲-۲-۳- آبشستگی ناشی از تنگ شدگی.....
۲۶.....	۳-۱-۲-۲-۳- آبشستگی موضعی.....
۲۷.....	۲-۲-۲-۳- انواع آبشستگی از نظر وضعیت حمل رسوب.....
۲۷.....	۳-۲-۲-۳- آبشستگی نهایی (<i>Total Scour</i>).....

- ۳-۳-۳- پایداری ساحل رودخانه ۲۸
- ۳-۳-۱- فرآیندهای فرسایش ساحل ۲۸
- ۳-۳-۲- ساماندهی رودخانه ۳۱
- ۳-۳-۱-۲- سازه های تثبیت کناره ها ۳۲
- ۳-۳-۱-۱- تثبیت کناره های رودخانه به روش مستقیم ۳۳
- ۳-۳-۱-۲- تثبیت کناره های رودخانه به روش غیرمستقیم ۳۴
- ۳-۴- تئوری سرریزهای *Bendway* ۳۴
- ۳-۴-۱- تعریف و تئوری *Bendway* ۳۴
- ۳-۴-۲- اهداف سرریز *Bendway* ۳۶
- ۳-۴-۳- مبانی هیدرولیکی سرریزهای *Bendway* ۳۶
- ۳-۴-۱-۳- دبی طراحی ۳۶
- ۳-۴-۲- سرعت جریان ۳۶
- ۳-۴-۳- عمق جریان ۳۷
- ۳-۴-۴- مشخصات و هندسه سرریزهای *Bendway* ۳۷
- ۳-۴-۴-۱- مشخصات مصالح ۳۷
- ۳-۴-۴-۲- فرورفتگی در بستر ۳۸
- ۳-۴-۴-۳- فرورفتگی در ساحل ۳۸
- ۳-۴-۴-۴- زاویه قرارگیری سرریزهای *Bendway* ۳۹
- ۳-۴-۴-۵- ارتفاع سرریزهای *Bendway* ۴۰
- ۳-۴-۴-۶- طول سرریزهای *Bendway* ۴۱
- ۳-۴-۴-۷- عرض (پهنا) سرریزهای *Bendway* ۴۲

- ۴۳..... Bendway تعداد سرریزهای ۸-۴-۴-۳
- ۴۳..... Bendway فاصله قرار گیری سرریزهای ۹-۴-۴-۳
- ۴۴..... Bendway موقعیت قرار گیری سرریزهای ۱۰-۴-۴-۳
- ۴۴..... Bendway ساختمان (ساخت) سرریزهای ۱۱-۴-۴-۳
- ۴۴..... Bendway شیب جانبی سرریزهای ۱۲-۴-۴-۳
- ۴۴..... Bendway شیب طولی سرریزهای ۱۳-۴-۴-۳
- ۴۵..... Bendway جنبه های ژئومورفولوژیک سرریزهای ۵-۴-۳
- ۴۵..... مورفولوژی بستر ۱-۵-۴-۳
- ۴۵..... شیب کانال ۲-۵-۴-۳
- ۴۶..... جایی عرضی (جانبی) جا به جا به جایی عرضی (جانبی) ۳-۵-۴-۳
- ۴۶..... مصالح بستر و ساحل ۴-۵-۴-۳
- ۴۷..... فصل چهارم
- ۴۸..... مقدمه ۱-۴
- ۴۸..... فلسفه مدل سازی مدل های فیزیکی ۲-۴
- ۵۰..... تجهیزات آزمایشگاهی مورد استفاده ۳-۴
- ۵۱..... حوضچه مکش ۱-۳-۴
- ۵۱..... ایستگاه پمپاژ ۲-۳-۴
- ۵۲..... لوله های رابط و شیر آلات ۳-۳-۴
- ۵۲..... مخزن تأمین هد اصلی (تانک) ۴-۳-۴
- ۵۲..... مشخصات قسمت های مختلف فلوم آزمایشگاهی ۵-۳-۴
- ۵۵..... وسایل اندازه گیری ۴-۴

