



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آموزش کاربردی

{ مدلسازی جریان و رسوب }

در

HEC-RAS

مؤلفین:

اصغر عزیزیان

کاندیدای دکتری سازه‌های آبی دانشگاه تهران

امیر صمدی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

مرضیه آغاز

کارشناسی ارشد سازه‌های آبی دانشگاه تهران

سرشناسه	: عزیزیان، اصغر، ۱۳۶۵ -
عنوان و نام پدیدآور	: آموزش کاربردی مدلسازی جریان و رسوب در RAS - HEC/تالیف و ترجمه اصغر عزیزیان، امیر صمدی، مرضیه آغاز.
مشخصات نشر	: تهران : نوآور، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۲۴۰ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۵۹-۲-۲
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۴۹.
موضوع	: رسوب -- انتقال -- برنامه‌های کامپیوتری
موضوع	: رسوب -- انتقال -- الگوهای ریاضی
موضوع	: سد و سدسازی -- الگوهای ریاضی
موضوع	: مهندسی رودخانه -- نرم‌افزار
شناسه افزوده	: صمدی، امیر، ۱۳۵۹ -
شناسه افزوده	: آغاز، مرضیه، ۱۳۶۴ -
رده بندی کنگره	: TC ۱۷۵/۲ ۴۱۸ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	: ۵۵۱/۲۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۳۰-۲۳۶۲

آموزش کاربردی مدلسازی جریان و رسوب در RAS - HEC

اصغر عزیزیان - امیر صمدی - مرضیه آغاز
نوآور
۱۰۰۰ نسخه
محمدرضا نصیرنیا
اول - ۱۳۹۲
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۵۹-۲

تالیف و ترجمه:

ناشر:

شمارگان:

ناظر چاپ:

نوبت چاپ:

شابک:



قیمت همراه با CD : ۱۳۰۰۰ تومان

نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری،
نرسیده به خ دانشگاه، ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و ۶۶۴۸۴۱۹۱-۹۲

www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوف سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱۱
فصل اول: مقدمه.....	۱۳
۱-۱ تاریخچه علم رسوب.....	۱۳
۲-۱ هیدرولیک انتقال رسوب.....	۱۵
۳-۱ مدلسازی رودخانه.....	۱۶
۱-۳-۱ ضرورت مدلسازی.....	۱۶
۲-۳-۱ اهداف مدلسازی.....	۱۷
۱-۲-۳-۱ پدیده‌های عمومی.....	۱۷
۲-۲-۳-۱ پدیده‌های موضعی.....	۱۷
۳-۲-۳-۱ روندیابی سیلاب.....	۱۸
۴-۲-۳-۱ اثر الگوی جریان رودخانه بر محیط اطراف در شرایط مختلف جریان.....	۱۸
۵-۲-۳-۱ اثر آبستگي و رسوبگذاري در رودخانه و اطراف سازه‌های هیدروليکی.....	۱۸
۶-۲-۳-۱ اثر الگوی جریان رودخانه و سازه‌های هیدروليکی بر روی ريخت‌شناسی رودخانه.....	۱۹
۷-۲-۳-۱ مسایل زیست‌محیطی و کیفیت آب در رودخانه.....	۱۹
۴-۱ معیارهای انتخاب مدل مناسب.....	۱۹
۱-۴-۱ معرفی مدل HEC-RAS.....	۲۲
۵-۱ ساختار کتاب.....	۲۲
فصل دوم: مدلسازی یک‌بعدی جریان.....	۲۴
۱-۲ مقدمه.....	۲۴
۲-۲ گام اول: تعريف پروژه.....	۲۵
۳-۲ گام دوم: وارد نمودن اطلاعات مقاطع عرضی.....	۲۵

