

تقدیم به

پدر و مادر فداکار و مهربانم

و برادر دلسوزم علی

که همواره مشوق و مایه پیشرفت من بوده اند

شکر و قدردانی

اینک که بیاری خداوند متعال این رساله به سرانجام رسیده است، بر خود لازم می دانم از عزیزانی که مراد انجام این مهم یاری رسانند، شکر و قدردانی نمایم.

در ابتدا از پدر، مادر و برادر عزیزم که در تمام مراحل زندگی همواره مشوق و پشتیبان بنده بوده اند، صمیمانه شکر می نمایم.

از زحمات و راهنمایی های ارزشمند و بی دریغ استاد عزیزم، جناب آقای دکتر سید حبیب موسوی جهرمی و بهینطور استاد مشاور مهربان و دلسوزم، جناب آقای دکتر جواد احدیان کمال شکر و سپاس را دارم.

در پایان از تمامی دوستان عزیزم جناب آقای دکتر جواد ظهیری، مهندس اسمعیل ساگر، مهندس محمد مهدی رویوران، مهندس امیر سنجی پور، دکتر مهدی کاچه، مهندس محمد امین روان روی، مهندس سعید موسویان و مهندس سالار مهدوی که مراد انجام این پایان نامه یاری رسانند، شکر و قدردانی می نمایم و برای همه این عزیزان سلامتی، شادی و طول عمری با عزت، از خداوند منان خواستارم.

این مراعی

مهر ۱۳۹۲

چکیده

نام خانوادگی : مراغی	نام: امین	شماره دانشجویی : ۹۰۳۴۷۱۱
عنوان پایان نامه : شبیه سازی الگوی جریان اطراف آبشکن در قوس ۹۰ درجه با استفاده از نرم افزار SMS		
استاد/ اساتیدراهنما: دکتر سید حبیب موسوی جهرمی		
استاد/ اساتید مشاور: دکتر جواد احدیان		
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی کشاورزی	گرایش: سازه های آبی
دانشگاه : شهید چمران اهواز	دانشکده: مهندسی علوم آب	گروه : سازه های آبی
تاریخ فارغ التحصیلی : ۱۳۹۲/۰۷/۰۲		تعداد صفحه: ۱۳۳
کلید واژه ها : الگوی جریان، آبشکن، قوس ۹۰ درجه، مدل عددی، نرم افزار SMS		
چکیده:		
<p>توسعه و پیشرفت کامپیوترها در سه دهه ی اخیر سبب گرایش محققین و دانشمندان به استفاده از این تکنولوژی در حل معادلات مربوط به علوم سیالات شده است. به دلیل هزینه ی زیاد و زمانبر بودن مطالعات تجربی در زمینه ی آب و طراحی سازه های آبی، روش های تجربی به مرور زمان جای خود را به مطالعات عددی خواهند داد. از جمله تحقیقاتی که توجه محققین را به خود جلب کرده، بررسی الگوی جریان اطراف آبشکن ها هستند. آبشکن ها با هدایت جریان به سمت محور رودخانه، باعث تغییر در الگوی جریان و رسوب شده و نقش بسزایی را در حفاظت از کناره ها ایفا می کنند. این موضوع در قوس رودخانه اهمیت بیشتری پیدا می کند؛ چرا که با توجه به اثر جریان های ثانویه در قوس، میزان فرسایش و محدوده آن افزایش می یابد. در این تحقیق با استفاده از مدل FESWMS در محیط نرم افزار SMS که بر پایه ی معادلات پیوستگی و مومنتم دو بعدی استوار است، به بررسی الگوی جریان اطراف سری های آبشکن در قوس ۹۰ درجه پرداخته شده است و نتایج توزیع سرعت متوسط عمقی، سطح آب و تنش برشی مورد بررسی و صحت سنجی قرار گرفته است. شبیه سازی ها مربوط به آزمایشات تجربی در یک فلوم قوسی ۹۰ درجه، با $R/B=4$ و عرض ۷۰ سانتی متر، دبی جریان ۳۰ لیتر بر ثانیه و سطح آب ورودی ۱۴ سانتی متر، انجام شده است. طول سری آبشکن های مورد استفاده، ۱۰/۵، ۱۴ و ۱۷/۵ سانتی متر که به ترتیب ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد عرض کانال را پوشش می دهند، و در سه زاویه ی قرارگیری ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ درجه نسبت به راستای جریان مورد شبیه سازی قرار گرفتند. نتایج بدست آمده حاکی از عملکرد قابل قبول مدل عددی FESWMS در شبیه سازی جریان در قوس ۹۰ درجه با حضور سری های آبشکن بود و گردابه های تشکیل شده در اطراف آبشکن ها به خوبی مدل سازی می کند. البته این مدل عددی در نواحی اطراف آبشکن، خطای محاسباتی بیشتری نسبت به سایر مناطق قوس در نتایج سرعت متوسط از خود نشان داد. نتایج نشان داد، بیشترین بیشینه ی سرعت و تنش در آبشکن های ۲۵ درصد ۹۰ درجه بدست آمده و کمترین بیشینه سرعت و تنش، در آبشکن های ۱۵ درصد ۱۲۰ درجه بدست آمده که این نتایج با واقعیت همخوانی دارد. نتایج حاصل از سطح آب نیز نشان داد، بیشترین میزان افت سطح آب در هر زاویه ی قرارگیری در آبشکن های ۲۵ درصد که تنگ شدگی بیشتری بر مسیر جریان تحمیل کرده اند، بدست آمده است و کمترین میزان افت سطح آب در سری آبشکن های ۱۵ درصد مشاهده گردید.</p>		

