منت خدای را عزوجل، که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت.

تقدیم به:

پدر و مادرم برای تشویق‌ها، حمایت‌ها و کمک‌های بی‌دریغ‌شان، که موفقیتم بدون حضورشان هرگز ممکن نبود؛

خواهرم ***رزا***، مهربان‌ترین و نزدیک‌ترین دوستم.

از کلیه زحمات و راهنمایی‌های جناب آقای دکتر *سید محمود کاشفی‌پور* در مقام استاد راهنما، که نه نتها در انجام این پایان‌نامه، که در تمام مدت تحصیلم از آن بهره-مند بودم، تشکر و قدردانی می کنم؛

از استاد مشاور، جناب آقای دکتر *سید حبیب موسوی جهرمی* برای توصیه‌ها و پیشنهادات سودمندشان تشکر می‌نمایم؛

همچنین از جناب آقای دکتر *محمود شفاعی بجستان*، مدیر گروه سازه‌های آبی هم به عنوان داور و هم به عنوان استادی که همواره از تجربیات ارزشمندشان بهره بردم متشکرم.

همینطور از زحمات و دلسوزی‌های اساتید دانشکده مهندسی علوم آب، بویژه اساتید گروه سازه‌های آبی کمال تشکر را دارم.

از کلیه دوستان عزیزم، از جمله سرکار خانم مهندس الهام قنبری برای کمک در جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، و همینطور از آقای مهندس جواد ظهیری برای راهنمایی و کمک‌هایشان در آشنایی با نرم‌افزار *FASTER*، ممنون و متشکرم.

همچنین از سازمان آب وبرق خوزستان، و جناب آقای دکتر کاظم حمادی مدیر منابع آب سازمان آب و برق خوزستان، که کلیه اطلاعات مورد نیاز این تحقیق را در اختیار من قرار دادند، سپاسگزارم.

نام خانوادگی: باغبان‌پور	**نام:** شقایق
عنوان پایان‌نامه: مدل‌سازی دینامیکی انتقال رسوب معلق غیرچسبنده در رودخانه‌ها (مطالعه موردی رودخانه کرخه)	
استاد راهنما: دکتر سید محمود کاشفی‌پور	**استاد مشاور:** دکتر سید حبیب موسوی جهرمی
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	**گرایش:** سازه‌های آبی
محل تحصیل: دانشگاه شهید چمران اهواز	**دانشکده:** مهندسی علوم آب
تاریخ فارغ التحصیلی: 1389/4/20	**تعداد صفحات:** 104

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی دینامیکی، رسوب معلق، معادله‌ی *ADE*، ضریب پخشیدگی، مدل *FASTER*

چکیده:

تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی میزان تغیرات مشخصات ژئومتری مربوط به رودخانه‌ها از پیچیده‌ترین و در عین حال مهمترین مباحث هیدرولیک رسوب و مهندسی رودخانه است.در حال حاضر با پیشرفت‌های کامپیوتر این امکان بوجود آمده که تئوریهای مربوط به هیدرولیک و رسوب به صورت مدل‌های ریاضی درآمده و سپس به کمک برنامه‌های کامپیوتری حل گردند. در این مطالعه، رودخانه کرخه مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این تحقیق، تخمین رسوب معلق رودخانه کرخه است. برای این منظور از مدل *FASTER* استفاده شده است. قبل از مدل کردن رسوب معلق نیاز به حل معادلات هیدرودینامیکی جریان است، این معادلات شامل معادلات پیوستگی و مومنتم هستند که به معادلات سنت-ونانت معروف‌اند. در این مرحله مدل باید کالیبره شود، در مدل *FASTER* ضریب زبری مانینگ باید کالیبره شود، با کالیبراسیون مقدار این ضریب 028/ 0 انتخاب شد. از آنجا که روابط برآورد بار معلق تجربی هستند و هرکدام در شرایطی نتایج قابل قبولی ارائه می‌کنند در این تحقیق این روابط به صورت *Source Term* به معادله *ADE* اضافه شده‌اند، در این تحقیق ، از 4معادله برآورد رسوب معلق در حالت تعادلی استفاده شده است. این روابط شامل رابطه فان‌رایان، کاشفی‌پور، بگنولد، ساماگا استفاده شده است. از دیگر پارامترهای مهم در این معادله ضریب پخشیدگی است که در این تحقیق از 6 رابطه برای این ضریب استفاده شده است این روابط شامل رابطه‌ی فیشر، کاشفی‌پور(2 رابطه)، سئو و چونگ، و هویزمن و همکاران و موئیسیس و میراسل (2 رابطه اخیر به مدل اضافه شده است) می‌باشند. دو دوره برای واسنجی و صحت‌سنجی انتخاب شد، که اطلاعات مربوط به سال‌های 1382- 1381 و 1383 هستند. نتایج نشان داد که ضریب زبری 0/028 برای رودخانه کرخه مناست است. همچنین برای مدل رسوب، مشاهده شد که ترکیب معادله رسوب معلق فان‌رایان و ضریب پخش فیشر رسوب معلق را در رودخانه کرخه با دقت بالائی تخمین می‌زنند.

