

## رخدادهای حدی اقلیمی ایران در سال ۲۰۱۸ میلادی

لیلی خزانهداری\*<sup>۱</sup>، شراره ملبوسی<sup>۱</sup>، سینا صمدی نقاب<sup>۲</sup>، مرتضی پاکدامن<sup>۳</sup>، زهره جوانشیری<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد پژوهشی گروه پژوهشی اقلیم‌شناسی بلایای جوی و اقلیمی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی، سازمان هواشناسی کشور

۲- سرپرست گروه پژوهشی اقلیم‌شناسی بلایای جوی و اقلیمی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی، سازمان هواشناسی کشور

۳- عضو هیات علمی گروه پژوهشی اقلیم‌شناسی بلایای جوی و اقلیمی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی، سازمان هواشناسی کشور

۴- عضو هیات علمی گروه پژوهشی اقلیم‌شناسی کاربردی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی، سازمان هواشناسی کشور

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۲۱، تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۲۲)

### چکیده

مطالعه حاضر در راستای اطلاع‌رسانی از وضعیت اقلیم سالانه کشور و با پیش‌زمینه امکان‌ارایه گزارش ملی از رخدادهای اقلیمی کشور به سازمان هواشناسی جهانی و سایر سازمان‌های مرتبط تهیه شده است. پدیده‌های مورد نظر امواج گرمایی، امواج سرمایی، بارش‌های سنگین، توفان گرد و خاک و شن، گرد و غبار و رعد و برق هستند که طبق دستورالعمل سازمان هواشناسی جهانی جهت تهیه گزارش جامع سالانه از وضعیت اقلیم کره زمین انتخاب شده‌اند. امواج گرمایی و سرمایی به دو روش استفاده از انحراف معیار داده‌های حداکثر و حداقل دمای روزانه و شاخص صدک محاسبه شدند. مبنای وقوع توفان گرد و خاک و شن، گرد و غبار و رعد و برق گزارش ایستگاه‌های سینوپتیک کشور بوده است. بررسی اقلیمی سال ۲۰۱۸ میلادی و مقایسه آن با دوره آماری (۱۹۵۸-۲۰۱۷ میلادی) که براساس آمار ۲۷ ایستگاه سینوپتیک کشور تهیه شده است، نشان داد که میانگین دمای کشور در این سال ۱۸٫۸ درجه سانتیگراد بوده که نسبت به میانگین دمای دوره آماری مورد نظر ۳٫۱ درجه سانتیگراد و نسبت به سال گذشته (۲۰۱۷ میلادی) ۰٫۴ درجه سانتیگراد افزایش داشته است. بارش سال ۲۰۱۸ میلادی کشور ۱٫۵ درصد نسبت به میانگین دوره مورد مطالعه بیشتر بود. در سال ۲۰۱۸ میلادی، استان‌هایی که بیشترین رخدادهای حدی اقلیمی را تجربه کردند، عبارتند از: زنجان (امواج گرمایی)، بندرعباس و خراسان رضوی (امواج سرمایی)، گیلان (بارش‌های سنگین)، سیستان و بلوچستان (گرد و غبار و توفان گرد و خاک و شن) و لرستان (رعد و برق).

**واژه‌های کلیدی:** رخدادهای حدی اقلیمی، امواج گرمایی، امواج سرمایی، توفان گرد و خاک و شن.

### مقدمه

همکاری اداره اقیانوس‌شناسی و هواشناسی آمریکا (NOAA)

گزارش جامعی از اقلیم کره زمین تهیه می‌کند. از این رو در راستای برنامه جامع سازمان هواشناسی جهانی و مطابق نیاز کشور، این تحقیق با هدف ارزیابی و شناسایی رویدادهای حدی اقلیمی ایران در سال ۲۰۱۸ میلادی انجام شده است. برای این منظور از اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی شامل ایستگاه‌های سینوپتیک (۲۷ ایستگاه) طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۵۸ میلادی استفاده شده است. ابتدا میانگین‌های اقلیمی ایران در سال ۲۰۱۸ میلادی مورد بررسی قرار گرفت و سپس رخدادهای حدی اقلیمی شامل امواج گرمایی، امواج سرمایی، بارش‌های سنگین، توفان شن و گرد و خاک، گرد و غبار و رعد و برق در این سال شناسایی و پهنه‌بندی شدند. لازم به ذکر است که رخدادهای حدی اقلیمی مورد مطالعه براساس دستورالعمل سازمان هواشناسی جهانی جهت تهیه گزارش جامع سالانه از وضعیت اقلیم کره زمین انتخاب شده است.

بررسی پدیده‌های حدی اقلیمی به دلیل پیامدهای سنگین آن بر بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و کشاورزی در هر کشوری مورد توجه است. امروزه ثابت شده است که تغییر شدت و فراوانی این رخدادها به مراتب اثر مخرب‌تری نسبت به تغییر در متوسط شرایط اقلیمی بر روی سلامت انسان‌ها، واحدهای اجتماعی و سیستم‌های طبیعی خواهد داشت (عرفانیان و همکاران، ۱۳۹۶). رخدادهای حدی اقلیمی همچون امواج گرمایی، سیل، خشکسالی‌های پایی، آتش‌سوزی جنگل‌ها و بارش‌های سنگین رو به افزایش است (دارند، ۱۳۹۳). طبق تعریف سازمان هواشناسی جهانی، نمایه‌های حدی اقلیمی عبارتند از رخداد متغیرهای اقلیمی و آب و هوایی فراتر (یا فروتر) از یک حد آستانه در منطقه‌ای مشخص (هیات بین‌الدول تغییر اقلیم، ۲۰۱۲). با توجه به اهمیت این پدیده‌ها هر ساله سازمان هواشناسی جهانی با

