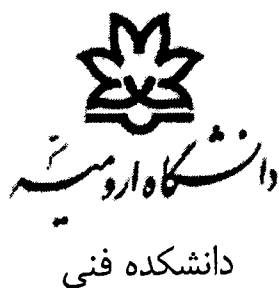


۱۲۶۳۵۹



بررسی رفتار هیدرولیکی جریان در کانال ها با مقاطع مرکب و رودخانه ها

نگارش:

آرش عسگری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی عمران - گرایش سازه های هیدرولیکی

تیم اطلاعات کتابخانه ملی
کتابخانه مرکزی

اساتید راهنما:

دکتر میرعلی محمدی

و

دکتر محمد مناف پور

۱۳۸۹/۹/ ۸

تیر ماه ۱۳۸۹

۱۴۶۳۵۹

پایان نامه خانم/ آقای پیش عسکری به تاریخ ۱۹۷۰/۰۲/۰۱ شماره مورد پذیرش هیات محترم داوران بارتبه عالی و نمره ۹۹ قرار گرفت.

نور محمد

- ۱ - استاد راهنما و رئیس هیئت داوران : سید ضابطور
- ۲ - داور خارجی : دکتر حسین مصباحی
- ۳ - داور داخلی : دکتر علی محمد
- ۴ - نماینده تحصیلات تکمیلی : دکتر پرواز نورمحمدی

حق چاپ و نشر برای دانشگاه ارومیه محفوظ می باشد.

تقدیر و تشکر

خداوند بزرگ و مهربان را همیشه سپاس گزارم که بار دیگر مرا در انجام امور یاری نمود و توانایی انجام و اتمام این رساله را به من عطا کرد.

از پدر و مادر دلسوز و خانواده و همسر مهربانم که دعای خیر آنان بدرقه راهم بود تشکر و قدردانی می کنم.

در تدوین این رساله لازم می دانم از آقایان دکتر میرعلی محمدی و دکتر محمد مناف پور اساتید راهنمای پایان نامه که صمیمانه مرا در پیشرفت و ارائه رساله یاری دادند، تقدیر و تشکر کنم.

از اساتید مدعو، آقایان دکتر حسین رضایی به عنوان داور خارجی و دکتر علیرضا ضیا به عنوان داور داخلی و همچنین دکتر نوری نیا نماینده محترم تحصیلات تکمیلی که همگی زحمت داوری این رساله را کشیدند تشکر و قدردانی می شود.

همچنین از تمامی اعضای گروه عمران دانشکده فنی دانشگاه ارومیه کمال تشکر و سپاس را دارم.

لازم می دانم از اعضای محترم کمیته مطالعه و تحقیقات شرکت سهامی آب منطقه ای استان آذربایجان غربی که یاری رسان من بوده اند تقدیر و تشکر کنم.

از دوستان عزیزم در رشته مهندسی سازه های هیدرولیکی و مهندسی سازه که همواره در انجام کارها دوست و یاور من بودند تشکر می کنم و آرزوی موفقیت و پیشرفت برای همه آنها دارم.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
I	فهرست مطالب
V	فهرست اشکال
XI	فهرست جداول
XII	لیست علائم و نشانه ها
XVI	چکیده

فصل اول: مقدمه و هدف

1	1-1 مقدمه
1	1-1-1 آب، رودخانه ها و سیلاب ها
3	2-1-1 رفتار جریان
4	3-1-1 کانال ها
4	2-1 هدف از انجام این پژوهش
6	3-1 سیمای کلی رساله

فصل دوم: ادبیات فنی و پیشینه پژوهش

7	1-2 مقدمه
8	2-2 هیدرولیک جریان در کانال های رودخانه ای
13	1-2-2 پیشینه مطالعات
16	2-2-2 تنش برشی ظاهری و تصحیح DCM
18	3-2-2 روش تجربی Ackers
19	4-2-2 مقدمه ای بر روش توزیع جانبی (LDM)
20	5-2-2 آزمایشات مرکز تسهیلات کانال سیل (FCF)

- 22 ۶-۲-۲ پیچیدگی های رفتار جریان در کانال های مرکب
- 22 ۱-۶-۲-۲ مدل سازی سه بعدی
- 23 ۲-۶-۲-۲ جریان در کانالهای انحنادار یا پیچان رودها
- 26 ۳-۶-۲-۲ کانالهای مرکب دارای مرزهای متحرک (بستر و جداره های متحرک)
- 27 ۴-۶-۲-۲ جریانهای غیر دائمی در کانال ها
- 27 ۷-۲-۲ معرفی مدل تبادل دبی (EDM)

