

تأثیر نوسانات آب‌وهوایی بر رخداد پدیده گرد و غبار (مطالعه موردی گرد و غبارهای غرب و جنوب غرب ایران)

داریوش یاراحمدی¹، بهروز نصیری²، اسدالله خوش‌کیش^{3*}، حاتم نیکبخت⁴

¹ استادیار اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه لرستان

² استادیار اقلیم‌شناسی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه لرستان

^{3*} دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه لرستان

پست الکترونیک نویسنده مسئول:

khoshkish87@yahoo.com

⁴ دانشجوی کارشناسی ارشد اکوتوریسم دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان

تاریخ پذیرش: 1393/11/15

تاریخ دریافت: 1393/7/10

چکیده

تغییرات و نوسانات آب‌وهوایی در اثر تغییر درجه حرارت کره زمین اتفاق می‌افتد. تغییر الگوهای بارشی، دما، خشکسالی، ترسالی، وقوع پدیده گرد و غبار از اثرات تغییر اقلیم است که در کشورهای حوضه خلیج فارس به وجود آمده است. هدف از این پژوهش، بررسی روند این تغییرات و مکانیزم زمانی و مکانی وقوع این گرد و غبارهاست. بدین منظور، داده‌های سرعت باد، دما، بارش و تعداد روزهای گرد و غباری 5 ایستگاه منطقه برای دو دوره پنج‌ساله تهیه و با استفاده از روش‌های آماری لازم، بازه‌های زمانی فعالیت آن‌ها و روند تغییراتشان مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد در سال‌های اخیر، میزان متوسط بارش سالانه کاهش و میزان دما، سرعت باد و تعداد روزهای گرد و غباری افزایش یافته است. دلایل مهمی همچون استقرار سیستم‌های فشار جنب حاره در بازه‌ای خاص از سال، تشکیل سیکلون‌های سطحی در سطح بیابان‌های غرب ایران، بیابان‌زایی، کاهش پوشش گیاهی، نوع رسوبات بیابان‌ها و خشکاندن تالاب‌ها در کشور عراق باعث افزایش این گرد و غبارها شده است.

سپس یک سامانه گرد و غباری به عنوان نمونه انتخاب و نقشه‌های فشار، امگا و دما در سطوح مختلف و تصاویر ماهواره‌ای آن در منطقه مورد مطالعه استخراج شد. نتایج نشان داد که هرگاه یک ناوه عمیق در سطوح فوقانی جو منطقه مستقر و در سطح زمین هم، سیکلون‌های سطحی ایجاد شود، باعث پدیده گرد و غبار در منطقه می‌شود و چون جهت وزش باد بر اثر سیستم‌های فشار، عرض جغرافیایی و اختلاف دمایی ارتفاعات شرق ترکیه با منطقه پست خلیج فارس، از شمال غرب به جنوب شرق است، گرد و غبار را به داخل کشورمان هدایت می‌کند.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، پدیده گرد و غباری، سیکلون‌های سطحی، آلودگی هوا، غرب ایران.

مقدمه

فرض وجود تغییرات اقلیم جهانی، ذهن محققان جوامع مختلف را به خود مشغول کرده است. وقوع تغییرات اقلیمی حتی به صورت جزئی، بر تمام ارکان زندگی بشر و حیات طبیعی، اثرات قابل توجهی خواهد گذاشت. گزارش IPCC¹ حاکی از آن است که به دلیل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در دهه‌های گذشته در جو زمین، خروج امواج حرارتی (طول موج بلند) از زمین با موانع بیشتری روبه‌رو شده که افزایش دمای هوا را به دنبال داشته است. این افزایش به میزان 0/3 تا 0/6 درجه سانتی‌گراد در طول قرن گذشته بوده که در دهه‌های اخیر، شتاب بیشتری یافته است (کمیته بین‌المللی تغییر اقلیم، 2000، 10). فرایند فوق باعث ایجاد تغییرات در رژیم هیدرولوژی در چند دهه اخیر در سطح جهان شده است به طوری که بارندگی و جریان‌های سطحی در عرض‌های جغرافیایی بالا و میانی بیشتر و در عرض‌های پایین (30 تا 10) درجه شمالی کمتر شده و احتمال مواجهه با حداکثرهای اقلیمی مانند سیلاب و خشکسالی افزایش یافته است (لان، 1999²). پژوهش‌های دانشمندان محیط زیست نشان داده است که میزان دی اکسید کربن موجود در اتمسفر زمین از 275 Ppmv قبل از انقلاب صنعتی (1700 میلادی) به حدود 350 Ppmv در حال حاضر رسیده است. مهم‌تر اینکه آلودگی دی اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای مانند CFCها بیش از یک قرن باقی می‌ماند، عامل اصلی افزایش این گازها استفاده بیش از حد از سوخت‌های فسیلی، تغییر کاربری اراضی، افزایش جمعیت و گسترش روزافزون فعالیت‌های صنعتی است که باعث تغییرات مشهودی در اقلیم کره زمین شده است. بارزترین آن‌ها افزایش متوسط دمای زمین، ذوب شدن یخ‌های قطبی، ترسالی، افزایش خشکسالی‌های شدید و به تبع آن طوفان‌های گرد و غباری شدید و... است (آرتبل، 1998³). با توجه به اثرات تغییر اقلیم روی محیط زیست، اقلیم‌شناسان با تحلیل‌های آماری و سینوپتیکی الگوهای رفتاری متغیرهای اقلیمی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. به طوری که سازمان‌های بین‌المللی مختلفی همچون کنوانسیون تغییر اقلیم سازمان ملل متحد، پروتکل کیوتو و هیئت بین‌المللی تغییر اقلیم (IPCC) جهت بررسی این موضوع تشکیل شده است. چرسیلوآکیس⁴ و همکاران (2003) نه روند تغییرات در میانگین فصلی و سالیانه بارش در

