

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ریزگرد بیابانی در سیستم جهانی

تألیف

ان جی میدلتون

آ اس گودی

ترجمه

دکتر حسین آذر نیوند

مهندس حمید غلامی، دکتر حسن خسروی

توجه!

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل های pdf ، لوح فشرده، باز نویسی در وبلاگ ها ، سایت ها، مجله ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می شود.



انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۳۳۰۹

شماره مسلسل ۷۲۵۵

Goudie, Andrew ریزگرد بیابانی در سیستم جهانی / تألیف آ. اس. گودی، ان. جی میدلتون؛ ترجمه حسین آذر نیوند، حمید غلامی. حسن خسروی. تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۱. ظ. ۲۸۶ ص. منصور، جدول، نمودار. (انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره ۳۳۰۹). ISBN 978-964-03-6312-6	گودی، اندرو - ۱۹۴۴ - م. عنوان اصلی: Desert Dust in the Global System, c2000. گرد و غبار بیابان در سامانه جهانی، توفان‌های غبار، توفان‌های غبار - جنبه‌های زیست محیطی، میدلتون، نیک، ۱۹۴۴ - م. Middleton, Nick. آذر نیوند، حسین، ۱۳۳۷ - مترجم. غلامی، حمید، مترجم. خسروی، حسن، مترجم. دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات. QC ۹۵۸ / گ ۹ ع ۴ شماره کتابشناسی ملی
--	--

عنوان: ریزگرد بیابانی در سیستم جهانی

تألیف: آ اس گودی- ان جی میدلتون

ترجمه: دکتر حسین آذر نیوند- مهندس حمید غلامی- دکتر حسن خسروی

ویراستار: منصور نظام‌آبادی

نویت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

ISBN:978-964-03-6312-6



9 789640 363126

«مسئولیت صحت مطالب کتاب یا مترجمان است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۸۰۰۰۰ ریال

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

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

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۰۱۲۰۷

فهرست مطالب

فصل اول: اهمیت و ماهیت طوفان‌های ریزگردی

۱-۱- مقدمه.....	۱
۱-۲- روش‌های پژوهش.....	۵

فصل دوم: برداشت، انتقال و ته‌نشینی ریزگرد

۲-۱- مقدمه.....	۱۳
۲-۲- منشأ ذرات ریزگرد بیابانی.....	۱۳
۲-۳- سرعت‌های آستانه و محیط‌های بادرفته.....	۱۸
۲-۴- فرسایش بادی خاک و دیگر مواد سطحی.....	۱۹
۲-۵- شرایط هواشناسی سینوپتیک عامل رخداد‌های ریزگردی.....	۲۳
۲-۶- انتقال به دوردست.....	۲۹
۲-۷- ته‌نشینی خشک و تر.....	۳۲
۲-۸- ذرات ریزگرد درشت.....	۳۳

فصل سوم: اثرهای محیطی و انسانی

۳-۱- مقدمه.....	۳۵
۳-۲- اکوسیستم‌های دریایی.....	۳۵
۳-۳- فرسایش بادی در خاک‌ها.....	۳۷
۳-۴- آلاینده بادی در خاک‌ها.....	۳۸
۳-۵- سنگفرش بیابان.....	۴۰
۳-۶- سخت لایه‌ها.....	۴۱
۳-۷- شوری‌زایی و اسیدیته (pH).....	۴۳
۳-۸- چاله‌های بیابانی و یاردانگ‌ها.....	۴۵
۳-۹- ریزگرد و انرژی تابشی.....	۴۹
۳-۱۰- ریزگرد و دی اکسید کربن اتمسفر.....	۵۰
۳-۱۱- ریزگرد و اوزون تروپوسفر.....	۵۲
۳-۱۲- ریزگرد و ابرها.....	۵۲
۳-۱۳- اثرهای اقتصادی.....	۵۴

۵۶	۳-۱۴- بهداشت و سلامت
۵۸	۳-۱۵- طوفان ریزگرد در جنگ

فصل چهارم: تصویر جهانی

۵۹	۴-۱- مقدمه
۵۹	۴-۲- منابع عمده جهانی
۶۳	۴-۳- طوفان‌های ریزگرد و بارندگی
۶۶	۴-۴- پوشش گیاهی و بسترهای دریاچه‌ای خشک
۶۷	۴-۵- طوفان‌های ریزگرد روزانه و فصلی
۷۲	۴-۶- مدت زمان طوفان‌های ریزگرد
۷۲	۴-۷- طوفان‌های ریزگرد در مربع