گزارش کرده‌اند. در مارس ۲۰۱۸ میلادی آسیا رکوردهای جدیدی را برای حداکثر دما ثبت کرده است به طوری که در پاکستان حداکثر دمای ۴۵٫۵ درجه سانتیگراد نیز مشاهده شده است. همچنین نواحی شرقی و مرکزی پاکستان در آوریل ۲۰۱۸ میلادی به شدت گرم بوده و یک موج گرمایی شدید از اواسط آوریل تا پایان این ماه در این نواحی از پاکستان حاکم بوده است. در اروپا نیز این افزایش دما ادامه داشته به طوری که دانمارک و هلند سال ۲۰۱۸ میلادی را بعنوان دومین سال گرم در رکوردهای خود ثبت کرده‌اند. سال ۲۰۱۸ میلادی برای استرالیا نیز سومین سال گرم از آغاز سال ۱۹۱۰ میلادی تاکنون بوده است. سال ۲۰۱۸ میلادی رتبه سوم پرباران‌ترین سال را در ایالات متحده آمریکا در میان رکوردهای ثبت شده، داشته است (سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۸۳ میلادی مرطوب‌تر بوده‌اند). در این سال هاریکن‌های شدید بخش‌هایی از آمریکا، اقیانوس اطلس و اقیانوس آرام را تحت تاثیر قرار داده‌اند (گزارش اقلیم جهانی، ۲۰۱۸).

با توجه به افزایش رخدادهای حدی اقلیمی، تحقیق حاضر با هدف تحلیل اقلیم کشور و پدیده‌های حدی بوقوع پیوسته در سال ۲۰۱۸ میلادی جهت ارائه نتایج حاصل به بخش‌های مدیریتی به منظور بهینه‌سازی مدیریت‌های کلان کشور انجام شده است.

### داده‌ها و روش کار

به منظور مطالعه رخدادهای حدی، ابتدا می‌بایست شناخت کلی از شرایط میانگین پاره‌ای از پارامترهای اقلیمی بدست آورد تا بتوان در مقایسه، وقوع این رخدادهای را تحلیل کرد. با توجه به اینکه هر ساله تعدادی ایستگاه هواشناسی به شبکه ایستگاه‌های کشور اضافه شده است و از طرفی طول دوره آماری ایستگاه‌های جدیدالتاسیس چندان طولانی نیست، لذا در این پژوهش با لحاظ هر دو موضوع طول دوره آماری و نیز تعداد ایستگاه‌ها، در نهایت تعداد ۲۷ ایستگاه هواشناسی با طول دوره آماری ۱۹۵۸ تا ۲۰۱۸ برای مقایسه میانگین‌های بارش و دمای کشور انتخاب شدند (شکل ۱). از آنجایی که قبل از انجام هر تحلیلی می‌بایست ابتدا داده‌ها کنترل کیفی شوند و مقادیر پرت و اشتباه از سری زمانی داده‌ها حذف و

تاکنون پژوهش‌های بسیاری در رابطه با رویدادهای حدی اقلیمی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. بررسی روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران براساس سری‌های زمانی روزانه در ایستگاه تهران طی دوره (۲۰۰۳-۱۹۵۱) نشان می‌دهد که شاخص‌های حدی سرد روند کاهشی محسوسی داشته و روند دمای حداقل و دمای متوسط روزانه کاملاً افزایشی بوده‌اند. این درحالی است که دمای حداکثر روند افزایشی و شاخص‌های حدی بارش روند کاهشی را نشان داده‌اند (محمدی و همکاران، ۱۳۸۴). تجزیه و تحلیل شاخص‌های حدی دما در دوره گرم طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۰ در خرم‌آباد نشان‌دهنده روند مثبت و افزایشی این شاخص‌ها بوده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). بررسی روند تمام شاخص‌های دمایی (حداقل، حداکثر و میانگین) در اکثر نقاط دنیا معرف روند صعودی است و رفتار دمای حداقل و حداکثر با یکدیگر متفاوت بوده به طوری که نرخ افزایش دمای حداقل از دمای حداکثر بیشتر بوده است (کارل و همکاران، ۱۹۹۳). مطالعه تغییرات زمانی و مکانی بارش در هندوستان نشان داد که تمام ایستگاه‌ها در مقیاس سالانه دارای روند کاهشی بوده‌اند (دوهان و همکاران، ۲۰۱۳).

براساس گزارش سالانه اقلیم جهانی، سال ۲۰۱۸ میلادی در بین ۱۳۹ سال رکورد ثبت شده توسط NOAA، چهارمین سال گرم بوده است. دمای هوا در سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱۵ هریک از میانگین دمای جهانی انحراف داشته‌اند که بیش از ۱٫۰ درجه سانتیگراد بالاتر از میانگین دوره ۱۹۰۰-۱۸۸۰ (دوره پیش از انقلاب صنعتی) بوده است (گزارش اقلیم جهانی، ۲۰۱۸).

علاوه بر این بررسی رخدادهای اقلیمی در سطح جهان در سال ۲۰۱۸ میلادی نشان داد که در آسیا دمای هوا ۱٫۲۶ درجه سانتیگراد بالاتر از میانگین بوده است. بخش اعظم آسیای مرکزی و جنوبی در مارس ۲۰۱۸ میلادی شرایط بسیار بالاتر از میانگین را تجربه کرده‌اند. حداقل هفت کشور عراق، امارات متحده عربی، قطر، ترکمنستان، پاکستان، ازبکستان و تاجیکستان رکوردهای جدید دما را در این ماه