یونان را با استفاده از داده‌های کاوشگر جو بالا مورد آزمون قرار دادند. با توجه به اینکه خشکسالی‌های شدید یکی از اثرات تغییر اقلیم در عرض‌های 10 تا 30 درجه می‌باشد و خشکسالی به همراه عوامل انسانی باعث گسترش بیابان‌ها و در نتیجه، گسترش طوفان‌های گرد و غباری می‌شود. به همین دلیل، تحقیقات و پژوهش‌هایی در این زمینه انجام شده است (فرجی و فدهیل، 2001) در زمینه گسترش بیابان‌ها در عراق و تأثیرات منفی طوفان‌های خاک و ماسه در عراق، تحقیق و مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که طوفان‌های گرد و خاک و ماسه بر منابع آب، اقتصاد منطقه و معیشت مردم اثرات مخربی دارند. در رابطه با اثرات طوفان‌های گرد و غبار (لین، 2002⁶) بیان می‌کند که این طوفان‌ها نه تنها در ایران، بلکه در سایر کشورهای آسیایی، آفریقایی و آمریکایی موجب خسارت‌های جانی و مالی فراوانی شده‌اند. تغییر اقلیم باعث تغییر در الگوهای گردش هوا به صورت محلی، منطقه‌ای و حتی جهانی می‌شود. چنان‌که مطالعات روی منطقه عراق نشان می‌دهد که وزش باد در عراق با جهت شمال‌غربی - جنوب‌شرقی افزایش یافته و باعث ایجاد طوفان‌های گرد و غباری در غرب و جنوب عراق و شمال عربستان شده و آن‌ها را به سمت شرق یعنی ایران و خلیج فارس هدایت می‌کند (القذبان، 1999⁷). علاوه بر چین از دیگر منابع اصلی تولید گرد و غبار در جهان بیابان صحرا در شمال آفریقا، بیابان‌های جنوب غرب قاره آسیا و بیابان استرالیا را می‌توان نام برد، به طوری که مطالعه روی سواحل غربی آفریقا در یک دوره 30 ساله (1971-2000) برای 27 ایستگاه سینوپتیک نشان داد که بیشترین گرد و غبارها در این منطقه، در ماه‌های نوامبر تا فوریه است که بر اثر بادهای تجارتمی شمال شرق از جنوب صحرای آفریقا به این منطقه حمل می‌شوند (آنوفوروم، 2008). بیابان‌های غرب و جنوب غرب آسیا ذرات گرد و غبار معدنی زیادی را تولید و وارد جو می‌کند. این مناطق یکی از منابع مهم بارگذاری ائروسول ورد سپهر می‌باشند (اسلینگو، 2006⁹). طوفان‌های گرد و غباری در مناطقی که به وقوع می‌پیوندند، سبب خسارات زیادی می‌شوند؛ برای نمونه، طوفان شدید گرد و غباری شرق مغولستان در 26 و 27 ماه می سال 2008 باعث مرگ و میر 52 نفر انسان، 42 هزار رأس دام و خسارت به 221 خانه و 661 مرکز مخابراتی شد. هزینه‌های کل برآوردشده از خسارات به‌جای‌مانده از

5. Farraji & Fadhil

6. Lin

7. Al-Ghadban

8. Anuforom

9. Slings

1. Intergovernmental Panel on Climate Change

2. lane

3. Artbell

4. Chrysoulakis

(خوش‌کیش، 1390). طی چند سال اخیر، پدیده گرد و غبار ورودی از کشورهای غربی ایران به کشور افزایش یافته و هوای غرب و جنوب‌غربی کشور ایران را آلوده ساخته است. با توجه به اینکه آلودگی ناشی از این گرد و غبارها روی محیط زیست و سلامت انسان‌ها اثرات مخربی دارد. لذا تحقیق حاضر در پی تأثیر تغییرات آب‌وهوایی بر وقوع این پدیده، بررسی روند این تغییرات و مکانیزم زمانی و مکانی این گرد و غبارها در منطقه است. به دلیل اینکه اکثر این گرد و غبارها از کشور عراق وارد کشور ایران می‌شوند و استان‌های غرب و جنوب غرب کشور بیشتر تحت تأثیر این آلودگی جوی قرار می‌گیرند، با به‌کارگیری چهار پارامتر اقلیمی بارش، دما، سرعت و جهت باد و تعداد روزهای گرد و غباری در پنج ایستگاه نیمه غربی کشور، دو دوره پنج‌ساله آماری A (1985-1989) و B (2001-2005) انتخاب و پس از انجام عملیات‌های آماری، مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه قرار می‌گیرند. سپس برای نمونه، یک سامانه گرد و غباری شدید با استفاده از نقشه‌های فشار سطح 500 هکتوپاسکالی و سطح تراز دریا، نقشه‌های دما و تصاویر ماهواره‌ای مورد ارزیابی و در آخر، تأثیرات عوامل انسانی بر گسترش بیابان‌زایی و افزایش پدیده گرد و غبار در کشور عراق مور بحث قرار می‌گیرد.

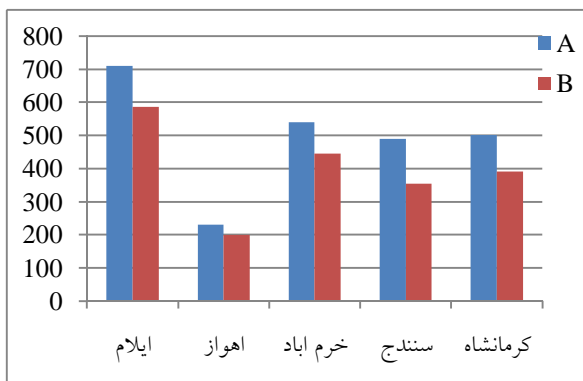
داده‌ها و روش

داده‌های هواشناسی پنج ایستگاه منتخب نیمه غربی کشور (جدول 1) براساس دو دوره آماری A (1985-1989) و B (2001-2005) با پوشش مناسب منطقه‌ای از سایت سازمان هواشناسی استخراج شد و سپس در نرم‌افزار Excel به فرمت عددی تبدیل شد. در مراحل بعدی، برای انجام محاسبات آماری سه پارامتر، بارش و دما و سرعت باد، برای ارزیابی نوسانات اقلیمی در محیط نرم‌افزار آماری Spss مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نخست میانگین‌های ماهانه و سپس سالانه برای هر پارامتر در هر دو دوره آماری A و B محاسبه شده و سپس نتایج آن به صورت نمودار (شکل‌های 1، 2، 3) برای هر سه پارامتر متوسط دمای سالانه، سرعت باد، متوسط میزان بارش سالانه برای هر پنج ایستگاه جهت مقایسه در دو دوره آماری ذکر شده آماده گردید.