فصل سوم: معادلات و مدل های حاکم بر جریان در کانالهای روباز

- 28 ۱-۳ معرفی معادلات سن-ونان
- 28 ۲-۳ متوسط گیری در معادله ناویه-استوکس
- 31 ۱-۲-۳ معادله پیوستگی
- 33 ۲-۲-۳ معادله مومنتم در جهت X (امتداد افق)
- 39 ۳-۳ مدل سازی اصطکاک بستر
- 41 ۴-۳ مدل سازی تنش برشی آشفتگی-ویسکوزیته گردابی Boussinesq
- 42 ۱-۴-۳ مدل های جبری
- 43 ۲-۴-۳ مدل های یک و دو معادله ای (k-ε و k-l)
- 45 ۵-۳ مدل سازی جملات پراکندگی

فصل چهارم: مدل تبادل دبی EDM

- 47 ۱-۴ مقدمه
- 48 ۲-۴ ایجاد و توسعه مدل تبادل دبی (EDM)
- 48 ۳-۴ معادلات حاکم
- 51 ۱-۳-۴ مومنتم جریان ناشی از آشفتگی
- 52 ۲-۳-۴ تبادل دبی ناشی از تغییر در هندسه مقطع کانال
- 53 ۴-۴ بررسی کاربردی جریان به کمک EDM
- 55 ۵-۴ توزیع تنش برشی بستر برای جریان یکنواخت در کانالهای منشوری

57	..... Ψ^t جریان
57	..... Ψ^g هندسی
58	..... EDM برای جریانهای دائمی
59	..... (Bousmar) حل کاربردی مدل تبادل دبی بر مبنای کار بوسمر
59	..... ۱-۹-۴ معرفی روش حل
59	..... ۲-۹-۴ کانال متقارن و منشوری با جریان یکنواخت: حل تحلیلی
61	..... ۳-۹-۴ مورد کلی: حل عددی

فصل پنجم: نرم افزارهای به کار رفته و روش کار

65	..... HEC-RAS نرم افزار
66	..... C++ برنامه نویسی
67	..... ۳-۵ مقدمه ای بر روش کار
73	..... ۴-۵ برنامه نویسی به زبان C++
73	..... ۱-۴-۵ هدف از برنامه نویسی
74	..... ۲-۴-۵ نحوه محاسبه دبی توسط EDM
74	..... ۳-۴-۵ نحوه محاسبه شیب انرژی توسط EDM
75	..... ۴-۴-۵ متغیرهای استفاده شده در برنامه ها
76	..... ۵-۵ شیوه مدلسازی با نرم افزار HEC-RAS

فصل ششم: نتایج حاصل از محاسبات دبی و شیب انرژی

88	..... ۱-۶ محاسبات دبی
105	..... ۲-۶ محاسبات شیب انرژی
110	..... ۳-۶ روشهای مختلف برآورد ضریب زبری معادل یا مرکب
11	..... ۴-۶ نتایج حاصل از مطالعه روی ضریب تجربی Ψ^t

- 122 خلاصه و نتیجه گیری 1-7
- 123 ارائه پیشنهادات 2-7
- 124 فهرست منابع و مراجع 124

پیوستها و ضمایم

ضمیمه اول: برنامه های نوشته شده به زبان ++C

- 128 ض 1-1 برنامه شماره 1: محاسبه دبی به کمک EDM برای کانالهای مرکب، منشوری و متقارن 128
- 131 ض 2-1 برنامه شماره 2: محاسبه شیب انرژی به کمک EDM برای کانالهای مرکب، منشوری و متقارن 131
- 135 ض 3-1 برنامه شماره 3: محاسبه دبی به کمک EDM برای کانالهای مرکب و منشوری 135
- 139 ض 4-1 برنامه شماره 4: محاسبه شیب انرژی به کمک EDM برای کانالهای مرکب و منشوری 139
- 142 ض 5-1 برنامه شماره 5: محاسبات ضریب زبری مانینگ معادل یا مرکب با استفاده از فرمولهای ارائه شده در جدول (2-1) 142
- 150 ض 6-1 برنامه شماره 6: محاسبه Ψ^t جهت بدست آوردن دقیق دبی 150
- 154 ض 7-1 برنامه شماره 7: محاسبه Ψ^t جهت بدست آوردن دقیق شیب انرژی 154

ضمیمه دوم: جداول محاسبات دبی و شیب خط انرژی

- 158 ض 1-2 جدول ض 1-2: مقایسه نتایج حاصل از حل عددی و حل تحلیل EDM 158
- ض 2-2 جدول ض 2-2: محاسبه دبی و شیب انرژی با روشهای مختلف برای آزمایشات سری های
01, 02, 03, 06, 08 و 10 (FCF) 163
- 175 ض 3-2 جدول ض 3-2: محاسبه دبی و شیب خط انرژی با در نظر گرفتن ضرایب زبری مانینگ مختلف و مقایسه نتایج 175
- ض 4-2 جدول ض 4-2: محاسبه دبی و شیب خط انرژی برای آزمایشات سریهای 01, 02, 03, 06, 08 و 10 با در نظر گرفتن
 $wt=0.16$ و یا برآورد آن با فرمولهای (1-8) و (2-8) و مقایسه نتایج 191
- ض 5-2 جدول ض 5-2: محاسبه دبی و شیب خط انرژی برای آزمایشات کانالهای کوچک مقیاس و با در نظر گرفتن
 $wt=0.16$ و یا برآورد آن با فرمولهای (1-8) و (2-8) و مقایسه نتایج 197