فصل پنجم: تصویر منطقه‌ای

۷۵	۵-۱- مقدمه
۷۵	۵-۲- آمریکای شمالی
۷۹	۵-۳- آمریکای جنوبی
۸۲	۵-۴- آفریقای جنوبی
۸۶	۵-۵- صحرای آفریقا
۸۸	۵-۵-۱- منشأ ریزگرد صحرای آفریقا
۹۶	۵-۶- مسیرهای انتقال ریزگرد صحرای آفریقا
۱۰۰	۵-۶-۱- میرهای اطلس شمالی
۱۰۶	۵-۶-۲- مسیرهای انتقال ریزگرد در اروپا
۱۱۱	۵-۶-۳- مسیرهای شرق مدیترانه
۱۱۲	۵-۷- خاورمیانه
۱۱۶	۵-۷-۱- الگوی مکانی ریزگرد در خاورمیانه
۱۲۰	۵-۷-۲- انتقال ریزگرد از صحرای آفریقا به خاورمیانه
۱۲۶	۵-۸- جنوب غرب آسیا
۱۲۹	۵-۸-۱- چرخه فصلی ریزگرد بر اساس داده‌های زمینی
۱۲۹	۵-۸-۲- چرخه فصلی ریزگرد بر اساس داده‌های Toms
۱۳۲	۵-۸-۳- روابط اقلیمی برای ریزگرد فصلی در جنوب آسیا
۱۳۹	۵-۹- آسیای مرکزی و اتحاد جماهیر شوروی سابق
۱۴۲	۵-۱۰- چین

۱۴۷	۵-۱۱- مغولستان.....
۱۴۸	۵-۱۲- مسیرهای انتقال ریزگرد از چین و مغولستان.....
۱۵۰	۵-۱۳- استرالیا.....

فصل ششم: غلظت، تجمع و اجزاء ریزگرد

۱۵۵	۶-۱- ریزگرد موجود در هوا.....
۱۵۷	۶-۲- رسوب و تجمع ریزگرد.....
۱۶۴	۶-۳- اندازه ذرات.....
۱۶۷	۶-۴- شیمی ریزگرد.....
۱۷۱	۶-۵- کانی‌شناسی ذرات رس موجود در ریزگرد.....

فصل هفتم: تغییر فراوانی طوفان‌های ریزگرد

۱۷۵	۷-۱- مقدمه.....
۱۷۵	۷-۲- ریزگرد ایالات متحده.....
۱۸۱	۷-۳- مکزیک.....
۱۸۳	۷-۴- رخداد‌های ریزگرد صحرای آفریقا.....
۱۸۹	۷-۵- روسیه و همسایگان آن.....
۱۹۳	۷-۶- پاکستان.....
۱۹۳	۷-۷- چین و مغولستان.....
۱۹۸	۷-۸- استرالیا.....
۱۹۸	۷-۹- محیط بادی در جهانی گرم‌تر.....
۲۰۰	۷-۱۰- بحث و نتیجه‌گیری.....

فصل هشتم: کنترل طوفان ریزگرد

۲۰۱	۸-۱- مقدمه.....
۲۰۱	۸-۲- اقدامات زراعی.....
۲۰۳	۸-۳- مدیریت خاک.....
۲۰۵	۸-۴- روش‌های مکانیکی.....
۲۰۶	۸-۵- روش‌های مختلف برای کاهش توزیع ریزگرد.....

فصل نهم: بارگیری ریزگرد کواترنری

۲۰۹	۹-۱- مقدمه.....
-----	-----------------

- ۲-۹- هسته‌های اقیانوسی..... ۲۰۹
- ۳-۹- تاریخچهٔ ته‌نشینی ریزگرد در هسته‌های یخی..... ۲۱۳
- ۴-۹- مقدار تجمع لس‌ها..... ۲۱۵

فصل دهم: لس

- ۱-۱- مقدمه..... ۲۱۷
- ۲-۱۰- لس‌های PorzSaharan آفریقا..... ۲۲۲
- ۳-۱۰- لس‌های آسیای مرکزی..... ۲۲۴
- ۴-۱۰- لس‌های چین..... ۲۲۵
- ۵-۱۰- بحث و نتیجه‌گیری..... ۲۳۰

- منابع..... ۲۳۱
- واژه‌نامه..... ۲۷۹

فهرست جداول

فصل اول

- جدول ۱-۱- بعضی از پیامدها و خطرهای محیطی ایجاد شده بر اثر طوفان‌های ریزگرد برای انسان‌ها..... ۳
- جدول ۱-۲- بررسی فرسایش بادی و یادرفتگی ریزگرد در مناطق غیر بیابانی..... ۶
- جدول ۱-۳- کدهای هواشناسی WMO Synop برای رخداد‌های ریزگرد..... ۸
- جدول ۱-۴- روش‌های مورد استفاده برای پایش ریزگرد و شناسایی مناطق برداشت..... ۹
- جدول ۱-۵- مثال‌هایی از استفاده از سنجش دور (RS) برای بررسی طوفان‌های ریزگرد جوی..... ۱۱

فصل دوم

- جدول ۲-۱- سرعت آستانه باد برای انواع سطوح در جنوب و غرب ایالت متحده..... ۱۹
- جدول ۲-۲- بعضی از عوامل فیزیکی اصلی در فرسایش بادی..... ۲۱
- جدول ۲-۳- مثال‌هایی از انتقال دراز مدت ذرات ریزگرد..... ۳۱