در مرحله بعد، تعداد روزهای گرد و غباری ایستگاه‌های مورد مطالعه در طی دو دوره یادشده مورد محاسبه قرار گرفت. پس از بررسی عوامل طبیعی و انسانی موثر بر ایجاد این گرد و غبارها یک سامانه گرد و غباری قوی در تاریخ 15 (روز قبل گرد و غبار)

این طوفان در حدود 640 میلیون دلار بوده است (جوکدر و ماتسوی، 2008¹).

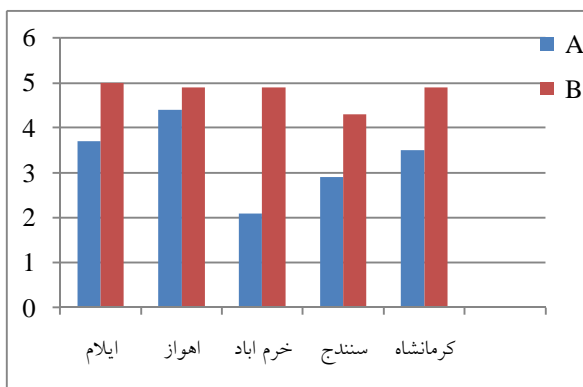
در داخل کشور هم تحقیقات و مطالعاتی درباره تغییر اقلیم و اثرات آن طوفان‌های گرد و غباری انجام شده است. ذوالفقاری (1390) در بررسی همدیدگرد و غبارهای مناطق غربی ایران دریافتند استقرار یک سامانه کم‌فشار روی منطقه خاورمیانه و تقویت شرایط ناپایداری در سطح بیابان‌ها زمینه مناسبی را برای انتقال ریزگردها به جو منطقه (غرب ایران) فراهم می‌آورند (ذوالفقاری، 1390؛ عساکره، 1381) برازش مدل‌های ARIMA را برای داده‌های دمایی و برای توجیه تغییرات دما به وسیله توابع انتقال انجام داده دریافت که از بین سه ایستگاه انتخاب‌شده جاسک و بوشهر و مشهد، دمای جاسک و بوشهر با قطعیت بیشتری روند افزایشی را نشان می‌دهند (علیجانی و رضایی، 1381). پیش‌بینی خشکسالی و ترسالی‌های استان مازندران را با استفاده از (مدل باکس - چنگینز) انجام دادند و مشخص کردند که مدل‌های فصلی این روش از دقت و کارایی بیشتری برای پیش‌بینی برخوردار است (حیدری، 1386). با مطالعه روی سامانه‌های مولد گرد و غبار در کرمانشاه دریافت که سیکلون‌های بسته روی عراق و شمال عربستان باعث ایجاد شرایط مناسب برای صعود حجم عظیمی از هوای منطقه می‌شود و در صورت خشک‌بودن منطقه، این هوای صعود کرده می‌تواند حجم عظیمی شن و خاک را به ارتفاعات فوقانی جو منتقل کرده و سبب ایجاد گرد و غبار شود. تحلیل آماری پدیده گرد و غبار استان خوزستان در یک بازه زمانی ده‌ساله (1996-2005) نشان می‌دهد که میانگین روزهای گرد و غباری در طول دوره گرم سال، بیشتر از دوره سرد سال است و در این میان، فصل بهار با میانگین 17/3 روز دارای بیشترین تعداد روزهای گرد و غباری و فصل پاییز با میانگین 5/8 روز دارای کمترین تعداد روزهای گرد و غباری است (رئیس‌پور، 1387). در تحلیل سینوپتیکی گرد و غبارهای لرستان در بازه زمانی 2000 تا 2009 مشخص شد که در سامانه‌های گرد و غباری که در فصل سرد سال (پاییز و زمستان) به وقوع می‌پیوندند، الگوی همدیدی تراز میانی جو (سطح 500 هکتو پاسکال) و در سامانه‌های گرد و غباری فصل گرم سال (بهار و تابستان)، سیستم‌های فشار سطح زمین که مهم‌ترین آن‌ها کم فشار منطقه خلیج فارس است، عامل اصلی وقوع پدیده گرد و غبارند



شکل (1): میانگین میزان بارش دو دوره A (1989-1985) و B (2005-2001) به میلی‌متر در ایستگاه‌های منتخب



شکل (2): میانگین دما در دو دوره A (1989-1985) و B (2005-2001) به درجه سانتی‌گراد در ایستگاه‌های منتخب



شکل (3): میانگین سرعت باد (به نات) در دوره A (1989-1985) و B (2005-2001) در ایستگاه‌های منتخب

در مرحله بعد، مکانیزم وقوع روزهای گرد و غباری از نظر ماهیانه و فصلی در دو دوره آماری، بررسی شد و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. به دلیل اینکه تعداد روزهای گرد و غباری در سال‌های اخیر (دوره B) در هر پنج ایستگاه منتخب، روند افزایشی را نشان می‌دهد، یکی از ایستگاه‌ها برای نمونه (ایستگاه

و 18 (روز اوج گرد و غبار) مرداد 1384 برای نمونه جهت تأثیر اندرکنش بین جو و سطح زمین مورد تجزیه و تحلیل سینوپتیکی قرار گرفت.

