

مدل های آب و هواشناسی

دکتر مسعود گودرزی

عضو هیئت علمی پژوهشگاه حفاظت خاک و آبخیزداری ایران

دکتر سید اسماعیل حسینی

دکتری اقلیم شناسی

ابراهیم مسگری

دانشجوی دکتری اقلیم شناسی



نشر آفریلا



www.ketab.ir

مدل‌های آب‌وهواشناسی / مسعود گودرزی، سید اسعد حسینی، ابراهیم مسگری

: زنجان، آذرکک، ۱۳۹۵.

: ۲۷۲، مصور، جلول، نمودار.

: ۹۷۸۶۰۰۶۳۵۹۴۳۴: ۱۸۰۰۰۰ ریال

: فیا

: آب‌وهواشناسی

: Hydrometeorology

: اقلیم‌شناسی

: Climatology

: گودرزی، مسعود، ۱۳۴۴

: حسینی، سید اسعد، ۱۳۶۴

: مسگری، ابراهیم، ۱۳۶۷

: ۱۳۹۵ م ۴/۹ گ/ ۲/۳ GB۲۸۰

: ۵۵۱/۵۷

: ۴۴۴۲۶۰۲

عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

وضعیت فهرست‌نویسی

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

سرشناسه

شناسه‌ی افزوده

شناسه‌ی افزوده

رده‌بندی کنگره

رده‌بندی دیویی

شماره‌ی کتاب‌شناسی ملی

www.ketab.ir



نشر آثار کلاسیک

نام کتاب	: مدل های آب و هواشناسی
تألیف	: مسعود گودرزی، سید اسعد حسینی، ابراهیم مسگری
طرح جلد	: خالد الیاسی
صفحه آرای	: لیلا احدی
سال انتشار	: ۱۳۹۵
نوبت انتشار	: اول
شمارگان	: ۵۰۰ نسخه
لیتوگرافی	: ولیعصر (عج)
قیمت	: ۱۸۰۰۰ تومان
ناشر	: آذر کلک
نشانی	: زنجان، آزادگان، ساختمان اداری-تجاری سه‌پهلو، طبقه پنجم، واحد ۵۰۲
	تمامی حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ است.

دیباچه

بیشتر تن فشارهای آبوهوایی بر جامعه و زیرساخت‌های انسانی و نیز بر اکوسیستم‌ها و حیات‌وحش، حاصل وقوع حوادث شدید آبوهوایی مانند امواج گرمایی، دوره‌های سرما، سیل، خشک‌سالی، توفان و غیره می‌شوند. در سال‌های اخیر، شمار زیادی از حوادث آبوهوایی موجب تلفات و افزایش چشمگیر زیان‌های اقتصادی شده‌اند. تغییرات در بسامد و چگالی حوادث آبوهوایی نه تنها می‌تواند مستقیماً به واسطه‌ی امواج گرمایی و سرما، بلکه به‌طور غیرمستقیم به واسطه‌ی سیل‌ها و آلودگی‌ها بر سلامت بشر تأثیر بگذارد بلکه به‌عنوان مثال بر محصولات و پیش‌بینی‌های پیشگیرانه هم تأثیرگذار خواهد بود. شدت آبوهوا به همراه تغییرات آن می‌تواند بر مصرف انرژی، راحتی انسان و گردشگری تأثیرگذار بوده و مسئول بخش عظیم و نامتناهی از خسارت جانی و مالی باشد. حوادث شدید آبوهوایی ثبت شده در سال‌های اخیر و خسارات مربوط به حیات و کالاهای اقتصادی، توجه عموم مردم، دولت‌ها، سهامداران و رسانه‌ها را به خود جلب کرده است؛ و به‌تدریج بیشتر به مطالعه با دقت بیشتر به جزئیات را برانگیخته است. درک ما از متوسط رفتار آبوهوا و مدیریت آن به‌واسطه مدل‌ها، تصاویر ماهواره‌ای و پیش‌بینی‌های آبوهوایی به‌طور چشمگیری در سال‌های اخیر در حال پیشرفت است. در مقابل، مطالعه‌ی حوادث شدید و تغییرات آبوهوایی دشوار است؛ بی‌آن‌ها نیز به‌مراتب دشوارتر است زیرا این حوادث نادر بوده و قوانین آماری متفاوتی را دنبال می‌کنند. به‌ویژه، تجزیه و تحلیل میزان شدت معمولاً مستلزم برآوردی از احتمال حوادثی است که شدیده‌تر از حوادثی می‌باشند که قبلاً مشاهده شده‌اند و به احتمالات کمتر مربوط می‌شوند. دانش آبوهواشناسی با توجه به مباحث مذکور و به‌ویژه مبحث تغییرات آبوهوایی و مخاطرات آبوهوایی که در چند سال اخیر تلفات جانی و مالی زیادی در کشور و جهان به بار آورده است اهمیتی بیش‌ازپیش در جامعه پیدا کرده است به‌طوری‌که در حال حاضر کمتر کسی را می‌توان یافت که به‌سادگی از کنار مسائل و رویدادهای آبوهوایی بگذرد و به‌طور قطع در سال‌های آتی نیز این دانش از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد شد؛ بنابراین لازم است پژوهشگران و کارشناسان این رشته از بهره علمی کافی در زمینه‌ی آبوهواشناسی و مدل‌های مرتبط با