Student Surname: *Baghbanpour*	**Name:** *Shaghayegh*
Thesis Title: *1D Numerical Modeling of Sediment Transport in Karoon River*	
Supervisor: *Dr. Seyed Mahmood Kashefipour*	**Advisor:** *Dr. Seyed Habib Musavi Jahromi*
Degree: *Masters of Science (MSc.)*	**Major:** *Hydraulic Structures*
Uni.: *Shahid Chamran University of Ahvaz*	**Faculty:** *Water Sciences Engineering*
Date of Graduation: *20/09/2010*	**Pages:** *104*
Key Words: *Dynamic Modeling, Suspended Sediment, ADE, Dispersion coefficient, FASTER Model*	

ABSTRACT:

Recognition, analyze and prediction amount of changes in riverine characteristics are generally the most difficult and newest studies in hydraulic sediment and river engineering. Nowadays all purposed relations for prediction amount of transported sediment are used for special conditions. In this study Karkhe River was chosen. Main purpose of this study is prediction of suspended sediment in Karkhe River. Numerical FASTER model was used for this study. It is necessary to solve the hydrodynamic equations of flow, before suspended sediment modeling. The continuity and momentum equations are developed for 1D flows (Saint-Venant equations). Coefficent of roughness Manning in FASTER model is a coefficient that must be calibrated. The most of suspended sediment relations are experiential, and are able to only calculate the potential amount of suspended sediment load. Using of Advection Diffusion Equation (ADE) can eliminate this problem by inclusion the emprical equations as the source term. Dispersion coefficient is one of the most important parameters in ADE. In this study six dispersion coefficients, including Fischer et al, Seo and cheong and Kashefipour and Falconer (two equations), Huisman et al and kuisses and mirasel equations were added to main model to estimate this coefficient. For prediction suspended sediment load four methods including Van Rijn, Bagnold, Samag and Kashefipour were used.The Karkhe River data during the years 2003-2004 and 2005, from Paye-Pol to Hamidie, were used to calibrate and verify the model. The results show that the FASTER model was able to accuratty predict water elevation, discharges and suspended sediment concentration. By a number of runs the Fischer's equation was selected to calculate the dispersion coefficient in the ADE. The results obtained from the FASTER model for Karkhe River data show that the best accuracy for suspended sediment concentrations was obtained when Van Rijn model and Fischer equation are used for suspended modeling as the suspended sediment capacity model and dispersion coefficient, respectively.