فصل اول:

- شکل ۱-۱: چرخه هیدرولوژیکی آب در طبیعت 1
- شکل ۲-۱ الف: سیل رودخانه Brisbane استرالیا 1974 ب: سیل رودخانه Meuse بلژیک 1933 ج: سیل رودخانه قم رود ۱۳۸۸ 2

فصل دوم:

- شکل ۱-۲: پارامترهای هیدرولیکی همراه جریان فراتر از کانال اصلی 9
- شکل ۲-۲: ساختار گرداب در جریان فراتر از کانال اصلی 10
- شکل ۳-۲: گرداب های بزرگ مشاهده شده در سطح مشترک بین کانال اصلی و بسترهای سیلابی در یک کانال مرکب 10
- شکل ۴-۲: ساختار جریان در کانال مرکب انحنادار 11
- شکل ۵-۲: تبادل جریان در مدل مبادله دبی 12
- شکل ۶-۲: تقسیم بندی مقطع عرضی کانال مرکب به زیرناحیه ها 14
- شکل ۷-۲: روش تقسیم کانال، تقسیم بندی های مختلف 15
- شکل ۸-۲: فاکتور تنظیم دبی (DISADF) برای آزمایشات FCF 19
- شکل ۹-۲: مقطع عرضی تسهیلات کانال سیل (FCF) 20
- شکل ۱-۲: عکسی از تسهیلات کانال سیل 20
- شکل ۱۱-۲: طرح کلی تسهیلات کانال سیل 21
- شکل ۱۲-۲: نمایش جریانات ثانویه در مقطعی از کانال مرکب 22
- شکل ۱۳-۲: بردارهای جریان ثانویه در سر پیچ کانال مرکب با مقطع عرضی طبیعی و دارای انحنای 110 درجه 23
- شکل ۱۴-۲: سرعت های عمق متوسط در دو لایه در اطراف خم 60 درجه جریان فراتر از کانال اصلی با عمق نسبی 0.25 24
- شکل ۱۵-۲: بردارهای سرعت برای جریان کانال اصلی پر در یک کانال انحنادار دوزنقه ای 24
- شکل ۱۶-۲: بردارهای سرعت برای جریان فراتر از کانال اصلی با عمق نسبی 0.25 در یک کانال انحنادار دوزنقه ای و دارای بسترهای سیلابی با مرزهای خارجی بدون انحنا 25

شکل ۲-۱۷: بردارهای سرعت برای جریان فراتر از کانال اصلی با عمق نسبی 0.25 در یک کانال انحنادار مستطیلی

25 و دارای بسترهای سیلابی با مرزهای خارجی انحنادار.....

شکل ۲-۱۸: بردارهای سرعت برای جریان فراتر از کانال اصلی با عمق نسبی 0.50 در یک کانال انحنادار مستطیلی

26 و دارای بسترهای سیلابی با مرزهای خارجی انحنادار.....

فصل سوم:

شکل ۳-۱: طرح محورها و مؤلفه های سرعت (دو بعدی و سه بعدی) 30

شکل ۳-۲: پروفیل‌های عمومی سرعت 34

شکل ۳-۳: جریانات ثانویه. الف: نوع اول در کانال انحنادار ب: نوع دوم برای جریان یکنواخت 45

فصل چهارم:

شکل ۴-۱: تبادل جریان در سطح اندرکنش بین کانال اصلی و بسترهای سیلابی 48

شکل ۴-۲: تعادل مومنتم برای یک زیرناحیه از کانال مرکب 50

شکل ۴-۳: توزیع تنش برشی بستر مقایسه در برابر آزمایش 020501. از سری آزمایشات FCF 56

فصل پنجم:

شکل ۵-۱: طرح کلی از مقطع عرضی کانال مرکب 69

شکل ۵-۲: بازه تعریف شده جهت مدلسازی سری 01 (FCF). (الف) شماتیک بازه (ب) نحوه تعیین طول بازه

77 (از مقطع 3 تا 2 و مقطع 2 تا 1)

شکل ۵-۳: مشخصات هندسی مقاطع عرضی برای مدلسازی آزمایشات سری 01 (FCF). (الف) بالادست،

78 (ب) میانی و (ج) پایین دست.....

شکل ۵-۴: مشخصات هندسی مقاطع عرضی برای مدلسازی آزمایشات سری 02 (FCF). (الف) بالادست،

79 (ب) میانی و (ج) پایین دست.....