آن برخوردار باشند. به‌ویژه این که کتاب مدون و مناسبی در زمینه‌ی مدل‌های آب‌وهواشناسی در کشور وجود ندارد و به‌عنوان واحد درسی در مقطع ارشد و دکتری آب‌وهواشناسی نیز باید گذرانیده شود و در سایر رشته‌های مرتبط نیز از جمله مهندسی عمران، آبیاری، منابع طبیعی و آبخیزداری مورد استفاده قرار می‌گیرد. به همین منظور وجود کتابی در این زمینه که بتواند نیاز دانشجویان و پژوهشگران را فراهم نماید ضروری است و این هدف و انگیزه‌ای شد که نویسندگان ماحصل پژوهش‌ها و مطالعات خود را که حاصل چند سال تجربه علمی و آموزشی واحد درسی دانشگاهی با همین نام بوده است را به رشته تحریر درآوردند و سعی بر آن بوده است ضمن ارائه مبانی مختصری در زمینه‌ی هر موضوعی جنبه کاربردی و ارزش آن نیز به همراه مثال مورد تأکید قرار گیرد. این کتاب مشتمل بر هفت فصل است که در فصل این به تعاریفی از هوا و آب‌وهواشناسی اشاره می‌کنیم و سپس به مطالب مرتبط با این دانش پرداخته شد و در ادامه به گرایش‌های مختلف آن اشاره می‌شود. در فصل دوم به مفاهیم مدل و مدل‌سازی و همچنین شبیه‌سازی و تفاوت‌ها و ویژگی‌های هر کدام پرداخته می‌شود و در ادامه انواع مدل‌ها و طبقه‌بندی مدل‌ها ارائه می‌شود. انواع و روش‌های مدل‌های آماری و احتمالی پرکاربرد در آب‌وهواشناسی در فصل سوم شرح می‌شود. در فصل چهارم به دسته دوم از مدل‌های آب‌وهواشناسی یعنی مدل‌های فیزیکی آب‌هوا و انواع آن‌ها پرداخته خواهد شد سپس در فصل پنجم به انواع مدل‌های ریزمقیاس گردانی و آموزش مدل‌ها، پرکاربرد در این زمینه پرداخته می‌شود که یکی از فصل‌های مهم و پرکاربرد این کتاب محسوب می‌شود. در فصل ششم نیز به نوع دیگری از مدل‌های آب‌وهواشناسی یعنی مدل‌های آب‌هوایی منطقه‌ای و انواع آن اشاره می‌شود و در فصل هفتم نیز به معرفی انواع پایگاه‌های داده‌های اقلیمی و تحلیل فضایی نمونه‌های آن‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی و سورفر پرداخته می‌شود. از آنجا که اجرای بسیاری از این روش‌ها نیاز به برنامه کامپیوتری مربوطه دارند به همین منظور برنامه‌های موردنیاز در این کتاب در قالب یک لوح فشرده در اختیار شما قرار می‌گیرد. در خاتمه نیز لازم می‌دانم از تمامی کسانی که ما را در تهیه و جمع‌بندی مطالب این کتاب کمک نموده‌اند و همچنین از مسئولان انتشارات آذر کلک برای چاپ این کتاب سپاسگزاری و قدردانی نمایم. قطعاً هر اثری نقایصی دارد امید است اساتید معزز و همه دانش‌پژوهان و عزیزان با نظرات و پیشنهادهای خود ما را در جهت رفع اشکالات و پربارتر کردن این کتاب یاری نموده و ما را از تذکرات خود بی‌نصیب ننمایند.