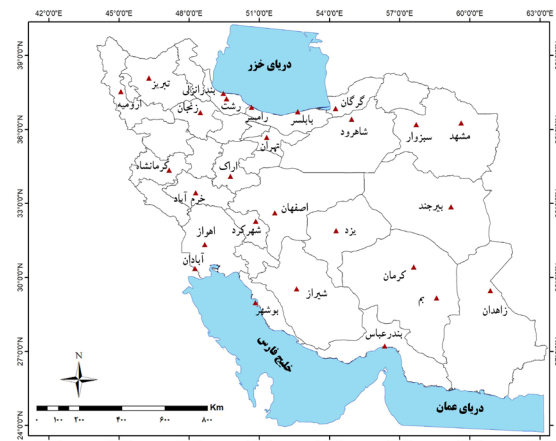
که در آن  $T_{min\ daily}$  و  $T_{max\ daily}$  حداکثر و حداقل دمای روزانه برای هر روز تقویمی در دوره مورد مطالعه،  $T_{mean\ min\ daily}$  و  $T_{mean\ max\ daily}$  متوسط حداکثر و حداقل دمای روزانه برای هر روز تقویمی در کل دوره و  $sd_{min\ daily}$  و  $sd_{max\ daily}$  انحراف معیار مربوط به داده‌های حداکثر و حداقل دمای روزانه است (وارفی و همکاران، ۲۰۰۹).

معیار پذیرفته شده، که به نوعی شبیه به معیار بکار رفته توسط برژینو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۲) است به دلایل زیر قابل اعتماد است: (الف) انحراف‌هایی که از مقادیر متوسط روزانه حاصل می‌شوند، از مقادیر متوسط ماهانه حذف نمی‌شوند بنابراین تغییرپذیری ثبت شده و (ب) ضریب ۱٫۵ انحراف معیار در اطراف میانگین انتخاب شده -بنابر این- تقریباً برای ۶ الی ۷ درصد کل روزهای مورد قبول است و بنابراین نشانگر معیارهای حدی پذیرفته شده می‌باشد (برژینو و همکاران، ۲۰۰۲).

در روش دوم جهت تعیین امواج گرمایی از شاخص صدک ۹۵ ام استفاده شد و ضمن تعیین آستانه دمایی، روزهای با تداوم ۳ روز و بالاتر بعنوان موج گرم تعیین گردید. بعبارت دیگر طبق این تعریف روزهای همراه با موج گرمایی عبارتند از روزهایی که دمای حداکثر آنها با تداوم ۳ روز برابر یا بیشتر از صدک ۹۵ ام دمای حداکثر همان روز باشد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۴). برای شناسایی امواج سرمایی از نمایه‌ای بر پایه صدک ۵ ام استفاده شد که به کمک آن دوام، شدت و بسامد امواج سرمایی قابل‌سنجش بود. طبق این تعریف، مقصود از موج سرما روزهای پیاپی هستند که حداقل دما کمتر از آستانه و مقدار صدک ۵ ام همان نقطه است که بصورت دنباله‌های جدا از هم محاسبه می‌شوند (دارند، ۱۳۹۳).

در استخراج بارش‌های سنگین کشور دو آستانه بارشی ۲۰ و ۳۰ میلیمتر در روز در نظر گرفته شد و تعداد روزهای همراه با بارش بیشتر از دو آستانه مذکور در هریک از ایستگاه‌های سینوپتیک تعیین گردید.

اصلاح کردند، لذا کنترل کیفی داده‌ها و نیز تشخیص ناهمگنی آنها و تعیین نقاط جهش و تغییر در داده‌ها و سپس همگن‌سازی آنها با استفاده از الگوریتم کلاسیک انجام شد (گوچارو، ۲۰۱۶). طول دوره ۶۰ ساله ۱۹۵۸-۲۰۱۷ میلادی بعنوان میانگین دوره در نظر گرفته و رتبه میانگین دما در مقیاس‌های ماهانه، فصلی و سالانه نسبت به میانگین این دوره سنجیده شد. سپس رخدادهای مورد نظر طبق تعاریف ارائه شده محاسبه و پهنه‌بندی شدند.



شکل ۱- پراکنش ایستگاه‌های انتخابی طی دوره ۱۹۵۸-۲۰۱۷ میلادی

برای تعیین امواج گرمایی و سرمایی از دو روش مختلف استفاده شد. در روش اول معیارهای تعیین شده برای شناسایی روزهای حدی گرم و سرد جهت مقایسه مستقیم حداکثر و حداقل دمای روزانه با میانگین مقایسه‌ای بر مقادیر حداکثر و حداقل دمای روزانه تکیه دارد که برای این منظور مقادیر دما محاسبه شد که نشان‌دهنده متوسط سال تقویمی اقلیم‌شناسی کل دوره مورد بررسی بود. انحراف معیار ۱٫۵ در هر دو طرف میانگین بعنوان مقدار آستانه بکار گرفته شد. بطور خاص:

۱- روز حدی گرم (موج گرم) در یک ایستگاه روزی است که حداکثر دمای روزانه در رابطه (۱) صدق کند:

$$T_{max\ daily} \geq T_{mean\ max\ daily} + 1.5\ sd_{max\ daily} \quad (1)$$

۲- روز حدی سرد (موج سرد) در یک ایستگاه روزی است که حداقل دمای روزانه در رابطه (۲) صدق کند:

$$T_{min\ daily} \leq T_{mean\ min\ daily} - 1.5\ sd_{min\ daily} \quad (2)$$

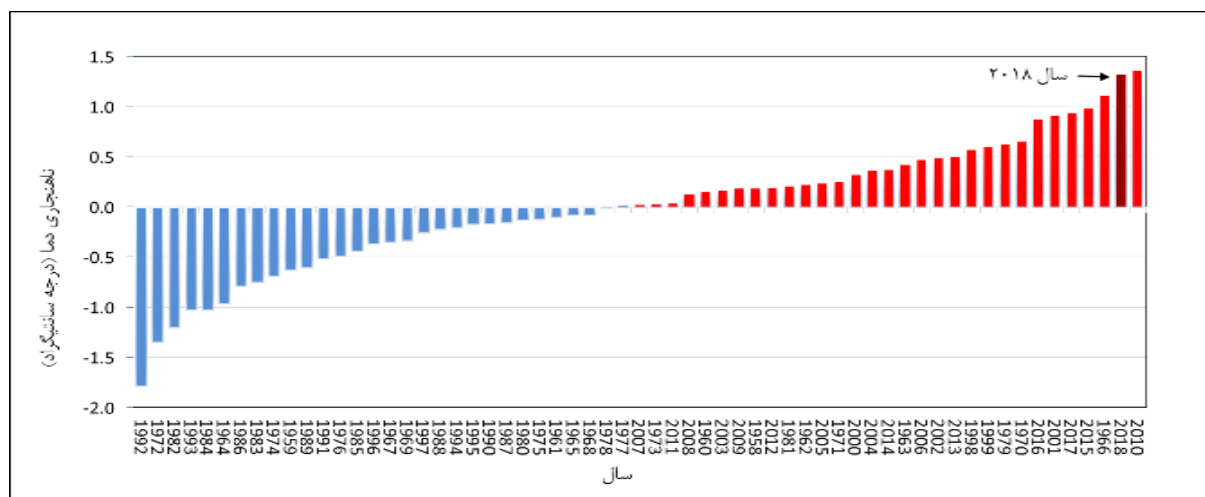
مطالعه (۲۰۱۷-۱۹۵۸ میلادی) ۳٫۱ درجه سانتیگراد بیشتر بوده است. در این دوره سال ۲۰۱۸ میلادی به لحاظ میانگین دما دومین سال گرم بوده که نسبت به سال گذشته (۲۰۱۷ میلادی) ۰٫۴ درجه سانتیگراد افزایش داشته است (شکل ۲). با توجه به شکل ۲ ملاحظه می‌شود که سال ۲۰۱۰ میلادی با میانگین دمای ۱۸٫۸ درجه سانتیگراد گرم‌ترین و سال ۱۹۹۲ میلادی با میانگین دمای ۱۵٫۷ درجه سانتیگراد سردترین سال این دوره بوده‌اند. بررسی میانگین دمای ماهانه کشور طی دوره آماری مورد مطالعه نشان می‌دهد که ماه‌های مارس و ژوئیه ۲۰۱۸ میلادی به ترتیب با میانگین دمای ۱۵٫۶ و ۳۱٫۳ درجه سانتیگراد گرم‌ترین ماه‌های این دوره بوده‌اند.

دو پدیده توفان گرد و خاک و شن و پدیده گرد و غبار، بصورت مجزا و براساس آمار ثبت شده ایستگاهی (توفان گرد و خاک و شن با کدهای ۳۰ تا ۳۵ و ۰۹ و گرد و غبار با کدهای ۰۶، ۰۷) در سطح کشور بررسی شدند. کدهای ۱۳، ۱۷، ۲۹ و ۹۱ تا ۹۹ برای تعیین رخداد رعد و برق بکار رفت. درنهایت برای نمایش این رخدادها نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه گردید.

## بحث و نتایج

### میانگین‌های اقلیمی

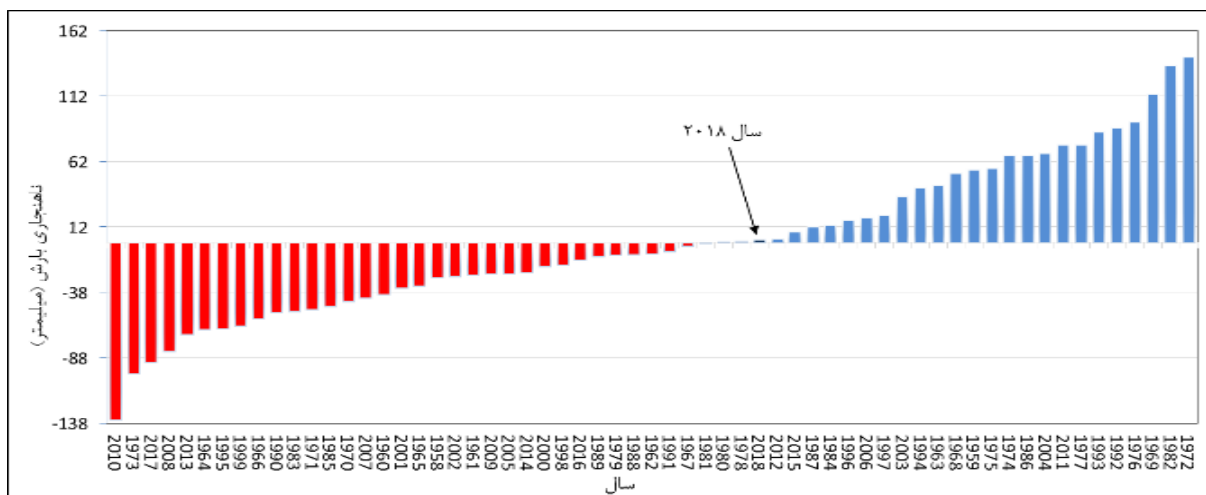
میانگین دمای کشور در سال ۲۰۱۸ میلادی ۱۸٫۸ درجه سانتیگراد بود که نسبت به میانگین دمای دوره آماری مورد



شکل ۲- ناهنجاری میانگین دمای سالانه کشور به ترتیب از سردترین به گرمترین سال طی دوره ۱۹۵۸-۲۰۱۷ میلادی

افزایش داشته است، به طوری که این افزایش موجب شده تا پاییز ۲۰۱۸ میلادی رتبه پنجم پربارشی را در بین کلیه فصول پاییز در این دوره کسب کند. در رفتاری معکوس، کاهش بارش زمستان کشور موجب گردید تا زمستان ۲۰۱۸ میلادی رتبه یازدهم را در بین فصول زمستان دوره مورد نظر داشته باشد.

