

## پیشگفتار

امروزه پروژه‌های مهندسی هیدرولیک در شاخه‌های مختلف رودخانه، سدسازی، آب و فاضلاب، محیط زیست و... نقش مهمی در توسعه جوامع مختلف و بخصوص در کشور عزیزمان ایفا می‌کند. هم‌زمان آگاهی از روش‌های نوین حل مسائل برای مهندسين و دست‌اندرکاران این شاخه‌ی مهندسی لازم و ضروری می‌باشد. متأسفانه مراجع فارسی در این زمینه انگشت شمار می‌باشند.

در این کتاب سعی شده است تا ضمن مرور مطالب اساسی هیدرولیک مقدماتی، روش‌های مدل‌سازی عددی مسائل عملی هیدرولیک در حالت یک‌بعدی، دوبعدی و سه‌بعدی برای جریان دائمی و غیر دائمی تشریح شود. کاربردهای مختلف مدل‌سازی عددی در مسائل مختلف مهندسی از جمله مهندسی رودخانه و مهندسی محیط زیست مورد بررسی قرار گرفته و مثال‌های کاربردی متعددی ذکر شده است. همچنین سعی شده است مطالب به‌گونه‌ای مطرح شوند که علاوه بر کاربرد برای متخصصین، بتواند برای دانشجویان دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی نیز قابل استفاده باشد.

مطمئناً این مجموعه دارای نواقصی است که با راهنمایی متخصصین و اساتید گران‌قدر این مرزوبوم می‌تواند به‌مرور کاهش یابد تا در چاپ‌های بعدی مفیدتر باشد. مولفین لازم می‌دانند از مدیریت محترم انتشارات فدک ایساتیس آقای مجیدرضا زروئی که زحمت انتشار این کتاب را برعهده‌داشتند و همچنین آقای عوض لطیفی که ویراستاری ادبی و خانم بیتا تبریزی‌پور که صفحه‌آرایی کتاب را انجام دادند کمال تشکر را داشته باشند. این مجموعه به روان پاک شهیدان که با خون خود عزت و امنیت را برای کشور عزیزمان به ارمغان آوردند تقدیم می‌شود.

گروه مولفان



## فهرست مطالب

مقدمه ۱	فصل اول
هدف ۳	۱.۱
طبقه بندی برنامه های کامپیوتری ۴	۲.۱
معادلات حاکم بر جریان سیال ۷	فصل دوم
معادلات حاکم بر جریان سیالات ۹	۱.۲
طبقه بندی انواع جریان ۱۰	۲.۲
طبقه بندی بر اساس تغییرات پارامترهای هیدرولیکی جریان ۱۰	۱.۲.۲
طبقه بندی بر اساس نیروهای حاکم بر جریان ۱۱	۲.۲.۲
معادلات حاکم بر جریان آشفته ۱۹	۳.۲
متوسط گیری زمانی ۱۹	۱.۳.۲
معادلات حرکت در جریان های آشفته ۲۰	۲.۳.۲
مدلسازی جریانات آشفته و مدل های آشفتگی ۲۳	۴.۲
روابط اساسی حاکم بر لزجت آشفتگی ۲۴	۱.۴.۲
هیدرولیک رودخانه ۲۷	فصل سوم
جریان یکنواخت ۲۹	۱.۳
نیمرخ قائم سرعت در جریان یکنواخت ۳۰	۱.۱.۳
معادله سرعت متوسط در جریان یکنواخت ۳۱	۲.۱.۳
انرژی مخصوص ۳۳	۳.۱.۳
نیروی مخصوص و پدیده پرش هیدرولیکی ۳۴	۴.۱.۳
جریان متغیر تدریجی دائمی ۳۵	۲.۳
طبقه بندی پروفیل های سطح آب در جریان متغیر تدریجی ۳۶	۱.۲.۳
معادله دینامیکی جریان متغیر تدریجی ۳۷	۲.۲.۳

جریان غیر دائمی ۳۹	۳.۳
جریان غیر دائمی متغیر تدریجی ۴۰	۱.۳.۳
جریان غیر دائمی متغیر سریع (تحلیل پدیده موج) ۴۲	۲.۳.۳
اندازه گیری دبی جریان در یک رودخانه طبیعی ۴۵	۴.۳
۴۷	مسائل

#### فصل چهارم کلیات مدل سازی عددی ۴۹

طبقه بندی معادلات دیفرانسیل جزئی مرتبه دوم ۵۱	۱.۴
مولفه های مدل سازی عددی ۵۱	۲.۴
خصوصیات مشترک روش های عددی ۵۳	۳.۴
روش تفاضل محدود ۵۵	۴.۴
الگوهای حل صریح و ضمنی ۵۷	۵.۴
مدل سازی در حالت دو بعدی و سه بعدی ۶۵	۶.۴
شبکه ها ۶۵	۱.۶.۴
تولید شبکه ۶۹	۲.۶.۴
درون یابی نامحدود ۶۹	۳.۶.۴
تولید شبکه منحنی شکل ۷۰	۴.۶.۴

#### فصل پنجم مدل سازی عددی جریان رودخانه در حالت یک بعدی ۷۱

جریان دائمی ۷۳	۱.۵
جریان غیر دائمی ۷۵	۲.۵
جریان غیر دائمی - موج سینماتیک ۷۶	۳.۵
جریان غیر دائمی - حل معادلات سن و نان ۷۹	۴.۵
روش صریح ۸۰	۱.۴.۵
روش غیر صریح ۸۴	۲.۴.۵
روند یابی هیدرولوژیک ۸۶	۵.۵
HEC-RAS ۹۰	۶.۵
نرم افزار تجاری ۹۰	۷.۵
۹۲	مسائل