۲۶	۱-۳-۲ ترسیم مسیر اصلی رودخانه
۲۷	۲-۳-۲ منوی EDIT
۲۷	۱-۲-۳-۲ ابزار ویرایش عناوین و نقاط
۲۹	۲-۲-۳-۲ ابزار ویرایش خطوط و متون
۲۹	۳-۳-۲ منوی VIEW
۳۰	۴-۳-۲ نمایش تصاویر پیش‌زمینه (BACKGROUND PICTURES)
۳۰	۵-۳-۲ داده‌های مقاطع عرضی
۳۱	۱-۵-۳-۲ وارد نمودن اطلاعات مقاطع عرضی در مدل HEC-RAS
۳۳	اطلاعات موردنیاز هر مقطع عرضی
۳۵	معرفی منوی Options
۴۵	۴-۲ گام سوم: وارد نمودن داده‌های جریان
۴۹	۵-۲ گام چهارم: انجام محاسبات جریان ماندگار
۵۱	۶-۲ گام پنجم: مشاهده و چاپ نتایج
۵۱	۱-۶-۲ نیم‌رخ عرضی سطح آب
۵۲	۲-۶-۲ نیم‌رخ طولی سطح آب
۵۲	۳-۶-۲ ترسیم توزیع سرعت در راستای مقاطع عرضی
۵۳	۴-۶-۲ ترسیم پارامترهای هیدرولیکی جریان در راستای طولی رودخانه
۵۴	۵-۶-۲ ترسیم منحنی‌های دبی-اشاره برای هر مقطع عرضی
۵۵	۶-۶-۲ ترسیم نمودارهای سه بعدی (X-Y-Z)
۵۶	۷-۶-۲ خروجی‌های جدولی
۵۸	۷-۲ مثال‌های کاربردی
۵۸	۱-۷-۲ مثال ۱: مدل‌سازی نیم‌رخ سطح آب در کانال
۶۹	۲-۷-۲ مثال ۲: مدل‌سازی نیم‌رخ سطح آب در محل پل
۸۰	فصل سوم: توابع طراحی کانال پایدار
۸۰	۱-۳ مقدمه

۲-۳	راهنمای کلی مدلسازی	۸۰
۳-۳	محاسبات جریان یکنواخت	۸۱
۱-۳-۳	محاسبه شیب، دبی یا ارتفاع سطح آب	۸۲
۲-۳-۳	محاسبه عرض کف	۸۳
۳-۳-۳	کاربرد داده‌های جریان یکنواخت در فایل هندسی	۸۵
۴-۳-۳	ذخیره داده‌های جریان یکنواخت	۸۵
۴-۳	طراحی کانال پایدار	۸۶
۱-۴-۳	روش کوپلن	۸۶
۲-۴-۳	روش رژی	۸۹
۳-۴-۳	روش نیروی کششی	۹۱
۵-۳	محاسبه ظرفیت انتقال رسوب	۹۳
۹۸	ترسیم منحنی سنج رسوب (نمودار/جدول)	
۹۹	ترسیم نیم‌رخ انتقال رسوب (نمودار/جدول)	
فصل چهارم: انجام تحلیل انتقال رسوب		
۱-۴	مقدمه	۱۰۱
۲-۴	وارد نمودن داده‌های رسوب	۱۰۱
۱-۲-۴	شرایط اولیه و پارامترهای انتقال	۱۰۲
۱-۱-۲-۴	تابع انتقال	۱۰۲
۲-۱-۲-۴	روش مرتب‌سازی مصالح بستر	۱۰۳
۳-۱-۲-۴	روش‌های سرعت سقوط	۱۰۵
۴-۱-۲-۴	عمق حداکثر و ارتفاع حداقل	۱۰۵
۵-۱-۲-۴	حدود مقطع عرضی متحرک	۱۰۶
۶-۱-۲-۴	دانه‌بندی مصالح بستر	۱۰۷
۲-۲-۴	شرایط مرزی رسوب	۱۰۹
۱-۲-۲-۴	انتخاب مکان مورد نظر جهت تعریف شرایط مرزی رسوب	۱۰۹