جدول (1): مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

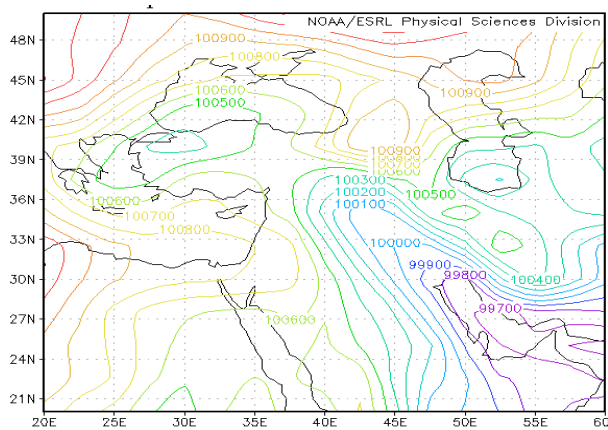
| ایستگاه | طول جغرافیایی (درجه و دقیقه) | عرض جغرافیایی (درجه و دقیقه) | ارتفاع (متر) |
|----------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| اهواز | 22/5 | 31.20 | 48.40 |
| ایلام | 1337 | 33.38 | 46.26 |
| خرم آباد | 1147/8 | 33.26 | 48.17 |
| سنندج | 1373/4 | 35.02 | 47.00 |
| کرمانشاه | 1318/6 | 34.21 | 47.09 |

نتایج

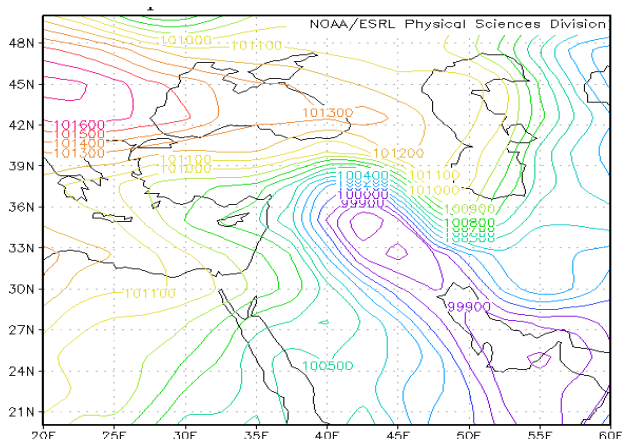
برای بررسی نوسانات اقلیمی، نخست میانگین‌های ماهانه و سپس سالانه برای هر سه پارامتر متوسط دمای سالانه، سرعت باد، متوسط میزان بارش سالانه برای هر پنج ایستگاه جهت مقایسه در دو دوره آماری ذکر شده آماده گردید (شکل‌های 1، 2، 3). تجزیه و تحلیل نمودارهای مجموع میانگین بارش سالانه (شکل 2)، مجموع میانگین دمای سالانه (شکل 1) و مجموع میانگین سرعت سالانه باد (شکل 3) در دو دوره انتخاب شده نشان‌دهنده تغییری مشخص در میزان کاهش بارش، افزایش دما و افزایش متوسط سرعت باد در دوره B نسبت به دوره A در همه ایستگاه‌های منتخب در غرب کشور است. این تغییرات نشانه‌ای از تغییرات آب‌وهوایی منطقه است.

در مرحله بعد، مکانیزم وقوع روزهای گرد و غباری از نظر ماهیانه و فصلی در دو دوره آماری بررسی و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. به دلیل اینکه تعداد روزهای گرد و غباری در سال‌های اخیر (دوره B) در هر پنج ایستگاه منتخب روند افزایشی را نشان می‌دهد، یکی از ایستگاه‌ها برای نمونه (ایستگاه خرم‌آباد) انتخاب شد و از نظر تعداد روزهای گرد و غباری در پنج سال دوره اول با پنج سال دوره دوم، مورد مقایسه قرار گرفت (شکل 4).

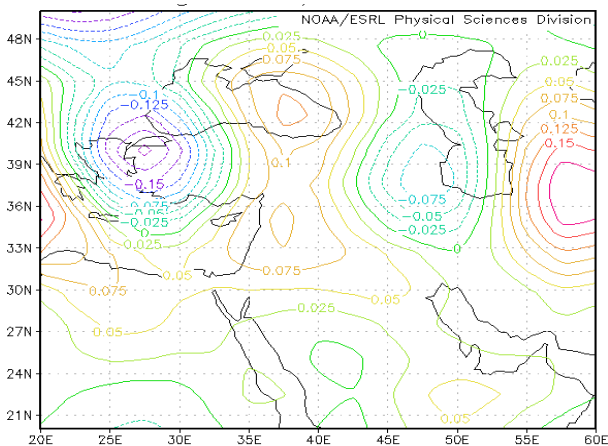
قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل این سامانه، نقشه‌های فشار و امگای تراز 500 هکتوپاسکالی و تراز دریا، (شکل‌های 5، 6، 7، 8، 9 و 10) نقشه‌های دمای سطح زمین (شکل‌های 11 و 12) در روز قبل (15 مرداد) و روز اوج (18 مرداد) گرد و غبار و همچنین تصاویر ماهواره‌ای منطقه در روزهای 16، 17 و 18 مرداد 1384 (شکل‌های 13، 14 و 15) مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.



