

مبانی دینامیک اقیانوس‌ها

مؤلف: محمدرضا خلیل آبادی

بهادر سرانجام

سرشناسه: خلیل آبادی، محمدرضا، ۱۳۵۷ -

عنوان و نام پدیدآور: مبانی دینامیک اقیانوس ها/ مولف محمدرضا خلیل آبادی، بهادر سرانجام.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۱. مشخصات ظاهری: ۳۳۰ ص.

وضعیت فهرست نویسی: فیبا یادداشت: واژه نامه یادداشت: کتابنامه: ص. ۳۲۳.

موضوع: جریان های دریایی موضوع: امواج دریایی موضوع: اقیانوس شناسی

موضوع: سیلاب - دینامیک شناسه افزوده: سرانجام، بهادر، ۱۳۳۸ - شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی مالک اشتر

رده بندی کنگره: ۱۳۹۱ م ۸/خ ۲۱۱/ GC رده بندی دیویی: ۵۵۱/۴۷۰۲۲ رده بندی ملی: ۳۰۰۵۳۴۴



انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر



دانشگاه صنعتی مالک اشتر

مجمع دانشگاهی علوم و فناوری مواد

عنوان کتاب: مبانی دینامیک اقیانوس ها
مولفین: محمدرضا خلیل آبادی، بهادر سرانجام
ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
طرح روی جلد: رضا بحرودی
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
صفحه آرایی رایانه ای: حسین میرزایی
ویراستار ادبی: امین پژوهش جهرمی
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول، پاییز ۹۱
قیمت: ۱۶۳،۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-5665-37-6

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۶۵-۳۷-۶

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.

آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز فناوری اطلاعات و خدمات علمی تهران

مدیریت انتشارات. تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

پیش‌گفتار.....	۱
فصل اول: مقدمه‌ای بر پارامترهای فیزیکی آب دریا (دما، شوری و چگالی).....	۵
۱-۱ مقدمه	۵
۲-۱ دما در اقیانوس	۵
۱-۲-۱ توزیع جغرافیایی دما در اقیانوس	۵
۲-۲-۱ توزیع قائم دما در اقیانوس	۶
۳-۲-۱ لایه آمیخته اقیانوسی و دماشیب	۸
۴-۲-۱ دمای پتانسیلی	۱۰
۳-۱ شوری	۱۰
۱-۳-۱ تعاریف مختلف برای شوری	۱۱
۲-۳-۱ توزیع جغرافیایی شوری	۱۵
۴-۱ چگالی	۱۵
۱-۴-۱ چگالی و σ_t	۱۵
۲-۴-۱ چگالی پتانسیلی	۱۶
فصل دوم: کلیات	۲۱
۱-۲ مقدمه	۲۱
۲-۲ انواع شارش در اقیانوس	۲۲
۳-۲ نیروهای غالب در دینامیک اقیانوس	۲۴
۴-۲ سامانه‌های مختصات مورد استفاده در اقیانوس‌شناسی	۲۶
فصل سوم: معادلات پایستگی	۳۳
۱-۳ مقدمه	۳۳
۲-۳ توازن جهانی گرما	۳۴
۱-۲-۳ بودجه گرمایی اقیانوسی	۳۴
۳-۳ توازن جهانی آب و شوری	۳۶
۱-۳-۳ پایستگی جرم و شوری	۳۸