بارش سال ۲۰۱۸ میلادی کشور نسبت به میانگین دوره آماری مورد مطالعه ۱٫۵ درصد افزایش داشته است. در این دوره سال ۲۰۱۸ میلادی بیست و پنجمین سال پربارش کشور بوده است (شکل ۳). بررسی بارش سالانه و فصلی سال ۲۰۱۸ میلادی در کشور نشان داد که بارش فصول بهار، تابستان و زمستان نسبت به میانگین دوره آماری کاهش داشته‌اند، اما بارش فصل پاییز این سال نسبت به دوره آماری یاد شده



شکل ۳- ناهنجاری بارش سالانه کشور به ترتیب از کم‌بارش‌ترین به پر بارش‌ترین سال طی دوره ۱۹۵۸-۲۰۱۷ میلادی

### رخدادهای اقلیمی

رخدادهایی که در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفتند، عبارتند از: امواج گرمایی، امواج سرمایی، بارش‌های سنگین، توفان گرد و خاک‌شن، گرد و غبار و رعد و برق که در ادامه هر یک از آنها بطور جداگانه بررسی شده‌اند.

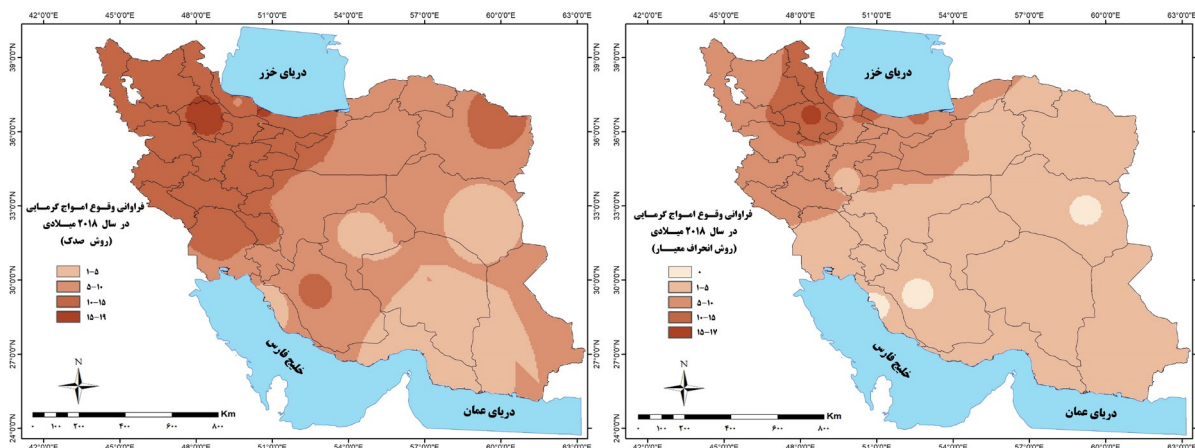
### امواج گرمایی

یکی از رویدادهای مهم اقلیمی که تاثیر زیادی در زندگی جانداران دارد، رویدادهای حدی دمایی شامل امواج گرمایی و سرمایی است. امواج گرمایی یکی از تاثیرگذارترین پدیده‌های جوی اقلیمی است که به دلیل شرایط خاص اقلیمی کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و چنانچه دارای شدت و مدت زیادی باشد، می‌تواند تاثیرات زیست محیطی فراوانی را به همراه داشته باشد. تعاریف و روش‌های مختلفی برای موج گرمایی ارایه شده است اما در این مطالعه همانگونه که قبلاً ذکر شد از دو روش انحراف معیار ۱٫۵ در هر دو طرف میانگین بعنوان مقدار آستانه (طبق رابطه ۱) و روش صدک ۹۵ ام استفاده شده و به کمک این تعاریف فراوانی و شدت امواج گرمایی در سال ۲۰۱۸ میلادی بررسی شده است.

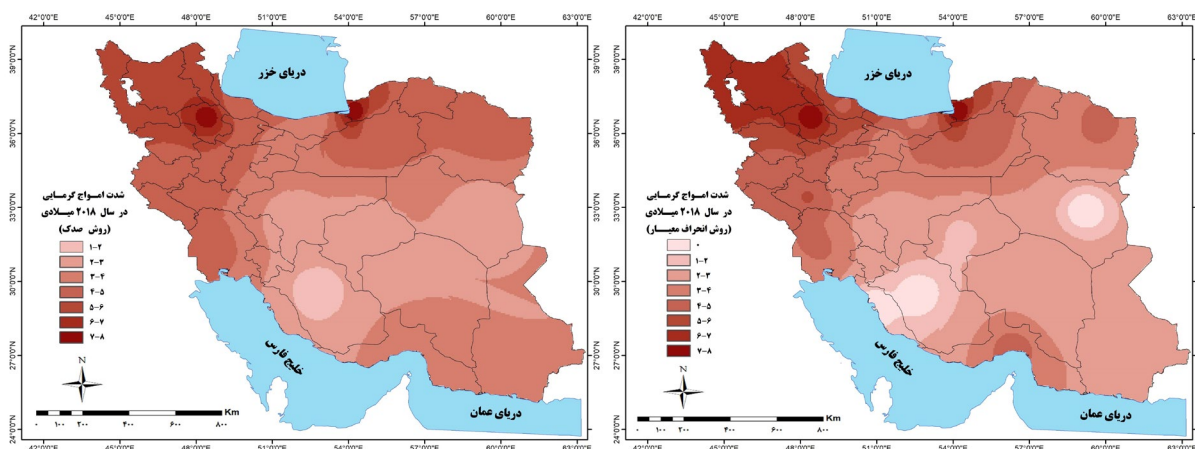
برای این منظور دمای بیشینه کلیه ایستگاه‌های هواشناسی کشور، بدون در نظر گرفتن طول دوره آماری آنها، در سال ۲۰۱۸ میلادی مورد تحلیل قرار گرفت و براساس آن امواج گرمایی سال ۲۰۱۸ میلادی کشور از نظر فراوانی وقوع و شدت آن پهنه‌بندی شد. موج گرمایی برای هر ایستگاه با توجه به شرایط اقلیمی خاص خود بررسی شد و با توجه به اینکه دمای ثبت شده در هر موج گرمایی می‌تواند نسبت به دمای دوره اقلیمی ایستگاه در همان بازه زمانی تغییرات متفاوتی داشته باشد، لذا برحسب میزان تغییرات دما نسبت به میانگین دمای دوره اقلیمی، شدت امواج گرمایی نیز ارزیابی شد.