- ۵۵.....۱-۴-۴- دستگاه سنجش توپو گرافی بستر.....
- ۵۷.....۲-۴-۴- سرریز مثلثی.....
- ۵۹.....۳-۴-۴- شیلنگ تراز.....
- ۶۰.....۵-۴- رسوب.....
- ۶۲.....۶-۴- سرریز *Bendway*.....
- ۶۲.....۱-۶-۴- طراحی سرریزهای *Bendway*.....
- ۶۴.....۲-۶-۴- جنس و نحوه نصب سرریزهای *Bendway*.....
- ۶۴.....۳-۶-۴- موقعیت نصب سرریزهای *Bendway*.....
- ۶۵.....۷-۴- زمان تعادل یا اتمام آبشستگی.....
- ۶۷.....۱-۷-۴- محاسبه زمان تعادل آبشستگی.....
- ۶۷.....۸-۴- نحوه انجام آزمایش.....
- ۷۰.....فصل پنجم.....
- ۷۱.....۱-۵- مقدمه.....
- ۷۱.....۲-۵- شرح و نتایج آزمایش ها.....
- ۷۴.....۱-۲-۵- شرح و نتایج آزمایش های دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه.....
- ۷۴.....۱-۲-۵- الف- شرح و نتایج آزمایش ۰-۱۰.....
- ۷۷.....۱-۲-۵- ب- شرح و نتایج آزمایش ۱۵-۱۰.....
- ۸۰.....۱-۲-۵- ج- شرح و نتایج آزمایش ۳۰-۱۰.....
- ۸۳.....۱-۲-۵- د- بررسی نتایج آزمایش ها در دبی ثابت ۱۰ لیتر بر ثانیه با زوایای متفاوت.....
- ۸۶.....۲-۲-۵- شرح و نتایج آزمایش های دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه.....
- ۸۶.....۲-۲-۵- الف- شرح و نتایج آزمایش ۰-۱۴.....

۸۹.....	۵-۲-۲-ب- شرح و نتایج آزمایش ۱۴-۱۵
۹۲.....	۵-۲-۲-ج- شرح و نتایج آزمایش ۱۴-۳۰
۹۵.....	۵-۲-۲-د- بررسی نتایج آزمایش ها در دبی ثابت ۱۴ لیتر بر ثانیه با زوایای متفاوت
۹۸.....	۵-۲-۳- شرح و نتایج آزمایش های دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه
۹۸.....	۵-۲-۳-الف- شرح و نتایج آزمایش ۱۸-۰
۱۰۱.....	۵-۲-۳-ب- شرح و نتایج آزمایش ۱۸-۱۵
۱۰۴.....	۵-۲-۳-ج- شرح و نتایج آزمایش ۱۸-۳۰
۱۰۷.....	۵-۲-۳-د- بررسی نتایج آزمایش ها در دبی ثابت ۱۸ لیتر بر ثانیه با زوایای متفاوت
۱۱۱.....	۵-۲-۴- شرح و نتایج آزمایش های دبی ۲۲ لیتر بر ثانیه
۱۱۱.....	۵-۲-۴-الف- شرح و نتایج آزمایش ۲۲-۰
۱۱۴.....	۵-۲-۴-ب- شرح و نتایج آزمایش ۲۲-۱۵
۱۱۷.....	۵-۲-۴-ج- شرح و نتایج آزمایش ۲۲-۳۰
۱۲۰.....	۵-۲-۴-د- بررسی نتایج آزمایش ها در دبی ثابت ۲۲ لیتر بر ثانیه با زوایای متفاوت:
۱۲۳.....	فصل ششم.....
۱۲۴.....	۶-۱- نتیجه گیری.....
۱۲۸.....	۶-۲- پیشنهادات.....
۱۲۹.....	منابع.....