فصل سوم

- جدول ۳-۱- بعضی از اثرهای درون منطقه‌ای و برون منطقه‌ای فرسایش بادی..... ۳۸

فصل چهارم

- جدول ۴-۱- بادهای به وجود آورنده ریزگرد..... ۶۰
- جدول ۴-۲- بیشترین میانگین اندازه شاخص ریزگرد هوایی برای منابع ریزگرد مهم جهانی (Toms)..... ۶۲
- جدول ۴-۳- تخمین مقدار انتقال ریزگرد به داخل اتمسفر..... ۶۴
- جدول ۴-۴- رابطه تکرار طوفان ریزگرد با نوع پوشش گیاهی و تولید اولیه خالص (NPP) مدل‌سازی شده توسط BIOME4..... ۶۸
- جدول ۴-۵- میانگین سالانه تکرار طوفان ریزگرد و تعداد ایستگاه‌ها برای انواع مختلف پوشش گیاهی به دست آمده از اطلاعات دفریس..... ۶۸
- جدول ۴-۶- اطلاعات آماری از قابلیت بخش‌های بستر دریاچه خشک..... ۶۹
- جدول ۴-۷- فصول یا ماه‌هایی که بیشترین فعالیت طوفان ریزگرد اتفاق می‌افتد..... ۷۱

فصل پنجم

- جدول ۵-۱- نام‌های محلی برای بادهای به وجود آورنده ریزگرد صحرای آفریقایی..... ۹۰
- جدول ۵-۲- ارزیابی منابع فعال صحرای آفریقا..... ۹۳

جدول ۵-۳- تخمین پراکنش ریزگرد به صورت جهانی و منطقه‌ای.....	۹۶
جدول ۵-۴- فرکانس طوفان‌های گرد غبار در مصر (۱۹۶۸-۱۹۶۴). سازمان هواشناسی مصر.....	۱۰۰
جدول ۵-۵- وزش فصلی ریزگرد شن در آفریقای شمالی.....	۱۰۲
جدول ۵-۶- ریزگرد در اقیانوس اطلس شمالی که از اطلاعات Toms در سال ۱۹۹۹ به دست آمده است (درصد روزهایی با شاخص ریزگرد هوایی بیش از ۱۹).....	۱۰۵
جدول ۵-۷- ریزگردهای معروف صحرای آفریقا در جزیرهٔ بریتانیا در قرن بیستم.....	۱۱۰
جدول ۵-۸- بادهای ریزگردهی در خاورمیانه.....	۱۱۳
جدول ۵-۹- بادهای فصلی عربستان (متوسط سرعت باد ms^{-1}).....	۱۱۶
جدول ۵-۱۰- طوفان‌های ریزگرد فصلی در افغانستان، پاکستان و هند.....	۱۳۳
جدول ۵-۱۱- فراوانی ماهانه طوفان‌های ریزگرد، طوفان‌های رعد و برق و سرعت‌های باد برای منطقهٔ بیابانی شبه‌قارهٔ هند.....	۱۴۰

فصل ششم

جدول ۶-۱- رابطهٔ بین غلظت ریزگرد و میزان شاخص ریزگرد هوایی تعیین شده به وسیلهٔ Toms.....	۱۵۸
جدول ۶-۲- میزان ته‌نشینی ریزگرد در ته‌نشینی‌های منحصر به فرد.....	۱۵۹
جدول ۶-۳- مقدار رسوب ریزگرد سالانه.....	۱۶۰
جدول ۶-۴- مقدار تجمع ریزگرد.....	۱۶۲
جدول ۶-۵- مقدار ریزگرد معدنی اتمسفری ته‌نشین شده در اقیانوس‌ها.....	۱۶۴
جدول ۶-۶- مقدار ته‌نشینی ریزگرد در چین، کل ته‌نشینی ریزگرد معدنی اتمسفر در بیابان‌های چین.....	۱۶۴
جدول ۶-۷- مقدار ته‌نشینی ریزگرد در چین، بیشترین و کمترین ۱۵ ساله و میانگین سالانهٔ مقدار ته‌نشینی ریزگرد در مناطق شهری استان گانسو چین.....	۱۶۵
جدول ۶-۸- ویژگی‌های اندازهٔ ذرات ریزگرد.....	۱۶۸
جدول ۶-۹- تجزیه و تحلیل عناصر اصلی ریزگرد.....	۱۶۹

فصل هفتم

جدول ۷-۱- اثرهای طرح اراضی دست نخورده در فراوانی روزانهٔ طوفان ریزگرد در منطقهٔ اوسک در اتحاد جماهیر شوروی سابق.....	۱۹۰
جدول ۷-۲- تغییرات فراوانی سالانهٔ طوفان‌های ریزگرد در دو ایستگاه در ازبکستان به علت گسترش آبیاری.....	۱۹۰
جدول ۷-۳- تغییرات فراوانی سالانهٔ طوفان‌های ریزگرد در ایستگاه پریارالی، ازبکستان به دلیل خشک شدن دریای آرال.....	۱۹۱