فصل اول (مقدمه):

۱-۱ مقدمه..... ۲

۱-۲-هدف و دیدگاه مطالعه حاضر..... ۳

۱-۳-ساختار پایان‌نامه..... ۵

فصل دوم (مروری بر تحقیقات انجام شده):

۲ ۱-

مقدمه..... ۷

۲-۲- مدل‌های ریاضی شبیه‌سازی جریان و رسوب..... ۷

۲-۲-۱- مدل *HEC*

..... ۷

۲-۲-۲- مدل *SEDFLOW*..... ۹

۲-۲-۳- مدل *HRS*..... ۹

۲-۲-۴- مدل *Fluvia*..... ۱۰

۲-۲-۵- مدل *SSIIM*..... ۱۰

۲-۲-۶- مدل کاریچار..... ۱۲

۲-۲-۷-مدل *SEFLOW*..... ۱۲

۲-۲-۸-مدل *MOBED2*..... ۱۲

۲-۲-۹-مدل *FCM* ۱۳

۲-۲-۱۰-مدل *DEPO*..... ۱۴

۲-۲-۱۱-مدل *CCHE1D*..... ۱۴

۲-۲-۱۲-مدل *MIKE*.....۱۶

۲-۲-۱۳-مدل *GSTARS2.0*.....۱۷

۲-۲-۱۴-مدل *BRI-STARS*.....۱۷

۲-۳-مروری بر مطالعات انجام شده در ایران.....۱۸

۲-۳-۱-توسعه مدل ریاضی شبه دو بعدی انتقال رسوب.....۱۸

۲-۳-۲-شبیه‌سازی عددی انتشار و انتقال آلودگی در ۱۸

۲-۳-۳- مدل‌سازی و حل عددی معادله دینامیکی پخش، انتشار و انتقال.....۱۹

۲-۳-۴- تأثیر ضریب پخشیدگی بر مدل‌سازی کیفی آبهای سطحی.....۲۰

۲-۳-۵-مدل‌سازی ریاضی یک‌بعدی انتقال رسوب در رودخانه کارون.....۲۰

۲-۳-۶- شبیه سازی توزیع رسوب در مخزن سد با استفاده از مدل ریاضی.....۲۱

۲-۳-۷-کاربرد مدل *HEC6* در پیش‌بینی وضعیت رسوبگذاری و فرسایش.....۲۱

۲-۴-مروری بر مطالعات انجام شده در سایرکشورها.....۲۲

۲-۴-۱- انتقال رسوب در کانال مرتبط با رودخانه *NAPA*.....۲۲

۲-۴-۲- مدلهای ریاضی کوپل و غیرکوپل جهت شبیه سازی جریان و.....۲۲

۲-۴-۳-مدل‌سازی عددی انتقال رسوب در پایین‌دست رودخانه زرد(چین).....۲۳

۲-۴-۴-یک سیستم ویژه برای تخمین ضریب پخش طولی.....۲۳

۲-۴-۵-مدل ریاضی انتقال رسوبات و پایین رفتن کف.....۲۴

فصل سوم(معادلات حاکم و معرفی مدل FASTER):

۳ -۱ مقدمه..... ۲۶

۳-۲-معادلات هیدرودینامیکی حاکم بر جریان در حالت یک‌بعدی..... ۲۶

۳-۳ معادله انتقال-پخش..... ۲۹

۳-۳-۱ ضریب پخشیدگی طولی در معادله *ADE*..... ۳۳

۳-۳-۲ منبع افزایش دهنده یا کاهش دهنده (S_T) در معادله انتقال پخش..... ۳۵

۳-۴-معادلات بار معلق..... ۳۷

۳-۴-۱ روش بگنولد..... ۳۸

۳-۴-۲ روش فان رایان..... ۴۰

۳-۴-۳ روش ساماگا..... ۴۳

۳-۴-۴ روش وایف..... ۴۵

۳-۴-۵-روش کاشفی‌پور..... ۴۵

۳-۵- معرفی مدل *FASTER*..... ۴۶

۳-۵-۱-توانائیهای مدل*FASTER*..... ۴۷

۳-۵-۲-ویژگیهای مدل*FASTER*..... ۴۸

۳-۵-۳-توسعه مدل*FASTER*..... ۴۸

فصل چهارم(روش تحقیق و منطقه مورد مطالعه):