فهرست مطالب

صفحه	موضوع
	<u>فصل اول</u>
۱	
۲	۱-۱ تعریف مسئله
۳	۲-۱ اهداف تحقیق
۴	۳-۱ روش تحقیق
۴	۴-۱ ساختار پایان نامه
۶	<u>فصل دوم</u>
۷	مقدمه
۷	۱-۲ مئاندر (پیچانرود)
۸	۲-۲ خم
۹	۱-۲-۲ شکل گیری خمدر مسیر و عوامل مؤثر بر آن
۱۰	۲-۲-۲ خیزاب
۱۱	۳-۲-۲ هیدرولیک جریان در قوس رودخانه
۱۳	۳-۲ آبشکن ها
۱۶	۱-۳-۲ انواع آبشکن ها
۱۷	۲-۳-۲ شکل آبشکن ها
۱۷	۳-۳-۲ تقسیم بندی براساس میزان نفوذپذیری
۱۸	۴-۳-۲ تقسیم بندی براساس ارتفاع آبشکن
۱۸	۵-۳-۲ تقسیم بندی براساس زاویه ی اتصال آبشکن به ساحل
۱۹	۴-۲ عوامل مؤثر در طراحی آبشکن
۲۱	۵-۲ الگوی جریان در اطراف آبشکن ها
۲۲	۶-۲ مروری بر مطالعات گذشته
۲۳	۱-۶-۲ مطالعات آزمایشگاهی
۲۹	۲-۶-۲ مطالعات عددی
۳۷	<u>فصل سوم</u>
۳۸	مقدمه
۳۹	۱-۳ کاربردهای FST2DH

۴۰	۲-۳ معادلات هیدرودینامیکی حاکم بر مدل FESWMS
۴۱	۱-۲-۳ معادلات جریان عمق متوسط دو بعدی
۴۳	۱-۱-۲-۳ ضریب تصحیح مومتم جریان
۴۴	۲-۱-۲-۳ تنش برشی بستر
۴۵	۳-۱-۲-۳ تنش برشی جانبی ایجاد شده بر اثر تلاطم
۴۷	۲-۲-۳ شرایط اولیه و شرایط مرزی
۴۷	۱-۲-۲-۳ شرایط اولیه
۴۸	۲-۲-۲-۳ شرایط مرزی
۵۱	۳-۴ مراحل پیاده‌سازی
۵۲	۱-۳-۳ جمع‌آوری اطلاعات
۵۳	۲-۳-۳ طراحی شبکه
۵۳	۱-۲-۳-۳ چیدمان عمومی مش
۵۷	۳-۳-۳ کالیبراسیون مدل
۶۰	۴-۳-۳ صحت‌سنجی مدل
۶۱	<u>فصل چهارم</u>
۶۲	مقدمه
۶۲	۱-۴ مشخصات میدان محاسباتی
۶۲	۱-۱-۴ فلوم
۶۴	۲-۱-۴ آبشکن‌ها
۶۶	۲-۴ شبیه‌سازی
۶۶	۱-۲-۴ مشخصات هندسی میدان حل
۶۸	۲-۲-۴ مش‌بندی
۷۲	۳-۲-۴ کالیبراسیون مدل
۷۳	۱-۳-۲-۴ شرایط مرزی
۷۳	۲-۳-۲-۴ تعیین خواص سیال
۷۷	۳-۳-۲-۴ انتخاب بهترین ضرایب برای شبیه‌سازی مدل
۷۹	<u>فصل پنجم</u>
۸۰	مقدمه
۸۰	۱-۵ توزیع سرعت متوسط عمقی