شکل (5): الگوی آرایش فشار در نقشه تراز دریا روز 15 مرداد 1384

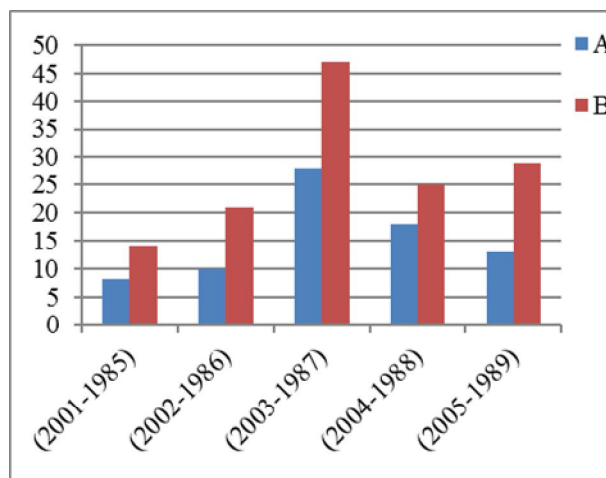


شکل (6): الگوی آرایش فشار در نقشه تراز دریا روز 18 مرداد 1384



شکل (7): نقشه امگای سطح 500 هکتوپاسکال روز 15 مرداد 1384

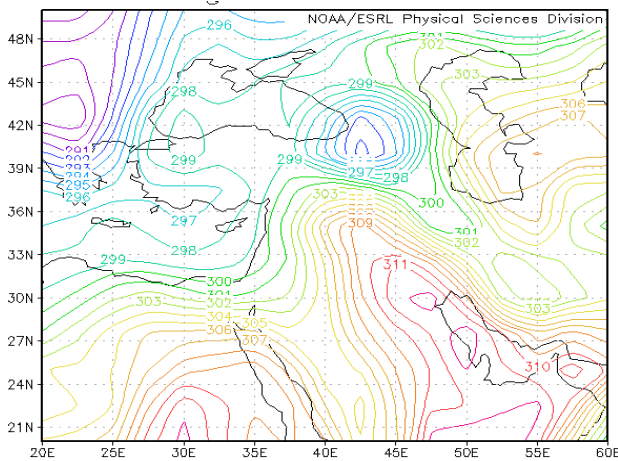
خرم‌آباد) انتخاب شد و از نظر تعداد روزهای گرد و غباری در پنج سال دوره اول با پنج سال دوره دوم، مورد مقایسه قرار گرفت (شکل 4). بررسی آماری دوره اخیر (B) نشان می‌دهد که تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در همه ایستگاه‌های منتخب، نسبت به دوره قبل (A) افزایش یافته است. مقایسه تعداد روزهای گرد و غباری دو دوره یادشده در این ایستگاه، نشان از افزایش تعداد روزهای گرد و غباری در دوره (B (2001 تا 2005) نسبت به دوره (A (2001 تا 1985) می‌باشد. ضمناً از نظر فصلی نیمه گرم سال یعنی فصول بهار و تابستان دارای بیشترین روزهای گرد و غباری می‌باشند.



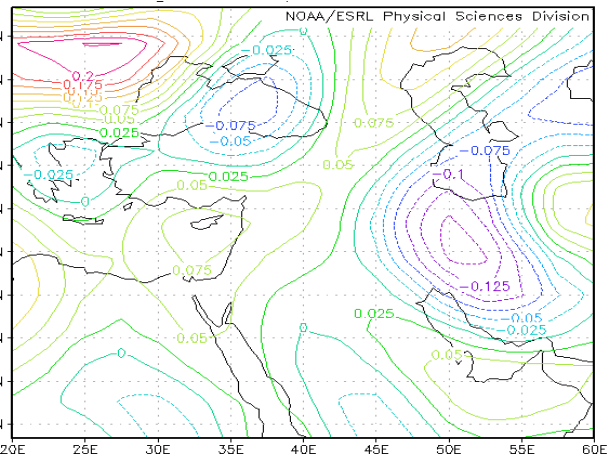
شکل (4): تعداد روزهای گرد و غباری ایستگاه خرم‌آباد در پنج ساله دو دوره A و B

پس از آن عوامل مؤثر بر ایجاد گرد و غبارها مورد بررسی قرار گرفت که به دو دسته تقسیم می‌شوند: 1. عوامل طبیعی، 2. عوامل انسانی.

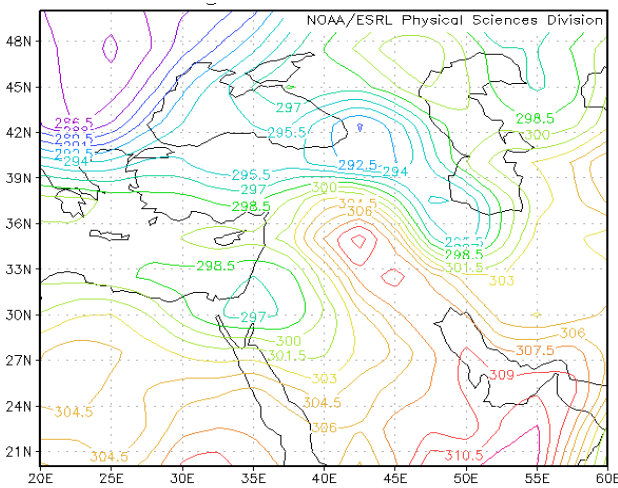
ناپایداری هوا اگر در مناطق خشک و فاقد رطوبت شکل گیرد، باعث ایجاد طوفان گرد و غبار می‌شود (علیجانی، 1376). تغییر اقلیم در سطح منطقه‌ای و جهانی باعث تأثیر بر سیستم‌های جهانی در سطوح مختلف شده است. اثر حاکمیت سیستم پرفشار جنب حاره‌ای در بازه زمانی خاصی در عرض‌های یادشده، کاهش بارش و خشکسالی، تشکیل سیکلون‌های سطحی (حرارتی) و ناپایداری در نواحی بیابانی اطراف ایران، جنس خاک این نواحی، افزایش سرعت بادهای و عوامل طبیعی دیگری که در برداشت ذرات گرد و غبار از نواحی بیابانی و خشک در منطقه مورد مطالعه تأثیر دارند، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. برای روشن‌تر شدن این مسئله، یک سامانه گرد و غباری قوی با تداوم سه‌روزه در تاریخ 15 تا 18 مرداد 1384 برای نمونه مورد بررسی



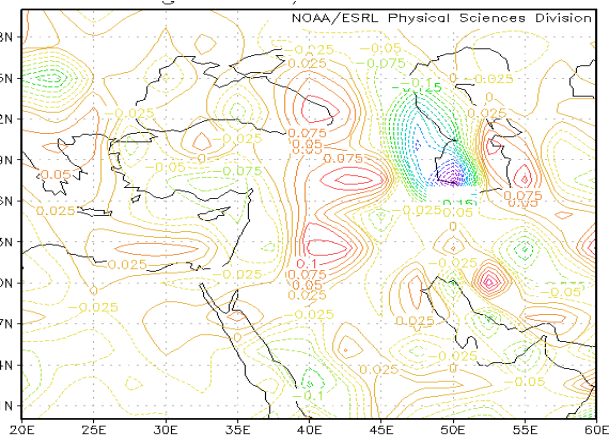
شکل (11): نقشه دمای سطح زمین روز 15 مرداد 1384