۴-۱-مقدمه..... ۵۲

۴-۲-روش حل معادلات..... ۵۲

۴-۳-حل عددی معادلات هیدرودینامیکی جریان..... ۵۳

۴-۳-۱-الگوی کرانک نیکولسون به همراه روش Staggered..... ۵۴

۴-۳-۲- شرایط اولیه و شرایط مرزی برای حل معادلات هیدرودینامیکی جریان.....۵۶

۴-۴- حل عددی معادله انتقال پخش *(ADE)* ۵۷

۴-۴-۱-شرایط اولیه و مرزی.....۵۷

۴-۴-۱-۱-شرایط مزی باز.....۵۸

۴-۴-۱-۲-شرایط مرزی داخلی.....۵۸

۴-۵-حل عددی معادله پیوستگی رسوب.....۵۸

۴-۶- منطقه مورد مطالعه.....۶۰

۴-۶-۱- شمای عمومی رودخانه‌ی کرخه و محدوده‌ی مورد مطالعه.....۶۰

۴-۷-آمار و اطلاعات مورد استفاده.....۶۲

۴-۷-۱- اطلاعات جریان روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری واقع بر رودخانه کرخه.....۶۲

۴-۷-۲- اطلاعات مربوط به مقاطع برداشت شده از رودخانه در مسیر جریان.....۶۶

۴-۷-۳- اطلاعات دانه‌بندی بستر رودخانه.....۶۹

۴-۷-۴- اطلاعات دبی رسوب ایستگاه‌های رسوب سنجی.....۷۰

فصل پنجم(نتایج و بحث):

۵-۱-مقدمه.....۷۳

۵-۲- واسنجی و صحت‌سنجی هیدرودینامیک مدل.....۷۳

۵-۳- واسنجی و صحت‌سنجی مدل رسوب معلق.....۸۳

فصل ششم(نتیجه‌گیری و پیشنهادات):

۶-۱- نتیجه‌گیری.....۹۶

۶-۱-۱- مدل هیدرودینامیک..... ۹۶

۶-۱-۲- مدل برآورد بار معلق..... ۹۶

۶-۲- **پیشنهادات**..... ۹۸

فهرست منابع..... ۱۰۰

فصل اول (مقدمه):

فصل دوم (مروری بر تحقیقات انجام شده):

فصل سوم(معادلات حاکم و معرفی مدل FASTER):

شکل ۳-۱ روش ساماگا ***(Garde and Raju, 1985)*** ۴۳

فصل چهارم(روش تحقیق و منطقه مورد مطالعه):

شکل ۴-۱ حجم کنترل ۵۴
شکل ۴-۲- تصویر ماهواره‌ای از رودخانه کرخه و بازه‌ی مورد مطالعه ۶۱
شکل۴-۳-هیدروگراف ورودی در ایستگاه پای‌پل در مرحله واسنجی مدل ۶۳
شکل۴-۴-هیدروگراف ورودی در ایستگاه پای‌پل در مرحله صحت‌سنجی مدل ۶۴
شکل۴-۵-منحنی اشل-زمان در ایستگاه حمیدیه در مرحله واسنجی مدل ۶۵
شکل۴-۶-منحنی اشل‌زمان در ایستگاه حمیدیه در مرحله صحت‌سنجی ۶۵
شکل ۴-۷-مقطع ایستگاه پای‌پل (مرز بالادست) ۶۷
شکل ۴-۸-مقطع ایستگاه حمیدیه (مرز پایین دست) ۶۷
شکل ۴-۹-موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری رودخانه و مقاطع مورد استفاده در مدل ۶۸
شکل ۴-۱۰-منحنی دانه‌بندی ذرات در ایستگاه عبدالخان ۶۹

فصل پنجم(نتایج و بحث):