فصل هشتم

- جدول ۸-۱- اقدامات به کار گرفته شده برای به حداقل رساندن خطر فرسایش بادی در شمال اروپا..... ۲۰۲
- جدول ۸-۲- روش های کشت و کار مناسب برای حفاظت خاک..... ۲۰۴

فصل نهم

- جدول ۹-۱- مقدار تجمع لس برای اواخر پلیستوسن..... ۲۱۶

فصل دهم

- جدول ۱۰-۱- عناصر اصلی ژئوشیمیایی لس های بدون هوازدگی در مقایسه یا ریزگرد..... ۲۱۸
- جدول ۱۰-۲- نمونه هایی از لس های اولیه بیابانی..... ۲۱۹

فهرست اشکال

فصل اول

- شکل ۱-۱- افزایش ریزگرد از سال ۱۹۶۵. سال‌های اوج ریزگرد ۱۹۸۷-۱۹۸۳..... ۴
- شکل ۱-۲- ریزگرد قسمت‌های شمالی لیبی و خلیج Sirtu (۲۶ می ۲۰۰۶)..... ۴
- شکل ۱-۳- حكاكی‌های قرن ۱۹ از ریزگرد صحرای آفریقا..... ۷
- شکل ۱-۴- طوفان ریزگرد در کویر لوت در شرق بم (ایران)..... ۱۰

فصل دوم

- شکل ۲-۱- نمونه‌ای از محیط‌های ژئومورفولوژیک که در آن بادرقتگی اتفاق می‌افتد..... ۱۵
- شکل ۲-۲- فرایندهای تشکیل نهشته‌های لسی؛ روش فرضی بررسی تشکیل نهشته‌های لسی در محیط‌های سرد..... ۱۶
- شکل ۲-۲- فرایندهای تشکیل نهشته‌های لسی؛ روش فرضی بررسی تشکیل نهشته‌های لسی در محیط‌های گرم..... ۱۷
- شکل ۲-۳- بادرقتگی یاردانگ در بیابان غربی مصر که بر میزان بادرقتگی هولوسن دلالت دارد (از ASG)..... ۲۲
- شکل ۲-۴- ریزگرد شیطان در آریزونا (ناسا)..... ۲۴
- شکل ۲-۵- شکل شماتیک از هابوب..... ۲۶
- شکل ۲-۶- جابه‌جایی ستون‌های ریزگرد به‌وسیله بادهای شمال در سراسر دریای عمان..... ۲۹
- ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۴.....
- شکل ۲-۷- ابرهای ریزگرد در سراسر دریای ژاپن. ۱۷ مارس ۲۰۰۲..... ۳۰

فصل سوم

- شکل ۳-۱- طوفان ریزگرد بزرگ که سراسر شمال غربی اقیانوس هند را فرا گرفته و از قطر به عمان و از عمان به طرف شمال غربی هند حرکت می‌کند..... ۳۶
- شکل ۳-۲- سنگفرش بیابان در واحه قراقر در غرب مصر..... ۴۲
- شکل ۳-۳- تغییرات pH طوفان‌های ریزگرد در اروپا..... ۴۴
- شکل ۳-۴- عکس هوایی از چاله‌های بسته که از فرسوده شدن کانال‌های رودخانه‌های زیر در غرب استرالیا به وجود آمده است (ASG)..... ۴۶
- شکل ۳-۵- دیگرام فرضی از سیستم پس‌خور آب و هوا - CO₂ - ریزگرد یخچالی..... ۵۱
- شکل ۳-۶- طوفان‌های ریزگرد و ماسه که مشکلات متعددی برای خطوط انتقال ایجاد کرده است..... ۵۵

فصل چهارم

- شکل ۴-۱- نقشه جهانی میانگین سالانه میزان ریزگرد هوایی تعیین شده به‌وسیله Toms..... ۶۱

- شکل ۴-۲- مساحت میانگین شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای مناطق ریزگرد اصلی ۶۲
- شکل ۴-۳- وزش ریزگرد از ايسلند جنوبی به داخل اطلس شمالی ۶۳
- شکل ۴-۴- جریان‌های ریزگرد برخاسته از قسمت‌های جنوبی مراکش و شمال‌غربی صحرای آفریقا ۶۵
- شکل ۴-۵- طوفان ریزگرد کوچک که از بستر خشک دریاچه قدیمی در منطقه وادی‌روم در جنوب اردن تولید شده است ۶۷
- شکل ۴-۶- الگوی طوفان‌های ریزگرد روزانه در ترکمنستان برای پنج ایستگاه در طی سال‌های ۱۹۸۱-۱۹۹۵ ۷۰
- شکل ۴-۷- تغییرات روزانه طوفان‌های ریزگرد در فصل بهار در گویی ۷۰
- شکل ۴-۸- تغییرات روزانه طوفان ریزگرد در فرودگاه بین‌المللی کویت (۱۹۸۲-۱۹۶۲) ۷۱
- شکل ۴-۹- سطح کره ماه را در دو حالت نشان می‌دهد: در روز روشن (۲۶ ژوئن ۲۰۰۱) و در طوفان ریزگرد (۴ سپتامبر ۲۰۰۱) ۷۳
- شکل ۴-۱۰- طوفان‌های ریزگرد منطقه‌ای در حاشیه کلاهک یخچالی قطبی سیاره مریخ ۷۴