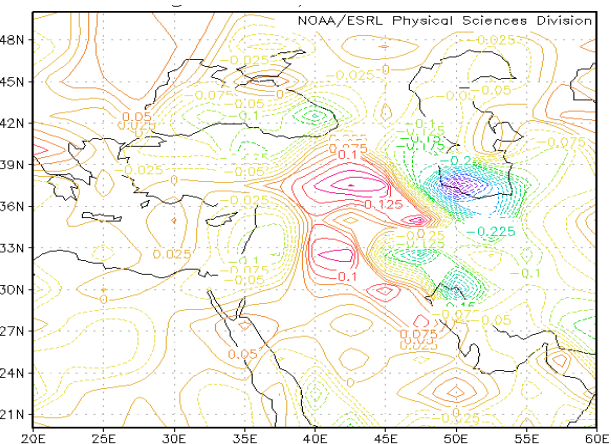
شکل (8): نقشه امگای سطح 500 هکتوپاسکال روز 18 مرداد 1384



شکل (12): نقشه دمای سطح زمین روز 18 مرداد 1384



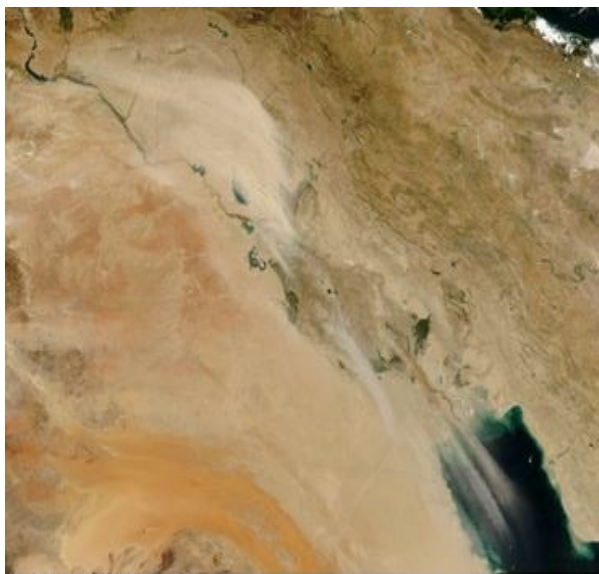
شکل (9): نقشه امگای تراز دریا روز 15 مرداد 1384



شکل (10): نقشه امگای تراز دریا روز 18 مرداد 1384

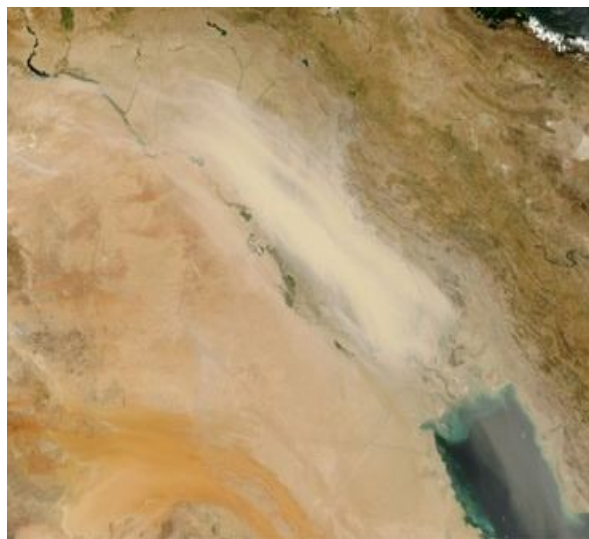
نتایج حاصل از بررسی نقشه‌های فشار و دمای سطوح مختلف جو در سامانه گرد و غباری شدید 15 تا 18 مرداد سال 1384 (برای نمونه) نشان داد که با توجه به تأثیر سیستم پرفشار جنب حاره‌ای در فصل گرم سال، روی کشور ایران و بیابان‌زایی هم‌جوار غربی آن، می‌توان گفت سیستم‌های فشار سطوح بالا تأثیر چندانی در تشکیل ناپایداری روی بیابان‌زایی هم‌جوار با منطقه مورد مطالعه نداشته و دلیل اصلی ایجاد این پدیده را باید سیستم‌های فشار سطح زمین جست‌وجو کرد. شکل‌های 5 و 6 نقشه‌های فشار تراز دریا را در روزهای 15 و 18 مرداد 1384 نشان می‌دهند. همان‌طوری که در نقشه‌های روز پانزدهم (شکل 5) دیده می‌شود، یک سامانه کم فشار با فشار مرکزی 997 هکتوپاسکالی روی خلیج فارس با گرایش به شمال غربی به سمت عراق دیده می‌شود. در نقشه روز هیجدهم (شکل 6) نیز یک کم‌فشار وسیع با دو مرکز روی خلیج فارس و کشور عراق قرار دارد. گردش هوا

قبل (شکل‌های 13 و 14) نشان داده است که گرد و غبارها از بیابان‌زایی عراق به هوا بلند شده و با جهت شمال‌غربی - جنوب‌شرقی تا جنوب خلیج‌فارس کشیده شده و در روز 18 مرداد، به اوج خود رسیده است و بر اثر این موج گرد و غباری، دید افقی در بعضی از استان‌های غربی و جنوب‌غربی به کمتر از 500 متر تقلیل یافته است.



