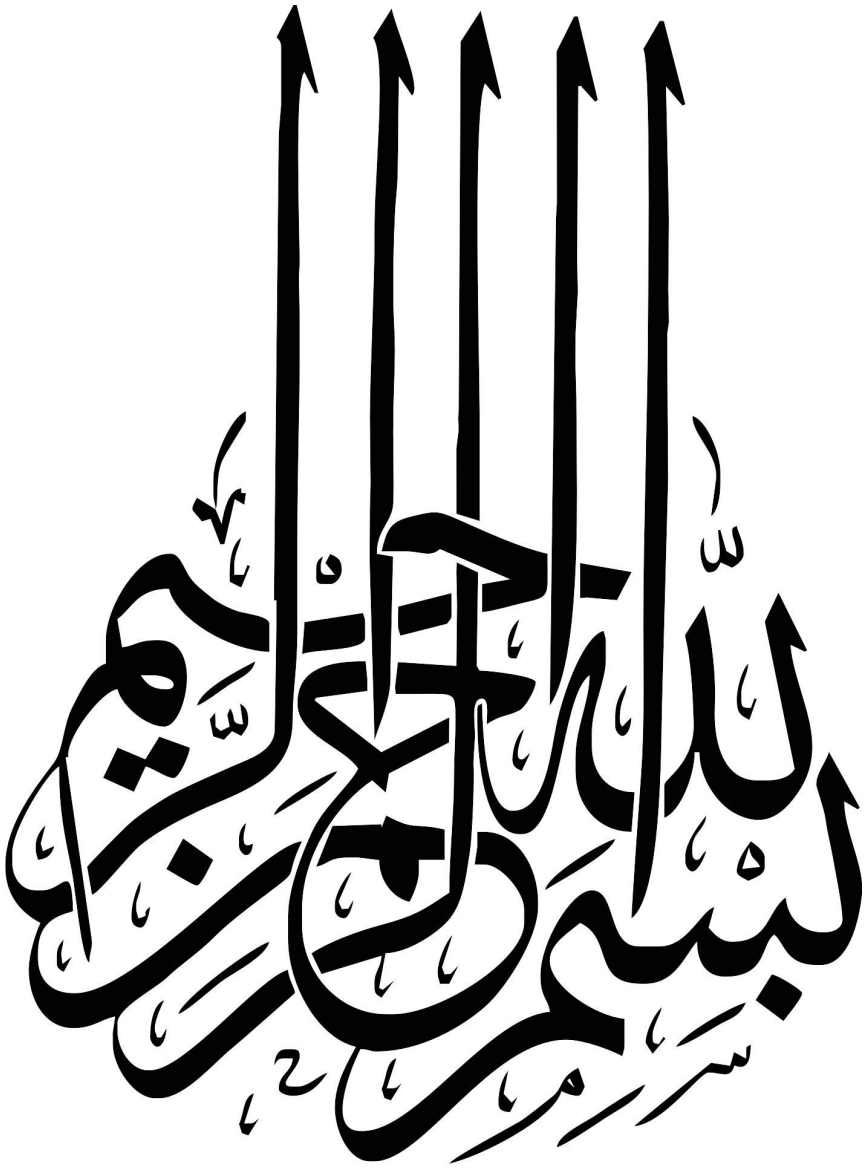
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی
گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشتهٔ مهندسی کشاورزی

گرایش آبیاری و زهکشی

عنوان پایان نامه

تهیه مدل ریاضی روندیابی سیلاب در یک سیستم رودخانه ای به روش موج دینامیک

اساتید راهنما:

دکتر رسول قبادیان

دکتر هوشنگ قمرنیا

نام دانشجو:

سجاد نیکروش

شهریور ماه ۱۳۸۹

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است.

Razi University

Faculty of Agriculture
Department of Water Science Engineering

Preparation of mathematical model for flood routing in a river system by dynamic wave methed

M. Sc. Thesis

By:
Sajjad Nikravesh

Approved and Evaluated By Thesis committee: …….