فصل پنجم

- شکل ۵-۱- طوفان ریزگرد در منطقه زاپریسکی دره مرگ (کالیفرنیا، ایالت متحده، عکس از ASG) ۷۶
- شکل ۵-۲- طوفان‌های ریزگرد در ایالت متحده ۷۸
- شکل ۵-۳- (الف) فراوانی سالانه طوفان‌های ریزگرد (ساسکا چوان، ۱۹۸۳-۱۹۷۷) (ب) توزیع فصلی میانگین فراوانی متوسط روزهایی با طوفان‌های ریزگرد برای هر استان (۱۹۸۵-۱۹۷۷) ۸۰
- شکل ۵-۴- ستون‌های متعدد ریزگرد که از باجا کالیفرنیا می‌وزند ۸۱
- شکل ۵-۵- توزیع طوفان‌های ریزگرد در آرژانتین ۸۳
- شکل ۵-۶- وزش ستون‌های ریزگرد از بیابان نامیب در نامیبیا و جنوب آنگولا ۸۴
- شکل ۵-۷- متوسط مقدار A1 (شاخص ریزگرد هوایی) Toms برای آفریقای جنوبی ۸۵
- شکل ۵-۸- مقدار شاخص ریزگرد هوایی (A1) Toms پتانسیل روانی مناسب مقیاس‌بندی شده و ارتفاع به کیلومتر برای آفریقای جنوبی، میانگین دراز مدت جولای-سپتامبر ۸۷
- شکل ۵-۹- تصویر Seawifs از طوفان ریزگرد صحرای آفریقا در ۲۶ فوریه ۲۰۰۰ ۸۸
- شکل ۵-۱۰- بررسی‌های قبلی برای مرزبندی مناطق منشأ ریزگرد صحرای آفریقا ۸۹
- شکل ۵-۱۱- متوسط اندازه شاخص ریزگرد هوایی (A1) برای آفریقای شمالی و ۹۱
- خاورمیانه از داده‌های Tom
- شکل ۵-۱۲- میانگین DOT برای آفریقا و اطلس شمالی در تابستان (۲۰۰۰-۱۹۷۹) ۹۲
- تعیین شده به وسیله Toms
- شکل ۵-۱۳- وسعت و شدت شاخص ریزگرد هوایی برای چهار منطقه بیابان اصلی به‌دست آمده از Toms: صحرای آفریقا، عربستان، چین و تار ۹۵
- شکل ۵-۱۴- نقشه‌های فصلی Toms در سال ۱۹۹۹ ۹۸

- شکل ۱۵-۵- (الف) موقعیت دلتای توکار در سودان؛ (ب) آمار بارندگی و درجه حرارت برای دلتای توکار ۹۹
- شکل ۱۶-۵- دو تصویر MODIS از دلتای توکار در حاشیه دریای سرخ در سودان ۱۰۱
- شکل ۱۷-۵- رخدادهای فصلی ریزگرد در اقیانوس اطلس شمالی و غرب ساحل آفریقا ۱۰۵
- شکل ۱۸-۵- (الف) میانگین ماهانه غلظت ریزگرد معدنی در کاینی، گویان فرانسه، پراسپر و همکاران (۱۹۸۱) (ب) تعداد روزهای ریزگردی در ماه در مایدوگوری نیجریه (ج) تعداد روزهایی با طوفانهای ریزگرد در نواکشوت، موریتانی ۱۰۷
- شکل ۱۹-۵- رخدادهای فصلی ریزگرد صحرای آفریقا در قسمت‌های مختلف اروپا ۱۰۹
- شکل ۲۰-۵- ریزگرد معلق در اتمسفر مدیترانه شرقی، ۱۹ اکتبر ۲۰۰۲ (MODIS) ۱۱۲
- شکل ۲۱-۵- پراکنش طوفانهای ریزگرد (میدان دید کمتر از یک کیلومتر) در خاورمیانه ۱۱۴
- شکل ۲۲-۵- طوفان ریزگرد در جزیره الحمراء، نزدیک رأس الخیمه، امارات متحده عربی (ASG) ۱۱۵
- شکل ۲۳-۵- الگوی فصلی فعالیت طوفانهای ریزگرد در خاورمیانه ۱۱۷
- شکل ۲۴-۵- الگوی سالانه فعالیت طوفان ریزگرد در خاورمیانه ۱۱۸
- شکل ۲۵-۵- (الف) الگوی سالانه فعالیت طوفان ریزگرد در خاورمیانه در ارتباط با: (ب) توپوگرافی (ج) بارندگی منطقه (د) مناطق با ارتفاع کمتر از ۲۰۰ متر ۱۱۹
- شکل ۲۶-۵- عبور سیستم‌های ریزگرد از شمال آفریقا به خاورمیانه ۱۲۱
- شکل ۲۷-۵- توالی شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای اواخر مارس ۱۹۹۹ ۱۲۲
- شکل ۲۸-۵- توالی شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای ۲۴ مارس ۲۰۰۲ ۱۲۳
- شکل ۲۹-۵- توالی شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای اواخر ژوئن ۲۰۰۰ ۱۲۴
- شکل ۳۰-۵- توالی شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای اواسط آوریل ۲۰۰۰ ۱۲۵
- شکل ۳۱-۵- توالی شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای اواسط مارس ۲۰۰۲ ۱۲۶
- شکل ۳۲-۵- تعداد روزهایی با طوفان ریزگرد در سال در جنوب آسیا بر پایه مشاهدات زمینی ۱۲۸
- شکل ۳۳-۵- متوسط سالانه Toms برای جنوب آسیا ۱۳۰
- شکل ۳۴-۵- شدت طوفان ریزگرد در شمال غرب اقیانوس هند از سال ۱۹۹۸-۲۰۰۲، از Toms ۱۳۱
- شکل ۳۵-۵- تصویر MODIS از طوفان ریزگرد در حال وزش از حوضه پاکستان در جنوب غرب آسیا ۱۷ آگوست ۲۰۰۴ ۱۳۱
- شکل ۳۶-۵- تصویر MODIS از ستون‌های ریزگرد در ساحل مکران ایران و پاکستان در ۴ دسامبر ۲۰۰۳ ۱۳۲
- شکل ۳۷-۵- متوسط ماهانه شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای ژانویه، فوریه، مارس ۱۳۴
- شکل ۳۸-۵- متوسط ماهانه شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای مارس، آوریل و می ۱۳۵
- شکل ۳۹-۵- متوسط ماهانه شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای آوریل، می، ژوئن ۱۳۶
- شکل ۴۰-۵- متوسط ماهانه شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای جولای، آگوست، سپتامبر ۱۳۷
- شکل ۴۱-۵- متوسط ماهانه شاخص ریزگرد هوایی، Toms برای اکتبر، نوامبر، دسامبر ۱۳۸

