بسم الله الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

خانم نوشین دانش پژوه پایان نامه ٦ واحدی خود را **با عنوان مدلسازی ریاضی موانع گیاهی صلب نیمه مستغرق به صورت موضعی در سیلابدشت کانال مرکب** در تاریخ ۱۳۹۱/٦/۲۹ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مهندسی آب پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر علی اکبر صالحی نیشابوری	استاد	
استاد مشاور	دکتر اکبر صفرزاده	استادیار	
استاد ناظر	دکتر مسعود قدسیان	استاد	
استاد ناظر	دکتر حمید شاملو	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر مسعود قدسیان	استاد	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یک تبصره در تاریخ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب نوشین دانش پژوه دانشجوی رشته مهندسی عمران-مهندسی آب ورودی سال تحصیلی ۱۳۹۰ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست متعهد می شوم کِلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:

تاریخ: ۹۱/۷/۲۲

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (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 می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» 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 مهندسی عمران-مهندسی آب است که در سال ۱۳۹۱ در دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر سید علی اکبر صالحی نیشابوری و مشاوره جناب آقای دکتر اکبر صفرزاده گندشمین از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

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

ماده ۶: اینجانب نوشین دانش پژوه دانشجوی رشته مهندسی عمران-مهندسی آب مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: نوشین دانش پژوه

تاریخ و امضا: ۹۱/۷/۲۲

دانشگاه تربیت مدرّس

دانشکده مهندسي عمران و محیط زیست

پایان‌نامه دوره‌ي کارشناسي ارشد مهندسي عمران– گرایش مهندسي آب

مدلسازی ریاضی موانع گیاهی صلب نیمه مستغرق به صورت موضعی در سیلابدشت کانال مرکب

نوشین دانش پژوه

استاد راهنما:

دکتر سید علی اکبر صالحی نیشابوری

استاد مشاور:

دکتر اکبر صفرزاده گندشمین

شهریور ۱۳۹۱

تشکر و قدردانی

برخود لازم می‌دانم از زحمات و راهنمائی های ارزنده جناب آقای دکتر سیدعلی‌اکبر صالحی نیشابوری که استاد راهنمای اینجانب در انجام این پایان نامه بوده‌اند تقدیر و تشکر نمایم. از زحمات دکتر صفرزاده نیز سپاسگزارم زیرا که بدون کمک و راهنمایی‌های این بزرگواران این پروژه به پایان نمی رسید. جا دارد از اساتید محترم جناب آقای دکتر مسعود قدسیان و جناب آقای دکتر حمید شاملو که زحمت داوری این پایان‌نامه را به عهده داشتند سپاسگزاری نمایم. همچنین از زحمات اساتید محترم که در طول دوران تحصیل مرا یاری کرده اند، تشکر و قدردانی می نمایم.

.

چکیده

در این تحقیق با استفاده از مدل عددی سه بعدی FLUENT ابتدا الگوی جریان آشفته در اطراف پایه پل مدلسازی و الگوی جریان متوسط بررسی شده است. سپس با مدلسازی جریان اطراف چهار استوانه با آرایش مربعی، الگوی سه بعدی جریان لحظه‌ای و اندرکنش استوانه‌های ردیفی مورد بررسی قرار گرفته است. پس از شناخت الگوی جریان اطراف گروه استوانه، جریان در کانال مرکب مدلسازی شده است. در این مدلسازی از مرز تناوبی در ورودی و خروجی استفاده شده تا به این طریق آشفتگی جریان ورودی طبیعی ایجاد شده در کانال باشد. با شناخت الگوی جریان در کانال مرکب و گروه استوانه، الگوی سه بعدی جریان لحظه‌ای در کانال مرکب با موانع گیاهی موضعی در امتداد سیلابدشت مدلسازی عددی شده و الگوهای مختلف جریان مورد بررسی قرار گرفته است. در مدلسازی کانال مرکب با موانع گیاهی نیز از شرط مرزی تناوبی در ورودی و خروجی استفاده شده است. برای حل میدان جریان آشفته از مدل شبیه‌سازی گردابه‌های بزرگ استفاده شده است.

نتایج نشان می دهد که مدل LES الگوی جریان متوسط عبوری از پایه را به خوبی پیش‌بینی کرده و مدل زیرشبکه دینامیکی اسماگورینسکی-لیلی نسبت به مدل اسماگورینسکی-لیلی بهتر عمل کرده است. مدلسازی عددی جریان اطراف چهار استوانه با آرایش مربعی بیانگر این است که مدل LES بادقت مناسبی، قادر به پیش‌بینی جریان لحظه‌ای و جاری شدن هم‌فاز و غیر هم‌فاز گردابه‌ها می باشد.

مدلسازی عددی جریان در کانال مرکب نیز نشان دهنده عملکرد مناسب مدل LES و تکنیک شرط مرزی تناوبی به کار رفته در ورودی، برای پیش‌بینی جریان متوسط است. مدل وجود دو گردابه در محل اتصال کانال اصلی و سیلابدشت، که منجر به تحدب خطوط جریان متوسط این ناحیه می‌شود، را به خوبی پیش بینی کرده است.