شکل۵-۱- مقایسه منحنی اشل‌زمان اندازه‌گیری‌شده و پیش‌بینی‌شده در عبدالخان.....۷۵

شکل۵-۲- مقایسه هیدروگراف جریان اندازه‌گیری‌شده و پیش‌بینی‌شده در عبدالخان....۷۵

شکل۵-۳- مقایسه منحنی اشل-زمان اندازه‌گیری‌شده و پیش‌بینی‌شده عبدالخان در صحت-سنجی.....۷۶

شکل۵-۴- مقایسه دبی اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده در ایستگاه عبدالخان در مرحله صحت‌سنجی.....۷۶

شکل۵-۵- مقایسه همبستگی بین نتایج مدل و مقادیر اندازه‌گیری شده سطح آب در ایستگاه عبدالخان در مرحله واسنجی.....۷۹

شکل۵-۶- مقایسه همبستگی بین نتایج مدل و مقادیر اندازه‌گیری شده دبی در ایستگاه عبدالخان در مرحله واسنجی.....۷۹

شکل۵-۷- مقایسه همبستگی بین نتایج مدل و مقادیر اندازه‌گیری شده سطح آب در ایستگاه عبدالخان در مرحله صحت‌سنجی.....۸۰

شکل۵-۸- مقایسه همبستگی بین نتایج مدل و مقادیر اندازه‌گیری شده دبی در ایستگاه عبدالخان در مرحله صحت‌سنجی.....۸۰

شکل۵-۹- نمودار غلظت رسوبات ورودی در ایستگاه پای‌پل در مرحله واسنجی مدل.....۸۴

شکل۵-۱۰-مقایسه غلظت رسوب محاسبه شده با مدل رسوب بگنولد و ضرائب پخش مختلف، با مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه عبدالخان.....۸۵

شکل۵-۱۱-مقایسه غلظت رسوب محاسبه شده با مدل رسوب فان رایان و ضرائب پخش مختلف، با مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه عبدالخان.....۸۶

شکل۵-۱۲-مقایسه غلظت رسوب محاسبه شده با ضریب پخش فیشر و معادلات رسوب فان رایان و کاشفی‌پور، با مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه عبدالخان.....۸۷

شکل۵-۱۳-مقایسه غلظت رسوب محاسبه شده با ضریب پخش کوئیسیس و میراسل و معادله رسوب وایف و ساماگا، با مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه عبدالخان ۸۸

شکل۵-۱۴- مقایسه‌ی هم‌بستگی بین نتایج مدل و مقادیر اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی واسنجی مدل.....۹۰

شکل۵-۱۵- نمودار غلظت رسوبات ورودی در پای‌پل در مرحله صحت‌س‌نجی مدل.....۹۱

شکل۵-۱۶-مقایسه غلظت رسوب محاسبه شده با مدل رسوب فان رایان و ضرائب پخش مختلف، با مقادیر اندازه‌گیری شده در ایستگاه عبدالخانبرای دوره دوم.....۹۲

شکل۵-۱۷- مقایسه‌ی هم‌بستگی بین نتایج مدل و مقادیر اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی صحت-سنجی مدل.....۹۴

فصل اول (مقدمه):

فصل دوم (مروری بر تحقیقات انجام شده):

فصل سوم(معادلات حاکم و معرفی مدل FASTER):

جدول (۳-۱) مقادیر K_s بر حسب $\frac{\tau_0}{\tau_c}$.....۴۴

جدول (۳-۲) مقادیر L_s بر حسب k.....۴۴

جدول ۳-۳ کدبندی مدل*FASTER* جهت مدل‌سازی رسوبات.....۴۹

جدول ۳-۴ کدبندی جهت نحوه اجرای مدل.....۴۹

فصل چهارم(روش تحقیق و منطقه مورد مطالعه):

جدول (۴-۱) انواع شرایط مرزی با توجه به نوع بازه.....۵۶

جدول ۴-۲–مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری.....۶۶

جدول۴-۳-آمار رسوب سنجی ایستگاه پای‌پل مرحله واسنجی ۷۰

جدول۴-۴-آمار رسوب سنجی ایستگاه پای‌پل مرحله صحت‌سنجی.....۷۱

فصل پنجم(نتایج و بحث):