۱۱۱	۲-۲-۲-۴ بار تعادلی
۱۱۱	۳-۲-۲-۴ منحنی سنج
۱۱۲	۴-۲-۲-۴ بارهای نقطه‌ای و بارهای توزیعی
۱۱۲	DOWNSTREAM PASS THROUGH BOUNDARY گزینه ۵-۲-۲-۴
۱۱۴	SET SEDIMENT PROPERTIES گزینه ۱-۳-۲-۴
۱۱۵	SET COHESIVE OPTIONS گزینه ۲-۳-۲-۴
۱۱۶	BED CHANGE OPTIONS گزینه ۳-۳-۲-۴
۱۱۶	CALIBRATE TRANSPORT FUNCTION گزینه ۴-۳-۲-۴
۱۱۸	USER DEFINED GRAIN CLASSES گزینه ۵-۳-۲-۴
۱۲۰	OBSERVED DATA گزینه ۶-۳-۲-۴
۱۲۰	۳-۴ وارد نمودن داده‌های جریان شبه غیرماندگار
۱۲۰	انتخاب شرایط مرزی ۱-۳-۴
۱۲۲	FLOW SERIES شرط مرزی ۱-۱-۳-۴
۱۲۴	LATERAL FLOW SERIES شرط مرزی ۲-۱-۳-۴
۱۲۴	UNIFORM LATERAL FLOW شرط مرزی ۳-۱-۳-۴
۱۲۵	GATE TIME SERIES شرط مرزی ۴-۱-۳-۴
۱۲۶	STAGE TIME SERIES شرط مرزی ۵-۱-۳-۴
۱۲۷	RATING CURVE شرط مرزی ۶-۱-۳-۴
۱۲۷	NORMAL DEPTH شرط مرزی ۷-۱-۳-۴
۱۲۸	۲-۳-۴ تنظیم داده‌های مربوط به درجه حرارت آب
۱۲۹	۴-۴ اجرای مدل انتقال رسوب
۱۲۹	PLAN تعریف یک ۱-۴-۴
۱۳۰	۲-۴-۴ تنظیم پارامترهای محاسباتی و پیش فرض‌های مدل رسوبی
۱۳۰	SEDIMENT COMPUTATION OPTIONS AND TOLERANCES گزینه ۱-۲-۴-۴
۱۳۳	SEDIMENT OUTPUT OPTIONS گزینه ۲-۲-۴-۴
۱۳۶	۳-۲-۴-۴ گزینه لایروبی

۱۳۸	۴-۲-۴-۴ شیب انرژی انتقال رسوب
۱۳۸	۴-۲-۴-۵ اجرای مدل رسوبی
۱۳۹	۴-۵ نمایش نتایج
۱۳۹	۴-۵-۱ ترسیم نیم رخ طولی
۱۳۹	۴-۵-۲ نمایش سری های زمانی
۱۴۲	فصل پنجم: روش های ارزیابی اثر رسوب
۱۴۲	۵-۱ مقدمه
۱۴۳	۵-۲ شروع کار
۱۴۳	۵-۳ تعیین یک بازه رسوبی
۱۴۴	۵-۴ وارد نمودن داده ها
۱۴۴	۵-۴-۱ بخش BED MAT'L
۱۴۶	۵-۴-۲ بخش HYDRO
۱۴۶	۵-۴-۳ بخش SED PROP
۱۴۷	۵-۴-۳-۱ تابع انتقال رسوب
۱۴۷	۵-۴-۳-۲ روش محاسبه سرعت سقوط
۱۴۷	۵-۴-۳-۳ حداکثر کلاس دانه بندی (قطر) بار شسته
۱۴۸	۵-۴-۳-۴ وزن مخصوص ذرات
۱۴۹	۵-۴-۳-۵ غلظت رسوبات ریزدانه
۱۴۹	۵-۴-۴ بخش SOURCES
۱۵۰	۵-۴-۵ بخش HYDRAULICS
۱۵۱	۵-۴-۶ بخش OPTIONS
۱۵۱	۵-۴-۶-۱ گزینه USER DEFINED PARTICLE SIZES
۱۵۲	۵-۴-۶-۲ گزینه MULTIPLE TRANSPORT FUNCTIONS BY GRAIN SIZE
۱۵۲	۵-۴-۶-۳ گزینه REMOVE CROSS SECTIONS FROM SEDIMENT REACH
۱۵۳	۵-۴-۶-۴ گزینه BUDGET TOLERANCES

