

عنوان و نام پدیدآور	هواشناسی (همدیدی - دینامیکی) / تألیف هوشنگ قائمی... (و دیگران).
مشخصات نشر	تهران: انتشارات آب و هوا، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۶۷۲ ص.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۷۲۲۹-۰۰-۲
یادداشت	تألیف هوشنگ قائمی، علی رضا محب الحجه، مجید آزادی، فرامرز خوش اخلاق.
موضوع	هواشناسی
موضوع	اقلیم‌شناسی -- الگوهای ریاضی
موضوع	آب و هوا
موضوع	اقلیم‌شناسی همدید
موضوع	هواشناسی دینامیک
رده بندی دیویی	۵/۵۵۱
رده بندی کنگره	QC ۸۶۱/۲/۵۸۶ ۱۳۹۲
شناسه افزوده	قائمی، هوشنگ، ۱۳۱۴ -
وضعیت فهرست نویسی	فیا
شماره کتابشناسی ملی	۳۲۹۶۳۲۴



هواشناسی (همدیدی - دینامیکی)

مؤلفان: هوشنگ قائمی - علی رضا محب الحجه - مجید آزادی - فرامرز خوش اخلاق

ناشر: انتشارات آب و هوا

110hossaini@gmail.com

طراح: علیرضا هوشنگ قائمی

صفحه‌آرا: شهرزاد ناهید

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: رمانسا

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۳ - راز: ۰۰۰ - قیمت: ۳۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۲۹-۰۰-۲

ISBN: 978-600-7229-00-2

تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است

انتشارات آب و هوا تلفکس: ۶۶۴۹۰۷۱۳ - ۸۲۶۶ - ۲۷۱

صندوق پستی: ۱۳۱۴۶۱۵۴۹۳

کتابی که پیش رو دارید، حاصل چند دهه تدریس و پژوهش اینجانب در دانشگاه‌ها و مراکزی است که به نحوی با آموزش مباحث هواشناسی و اقلیم‌شناسی مربوط هستند. نخستین یادداشت‌هایم برای این کتاب که بیشتر بر مبنای گردآوری و ترجمه از منابع مختلف بوده است به بیش از ده سال پیش بر می‌گردد که هنوز می‌توانستم مطالب را خود بخوانم و بنویسم. فصل آن رشته‌ها همراه با افزونه‌هایی که در چند سال اخیر با همکاری صمیمانه آقایان دکتر «مجید آزادی» و دکتر «فرامرز خوش‌بلاق» تهیه کردم، کتاب حاضر شد. ویرایش ادبی و علمی کتاب را نیز دانشمند ارجمند، آقای دکتر «علی‌رضا محب‌الحجه» با دقت و دلسوزی فراوان انجام داده‌اند. از همه این عزیزانم سپاسگزاری می‌کنم که با وجود گرفتاری‌های فراوان به این کار همت گماشتند که بدون کمک ایشان هرگز به تنهایی توانایی به سرانجام رساندن آن را نداشتم. مطالب به گونه‌ای در نظر گرفته شده است که هم مورد استفاده دانشجویان هواشناسی و هم دانشجویان رشته اقلیم‌شناسی قرار گیرد و البته دانشجویان سایر رشته‌ها نیز می‌توانند از آن استفاده کنند.

هرچند این پیش‌گفتار کوتاه است اما باید به نکته‌ای که بیشترین الفاظ از همنام مهربانم قدردانی کنم که در همه این سال‌ها با شکیبایی و دلسوزی از یک سو شرایط به گونه‌ای فراهم کرد که بتوانم در آرامش کامل، کار نوشتن و بازبینی مطالب را انجام دهم و از سوی دیگر اوقات آسایش خود را نجات دهم و با دل‌گرمی و صمیمیت مرا بیش از پیش به آنچه همیشه علاقه و در حقیقت هدفم بوده است، به بهترین نحو نتوانم که از او به خاطر هم‌رحمت‌هایش سپاسگزاری می‌کنم.