الگوی جریان سه بعدی در حالت آشفته برای کانال مرکب با یک ردیف مانع گیاهی در امتداد سیلابدشت با استفاده از مدل LES مدلسازی عددی شده و تکنیک شرط مرزی تناوبی برای ایجاد آشفتگی در جریان ورودی بکار رفته است. مدل آشفتگی و تکنیک مزبور ضمن پیش‌بینی مناسب توزیع سرعت، جابجایی محل حداکثر سرعت ماکزیمم کانال اصلی و سیلابدشت را نیز به خوبی پیش‌بینی کرده است. نتایج حاصله نشان داد، در جریان عبوری از کانال مرکب با یک ردیف مانع گیاهی در امتداد سیلابدشت پنج مکانیزم قابل مشاهده است. برخی از این مکانیزم‌ها در کانال مرکب بدون پوشش گیاهی نیز وجود دارند اما سایر این مکانیزم‌ها ناشی از اثر مستقیم نیروی پسا بر جریان است. توزیع انتقال مومنتم جانبی در میانه فاصله دو مانع نشاندهنده‌ی احتمال انتقال بار معلق به سیلابدشت و رسوبگذاری در این ناحیه است.

کلید واژه: مانع گیاهی، کانال مرکب، پوشش گیاهی موضعی، روش شبیه‌سازی گردابه‌های بزرگ

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست جدول‌ها ..... ه
فهرست شکل‌ها ..... و

فصل ۱- مقدمه ۱
۱-۱- اثر کلی کانال اصلی و سیلابدشت در زمان سیل ۱
۱-۲- دسته بندی پوشش گیاهی بر اساس درجه استغراق ۱
۱-۳- اثر پوشش گیاهی در امتداد کانال اصلی ۳
۱-۴- اهداف تحقیق ۳
۱-۵- محدودیت های تحقیق ۴
۱-۶- ساختار پایان نامه ۴

فصل ۲- مرور منابع و بیان جنبه های نوآوری کار ۶
۲-۱- مقدمه ۶
۲-۲- تئوری لایه برشی ۶
۲-۲-۱- مقدمه ۶
۲-۲-۲- لایه برشی آزاد ۷
۲-۳- بررسی الگوی جریان در کانال مرکب ۹
۲-۳-۱- مقدمه ۹
۲-۳-۲- ساختار کلی جریان ۹
۲-۳-۳- جریان های ثانویه ۱۰
۲-۳-۴- تنش برشی مرزی ۱۲
۲-۳-۵- آشفتگی ۱۳
۲-۳-۶- تنش برشی ظاهری ۱۵
۲-۴- بررسی اثر پوشش گیاهی در سیلابدشت کانال مرکب ۱۶
۲-۴-۱- مقدمه ۱۶
۲-۴-۲- نیروی پسای ناشی از پوشش گیاهی ۱۶
۲-۴-۲-۱- تعریف نیروی پسا ۱۶
۲-۴-۲-۲- نیروی پسا ۱۷
۲-۴-۳- خصوصیات کلی جریان ۱۸
۲-۴-۴- جریان های ثانویه ۲۰
۲-۴-۵- تنش برشی مرزی ۲۳
۲-۵- خصوصیات جریان یک ردیف استوانه در کانال مستطیلی ۲۵
۲-۵-۱- مقدمه ۲۵

۲-۵-۲- اثر فاصله ۲۵
۲-۵-۳- عدد رینولدز ۲۷
۲-۶- اثر یک ردیف پوشش گیاهی بر ساختار جریان در کانال مرکب ۲۷
۲-۶-۱- سان و شیونو ۲۷
۲-۶-۲- سانجو و همکاران ۲۹
۲-۶-۳- تانگ و نایت ۳۳
۲-۷- نتیجه گیری نهایی و بیان لزوم انجام تحقیق حاضر ۳۴
فصل ۳- معادلات حاکم ۳۶
۳-۱- مقدمه ۳۶
۳-۲- دیدگاه متوسط گیری رینولدز در برابر شبیه سازی گردابه های بزرگ ۳۶
۳-۳- آشنایی با نرمافزار فلوئنت ۳۷
۳-۴- مدل شبیه سازی گردابه بزرگ ۳۸
۳-۴-۱- معادلات فیلتر شده ناویر استوکس ۳۹
۳-۴-۲- مدل های مقیاس زیرشبکه ۴۰
۳-۴-۲-۱- مدل اسماگرینسکی-لیلی ۴۰
۳-۴-۲-۲- مدل دینامیکی اسماگرینسکی-لیلی ۴۱
۳-۴-۲-۳- مدل لزجت گردابه ای موضعی در مجاورت دیوار WALE ۴۲
۳-۴-۲-۴- مدل زیر شبکه انرژی جنبشی دینامیکی ۴۲
۳-۴-۳- شرایط مرزی ورودی برای مدل LES ۴۳
۳-۴-۳-۱- بدون آشفتگی قبلی ۴۳
۳-۴-۳-۲- روش گردابه ۴۳
۳-۵- جمع بندی ۴۵
فصل ۴- شبیه سازی مقدماتی ۴۶
۴-۱- شبیه سازی پایه پل ۴۶
۴-۱-۱- هدف ۴۶
۴-۱-۲- مشخصات میدان حل ۴۶
۴-۱-۳- شرایط مرزی میدان ۴۷
۴-۱-۴- مطالعه مقدماتی و جزییات محاسباتی میدان ۴۷
۴-۱-۵- نتایج مدلسازی عددی ۴۹
۴-۱-۵-۱- میدان متوسط جریان ۴۹
۴-۱-۵-۲- تغییرات پروفیل طولی سرعت ۵۰
۴-۱-۶- بررسی تنش برشی دیواره ۵۱
۴-۱-۷- نتیجه گیری ۵۲
۴-۲- شبیه سازی گروه استوانه ۵۳
۴-۲-۱- هدف ۵۳
۴-۲-۲- مشخصات میدان حل ۵۳