جدول۵-۱- مقادیر ضریب خطا و همبستگی برای زبری ۰/۰۲۸، از مقایسه سطح آب و دبی محاسبه شده و اندازه‌گیری شده.....۷۸

جدول۵-۲- مقادیر ضریب n با استفاده از روابط تجربی.....۸۲

جدول ۵-۳ محاسبهٔ مقادیر خطا و همبستگی در بخش برآورد بار معلق(مـدل فـان رایـان) و ضرایب پخش مختلف در مرحله واسنجی.....۸۶

جدول ۵-۴ محاسبهٔ مقادیر خطا و همبستگی در بخش برآورد بار معلق با مدل‌های مختلـف و ضریب پخش فیشر.....۸۹

جدول ۵-۵- محاسبهٔ مقادیر خطا و همبستگی در بخش برآورد بار معلق در مرحلـه صـحت-سنجی مدل.....۹۲

۱-۱ مقدمه

رودخانه‌ها به عنوان اولین منبع تأمین آب برای جوامع اولیه، مورد توجه انسان‌ها قرار گرفته‌اند. با گسترش تمدن‌های بشری،انسان‌ها علاوه بر رودخانه‌ها به استفاده از سایر منابع آبی نظیر آب‌های زیرزمینی، جهت تأمین نیاز کشاورزی، مصارف شهری و فعالیت‌های صنعتی روی آوردند. اما همچنان رودخانه‌ها به عنوان اصلی‌ترین و بزرگترین منبع در دسترس حائز اهمیت‌اند.به همین دلیل مطالعات و سرمایه گذاری‌های زیادی جهت بهره برداری بهینه و کنترل و حفظ این منابع انجام گرفته است. از جمله مواردی که در این راستا مورد توجه قرار گرفته توجه به ذراتی است که از بستر و دیواره آبرفتی رودخانه‌ها جدا شده و به شکل بار معلق و بار بستر به حرکت در می آیند؛ در اصطلاح به این ذرات جداشده رسوب گفته می شود. عوامل زیاد و پیچیده ای در جداشدن این مواد و حرکت آن‌ها دخیل است؛که با از بین رفتن و یا کاهش این عوامل، ذرات جدا شده روی بستر و دیواره‌ها ته نشین می شوند. این امر مشکلات متعددی را موجب می شود؛ برای مثال در مخازن سدها و در کانال‌های آبیاری باعث کاهش حجم مفید سازه مربوطه می شوند و بهره‌برداری از آن‌ها را با مشکلاتی مواجه خواهد کرد.

به طور کلی شناخت، تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی میزان تغیرات مشخصات ژئومتری مربوط به رودخانه‌ها از پیچیده‌ترین و در عین حال مهمترین مباحث هیدرولیک رسوب و مهندسی رودخانه است. در حال حاضر با پیشرفت کامپیوتر این امکان بوجود آمده که تئوریهای مربوط به هیدرولیک و رسوب به صورت مدل‌های ریاضی درآمده و سپس به کمک برنامه‌های کامپیوتری حل گردند (دارابی،۱۹۹۴)؛ و مدلسازی عددی توانسته تا حدی جوابگوی حل مشکلات رسوب باشد.

اما همچنان تخمین مقدار بار معلق و بستر در رودخانه‌ها از جمله مواردی است که همواره نیاز به تلاش زیادی داشته است؛ و روابط تجربی متعدد و مدل‌های کامپیوتری هیچ کدام به تنهایی قادر به تخمین دقیق مقدار بار معلق و بار بستر در رودخانه‌ها نیستند.

