

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ وَبِالْحَمْدِ لِلَّهِ

اصول طراحی مدل های فیزیکی و هیدرولیکی
(شامل مباحث زیر و بیش از ۲۰۰ مثال و تمرین حل شده)

علیرضا خوش کنش

دکتری سازه های آبی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

بهشاد مهاجر ایروانفر

دانشجوی دکتری عمران مدیریت منابع آب دانشگاه علوم و تحقیقات تهران



انتشارات نظری

سرشناسه	خوش کنش، علیرضا / ۱۳۶۳
عنوان و نام پدیدآور	اصول طراحی مدل های فیزیکی و هیدرولیکی (شامل مباحث نوین و بیش از ۲۰۰ مثال و تمرین حل شده) / علیرضا خوش کنش - بهشاد مهاجر ابرواتلو
مشخصات نشر	تهران: انتشارات نظری ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	۲۴۰ ص
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۲۸۹-۶۰۹-۴
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتابنامه: ص. ۲۳۶
موضوع	هیدرولیک - الگوهای ریاضی - سازه های هیدرولیکی - طرح و ساختمان
شماره - جزوه	مهاجر ابرواتلو، بهشاد، ۱۳۶۷
رده بندی کنگره	۱۳۹۵ الف ۹ خ / TC۱۶۴
رده بندی ریی	۶۲۷
شماره کتابشناسی ملی	۴۶۲۷۲۸۴

نام کتاب: اصول طراحی مدل های فیزیکی و هیدرولیکی (شامل مباحث نوین و بیش از ۲۰۰ مثال و تمرین حل شده)

نویسنده: علیرضا خوش کنش - بهشاد مهاجر ابرواتلو

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۶

شمارگان: ۵۰۰

 انتشارات نظری

«کلیه حقوق مادی چاپ و نشر مخصوص و محفوظ ناشر می باشد»

دفتر مرکزی: تهران، خیابان ولی عصر (عج)، خیابان سید جمال الدین اسدآبادی (سلف آباد)
 نبش خیابان فتحی شقاقی، جنب بانک انصار، پلاک ۳۲، طبقه ۲، واحد ۱۷

info@nashrenazari.com www.nashrenazari.com

همراه: ۰۹۱۹۰۱۲۹۴۵۵ تلفن: ۸۸۱۰۲۷۷۵

قیمت: ۱۶۰۰۰۰ ریال



فهرست مطالب

پیش گفتار ۹

فصل اول

مفاهیم اولیه در مدل سازی

۱-۱- مدل چیست ۱۵

۱-۲- مدل سازی و کاربردهای آن در مهندسی هیدرولیک ۱۵

۱-۳- انواع مدل ها ۱۶

۱-۳-۱- مدل های ریاضی (محاسباتی) ۱۷

۱-۳-۲- مدل های فیزیکی (فیزیکی - هیدرولیکی) ۱۷

۱-۴- ابزارهای اندازه گیری جهت مدل سازی ۱۸

۱-۴-۱- اندازه گیری فشار ۱۹

۱-۴-۲- اندازه گیری ارتفاع سطح آب ۱۹

۱-۴-۳- اندازه گیری دبی ۲۰

۱-۴-۴- اندازه گیری سرعت ۲۰

۱-۴-۵- اندازه گیری درجه حرارت ۲۱

۳۱	۶-۴-۱-اندازه گیری غلظت
۳۱	۵-۱-مدلسازی
۲۱	۵-۱-۱-مواد مورد استفاده در ساخت مدل
۲۲	۵-۱-۲-ساخت و اجرای مدل
۲۳	۶-۱-نمونه سؤالات مفاهیم اولیه در مدلسازی

فصل دوم

آنالیز ابعادی

۲۷	۱-۲-مقدمه
۲۷	۲-۲-مفهوم آنالیز ابعادی
۲۹	۲-۳-کمیت‌ها و ابعاد آنها در مهندسی هیدرولیک
۳۰	۲-۴-اعداد بدون بعد و کاربردهای آنها
۳۱	۲-۴-۱-نیروی اینرسی (F_i)
۳۱	۲-۴-۲-نیروی فشاری (F_p)
۳۱	۲-۴-۳-نیروی جاذبه (ثقل) (F_g)
۳۲	۲-۴-۴-نیروی ویسکوزیته (لزجت) (F_μ)
۳۲	۲-۴-۵-نیروی کشش سطحی (F_δ)
۳۲	۲-۴-۶-نیروی الاستیسیته (کشسانی) (F_E)
۳۳	۲-۴-۷-نیروی شناوری (F_B)
۳۳	۲-۴-۸-نیروی گریز از مرکز (F_w)
۳۳	۲-۴-۹-نیروی وزن (F_G)
۴۰	۲-۵-انواع روش‌های به کار رفته در آنالیز ابعادی
۴۰	۲-۶-همگنی ابعادی
۴۱	۲-۷-روش π (بی) باکینگهام

۴۹	۸-۲-روش رالی
۵۲	۹-۲-روش ماتریس
۵۵	۱۰-۲-روش بدیهی (سریع)
۵۸	۱۱-۲-مثال های تکمیلی از بخش آنالیز ابعادی
۶۱	۱۲-۲-نمونه سؤالات تکمیلی آنالیز ابعادی