۴۱	۳-۴ مشتق کلی $(\frac{D}{Dt})$
۴۳	۳-۵ پایداری جرم: معادله پیوستگی.....
۴۵	۳-۶ تقریب بوسینسک.....
۴۶	۳-۶-۱ تراکم‌پذیری.....
۴۷	۳-۷ محاسبه سرعت قائم با استفاده از معادله پیوستگی.....
۵۵	فصل چهارم: معادلات حرکت در اقیانوس.....
۵۵	۴-۱ مقدمه.....
۵۶	۴-۲ شتاب.....
۵۹	۴-۳ نیروهای غالب در دینامیک اقیانوس.....
۵۹	۴-۳-۱ نیروی گرادیان فشار.....
۶۳	۴-۳-۲ نیروی کوریولیس.....
۷۳	۴-۳-۳ گرانش: سطوح هم‌پتانسیلی.....
۷۴	الف- کاهش پتانسیل گرانش به دلیل جرخش زمین.....
۷۵	ب- یکسان نبودن شعاع زمین در استوا و قطب.....
۷۵	۴-۳-۴ نیروی‌های اصطکاکی.....
۷۶	۴-۴ معادله اندازه حرکت.....
۷۸	۴-۵ حل معادلات حرکت.....
۷۸	۴-۵-۱ شرایط مرزی.....
۸۳	فصل پنجم: معادلات حرکت در حضور اصطکاک.....
۸۳	۵-۱ مقدمه.....
۸۴	۵-۲ اصطکاک.....
۸۷	۵-۳ وشکسانی ادی (گردابی).....
۸۸	۵-۳-۱ محاسبه تنش‌های برشی اصطکاکی (وشکسانی ادی و وشکسانی مرکلی).....
۹۲	۵-۴ تنش باد.....
۹۳	۵-۵ تنش رینولدز.....
۹۴	۵-۵-۱ محاسبه جملات تنش رینولدز.....
۹۸	۵-۵-۲ عدد رینولدز.....

فصل ششم: پایداری.....	۱۰۳
۱-۶ مقدمه	۱۰۳
۲-۶ پایداری استاتیکی	۱۰۳
۱-۲-۶ فرکانس پایداری	۱۰۷
۳-۶ پایداری دینامیکی	۱۰۹
۱-۳-۶ عدد ریچاردسون	۱۱۰
۴-۶ پخش دوگانه و انگشت‌های نمکی (رژیم انگشتی همرفت پخش دوگانه).....	۱۱۱
۵-۶ آمیختگی در اقیانوس	۱۱۵
۱-۵-۶ مالکین آمیختگی قائم	۱۱۶
۲-۵-۶ آمیختگی افقی	۱۲۱
۶-۶ لایه‌های آمیخته اقیانوسی	۱۲۲
۱-۶-۶ لایه آمیخته سطحی	۱۲۲
۲-۶-۶ لایه آمیخته تحتانی	۱۲۵
۳-۶-۶ لایه‌های آمیخته درونی	۱۲۹
فصل هفتم: جریان‌های اینرسی.....	۱۳۳
۱-۷ مقدمه	۱۳۳
۲-۷ حرکت اینرسی	۱۳۳
فصل هشتم: جریان‌های ژئوستروفیک.....	۱۴۱
۱-۸ مقدمه	۱۴۱
۲-۸ موازنه هیدروستاتیک	۱۴۲
۳-۸ توازن ژئوستروفیک	۱۴۳
۴-۸ استخراج معادلات ژئوستروفیک از طریق تحلیل مقیاس	۱۴۸
۵-۸ محاسبه جریان‌های ژئوستروفیک سطحی از طریق ارتفاع‌سنجی	۱۵۱
۱-۵-۸ توپوگرافی اقیانوسی	۱۵۳
۶-۸ محاسبه جریان‌های ژئوستروفیک از طریق هیدروگرافی	۱۵۳
۷-۸ سطوح ژئوپتانسیلی درون اقیانوس	۱۵۷
۸-۸ معادلات مربوط به جریان‌های ژئوستروفیک داخل اقیانوس	۱۵۸