۱-۲-هدف و دیدگاه مطالعه حاضر

نرم‌افزارهای تجاری از آن جهت که دردسترس و در اختیاراند و به آسانی می‌توان از آن‌ها استفاده کرد اهمیت دارند. اما نباید ار نظر دور داشت که در استفاده از آن‌ها، اصل مدل در اختیار کاربر قرار نمی‌گیرد و کاربر نمی‌تواند در اصل مدل تغییری ایجاد کند، پس ناچار است در اجرای مدل از پیش‌فرض‌های نرم‌افزار استفاده نماید. از آن‌جا که روابط موجود در یک نرم‌افزار محدود به چند رابطه خاص است و در مطالعات نیاز به چک کردن و مقایسه نتایج از چند رابطه متعدد با یکدیگر است، به ویژه در مورد مطالعه رسوب در رودخانه‌ها و آبراهه‌ها که مبنای استخراج روابط بر داده‌های تجربی است. بنابراین در صورتی که اصل مدل در اختیار باشد با توجه به شرایط مورد بررسی می‌توان به مدل روابطی افزود و نتایج بهتری دریافت کرد، و در نهایت بهترین رابطه را برای رودخانه مورد نظر پیشنهاد کرد.

در این مطالعه، رودخانه کرخه مورد بررسی قرار می‌گیرد. رودخانه کرخه در غرب خوزستان، از جمله مهمترین رودخانه های ایران است و بعد از رودخانه های کارون و دز، بیشترین دبی را دارا می باشد .به دلیل موقعیت استراتژیک و همینطور وجود سدهایی که در سال های اخیر بر روی این رودخانه احداث شده، از جمله سد مخزنی کرخه و سد تنظیمی انحرافی پای پل، مطالعه رسوب این رودخانه از اهمیت زیادی برخوردار است. احداث سدهای ذکر شده، تأثیر بسزایی در تعادل رسوب و

فرسایش رودخانه داشته است، و لزوم مطالعه رسوب این رودخانه را به ویژه در ارتباط با مخازن سدها دو چندان می کند.

هدف این تحقیق تخمین رسوب معلق رودخانه کرخه است. قبل از مدل کردن رسوب معلق نیاز به حل معادلات هیدرودینامیکی جریان است، این معادلات شامل معادلات پیوستگی و مومنتم هستند که به معادلات سنت-ونانت معروف‌اند. با حل دو معادله مذکور سرعت یا دبی و عمق جریان در زمان‌های مختلف بدست می‌آید. برای حل این معادلات در این تحقیق از مدل *FASTER* استفاده می‌شود، این مدل توسط کاشفی‌پور در سال ۲۰۰۱ برای شبیه‌سازی جریان و انتقال املاح در رودخانه و خلیج نوشته شد. مدل یک بعدی *FASTER* قادر به شبیه‌سازی جریان و انتقال رسوب و املاح در سیستم‌های رودخانه‌ای و خلیج در شرایط غیردائمی و زیربحرانی می‌باشد. برای اینکه مدل *FASTER* قادر به برآورد میزان انتقال رسوبات و نیز تغییرات کف بر اثر فرسایش و رسوب‌گذاری شود، تغییراتی در آن ایجاد شده است، این تغییرات شامل اضافه کردن تعدادی زیرروال[1] به اصل مدل می‌باشد. کار عمده این زیرروال‌ها محاسبه و برآورد میزان رسوبات معلق و بستر می‌باشد، در حالیکه زیرروال اصلی حل معادله پیوستگی رسوب را به عهده دارد. با اضافه کردن این زیرروال‌ها به اصل برنامه، مدل *FASTER* می‌تواند علاوه بر حل معادلات هیدرودینامیکی جریان، میزان رسوبات معلق و نیز میزان رسوبات بستر را محاسبه کند.

اهداف این پایان‌نامه بطور خلاصه شامل موارد زیر است:

۱- مدل‌سازی هیدرودینامیک جریان رودخانه‌ی کرخه در حد فاصل پای‌پل و حمیدیه؛

۲- مدل‌سازی رسوب معلق رودخانه مزبور با استفاده از معادله‌ی *ADE*؛

۳- انتخاب بهترین و مناسب‌ترین مدل دیسپرژن به کمک کالیبراسیون مدل؛

۴- انتخاب بهترین و مناسب‌ترین مدل رسوب برای رودخانه کرخه.