Aqua: August 7, 2005

شکل (13): تصویر ماهواره‌ای پدیده گرد و غباری 16 مرداد 1384



Terra: August 8, 2005

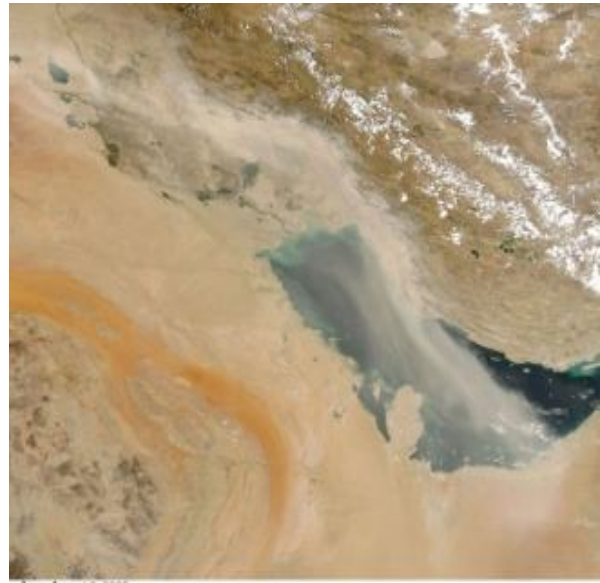
شکل (14): تصویر ماهواره‌ای پدیده گرد و غباری 17 مرداد 1384

در درون این سامانه چرخندی باعث مکش هوای بیابان‌زایی عراق و شمال عربستان به سمت خلیج‌فارس شده و شرایط را برای ایجاد گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه فراهم می‌کند. شکل‌های 7 و 8 نقشه امگای تراز 500 هکتوپاسکالی را برای روزهای 15 و 18 مرداد سال 1384 نشان می‌دهد. شکل 7، نقشه روز قبل از شروع گرد و غبار (15 مرداد) را نشان می‌دهد. یک فرود در سطح 500 هکتوپاسکالی روی دریای مدیترانه است، ولی به دلیل فاصله زیاد از منطقه مورد مطالعه تأثیر چندانی ندارد. شکل 8، نقشه امگای تراز 500 هکتوپاسکالی روز اوج گرد و غبار (18 مرداد) را نشان می‌دهد. روی این نقشه ناپایداری شدیدی روی شمال خلیج‌فارس و کشور ایران قرار دارد. این ناپایداری تا اندازه‌ای می‌تواند به همراه ناپایداری ناشی از سیستم‌های فشار سطح زمین و تقویت آن در ایجاد گرد و غبار و انتقال آن به منطقه مورد مطالعه مؤثر باشد. شکل 9، نقشه امگای تراز دریا برای روز قبل از گرد و غبار (15 مرداد) را نشان می‌دهد. ناپایداری نسبتاً شدیدی در شرق مدیترانه، دریای سرخ، بخشی از بیابان عربستان و خلیج‌فارس مشاهده می‌شود که می‌تواند در شکل‌گیری پدیده گرد و غبار در منطقه مؤثر باشد. شکل 10، نقشه امگای تراز دریا برای روز اوج گرد و غبار را نشان می‌دهد که در آن، علاوه بر حاکمیت شرایط ناپایداری روی دریای سرخ، قسمت اعظم کشور ایران از شمال خلیج‌فارس تا دریای خزر متأثر از یک ناپایداری شدید بوده که این ناپایداری منجر به شکل‌گیری یک سامانه گرد و غباری با شدت و تداوم بالا شده است.

شکل‌های 11 و 12، نقشه‌های دما را در سطح زمین برای روزهای 15 و 18 مرداد سال 1384 نشان می‌دهد. همان‌طوری که در نقشه‌ها پیداست، یک سیستم پر دما روی خلیج‌فارس و منطقه مورد مطالعه قرار گرفت و یک سیستم کم‌دما در ارتفاعات شرق ترکیه و شمال عراق مشاهده می‌شود. اختلاف دمای شدید این دو دسته باعث ایجاد اختلاف فشار بین دو منطقه مذکور شده است که موجب شکل‌گیری یک جریان با جهت شمال‌غربی - جنوب‌شرقی می‌شود. این جریان باد گرد و غبار برخاسته را به سمت شرق و داخل کشور ایران هدایت می‌کند.

شکل 15، تصویر ماهواره‌ای پدیده گرد و غبار 18 مرداد 1384 را نشان می‌دهد. همان‌طور که پیداست، یک سامانه گرد و غباری قوی از شمال غرب ایران تا جنوب خلیج‌فارس مشخص است و همه استان‌های غربی و جنوب‌غربی کشور به شدت تحت تأثیر این پدیده قرار گرفته‌اند. بررسی تصاویر ماهواره‌ای روزهای

خشکسالی و ترسالی، تقویت طوفان‌ها و تغییر در شرایط اکوسیستم‌هاست. وقوع طوفان‌های گرد و غباری در کشور ایران و همسایگان غربی آن در دهه اخیر، از اثرات افزایش خشکسالی‌هاست که نتیجه تغییر اقلیم می‌باشد. به دلیل اثرات مخربی که طوفان‌های گرد و غباری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارند، تحقیق فوق به بررسی ارتباط بین تغییر اقلیم و تأثیر آن بر وقوع طوفان‌های گرد و غباری اخیر ایران پرداخته است. برای این کار، نخست چند پارامتر اقلیمی مرتبط از پنج ایستگاه منتخب در غرب کشور، برای دو دوره مختلف A و B به‌طور مختصر، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از مقایسه آن‌ها این نتایج حاصل شد که در دوره (2001 تا 2005) میزان بارش سالانه کاهش یافته و سرعت باد و دمای متوسط سالانه افزایش یافته که نشانه‌هایی از تغییرات آب‌وهوایی است. سپس عوامل طبیعی و انسانی مؤثر بر وقوع طوفان‌های گرد و غباری بررسی شد و مشخص شد که هر زمان در سطح زمین سیکلون‌های سطحی بر اثر افزایش دما در نواحی بیابانی غرب ایران به وجود آید و در سطوح بالای جو تراز 500 هکتو پاسکالی یک ترف تقریباً عمیق قرار گیرد، شرایط برای وقوع پدیده گرد و غبار مهیاست. علاوه بر آن، شیب دمایی بین نواحی شمال غرب عراق و ارتفاعات ترکیه با نواحی گرم خلیج فارس، باعث وزش جریان‌هایی از نواحی شمال غرب عراق با جهت شمال غرب- جنوب شرق می‌شود. این جریان گرد و غبار بیابان‌ها و تالاب‌های خشکیده عراق را به داخل کشور ایران هدایت می‌کند و در آخر هم عوامل انسانی مؤثر بر رخداد این طوفان‌ها مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که از بین بردن پوشش گیاهی، خشکاندن تالاب‌های بزرگی همچون هورالعظیم در جنوب غرب عراق، توسعه ناپایدار ناشی از جنگ در منطقه، تغییر کاربری اراضی و... از عوامل انسانی مهم هستند که زمینه را برای گسترش طوفان‌های گرد و غباری و آلودگی جو در منطقه مورد مطالعه فراهم می‌آورند. با توجه به اینکه در اکثر مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه گرد و غبارهای غرب ایران، بیشتر در زمینه آماری و



شکل (15): تصویر ماهواره‌ای پدیده گرد و غباری 18 مرداد 1384

مسیر حرکت امواج گرد و غباری، سرعت و جهت باد و همچنین پردازش تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که مهم‌ترین چشمه‌های تولید گرد و غبار، منطقه بین‌النهرین و بستر خشکیده تالاب هورالعظیم در عراق در الویت اول و نواحی ربع الخالی بیابان بزرگ عربستان و بیابان جنوب شرق سوریه و شمال آفریقا در اولویت بعدی قرار دارند.