شکل ۵-۵: مشخصات هندسی مقاطع عرضی برای مدلسازی آزمایشات سری 03 (FCF). (الف) بالادست،

80 (ب) میانی و (ج) پایین دست.....

شکل ۵-۶: مشخصات هندسی مقاطع عرضی برای مدلسازی آزمایشات سری 06 (FCF). (الف) بالادست،

81 (ب) میانی و (ج) پایین دست.....

شکل ۵-۷: مشخصات هندسی مقاطع عرضی برای مدلسازی آزمایشات سری 08 (FCF). (الف) بالادست،

82 (ب) میانی و (ج) پایین دست.....

شکل ۵-۸: مشخصات هندسی مقاطع عرضی برای مدلسازی آزمایشات سری 10 (FCF). (الف) بالادست،

83 (ب) میانی و (ج) پایین دست.....

شکل ۵-۹: مشخصات هندسی مقاطع عرضی برای مدلسازی آزمایشات سری 10 (FCF). (الف) بالادست،

84 (ب) میانی و (ج) پایین دست.....

شکل ۵-۱: دبی ها (پروفیلها) و شرایط مرزی جهت مدلسازی آزمایشات سری 02 (FCF).....

شکل ۵-۱۱: دبی ها (پروفیلها) و شرایط مرزی جهت مدلسازی آزمایشات سری 03 (FCF).....

شکل ۵-۱۲: دبی ها (پروفیلها) و شرایط مرزی جهت مدلسازی آزمایشات سری 06 (FCF).....

شکل ۵-۱۳: دبی ها (پروفیلها) و شرایط مرزی جهت مدلسازی آزمایشات سری 08 (FCF).....

شکل ۵-۱۴: دبی ها (پروفیلها) و شرایط مرزی جهت مدلسازی آزمایشات سری 10 (FCF).....

فصل ششم:

شکل ۶-۱: نمودار خطای محاسبه دبی و شیب انرژی با روش حل عددی نسبت به روش حل تحلیلی

88 معادلات EDM (آزمایشات FCF سریهای 01، 02، 03، 80 و 10).....

شکل ۶-۲: نمودار خطای نسبی محاسبه دبی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی برای آزمایشات سری 01 (FCF).....

شکل ۶-۳: نمودار خطای نسبی محاسبه دبی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی برای آزمایشات سری 02 (FCF).....

شکل ۶-۴: نمودار خطای نسبی محاسبه دبی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی برای آزمایشات سری 03 (FCF).....

شکل ۶-۵: نمودار خطای نسبی محاسبه دبی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی برای آزمایشات سری 06 (FCF).....

شکل ۶-۶: نمودار خطای نسبی محاسبه دبی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی برای آزمایشات سری 08 (FCF).....

شکل ۶-۷: نمودار خطای نسبی محاسبه دبی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی برای آزمایشات سری 10 (FCF).....

شکل ۶-۸: محاسبه منحنی دبی اشل به روش EDM برای آزمایشات سری 01 (FCF).....

شکل ۶-۹: محاسبه منحنی دبی اشل به روش SCM برای آزمایشات سری 01 (FCF).....

شکل ۶-۱: محاسبه منحنی دبی اشل به روش DCM برای آزمایشات سری 01 (FCF).....

شکل ۶-۱۱: محاسبه منحنی دبی اشل به روش EDM برای آزمایشات سری 02 (FCF).....

- شکل ۱۲-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *SCM* برای آزمایشات سری 02 (FCF) 98
- شکل ۱۳-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *DCM* برای آزمایشات سری 02 (FCF) 98
- شکل ۱۴-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *EDM* برای آزمایشات سری 03 (FCF) 99
- شکل ۱۵-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *SCM* برای آزمایشات سری 03 (FCF) 99
- شکل ۱۶-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *DCM* برای آزمایشات سری 03 (FCF) 100
- شکل ۱۷-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *EDM* برای آزمایشات سری 06 (FCF) 100
- شکل ۱۸-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *SCM* برای آزمایشات سری 06 (FCF) 101
- شکل ۱۹-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *DCM* برای آزمایشات سری 06 (FCF) 101
- شکل ۲۰-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *EDM* برای آزمایشات سری 08 (FCF) 102
- شکل ۲۱-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *SCM* برای آزمایشات سری 08 (FCF) 102
- شکل ۲۲-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *DCM* برای آزمایشات سری 08 (FCF) 103
- شکل ۲۳-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *EDM* برای آزمایشات سری 10 (FCF) 103
- شکل ۲۴-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *SCM* برای آزمایشات سری 10 (FCF) 104
- شکل ۲۵-۶: محاسبه منحنی دبی اشل به روش *DCM* برای آزمایشات سری 10 (FCF) 104
- شکل ۲۶-۶: متوسط قدرمطلق خطاهای نسبی محاسبه دبی به روشهای مختلف برای آزمایشات سریهای
01, 02, 03, 06, 08 و 10 (FCF) 105
- شکل ۲۷-۶: نمودار خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی
برای آزمایشات سری 01 (FCF) 106
- شکل ۲۸-۶: نمودار خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی
برای آزمایشات سری 02 (FCF) 107
- شکل ۲۹-۶: نمودار خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی
برای آزمایشات سری 03 (FCF) 107
- شکل ۳۰-۶: نمودار خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی
برای آزمایشات سری 06 (FCF) 108
- شکل ۳۱-۶: نمودار خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی
برای آزمایشات سری 08 (FCF) 108