در پایان از خانم «زری کماندار» نیز که کار حروف‌چینی و تصحیف‌ها را با وسواس و دقت زیاد به خوبی انجام دادند تشکر ویژه می‌کنم. امیدوارم بتوانم با همکاری همه عزیزانم در آینده نزدیک کتاب دیگری را که با هدف آموزش مباحث «هواشناسی میان‌مقیاس» تهیه کرده‌ام تقدیم جامعه هواشناسان و اقلیم‌شناسان کشورم کنم. از خوانندگان محترم نیز خواهشمندم دیدگاه‌ها و پیشنهادهای خود را برای اینجانب بفرستند تا در بازبینی بعد از آنها استفاده کنم.

این کتاب در ۱۳ فصل تدوین شده است. فصل اول تا چهارم مقدمه و اصول را به گونه‌ای به منظور استفاده در سایر فصل‌ها را ارائه می‌کند. در فصول پنجم و ششم نظریه‌ی شبه زمینگرد و انرژی آن و در فصول هفتم و هشتم تکوین و حرکت موج‌های وردسپهر میانی از دیدگاه فشارورودی و کژفشاری بحث می‌شود. در فصل نهم عبارت‌های سیاحت قائم و واگرایی و در فصل دهم تکوین چرخندها توضیح داده شده و در سه فصل آخر شارش هوا در آشفتگی‌های عمیدید متغیر عرض‌های میانی، جنبش شناختی جبهه‌های سطح زمین، جبهه‌ها و رگه‌های جوی وردسپهر زیرین و میانی بحث می‌شود.

فهرست مطالب

۱	۱- مقدمه و تعاریف ریاضی
۱	۱-۱- مقدمه
۴	۱-۲- یکاهای پایه و معادله‌ها
۵	۱-۳- معادله تکانه
۶	۱-۳-۱- ترازمندی آب‌ایستایی و توازن زمینگرد
۹	۱-۴- معادله انرژی ترمودینامیکی
۱۲	۱-۵- معادله پیوستگی
۱۳	۱-۶- یفرانسيل گيرى کامل
۱۴	۱-۷- قانون زنجیره‌ای
۱۵	۱-۸- معادله
۱۶	۱-۹- نموداری برداری
۱۸	۱-۱۰- تقابل زمینگی
۲۲	۱-۱۱- معادله انتقال سنج و رابط باد گرمایی
۲۳	۱-۱۲- شتاب‌خار و پایداری ایستایی
۲۵	۱-۱۳- مالش
۲۹	۲- تاوایی و حرکت قائم
۳۰	۲-۱- تاوایی
۴۱	۲-۱-۱- فرارفت تاوایی
۴۵	۲-۱-۲- امواج کوتاه
۴۶	۲-۲- حرکت قائم و پیوستگی
۵۴	۳- معادله‌های تاوایی و انرژی ترمودینامیکی
۵۴	۳-۱- معادله تاوایی
۵	۳-۱-۱- واکاوی گرایش محلی تاوایی
۵۶	۳-۱-۲- واکاوی فرارفت تاوایی
۶	۳-۱-۳- عبارت واگرایی یا تکوین
۶۱	۳-۱-۴- واکاوی عبارت کجی
۶۶	۳-۱-۵- واکاوی اثر مالش بر تاوایی
۷	۳-۱-۶- خلاصه مطالب
۷۲	۳-۲- ناپایداری آب پویایی
۷۲	۳-۲-۱- ناپایداری