Supervisor, Dr. Rasool Ghobadian, ……..…..……..... Assist. Prof

Supervisor, Dr. Hooshang Ghamarnia, ……..……..……..……Assist. Prof

Internal Examiner, Dr. Bahman Farhadi, ……...…..…….……..… Assist. Prof

External Examiner, Dr. Hamid Zare Abyane, ...Assist. Prof

August 2010

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی کشاورزی

گرایش آبیاری و زهکشی

سجاد نیکروش

تحت عنوان

تهیه مدل ریاضی روندیابی سیلاب در یک سیستم رودخانه ای به روش موج دینامیک

در تاریخ ۸۹/۶/۳۱ توسط هیئت داوران زیر بررسی و با درجه به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای اول	دکتر رسول قبادیان	با مرتبه استادیاری	امضاء
۲- استاد راهنمای دوم	دکتر هوشنگ قمرنیا	با مرتبه استادیاری	امضاء
۳- استاد داور داخل گروه	دکتر بهمن فرهادی	با مرتبه استادیاری	امضاء
۴- استاد داور خارج از گروه	دکتر حمید زارع ابیانه	با مرتبه استادیاری	امضاء

شهریور ماه ۱۳۸۹

Razi University

Faculty of Agriculture
Department of Water Science Engineering

M.Sc.Thesis
Preparation of mathematical model for flood routing in a river system by dynamic wave method

Supervisor:

Dr. Rasool Ghobadian
Dr. Hooshang Ghamarnia

By:
Sajjad Nikravesh

August 2010

تهیه مدل ریاضی روندیابی سیلاب در یک سیستم رودخانه ای
با روش موج دینامیک

تقدیم به:

پدر بزرگوارم

مادر دلسوز و مهربانم

و

همسر گرامی ام

سپاس بیکران ایزد یکتا را، که قدرت تفکر و اندیشیدن را به انسان ارزانی داشت و ستایش هم او را که تجلی وجودش در دو گوهر نایاب زندگیم براستی ستودنی است، پدر و مادری که دستانشان جایگاه هزاران بوسه است و غبار راهشان سرمه چشم.

این پایان نامه نتیجه زحمات بی دریغ اساتیدی است که زندگی خود را در راه تربیت فرزندان این مرز و بوم، فدا نموده اند. در اینجا از کلیه اساتیدی که مرا در تمامی مراحل تحصیل یاری نموده اند، کمال تشکر و امتنان را دارم.

و با تشکر و سپاس فراوان از:

استاد گرانقدر و بزرگوارم جناب آقای دکتر رسول قبادیان که در نهایت شکیبایی و متانت در تمام مراحل این پایان نامه، راهنمایم بوده اند.

جناب آقای دکتر قمرنیا، استاد راهنمای پایان نامه، که همواره الطاف بی دریغشان شامل حال بنده و تمامی دانشجویان گروه بوده است.

اساتید محترم جناب آقایان دکتر بهمن فرهادی و دکتر حمید زارع ابیانه، که زحمت مطالعه و داوری پایان نامه را بر عهده داشته اند.

اساتید محترم مقطع کارشناسی جناب آقایان: دکتر ربانی، دکتر شکاری، دکتر طاهری تیزرو، دکتر سرگردی، دکتر جاویدی، خانم دکتر جوان، مهندس میرزایی، مهندس ایزدبخش و مهندس اشتریان که در طی مراحل تحصیل همواره راهنمایم بوده اند.

استاد گرانقدرم جناب آقای مهندس وحیدی که در طی مراحل تحصیل راهنمای بنده بوده اند و در محیط کار با صبر و متانت بنده را حمایت نموده اند.

دوستان و همکاران عزیزم جناب آقایان: مهندس حمید احمدی، علی فتاحی، مهندس عرفان خدایی، مهندس بهروز فرجی، مهندس پیام حسینی و مجتبی باباکرمی، بخاطر همکاری های برادرگونه در انجام این پایان نامه.