شکل ۳۲-۶: نمودار خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی با روشهای مختلف نسبت به عمق نسبی

109 برای آزمایشات سری 10 (FCF)

شکل ۳۳-۶: متوسط قدرمطلق خطاهای نسبی محاسبه شیب خط انرژی به روشهای مختلف

110 برای آزمایشات سریهای 01, 02, 03, 06, 08 و 10 (FCF)

شکل ۳۴-۶: نمودار متوسط قدرمطلق خطای نسبی محاسبه دبی و شیب خط انرژی با در نظر گرفتن ضرایب

111 زبری مانینگ مختلف برای آزمایشات سریهای 01, 02, 03, 06, 08 و 10 (FCF)

شکل ۳۵-۶: مقادیر دقیق Ψ^t (جهت محاسبه دقیق دبی (با خطای نسبی کمتر از 0.1 درصد) با روش EDM

شکل ۳۶-۶: خطای نسبی محاسبه دبی با روش EDM و با در نظر گرفتن Ψ^t برابر با 0.16

شکل ۳۷-۶: خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی با روش EDM و با در نظر گرفتن Ψ^t برابر با 0.16

شکل ۳۸-۶: بدست آوردن معادله ساده خط جهت برآورد مقادیر Ψ^t (عمق نسبی کمتر از 0.15)

شکل ۳۹-۶: بدست آوردن معادله ساده خط جهت برآورد مقادیر Ψ^t (عمق نسبی بزرگتر یا مساوی 0.15)

شکل ۴۰-۶: خطای نسبی محاسبه دبی به روش EDM و با استفاده از فرمولهای (1-8) و (2-8) جهت برآورد Ψ^t

شکل ۴۱-۶: خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی به روش EDM و با استفاده از فرمولهای (1-8) و (2-8) جهت

117 برآورد Ψ^t

شکل ۴۲-۶: مقایسه کلی متوسط قدر مطلق خطای نسبی در محاسبه دبی و شیب خط انرژی با استفاده از روش EDM برای Ψ^t برابر

با 0.16 و همچنین برآورد Ψ^t با فرمولهای (1-8) و (2-8) برای آزمایشات سریهای 01, 02, 03, 06, 08 و 10 (FCF) ...

شکل ۴۳-۶: میانگین قدرمطلق خطاهای نسبی محاسبه دبی و شیب خط انرژی با روش EDM و با در نظر گرفتن Ψ^t برابر با 0.16

و همچنین برآورد Ψ^t از طریق فرمولهای (1-8) و (2-8) برای آزمایشات Knight & Dimitriou (TL/T=4)

شکل ۴۴-۶: میانگین قدرمطلق خطاهای نسبی محاسبه دبی و شیب خط انرژی با روش EDM و با در نظر گرفتن Ψ^t برابر با

0.16 و همچنین برآورد Ψ^t از طریق فرمولهای (1-8) و (2-8) برای آزمایشات Yuen (SO=0.001)

شکل ۴۵-۶: خطای نسبی محاسبه دبی با روش EDM و با در نظر گرفتن Ψ^t برابر با 0.16 و همچنین برآورد Ψ^t از طریق

120 فرمولهای (1-8) و (2-8) برای آزمایشات Knight & Dimitriou

شکل ۴۶-۶: خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی با روش EDM و با در نظر گرفتن Ψ^t برابر با 0.16 و همچنین

121 برآورد Ψ^t از طریق فرمولهای (1-8) و (2-8) برای آزمایشات Knight & Dimitriou

شکل ۶-۴۷: خطای نسبی محاسبه دبی با روش EDM و با در نظر گرفتن Ψ^t برابر با 0.16 و همچنین برآورد Ψ^t

از طریق فرمولهای (1-8) و (2-8) برای آزمایشات Yuen 121

شکل ۶-۴۸: خطای نسبی محاسبه شیب خط انرژی با روش EDM و با در نظر گرفتن Ψ^t برابر با 0.16 و همچنین