- شکل ۵-۴۲- متوسط ماهانه طوفان‌های ریزگرد، رگبارها و بارندگی برای (الف) دهلی نو و (ب) گانگاناگار..... ۱۳۹
- شکل ۵-۴۳- توزیع طوفان‌های ریزگرد در اتحاد جماهیر شوروی سابق..... ۱۴۰
- شکل ۵-۴۴- پراکنش طوفان‌های ریزگرد در ترکمنستان..... ۱۴۱
- شکل ۵-۴۵- دیواری از طوفان ریزگرد نزدیک روستای کیولاندی، شمال غرب دریای آرال در قزاقستان..... ۱۴۲
- شکل ۵-۴۶- (الف) پیشرفت و موقعیت یک طوفان ریزگرد عظیم سرتاسر چین در آوریل ۱۹۶۸ (ب) پیشرفت ریزگرد در سرتاسر اقیانوس آرام به طرف شمال آمریکا در آوریل ۱۹۹۸..... ۱۴۴
- شکل ۵-۴۷- (الف) متوسط ۳۰ ساله تعداد روزهایی با طوفان ریزگرد و ماسه در شمال چین: (ب) توزیع طوفان‌های ریزگرد در چین..... ۱۴۵
- شکل ۵-۴۸- تصویر MODIS از ریزگرد معلق در بیابان تاکلاماکان در شمال غرب چین، ۱۸ آوریل ۲۰۰۳..... ۱۴۶
- شکل ۵-۴۹- میانگین سالانه شاخص ریزگرد هوایی Toms برای چین..... ۱۴۷
- شکل ۵-۵۰- متوسط سالانه دراز مدت مقدار شاخص ریزگرد هوایی، یتانسیل روانی ماسه و ارتفاع به کیلومتر برای چین..... ۱۴۸
- شکل ۵-۵۱- طوفان ریزگرد در ملبورن استرالیا، فوریه ۱۹۸۳ (سازمان هواشناسی استرالیا)..... ۱۵۰
- شکل ۵-۵۲- فعالیت طوفان ریزگرد در استرالیا..... ۱۵۲
- شکل ۵-۵۳- فرسایش بادی مناطق شرقی استرالیا..... ۱۵۳

فصل ششم

- شکل ۶-۱- غلظت ریزگرد در مناطق زیست محیطی مختلف..... ۱۵۶
- شکل ۶-۲- غلظت کل توده ریزگرد در مقابل میدان دید با منحنی برازش رگرسیونی..... ۱۵۷
- شکل ۶-۳- مقدار رسوب بادی برای صحرای آفریقا..... ۱۵۸
- شکل ۶-۴- ریزگرد صحرای آفریقا بر روی کاپوت یک ماشین در کالری، کورسیکا..... ۱۶۱
- شکل ۶-۵- نرخ سالانه ته‌نشینی گردو غبار هوایی در سراسر اقیانوس اطلس شمالی..... ۱۶۳
- شکل ۶-۶- مقدار مواد اتمسفری رسوب کرده در اقیانوس‌ها..... ۱۶۳
- شکل ۶-۷- مقدار ته‌نشینی ریزگرد در چین..... ۱۶۶