۴-۲-۳- شرایط مرزی میدان ۵۴
۴-۲-۴- مطالعه مقدماتی و جزییات محاسباتی میدان ۵۵
۴-۲-۵- نتایج مدلسازی عددی ۵۶
۴-۲-۵-۱- بررسی جریان متوسط و صحت سنجی ۵۶
۴-۲-۵-۲- الگوی جریان ۵۹
۴-۲-۵-۳- سری زمانی نقطه ای ۶۰
۴-۲-۵-۴- انرژی جنبشی آشفتگی ۶۵
۴-۲-۶- نتیجه گیری ۶۵
۴-۳- شبیه سازی کانال مرکب ۶۶
۴-۳-۱- هدف ۶۶
۴-۳-۲- مشخصات میدان حل ۶۶
۴-۳-۳- شرایط مرزی میدان ۶۷
۴-۳-۴- صحت سنجی و مطالعه مقدماتی ۶۸
۴-۳-۴-۱- تنظیم شبکه بندی میدان حل ۶۹
۴-۳-۴-۲- صحت سنجی مدل ۷۰
۴-۳-۵- نتایج مدلسازی عددی ۷۱
۴-۳-۵-۱- بررسی میدان جریان متوسط ۷۱
۴-۳-۵-۲- بررسی جریان ثانویه ۷۲
۴-۳-۵-۳- توزیع تنشهای رینولدز ۷۳
۴-۳-۶- نتیجه گیری ۷۳
فصل ۵- شبیه سازی عددی کانال مرکب با یک ردیف پوشش گیاهی در سیلابدشت ۷۵
۵-۱- مقدمه ۷۵
۵-۲- مشخصات میدان حل ۷۵
۵-۳- روند مدلسازی ۷۶
۵-۳-۱- شرایط مرزی و اولیه میدان حل ۷۶
۵-۴- صحت سنجی و مطالعه مقدماتی ۷۷
۵-۴-۱- تنظیم شبکه بندی میدان حل ۷۸
۵-۴-۲- صحت سنجی ۷۸
۵-۵- نتایج مدلسازی عددی ۷۹
۵-۵-۱- توزیع سرعت ۷۹
۵-۵-۲- جریان ثانویه ۸۲
۵-۵-۳- نوسانات زمانی جریان ۸۳
۵-۵-۴- تنش متوسط رینولدز و انتقال مومنتم جانبی ۹۰
۵-۵-۵- لزجت گردابی ۹۱
۵-۵-۶- انرژی جنبشی آشفتگی ۹۳
فصل ۶- نتیجه گیری و پیشنهادات ۹۵

۶-۱- مطالعات مقدماتی ۹۵
۶-۲- بررسی جریان در کانال مرکب مستقیم با یک ردیف استوانه در امتداد کانال اصلی ۹۵
۶-۳- پیشنهادات ۹۷

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱- مشخصات هیدرولیکی میدان حل پایه پل ۴۷
جدول ۴-۲- مشخصات هیدرولیکی میدان حل (لم و زو-۲۰۰۹) ۵۴
جدول ۴-۳- مقادیر متوسط، حداقل و حداکثر درصد خطای نسبی برای حل LES ۵۷
جدول ۴-۴- مختصات نقاط برداشت داده ۶۱
جدول ۴-۵- درجه تغییر پذیری مولفه های سرعت در نقاط ۱ و ۲ ..... ۶۳
جدول ۴-۶-شدت آشفتگی مولفه های سرعت در نقاط ۱ و ۲ ..... ۶۳
جدول ۴-۷- انرژی جنبشی آشفتگی در نقاط ۱و ۲ ..... ۶۳
جدول ۴-۸- مشخصات هیدرولیکی جریان در کانال مرکب ۶۷
جدول ۴-۹- - میزان حداقل، حداکثر و متوسط خطای نسبی روش LES ۷۱
جدول ۵-۱- مشخصات هندسی فلوم و هیدرولیکی میدان کانال مرکب با یک ردیف پوشش گیاهی ۷۶
جدول ۵-۲- میزان حداقل، حداکثر و متوسط خطای نسبی روش LES ۷۸