نتایج نشان داد که در سال ۲۰۱۸ میلادی بیشترین فراوانی وقوع امواج گرمایی در شمال‌غرب کشور رخ داده است (شکل ۴) و استان‌های واقع در شمال، غرب و شمال‌غرب شدیدترین امواج گرمایی را در این سال تجربه کرده‌اند (شکل ۵)، به طوری که استان زنجان با فراوانی وقوع ۱۷ رخداد موج گرمایی و شدت ۷ درجه سانتیگراد (روش انحراف معیار) و فراوانی وقوع ۱۹ رخداد گرمایی و شدت ۷٫۸ درجه سانتیگراد (روش صدک) رکورددار سایر استان‌ها بوده است.

## رخدادهای حدی اقلیمی ایران در سال ۲۰۱۸ میلادی



شکل ۴- فراوانی وقوع امواج گرمایی کشور در سال ۲۰۱۸ میلادی (بالا: روش انحراف معیار، پایین: روش صدک)



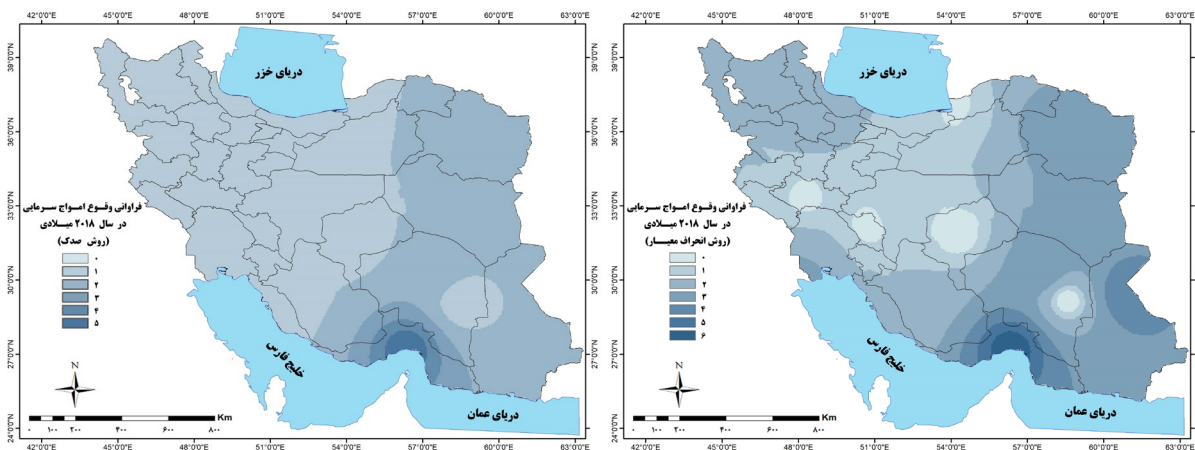
شکل ۵- شدت امواج گرمایی در سال ۲۰۱۸ میلادی برحسب درجه سانتیگراد (بالا: روش انحراف معیار، پایین: روش صدک)

امواج سرمایی روبرو باشند. به عبارت دیگر در تعیین موج سرمایی افت ناگهانی دما مد نظر است نه مقادیر مطلق دما. شدت امواج سرمایی نیز براساس میزان اختلاف دمای آن موج نسبت به میانگین اقلیمی در هر ایستگاه محاسبه و پهنه‌بندی شد. نتایج نشان داد که در سال ۲۰۱۸ میلادی بیشترین امواج سرمایی در مناطق شرق، شمال شرق و جنوب کشور رخ داده است (شکل ۶) و استان‌های واقع در شمال شرق و شمال غرب و نیز دو استان تهران و زنجان بیشترین شدت امواج سرمایی را داشته‌اند (شکل ۷). در نهایت استان‌های هرمزگان با فراوانی وقوع ۶ رخداد (روش انحراف معیار) و ۵ رخداد (روش صدک) و خراسان رضوی با شدت ۸٫۳- درجه سانتیگراد (روش انحراف معیار) و ۷٫۸- درجه سانتیگراد (روش صدک) بیشترین فراوانی وقوع و شدت امواج سرمایی را در سال ۲۰۱۸ میلادی داشته‌اند.