و با قدردانی و سپاس فراوان از الطاف بی دریغ همسر مهربانم، خانم مهندس میترا زارع، که ادامه تحصیل خود را مدیون زحمات و فداکاری های ایشان می دانم.

با عرض ادب و احترام – سجاد نیکروش

شهریور ماه ۱۳۸۹

چکیده

سیل یکی از پیچیده ترین و مخرب ترین رویدادهای طبیعی است که بیش از هر بلای طبیعی دیگر جان و مال انسانها و شرایط اجتماعی و اقتصادی را به مخاطره می اندازد.

برای کاهش خسارات جانی و مالی سیلاب لازم است درک صحیحی از خصوصیات هیدرولیکی و روند یابی سیلاب داشته باشیم. از این رو توسعه مدل های ریاضی که بتوانند پدیده سیلاب را بدرستی شبیه سازی نمایند همواره مورد توجه محققین امر می باشد. روند یابی هیدرولیکی سیلاب در یک سیستم رودخانه ای با حل همزمان معادلات پیوستگی و اندازه حرکت که به معادلات سنت–ونانت معروفند انجام می شود. از شناخته ترین روش های حل این معادلات روش چهار نقطه ای پریزمن است که نیاز به حل دستگاه معادلات و حافظه جانبی زیادی دارد. در این مطالعه مدلی ریاضی تهیه شده است که در آن معادلات دیفرانسیل جریان غیر ماندگار پس از منفصل شدن با روش تفاضل محدود و تکنیک تناوبی با استفاده از الگوی کرانک نیکلسون برای یک سیستم رودخانه ای با شاخه های متعدد حل می شوند. رقوم سطح آب در محل گره ها با استفاده از خصوصیات ماتریس ها و تکنیک خط تاثیر بصورت ضمنی محاسبه می شود. یکی از مزایای مدل حاضر این است که در آن معادلات بر روی مقاطع برداشت شده رودخانه منفصل شده اند و ماتریس حاصله سه قطری است که با الگوریتم TDMA حل می شود.

برای صحت سنجی مدل آزمون های مختلفی انجام شد. در ابتدا به منظور بررسی توانائی مدل در شبیه سازی جریان متغییر تدریجی از یک شبکه حلقه ای پیچیده استفاده شد. در این مورد نتایج نشا ن داد که رقوم سطح آب در محل گره ها و دبی شاخه ها با دقت بسیار بالاتر از مدل HEC-RAS توسط مدل این تحقیق محاسبه می شود. پس ازآن پروفیل سطح جریان بالادست دریچه انتهای یک کانال مدتی پس از بسته شدن ناگهانی آن شبیه سازی شد. مقایسه پروفیل سطح آب محاسبه شده با مقادیر اندازه گیری شده در این شرایط نشان داد که مدل به درستی جریان ناپایدار پشت دریچه را شبیه سازی می نماید. همچنین توانائی مدل در شبیه سازی جریان غیر ماندگار در رودخانه های طبیعی با مقاطع نامنظم و شاخه های متعدد بررسی شد. نتایج تطابق خوبی با مدل HEC-RAS داشت.

کلمات کلیدی: مدل ریاضی، معادلات سنت - ونانت ، الگوی کرانک نیکلسون، تکنیک تناوبی، تکنیک خط تأثیر

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**

فصل اول- مقدمه ۲

فصل دوم- کلیات و بررسی منابع

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- طبقه بندی برنامه های کامپیوتری ۷