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ پروفیل سرعت برای حالات: الف) مستغرق بدون محدودیت در عمق ب) مستغرق با عمق محدود ج) نیمه مستغرق [۳] ۲
شکل ۱-۳- یک ردیف درخت در فصل مشترک کانال مرکب- رودخانه نِنه انگلیس ۳
شکل ۲-۱- لایه برشی آزاد ناشی از تلاقی دو جریان موازی با گرادیان عرضی مولفه طولی سرعت.[۵].... ۷
شکل ۲-۲- ساختار جریان در کانال مرکب (موهانتی و همکاران-۲۰۱۱) ۹
شکل ۲-۳- الگوی جریان برای کانال مرکب مستقیم به ازای نسبت عمقهای مختلف (الف) چرخش جریان ثانویه و (ب) منحنی های همتراز سرعت جهت جریان(تامیناگا و نزو-۱۹۹۱) ۱۱
شکل ۲-۴- توزیع تنش برشی مرزی در کانال مرکب برای عمق نسبیهای مختلف (کانگ-۲۰۰۶)..... ۱۲
شکل ۲-۵- شدت آشفتگی در کانال مرکب مستقیم(تامیناگا و نزو-۱۹۹۱)..... ۱۴
شکل ۲-۶- توزیع انرژی جنبشی در کانال مرکب مستقیم ۱۴
شکل ۲-۷- تنشهای رینولدز τ_{yx} و τ_{zx} در کانال مرکب مستقیم برای عمق نسبیهای مختلف(شیونو و نایت-۱۹۹۱) ۱۵
شکل ۲-۸- تغییرات تنش برشی ظاهری متوسط در عمق برای عمق نسبیهای مختلف ۱۶
شکل ۲-۹- الگوی جریان عبوری از تک استوانه: (A) عدد رینولدز= ۰/۲، (B) ۱۲، (C) ۱۲۰، (D) ۳۰۰۰۰، (E) ۵۰۰۰۰۰ .(اسمیت-۲۰۰۱) ۱۷
شکل ۲-۱۰- منحنی همتراز سرعت جهت جریان برای تراکم پوشش گیاهی ۳۲و ۱۶، ۸، ۴، ۲ =N (ناوُت و همکاران-۱۹۹۹) ۱۹
شکل ۲-۱۱- توزیع سرعت طولی جریان (الف) نمای از بالا (ب) مقطع عرضی (جاهرا و همکاران-۲۰۱۱) ۲۰
شکل ۲-۱۲- اثر تراکم پوشش گیاهی بر الگوی جریانهای ثانویه: (a) $a=۰/۲۵\ m^{-1}$، (b) $a=۰/۵\ m^{-1}$، (c) $a=۱/۰ m^{-1}$ و (d) $a=۰/۲۵\ m^{-1}$ (کانگ و چوی-۲۰۰۶) ۲۱
شکل ۲-۱۳- منحنی های سرعت عرضی و قائم در نزدیکی انتهای ناحیه پوشش گیاهی(جاهرا و همکاران-۲۰۱۱) ۲۲
شکل ۲-۱۴- بردارهای جریان ثانویه در کانال ساده با پوشش گیاهی(نِزو و انیتسوکا-۲۰۰۱)..... ۲۲
شکل ۲-۱۵- نوسانات زمانی سرعت طولی و عرضی و سطح آزاد برای عمق ۷/۸ cm (وایت و نِیف-۲۰۰۷) ۲۳
شکل ۲-۱۶- تنش برشی بستر: (الف) بدست آمده از معادله مومنتم و (ب) بدست آمده از قانون لگاریتمی برای اعداد فرود FR1=۰/۱، FR2=۰/۲۴ و FR3=۰/۴(نِزو و اُنیتسوکا-۲۰۰۱) ۲۴
شکل ۲-۱۷- دسته بندی الگوی جریان در چیدمان ردیفی (اِستاوُتی و اِستَنزبی-۱۹۹۱) ۲۶