۹-۸	محاسبه جریان‌های ژئوستروفیک با استفاده از شیب سطح دریا (معادله مارگل).....	۱۶۳
۱۰-۸	سیالات باروتروپیک و باروکلینیک.....	۱۶۶
۱-۱۰-۸	سیالات باروتروپیک.....	۱۶۶
۲-۱۰-۸	سیالات باروکلینیک.....	۱۶۸
۱۱-۸	انرژی پتانسیلی قابل دسترسی.....	۱۶۹
	فصل نهم: جریان‌های ناشی از باد.....	۱۷۷
۱-۹	مقدمه.....	۱۷۷
۲-۹	بجت کیفی تانسن.....	۱۷۸
۳-۹	حل اکمن.....	۱۷۹
۱-۳-۹	ارزیابی حل اکمن.....	۱۸۴
۲-۳-۹	عمق لایه اکمن.....	۱۸۴
۳-۳-۹	عدد بی بعد اکمن نیروهای کوریولیس و اصطکاک.....	۱۸۶
۴-۳-۹	لایه اکمن تحتانی.....	۱۸۷
۵-۳-۹	بررسی فرضیه اکمن.....	۱۸۹
۶-۳-۹	مشاهدات جریان در نزدیکی سطح.....	۱۹۰
۷-۳-۹	تاثیر پایداری در لایه اکمن.....	۱۹۲
۴-۹	گردش لنگمویر.....	۱۹۲
۵-۹	انتقال (جرم و حجم) اکمن.....	۱۹۵
۱-۵-۹	کاربرد انتقال جرم اکمن.....	۱۹۸
۶-۹	کاربرد نظریه اکمن.....	۱۹۸
۱-۶-۹	پمپاژ اکمن.....	۱۹۹
۲-۶-۹	فراجوشی ساحلی.....	۲۰۰
۳-۶-۹	فراجوشی در استوا.....	۲۰۲
۴-۶-۹	فراجوشی و فروجوشی دور از مرزها.....	۲۰۳
۵-۶-۹	اثرات اقلیمی فراجوشی.....	۲۰۶
	فصل دهم: گردش اقیانوسی ناشی از باد.....	۲۱۳
۱-۱۰	مقدمه.....	۲۱۳
۲-۱۰	حل سوردراب برای گردش اقیانوسی ناشی از باد.....	۲۱۴

۲۱۸	۱-۲-۱۰ مرتبه‌های بزرگی جملات
۲۱۹	۲-۲-۱۰ کاربرد معادلات سوردراب
۲۲۸	۳-۲-۱۰ شکل عمومی معادله سوردراب - همگرایی و واگرایی
۲۳۷	۳-۱۰ تشدید جریان‌های غربی - نقش استومل
۲۴۰	۴-۱۰ حل مانک
۲۴۹	فصل یازدهم: تاوایی در اقیانوس
۲۴۹	۱-۱۱ مقدمه
۲۵۰	۲-۱۱ بردار تاوایی
۲۵۱	۱-۲-۱۱ تاوایی سیاره‌ای
۲۵۲	۲-۲-۱۱ تاوایی نسبی
۲۵۳	۳-۲-۱۱ تاوایی مطلق
۲۵۵	۴-۲-۱۱ تاوایی پتانسیلی
۲۵۸	۳-۱۱ نتایج اصل پایداری تاوایی پتانسیلی
۲۶۵	فصل دوازدهم: گردش ترموهاالاین
۲۶۵	۱-۱۲ مقدمه
۲۶۶	۲-۱۲ منابع اصلی آب‌های عمیق
۲۶۷	۱-۲-۱۲ شکل‌گیری آب عمیق در اطلس شمالی
۲۶۸	۲-۲-۱۲ شکل‌گیری آب عمیق در اطراف قاره قطب جنوب
۲۶۹	۳-۲-۱۲ شارش خروجی دریا‌های حاشیه‌ای
۲۷۰	الف- آب‌های با منشأ مدیترانه‌ای
۲۷۰	ب- آب‌های با منشأ دریای سرخ و خلیج فارس
۲۷۲	۳-۱۲ اهمیت گردش ترموهاالاین
۲۷۳	۱-۳-۱۲ انتقال گرمای اقیانوسی
۲۷۶	۲-۳-۱۲ نقش اقیانوس در تغییرات اقلیم عصر یخبندان
۲۷۷	۴-۱۲ نظریه گردش ترموهاالاین
۲۸۲	۵-۱۲ نکاتی درباره نظریه گردش آب عمیق
۲۸۷	فصل سیزدهم: مقدمه‌ای بر مدل آب کم‌عمق

۱-۱۳	مقدمه	۲۸۷
۲-۱۳	مدل آب کم عمق	۲۸۸
۳-۱۳	معادلات آب کم عمق	۲۸۹
۴-۱۳	پایستگی تاوایی پتانسیلی: نظریه آب کم عمق	۲۹۶
۳۰۱	فهرست نمادها	
۳۱۱	واژه‌نامه	
۳۲۳	مراجع	