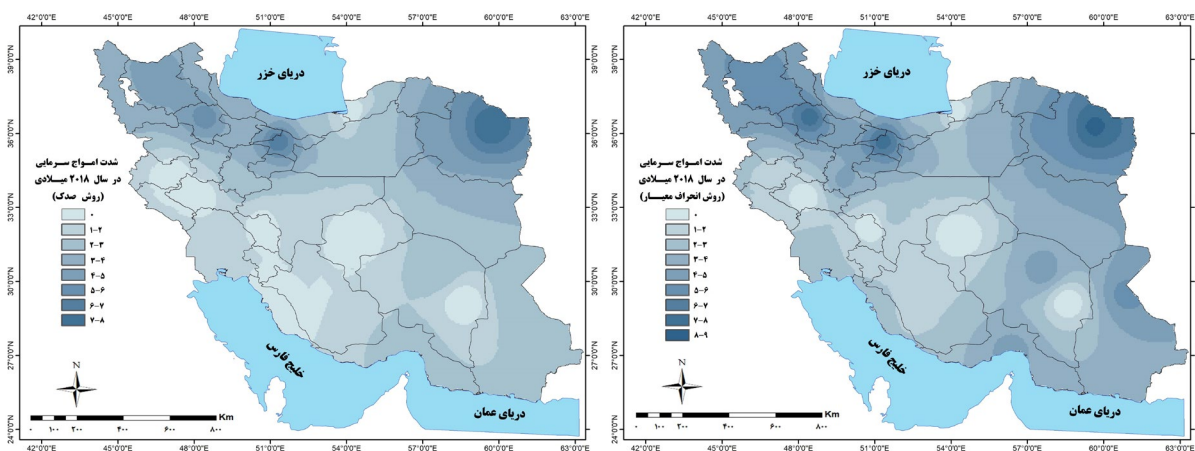
## امواج سرمایی

امواج سرمایی نمونه دیگری از رویدادهای حدی دمایی است که در آن مقادیر غیر معمول دمای کمینه مشاهده می‌شود. لذا شناسایی مکانی و زمانی و همچنین فراوانی و شدت وقوع این پدیده می‌تواند کمک شایانی در مدیریت‌های بهنگام خسارات ناشی از آن ارایه دهد. همانطور که ذکر شد در این مطالعه برای تعیین روزهای همراه با موج سرمایی از دو تعریف انحراف معیار ۱٫۵ در هر دو طرف میانگین بعنوان مقدار آستانه (طبق رابطه ۲) و روش صدک ۵ ام استفاده شده است. باید توجه داشت که سردسیر بودن یک منطقه دلیلی بر وجود موج سرمایی در آن منطقه نیست و ممکن است مناطقی از کشور که دارای سردترین اقلیم هستند، فاقد موج سرمایی باشند و برعکس مناطقی با اقلیم گرم و یا معتدل، با





شکل ۶- فراوانی وقوع امواج سرمای کشور در سال ۲۰۱۸ میلادی (بالا: روش انحراف معیار، پایین: روش صدک)



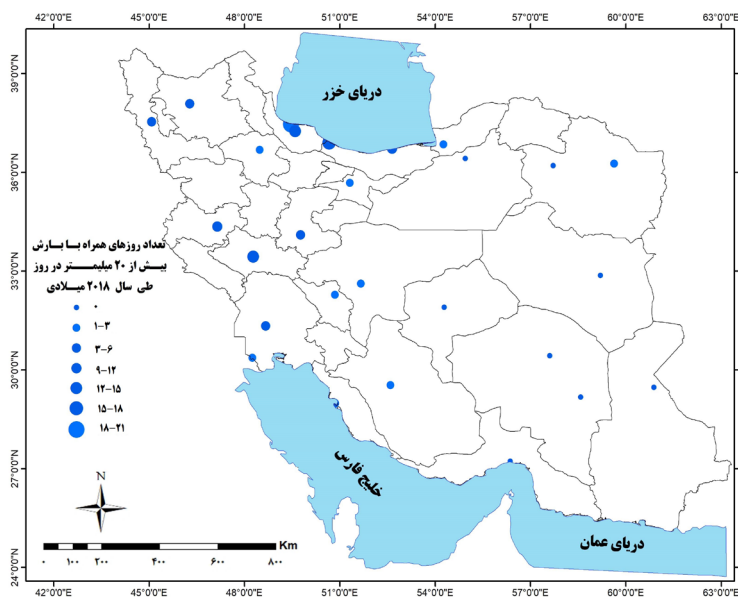
شکل ۷- شدت امواج سرمای در سال ۲۰۱۸ میلادی برحسب درجه سانتیگراد (بالا: روش انحراف معیار، پایین: روش صدک)

### بارش‌های سنگین

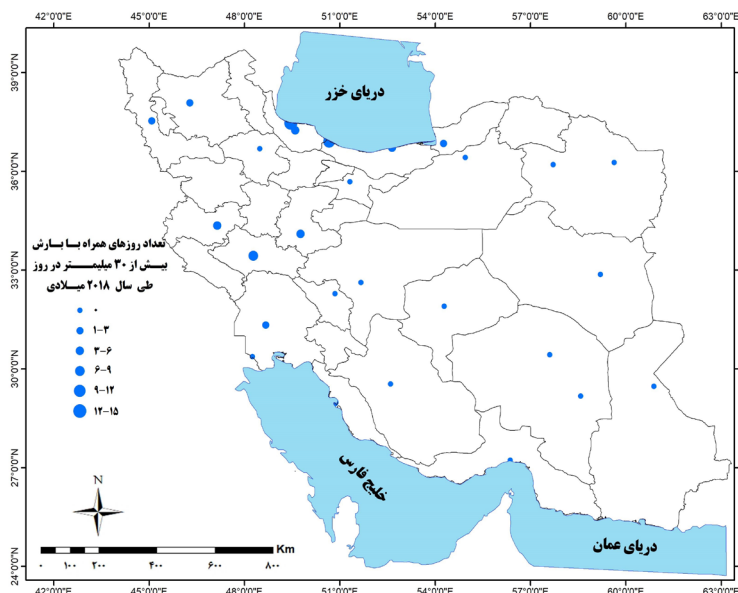
در استخراج بارش‌های سنگین کشور برای سال ۲۰۱۸ میلادی، دو آستانه بارشی ۲۰ و ۳۰ میلیمتر در روز در نظر گرفته شد و تعداد روزهای همراه با بارش بیشتر از این دو آستانه در هریک از ایستگاه‌های سینوپتیک تعیین گردید. بررسی تعداد روزهای همراه با بارش بیش از ۲۰ میلیمتر در سال ۲۰۱۸ میلادی در کشور نشان داد که بیشترین وقوع این بارش‌ها در حاشیه دریای خزر، بویژه استان گیلان (بندر انزلی، رامسر و رشت به ترتیب با ۲۱، ۱۶ و ۱۴ رخداد) و پس

از آن استان لرستان (خرم‌آباد با ۱۲ رخداد) بوده است (شکل ۸). الگوی بارش‌های بیش از ۳۰ میلیمتر نیز کم و بیش مشابه الگوی بارش‌های ۲۰ میلیمتر و بیشتر است. بیشترین وقوع بارش‌های ۳۰ میلیمتر و بیشتر در حاشیه دریای خزر، بویژه استان گیلان (بندر انزلی و رامسر به ترتیب با ۱۴ و ۱۱ رخداد) گزارش شده است (شکل ۹). لازم به ذکر است که رخداد بارش‌های سنگین در سال ۲۰۱۸ میلادی نسبت به دوره بلندمدت مورد بررسی کاهش داشته است.