۱۵۴	 SIAM ۷-۴-۵ اجرای برنامه
۱۵۴	 SIAM ۸-۴-۵ خروجی مدل
۱۵۶	 SEDIMENT TRANSPORT POTENTIAL ۱-۸-۴-۵ گزینه
۱۵۶	 SUPPLY AND BALANCE ۲-۸-۴-۵ گزینه
۱۵۷	 LOCAL SUPPLY ۳-۸-۴-۵ گزینه
۱۵۸	 ANNUAL CAPACITY ۴-۸-۴-۵ گزینه
۱۵۹	 BED MATERIAL و WASH MATERIAL ۵-۸-۴-۵ گزینه‌های
۱۶۰	 LOCAL BALANCE ۶-۸-۴-۵ گزینه
۱۶۱	 NORMALIZED LOCAL BAL ۷-۸-۴-۵ گزینه
۱۶۲	 SIAM ۹-۴-۵ کاربردها و محدودیت‌های برنامه

پیوست ۱: استخراج پارامترهای هندسی مدل HEC-RAS با استفاده از الحاقیه

۱۶۳	 ArcGIS 9.3 و نرم‌افزار HEC-GeorAS
۱۶۳	 ۱-۱ مقدمه
۱۶۳	 ۲-۱ تجهیزات مورد نیاز کامپیوتر
۱۶۴	 ۳-۱ داده‌های مورد نیاز
۱۶۴	 ۴-۱ تعریف پروژه و شروع کار
۱۶۶	 ۱-۴-۱ شروع کار با الحاقیه HEC-GEORAS
۱۶۷	 ۲-۴-۱ ایجاد لایه‌های RAS
۱۶۸	 ۳-۴-۱ ایجاد خط مرکزی رودخانه (STREAM CENTERLINE)
۱۷۲	 ۴-۴-۱ ترسیم خطوط سواحل (BANK LINES)
۱۷۳	 ۵-۴-۱ ترسیم مسیرهای جریان (FLOW PATHS)
۱۷۴	 ۶-۴-۱ ترسیم مقاطع عرضی (XSCUTLINES)
۱۷۸	 ۸-۴-۱ ایجاد سطوح غیر موثر (INEFFECTIVE AREAS)
۱۷۹	 ۹-۴-۱ ایجاد موانع انسدادی (OBSTRUCTIONS)
۱۸۰	 ۱۰-۴-۱ آماده‌سازی اطلاعات جهت انتقال به مدل HEC-RAS

پ ۱-۵	وارد نمودن اطلاعات هندسی در مدل HEC-RAS	۱۸۲
پ ۱-۵-۱	وارد نمودن داده‌های پل	۱۸۷

پیوست ۲: مبانی مدل‌سازی پل‌ها

پ ۱-۲	هیدرولیک پل‌ها	۱۹۱
پ ۱-۱-۲	روش معادله انرژی	۱۹۲
پ ۲-۱-۲	روش معادله اندازه حرکت	۱۹۳
پ ۳-۱-۲	روش تجربی یارنل	۱۹۴
پ ۴-۱-۲	روش WSPRO	۱۹۵
پ ۲-۲	مقایسه روش‌های مختلف	۱۹۵
پ ۱-۲-۲	جریان‌های با دبی کم	۱۹۶
پ ۲-۲-۲	جریان‌های با دبی بالا	۱۹۷
پ ۱-۲-۲-۲	نتیجه‌گیری کلی در مورد دبی‌های بالا	۱۹۸
پ ۳-۲	موقعیت قرارگیری مقاطع عرضی در محدوده پل	۱۹۹

