

بسمہ تعالیٰ

روش های عددی در هواشناسی و اقیانوس شناسی

www.ketab.ir
کریستوفر دوس

ترجمہ:

دکتر سعید ملا اسماعیل پور



انتشارات دانشگاهی فرهنگد

نام کتاب: روش‌های عددی در هواشناسی و اقیانوس‌شناسی

تألیف: کریستوفر دوس

ترجمه: دکتر سعید ملاسماعیل‌پور

تاریخ و نوبت چاپ: اول ۱۴۰۱

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

بها: ۱۲۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۱۵-۵۴-۷

حق چاپ برای نشر دانشگاهی فرهنگد محفوظ می‌باشد

نشانی: تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ساختمان فروزنده، طبقه اول، واحد ۴۱۹

تلفن: ۶۶۴۱۰۶۸۸ - ۶۶۴۸۶۱۴

WWW.FARBOOK.IR
Farbook.pub@gmail.com

مدرسنامه	: دوس، کریستوفر
عنوان و نام پدیدآور:	روش‌های عددی در هواشناسی و اقیانوس‌شناسی / کریستوفر دوس؛ ترجمه سعید ملاسماعیل‌پور
مشخصات نشر:	تهران: نشر دانشگاهی فرهنگد، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری:	۱۷۷ ص.: مصور، نمودار (رنگی).
شابک	: 978-622-7315-54-7
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: عنوان اصلی: Numerical Methods in Meteorology and Oceanography.
یادداشت موضوع	: کتابنامه. هواشناسی -- الگوهای ریاضی Meteorology -- Mathematical models اقیانوس‌شناسی -- الگوهای ریاضی Oceanography -- Mathematical models آنالیز عددی Numerical analysis حساب عددی Numerical calculations
شناسه افزوده	: ملاسماعیل‌پور، سعید، ۱۳۵۵ -- مترجم
شناسه افزوده	: فرهنگد زادگان، علیرضا، ۱۳۵۱ -- مترجم
رده بندی کنگره	: QC۸۶۱/۳
رده بندی دیویی	: ۵۵۱/۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۰۸۵۱۹۴
اطلاعات رکورد	: فیا
کتابشناسی	

پیش‌گفتار مترجم

کمبود کتاب درسی به زبان فارسی در زمینه روش‌های عددی در هواشناسی و اقیانوس‌شناسی چه در بحث تألیف و چه در بحث ترجمه، ما را ترغیب به ترجمه این اثر ارزشمند نموده است. کتاب حاضر، ترجمه کتاب «Numerical Methods in Meteorology and Oceanography» اثر کریستوفر دوس، استاد دانشکده هواشناسی دانشگاه استکهلم سوئد می‌باشد. در این کتاب با استفاده از طرح‌واره‌های مختلف به تحلیل روش‌هایی پرداخته شده است که جواب‌های عددی معادلات را به ما می‌دهد. زیرا حل تحلیلی معادلات بعضاً پیچیده و حتی به روش‌های معمول غیرممکن است. از این‌رو، ناچار به بررسی و حل آنها با روش‌های عددی می‌باشیم. به طور نمونه، برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی (PDE) نیاز به گسسته‌سازی آنها داریم. روش تفاضل محدود یک روش مستقیم برای گسسته‌سازی این معادلات است. به این معنی که به جای تحلیل یک معادله در یک مکان پیوسته، آن را به دو یا چند معادله در مکان‌های گسسته تبدیل می‌کنیم. این کتاب مشتمل بر ۱۴ فصل است که در فصل آخر (فصل ۱۴) نمونه سؤالات امتحانی دانشگاه استکهلم سوئد از سال ۱۹۹۹-۲۰۰۸ آورده شده است.

این کتاب برای دانشجویان رشته‌های هواشناسی، اقیانوس‌شناسی فیزیکی، فیزیک دریا، ریاضیات کاربردی و سایر رشته‌های مهندسی به‌ویژه مکانیک سیالات بسیار مفید است. در خاتمه هرگونه نظر و پیشنهادی از سوی دانشجویان، خوانندگان و همکاران محترم در جهت بهبود کیفیت این کتاب با نشانی و ایمیل esmaeilpour@aut.ac.ir موجب امتنان خواهد بود.

دکتر سعید ملاسماعیل‌پور

زمستان ۱۴۰۱

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه	۹
فصل ۲: معادلات دیفرانسیل جزئی (PDE)	۱۱
۱-۲- مقدمه	۱۲
۲-۲- بیضوی	۱۳
۳-۲- سهموی	۱۵
۴-۲- هذلولوی	۱۶
فصل ۳: تفاضلات محدود	۱۸
۱-۳- روش نقطه - شبکه	۱۹
۲-۳- طرح‌واره تفاضل محدود	۱۹
۳-۳- تفاضلات محدود زمانی	۲۲
۱-۳-۳- طرح‌واره‌های دو ترازی	۲۴
فصل ۴: پایداری عددی معادله فرارفت (هذلولی)	۲۷
۱-۴- معادله فرارفت با طرح‌واره لیپ- فراگ، یعنی $O[(\Delta x)]^2$	۲۸
۲-۴- معادله فرارفت با طرح‌واره اویلر (پیشرو) در زمان و طرح‌واره مرکزی در مکان	۳۱
۳-۴- طرح‌واره پادجریان یا پادبادسو	۳۳
۴-۴- معادله فرارفت با طرح‌واره $O(\Delta x)^4$	۳۷
فصل ۵: مُد عددی	۴۱
۱-۵- مُد عددی طرح‌واره‌های سه ترازی	۴۲
۱-۱-۵- شرط اولیه محاسباتی	۴۵
۲-۵- منع مُد محاسباتی	۴۵
فصل ۶: دقت سرعت فاز عددی	۴۷
۱-۶- پراکندگی ناشی از گسستگی مکانی	۴۸