## فصل ششم مدل سازی عددی سرعت آب در حالت دو بعدی و سه بعدی ۹۳

معادلات ناویر – استوکس ۹۵	۱.۶
روش SIMPLE ۹۷	۲.۶
مدل های پیشرفته آشفتگی ۱۰۰	۳.۶
مدل اسپالارت – الماراس ۱۰۰	۱.۳.۶
شرایط مرزی ۱۰۳	۴.۶
جریان ورودی ۱۰۳	۱.۴.۶
جریان خروجی ۱۰۳	۲.۴.۶
سطح آب ۱۰۳	۳.۴.۶
بستر/ دیوار ۱۰۴	۴.۴.۶
پایداری و همگرایی ۱۰۴	۵.۶
خطاها و عدم قطعیت در CFD ۱۱۰	۶.۶
SSIM ۱۱۱	۷.۶
مسائل ۱۱۲	

## فصل هفتم انتشار آلودگی ها ۱۱۳

مقدمه ۱۱۵	۱.۷
فرمول های ساده برای ضریب پخشیدگی ۱۱۵	۲.۷
انتشار یک بعدی ۱۱۷	۳.۷
جت ها ۱۱۸	۴.۷
مدل سازی دوبعدی و سه بعدی انتشار آلودگی ۱۲۱	۵.۷
روش های گسسته سازی ۱۲۱	۱.۵.۷
روش بالادست مرتبه اول ۱۲۲	۲.۵.۷
برنامه نویسی جدولی ۱۲۵	۳.۵.۷
خطای پخشیدگی ۱۲۸	۴.۵.۷
روش بالادست مرتبه دوم ۱۲۹	۵.۵.۷
محاسبات وابسته به زمان و عبارت های منبع ۱۳۱	۶.۵.۷
مسائل ۱۳۳	

---

فصل هشتم      مدل‌سازی عددی جریان در محیط‌های متخلخل ۱۳۵

---

مقدمه ۱۳۷	۱.۸
جریان در محیط‌های متخلخل در حالت ماندگار ۱۳۷	۲.۸
حل عددی معادله لاپلاس ۱۳۸	۳.۸
حل عددی معادله بوزینسک در حالت ماندگار ۱۴۸	۴.۸
حل عددی معادله بوزینسک در حالت غیر ماندگار ۱۵۵	۵.۸
۱۵۷	مسائل

---

فصل نهم      دریاچه‌شناسی فیزیکی ۱۵۹

---

مقدمه ۱۶۱	۱.۹
چرخه دریاچه‌های لایه بندی نشده ۱۶۱	۲.۹
دما و لایه بندی ۱۶۲	۳.۹
چرخه تحت تاثیر باد در دریاچه‌های لایه بندی شده ۱۶۶	۴.۹
سیچ‌ها ۱۶۹	۵.۹
چرخه تحت تاثیر رودخانه و شتاب کوریولیس ۱۷۰	۶.۹
جریان‌های چگال ۱۷۲	۷.۹
آبگیرها در مخازن لایه بندی شده ۱۷۲	۸.۹
۱۷۴	مسائل

---

فصل دهم      زیست‌شناسی آب ۱۷۵

---

مقدمه ۱۷۷	۱.۱۰
واکنش‌های زیست‌شیمیایی ۱۷۷	۲.۱۰
ترکیبات سمی ۱۷۹	۳.۱۰
طبقه بندی‌های دریاچه‌ها ۱۸۰	۴.۱۰
چرخه مواد مغذی ۱۸۱	۵.۱۰
QUAL2E ۱۸۵	۶.۱۰
فیتوپلانکتن ۱۸۶	۷.۱۰
۱۸۹	مسائل

## فصل یازدهم انتقال رسوب ۱۹۱

مقدمه ۱۹۳	۱.۱۱
فرسایش ۱۹۴	۲.۱۱
رسوبات معلق و بار بستر ۱۹۷	۳.۱۱
فرمول های یک بعدی انتقال رسوب ۲۰۰	۴.۱۱
شکل های بستر ۲۰۲	۵.۱۱
مدل سازی عددی انتقال رسوب ۲۰۳	۶.۱۱
مخازن و رسوبات ۲۰۴	۷.۱۱
ریخت شناسی آبرفتی ۲۰۶	۸.۱۱
مطالعات مدل فیزیکی ۲۱۲	۹.۱۱
مسائل ۲۱۵	

## فصل دوازدهم مدل سازی اجتماع طبیعی ماهی ها در رودخانه ۲۱۷

مقدمه ۲۱۹	۱.۱۲
تحلیل اجتماع ماهی ها ۲۱۹	۲.۱۲
مدل های هیدرولیکی صفر یا یک بعدی ۲۲۲	۳.۱۲
مدل های هیدرولیکی چند بعدی ۲۲۳	۴.۱۲
مدل های زیست انرژی ۲۲۳	۵.۱۲
مسائل ۲۲۴	

## پیوست ها ۲۲۷

پیوست اول	برنامه محاسبه تغییرات پروفیل سرعت بین دو صفحه با روش های صریح، ضمنی و نیمه صریح ۲۳۹
پیوست دوم	برنامه حل عددی معادله تراوش در خاک برای شبکه جریان زیر سد ۲۳۲
منابع و مراجع ۲۲۷	



# فصل اول

## مقدمه

- |                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| هدف ۳                            | ۱.۱ |
| طبقه بندی برنامه های کامپیوتری ۴ | ۲.۱ |