فهرست جداول

صفحه	جدول
۱۷.....	جدول (۱-۲) زاویه و فاصله سرریز <i>Bendway</i>
۲۴.....	جدول (۱-۳) تقسیم بندی قوس ها بر اساس نسبت شعاع انحناء به عرض مجرا (Rozovskii, 1957).....
۵۴.....	جدول (۱-۴) مشخصات فلوم.....
۶۳.....	جدول (۲-۴) مشخصات سرریز های <i>Bendway</i> مورد استفاده.....
۶۵.....	جدول (۳-۴) شماره و محل قرارگیری سرریزهای <i>Bendway</i> در دیواره خارجی قوس ۹۰ درجه تند.....
۶۶.....	جدول (۴-۴) شماره و محل قرارگیری دماغه سرریزهای <i>Bendway</i>
۷۲.....	جدول (۱-۵) طبقه بندی آزمایش های براساس مشخصات سرریزهای <i>Bendway</i> و جریان.....
۸۴.....	جدول (۲-۵) بیشترین عمق آبستگي بازاء دبي ۱۰ لیتر بر ثانيه.....
۹۶.....	جدول (۳-۵) بیشترین عمق آبستگي بازاء دبي ۱۴ لیتر بر ثانيه.....
۱۰۸.....	جدول (۴-۵) بیشترین عمق آبستگي بازاء دبي ۱۸ لیتر بر ثانيه.....
۱۲۱.....	جدول (۵-۵) بیشترین عمق آبستگي بازاء دبي ۲۲ لیتر بر ثانيه.....

فهرست نمودارها

نمودار	صفحه
نمودار (۱-۴) منحنی دانه‌بندی رسوب مورد استفاده.....	۶۱
نمودار (۲-۴) توسعه حفره آبشستگی در طول زمان.....	۶۷
نمودار (۱-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای <i>Bendway</i> با زاویه نصب ۰ درجه.....	۷۶
نمودار (۲-۵) پروفیل عرضی در محل ۶ سانتی متر بعد از قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای <i>Bendway</i> با زاویه نصب ۰ درجه.....	۷۶
نمودار (۳-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای <i>Bendway</i> با زاویه نصب ۱۵ درجه.....	۷۹
نمودار (۴-۵) پروفیل عرضی در محل ۴ سانتی متر بعد از قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای <i>Bendway</i> با زاویه نصب ۱۵ درجه.....	۷۹
نمودار (۵-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای <i>Bendway</i> با زاویه نصب ۳۰ درجه.....	۸۲
نمودار (۶-۵) پروفیل عرضی در محل ۲۷ سانتی متر قبل از قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای <i>Bendway</i> با زاویه نصب ۳۰ درجه.....	۸۲
نمودار (۷-۵) مقایسه پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر (خط القعر) در دبی جریان ۱۰ لیتر بر ثانیه و ۳ حالت نصب زاویه ۰، ۱۵ و ۳۰ درجه.....	۸۳
نمودار (۸-۵) مقایسه تغییرات ماکزیمم ds در مقابل زاویه های نصب ۰، ۱۵ و ۳۰ درجه سرریزهای <i>Bendway</i> در مسیر قوس بازا دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه.....	۸۴

نمودار (۹-۵) مقایسه تغییرات حجم فرسایش در مسیر قوس بازاء دبی دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه در حالت های نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه های ۰، ۱۵ و ۳۰..... ۸۵

نمودار (۱۰-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۰ درجه..... ۸۸

نمودار (۱۱-۵) پروفیل عرضی در محل ۳ سانتی متر بعد از قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۰ درجه..... ۸۸

نمودار (۱۲-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۱۵ درجه..... ۹۱

نمودار (۱۳-۵) پروفیل عرضی در محل ۴ سانتی متر بعد از قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۱۵ درجه..... ۹۱

نمودار (۱۴-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۳۰ درجه..... ۹۴

نمودار (۱۵-۵) پروفیل عرضی در محل زاویه ۹۰ درجه قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۳۰ درجه..... ۹۴