۸۱	۱-۱-۵ قوس بدون حضور آبشکن
۸۳	۲-۱-۵ آبشکن‌های ۹۰ درجه (قائم)
۹۲	۳-۱-۵ آبشکن‌های ۶۰ درجه (دافع)
۹۸	۴-۱-۵ آبشکن‌های ۱۲۰ درجه (جاذب)
۱۰۴	۵-۱-۵ نتایج حاصل از صحت‌سنجی توزیع سرعت متوسط عمقی
۱۰۷	۲-۵ سرعت‌های بیشینه در قوس
۱۱۱	۳-۵ نتایج سطح آب
۱۱۵	۴-۵ توزیع تنش برشی
۱۱۶	۱-۴-۵ الگوی توزیع تنش برشی بی‌بعد بدون حضور آبشکن‌ها
۱۱۷	۲-۴-۵ الگوی توزیع تنش برشی با حضور سری آبشکن
۱۱۹	۵-۵ بیشینه‌ی تنش برشی بی‌بعد در قوس
۱۲۴	<u>فصل ششم</u>
۱۲۵	نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۲۹	<u>منابع</u>

فهرست اشکال

موضوع	صفحه
شکل (۱-۲) نمای شماتیک جریان در یک خم و تأثیر جریان حلزونی بر بستر رودخانه در خم (نشریه ۵۹۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۹۱)	۹
شکل (۲-۲) الگوی جریان در قوس رودخانه (یه و کندی، ۱۹۹۳، به نقل از قدسیان (۱۳۸۸)).	۱۳
شکل (۳-۲) نمایش اجزای مختلف آبشکن در پلان (قدسیان، ۱۳۸۸)	۱۵
شکل (۴-۲) انواع آبشکن‌ها بر اساس شکل آن در پلان	۱۷
شکل (۵-۲) تقسیم‌بندی براساس امکان عبور دادن جریان توسط آبشکن. الف) آبشکن نفوذپذیر، ب) آبشکن نفوذ ناپذیر	۱۸
شکل (۶-۲) تقسیم‌بندی آبشکن براساس ارتفاع آن نسبت به عمق جریان. الف) آبشکن غیرمستغرق، ب) آبشکن مستغرق	۱۸
شکل (۷-۲) تقسیم‌بندی آبشکن براساس زاویه‌ی اتصال آن به ساحل. الف) آبشکن دافع، ب) آبشکن قائم، ج) آبشکن جاذب	۱۹
شکل (۸-۲) الگوی جریان در اطراف آبشکن (رحمان و همکاران، ۱۹۹۹)	۲۲
شکل (۹-۲) شش نوع الگوی جریان چرخشی معرفی شده (کوپلند ۱۹۸۳)	۲۴
شکل (۱۰-۲) شماتیک مدل مورد استفاده در آزمایشات گیری (گیری، ۲۰۰۴)	۳۰
شکل (۱۱-۲) نمونه‌ای از الگوی سرعت جریان در مدل شبیه‌سازی شده توسط (ستو و پانک، ۲۰۱۰)	۳۲
شکل (۱۲-۲) نمونه‌ای از بردارهای سرعت و توپوگرافی بستر برای دو حالت جریان‌ات شدید و کم در مدل (علاءالدین و سوجیموتو، ۲۰۱۲)	۳۳
شکل (۱-۳) سرعت برداری عمق متوسط (میانگین سرعت برداری افقی در جهت‌های X و Y)	۴۱
شکل (۲-۳) سیستم مختصات سه بعدی و متغیرها	۴۲
شکل (۳-۳) مرزهای شبکه یا بسته‌اند یا باز. آب می‌تواند تنها موازی با مرزهای بسته جریان داشته باشد، اما می‌تواند از مرزهای باز عبور کند.	۴۹
شکل (۴-۳) مراحل لازم برای پیاده‌سازی مدل	۵۲
شکل (۵-۳) المان با اضلاع مستقیم و منحنی‌وار	۵۵
شکل (۶-۳) نسبت ابعاد المان‌های مربعی و مثلثی	۵۶
شکل (۱-۴) نمایی از فلوم قوسی مورد استفاده در این تحقیق	۶۳
شکل (۲-۴) پلان مدل فیزیکی مورد استفاده و نحوه‌ی قرارگیری آبشکن‌ها	۶۳
شکل (۳-۴) آبشکن‌های مورد استفاده برای انجام آزمایشات	۶۴
شکل (۴-۴) محدوده‌ی قرارگیری آبشکن‌ها براساس استاندارد US Army Corps of Engineer	۶۵