۴۸.....	۲-۶- پراکندگی ناشی از گسستگی زمانی.....
۵۱.....	۳-۶- پراکندگی ناشی از گسستگی مکانی و زمانی.....
۵۴.....	فصل ۷: عبارات انتشار و اصطکاک (سه‌موی).....
۵۵.....	۱-۷- اصطکاک ریلی.....
۵۸.....	۲-۷- معادلهٔ گرما.....
۶۴.....	۳-۷- معادلهٔ فرارفت - انتشار.....
۶۹.....	فصل ۸: معادلات پواسون و لاپلاس (بیضوی).....
۷۰.....	۱-۸- مقدمه.....
۷۰.....	۲-۸- روش تکرار ژاکوبی.....
۷۱.....	۳-۸- روش تکرار گاوس-سایدل.....
۷۲.....	۴-۸- روش فوق تخفیف متوالی (SOR).....
۷۴.....	فصل ۹: معادلات آب کم‌عمق.....
۷۵.....	۱-۹- امواج گرانشی یک بعدی با تفاضل مرکزی مکانی.....
۷۷.....	۲-۹- امواج گرانشی دو بعدی با تفاضل مرکزی مکانی.....
۷۹.....	۳-۹- معادلات خطی آب کم‌عمق بدون اصطکاک.....
۸۶.....	۴-۹- پایداری جرم، انرژی و آنستروپی.....
۸۶.....	۱-۴-۹- معادلات آب کم‌عمق با عبارات‌های فرارفت غیرخطی.....
۸۸.....	۲-۴-۹- گسسته‌سازی.....
۹۲.....	فصل ۱۰: طرح‌واره‌های ضمنی و نیمه‌ضمنی.....
۹۳.....	۱-۱۰- طرح‌وارهٔ ضمنی (قانون ذوزنقه).....
۹۵.....	۲-۱۰- روش نیمه‌ضمنی کوپزاک و رابرت.....
۹۷.....	۳-۱۰- روش نیمه لاگرانژی.....
۹۸.....	۱-۳-۱۰- فرارفت غیرفعال یک بُعدی (1-D).....

۱۰-۳-۲- درون‌یابی و پایداری	۱۰۰
فصل ۱۱: هارمونیک‌های گروه	۱۰۳
۱۱-۱- روش‌های طیفی	۱۰۴
۱۱-۲- هارمونیک‌های گروه	۱۰۶
۱۱-۳- روش تبدیل طیفی	۱۰۹
۱۱-۴- کاربرد در معادلات آب کم‌عمق در کره	۱۱۰
فصل ۱۲: انواع مختلف مختصات	۱۱۲
۱۲-۱- مختصات ارتفاع یا عمق ثابت	۱۱۳
۱۲-۲- سایر مختصات قائم	۱۱۴
۱۲-۲-۱- مختصات فشار	۱۱۷
۱۲-۲-۲- مختصات سیگما	۱۱۹
۱۲-۲-۳- مختصات هیبرید	۱۲۰
۱۲-۲-۴- مختصات مدل گردش عمومی اقیانوس	۱۲۲
۱۲-۳- اجزای محدود	۱۲۲
۱۲-۴- نتایج حاصل از مدل‌های گردش عمومی اقیانوس و جو	۱۲۴
فصل ۱۳: تمرینات عملی کامپیوتری	۱۲۶
۱۳-۱- هدف	۱۲۷
۱۳-۲- تئوری	۱۲۷
۱۳-۳- ابزار	۱۲۸
۱۳-۴- تمرینات نظری	۱۲۹
۱۳-۵- تمرینات تجربی	۱۳۰
۱۳-۶- تمرین آب کم‌عمق، توسط آندرس انگستروم	۱۳۲
۱۳-۷- تئوری	۱۳۲

پیش‌گفتار مؤلف

هدف از این نوشته، ارائهٔ مقدمه و مروری بر مدل‌سازی عددی اقیانوس و جو است. در این کتاب، طرح‌واره‌های عددی برای متداول‌ترین معادلات هواشناسی و اقیانوس‌شناسی تشریح شده است. برای سهولت، معادلات اغلب به معادلات هیدرودینامیکی ارجاع داده می‌شوند، زیرا روش‌های عددی تشریح شده در این نوشته، هم برای مدل‌سازی اقیانوس و هم برای جو قابل استفاده و کاربردی می‌باشند. از طرفی، عمدتاً به دلیل غیرخطی بودن معادلات هیدرودینامیکی که حرکت در اقیانوس و جو را توصیف می‌کنند، نمی‌توان جواب‌های تحلیلی برای آنها پیدا کرد. بنابراین، ناچار به تقریب عددی معادلات و حل عددی آنها با ساخت مدل‌های گردش عددی هستیم.

کریستوفر دوس، استاد اقیانوس‌شناسی فیزیکی دانشکدهٔ هواشناسی، دانشگاه استکهلم (سوئد)

www.ketab.ir