پیوست ۳: مبانی مدل‌سازی رسوب در مدل HEC-RAS

پ ۱-۳	توابع محاسبه زبری بستر	۲۰۳
پ ۱-۱-۳	معادله مانینگ	۲۰۳
پ ۲-۱-۳	معادله کولگان	۲۰۴
پ ۳-۱-۳	معادله استریکلر	۲۰۶
پ ۴-۱-۳	معادله لیمرینوس	۲۰۷
پ ۵-۱-۳	معادله براونلی	۲۰۸
پ ۶-۱-۳	روش سرویس حفاظت خاک آمریکا	۲۰۹
پ ۷-۱-۳	معیارهای انتخاب معادله مناسب برای تخمین ضریب زبری مانینگ	۲۰۹
پ ۲-۳	مبانی طراحی کانال پایدار	۲۱۰
پ ۱-۲-۳	روش کوپلند	۲۱۲

۲۱۷.....	پ ۳-۲-۲ تئوری رژیم
۲۱۹.....	پ ۳-۲-۳ روش نیروی کششی
۲۲۰.....	پ ۳-۳-۳ توابع انتقال رسوب
۲۲۰.....	پ ۳-۳-۱ روش یانگ
۲۲۲.....	پ ۳-۳-۲ روش انگلوند- هانسن
۲۲۲.....	پ ۳-۳-۳ روش مکرز- وایت
۲۲۴.....	پ ۳-۳-۴ روش میر- پیتر و مولر
۲۲۵.....	پ ۳-۳-۵ روش توفالتی
۲۲۶.....	پ ۳-۳-۶ روش لارسن
۲۲۷.....	پ ۳-۳-۷ روش ویلکااک
۲۲۸.....	پ ۳-۳-۴ روش های برآورد سرعت سقوط ذرات
۲۲۹.....	پ ۳-۴-۱ روش توفالتی
۲۲۹.....	پ ۳-۴-۲ روش ون راین
۲۳۰.....	پ ۳-۴-۳ روش روبی
۲۳۰.....	پ ۳-۴-۴ روش گزارش ۱۲
۲۳۲.....	پیوست ۴: ماکروی GRADISTAT
۲۳۲.....	پ ۴-۱ مقدمه
۲۳۲.....	پ ۴-۲ معرفی نرم افزار GRADISTAT
۲۳۳.....	پ ۴-۲-۱ روش کار با نرم افزار
۲۳۶.....	فهرست منابع

پیشگفتار

انجام هرگونه فعالیت در رودخانه‌ها مستلزم شناخت قواعد حاکم بر رودخانه و پیش‌بینی عکس‌العمل رودخانه نسبت به آن است تا از پیامدهای زیان‌بار مربوطه جلوگیری شود. شناخت یک فرآیند رودخانه‌ای با اندازه‌گیری پارامترهای هیدرولیکی در مقیاس واقعی معمولاً دشوار می‌باشد. از سوی دیگر مدلسازی انتقال رسوب نیز امری کاملاً پیچیده و مشکل‌می‌باشد زیرا اطلاعاتی که جهت پیش‌بینی تغییرات بستر به کار می‌رود اساساً دارای عدم قطعیت بوده و تئوری‌های به کار رفته نیز تجربی بوده و حساسیت شدیدی نسبت به دامنه وسیعی از متغیرهای فیزیکی از خود نشان می‌دهند. بالا بودن هزینه‌های مربوط به تجهیزات آزمایشگاهی و محدودیت استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری، از جمله دلایلی است که استفاده از روش‌های فیزیکی را محدود ساخته و باعث سوق یافتن متخصصان به سمت مدلسازی ریاضی و عددی برای شبیه‌سازی جریان و رسوب داخل مجاری آبی شده است.