- شکل (۴-۵) مشخصات نقاط هندسی فلوم ۶۸
- شکل (۴-۶) مش بندی تهیه شده به وسیله نرم افزار ۶۹
- شکل (۴-۷) طرح کیفی المان های تولید شده ۷۰
- شکل (۴-۸) زوایای داخلی المان ها در مثلث متساوی الاضلاع ۷۰
- شکل (۴-۹) ناحیه مورد نظر در طرح ARR ۷۱
- شکل (۴-۱۰) کانتورهای کیفی المان ها در طرح ARR ۷۲
- شکل (۴-۱۱) اعمال شرایط مرزی برای مدل ۷۳
- شکل (۴-۱۲) اعمال ضرایب مربوط به خواص سیال ۷۴
- شکل (۴-۱۳) ضرایب مربوط به خواص سیال ۷۵
- شکل (۴-۱۴) کنترل اجرای شبیه سازی ۷۶
- شکل (۴-۱۵) پنجره ی مربوط به تکرار شبیه سازی ها ۷۶
- شکل (۴-۱۶) پارامترهای هیدرولیکی مورد نیاز برای در مدل ۷۷
- شکل (۴-۱۷) نمودار شبیه سازی و خطا ۷۸
- شکل (۵-۱) الگوی توزیع سرعت متوسط عمقی به صورت الف) کانتوری، ب) برداری ۸۱
- شکل (۵-۲) کانتورهای سرعت در قوس بدون حضور آبشکن الف) عددی و ب) آزمایشگاهی ۸۲
- شکل (۵-۳) الگوی توزیع سرعت در حالت سری آبشکن قائم ۱۵٪ الف) عددی، ب) آزمایشگاهی ۸۴
و ج) بردارهای عددی
- شکل (۵-۴) مقایسه سرعت های عددی و آزمایشگاهی برای آبشکن های قائم ۱۵٪ در مقاطع الف) ۰، ب) ۳۰، ج) ۴۵، د) ۶۰، ه) ۷۵، و) ۹۰ درجه از قوس ۸۶
- شکل (۵-۵) الگوی توزیع سرعت در حالت سری آبشکن قائم ۲۰٪ الف) عددی، ب) آزمایشگاهی ۸۷
و ج) بردارهای عددی
- شکل (۵-۶) مقایسه سرعت های عددی و آزمایشگاهی برای آبشکن های قائم ۲۰٪ در مقاطع الف) ۰، ب) ۳۰، ج) ۴۵، د) ۶۰، ه) ۷۵، و) ۹۰ درجه از قوس ۸۹
- شکل (۵-۷) الگوی توزیع سرعت در حالت سری آبشکن عمود ۲۵٪ الف) عددی، ب) آزمایشگاهی و ج) بردارهای عددی ۹۰
- شکل (۵-۸) مقایسه سرعت های عددی و آزمایشگاهی برای آبشکن های قائم ۲۵٪ در مقاطع الف) ۰، ب) ۳۰، ج) ۴۵، د) ۶۰، ه) ۷۵، و) ۹۰ درجه از قوس ۹۱
- شکل (۵-۹) الگوی توزیع سرعت در حالت سری آبشکن دافع ۱۵٪ الف) عددی و ب) آزمایشگاهی ۹۲
- شکل (۵-۱۰) مقایسه سرعت های عددی و آزمایشگاهی برای آبشکن های دافع ۱۵٪ در مقاطع الف) ۰، ب) ۳۰، ج) ۴۵، د) ۶۰، ه) ۷۵، و) ۹۰ درجه از قوس ۹۳
- شکل (۵-۱۱) الگوی توزیع سرعت در حالت سری آبشکن دافع ۲۰٪ الف) عددی و ب) ۹۴