۲-۳- مدل های عددی یک بعدی ۹

۲-۳-۱- مدل یک بعدی جریان در کانال های باز ۹

۲-۳-۱-۱- معادلات هیدرولیکی یک بعدی جریان ۹

۲-۳-۱-۱-۱- مدل موج دینامیک ۹

۲-۳-۱-۱-۲- مدل موج دیفیوژن ۱۰

۲-۳-۱-۱-۳- مدل موج سینماتیک ۱۱

۲-۳-۱-۲- اعمال شرایط مرزی و اولیه جریان ۱۱

۲-۳-۲- ضریب زبری مانینگ ۱۳

۲-۳-۳- خصوصیات هیدرولیکی مقاطع مرکب ۱۴

۲-۳-۳-۱- روش آلفا ۱۴

۲-۳-۳-۲- روش تقسیم شعاع هیدرولیکی ۱۵

۲-۳-۳-۳- روش تقسیم شیب انرژی ۱۶

۲-۳-۳-۴- روش انتقالی ۱۷

۲-۳-۴- ضریب تصحیح اندازه حرکت ۱۸

۲-٤- محاسبات جریان در کانالهای باز ۱۹

۲-۴-۱- محاسبات جریان ماندگار در حالت یک بعدی ۱۹

۲-۴-۱-۱- معادلات جریان ماندگار ۱۹

۲-۴-۱-۲- حل معادلات جریان ماندگار ۲۱

۲-۴-۱-۳- محاسبات جریان در محل های تلاقی و جداشدگی کانال ۲۳

۲-۴-۱-۳-۱- محل های تلاقی ۲۴

۲-۴-۱-۳-۲- محل های جداشدگی ۲۶

۲-۴-۲- محاسبات جریان غیرماندگار ۲۸

۲-۴-۲-۱- معادلات جریان در حالت غیرماندگار ۲۸

۲-۴-۲-۲- خطی سازی موضعی معادلات جریان غیر ماندگار ۲۹
۲-۴-۲-۳- حل معادلات جریان غیرماندگار ۳۲
۲-۴-۲-۳-۱- الگوریتم حل برای یک شاخه کانال ۳۲
۲-۴-۲-۳-۲- الگوریتم حل برای شبکه شاخه ای از کانال ۳۵
۲-۴-۲-۳-۳- الگوریتم حل برای شبکه حلقه ای کانال ۳۷
۲-۴-۲-۴- اعمال سازه های هیدرولیکی به عنوان مرزهای داخلی ۴۱
۲-۵- پایداری روش پریزمن برای معادلات جریان یک بعدی ۴۴
۲-٦- روابط کمکی برای محاسبات جریان غیرماندگار ۴۶
۲-۶-۱- شیب اصطکاک ۴۶
۲-۶-۲- جریانات با عمق کم ۴۶
۲-۶-۳- اثر مناطق ماندابی ۴۷
۲-۷- پیشینه موضوع ۴۹

فصل سوم- مواد و روشها

۳-۱- مقدمه ۵۴
۳-۲- مبانی مدلسازی ریاضی ۵۴
۳-۲-۱- شبکه بندی میدان حل ۵۵
۳-۲-۱-۱- شبکه بندی با سازمان ۵۵
۳-۲-۱-۲- شبکه بندی بی سازمان ۵۵
۳-۲-۱-۳- شبکه بندی کارتزین ۵۶
۳-۲-۱-۴- شبکه بندی منحنی الخط ۵۷
۳-۲-۱-۴-۱- شبکه منحنی الخط متعامد ۵۷
۳-۲-۱-۴-۲- شبکه منحنی الخط غیر متعامد ۵۸
۳-۳- انتخاب نحوه گرید بندی ۵۸
۳-٤- منفصل سازی معادلات جریان غیرماندگار ۵۹
۳-۴-۱- روش زیگزاگی ۶۰
۳-۴-۲- شرایط مرزی باز در یک شاخه از رودخانه ۶۰
۳-۴-۳- منفصل سازی معادلات در یک شاخه از رودخانه ۶۱
۳-۴-۴- روش TDMA ۶۳
۳-۴-۵- کاربرد روش TDMA در مدل حاضر ۶۴
۳-۴-۶- منفصل سازی معادلات در یک سیستم رودخانه ای ۶۹

