

مبانی آب‌هواشناسی

(مفاهیم و مهارت‌های پایه)

تألیف:

دکتر قاسم عزیزی

دانشیار آب‌هواشناسی دانشگاه تهران

دکتر داریوش یاراحمدی

دانشیار آب‌هواشناسی دانشگاه لرستان



شماره مسلسل ۹۱۷۴

شماره انتشار ۳۸۵۰

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور : میانی آب و هواشناسی (مفاهیم و مهارت‌های پایه) / تألیف قاسم عزیزی، داریوش یاراحمدی.

مشخصات نشر : تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری : ۳۱۰ ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.
فروست : انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۸۵۰.
شابک : 978-964-03-7055-1

وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا
یادداشت : کتانبامه: ص. ۳۵۰.
موضوع : هواشناسی
موضوع : اقلیم‌شناسی

شناسه افزوده : یاراحمدی، داریوش، ۱۳۵۵-
شناسه افزوده : دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۶ م۲/ع۴/۸۶۱/۲ QC
رده‌بندی دیویی : ۵۵۱/۵
شماره کتابشناسی ملی : ۴۷۳۲۵۱۸

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.

ISBN:978-964-03-7055-1



9 789640 370551

عنوان: میانی آب‌وهواشناسی (مفاهیم و مهارت‌های پایه)

تألیف: دکتر قاسم عزیزی- دکتر داریوش یاراحمدی

ویرایش ادبی: مرضیه ثمره حسینی

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۶

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

بها: ۲۰۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲



فهرست مطالب

د	دیباچه	.....
ذ	تقدیر و تشکر	.....
فصل اول - تابش ۱		
۱	مقدمه	.....
۱-۱	خورشید	.....
۲-۱	تابش الکترومغناطیسی و قانون جسم سیاه	.....
۳-۱	تابش های خورشیدی و زمینی	.....
۴-۱	موازنه تابشی خورشید- زمین- جو	.....
۵-۱	طیف الکترومغناطیس	.....
۶-۱	جذب، انتشار، انعکاس و پراکندگی	.....
فصل دوم - دما ۱۷		
۱-۲	واحدهای دما	.....
۲-۲	دیدبانی های دما در جو	.....
۳-۲	دما و ارتفاع	.....
۴-۲	دما و پوشش سطح زمین	.....
۵-۲	تغییرات روزانه دما	.....
۶-۲	اثر گلخانه ای	.....
۷-۲	تهیه خطوط هم ارزش	.....
۱-۷-۲	نکات لازم برای ترسیم خطوط هم دما	.....
۲-۷-۲	مراحل کار در ترسیم خطوط هم دما	.....
۸-۲	خلاصه	.....
فصل سوم - رطوبت ۳۷		
۱-۳	حرکت مولکولی	.....
۲-۳	فشار بخار هوای گرم در مقابل فشار بخار هوای سرد	.....

۴۲	۳-۳- متغیرهای رطوبتی
۴۳	۳-۳-۱- نقطه شبنم
۴۴	۳-۳-۲- رطوبت نسبی
۴۵	۳-۳-۳- آب قابل بارش
۴۶	۳-۳-۴- تفاضل نقطه شبنم و تفاضل دماسنج مرطوب
۴۶	۳-۴-۱- ابزارهای اندازه‌گیری رطوبت
۴۶	۳-۴-۱- رطوبت‌سنج مویی
۴۷	۳-۴-۲- رطوبت‌سنج نقطه شبنم
۴۸	۳-۴-۳- رطوبت‌سنج اتصالی
۴۹	۳-۴-۴- طرح‌واره ایستگاه
۵۱	۳-۵- محاسبات
۵۵	۳-۶- خلاصه

فصل چهارم: فشار و باد ۵۷

۵۷	۴-۱- منبع باد
۶۴	۴-۲- فشار: اندازه‌گیری و نمایش
۷۸	۴-۲-۱- گرایش فشار
۸۱	۴-۳- ترسیم و نمایش باد
۸۲	۴-۴- خلاصه

فصل پنجم - بارش ۸۳

۸۳	۵-۱- علل بارش
۹۷	۵-۲- تشکیل قطرات باران در ابرها
۹۹	۵-۳- فرایند برزرون - فیندسن
۱۰۵	۵-۴- خلاصه

فصل ششم - جبهه‌ها و چرخندهای برون حاره ۱۰۷

۱۰۷	۶-۱- الگوهای باد در اطراف سامانه‌های فشار
۱۱۲	۶-۲- جبهه
۱۱۶	۶-۳- مکان جبهه‌ها

فهرست □ ج

- ۴-۶- نمایش وضعیت هوای حاضر..... ۱۲۱
۴-۶- چرخندهای (سیکلون‌های) برون حاره..... ۱۲۴
۵-۶- حرکت طوفان‌ها..... ۱۳۱
۶-۶- خلاصه..... ۱۳۲