- آزمایشگاهی
- ۹۵ شکل (۵-۱۲) مقایسه سرعت‌های عددی و آزمایشگاهی برای آبشکن‌های دافع ۲۰٪ در مقاطع الف) ۰، ب) ۳۰، ج) ۴۵، د) ۶۰، هـ) ۷۵، و) ۹۰ درجه از قوس
- ۹۶ شکل (۵-۱۳) الگوی توزیع سرعت در حالت سری آبشکن دافع ۲۵٪ الف) عددی و ب) آزمایشگاهی
- ۹۷ شکل (۵-۱۴) مقایسه‌ی سرعت‌های عددی و آزمایشگاهی برای آبشکن‌های دافع ۲۵٪ در مقاطع الف) ۰، ب) ۳۰، ج) ۴۵، د) ۶۰، هـ) ۷۵، و) ۹۰ درجه از قوس
- ۹۸ شکل (۵-۱۵) الگوی توزیع سرعت در حالت سری آبشکن جاذب ۱۵٪ الف) عددی و ب) آزمایشگاهی
- ۱۰۰ شکل (۵-۱۶) مقایسه سرعت‌های عددی و آزمایشگاهی برای آبشکن‌های جاذب ۱۵٪ در مقاطع الف) ۰، ب) ۳۰، ج) ۴۵، د) ۶۰، هـ) ۷۵، و) ۹۰ درجه از قوس
- ۱۰۰ شکل (۵-۱۷) الگوی توزیع سرعت در حالت سری آبشکن جاذب ۲۰٪ الف) عددی و ب) آزمایشگاهی
- ۱۰۲ شکل (۵-۱۸) مقایسه سرعت‌های عددی و آزمایشگاهی برای آبشکن‌های جاذب ۲۰٪ در مقاطع الف) ۰، ب) ۳۰، ج) ۴۵، د) ۶۰، هـ) ۷۵، و) ۹۰ درجه از قوس
- ۱۰۲ شکل (۵-۱۹) الگوی توزیع سرعت در حالت سری آبشکن جاذب ۲۵٪ الف) عددی و ب) آزمایشگاهی
- ۱۰۳ شکل (۵-۲۰) مقایسه‌ی سرعت‌های عددی و آزمایشگاهی برای آبشکن‌های جاذب ۲۵٪ در مقاطع الف) ۰، ب) ۳۰، ج) ۴۵، د) ۶۰، هـ) ۷۵، و) ۹۰ درجه از قوس
- ۱۰۶ شکل (۵-۲۱) مقایسه آماری داده‌های عددی و آزمایشگاهی
- ۱۰۹ شکل (۵-۲۲) مقایسه بیشینه‌ی سرعت در قوس با ثابت در نظر گرفتن زاویه قرارگیری آبشکن در حالات الف) عمود، ب) دافع؛ ج) جاذب
- ۱۱۰ شکل (۵-۲۳) مقایسه بیشینه‌ی سرعت در قوس با طول آبشکن ثابت در حالات الف) ۱۵٪، ب) ۲۰٪، ج) ۲۵٪
- ۱۱۲ شکل (۵-۲۴) بازه‌های هم‌تراز سطح آب در قوس بدون حضور آبشکن
- ۱۱۳ شکل (۵-۲۵) بازه‌های هم‌تراز سطح آب در قوس با حضور آبشکن‌های عمود ۲۵٪
- ۱۱۴ شکل (۵-۲۶) پروفیل‌های طولی سطح آب در قوس برای آبشکن‌های الف) قائم، ب) دافع، ج) جاذب
- ۱۱۵ شکل (۵-۲۷) الگوی توزیع تنش برشی بی بعد در قوس بدون آبشکن
- ۱۱۷ شکل (۵-۲۸) الگوی توزیع تنش برشی بی بعد برای سری آبشکن ۱۵٪ الف) دافع، ب) قائم، ج) جاذب
- ۱۱۸ شکل (۵-۲۹) الگوی توزیع تنش برشی بی بعد برای سری آبشکن ۲۰٪ الف) دافع، ب) قائم، ج)

جاذب

۱۱۹ شکل (۳۰-۵) الگوی توزیع تنش برشی بی بعد برای سری آبشکن ۲۵٪ الف) دافع، ب) قائم، ج)

جاذب

۱۲۱ شکل (۳۱-۵) مقایسه‌ی بیشینه‌ی تنش برشی در قوس برای سری آبشکن‌های الف) قائم، ب) دافع،

ج) جاذب

فهرست جداول

صفحه	موضوع
۳۸	جدول ۳-۱ قابلیت مدل‌های هیدرولیکی موجود در نرم‌افزار SMS
۶۶	جدول ۴-۱ مشخصات آزمایش‌های انجام شده
۱۰۶	جدول ۵-۱ مقایسه آماری میان داده‌های مشاهداتی و محاسباتی در نواحی اطراف آبشکن
۱۰۷	جدول ۵-۲ مقایسه آماری میان داده‌های مشاهداتی و محاسباتی در کل نقاط برداشت شده در فلوم قوسی
۱۱۱	جدول ۵-۳ مقادیر بیشینه‌ی سرعت عددی و آزمایشگاهی در قوس ۹۰ درجه
۱۱۵	جدول ۵-۴ سطح آب خروجی
۱۲۲	جدول ۵-۵ مقادیر بیشینه تنش برشی برای بدست آمده در مدل عددی و آزمایشگاهی
۱۲۳	جدول ۵-۶ مقایسه آماری نتایج عددی تنش برشی بی بعد با نتایج آزمایشگاهی