۳-۴-۶-۱- اتصال شاخه ها..... ۶۹
۳-۴-۶-۲- جداشدگی شاخه ها..... ۷۰
۳-۴-۷- تکنیک خط تأثیر در حل عددی معادلات جریان غیرماندگار در یک شاخهٔ رودخانه.....۷۱
۳-۴-۸- تکنیک خط تأثیر در تعیین رقوم سطح آب در محل گره ها در سیستم رودخانه ای.....۷۳
۳-۵- متن برنامه کامپیوتری روندیابی سیل در سیستم رودخانه.....۷۶

فصل چهارم- نتایج و بحث

٤-۱- مقدمه..... ۹۳
٤-۲- جریان متغیر تدریجی ماندگار در یک سیستم رودخانه ای.....۹۵
٤-۳- شبیه سازی موج انتقال به طرف بالادست.....۹۸
٤-٤- بررسی امکان شبیه سازی جریان در یک بازه از رودخانه قره سو.....۱۰۱
٤-۵- بررسی امکان شبیه سازی جریان ماندگار و غیر ماندگار در سیستم رودخانه ای...۱۰۶
۴-۵-۱- حالت ماندگار..... ۱۰۷
۴-۵-۲- حالت غیر ماندگار..... ۱۱۳

فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری..... ۱۲۱
۵-۲- پیشنهادات.....۱۲۲

منابع ۱۲۳

فهرست شکل ها

عنوان ..... **صفحه**

شکل ۲-۱: مقایسه مدل های موج دینامیک و دیفیوژن در محل تنگ شدگی کانال ۱۰

شکل ۲-۲: منحنی های مشخصه در مدل موج دینامیک در مرزهای ورودی و خروجی ۱۲

شکل ۲-۳: مقطع تعریف شده در روش آلفا ۱٤

شکل ۲-٤: شبکه بندی تفاضلات محدود برای مدل جریان یک بعدی **۲۰**

شکل ۲-۵: نمای کلی از یک شبکه کانال ۲۳

شکل ۲-٦: محل بهم پیوستگی در یک شبکه کانال ۲٤

شکل ۲-۷: محل جدا شدگی در یک شبکه کانال ۲٦

شکل ۲-۸: شبکه شاخه ای با سه کانال ۳۵

شکل ۲-۹: شبکه حلقه ای کانال ۳۸

شکل ۲-۱۰: محدوده های پایداری وقتی $c_r \geq 0.0$ ٤۵

شکل ۳-۱: شبکه با سازمان در میدان جریان حول یک آبشکن واقع در کانال مستقیم ۵٦

شکل ۳-۲: شبکه بی سازمان در میدان جریان حول پایه پل واقع در کانال مستقیم ۵٦

شکل ۳-۳: شبکه کارتزین برای میدان جریان در یک خم رودخانه (قلمرو غیر مستطیی) ۵۷

شکل ۳-٤: شبکه منحنی الخط متعامد برای میدان جریان در یک خم رودخانه ۵۷

شکل ۲-۵: تبدیل قلمرو فیزیکی با شبکه بندی منحنی الخط غیر متعامد به قلمرو محاسباتی ۵۸