شکل ۲-۱۸- الگوی جریان برای دسته ۵تایی استوانه : (a) جریان حفره، (b) جاری شدن فاصله، (c)فواصل غیرفعال و (d) جاری شدن محدود نشده (هِتز-۱۹۹۱) ۲۶
شکل ۲-۱۹- چیدمان آزمایشات سان بر روی کانال مرکب با یک ردیف استوانه در امتداد سیلابدشت(پایین) و سطح مقطع شماتیک کانال مرکب(سان و شیونو-۲۰۰۹) ۲۸
شکل ۲-۲۰- سرعت جهت جریان بدون بعد(U/U_m) برای (a) کانال مرکب بدون پوشش گیاهی و (b)کانال مرکب با یک ردیف پوشش گیاهی در امتداد سیلابدشت.(سان و شیونو-۲۰۰۹) ۲۹
شکل ۲-۲۱- توزیع جانبی سرعت متوسط در عمق و تنش برشی بستر در کانال گیاهدار(STC4) و بدون گیاه(STC3) برای عمق نسبی Dr= ۰/۵۲ (سان و شیونو-۲۰۰۹) ۲۹
شکل ۲-۲۲- نمونه ای از بردارهای سرعت لحظهای محاسبه شده توسط سانجو و همکاران (۲۰۱۰).... ۳۱
شکل ۲-۲۳- توزیع تنش رینولدز در (الف) کانال مرکب و (ب) کانال مرکب با یک ردیف پوشش گیاهی ۳۱
شکل ۲-۲۴- رابطه تراکم ردیف درختان با نرخ تبادل (سانجو و نِزو-۲۰۱۰) ۳۲
شکل ۲-۲۵- مقایسه مقادیر بدست آمده سرعت متوسط در عمق با نتایج آزمایشگاهی (تانگ و نایت - ۲۰۰۹) ۳۴
شکل ۴-۱- شبکه بندی میدان حل در اطراف پایه ۴۸
شکل ۴-۲- حساسیت سنجی حل عددی نسبت به شبکهبندی میدان، مقایسه پروفیل سرعت طولی در تراز z=۱۰ cm در صفحه تقارن y=۰/۰ ..... ۴۸
شکل ۴-۳- مقایسه بردارهای سرعت متوسط بدست آمده از روش LES با محاسبات آقایی و آزمایشات رولاند (در صفحه تقارن y=0) ۴۹
شکل ۴-۴- مقایسه توزیع سرعت افقی در بالا و پایین دست پایه پل در ارتفاع ۲۰cm و۱۰، ۰ = z از بستر ۵۰
شکل ۴-۵- مقایسه توزیع سرعت عمودی در بالا و پایین دست پایه پل در ارتفاع ۲۰cm و۱۰، ۰ = z از بستر ۵۱
شکل ۴-۶- توزیع تنش برشی بستر لحظه ای اطراف پایه در لحظات ۱۱۰ ثانیه و ۱۳۰ ثانیه ۵۲
شکل ۴-۷- مشخصات هندسی فلوم (لم و زو -۲۰۰۹) ۵۳
شکل ۴-۸- تصویر شماتیک میدان حل در صفحه x-y ۵۴
شکل ۴-۹- شبکه بندی میدان حل در اطراف چهار استوانه ۵۵
شکل ۴-۱۰- حساسیت سنجی حل عددی نسبت به شبکه بندی میدان، مقایسه پروفیل سرعت بدون بعد طولی و عرضی در x/D = -۰/۶۲۵ ..... ۵۶
شکل ۴-۱۱- مقایسه سرعت متوسط طولی و عرضی بدست آمده از آزمایشات، شبیه سازی LES لین و شبیه سازی LES انجام شده برای x/D = ۵/۲۵ ..... ۵۷
شکل ۴-۱۲- مقایسه سرعت متوسط طولی بدست آمده از محاسبات LES با داده های آزمایشگاهی و کار عددی لین ۵۸

شکل ۴-۱۳- مقایسه سرعت متوسط عرضی بدست آمده از محاسبات LES با داده های آزمایشگاهی و کار عددی لین ۵۸
شکل ۴-۱۴- ساختار لحظه ای گردابه به دست آمده با روش LES برای چهار استوانه با $Re = ۱/۵\times۱۰^{۴}$ ۵۹
شکل ۴-۱۵- الف)خطوط جریان لحظه ای و ب) خطوط جریان متوسط بدست آمده از روش LES در تراز $z = H/2$ ۶۰
شکل ۴-۱۶- سری زمانی مولفه های سرعت برای دو نقطه (۰/۰۲۲۵ ، ۰/۰۲۹ ، ۰/۰۰۱) point 1 و (۰/۰۲۲۵ ، ۰/۰۲۹، ۰/۰۵۱) point 2 ..... ۶۱
شکل ۴-۱۷- سری زمانی نوسانات مولفه های سرعت برای نقاط (۰/۰۲۲۵ ، ۰/۰۲۹ ، ۰/۰۰۱) point1 و (۰/۰۲۲۵ ، ۰/۰۲۹، ۰/۰۵۱) point 2 ..... ۶۲
شکل ۴-۱۸- منحنی تغییرات تابع همبستگی خودکار نوسانات مولفه طولی سرعت در نقاط ۱و ۲ ..... ۶۴
شکل ۴-۱۹- منحنی تغییرات تابع همبستگی سرعت طولی و عرضی نقاط ۱و ۲ ..... ۶۵
شکل ۴-۲۰- توزیع انرژی جنبشی آشفتگی در صفحه x-y و x-z ۶۵
شکل ۴-۲۱- تصویر شماتیک سطح مقطع کانال مرکب ۶۷
شکل ۴-۲۲- شبکه بندی میدان حل کانال مرکب ۶۸
شکل ۴-۲۳- حساسیت سنجی حل عددی نسبت به شبکه بندی میدان، مقایسه پروفیل سرعت بی بعد میانه کانال اصلی و سیلابدشت با نتایج آزمایشگاهی ۷۰
شکل ۴-۲۴- توزیع تنش برشی بستر در مقطع x =۰/۳ کانال ۷۱
شکل ۴-۲۵- منحنی های همتراز سرعت متوسط طولی در مقطع x=۰/۳ m ۷۲
شکل ۴-۲۶- خطوط جریان در مقطع x= ۰/۳ کانال مرکب ۷۲
شکل ۴-۲۷- توزیع تنش رینولدز $-uw$ و $-uv$ در مقطع x = ۰/۳ ..... ۷۳
شکل ۵-۱- مشخصات هندسی فلوم آزمایشگاهی ۷۵
شکل ۵-۲- الف) هندسه میدان مدلسازی شده ب) شبکه بندی میدان در اطراف استوانه ۷۶
شکل ۵-۳- مقایسه سرعت متوسط در عمق برای مدل LES و دادههای آزمایشگاهی نزو ۷۸
شکل ۵-۴- سرعت متوسط در عمق برای مدل LES ۷۹
شکل ۵-۵- منحنی همتراز سرعت متوسط طولی در مقاطع مختلف کانال ۸۱
شکل ۵-۶- (الف) سطوح هم سرعت منفی در اطراف پوشش گیاهی (ب) بردارهای سرعت و خطوط همتراز سرعت در اطراف استوانه ۸۲
شکل ۵-۷- خطوط جریان متوسط کانال مرکب با یک ردیف پوشش گیاهی در مقاطع مختلف ۸۳
شکل ۵-۸- خطوط جریان لحظه ای در مقاطع مختلف ۸۴
شکل ۵-۹- خطوط جریان لحظهای در حوالی ناحیه پوشش گیاهی در ارتفاع ۳۰ سانتیمتری و ۱۳ سانتیمتری از بستر کانال اصلی ۸۵