پیش‌گفتار

کتاب حاضر مقدمه‌ای بر اقیانوس‌شناسی دینامیکی است. به طور کلی در اقیانوس‌شناسی دینامیکی مباحثی همچون تبادلات انرژی میان جو و اقیانوس و حرکت‌های عمومی آب اقیانوس‌ها مانند جریان‌های سطحی و زیرسطحی، جزر و مد و امواج مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در این کتاب ابتدا مقدماتی راجع به مشخصه‌های فیزیکی آب اقیانوس‌ها بیان شده است تا خواننده زمینه لازم برای وارد شدن به مباحث دینامیکی را داشته باشد. سپس معادلات حرکت در اقیانوس (که نقش پایه‌ای در شناخت دینامیک اقیانوس دارد) معرفی شده است. در ادامه نیز جریان‌های لایه سطحی (شامل جریان‌های ناشی از باد و جریان‌های ناشی از چرخش زمین) و جریان‌های لایه عمیق و تاوایی در اقیانوس مورد بررسی قرار گرفته است. در خاتمه نیز مقدمه‌ای بر مدل آب کم عمق بیان شده است تا خواننده آشنایی مقدماتی با این مبحث پیدا کند. برای تکمیل مطالعات در این زمینه، کتاب‌های مرتبط با دینامیک شاره‌های ژئوفیزیکی پیشنهاد می‌شود. مباحث امواج و جزر و مد با توجه به گستردگی موضوع در این کتاب نمی‌گنجد و ان شاء الله در آینده نزدیک در کتابی جداگانه به صورت تخصصی ارائه خواهد شد.

در تدوین مجموعه حاضر از کتاب‌های پایه‌ای استفاده شده که مراجع اصلی بیش‌تر اقیانوس‌شناسان فیزیکی در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی داخل و خارج کشور است. از مباحث مطرح شده در این کتاب می‌توان به صورت کلی یا گزینشی در

تدریس فیزیک و دینامیک اقیانوس استفاده نمود. در انتهای هر فصل تمرین‌هایی نیز گنجانده شده است تا خوانندگان مطالب مطروحه را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند.

در معادل‌سازی واژه‌های تخصصی به فارسی از کتاب‌های زیر استفاده شده است:

۱. «مبانی دینامیک شاره‌ها» تألیف عباس علی علی‌اکبری بیدختی؛ انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.

۲. «اقیانوس‌شناسی» ترجمه عبدالرضا کرباسی؛ ویراستار ادبی: نسترن رحیمی؛ تهران، شرکت فراز انرژی پایدار، ۱۳۷۷.

۳. «مبانی اقیانوس‌شناسی» ترجمه ایرج مومنی؛ انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۷. به منظور حفظ اصالت و رعایت امانت، اصل واژه لاتین به صورت زیرنویس آورده شده است. برای هماهنگی بیش‌تر و دسترسی راحت‌تر، واژه‌های تخصصی در انتهای کتاب تحت عنوان واژه‌نامه نیز آمده است.

با توجه به نوپا بودن علم اقیانوس‌شناسی در کشور ما و همچنین کمبود منابع فارسی در این زمینه و به‌ویژه در شاخه دینامیک اقیانوس‌ها، تدوین این کتاب، در حد مبانی و به عنوان کمک درسی، برای استفاده دانشجویان و علاقمندان به این دانش، کم‌ترین خدمتی بود که ضرورت آن در مدت چند ترم تدریس دروس اقیانوس‌شناسی و دینامیک سیالات توسط این‌جانب احساس می‌شد و امیدوارم مورد قبول صاحب‌نظران قرار گیرد.

هرچند در حین تدریس اقیانوس‌شناسی و دینامیک سیالات، با همکاری دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد، اصلاحاتی در مجموعه حاضر صورت گرفت ولی با این وجود مسلماً این مجموعه خالی از اشکال نخواهد بود لذا نظرات و پیشنهادهای صاحب‌نظران در جهت بهبود این کتاب و رفع نقایص احتمالی موجب امتنان خواهد بود.

محمدرضا خلیل آبادی

پاییز ۱۳۹۱