شکل ۳-٦: گرید بندی شاخه ای از رودخانه با روش زیگزاگی ٦۳

شکل ۳-۷: ماتریس معادلات منفصل شده سنت – ونانت برای یک شاخه از رودخانه ٦۵

شکل ۳-۸: فلوچارت مدل ارائه شده در این تحقیق برای یک شاخه از رودخانه ٦٦

شکل ۳-۹: حالت های مختلف اتصال شاخه ها در سیستم رودخانه ای ٦۹

شکل ۳-۱۰: محل اتصال در یک سیستم رودخانه ای ٦٩
شکل ۳-۱۱: محل جداشدگی در یک سیستم رودخانه ای ۷۰
شکل ۳-۱۲: محل تقاطع شاخه ها در تکنیک خط تأثیر ۷۳
شکل ٤-۱: نحوه اتصال کانال ها در سیستم ارائه شده توسط چادری (۱۹۸٦) ۹۵
شکل ٤-۲: مقایسه نتایج پیش بینی سطح آب توسط مدل با مقادیر جوا و همکاران برای گام زمانی ۲ ثانیه ۹۸
شکل ٤-۳: مقایسه نتایج پیش بینی سطح آب توسط مدل با مقادیر جوا و همکاران (۱۹۹٦) برای گام زمانی ۳ ثانیه ۹۹
شکل ٤-٤: مقایسه نتایج پیش بینی سطح آب توسط مدل با مقادیر جوا و همکاران (۱۹۹٦) برای گام زمانی ٦ ثانیه ۹۹
شکل ٤-۵: مقایسه نتایج پیش بینی سطح آب توسط مدل با مقادیر جوا و همکاران (۱۹۹٦) برای $\theta = 0.9$ ۱۰۰
شکل ٤-٦: پلان رودخانه قره سو در ورودی به شهر کرمانشاه و موقعیت مقاطع برداشت شده ۱۰۲
شکل ٤-۷: برخی مقاطع عرضی برداشت شده در بازه مورد مطالعه ۱۰۳
شکل ٤-۸: هیدروگراف ورودی به بازه رودخانه قره سو (شرط مرزی بالادست) ۱۰٤
شکل ٤-۹: رابطه دبی اشل در انتهای بازه رودخانه قره سو (شرط مرزی پایین دست) ۱۰٤
شکل٤-۱۰: هیدروگرافهای دبی سیلاب محاسبه شده در سه مقطع نمونه توسط مدل حاضرو مدل HEC-RAS ۱۰۵
شکل٤-۱۱: منحنی های اشل – زمان محاسبه شده در سه مقطع نمونه توسط مدل حاضر و مدل HEC-RAS ۱۰۵
شکل٤-۱۲: سیستم رودخانه ای مورد مطالعه در بخش ٤-۵ ..... ۱۰۷
شکل٤-۱۳: هیدروگراف محاسبه شده در ابتدای شاخه ۲ در حالت ماندگار ۱۰۸
شکل٤-۱٤: رقوم سطح آب محاسبه شده در ابتدای شاخه ۲ در حالت ماندگار ۱۰۸

شکل٤-١٥: هیدروگراف محاسبه شده در ابتدای شاخه ٣ در حالت ماندگار..... ١٠٩
شکل٤-١٦: رقوم سطح آب محاسبه شده در ابتدای شاخه ٣ در حالت ماندگار..... ١٠٩
شکل٤-١٧: هیدروگراف محاسبه شده در ابتدای شاخه ٤ در حالت ماندگار..... ١١٠
شکل٤-١٨: رقوم سطح آب محاسبه شده در ابتدای شاخه ٤ در حالت ماندگار..... ١١٠
شکل٤-١٩: هیدروگراف محاسبه شده در ابتدای شاخه ٥ در حالت ماندگار ١١١
شکل٤-٢٠: رقوم سطح آب محاسبه شده در ابتدای شاخه ٥ در حالت ماندگار..... ١١١
شکل٤-٢١: هیدروگراف محاسبه شده در ابتدای شاخه ٦ در حالت ماندگار ١١٢
شکل٤-٢٢: رقوم سطح آب محاسبه شده در ابتدای شاخه ٦ در حالت ماندگار..... ١١٢
شکل٤-٢٣: هیدروگراف ورودی در شاخه های١، ٧، ٨، ٩، ١٠ و ١١ در حالت غیر ماندگار..... ١١٣
شکل٤-٢٤: هیدروگراف محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٢ در حالت غیر ماندگار..... ١١٤
شکل٤-٢٥: رقوم سطح آب محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٢ در حالت غیر ماندگار ١١٤
شکل٤-٢٦: هیدروگراف محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٣ در حالت غیر ماندگار..... ١١٥
شکل٤-٢٧: رقوم سطح آب محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٣ در حالت غیر ماندگار ١١٥
شکل٤-٢٨: هیدروگراف محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٤ در حالت غیر ماندگار..... ١١٦
شکل٤-٢٩: رقوم سطح آب محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٤ در حالت غیر ماندگار ١١٦
شکل٤-٣٠: هیدروگراف محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٥ در حالت غیر ماندگار..... ١١٧
شکل٤-٣١: رقوم سطح آب محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٥ در حالت غیر ماندگار ١١٧
شکل٤-٣٢: هیدروگراف محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٦ در حالت غیر ماندگار..... ١١٨
شکل٤-٣٣: رقوم سطح آب محاسبه شده در مقطع ٢ شاخه ٦ در حالت غیر ماندگار..... ١١٨