دکتر مسعود گودرزی
دکتر سید اسعد حسینی
ابراهیم مسگری
پاییز ۱۳۹۵

عنوان

صفحه

۳۶	۱. ۱۵. ۲. مزو اقلیم
۳۶	۱. ۱۵. ۳. خُرد اقلیم
۳۷	۱. ۱۶. تقسیمات آب و هواشناسی
۳۷	۱. ۱۶. ۱. آب و هواشناسی فیزیکی
۳۷	۱. ۱۶. ۲. آب و هواشناسی دینامیک
۳۸	۱. ۱۶. ۳. آب و هواشناسی سینوپتیک
۳۸	۱. ۱۶. ۴. آب و هواشناسی دیرینه
۳۹	۱. ۱۶. ۵. آب و هواشناسی ناحیه‌ای
۳۹	۱. ۱۶. ۶. آب و هواشناسی توصیفی
۳۹	۱. ۱۶. ۷. آب و هواشناسی کاربردی

فصل دوم: مفاهیم مدل سازی

۴۱	۱. ۲. مدل
۴۳	۱. ۱. ۲. انواع مدل
۴۵	۱. ۲. ۲. استفاده از مدل
۴۵	۱. ۲. ۳. کارکردهای مدل
۴۵	۱. ۲. ۴. ارزیابی مدل
۴۶	۱. ۲. ۵. رابطه نظریه و مدل
۴۸	۱. ۲. ۲. مدل سازی
۴۸	۱. ۲. ۲. ۱. فواید مدل سازی
۴۹	۱. ۲. ۲. ۲. اصول مدل سازی
۴۹	۱. ۲. ۳. شبیه سازی
۵۰	۱. ۳. ۲. موارد استفاده از شبیه سازی
۵۱	۱. ۳. ۲. ۲. دلایل استفاده از شبیه سازی
۵۱	۱. ۳. ۲. ۳. مراحل شبیه سازی
۵۳	۱. ۳. ۲. ۴. انواع شبیه سازی
۵۳	۱. ۴. ۲. مدل های اقلیمی
۵۳	۱. ۴. ۲. ۱. مدل های آماری و احتمالی
۵۷	۱. ۴. ۲. ۲. مدل های فیزیکی

فصل سوم: مدل های آماری و احتمالاتی

۵۹	۱. ۳. روش همبستگی
۵۹	۱. ۱. ۳. انواع ضرایب همبستگی
۶۰	۱. ۱. ۱. ۳. همبستگی های پارامتری
۶۲	

۶۲	۱.۱.۱.۱.۱. نحوه اجرای همبستگی پیرسون در SPSS
۶۴	۲.۱.۱. همبستگی‌های ناپارامتری
۶۵	۱.۲.۱. ضریب همبستگی اسپیرمن
۶۵	۲.۲.۱. ضریب همبستگی کندال تاوی-بی
۶۵	۲.۱. نحوه تفسیر نتایج ضریب همبستگی
۶۶	۳.۱. نحوه تفسیر دامنه ضریب همبستگی
۶۶	۲.۳. مدل‌های رگرسیونی
۶۸	۱.۲.۳. رگرسیون خطی ساده
۶۹	۱.۲.۳. روش‌های رگرسیون خطی
۶۹	۱.۲.۳. روش هم‌زمان
۶۹	۲.۱.۲. روش نام‌گذاری
۶۹	۳.۱.۲. روش حذف
۶۹	۴.۱.۲. روش پس‌روشنایی
۶۹	۵.۱.۲. روش پیش‌روشنایی
۷۰	۲.۲.۳. رگرسیون خطی چندگانه
۷۰	۳.۲.۳. رگرسیون غیرخطی چندگانه
۷۱	۳.۳. مدل‌های سری زمانی
۷۱	۱.۳.۳. مدل‌های ریاضی بویای تصادفی و قطعی
۷۲	۲.۳.۳. اجزای تشکیل‌دهنده سری زمانی
۷۳	۳.۳.۳. مدل‌های تصادفی ایستا و نا ایستا برای پیش‌بینی و کنترل
۷۳	۱.۳.۳. مدل‌های اتورگرسیون (AR)
۷۴	۲.۳.۳. مدل‌های میانگین متحرک (MA)
۷۴	۳.۳.۳. مدل‌های مخلوط اتورگرسیون- میانگین متحرک (ARMA)
۷۴	۴.۳.۳. مدل‌های نا ایستا (ARIMA)
۷۵	۴.۳.۳. تابع‌های اتوکواریانس و خودهمبستگی
۷۶	۵.۳.۳. تابع خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی فرایند اتورگرسیون
۷۷	۳.۳.۳. تابع خودهمبستگی و همبستگی جزئی فرایند میانگین متحرک
۷۸	۷.۳.۳. تابع خودهمبستگی و همبستگی جزئی فرایند مخلوط (ARIMA)
۷۹	۸.۳.۳. ساختن مدل تصادفی $ARIMA(p,d,q)$
۷۹	۱.۸.۳. الگوریتم شناسایی مدل تصادفی از روی داده‌های موجود
۸۰	۲.۸.۳. برآورد مدل تصادفی
۸۱	۳.۸.۳. بازرسی تشخیصی مدل تصادفی
۸۲	۹.۳.۳. مدل‌های فصلی