برآورد Ψ^t از طریق فرمولهای (1-8) و (2-8) برای آزمایشات Yuen 121

فهرست جداول

فصل دوم:

جدول ۱-۲: روشهای مختلف تعیین ضریب زبری معادل در کانالهای مرکب (واحدها بر اساس SI) 15

جدول ۲-۴: فرمولهای مشهور ارائه شده جهت محاسبه تنش برشی ظاهری در سطح اندرکنش عمودی کانال اصلی و بسترهای سیلابی..... 17

فصل سوم

جدول ۱-۳: مقادیر ثابت در مدل عمق متوسط $K-E$ 44

فصل پنجم:

جدول ۱-۵: معرفی آزمایشات مورد مطالعه 68

جدول ۲-۵: داده های مربوط به آزمایشات FCF 70

ضمیمه دوم:

جدول ض ۱-۲: مقایسه نتایج حاصل از حل عددی و حل تحلیل EDM 158

جدول ض ۲-۲: محاسبه دبی و شیب انرژی با روشهای مختلف برای آزمایشات سری های

01, 02, 03, 06, 08 و 10 (FCF) 163

جدول ض ۲-۳: محاسبه دبی و شیب خط انرژی با در نظر گرفتن ضرایب زبری مانینگ مختلف و مقایسه نتایج 175

جدول ض ۲-۴: محاسبه دبی و شیب خط انرژی برای آزمایشات سریهای 01, 02, 03, 06, 08 و 10 با در نظر گرفتن

01, 02, 03, 06, 08 و 10 (FCF) 191

جدول ض ۲-۵: محاسبه دبی و شیب خط انرژی برای آزمایشات کانالهای کوچک مقیاس و با در نظر گرفتن $wt=0.16$

01, 02, 03, 06, 08 و 10 (FCF) 197

لیست علائم و نشانه ها

عنوان	واحد	علامت
سطح مقطع، مساحت	m^2	A
سطح مقطع جریان در ناحیه i	m^2	A_i
مساحت کل جریان در مقطع عرضی	m^2	A_t
بترتیب مساحت‌های جریان در بستر سیلابی چپ و کانال اصلی و بستر سیلابی راست	m^2	A_{rob} و A_{ch} و A_{lob}
عرض تمام کانال	m	B
عرض کانال اصلی	m	b
ضریب افت ناشی از جمع شدگی یا باز شدگی	-	C
فاکتور اصطکاک بدون بعد	-	c_f
نسبت بین ظرفیت انتقال محاسبه شده توسط SCM به DCM	-	COH
عمق آب بدون هوا	m	D
عمق آب به همراه هوا	m	D_a
نسبت بین دبی واقعی به دبی محاسبه شده توسط DCM	-	DISADF
خطای نسبی	-	E_r
عدد فرود	-	F
ضریب اصطکاک بدون بعد دارسی-وئیسباخ	-	f
ثابت گرانشی	m/s^2	g
عمق رودخانه اصلی	m	H
عمق بستر سیلابی	m	h_f
عمق نسبی	-	H_r
ابعاد مربوط به ارتفاع کانال	m	h_l و h_r
ظرفیت انتقال یا گذردهی کانال	m^3/s	K
فاکتور تناسب	-	K
ظرفیت انتقال در کانال اصلی	m^3/s	K_c

فاکتور تناسب روی کانال اصلی	—	K_c
ظرفیت انتقال در بستر سیلابی	m^3/s	K_f
فاکتور تناسب روی بسترهای سیلابی	—	K_f
ظرفیت انتقال کل مقطع عرضی	m^3/s	K_t
به ترتیب ظرفیتهای انتقال بستر سیلابی چپ و کانال اصلی و بستر سیلابی راست	m^3/s	K_{Rob} و K_{Ch} و K_{lob}
طول بازه	m	L
به ترتیب طولهای بازه با توجه به جریان در بستر سیلابی سمت چپ، کانال اصلی و بستر سیلابی سمت راست	m	L_{Rob} و L_{Ch} ، L_{lob}
طول اختلاط و طول آشفتهگی	m	l_d و l_m
فشار اتمسفر به صورت ارتفاع ستون جیوه	m	m
تعداد بسترهای سیلابی اصلی	—	N_f
ضریب زبری مانینگ است	$s/m^{1/3}$	n
ضریب زبری مرکب یا معادل	$s/m^{1/3}$	nc
نیروی ناشی از فشار هیدرواستاتیکی	N	P
فشار	pa	p
فشار در سطح آزاد سیال	pa	p_a
محیط مرطوب زیرناحیه آ	m	P_i
دبی	m^3/s	Q
دبی جریان در کانال اصلی	m^3/s	Q_c
به ترتیب متوسط دبیها بین بستر سیلابی سمت چپ ، کانال اصلی و بستر سیلابی سمت راست مقاطع عرضی	m^3/s	\bar{Q}_{Rob} و \bar{Q}_{Ch} ، \bar{Q}_{lob}
دبی واحد مبادله شده	m^2/s	q
دبی واحد مبادله شده به علت تغییرات در شکل هندسی مقطع	m^2/s	q^g
دبی واحد مبادله شده ناشی از آشفتهگی جریان	m^2/s	q^t
جریان ورودی ناشی از تغییر در هندسه مقطع (از کانال اصلی به بستر سیلابی)	m^2/s	q_{cf}^g
جریان ورودی ناشی از تغییر در هندسه مقطع (از بستر سیلابی به کانال اصلی)	m^2/s	q_{fc}^g
جریان ورودی ناشی از آشفتهگی (از کانال اصلی به بستر سیلابی)	m^2/s	q_{cf}^t
جریان ورودی ناشی از آشفتهگی (از بستر سیلابی به کانال اصلی)	m^2/s	q_{fc}^t