فصل هفتم

- شکل ۷-۱- غلظت طوفان‌های ریزگرد (تعداد روز در ماه) در ایالت متحده آمریکا در دشت‌های مرتفع نگزاس، کلرادو، اوکلاهاما و کانزاس در سال ۱۹۳۶: (a) مارس (b) آوریل (c) می..... ۱۷۶
- شکل ۷-۲- طوفان ریزگرد در نزدیکی اسپیرمن، نگزاس..... ۱۷۷
- شکل ۷-۳- (a) تعداد روزهایی با طوفان ریزگرد در دوگ سیتی، کانزاس (۱۹۶۱-۱۹۲۲) و در بیگ اسرینگ، نگزاس (۱۹۵۳-۱۹۷۰) گیلت و هانسون (۱۹۸۹). (b) ساعات سالانه وزش ریزگرد برای لایوک نگزاس..... ۱۷۹

- شکل ۴-۷- تعداد رخداد‌های ریزگرد در فارگو، داکوتای شمالی ۱۸۰
- شکل ۵-۷- ساعات وزش ریزگرد در طی سال از ۱۹۴۷ تا ۱۹۹۳ ۱۸۰
- شکل ۶-۷- کل بارندگی سالانه و فراوانی روزهای همراه با ریزگرد در سال برای فرودگاه بین‌المللی مکزیک (۱۹۵۲-۱۹۸۴) ۱۸۱
- شکل ۷-۷- (a) رابطه بین روزهای غبارآلود سالانه و بارندگی سالانه برای ایستگاه ساحلی در گائو (۱۶°N) بین سال‌های ۱۹۵۲ و ۱۹۸۷، (b) مقایسه شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) با غلظت ریزگرد بیابانی در باربادوس در غرب هند، بین سال‌های ۱۹۶۴ و ۱۹۹۶ ۱۸۵
- شکل ۸-۷- فراوانی سالانه روزهایی با طوفان ریزگرد و بارندگی سالانه برای نواکشوت، موریتانی از ۱۹۸۶-۱۹۹۶ ۱۸۶
- شکل ۹-۷- مجموع بارندگی سالانه و فراوانی طوفان ریزگرد برای وروازات، مراکش (۱۹۵۱-۱۹۸۰) ۱۸۷
- شکل ۱۰-۷- مجموع بارندگی سالانه و فراوانی طوفان ریزگرد برای سودان ۱۸۸
- شکل ۱۱-۷- متوسط ماهانه غلظت ریزگرد در باربادوس (میکروگرم بر مترمکعب، ۱۹۶۵-۱۹۹۸) ۱۸۹
- شکل ۱۲-۷- ریزگرد تولید شده از منطقه برداشت بستر خشک دریای آرال به وسیله بادهای شمالی - شرقی، ۱۸ آوریل ۲۰۰۳ (MODIS) ۱۹۱
- شکل ۱۳-۷- فراوانی سالانه طوفان‌های ریزگرد ۱۹۲
- شکل ۱۴-۷- منحنی فراوانی رسوب ریزگرد از ۳۰ سال بعد از میلاد مسیح در چین ۱۹۴
- شکل ۱۵-۷- فراوانی سالانه روزهای ریزگردی در (a) مغولستان از ۱۹۹۹-۱۹۶۰، (b) چین از ۱۹۵۴ برای ۶۸۱ ایستگاه (وانگ و همکاران ۲۰۰۴)، (c) سنول، ۱۹۹۹-۱۹۱۵ (چون و همکاران، ۲۰۰۱) از ۱۹۲۳ تا ۱۹۵۳ فاقد آمار می‌باشد، (d) یاماناشی ژاپن ۲۰۰۱-۱۹۷۰ ۱۹۶
- شکل ۱۶-۷- فراوانی طوفان‌های ریزگرد استرالیا از ۲۰۰۲-۱۹۶۰ ۱۹۹

فصل نهم

- شکل ۱-۹- ریزگرد در اقیانوس اطلس که در فاصله زیادی از صحرای آفریقا واقع شده است در حدود ۱۸۰۰۰ سال BP (حداکثر یخچالی شدن) و ۶۰۰۰ سال BP (اواسط هولوسن) نشان می‌دهد که به وسیله رسوبات هسته اقیانوسی آشکار شده است ۲۱۱
- شکل ۲-۹- تغییرات موقتی ریزگرد بادی (a) سیلت و (b) اندازه ذرات در هسته KT-۹۴-۱۵p5 از دریای ژاپن. تغییرات ایزوتوپ اکسیژن از هسته یخی GRIP در قسمت بالا برای مقایسه نشان داده شده است ۲۱۲
- شکل ۳-۹- سابقه ریزگرد و اقلیم از هسته‌های یخی گنبد اپیکا C، و هسته یخی وستوک ۲۱۴
- شکل ۴-۹- جرم ریزگرد از هسته اپیکا C، قطب جنوب در طول بیش از ۷۰۰ هزار سال یا بیشتر. اعضای کمیته اپیکا (۲۰۰۴) ۲۱۵