راهنمای طراحی حاضر مدلسازی هیدرولیک جریان یک‌بعدی توسط مدل معروف HEC-RAS را در مسیر رودخانه‌ها و آبراهه‌های جاری و همچنین در نزدیکی سازه‌های هیدرولیکی پل و کالورت بررسی می‌کند. علاوه بر آن، روش‌های مختلف طراحی کانال پایدار و محاسبات ظرفیت انتقال رسوب داخل مجاری آبی بیان گردیده است. همچنین بخش‌های کاربردی مدلسازی رسوب نرم‌افزار (شامل تحلیل انتقال رسوب و ارزیابی اثر رسوب) برای سهولت دسترسی، بصورت گام به گام معرفی گردیده و نکات راهبردی برای مدلسازی جریان‌های رسوبی تشریح گردیده است. این کتاب شامل چهار پیوست کاربردی برای مدلسازی جریان و رسوب نیز می‌باشد که در آنها، مبانی مدلسازی پل‌ها و جریان‌های رسوبی براساس روش‌های موجود در مدل HEC-RAS تشریح گردیده است که متخصصان بتوانند با آشنایی کامل از تئوری حاکم بر روش‌های مختلف، نسبت به انتخاب آنها اقدام نمایند. یکی از نکات مهم، ارائه دستورالعمل کاربردی برای استخراج پارامترهای هندسی مدل با استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS و نرم‌افزار ArcGIS می‌باشد تا مهندسان بتوانند براحتی با استفاده از محیط پرکاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی به مدلسازی جریان و رسوب اقدام نموده و نتایج را با قابلیت‌های آن مشاهده و تفسیر نمایند. در انتها نیز ماکروی کاربردی GRADISTAT برای

تجزیه و تحلیل آماره‌های اندازه ذرات نمونه‌های مختلف خاک و رسوب معرفی شده و نحوه استفاده از آن بیان گردیده است.

در وهله اول این راهنما برای استفاده مهندسين عمران و آب در محل اجرای پروژه‌های آبی در مسیر رودخانه‌ها بوده لیکن می‌تواند مورد استفاده محققین در زمینه مهندسی هیدرولیک نیز قرار گیرد. با توجه به جوان بودن و وابستگی بسیار شدید علم مهندسی رودخانه به شاخه‌های مختلف علوم مهندسی شامل هیدرولیک، ژئوتکنیک، منابع آب و محیط زیست و همچنین عدم قطعیت‌های موجود در زمینه وضعیت انتقال رسوب در مجاری آبی طبیعی، عموماً مشکلات جدی در بالادست و پایین‌دست محل اجرای طرح‌های مهندسی رودخانه پدیدار می‌شود آنچه که مسلم است یکی از عوامل اصلی بروز مشکلات در پروژه‌های مختلف مهندسی رودخانه، عدم توجه به پدیده مهم انتقال رسوب بوده و بعضاً مهندسان به بررسی وضعیت هیدرولیکی جریان اکتفا می‌نمایند.

امیدواریم با انتشار این کتاب که اطلاعات مفیدی را در زمینه مدلسازی جریان و رسوب در مجاری آبی در اختیار مهندسان طراح می‌گذارد، گام کوچکی در جهت توسعه و پیشبرد اهداف صنعت آب کشور برداشته شود.

در انتها از خوانندگان محترم درخواست می‌نماید در صورت برخورد به نواقص، خطاها و اشتباهات احتمالی، اینجانبان را مطلع نمایند تا در چاپ‌های بعدی کتاب کامل‌تری در اختیار علاقه‌مندان قرار گیرد.

اصغر عزیزیان

کандیدای دکتری سازه‌های آبی دانشگاه تهران

امیر صمدی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

مرضیه آغاز

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سازه‌های آبی دانشگاه تهران