فصل هفتم - جریان هوا در سطوح بالا (وردسپهر یا تروپوسفر)..... ۱۳۳

- ۱-۷- سطوح ثابت فشار..... ۱۳۳
۲-۷- توسعه ناهه‌ها و پشته‌ها در بادهای غربی..... ۱۳۹
۳-۷- مفهوم باد گردان..... ۱۴۲
۴-۷- همگرایی و واگرایی در سطوح بالا..... ۱۴۶
۵-۷- چرخندزایی..... ۱۴۹
۶-۷- خلاصه..... ۱۵۳

فصل هشتم - تاوایی و واگرایی..... ۱۵۵

- ۱-۸- تاوایی..... ۱۵۵
۲-۸- به کارگیری نقشه تاوایی/ ارتفاع در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال..... ۱۶۱
۳-۸- خلاصه..... ۱۶۸

فصل نهم - طوفان..... ۱۶۹

- ۱-۹- فرارفت اختلافی..... ۱۷۰
۲-۹- گرمایش و سرمایش سطحی..... ۱۷۱
۳-۹- شاخص‌های پایداری..... ۱۷۲
۴-۹- دوره زندگی طوفان تندری..... ۱۷۴
۱-۴-۹- مرحله پیدایش کومولوس‌ها (زایش)..... ۱۷۴
۲-۴-۹- بلوغ..... ۱۷۷
۳-۴-۹- تندباد جبهه‌ای..... ۱۷۹
۳-۴-۹- ازهم‌پاشیدگی طوفان..... ۱۸۱
۵-۹- خطوط تندباد ناگهانی..... ۱۸۲
۶-۹- پیش‌بینی طوفان تندری..... ۱۸۳

۱۸۳.....	۷-۹- جبهه نسیم دریا.....
۱۸۵.....	۸-۹- ویژگی‌ها و شکل عوارض سطحی.....
۱۸۸.....	۹-۹- آذرخش.....
۱۹۲.....	۱۰-۹- رعد.....
۱۹۳.....	۱۱-۹- تگرگ.....
۱۹۶.....	۱۲-۹- خلاصه.....

فصل دهم - آلودگی هوا ۱۹۷

۱۹۹.....	۱-۱۰- وارونگی‌های شبانه.....
۲۰۰.....	۲-۱۰- تأثیر پایداری بر منشأ آلودگی.....
۲۰۳.....	۳-۱۰- رفتار دود.....
۲۰۸.....	۴-۱۰- رخدادهای بزرگ مقیاس آلودگی.....
۲۱۱.....	۵-۱۰- خلاصه.....

فصل یازدهم - پراکنش در تروپوسفر..... ۲۱۳

۲۱۴.....	۱-۱۱- پایداری جو.....
۲۱۶.....	۲-۱۱- اندازه‌گیری‌ها.....
۲۱۸.....	۱-۲-۱۱- روش استار.....
۲۲۶.....	۳-۱۱- بادهای سطحی.....
۲۳۰.....	۴-۱۱- ارتفاع اختلاط و وارونگی.....
۲۳۷.....	۵-۱۱- سرعت باد در لایه آمیخته.....
۲۳۹.....	۶-۱۱- خلاصه.....

فصل دوازدهم - رادار در آب‌وهواشناسی..... ۲۴۱

۲۴۱.....	۱-۱۲- هدف از رادار هواشناسی.....
۲۴۲.....	۲-۱۲- تجهیزات، اجزا و مؤلفه‌های رادار هواشناسی.....
۲۴۳.....	۳-۱۲- شاخص‌های سنجش سطحی و ارتفاعی.....
۲۴۶.....	۴-۱۲- پردازنده و یکپارچه‌ساز تصویری بارش.....
۲۴۸.....	۵-۱۲- پرتوهای رادار.....

فهرست □ خ

۲۵۰	۶-۱۲- اهداف رادار(اهداف هواشناسی).....
۲۵۳	۷-۱۲- بُرد رادار برای اهداف هواشناسی.....
۲۵۳	۸-۱۲- اندازه‌گیری‌ها.....
۲۵۴	۱-۸-۱۲- جابه‌جایی.....
۲۵۵	۲-۸-۱۲- شدت.....
۲۵۶	۹-۱۲- گزارش‌های رادار.....
۲۵۶	۱-۹-۱۲- گزارش رادار.....
۲۶۰	۲-۹-۱۲- گزارش‌های عمومی.....
۲۶۱	۱۰-۱۲- نسل جدید رادارهای هواشناسی.....
۲۶۲	۱۱-۱۲- خلاصه.....