فصل دهم

- شکل ۱-۱۰-۱- نقشه پراکنش و ضخامت لس‌های یخچالی گذشته (لس پنوریا) در ایالات متحده آمریکا (اراضی پست مرکزی و دشت‌های بزرگ)..... ۲۲۰
- شکل ۱-۱۰-۲- وزش طوفان ریزگرد از آفریقا شمالی به نواحی مدیترانه، ۲ فوریه ۲۰۰۳ (MODIS). بیشتر ریزگرد صحرای آفریقا در سراسر اقیانوس‌ها ته‌نشین می‌شوند اما این یک توضیح کامل برای عدم وجود لس‌های Perisaharan آفریقا نیست..... ۲۲۳
- شکل ۱-۱۰-۳- نهشته‌های لس منطقه ماتاماتا در تونس..... ۲۲۴
- شکل ۱-۱۰-۴- نهشته‌های لسى Khonako، تاجیکستان (ASG)، Ding و همکاران (۲۰۰۲) اعتقاد دارند که تناوب لس‌ها و افق‌های خاک در آسیای مرکزی، مربوط به لس‌های چین می‌باشند..... ۲۲۵
- شکل ۱-۱۰-۵- پراکنش لس‌ها در چین..... ۲۲۶
- شکل ۱-۱۰-۶- رابطه منحنی‌های حساسیت مغناطیسی در امتداد بخش‌های لسى چین (SI) و نسبت اندازه ذرات < 2 تا < 10 میکرومتر واحدهای اصلی لسى (L)، واحدهای ۱ تا ۳۳ و خاک (S)، واحدهای ۰ تا ۳۲ نشان داده شده است..... ۲۲۸
- شکل ۱-۱۰-۷- مقایسه بین حساسیت مغناطیسی در Xifeng و Luochuan، چینه‌شناسی لسى (L) و لایه‌های خاک (S) در Xifeng، تاریخچه "مقیاس زمانی" ایزوتوپ اکسیژن SPECMAP از هسته دریایی شمال اقیانوس آرام ایزوتوپ اکسیژن..... ۲۲۹

پیشگفتار

یکی از بزرگترین مشکلات زیست محیطی جهان در زمان حاضر طوفان های ریزگرد است که منطقه خاور میانه و به ویژه کشور ما در معرض خسارت های عظیم و آسیب های جدی انسانی آن قرار گرفته و در مناطق وسیعی از غرب و جنوب غرب کشور به یک مشکل جدی دائمی تبدیل شده است. علاوه بر جنوب و غرب در مواردی تمام کشور توسط طوفان های ریزگرد در نوردیده شده و در موارد زیادی به تعطیلی در شهرهای مختلف منجر می شود و انسان های زیادی را در معرض بیماری های مختلف قرار می دهد یا بیماری های آنان را مزمن و طولانی می کند. این موضوع سبب شده است تا توجه زیادی به پیشگیری و کنترل ریزگرد معطوف شود. به دلیل آنکه منشأ بخش اعظم این ریزگردها در خارج از مرزهای ایران قرار دارد، اقدام های انجام شده تاکنون کمتر مؤثر واقع شده یا اصلاً مؤثر نبوده است. کشورهایی از قبیل عراق، اردن، سوریه، عربستان و... که منشأ ریزگردهای ورودی به ایران می باشند، هنوز به یک اجماع کلی برای کنترل این پدیده نرسیده اند. این موضوع حل بحران ناشی از طوفان های ریزگرد را در حاله ای از ابهام فرو برده است. از طرف دیگر عدم توجه کافی به حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست، مناطقی از درون کشور را نیز منشأ این گونه ریزگردها قرار داده است که اگر به همین صورت تداوم یابد، طوفانهای ریزگرد و بحرانهای ناشی از آن بیش از پیش شرایط دشواری را ایجاد خواهد کرد.

کتاب حاضر با هدف توجه به موضوع طوفان های ریزگرد و دلایل اهمیت آنها در ده فصل شامل اهمیت و ماهیت طوفان های ریزگرد، برداشت، انتقال و ته نشینی، اثرهای محیطی و انسانی، تصویر جهانی، تصویر منطقه ای، اجزاء و فراوانی ریزگرد، کنترل طوفان های ریزگرد، ریزگرد کوآترنری و لسی ترجمه شده است. با توجه به اهمیت طوفان های ریزگرد در کشورمان، امید است که این کتاب بتواند در توجه به موضوع و علل و عوامل آن مفید واقع شود.

این مجموعه بدون عیب و نقص نیست، از این رو نقطه نظرات استادان، محققان و دانشجویان محترم موجب به حداقل رسیدن ایرادها در چاپ های بعدی خواهد شد.

حسین آذریبوند

بهار ۱۳۹۱