فصل سوم

اصول تشابه و مدل سازی پدیده‌های هیدرولیکی

۶۹	۱-۳-مقدمه
۷۰	۲-۳-مفاهیم، تعاریف بنیادی در تئوری تشابه
۷۱	۳-۳-تئوری تشابه و کاربردهای آن در مدلسازی
۷۶	۴-۳-مقیاس‌بندی اعداد بدون بعد
۸۰	۵-۳-شبیه سازی جریان سیال بر مبنای معادلات دیفرانسیل حرکت
۸۳	۶-۳-قوانین اصلی تشابه
۸۳	۳-۶-۱-قانون مدل رینولدزی
۸۶	۳-۶-۲-افت فشار جریان در مجرا
۸۷	۳-۶-۳-مقاومت در برابر حرکت اجسام مستغرق در سیال
۸۸	۳-۶-۴-محاسبات نیروی پسا (دراگ)
۹۰	۳-۶-۵-جریان در مجاری بسته
۹۳	۳-۶-۲-قانون مدل فرودی
۹۷	۳-۶-۱-۲-جریان روی سرریزها
۱۰۳	۳-۶-۲-۲-جریان در کانال‌های باز
۱۰۴	۳-۶-۳-اجسام شناور در آب
۱۰۵	۳-۶-۲-۱-جریان در یک خور (مدخل ورودی دریا به رودخانه)
۱۰۶	۳-۶-۴-جریان در ماشین‌های هیدرولیکی
۱۱۰	۳-۶-۵-جت جریان خروجی از نازل

۱۱۰	۳-۲-۶- حرکت کشش و امواج جزرومدی
۱۱۲	۳-۲-۷- سایر پدیده‌های قابل شبیه سازی با مدل فرود
۱۱۳	۳-۳-۶- قانون مدل ماخ (Ma)
۱۱۵	۳-۳-۱- شبیه سازی حرکت هواپیما و موشک
۱۱۸	۳-۳-۲- پدیده کوبه فشار (چکش آبی، ضربه قوچ، شوک هیدرولیکی)
۱۲۲	۳-۴-۶- قانون مدل وبر
۱۲۵	۳-۷- مدل‌های چند پارامتری
۱۲۵	۳-۷-۱- شبیه ری براساس قانون رینولدز و قانون فرود
۱۲۷	۳-۷-۲- شبیه رزی براساس قوانین رینولدز و استروهاال
۱۳۱	۳-۷-۳- شبیه سازی براساس قانون رینولدز و اولر
۱۳۴	۳-۸- اثر مقیاس
۱۳۵	۳-۸-۱- نمونه‌هایی از اثر مقیاس
۱۳۸	۳-۹- مدل کج
۱۳۹	۳-۹-۱- انواع کجی مدل‌ها
۱۴۰	۳-۹-۲- دلایل کاربرد مدل‌های کج
۱۴۱	۳-۹-۳- مزایا و معایب مدل‌های کج
۱۴۲	۳-۹-۴- نسبت مقیاس‌ها در مدل کج
۱۴۹	۳-۱۰- سؤالات چهار گزینه‌ای آزمون‌های دکتری تخصصی سازه‌های آبی سال‌های ۳۹-۱۳۹۱ از بخش تشابه و مدل سازی پدیده‌های هیدرولیکی
۱۶۲	۳-۱۱- نمونه سؤالات چهارگزینه‌ای تکمیلی تشابه و مدل سازی پدیده‌های هیدرولیکی

فصل چهارم

مدل‌های رودخانه‌ای

۱۸۳	۴-۱- مقدمه
۱۸۶	۴-۲- مدل‌های با بستر ثابت
۱۸۷	۴-۲-۱- مدل کانال‌های باز (با بستر ثابت)

۲۰۵.....	۲-۲-۴- شبیه سازی براساس قانون مدل فرود برای مدل های رودخانه ای کج
۲۰۷.....	۳-۴- مدل های با بستر متحرک
۲۰۸.....	۱-۳-۴- طراحی به روش سعی و خطا
۲۱۰.....	۲-۳-۴- روش های نظری در مدل سازی بسترهای متحرک
۲۱۳.....	۱-۲-۳-۴- شبیه سازی کامل بسترهای متحرک
۲۱۷.....	۲-۳-۴- شبیه سازی غیر کامل بسترهای متحرک
۲۲۲.....	۴-۴- سوالات چهار گزینه ای آزمون های دکتری تخصصی سازه های آبی سال های ۱۳۹۰ - ۱۳۹۴ از بخش مدل های رودخانه ای
۲۲۷.....	۵-۴- نمونه سوالات چهار گزینه ای تکمیلی مدل های رودخانه ای