عنوان

صفحه

۸۳	۴.۳. مدل‌های تابع انتقال
۸۴	۴.۳.۱. مفاهیم کلی مدل‌های تابع انتقال
۸۷	۴.۳.۲. شناسایی مقدماتی مدل‌های تابع انتقال
۸۸	۴.۳.۲.۱. تابع همبستگی متقابل
۸۹	۴.۳.۲.۲. شناسایی مدل‌های تابع انتقال
۸۹	۴.۳.۳. طرح کلی شیوه شناسایی
۹۰	۴.۳.۱. روش شناسایی مدل‌های تابع انتقال
۹۱	۴.۳.۲. شناخت الگو، اغتشاش
۹۲	۴.۳.۴. برازش و باقی‌مانده‌ها
۹۲	۴.۳.۱. تابع جموع توازن‌های دوم شرطی
۹۳	۴.۳.۲. شیوه‌های محاسبه‌ها
۹۴	۴.۳.۵. مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی
۹۵	۴.۳.۱. مفاهیم کلی شبکه‌های عصبی مصنوعی
۹۶	۴.۳.۲. انگیزه‌های بیولوژیکی
۹۸	۴.۳.۳. تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی
۱۰۰	۴.۳.۵. انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی
۱۰۰	۴.۳.۱. شبکه‌های پیشرو یا پیشخور (FFN)
۱۰۰	۴.۳.۲. شبکه‌های برگشتی یا پسخور (RNN)
۱۰۱	۴.۳.۵. شبکه‌های پرسپترون چندلایه (MLP)
۱۰۶	۴.۳.۶. مدل نرون
۱۰۷	۴.۳.۷. شبکه‌های هاپفیلد
۱۰۷	۴.۳.۸. شبکه‌های رقابتی
۱۰۸	۴.۳.۹. شبکه‌های کوهنن
۱۰۹	فصل چهارم: مدل‌های فیزیکی
۱۰۹	۴.۱. مدل‌های عام
۱۰۹	۴.۱.۱. مدل‌های موازنه انرژی (EBM)
۱۱۰	۴.۱.۲. مدل‌های تابش-همرفتی (RCM)
۱۱۰	۴.۱.۳. مدل‌های دوبعدی آماری-دینامیکی (SDM)
۱۱۱	۴.۱.۴. مدل‌های گردش عمومی جو (GCM)
۱۱۴	۴.۱.۴.۱. مدل‌های جفت شده‌ی جوی-اقیانوسی (AOGCM)
۱۱۵	۴.۱.۴.۲. انواع مدل‌های AOGCM
۱۱۷	۴.۲. سناریوهای تغییر اقلیم
۱۱۸	۴.۲.۱. سناریوهای غیر اقلیمی