نمودار (۱۶-۵) مقایسه پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر (خط القعر) در دبی جریان ۱۴ لیتر بر ثانیه و ۳ حالت نصب زاویه ۰، ۱۵ و ۳۰ درجه..... ۹۵

نمودار (۱۷-۵) مقایسه تغییرات ماکزیمم ds در مقابل زاویه های نصب ۰، ۱۵ و ۳۰ درجه سرریزهای *Bendway* در مسیر قوس بازاء دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه..... ۹۶

نمودار (۱۸-۵) مقایسه تغییرات حجم فرسایش در مسیر قوس بازاء دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه در حالت های نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه های ۰، ۱۵ و ۳۰..... ۹۷

نمودار (۱۹-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۰ درجه..... ۱۰۰

نمودار (۲۰-۵) پروفیل عرضی در محل ۳ سانتی متر بعد از قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۰ درجه..... ۱۰۰

نمودار (۲۱-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۱۵ درجه..... ۱۰۳

نمودار (۲۲-۵) پروفیل عرضی در محل زاویه ۹۰ درجه قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۱۵ درجه..... ۱۰۴

نمودار (۲۳-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۳۰ درجه..... ۱۰۶

نمودار (۲۴-۵) پروفیل عرضی در محل زاویه ۹۰ درجه قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۳۰ درجه..... ۱۰۷

نمودار (۲۵-۵) مقایسه پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر (خط القعر) در دبی جریان ۱۸ لیتر بر ثانیه و ۳ حالت نصب زاویه ۰، ۱۵ و ۳۰ درجه..... ۱۰۸

نمودار (۲۶-۵) مقایسه تغییرات ماکزیمم ds در مقابل زاویه های نصب ۰، ۱۵ و ۳۰ درجه سرریزهای *Bendway* در مسیر قوس بازااء دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه..... ۱۰۹

نمودار (۲۷-۵) مقایسه تغییرات حجم فرسایش در مسیر قوس بازااء دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه در حالت های نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه های ۰، ۱۵ و ۳۰..... ۱۱۰

نمودار (۲۸-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۲۲ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۰ درجه..... ۱۱۳

نمودار (۲۹-۵) پروفیل عرضی در محل زاویه ۵۵ درجه قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۲۲ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۰ درجه..... ۱۱۳

نمودار (۳۰-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۲۲ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۱۵ درجه..... ۱۱۶

نمودار (۳۱-۵) پروفیل عرضی در محل زاویه ۵۵ درجه قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۲۲ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۱۵ درجه..... ۱۱۶

نمودار (۳۲-۵) پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر(خط القعر) در دبی ۲۲ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۳۰ درجه..... ۱۱۹

نمودار (۳۳-۵) پروفیل عرضی در محل زاویه ۷۳ درجه قوس ۹۰ درجه تند در دبی ۲۲ لیتر بر ثانیه در حالت نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه نصب ۳۰ درجه..... ۱۱۹

نمودار (۳۴-۵) مقایسه پروفیل طولی حداکثر عمق فرسایش بستر (خط القعر) در دبی جریان ۲۲ لیتر بر ثانیه و ۳ حالت نصب زاویه ۰، ۱۵ و ۳۰ درجه..... ۱۲۰

نمودار (۳۵-۵) مقایسه تغییرات ماکزیمم ds در مقابل زاویه های نصب ۰، ۱۵ و ۳۰ درجه سرریزهای *Bendway* در مسیر قوس بازاء دبی ۲۲ لیتر بر ثانیه..... ۱۲۱

نمودار (۳۶-۵) مقایسه تغییرات حجم فرسایش در مسیر قوس بازاء دبی ۲۲ لیتر بر ثانیه در حالت های نصب سرریزهای *Bendway* با زاویه های ۰، ۱۵ و ۳۰..... ۱۲۲