فهرست جداول

عنوان ..... صفحه

جدول ۲-۱: ضریب افت انرژی ناشی از تنگ یا باز شدگی در کانال ۲۱

جدول ۳-۱: انواع شرایط مرزی باز در مدل ارائه شده در این تحقیق **٦٠**

جدول ۳-۳: شرایط مرزی در اتصال رودخانه ها..... **۷۰**

جدول ۳-٤: شرایط مرزی در اتصال رودخانه ها..... **۷۱**

جدول ٤-۱: حالت های مختلف منفصل سازی معادلات سنت-ونانت در سیستم رودخانه ای.....۹۳

جدول ٤-۲: مشخصات هندسی سیستم نشان داده شده در شکل ٤-۱.....۹۵

جدول ٤-۳: مقایسه مقادیر محاسبه شده دبی و رقوم سطح آب با مقادیر بدست آمده از چادری و نرم افزار HEC-RAS.....۹٦

جدول٤-٤: پارامتر های آماری محاسبه شده بمنظو مقایسه نتایج حاصل از مدل ارائه شده و مدل HEC-RAS با نتایج ارائه شده در چادری (۱۹۹٦).....۹۷

جدول ٤-۵: مشخصات کانال ها در سیستم رودخانه ای مدل شده در شکل ٤-۱۲.....۱۰٦

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

در کنار رودخانه های بزرگ، آب کافی برای مصارف شهری، صنعتی و آبیاری مزارع وجود دارد. از این رو سهم زیادی از پیشرفت مراکز توسعه یافته شهری، صنعتی وکشاورزی واقع در امتداد رودخانه ها ناشی از جریان آب رودخانه ها می باشد.

با وجود اینکه آب الفبای آبادانی است، ولی با خود بلایایی به همراه دارد. این بلایا به صورت های مختلفی زندگی مردم را به مخاطره می اندازد. از جمله این بلایا می توان به سیل که ناشی از زیادی آب و خشکسالی که ناشی از کمبود آب است اشاره نمود.

پدیده سیل یکی از پیچیده ترین و مخرب ترین رویداد های طبیعی به شمار می رود که بیش از هر بلای طبیعی دیگر جان و مال انسانها و شرایط اجتماعی و اقتصادی یک جامعه را به مخاطره می اندازد.

در کشور ایران، سیل یکی از آشناترین لغات فرهنگ کشور به حساب می آید که خسارات قابل توجهی را به دنبال دارد. بررسی ها نشان می دهد که طی یک دوره چهل ساله (۱۳۳۱ تا ۱۳۷۰)، رشد سالانه حوادث سیل، حدود ۴ درصد و رشد سالانه میزان خسارات مالی ناشی از آن حدود ۶ درصد بوده است. همچنین روند رو به افزایش سیل در ۵ دهۀ گذشته نشان می دهد که تعداد وقوع سیل در دهۀ ۷۰ نسبت به دهۀ ۳۰ تقریباً ۱۰ برابر شده است(کاشفی پور، توکلی زاده ۱۳۸۶).

با توجه به آنچه در خصوص اهمیت سیل گفته شد، برای پیشگیری از خسارات وقوع سیلاب می بایست احتمال وقوع و بزرگی سیل های مهم را برآورد نمود و با بکارگیری روش های مناسب اثرات سیلاب را کنترل کرد. بنابراین بایستی حرکت موج سیل و ارتفاع آب در محل های بحرانی رودخانه مشخص گردد.