---

[1]- *Subroutine*

۱-۳-ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه شامل ۶فصل به صورت زیر است:

فصل اول شامل مقدمه و کلیات است و در آن روش‌های تحقیق و تحقیقات انجام شده و ضرورت انجام تحقیق بطور خلاصه شرح داده شد.

فصل دوم معادلات حاکم بر جریان و رسوب که شامل معادلات سنت-ونانت و معادله انتقال پخش*(ADE)* است؛ و معرفی ترم‌های هرکدام از این معادلات اختصاص دارد. و سپس مدل *FASTER* که در این تحقیق، برای مدل کردن رسوب معلق رودخانه کرخه مورد استفاده واقع شده معرفی می‌شود.

فصل سوم شامل مروری بر تحقیقات انجام شده و روش‌های محاسبه رسوب معلق است، که در دو بخش تحقیقات و روش‌های تجربی، و روش‌های عددی آمده. در این فصل تعدادی از پرکاربردترین معادلات و مدل‌ها معرفی می‌شوند.

فصل چهارم روش تحقیق و حل عددی معادلات است، و در ادامه منطقه مورد مطالعه در این تحقیق معرفی میشود. همچنین در این فصل اطلاعات و ورودی‌های مورد نیاز برای مدل آورده شده است.

فصل پنجم شامل نتایج و خروجی‌های مدل است و در این فصل، در مورد نتایج و خروجی‌های بدست آمده و صحت‌سنجی و واسنجی مدل برای حصول نتایج بهتر، بحث می‌شود.

فصل ششم مربوط به نتیجه‌گیری از تحقیق و ارائه پیشنهادات برای ادامه تحقیقات در این زمینه می‌باشد.

۲ -۱ مقدمه

در دهه‌های اخیر مدل‌های ریاضی برای شبیه‌سازی سیستم‌های رودخانه‌ای (اعم از جریان، رسوب و مسائل کیفی آب) در رودخانه‌ها توسعه یافته اند. در کلیه مدل‌های ریاضی ارائه شده برای حل مسائل، پیش فرض‌ها و نکاتی برای حل ساده‌تر معادلات پیچیده و امکان دستیابی به نتیجه مطلوب در نظر گرفته می‌شود. این امر اگرچه دستیابی به جواب مطلوب را آسان‌تر می‌کند اما در نتایج حاصل محدودیت‌هایی را ایجاد می‌کند، که در بررسی و تجزیه و تحلیل‌ها باید مدنظر قرار گیرد. با توجه به مطالب گفته شده، واضح است که هر کدام از مدل‌های ارائه شده جوابگوی بخشی از مسائل و مشکلات در رودخانه است و در همه‌ی موارد نمی‌تواند مفید واقع شود.

در این فصل برخی از مدل‌ها در زمینه مهندسی رودخانه که به اجمال در بخش ۱-۳ آمده معرفی می‌شوند؛ و در ادامه فصل برخی از مطالعات انجام شده در مقایسه روابط و تخمین بار معلق در رودخانه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۲- مدل‌های ریاضی شبیه‌سازی جریان و رسوب

۲-۲-۱-مدل *HEC*

اداره مهندسی ارتش آمریکا[1] سری مدل‌های رایانه ای بنام *HEC* را در شاخه‌های مختلف مهندسی رودخانه ارائه کرده است. از جمله این مدل‌ها مدل *HEC-2* است که برای شبیه‌سازی جریان و هیدرودینامیک رودخانه ارائه شده، این مدل به صورت یک‌بعدی نوشته شده است؛ پس از آن نسخه کاملتری برای این منظور با عنوان *HEC-RAS* نوشته شد، مدل *HEC-RAS* می‌تواند جریان را در شرایط دائمی و غیردائمی شبیه‌سازی کند، و سازه‌ها (نظیر پل، کالورت و سریز) و

[1] *-US Army Crops of Engineering*