۷۷	۳-۲-۲- ناپایداری هلمهولتز
۷۷	۳-۲-۳- ناپایداری لختی
۷۸	۳-۲-۴- ناپایداری چینشی
۷۸	۳-۲-۵- ناپایداری کژفشار
۷۹	۳-۲-۶- ناپایداری فشارورد
۷۹	۳-۳- معادله انرژی ترمودینامیکی
۸۴	۳-۳-۱- ضخامت و باد گرمایی
۹۰	۴- نظریه‌های گردش جو، تاوایی و واگرایی
۹۰	۴-۱- نظریه گردش جو
۹۳	۴-۲- تفسیر فیزیکی نظریه گردش
۹۵	۴-۳- کاربردهای انتخابی نظریه گردش
۹۸	۴-۴- نظریه تاوایی
۹۹	۴-۴-۱- اثر واگرایی در تاوایی
۱۰۰	۴-۴-۲- اثر کوبش در تاوایی
۱۰۱	۴-۴-۳- اثر سیملوله در تاوایی
۱۰۳	۴-۴-۴- اثر سایر نیروها در تاوایی
۱۰۵	۴-۵- ریزه موج‌های بلند در غربی‌ها
۱۰۸	۴-۶- نظریه واگرایی
۱۰۹	۴-۷- تأثیر کوه‌تانه بر روی جریان‌های دریایی (امواج بادپناه)
۱۱۱	۴-۸- سازوکارهای کله‌مچ‌پناه
۱۱۲	۴-۸-۱- مشاهده موج‌های بادپناه
۱۱۳	۴-۹- ویژگی‌های موج
۱۱۶	۴-۹-۱- طول موج
۱۱۷	۴-۹-۲- دامنه موج
۱۲۱	۴-۹-۳- سرعت قائم
۱۲۱	۴-۱۰- شرایط جوی مناسب برای موج
۱۲۴	۴-۱۱- نظریه
۱۲۴	۴-۱۱-۱- نظریه دامنه کوچک
۱۴۸	۴-۱۲- نظریه موج بزرگ دامنه
۱۴۹	۴-۱۳- مدل‌های سخت‌افزاری
۱۵۰	۴-۱۴- انتقال تکانه توسط موج‌های بادپناه
۱۵۵	۵- نظریه شبه‌زمینگرد و گرایش فشار سطح زمین
۱۵۵	۵-۱- مقدمه

۱۵۷	برآورد عبارت‌ها در معادله‌های تاوایی و انرژی ترمودینامیکی	۲-۵
۱۵۹	جانشانی معادله‌های مدل تحلیلی در معادله‌های تاوایی و انرژی ترمودینامیکی	۱-۲-۵
۱۶۷	رابطه بین حرکت قائم در مختصه ارتفاع (W) و مختصه فشار (W)	۲-۲-۵
۱۷۲	شرایط مرزی جنبش شناختی برای سامانه‌های همدیدمقیاس در عرض‌های میانی	۳-۲-۵
۱۷۴	معادله ساده شده تاوایی	۴-۲-۵
۱۷۵	معادله ترمودینامیکی برای سامانه‌های همدیدمقیاس در عرض‌های میانی	۵-۲-۵
۱۷۸	انرژی‌های دررو و پایداری ایستایی	۶-۲-۵
۱۸۴	رورد حرکت قائم از دیدبانی میدان‌های باد و جرم	۱-۳-۵
۱۸۴	روش جنبش شناختی	۱-۳-۵
۱۸۸	روش بی‌دررو	۲-۳-۵
۱۹۰	روش تاوایی	۳-۳-۵
۱۹۰	روش مبتنی بر استفاده از تصویر فروسرخ ماهواره	۴-۳-۵
۱۹۱	برآورد گرایش کلی ارتفاع از دیدبانی میدان‌های جرم و باد	۴-۵
۱۹۵	واداشت شبه‌زمینگ و حرکت‌های قائم و گرایش فشار سطح زمین	۵-۵
۱۹۶	معادله امگای شبه‌زمینگر	۶-۵
۲۰۱	مدلی ساده برای	۷-۵
۲۰۸	معادله گرایش	۸-۵
۲۱۶	واکاوی	۱-۸-۵
۲۱۶	نمونه‌ای از چرخندزایی که با گرایش شارش تراز بالا واداشت شده است	۹-۵
۲۲۰	انرژی در نظریه شبه‌زمینگرد	۶-۶
۲۲۰	انرژی جنبشی و پتانسیلی در دسترس	۱-۶-۶
۲۲۱	کمیت‌های پریشیده	۱-۱-۶
۲۲۳	انرژی پتانسیلی در دسترس	۲-۱-۶
۲۲۷	تبدیل انرژی؛ مؤلفه‌های پیچکی و زناری	۲-۶
۲۳۰	مزوری کوتاه بر جنبه‌های انرژی آشفتگی‌ها و گردش کلی جو	۳-۶
۲۳۲	چرخه انرژی؛ تبدیل انرژی زناری و پیچکی	۴-۶
۲۳۸	چرخه نمایه	۱-۴-۶
۲۳۸	رشد و واپاشی فشارورد امواج	۵-۶
۲۴۱	درک گسترده‌ای از گردش کلی جو و انرژی آن	۶-۶
۲۴۳	ماهیت گردش کلی جو	۱-۶-۶
۲۴۳	گردش زناری میانگین	۷-۶