برخی عوامل انسانی از قبیل نقش مدیریت نابخردانه سرزمین در خشکاندن تالاب‌های مهم منطقه مانند هورالعظیم و هورالحمار، توسعه ناپایدار ناشی از مسئله جنگ و ویرانی‌های منطقه خلیج فارس، از بین بردن پوشش گیاهی، و... زمینه را برای وقوع پدیده گرد و غبار و گسترش آن بر اکثر مناطق غربی و جنوب غربی ایران فراهم کرده است. همچنین گسترش پدیده گرد و غبار در دهه اخیر که نشان از تغییرات آب‌وهوایی در منطقه مورد مطالعه دارد، می‌تواند اثرات مخربی روی محیط زیست، منابع آب، کشاورزی، حمل و نقل، اقتصاد و سلامتی انسان‌ها داشته باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

تغییر اقلیم پدیده‌ای است که در اثر تغییر درجه حرارت کره زمین اتفاق می‌افتد. مهم‌ترین اثرات این تغییرات آب‌وهوایی، تغییر در الگوهای بارش، دما، رطوبت هوا، رژیم بادها و در نهایت

داد، نوسانات اقلیمی یکی از عوامل اصلی افزایش گرد و غبار در نیمه غربی کشور ایران است.

تحلیل سینوپتیکی یا با استفاده از سنجش از دور انجام شده و کمتر به نقش تغییر اقلیم و نوسانات اقلیمی در افزایش این گرد و غبارها پرداخته شده است. ولی همان‌طور که نتایج تحقیق نشان

مراجع

1. حیدری، محمد طالب، 1386، غبار و الگوی جوی مولد آن در غرب کشور، نشریه هواشناسی کرمانشاه، تابستان 86، صص 11-12.
2. خوش کیش، اسدالله، علیجانی، بهلول و زهرا حجازی‌زاده (1390) تحلیل سینوپتیکی سامانه‌های گرد و غباری در لرستان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد 18، تابستان 1390، صص 91-110.
3. ذوالفقاری، حسن؛ معصوم‌پور، جعفر؛ شایگان مهر، شاپور و محمد احمدی (1390) بررسی همدید طوفان‌های گرد و غباری در مناطق غربی ایران طی سال‌های 1384 تا 1388، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال 22، شماره 3، پاییز 1390، صص 17-45.
4. رئیس‌پور، کوهزاد و طاووسی، تقی، 1389، بررسی علل شکل‌گیری گرد و غبارهای عربی و گسترش آن بر ایران، انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام، 25 تا 27 فروردین، صص 90 تا 107.
5. عساکره، حسین، 1381، تجزیه و تحلیل آماری-اقلیمی سری‌های زمانی دما در ایران (برازش مدل‌های Arima بر داده‌های دمایی و توجیه تغییرات دما به وسیله توابع انتقال)، دانشگاه اصفهان رساله دکتری.
6. علیجانی، بهلول، 1376، آب‌وهوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ سوم، بهمن 1376.
7. علیجانی، بهلول و رضانی، نبی‌الله، 1381، پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان مازندران با استفاده از مدل باکس-چنگینز، پژوهش‌های جغرافیایی، یادنامه دکتر احمد مستوفی، تهران.
8. Al – Farraji, Fadhil A, Combating desertification in Iraq, desertification control Bulletin NO 33, PP: 42, 2001.
9. Al-Ghadban, A.N., Saeed, T., Al-Dousari, A.M., Al-Shemmari, H., Al-Mutairi, M., 1999. Preliminary assessment of the impact of drainage of Iraqi marches on Kuwait's northern marine environment. Part I. Physical manipulation. Water Science Technology 40 (4), 75–87.
10. Anuforum. Anthony C, 2007, Spatial distribution and temporal variability of Harmattan dust haze in sub-Sahel West Africa, Atmospheric Environment 41 (2007) 9079–9090.
11. Chrysoulakis, N., M. Proedrou, and C. Cartalis, 2003, Variations and trends in annual and seasonal means of precipitable water in Greece as deduced from radiosonde measurements, Tech. rep., Institute of Applied Mathematics, University of Athens.
12. Jugder, D., Matsui, I., Nishikawa, M., Sugimoto, N., Batdorj, D., 2008. PM10 concentrations in Ulaanbaatar and its chemical composition. Publication of Mongolian, Academy of Sciences 2008 (187), 56–65.
13. IPCC. 2001. The Scientific Basis of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
14. Lane, M. E., P. H. Kirshen and R. M. Vogel. 1999. Indicators of impact of global climate change on U.S. water.
15. Lin, Guanghui, Dust bowl in the 1930' s and sand storms in 1990 in the USA, Global Alarm: Dust and sand storm from the world ' s drylands, United Nations, pp: 17, 2002.
16. Slingo. A, T. P. Ackerman, R. P. Allan, E. I. Kassianov, S. A. McFarlane, G. J. Robinson, J. C. Barnard, M. A. Miller, J. E. Harries, J. E. Russell, and S. Dewitte (2006) Observations of the impact of a major Saharan dust storm on the atmospheric

17. <http://www.artbell.com>. radiation balance. Geophys. Res. Lett. 33, 24817-24832.
18. <http://www.cdc.noaa.gov.com>.