فصل اول

مقدمه

۱-۱ تعریف مسئله

توسعه و پیشرفت کامپیوترها در سه دهه‌ی اخیر، باعث تشویق و ترغیب محققین برای استفاده از این وسیله در حل مسائل مربوط به علوم سیالات شده است؛ به طوری که در حال حاضر روش‌های عددی در اکثر مواردی که قابل مقایسه با روش‌های تحلیلی باشند، همانند روش‌های تحلیلی و تقریباً با همان دقت، در حل و طراحی بسیاری از کارهای مهندسی و غیره بکار گرفته می‌شوند. از جمله اقدامات مهندسی که امروزه کامپیوتر نقش وسیعی در آن پیدا کرده است، بخش آب و مسائل مربوط به آن می‌باشد. یکی از مسائل مهمی که اغلب مهندسين با آن روبرو هستند، جریان‌های جدا شده‌ای است، که در اثر وجود موانع جلوی مسیر جریان پیش می‌آید. از جمله‌ی این موانع آبشکن‌ها^۱ یا اپی‌ها^۲ می‌باشند. آبشکن‌ها، سازه‌های هیدرولیکی هستند، که از جنس‌های مختلفی، از قبیل سنگی، فلزی، بتنی و خاکی ساخته می‌شوند. راحتی اجرا و توجیه اقتصادی، از مزیت‌های این سازه است، که آن را به عنوان یک انتخاب مناسب، جهت اهداف حفاظتی رودخانه‌ها مطرح می‌سازد. این سازه‌های حفاظتی در کانال اصلی عمود بر جهت جریان و یا با زاویه‌ی مناسب نسبت به آن ساخته می‌شوند، تا بتوانند جهت جریان را تغییر داده و یا سرعت جریان را در نزدیکی ساحل کاهش دهند. بر این اساس، آبشکن‌ها با انحراف بردارهای بیشینه‌ی سرعت از نزدیکی ساحل، باعث محافظت سواحل رودخانه می‌گردند. انسداد قسمتی از آبراهه توسط آبشکن، باعث انتقال بردارهای بیشینه‌ی سرعت، به مرکز رودخانه شده و در نتیجه، گود شدن آن قسمت از رودخانه را به دنبال دارد. بدین ترتیب با انتخاب یک آبشکن مناسب با طول مشخص، می‌توان سطح بستر را تنظیم نمود. فضای بین دو آبشکن متوالی، به عنوان محدوده‌ی آبشکن شناخته می‌-

1 Spur Dikes

2 Epies

شود. جریان در این محدوده، تشکیل یک گردابه را می‌دهد، که این گردابه از آنجا که حالت افقی دارد، رسوب‌گذار بوده و این مسئله، باعث رسوب‌گذاری در محدوده‌ی بین آبشکن‌ها می‌گردد. یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از آبشکن‌ها، اقتصادی بودن این روش نسبت به روش‌های دیگر است. توجه به الگوی جریان اطراف آبشکن‌ها که منجر به پیش‌بینی الگوی فرسایش و رسوب‌گذاری در اطراف آن‌ها می‌شود، گام مهمی در مسیر طراحی مناسب آبشکن‌ها در جهت حداکثر بازدهی و حفاظت سازه‌ی آبشکن است؛ همچنان که عدم توجه به این نکات در طراحی آبشکن‌ها، موجب گردیده که تعداد زیادی از این سازه‌ها به مرور زمان تخریب شده و کارایی خود را از دست بدهند، که از آن جمله، می‌توان به آبشکن‌های احداث شده در رودخانه‌ی زنجانرود اشاره کرد. (شاکر، ۱۳۹۲)

۱-۲ اهداف تحقیق

مطالعه‌ی الگوی جریان از این نظر اهمیت می‌یابد، که آشنایی با الگوی جریان می‌تواند منجر به شناخت و پیش‌بینی الگوی فرسایش و رسوب‌گذاری گردد. برای به دست آوردن الگوی جریان اطراف آبشکن‌ها، از روش‌های تئوری و آزمایشگاهی استفاده می‌شود. باید توجه داشت، با وجود آنکه روش‌های آزمایشگاهی از دقت خوبی برخوردارند، اما از نظر اقتصادی در بعضی موارد، هزینه‌های زیادی را به خود اختصاص می‌دهند. بدین لحاظ، در حال حاضر سعی بر آن است که اقدامات تحقیقاتی و طراحی‌های مهندسی بر اساس روش‌های تئوری و به وسیله‌ی کامپیوتر انجام شود. بررسی‌ها نشان داده است، که نتایج به دست آمده در این روش‌ها، با واقعیت اختلاف چندانی ندارند. در این تحقیق، به بررسی الگوی جریان، اطراف سری‌های آبشکن در قوس ۹۰ درجه با استفاده از مدل عددی دو بعدی المان محدود، در محیط نرم افزار SMS، که بر پایه‌ی معادلات

پیوستگی و ناویراستوکس استوار می‌باشند، پرداخته شده است. در نهایت، با استفاده از نتایج حاصل از مدل‌سازی جریان، پارامترهای هندسی مؤثر بر الگوی جریان در قوس ۹۰ درجه نظیر طول و زاویه‌ی قرارگیری آبشکن‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و این نتایج، با داده‌های آزمایشگاهی مشاهده شده، مقایسه گردید.