۱۱۸	۱. ۱. ۲. ۴ سناریوهای IS92
۱۱۹	۲. ۱. ۲. ۴ سناریوهای SRES
۱۲۲	۳. ۱. ۲. ۴ سناریوهای RCP
۱۲۳	۲. ۲. ۴ سناریوهای اقلیمی
۱۲۵	فصل پنجم: ریزمقیاس گردانی
۱۲۵	۱. ۵ ریزمقیاس گردانی
۱۲۶	۱. ۱. ۵ روش‌های دینامیکی
۱۲۷	۲. ۱. ۵ روش‌های آماری
۱۲۷	۱. ۱. ۱. ۵ روش طبقه‌بندی هواشناسی
۱۲۸	۲. ۱. ۵ روش مدل‌های هواشناسی
۱۲۹	۳. ۱. ۵ روش مدل‌های رگرسیونی
۱۳۰	۱. ۳. ۲. ۱. ۵ روش رگرسیون خطی
۱۳۱	۲. ۳. ۲. ۱. ۵ روش رگرسیون
۱۳۳	۲. ۵ مدل SDSM
۱۳۷	۱. ۲. ۵ نحوه اجرای مدل
۱۴۱	۱. ۱. ۲. ۵ بخش تنظیمات
۱۴۲	۲. ۱. ۲. ۵ کنترل کیفیت داده‌ها
۱۴۲	۳. ۱. ۲. ۵ تغییر شکل داده‌ها
۱۴۳	۴. ۱. ۲. ۵ انتخاب متغیرها
۱۴۶	۵. ۱. ۲. ۵ کالیبره کردن مدل
۱۴۹	۶. ۱. ۲. ۵ تولید داده‌های مصنوعی آب‌وهوایی
۱۵۰	۷. ۱. ۲. ۵ آنالیز داده‌های مشاهداتی و ریزمقیاس شده
۱۵۲	۸. ۱. ۲. ۵ آنالیز فراوانی
۱۵۳	۱. ۸. ۱. ۲. ۵ توزیع تجربی
۱۵۴	۲. ۸. ۱. ۲. ۵ توزیع مقادیر حداکثر تعمیم‌یافته
۱۵۶	۳. ۸. ۱. ۲. ۵ توزیع گامبل
۱۵۷	۴. ۸. ۱. ۲. ۵ تابع نمایی توسعه‌یافته
۱۵۷	۹. ۱. ۲. ۵ سناریوسازی
۱۵۸	۱۰. ۱. ۲. ۵ مقایسه نتایج
۱۶۰	۱۱. ۱. ۲. ۵ تحلیل سری زمانی
۱۶۱	۳. ۵ مدل MAGICC SCENGEN
۱۶۲	۱. ۳. ۵ نحوه اجرای مدل
۱۷۲	۴. ۵ مدل LARS- WG

۱۷۴	۵. ۴. ۱. نحوه اجرای مدل
۱۸۴	۵. ۵. مدل GlimGen
۱۸۴	۵. ۵. ۱. نحوه اجرای مدل
۲۰۳	۵. ۶. مدل ASD
۲۰۳	۵. ۶. ۱. نحوه اجرای مدل
۲۱۱	فصل ششم: مدل های آب و هوایی منطقه ای
۲۱۱	۶. ۱. مدل های آب و هوایی منطقه ای (RCMs)
۲۱۲	۶. ۲. معرفی مدل های آب و هوایی منطقه ای
۲۱۳	۶. ۲. ۱. مدل MM5
۲۱۳	۶. ۲. ۲. مدل WRF
۲۱۴	۶. ۲. ۳. مدل NCAR CCSM
۲۱۶	۶. ۲. ۴. مدل TAPM
۲۱۸	۶. ۲. ۵. مدل PRECIS
۲۱۸	۶. ۳. معیارهای ارزیابی مدل های آب و هوایی منطقه ای
۲۲۱	فصل هفتم: پایگاه داده و تحلیل فضایی
۲۲۱	۷. ۱. آشنایی با پایگاه های داده
۲۲۱	۷. ۱. ۱. پایگاه GPCC
۲۲۳	۷. ۱. ۲. پایگاه GPCP
۲۲۵	۷. ۱. ۳. پایگاه CMAP
۲۲۶	۷. ۱. ۴. پایگاه TRMM
۲۲۸	۷. ۱. ۵. پایگاه APHRODITE
۲۳۰	۷. ۱. ۶. پایگاه ECMWF
۲۳۲	۷. ۱. ۷. پایگاه CRU
۲۳۴	۷. ۱. ۸. پایگاه PREC/L
۲۳۶	۷. ۱. ۹. پایگاه MSU
۲۳۷	۷. ۱. ۱۰. پایگاه Asfezari
۲۳۸	۷. ۲. روش های درون یابی فضایی
۲۳۸	۷. ۲. ۱. روش معکوس وزنی فاصله (IDW)
۲۳۹	۷. ۲. ۲. روش اسپلاین
۲۴۰	۷. ۲. ۲. ۱. اسپلاین منظم
۲۴۰	۷. ۲. ۲. ۲. اسپلاین کششی
۲۴۰	۷. ۲. ۳. کریجینگ
۲۴۱	۷. ۳. نحوه درون یابی در محیط ArcGIS 10.3
۲۴۶	۷. ۴. نحوه درون یابی در محیط Surfer