فصل پنجم

میکرو مدل ها

۲۳۳.....	۱-۵- مقدمه
۲۳۴.....	۲-۵- مدل سازی با میکرو مدل ها
۲۳۴.....	۳-۵- قرار گیری لایه های مدل
۲۳۷.....	۵-۵- بهره برداری و اجرای مدل
۲۳۷.....	۶-۵- واسنجی مدل
۲۴۱.....	۷-۵- سوالات چهار گزینه ای آزمون های دکتری تخصصی سازه های آبی سال های ۱۳۹۰ - ۱۳۹۴ از بخش میکرو مدل ها
۲۴۳.....	فهرست منابع

پیش گفتار

علیرغم پیشرفت‌های سریع سرعت گرفته در ابداع و توسعه مدل‌های ریاضی و کامپیوتری و به‌کارگیری این مدل‌ها در مطالعه پدیده‌های طبیعی گوناگون، همچنان بسیاری از پدیده‌ها به‌تنهایی قابل توصیف، تبیین یا پیش‌بینی این مدل‌ها نیستند. در بسیاری از شاخه‌های علوم به‌ویژه علوم مهندسی، دستیابی به شناخت شهودی و ملموس از یک پدیده نیازمند تولید و بازسازی آن پدیده در آزمایشگاه و در مقیاس‌های کوچک‌تر قابل‌اندازه‌گیری با ابزارهای آزمایشگاهی است. در راستای رسیدن به این هدف، از مدل‌سازی آزمایشگاهی جهت مطالعه مسائل پیچیده علوم مهندسی استفاده می‌شود. مدل‌های آزمایشگاهی که اصطلاحاً مدل‌های فیزیکی نامیده می‌شوند، امکان مطالعه و پیش‌بینی دقیق رفتار یک پدیده را از جوانب مختلف و در مقیاس کوچک و قابل‌درک به شکلی ساده فراهم می‌آورند. مدل‌های فیزیکی مورد استفاده در مهندسی آب اصطلاحاً تحت عنوان مدل‌های فیزیکی-هیدرولیکی و به اختصار مدل‌های هیدرولیکی نامیده می‌شوند. در اصل، مدل‌های هیدرولیکی در شناخت و شبیه‌سازی عینی پدیده‌هایی در مهندسی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند که رفتار آن‌ها یا فاقد معادلات ریاضی تبیین‌گر است (جریان‌های غیر ماندگار سریع غیریکنواخت) یا حل دقیق یا مستقیم تحلیلی برای

این معادلات وجود ندارد (دستگاه معادلات ناویر استوکس) یا رفتار پدیده از درجه نامعینی بالایی برخوردار است (جریان های رسوبی) و یا نیاز به تعیین رابط بهینه است (جریان روی سازه های هیدرولیکی). بنابراین، شناخت اصول حاکم بر طراحی، نحوه انتخاب و به کارگیری مدل های فیزیکی و هیدرولیکی از اهمیت به سزایی در مطالعه پدیده های گوناگون در مهندسی آب برخوردار است.

اثر حاضر که حاصل بهره گیری از منابع اصلی و نوین آموزشی و پژوهشی و نیز تجربیات نگارندگان بر ساخت و اجرای مدل های فیزیکی و هیدرولیکی است، به شکلی کاربردی با بهره گیری از نمونه های متعددی به معرفی مبانی طراحی این مدل ها می پردازد. این کتاب شامل پنج فصل است که عبارت است از مفاهیم اولیه در مدل سازی، تجزیه و تحلیل ابعادی، اصول تشابه در مدل های هیدرولیکی، مدل های رودخانه ای و ریز مدل ها. فصل اول شامل مفاهیم اولیه مدل و مدل سازی و ابزارهای آزمایشگاه، مراد استفاده در مدل سازی است. در فصل دوم، به مسائل آنالیز ابعادی، نیروهای حاکم بر پدیده های جریان سیال، مفاهیم اعداد بدون بعد و روش های متداول در آنالیز ابعادی پرداخته می شود. در فصل سوم، اصول مقیاس بندی و تشابه، تبیین پدیده های هیدرولیکی با بهره گیری از پارامترهای بدون بعد و قوانین تشابه و مدل های تک مقیاس و چند مقیاسی معرفی گردیده اند. فصل چهارم شامل مدل های پدیده تر از جمله مدل های مجاری روباز با بسترهای ثابت و متحرک و مدل های رسوبی است و در فصل پنجم ریز مدل ها به اختصار مورد بررسی قرار گرفته اند. لازم به ذکر است در کلیه فصول این کتاب از مثال های متعدد جهت تشریح و درک بهتر مفاهیم مختلف مطرح شده استفاده شده است و در پایان هر فصل، در دو بخش مجزا، سؤالات آزمون های دکتری در رشته های مهندسی آب و مهندسی عمران به صورت حل شده و نیز نمونه سؤالات چهارگزینه ای طرح شده توسط مؤلفین از منابع انتهایی کتاب ارائه شده است.

در پایان از کلیه اساتید و کارشناسان به‌ویژه جناب آقای پروفسور صدقی استاد برجسته
هیدرولوژی، به دلیل هدایت‌های تخصصی ایشان و سرکار خانم مهندس هانیه باریکانی که
طراحی‌های گرافیکی این اثر را به انجام رساندند تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

علیرضا خوش کنش

بهشاد مهاجر ابروانلو

بهار ۱۳۹۶

www.ketab.ir