فهرست اشکال

شکل	صفحه
شکل (۱-۱) نمایی شماتیک از نحوه قرارگیری سرریزهای <i>Bendway</i> در قوس	۶
شکل (۱-۳) الگوی جریان در قوس	۲۳
شکل (۲-۳) انواع شکست ساحل	۲۹
شکل (۳-۳) نمایی از نحوه قرارگیری سرریز <i>Bendway</i> در بستر و ساحل	۳۹
شکل (۴-۳) زاویه قرارگیری سرریز <i>Bendway</i>	۴۰
شکل (۵-۳) نمایی از مقطع سرریز <i>Bendway</i>	۴۲
شکل (۱-۴) نمای داخلی محدوده آزمایشگاه	۴۹
شکل (۲-۴) پلان کلی از آزمایشگاه و تاسیسات مورد استفاده	۵۱
شکل (۳-۴) نمایی از مخزن با هد ثابت	۵۳
شکل (۴-۴) دریچه کشویی در انتهای مسیر مستقیم خروجی فلوم	۵۴
شکل (۵-۴) دستگاه برداشت توپوگرافی بستر و نحوه قرارگیری آن بر روی ریل	۵۶
شکل (۶-۴) دستگاه برداشت توپوگرافی بستر و نحوه کار با آن	۵۶
شکل (۷-۴) مخزن آرام کننده و سرریز مثلثی	۵۸
شکل (۸-۴) نمای مانومتر جهت قرائت ارتفاع جریان روی سرریز لبه تیز مثلثی با زاویه راس ۹۰ درجه	۵۸
شکل (۹-۴) نحوه تسطیح رسوب	۵۹
شکل (۱۰-۴) نمونه رسوب مورد استفاده	۶۰
شکل (۱۱-۴) نمونه ای از قالب ساخته شده بر اساس طراحی اولیه	۶۲
شکل (۱۲-۴) نمونه ای از سرریزهای <i>Bendway</i> ساخته شده بر اساس طراحی اولیه	۶۲

- شکل (۴-۱۳) سرریز *Bendway* مورد استفاده در یکی از آزمایش های این تحقیق.....۶۳
- شکل (۴-۱۴) قرارگیری سرریزهای *Bendway* درون کانال آزمایشگاهی۶۴
- شکل (۵-۱) نمایی از بستر رسوبی به ازاء دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه و زاویه نصب سرریزهای *Bendway* •
درجه پس از زمان ۹۰ دقیقه.....۷۴
- شکل (۵-۲) نمایش توپوگرافی بستر به ازاء دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه و حالت نصب سرریزهای *Bendway*
با زاویه ۰ درجه.....۷۵
- شکل (۵-۳) نمایی از بستر رسوبی به ازاء دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه و زاویه نصب سرریزهای *Bendway*
۱۵ درجه پس از زمان ۹۰ دقیقه.....۷۷
- شکل (۵-۴) نمایش توپوگرافی بستر به ازاء دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه و حالت نصب سرریزهای *Bendway*
با زاویه ۱۵ درجه.....۷۸
- شکل (۵-۵) نمایی از بستر رسوبی به ازاء دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه و زاویه نصب سرریزهای *Bendway*
۳۰ درجه پس از زمان ۹۰ دقیقه.....۸۰
- شکل (۵-۶) نمایش توپوگرافی بستر به ازاء دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه و حالت نصب سرریزهای *Bendway*
با زاویه ۳۰ درجه.....۸۱
- شکل (۵-۷) نمایی از بستر رسوبی به ازاء دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه و زاویه نصب سرریزهای *Bendway* •
درجه پس از زمان ۹۰ دقیقه.....۸۶
- شکل (۵-۸) نمایش توپوگرافی بستر به ازاء دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه و حالت نصب سرریزهای *Bendway*
با زاویه ۰ درجه.....۸۷
- شکل (۵-۹) نمایی از بستر رسوبی به ازاء دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه و زاویه نصب سرریزهای *Bendway*
۱۵ درجه پس از زمان ۹۰ دقیقه.....۸۹