۲۴۵	۱-۷-۶	میانگین اوپلری رایج
۲۵۱	۲-۷-۶	میانگین اوپلری تبدیل یافته (TEM)
۲۵۴	۳-۷-۶	معادله میانگین زناری تاوایی پتانسیلی
۲۵۶	۸-۶	ترازنامه تکانه زاویه‌ای
۲۵۸	۱-۸-۶	مختصات سیگما
۲۶۰	۲-۸-۶	میانگین زناری تکانه زاویه‌ای
۲۶۴	۹-۶	چرخه انرژی لورنتز
۲۷۰	۱۰-۶	شارش متوسط زمانی وابسته به طول جغرافیایی
۲۷۱	۱-۱۰-۶	موج‌های راسبی ایستور
۲۷۵	۷-	تکوین و حرکت موج‌های وردسپهر میانی از دیدگاه فشارورد
۲۷۶	۱-۷	پایستاری تاوایی مطلق: تاوایی مطلق ثابت
۲۷۷	۱-۱-۷	اثر تاوایی زمین
۲۸۱	۲-۱-۷	یکپارچگی قائم امواج
۲۸۲	۳-۱-۷	ژرف‌شدگی و ضعیف‌شدگی ظاهری
۲۸۳	۲-۷	مدل فشارورد هم‌ارز
۲۸۶	۳-۷	حالت قائم‌افزافت تاوایی در سامانه فشارورد هم‌ارز
۲۹۰	۴-۷	توضیح راسبی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال
۲۹۸	۵-۷	شرایط برای تکراری فشارورد
۳۰۱	۶-۷	اثر فشاروردی در جو
۳۰۱	۷-۷	تاوایی در شارش
۳۰۱	۱-۷-۷	معادله تاوایی پتانسیلی (راسبی) فشارورد
۳۰۳	۲-۷-۷	معادله تاوایی فشارورد
۳۰۴	۸-۷	امواج راسبی فشارورد آزاد
۳۰۶	۹-۷	موج راسبی واداشته ناهمواری
۳۱۰	۸-	مدل ساده دینامیک تکوین حرکت موج‌چرخند دیدگاه کژفشاری
۳۱۰	۱-۸	مقدمه
۳۱۰	۲-۸	بررسی اجمالی کژفشاری
۳۱۰	۳-۸	مدل دوفراسنجی تکوین کژفشار در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال
۳۱۹	۴-۸	تغییرات تکوین بزرگ‌مقیاس در زمان چرخندزایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال
۳۱۹	۱-۴-۸	شکل موج
۳۲۰	۲-۴-۸	پیکربندی میدان باد
۳۲۱	۳-۴-۸	گرته تاوایی
۳۲۱	۴-۴-۸	فرارفت دما و تاوایی مطلق: بازخورد به تکوین سطح زمین