شکل ۵-۱۰- خطوط همتراز سرعت جهت جریان در ناحیه اطراف پوشش گیاهی: (الف) خطوط همتراز سرعت متوسط طولی، (ب) خطوط همتراز سرعت لحظه ای طولی t = ۱۲۶ sec و (ج) خطوط هم سرعت لحظه ای طولیt = ۱۲۵ sec ۸۶
شکل ۵-۱۱- خطوط جریان لحظه ای و توزیع سرعت طولی لحظه ای در دو صفحه طولی: (الف) y= ۰ cm و (ب) y=۰/۰۲cm ۸۷
شکل ۵-۱۲- توزیع سرعت طولی لحظه ای در صفحه طولی y=-۰/۰۲cm کانال اصلی در زمانهای مختلف ۸۷
شکل ۵-۱۳- منحنی هم تراز سرعت عرضی لحظه ای در مقاطع مختلف ۸۸
شکل ۵-۱۴- سرعت w لحظه ای در: (الف) y= ۰/۰۱ cm ، (ب) z= ۰/۰۵ cm و (ج) z=۰/۱۵ cm ۸۹
شکل ۵-۱۵- توزیع تنش رینولدز متوسط $u'v'$ و $u'w'$ در x=۰/۱۵ m ۹۰
شکل ۵-۱۶- توزیع مومنتم جانبی در میانه فاصله دو گیاه (x=۰/۳۰ m) ۹۱
شکل ۵-۱۷- توزیع $\boldsymbol{u'v'}$ در مقطع x=۰/۳۰ m و تراز z= ۰/۰۲ m ۹۱
شکل ۵-۱۸- توزیع ویسکوزیته گردابی در مقاطع: (الف) x= ۰/۴۵ m و (ب) x=۰/۳۰ m ۹۲
شکل ۵-۱۹- توزیع ویسکوزیته گردابی متوسط عمقی در عرض کانال برای x=۰/۴۵ m ۹۲
شکل ۵-۲۰- انرژی جنبشی آشفتگی در مقاطع: (الف) x= ۰/۴۲ m ، (ب) x=۰/۴۵ m و ۹۳
شکل ۵-۲۱- مجذور متوسط مولفه های سرعت برای مقطع x= ۰/۴۵ m ۹۴
شکل ۶-۱- ساختار جریان پیشنهادی در کانال مرکب با پوشش گیاهی در امتداد سیلابدشت ۹۶

فصل ۱– مقدمه

۱–۱– اثر کلی کانال اصلی و سیلابدشت در زمان سیل

هزینه ناشی از خرابی‌های سیلاب تقریبا یک سوم هزینه فاجعه‌های طبیعی در دنیا است. بررسی فاجعه‌های طبیعی نشان داده که وقوع آنها در سال‌های اخیر افزایش یافته است. مهندسین رودخانه به دنبال راه حل‌های برای کاهش اثرات سیلاب هستند. بیشتر این راه‌حل ها برای نگه‌داشتن جریان و اغلب به صورت خاکریز، صاف کردن کانال و سدها تاخیری[1] است. با این وجود روش‌هایی از این قبیل اغلب در برآورده کردن کامل اهداف شکست می‌خورند و جریان در سیلابدشتها توسعه می‌یابد. دیدگاه دیگر کنترل سیلاب تمرکز بر اثر کانال اصلی-سیلابدشت به جای کانال اصلی منفرد است.[۱]

قانون جدید "ایجاد فضا برای آب" قدمی به سوی استفاده پایدار از سیلابدشت است. امروزه نقش حیاتی سیلابدشت در استراتژی‌های کاهش سیلاب تشخیص داده شده و سیلابدشت‌های طبیعی احیا می‌شوند. پیش نیاز اعمال این قانون فهم فرایند هیدرودینامکی ارتباط سیلابدشت و کانال اصلی آن است.