۳-۱ روش تحقیق

مطالعه‌ی حاضر بر تحلیل روش عددی المان محدود استوار است. به منظور نیل به اهداف ذکر شده، ابتدا هندسه‌ی مدل آزمایشگاهی ترسیم گردید؛ سپس با اعمال شرایط هیدرولیکی و پارامتر-های معادلات مربوط به شبیه‌سازی، مدل‌سازی جریان صورت پذیرفت. پس از آن، نتایج بدست آمده توسط مدل با نتایج آزمایشگاهی مورد مقایسه قرار گرفت و عملکرد مدل در این شبیه‌سازی بررسی گردید.

۴-۱ ساختار پایان‌نامه

در این بخش مطالب ارائه شده در پایان‌نامه به صورت مختصر شرح داده شده است:

فصل اول: مقدمه

در این فصل، مقدمه، اهداف تحقیق، روش تحقیق و ساختار پایان‌نامه بیان شده است.

فصل دوم: تئوری و پیشینه‌ی تحقیق

در این فصل، شرح مختصری درباره‌ی آبشکن‌ها ارائه شده و سپس به مروری بر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه پرداخته شده است.

فصل سوم: معرفی مدل عددی

در این فصل پس از معرفی مختصری از مدل‌های موجود در نرم‌افزار SMS و قابلیت‌های آن‌ها، معادلات حاکم بر مدل FESWMS³ و روش حل معادلات به طور مفصل شرح داده شده است.

فصل چهارم: مواد و روش‌ها

معرفی مدل آزمایشگاهی و نحوه‌ی مدل‌سازی جریان در قوس ۹۰ درجه با حضور سری‌های آبشکن، شرح پارامترهای مورد نیاز در شبیه‌سازی و کالیبراسیون مدل، در این فصل شرح داده شده است.

فصل پنجم: نتایج و بحث

در این فصل به تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از شبیه‌سازی، نظیر سرعت متوسط عمقی، سطح آب و تنش برشی اختصاص داده شده است.

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در فصل آخر به جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و ارائه‌ی پیشنهادات پرداخته شده است.

³ Finite Element Surface Water Modeling System

فصل دوم

تئوری و پیشینه

تحقیق

مقدمه

در این فصل، هدف بررسی جریان در قوس‌ها و اطراف آبشکن‌ها و همچنین بررسی بخشی از پژوهش‌هایی است، که تاکنون در این زمینه صورت گرفته است. بدین منظور، در بخش ابتدایی این فصل، به بررسی هیدرولیک جریان در قوس پرداخته خواهد شد. پس از آن، در مورد ساختار آبشکن‌ها به عنوان سازه‌های حفاظتی در قوس‌ها، توضیحاتی ارائه می‌گردد؛ ضمن اینکه الگوی جریان اطراف آبشکن‌ها نیز، قسمت دیگری از این بخش را تشکیل می‌دهد. بخش دوم این فصل به مطالعات صورت گرفته در زمینه الگوی جریان در قوس و اطراف آبشکن‌ها و همچنین مطالعات صورت گرفته با استفاده از مدل عددی حاضر اختصاص دارد.

۲-۱ مئاندر^۱ (پیچانرود)

رودخانه‌ها در تمام مسیر خود از بستری منظم و مسیری مستقیم برخوردار نیستند و بسته به شکل ناهمواری و تشکیلات بستر، شرایط اقلیمی حاکم بر محیط و تفاوت‌های دبی جریان، پیچ و خم‌هایی در طول مسیر رودخانه پدید می‌آید، که اصطلاحاً به آن مئاندر یا پیچانرود اطلاق می‌شود. از لحاظ لغوی این نام، از اسم رودخانه مایاندراس^۲ در جنوب غربی ترکیه اقتباس گردیده و در متون تخصصی فارسی واژه‌های پیچانرود و رودپیچ بعنوان معادل مئاندر برگزیده شده‌اند.