۳۲۱	۵-۴-۸- اثرهای رانش فشارورد	
۳۲۲	۵-۸- نمایشی از تکوین جفت شده سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال	
۳۲۶	۱-۵-۸- ناکارایی پیش‌بینی‌های فشارورد	
۳۲۶	۶-۸- حرکت‌های همدید مقیاس ناپایداری کژفشار	
۳۲۶	۷-۸- ناپایداری آب‌پویایی	
۳۲۸	۸-۸- ناپایداری کژفشار مد بهنجار: مدل دولایه‌ای	
۳۳۰	۱-۸-۸- واکاوی پرنشیدگی خطی	
۳۳۶	۲-۸-۸- حرکت قائم در امواج کژفشار	
۳۴۰	۹-۸- جنبه‌های انرژی موج کژفشار	
۳۴۱	۱-۹-۸- انرژی پتانسیلی در دسترس	
۳۴۳	۲-۹-۸- معادله‌های انرژی برای مدل دولایه‌ای	
۳۴۸	۱۰-۸- ناپایداری کژفشار جو چینه‌بندی شده پیوسته	
۳۴۹	۱-۱۰-۸- مختصات لگاریتم فشار	
۳۵۱	۲-۱۰-۸- ناپایداری کژفشار: قضیه رایلی	
۳۵۵	۳-۱۰-۸- ناپایداری ایدی	
۳۵۸	۱۱-۸- انتشار امواج خشی	
۳۵۹	۱-۱۱-۸- رشد موج‌های خشی	
۳۶۲	۲-۱۱-۸- تکوین جریانات	
۳۶۳	۹- عبارت‌های دیگر برای حرکت قائم و انحراف	
۳۶۳	۱-۹- مقدمه	
۳۶۴	۲-۹- قضیه تکوین ساتکلیف	
۳۶۷	۳-۹- معادله تکوین پترسون	
۳۶۸	۴-۹- تقریب ترنبرث	
۳۷۲	۵-۹- یکتایی ریاضی واداشت شبه‌زمینگرد	
۳۷۳	۶-۹- برخی سیماهای دیگر دینامیک موج/چرخند کژفشار: اثر مالش، ناهم‌واری و گرمایش دررو	
۳۷۳	۱-۶-۹- نقش مالش در چرخندزایی و شکل‌گیری ابر	
۳۷۸	۱-۱-۶-۹- گونه‌های دیگر مالش	
۳۷۹	۲-۱-۶-۹- مالش تفاضلی	
	۲-۶-۹- حرکت قائم زمین واداشت: اثر کوهساری	
۳۸۰	۳-۶-۹- واداشت دررو و گرمایش همرفتی	
۳۹۱	۱-۳-۶-۹- نقش همرفت کومه‌ای در گرمایش دررو	
۳۹۱	۲-۳-۶-۹- گرمایش نهان در همدید مقیاس	
۳۹۵	۳-۳-۶-۹- مدل ساده کژفشار برای گرمایش نهان همرفتی	