منظور اصلی از روند سیل[1] در مسائل مهندسی، شناخت وضعیت سطح آب یا دبی در مسیر رودخانه یا دریاچه پشت سد بدون اندازه گیری این مقادیر در هنگام وقوع سیل است.

مطالعه روند سیل با استفاده از روشهای مختلف هیدرولوژیکی و هیدرولیکی انجام می گیرد. مقایسه روشهای هیدرولیکی و هیدرولوژیکی در تعیین روند سیل نشان می دهد اصولاً روند سیل با استفاده از عوامل هیدرولوژیکی به مراتب ساده تر از روند سیل به طریق هیدرولیکی است، اما دقت محاسبات روند سیل به روش هیدرولیکی بیشتر می باشد.

1. Flood Routing

پیچیدگی روابط و مشکل بودن استفاده از آنها و طولانی بودن مسیر در رسیدن به جواب باعث شده که در گذشته روشهای هیدرولیکی کمتر مورد توجه قرار گیرند. امروزه با توجه به وجود امکانات وسیع کامپیوتری که در دسترس می باشد این روشها اهمیت بسزایی پیدا کرده اند.

به منظور پیش بینی چنین پدیده هیدرولیکی پیچیده ای لازم است از تکنیک شبیه سازی یا مدلینگ استفاده شود .شبیه سازی عبارت است از فرآیند طراحی مدلی از یک سیستم واقعی و انجام آزمایش هایی با این مدل که با هدف پی بردن به رفتار سیستم یا ارزیابی راهبردهای گوناگون برای عملیات سیستم صورت می گیرد. شبیه سازی زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که :

الف) امکان حل معادلات ریاضی حاکم با روشهای تحلیلی وجود نداشته باشد.

ب) انجام آزمایش ها و مشاهده پدیده ها در محیط واقعی آنها مشکل یا غیر عملی باشد.

شناخت دقیق یک فرآیند فیزیکی توسط اندازه گیری پارامترهای حاکم بر آن در مقیاس واقعی امکان پذیر است. البته کنترل شرایط حاکم بر سیستم واقعی (نظیر بازه ای از یک رودخانه) معمولاً دشوار بوده و اندازه گیری پارامترهای حاکم نیز با پیچیدگی های فراوانی همراه است. بدین علت شناخت و بررسی پدیده های فیزیکی، معمولاً در حالت کلی به دو طریق زیر صورت می گیرد:

- مدلسازی فیزیکی
- مدلسازی ریاضی

بالا بودن هزینه های مربوط به تجهیزات آزمایشگاهی و محدودیت استفاده از دستگاههای اندازه گیری در بسیاری از مسائل عملی، از جمله دلایلی است که استفاده از روشهای آزمایشگاهی را در مقایسه با روشهای مدلسازی ریاضی محدود می سازد.

با توجه به پیچیدگی مسائل حرکت سیال (نظیر روندیابی سیل در رودخانه ها) فقط برای تعداد اندکی از این مسائل حل تحلیلی وجود دارد . بنابراین در اغلب موارد برای حل چنین مسائلی از روشهای عددی استفاده می شود.

روند یابی هیدرولیکی سیل در یک مجرا از حل همزمان معادلات پیوستگی و اندازه حرکت که به معادلات سنت – ونانت معروف می باشند انجام می شود . این معادلات عبارتند از :

۱-۱- معادله اندازه حرکت

$$\frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{2\beta Q T_W}{A}\frac{\partial Z}{\partial t} - \beta\frac{Q^2}{A^2}\frac{\partial A}{\partial x} = -gA\frac{\partial A}{\partial x} - g\frac{{n_m}^2 Q|Q|}{AR^{(4/3)}}$$

۱-۲- معادله پیوستگی

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + T_W\frac{\partial Z}{\partial t} = q_L$$