فصل سیزدهم - پیش‌بینی هوا..... ۲۶۳

۲۶۴	۱-۱۳- مراکز ملی هواشناسی.....
۲۶۵	۲-۱۳- ابزارهای مورد استفاده در پیش‌بینی هوا.....
۲۶۵	۱-۲-۱۳- تجزیه و تحلیل‌ها.....
۲۶۵	۲-۲-۱۳- نقشه‌های سطح زمین.....
۲۷۲	۳-۲-۱۳- نقشه‌های هوای بالا.....
۲۷۳	۳-۱۳- تحلیل نقشه‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال.....
۲۷۸	۴-۱۳- دیگر نقشه‌ها.....
۲۷۹	۵-۱۳- کنترل عددی.....
۲۸۷	۶-۱۳- ماهواره‌ها.....
۲۹۰	۱-۶-۱۳- تصاویر ماهواره‌ای مرئی.....
۲۹۱	۲-۶-۱۳- تصاویر مادون قرمز.....
۲۹۳	۳-۶-۱۳- تصاویر بخار آب.....
۲۹۴	۴-۶-۱۳- کاربردهای ماهواره‌های هواشناسی.....
۲۹۵	۷-۱۳- خلاصه.....

منابع و مآخذ..... ۲۹۷

دیباچه

آب‌وهواشناسی یا اقلیم‌شناسی مأموریت دارد شرایط جوی مناطق را در بازه‌های طولانی‌مدت مورد مطالعه و تحقیق قرار دهد تا از این طریق به قانونمندی‌های سامانه آب‌وهوا اشراف پیدا کرده و در جهت بهبود زندگی و افزایش بهره‌وری فعالیت‌های بشری گام بردارد. در این راستا یک آب‌وهواشناس یا کسی که به شناخت شرایط آب‌وهوایی علاقه یا نیاز دارد، لازم است با مبانی این علم آشنا شده و بتواند بین عناصر تشکیل‌دهنده آب‌وهوا در هر منطقه ارتباط برقرار کند. اگر قرار باشد تحقیقی در زمینه چرایی اقلیم مناطق در قالب سامانه آب‌وهوا صورت گیرد، ضرورت دارد محقق ضمن آشنایی لازم با مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده این سامانه توجه ویژه‌ای به مؤلفه جو زمین داشته باشد. در زمان حاضر استفاده از داده‌های جوی شامل طیف گسترده‌ای است که شاید قابل مقایسه با چند دهه گذشته نباشد. سنجنده‌های مختلف شامل انواع ایستگاه‌های زمینی و دریایی، ماهواره‌ها و داده‌های رادار در کنار پایگاه‌های مختلفی که حتی به صورت روزانه این داده‌ها را واکاوی کرده و در دسترس عموم علاقه‌مندان قرار می‌دهند، شرایطی را بوجود آورده است که هر آب‌وهواشناسی لزوماً می‌بایست علاوه بر تسلط بر مبانی دانش آب‌وهواشناسی، برای استفاده از این داده‌ها با انواع روش‌ها و مهارت‌های موردنیاز جهت درک و واکاوی آن‌ها نیز آشنا شود.

در همین راستا مؤلفین تلاش کرده‌اند در این کتاب به‌طور ساده و جامع اصول و مبانی شناخت آب‌وهوا و همین‌طور **مهارت‌های و روش‌های** موردنظر را تلفیق کرده و در حد گنجایش یک کتاب ارائه کنند. کتاب پیش رو شامل سیزده فصل است که ضمن بحث و تبیین عناصر آب‌وهواشناسی، مهارت‌ها و زمینه‌های تحقیق در آب‌وهواشناسی را نیز به تصویر می‌کشد. همچنین در این کتاب تلاش شده است در لابه‌لا و انتهای هر فصل تمرین‌هایی برای درک بیشتر دانشجویان و استفاده‌کنندگان گنجانده شود. این تمرین‌ها و مسائل شامل کارهای عملی در ارتباط با موضوع مطرح شده و همین‌طور تعمق در مفهوم مباحث می‌شود. هدف از طرح تمرین‌ها ایجاد ارتباط بین مفاهیم نظری و تعمیم آن‌ها به محیط واقعی است.

بدون شک این اثر بی‌نیاز از توجه نقادانه صاحب‌نظران و اساتید محترم آب‌وهواشناسی نبوده و درخواست مؤلفین دریافت این نظرات ارزشمند به منظور تقویت اثر در فرصت‌های آتی خواهد بود.

قاسم عزیزی و داریوش یاراحمدی

تقدیر و تشکر

از خداوند بزرگ شاکریم که فرصت اتمام این اثر را به ما ارزانی داشت. از اعضای خانواده، همکاران محترم، دانشجویان عزیز که مشوق ما بودند و بویژه آقای دکتر طاهر صفرراد و خانم هما رستمی که در تهیه اشکال و ویرایش نهایی ما را یاری دادند و نهایتاً از موسسه از چاپ انتشارات دانشگاه تهران کمال تشکر را داریم.