۱۰- تکوین چرخند

۳۹۷

۳۹۷

۴۰۰

۴۰۱

۴۰۷

۴۰۸

۴۱۲

۴۱۴

۴۱۶

۴۲۵

۴۳۱

۴۳۴

۴۴۰

۴۴۵

۴۴۷

۴۴۷

۴۴۸

۴۵۶

۴۵۹

۴۷۲

۴۷۴

۴۷۵

۴۷۶

۴۸۱

۴۸۳

۴۸۴

۴۸۹

۴۹۲

۴۹۶

۴۹۷

۵۰۱

۵۰۳

۱-۱۰- مقدمه

۲-۱۰- اقلیم‌شناسی چرخند

۳-۱۰- تکوین موج / چرخند در زمان چرخندزایی

۴-۱۰- جابجایی چرخند

۵-۱۰- چرخند بالغ: نمای ماهواره‌ای

۶-۱۰- هم‌رسی: واقعی یا ساختگی؟

۷-۱۰- رخداد تغییر در وردایست

۸-۱۰- چرخندزایی انفجاری: توفان‌های ساحلی

۹-۱۰- کم‌فشارهای قطبی

۱۰-۱۰- طول موج بهینه و آهنگ رشد امواج کُرفشار

۱۱-۱۰- ته ساده دوترازی رشد رخند در جو کُرفشار

۱۲-۱۰- وابستگی طول موجی رشد چرخند

۱۳-۱۰- خلاصه: امل بنیادین موثر بر چرخندزایی

۱۱- شارش هوا: اسفنجی و هم‌دید مقیاس عرض‌های میانی

۱-۱۱- مقدمه

۲-۱۱- واکاوی تجربی

۳-۱۱- تقریب موج ثابت

۴-۱۱- شارش هم‌آنتروپی باد: کمی در امواج کُرفشار

۱-۴-۱۱- ساختار لبه‌های ابر

۲-۴-۱۱- جریان هوای خشک

۳-۴-۱۱- پوشش ابر و بارش

۵-۱۱- چرخندزایی: کمربند برانده سرد

۱-۵-۱۱- تغییرات باد، دما و تاوایی در لبه چرخندزایی

۲-۵-۱۱- شارش هوا در چرخندهای هم‌رسیده

۶-۱۱- مانسته نظریه بسته هوا برای کمربندهای برانده

۷-۱۱- تکوین جریان سو

۸-۱۱- بندال

۱۲- جنبش‌شناختی جبهه‌های سطح زمین

۱-۱۲- جنبه‌های هم‌دید جبهه‌های سطح زمین

۲-۱۲- واکاوی جبهه‌های سطح زمین با استفاده از نقشه‌های رایانه‌ای

۳-۱۲- جبهه‌زایی و جنبش‌شناختی جبهه‌ها

۵۱۲	۴-۱۲	بردار دگرشکلی
۵۱۳	۵-۱۲	کاستی‌های توضیح جنبش‌شناختی جبهه‌زایی
۵۱۴	۶-۱۲	حرکت آزمینگرد و دینامیک جبهه
۵۱۶	۷-۱۲	مدل چهار ربعی
۵۲۰	۸-۱۲	باد هم‌دگر فشار
۵۲۱	۹-۱۲	چگونگی تشکیل جبهه
۵۲۷	۱۰-۱۲	بردار Q ساویر-الیاسن: معادله‌های حاکم بر حرکت مورب/ قائم
۵۳۴	۱۰-۱۲	تفسیر معادله بردار Q در گردش دو بعدی
۵۴۱	۱۱-۱۲	تفسیر نموداری؛ قاعده دست چپ
۵۴۵	۱۲-۱۲	شبیه‌سازی عددی جبهه‌زایی
۵۴۶	۱۱-۱۲	معادله امگای شبه‌زمینگرد
۵۵۰	۱۳-	رگه‌ها و گره‌ها: حتی وردسپهر زبرین
۵۵۰	۱-۱۳	مدل‌های تاشدگی و چرخندزایی
۵۵۱	۲-۱۳	گردش مورب- فشار در امتداد رگه جتی
۵۵۲	۳-۱۳	جنبش‌شناسی
۵۵۵	۴-۱۳	گونه‌های مدل چهار ربعی
۵۵۸	۵-۱۳	حرکت رگه جتی
۵۶۱	۶-۱۳	رگه‌های جتی جت‌شد
۵۶۳	۷-۱۳	تبادل پوشش سپهر- وردسپهر: تاشدگی وردایست
۵۷۲	۸-۱۳	تاشدگی وردایست و چرخندزایی
۵۷۸	۹-۱۳	مدل‌های تاشدگی وردایست و جبهه‌زایی وردسپهر زبرین
۵۸۲	۱۰-۱۳	تلاطم و آمیختگی در زون‌های جبهه‌زایی تراز زبرین
۵۸۵	۱۱-۱۳	جبهه وردسپهر میانی، لایه آمیخته ارتفاع یافته: جبهه یوفان شدید
۵۸۶	۱۲-۱۳	لایه آمیخته ارتفاع یافته
۵۸۷	۱۳-۱۳	منشاء لایه آمیخته ارتفاع یافته
۵۹۴	۱۴-۱۳	نمایش شارش هوا درون لایه آمیخته ارتفاع یافته: مطالعه وردسپهر
۵۹۷	۱۵-۱۳	اقلیم‌شناسی سرپوش
۵۹۹	۱۶-۱۳	جبهه لایه آمیخته ارتفاع یافته
۶۰۰	۱۷-۱۳	همرفت محلی شدید و لایه آمیخته ارتفاع یافته
۶۰۱	۱۸-۱۳	جنبه‌های بزرگ مقیاس لایه آمیخته ارتفاع یافته
۶۰۱	۱۹-۱۳	حرکت آزمینگرد در امتداد لبه سرپوش
۶۱۰	۲۰-۱۳	رطوبت خاک و پایداری ایستائی دیفرانسیلی