تبادل جریان بین کانال اصلی و سیلابدشت پیچیده است. در دبی‌های به اندازه کافی بالا، که سیلابدشت از آب پوشیده شود، جریان کانال اصلی و جریان سیلابدشت در کنار یکدیگر ساختار جریان پیچیده‌ای را ایجاد می‌کنند. در عمل مدلسازی جریان سه بعدی معمول به عنوان مثال برای اهداف طراحی ، باید ساده سازی شود. تحقیقات اخیر بر روی هیدرولیک کانال باز و مکانیزم جریان منجر به افزایش فهم از جریان کانال مرکب شده و اطلاعات ارزشمندی برای مهندسین رودخانه فراهم آورده است.[۲]

۱–۲– دسته بندی پوشش گیاهی بر اساس درجه استغراق

درگ گیاهان می‌تواند روندیابی سیل[2] را با تغییر ظرفیت انتقال سیلابدشت تحت تاثیر قرار دهد. آزمایشات نشان داده در شرایط غیرمستغرق ضریب زبری با افزایش عمق کاهش می‌یابد، در حالیکه در شرایط مستغرق ضریب زبری در عمق کم تمایل به افزایش دارد اما با افزایش بیشتر عمق آب کاهش می-یابد.

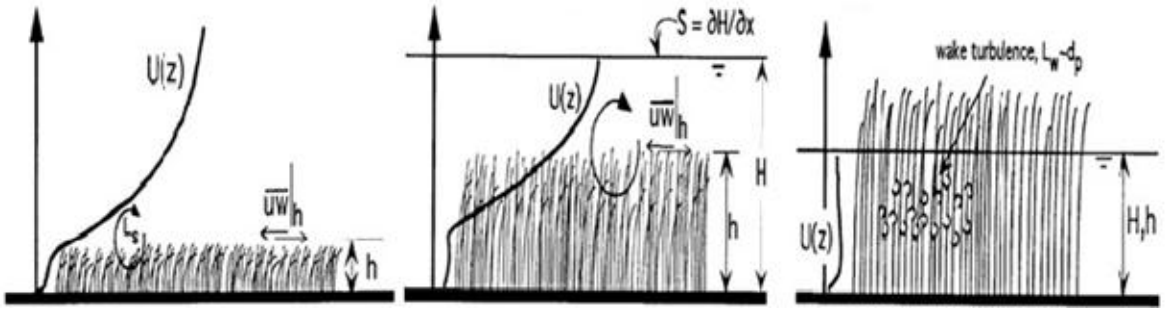
1 - detention reservoirs
2 - flood routing

در جریان عبوری از پوشش گیاهی نواحی جدید تولید آشفتگی در لایه برشی بالای گیاهان و دنباله ی[1] المان های منفرد گیاه ایجاد می¬شود. دنباله ها در شرایط نیمه مستغرق که تولید برش حداقل است از اهمیت بیشتری برخوردارند. اگر چه آشفتگی دنباله ممکن است روی هم رفته شدت آشفتگی را افزایش دهد اما مقیاس طولی کوچک آن پخش آشفتگی را نسبت به حالت بدون گیاه کاهش می¬دهد.[۳]

بسته به نوع گیاه و شرایط جریان، پروفیل سرعت قائم خصوصیات مشابهی دارد، سرعت های کاهش یافته و گرادیان سرعت نزدیک به صفر در بخش پایینی گیاهان، گرادیان سرعت زیاد در ناحیه نزدیک بالای گیاهان و توزیع نسبتا لگاریتمی در ناحیه بالای گیاهان.[۳]

در جریان محدود نشده از بین گیاهان لایه برشی قوی در بالای گیاهان با ساختار جریانی شبیه لایه برشی آزاد شکل می‌گیرد. آشفتگی ایجاد شده در این لایه مقیاس آشفتگی فعال در لایه گیاهدار و بالای آن را تعیین می¬کند. معمولا مقیاس طول آشفتگی از درجه ی ارتفاع گیاهان است. تولید آشفتگی در دنباله ی المان گیاه، ثانویه است و تنها ۱۰ درصد از آشفتگی گیاه را تشکیل می¬دهد. [۳]

در نسبت عمق جریان به ارتفاع پوشش گیاهی بیشتر از ۱، منبع اصلی تولید آشفتگی از دنباله ساقه به لایه برشی بالای گیاهان تبدیل شود و مکانیزم اصلی تبادل با ستون آب مجاور از جابه جایی طولی به تبادل آشفته قائم تبدیل شود. [۳]



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱-۱ پروفیل سرعت برای حالات: الف) مستغرق بدون محدودیت در عمق ب) مستغرق با عمق محدود ج) نیمه مستغرق [۳]

برای بیشتر گیاهان رودخانه‌ای نسبت عمق جریان به ارتفاع پوشش گیاهی بزرگ نیست و عمق محدود ممکن است جریان متوسط و آشفته را تحت تاثیر قرار دهد. [۳]