شعاع هیدرولیکی مقطع جریان	m	R
شیب بستر کانال	-	S_0
شیب انرژی	-	S_f
شیب اصطکاک بین دو مقطع	-	\bar{S}_f
ابعاد عرضی کانال	m	$\frac{W}{TR}, \frac{V}{TL}, \frac{U}{T}$
زمان	s	t
سرعت متوسط جریان	m/s	U
سرعت جریان جانبی. در معادله (۳-۴) جریان های جانبی q_{out} و q_{in}	m/s	u_L
وزن	N	W
سرعت های عمق متوسط	m/s	W, V, U
مؤلفه های سرعت موضعی	m/s	w, v, u
مؤلفه های سرعت ناشی از آشفتگی جریان	m/s	w, v, u
مؤلفه های سرعت متوسط رینولدز	m/s	
تراز آب	m	z
تراز کف	m	z_b
تراز سطح آزاد آب	m	z_w
تنش برشی ظاهری	pa	τ_a
تنش برشی بستر	pa	τ_b
تنش های برشی ناشی از آشفتگی	pa	τ_{yy} و τ_{yx} و τ_{xy} و τ_{xx}
مؤلفه افقی تنش برشی بستر	pa	τ_{bed}
مؤلفه افقی تنش برشی سطح سیال	pa	τ_{surf}
سرعت برشی	m/s	U_*
ویسکوزیته	m^2/s	ν_t و ν
ضرایب پراکندگی	-	χ_{vv} و χ_{uv} و χ_{uu}
نسبت افت اضافی ناشی از آشفتگی و تغییر هندسی مقطع به افت اصطکاک	-	$\chi = S_a/S_f$
ضریب تناسب برای تبادلات ناشی از آشفتگی	-	ψ^t
ضریب تناسب برای انتقال دبی ناشی از تغییر هندسه مقطع	-	ψ^g

ضرایب توزین سرعت	-	α_1 و α_2
سمبل کرانکر	-	δ_{ij}
چگالی	kg/m^3	ρ
ضریب بوسینسک و ضریب مومنتم	-	β
فاکتور بدون بعد ویسکوزیته گردابی	-	λ
جمله جریان ثانویه	-	Γ
وزن مخصوص آب	N/m^3	γ
<hr/>		
روش تحلیلی		A
قدرمطلق		ABS
میانگین		AVE
برآورد		AP
به ترتیب نشان دهنده محاسبه ضریب زبری معادل مانینگ با روشهای پاولوسکی، هرتن و انیشترین، فلکل، مهندسی ارتش آمریکا و کلباخ		cn و un fn hn pn
روش کانال تقسیم بندی شده		DCM
دقیق		E
روش تبادل دبی		EDM
مرکز تسهیلات کانال سیلابی انگلستان		FCF
به ترتیب اندیسه‌های مربوط به کانال اصلی و بستر سیلابی		f و c
صفحه گرافیکی کاربر		GUI
اندیس مربوط به زیرناحیه های کانال مرکب		i
اتلاف عمق متوسط-انرژی جنبشی عمق متوسط		K - ϵ
روش توزیع جانبی		LDM
مقادیر اندازه گیری شده		MEAS
روش عددی		N
به ترتیب نشان دهنده بستر سیلابی چپ، کانال اصلی و بستر سیلابی راست		RFP و MC, LFP
روش کانال منفرد		SCM
روش شیانو- نایت		SKM