این نوع رودخانه‌ها، دارای شیب کم بوده و همچنین در سیلابدشت گسترش می‌یابند. بر اساس معیار لئوپلد و ولمن، رودخانه‌های با ضریب خمیدگی بزرگ‌تر از ۱/۵ پیچانرود به حساب می‌-

¹ Meander

² Maiandras

آیند. یافته‌ی این محققین نشان می‌دهد، که در اغلب رودخانه‌های پیچانرودی، نسبت شعاع انحنا به عرض رودخانه (ضریب خمیدگی) در محدوده‌ی ۲ تا ۳ قرار دارد.

پیچانرودها حوضه‌های نسبتاً هموار را زهکشی می‌کنند و به همین دلیل شیب طولی آن‌ها ناچیز است. همین مسئله سبب می‌شود، که این رودخانه‌ها در مقاطع نسبتاً عریض جریان پیدا کنند و شکل مارپیچ به خود بگیرند.

۲-۲ خم^۱

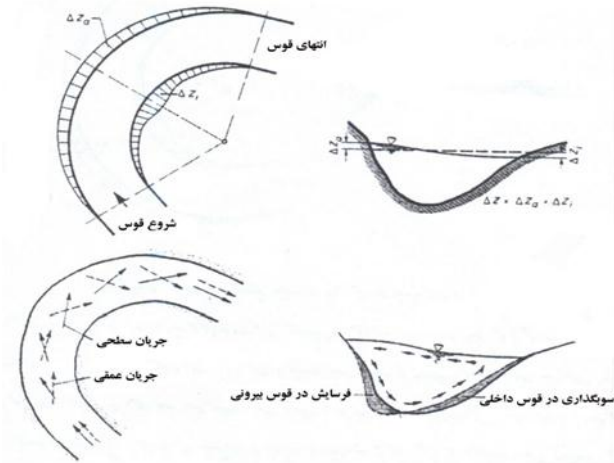
به انحناء یا تغییر مسیر رودخانه، خم می‌گویند. ورود جریان به انحنای رودخانه و اعمال نیروی جانب‌مرکز^۲ به جریان، موجب تغییر رقوم سطح آب می‌گردد؛ بطوریکه سطح آب در قوس خارجی بالاتر از قوس داخلی قرار می‌گیرد. مطابق شکل (۱-۲)، حداکثر اختلاف رقوم در نزدیکی‌های رأس قوس بوقوع می‌پیوندد، که میزان آن برابر با اختلاف ارتفاع سطح آب در قوس خارجی و قوس داخلی می‌باشد. این اضافه ارتفاع، با تلفات انرژی در طول بستر رودخانه ترکیب شده و یک سرعت عرضی و در نهایت جریان چرخشی^۳ (جریان حلزونی) را ایجاد می‌نماید، که از ناحیه‌ی بالایی قوس خارجی شروع و به سمت قوس داخلی حرکت می‌کند و موجب فرسایش در قوس بیرونی و حمل رسوبات بستر به سمت قوس داخلی و رسوب‌گذاری در این ناحیه می‌گردد.

(نشریه ۵۹۲ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۹۱)

¹ Bend

² Centrifugal

³ Spiral Flow



شکل (۱-۲) نمای شماتیک جریان در یک خم و تأثیر جریان حلزونی بر بستر رودخانه در خم (نشریه ۵۹۲

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۹۱)

۲-۲-۱ شکل‌گیری خم در مسیر و عوامل مؤثر بر آن

در قوس خارجی رودخانه به دلیل تأثیر نیروی گریز از مرکز، سطح آب بالا رفته و فشار هیدرواستاتیکی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر در قوس مقابل (داخلی) سطح آب افت می‌کند و در این صورت یک جریان مارپیچی در مقطع عرضی و در محل قوس ایجاد می‌شود، که باعث گود شدن مقطع در قوس خارجی می‌شود. حال اگر کناره‌ی رودخانه صلب باشد، فرسایش محدود به بستر خواهد شد؛ ولی اگر کناره‌ی رودخانه قابل فرسایش باشد، دیواره‌ی خارجی تحت فرسایش قرار می‌گیرد و ریزش می‌کند، تا گودال ایجاد شده را پر کند. ادامه‌ی این روند، موجب فرسایش قابل توجه در جهت قوس خارجی خواهد شد. در صورتی که بستر رودخانه صلب باشد، ولی کناره‌ها فرسایش‌پذیر باشد، فرسایش کناره‌ها متوجه قوس خارجی شده و جابجائی جانبی را به دنبال خواهد داشت. ماهیت سه بعدی جریان در رودخانه‌ها منجر به ایجاد اشکال مختلف بستر نظیر گوداب و خیزاب و تغییراتی در شکل پلان می‌شود. وجود جریان ثانویه، الگوی توزیع سرعت و تنش برشی را دگرگون می‌سازد.