1 - wake

۱–۳– اثر پوشش گیاهی در امتداد کانال اصلی

در گذشته وجود پوشش گیاهی در سیلابدشت از نظر مهندسین رودخانه به عنوان یک مشکل، از نظر ایجاد مانع و کاهش ظرفیت جریان، تلقی می‌شده است. هنوز هم پوشش گیاهی به لحاظ نقش اکولوژیکی بیشتر مورد توجه است. اگرچه وجود گیاهان در سیلابدشت پیچیدگی بررسی جریان کانال مرکب را بیشتر می‌کند اما امروزه مهندسین رودخانه به دنبال حفظ گیاهان ساحل رودخانه و سیلابدشت هستند.[۴]

نیروی پسا وارد بر گیاه به اندازه‌ای است که در مدل کردن اثر کانال اصلی و سیلابدشت بر یکدیگر، نمی‌توان از آن صرف نظر کرد. پوشش گیاهی بر انتقال آب و رسوب بین کانال اصلی و نواحی دارای گیاه تاثیر می‌گذارد. مشاهدات سواحل رودخانه‌ها نشان داده که وجود یک ردیف پوشش گیاهی در امتداد سیلابدشت حالت معمولی است. این پوشش گیاهی می‌تواند درخت، درختچه های مختلف باشدکه به طرق مختلفی در سیلابدشت قرار گرفته‌اند. شکل ۱-۱ حالت یک ردیف درخت در امتداد رودخانه را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۲- یک ردیف درخت در فصل مشترک کانال مرکب- رودخانه نِنه انگلیس

از یک ردیف پوشش گیاهی ممکن است برای اهدافی از قبیل پایدارسازی کناره ساحل، تقویت تنوع زیست محیطی یا اهداف زیباسازی مناظر استفاده شود. با این وجود امروزه اطلاعات کمی در مورد اثر اینگونه چیدمانی بر ساختار جریان اطراف پوشش گیاهی جود دارد. به منظور حفاظت در مقابل سیلاب و حفظ محیط زیست درک بهتری از اثر هیدرولیکی این چیدمان بر جریان لازم است.

۱–۴– اهداف تحقیق

جریان در کانال مرکب با ساختار پیچیده ناشی از وجود لایه برشی در فصل مشترک بین کانال اصلی و سیلابدشت شناخته می‌شود. مطالعات گذشته نشان داده اثر متقابل جریان سریع کانال اصلی و جریان

آرام سیلابدشت در حوالی فصل مشترک منجر به انتقال مومنتم از کانال اصلی به سیلابدشت می‌گردد. این تبادل مومنتم موجب ایجاد مقاومت اضافی جریان و در نتیجه کاهش ظرفیت آبگذری کانال می‌شود.

در حالت سیلابدشت دارای پوشش گیاهی پیچیدگی مساله افزایش می‌یابد. وجود گیاه در سیلابدشت می‌تواند میزان آشفتگی جریان در فصل مشترک کانال اصلی و سیلابدشت را افزایش داده و در نتیجه ناحیه‌ای با پتانسیل فرسایش‌پذیری بالا ایجاد کند. بنابراین برای بررسی تاثیرات مانع گیاهی بر جریان و فرایندهای فرسایشی نه تنها آگاهی از خصوصیات متوسط جریان لازم است، بلکه باید ساختارهای لحظه-ای و خصوصیات آشفتگی جریان نیز مورد بررسی قرار گیرند.

در این پایان‌نامه با استفاده از نرم‌افزار تحلیل جریان FLUENT، جهت رسیدن به درک روشنی از فیزیک حاکم بر میدان جریان ناشی از وجود مانع استوانه‌ای و کانال مرکب، ابتدا سعی شده تا جریان در کانال مرکب و کانال ساده دارای موانع استوانه‌ای مدل شود. سپس جریان در کانال مرکب با یک ردیف پوشش گیاهی در امتداد سیلابدشت مدلسازی شده و در نهایت الگوی جریان در کانال مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل بعدی به بررسی کارهای صورت گرفته در مورد مطالعه جریان در کانال مرکب و پوشش گیاهی با چیدمان ردیفی پرداخته شده و در ادامه با تشریح مسئله مورد نظر به بحث شبیه‌سازی جریان در میدان مزبور پرداخته شده است.

۱-۵- محدودیت های تحقیق

- مدلسازی انجام شده برای حالت یک ردیف درخت در امتداد سیلابدشت است.
- برای مدل کردن درخت از استوانه‌هایی با محور عمود بر سیلابدشت استفاده شده، که مدل ساده شده‌ای برای تنه درخت است.
- در این تحقیق جداره‌ها و بستر کانال به صورت صلب در نظر گرفته شده‌اند و فرسایش‌پذیر نیستند.
- با توجه به قابلیت نرم‌افزار تنها مقطعی از کانال به طول ۶۰ سانتیمتر مدل شده است و در نتیجه نمی‌توان رفتار جریان در محدوده وسیعی را مشاهده کرد.
- با توجه به اینکه نوسانات سطح آب نسبت به عمق جریان کم است برای مدل کردن سطح آزاد از شرط مرزی تقارن استفاده شده است.

۱-۶- ساختار پایان نامه

این پایان نامه مشتمل بر شش فصل می‌باشد که عبارتند از:

فصل اول: مقدمه