در این تحقیق، رفتار هیدرولیکی جریان در کانالهای رودخانه ای یعنی کانالهای دارای مقطع عرضی مرکب مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. در کانالهای مرکب به علت عمق بیشتر کانال اصلی و عموماً زبری کمتر آن، سرعت در کانال اصلی بیشتر از بسترهای سیلابی می باشد. در واقع هنگامی که تراز آب در کانال مرکب زیاد می گردد و آب روی بسترهای سیلابی جاری می گردد محیط مرطوب به صورت ناگهانی افزایش یافته و در پی آن شعاع هیدرولیکی کاهش می یابد و باعث برآورد دبی به صورت کمتر از مقدار واقعی می گردد. برای حل این موضوع Lotter (1933) پیشنهاد کرد که مقطع عرضی کانال مرکب به زیر ناحیه هایش یعنی کانال اصلی و بسترهای سیلابی که در آنها توزیع سرعت همگن تر است تقسیم گردد، سپس دبی به صورت جداگانه در هر زیر ناحیه تعیین گردد و دبی کل مقطع از جمع اینها بدست آید بعدها این روش به روش کانال تقسیم شده (DCM) معروف گردید و روش قدیمی نیز به روش کانال ساده (SCM) معروف شد. روشهای متعددی بر مبنای روش تقسیم بندی کانال ایجاد و توسعه یافته اند که در این بین روش تبادل دبی (EDM) را میتوان نام برد که از جمله نقاط قوت این مدل مبنای تئوریک و استفاده آسان از آن می باشد. روش EDM، با در نظر گرفتن و به حساب آوردن تأثیرات انتقال مومنتم از میان سطح مشترک بین کانال اصلی و بستر سیلابی (سطح اندرکنش) توسعه یافته است. در این روش در نظر گرفته شده است که تبادلات دبی از میان سطح اندرکنش می تواند ناشی از تبادلات آشفتگی و انتقال هندسی باشد و در معادلات EDM تأثیرات انتقال مومنتم به صورت افزودن افت اضافی به افت های ناشی از اصطکاک بستر مدلسازی می گردد.

به منظور انجام آزمایشات روی کانالهای مرکب در مقیاس بزرگ و اعداد رینولدز بالا، تسهیلات کانال سیل (FCF) در کشور انگلیس ساخته شد. از آنجایی که در این کار، مطالعه روی کانالهای مرکب مستقیم و منشوری و همچنین صاف و بدون رسوب با جریان دائمی انجام شده است، لذا آزمایشات فاز A از مجموع آزمایشات FCF انتخاب گردیده است. به کمک داده های FCF و مدلسازی آنها با نرم افزار HEC-RAS که نرم افزاری بر مبنای DCM می باشد و زبان برنامه نویسی ++C، نتایج حاصل از EDM با نتایج حاصل از مدل‌های دیگر از جمله SCM و DCM مقایسه شد. با ارائه برنامه هایی به زبان ++C، تعیین منحنی دبی-اشل و تعیین شیب انرژی با استفاده از EDM انجام شد تا کمک دانشجویان و دیگر علاقمندان بررسی رفتار جریان در کانالهای رودخانه ای باشد. ضریب تجربی بکار گرفته شده در EDM برای کانالهای مستقیم و منشوری (Ψ^t) به کمک همین آزمایشات مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و با کالیبراسیون این ضریب، فرمولی در حد امکان ساده و دارای دقت بالا جهت برآورد این ضریب پیشنهاد گردید، برای اعتبار گرفتن برای این فرمول از نتایج دو سری آزمایش در کانالهای کوچک مقیاس (آزمایشات انجام شده توسط Knight and Dimitriou و همچنین آزمایشات انجام شده توسط Yuen) استفاده شد. همچنین شش روش معروف تعیین ضریب زبری مرکب مانینگ مورد بررسی قرار گرفت تا دقیقترین روش معرفی گردد.

به منظور مطالعه و تبیین رفتار هیدرولیکی جریان در کانالهای مرکب و رودخانه ها، دو پارامتر بسیار مهم که عبارت از دبی جریان و شیب خط انرژی می باشند مورد بررسی دقیق قرار گرفت. محاسبه دبی برای آزمایشات FCF، توسط EDM، DCM و SCM انجام گرفت و نتایج نشان دادند که EDM دارای کمترین خطای نسبی جهت محاسبه دبی (منحنی دبی-اشل) می باشد همچنین محاسبه شیب خط انرژی برای آزمایشات FCF، توسط EDM و نرم افزار HEC-RAS انجام شد و نتایج نشان دادند که در اینجا نیز EDM دارای کمترین خطای نسبی جهت محاسبه شیب خط انرژی می باشد. در انتها برای تعیین Ψ^t بر حسب عمق نسبی (عمق بستر سیلابی به عمق کانال اصلی)، دو معادله ساده خطی یکی برای عمق نسبی کمتر از 0.15 و دیگری برای عمق نسبی بیشتر از آن ارائه شد که نتایج حاصل از EDM را بصورت قابل توجهی بهبود بخشیدند. جهت تعیین سه ضریب زبری معادل مانینگ برای بستر سیلابی چپ و بستر سیلابی راست و کانال اصلی با روشهای مختلف تعیین زبری معادل نیز نتیجه گرفته شد که روش Felkel دارای خطای نسبی کمتر می باشد.