### رخدادهای حدی اقلیمی ایران در سال ۲۰۱۸ میلادی



شکل ۸- پراکنش وقوع بارش‌های سنگین کشور با آستانه بارش ۲۰ میلیمتر در روز و بیشتر در سال ۲۰۱۸ میلادی



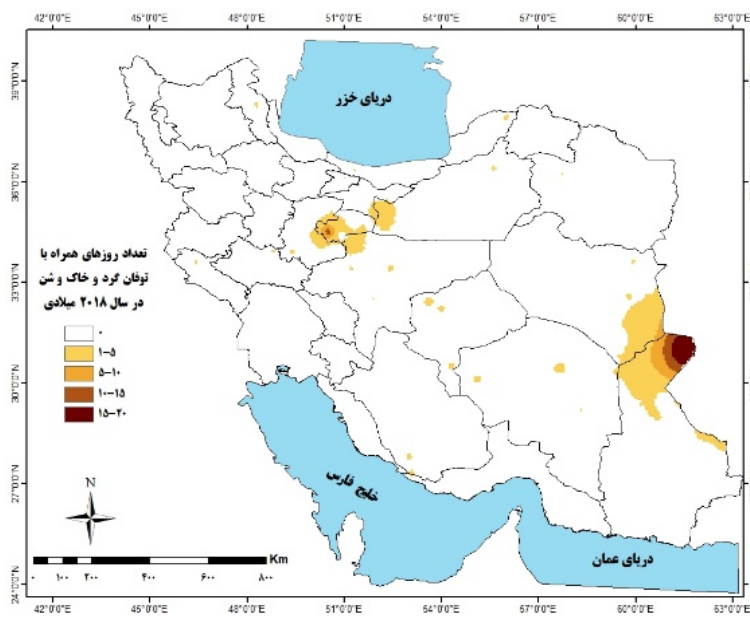
شکل ۹- پراکنش وقوع بارش‌های سنگین کشور با آستانه بارش ۳۰ میلیمتر در روز و بیشتر در سال ۲۰۱۸ میلادی

### توفان گرد و خاک و شن

با کدهای ۳۰ تا ۳۵، ۰۹ و گرد و غبار با کدهای ۰۶، ۰۷ در سطح کشور مورد بررسی و سنجش قرار گرفتند. براساس نتایج حاصل، بیشترین روزهای همراه با توفان گرد و خاک و شن در سال ۲۰۱۸ میلادی در نواحی شرق کشور استان‌های سیستان و بلوچستان و بخش اندکی از استان خراسان جنوبی رخ داده است که بیشترین رخداد مربوط به دو ایستگاه زابل و زهک (استان سیستان و بلوچستان) هریک با ۲۰ روز بوده است (شکل ۱۰).

در سال‌های اخیر بخش‌هایی از کشور درگیر توفان‌های گرد و خاک و شن بوده است که این امر توانسته اثرات مخرب زیست محیطی را در بخش‌های مختلف کشور ایجاد کند. در این مقوله اثرات بهداشتی، اجتماعی، محیطی، کشاورزی و... سبب گردیده تا مشکلات بسیاری برای ساکنین این بخش‌ها بوجود آید. با توجه به ماهیت متفاوت توفان گرد و خاک و شن و گرد و غبار، این دو پدیده بصورت کاملاً مجزا و براساس آمار ثبت شده ایستگاهی (توفان گرد و خاک و شن



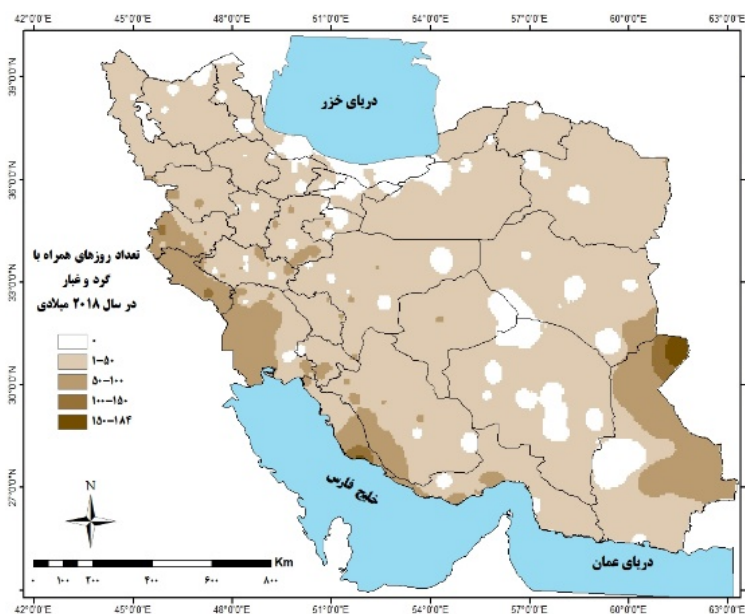


شکل ۱۰- پهنه‌بندی تعداد روزهای همراه با توفان گرد و خاک و شن در سال ۲۰۱۸ میلادی

در سال ۲۰۱۸ میلادی اکثر استان‌های کشور رخداد گرد و غبار را تجربه کردند که این رویداد در استان‌های غربی و شرقی بیشتر بوده است، به طوری که استان‌های مرزی واقع در غرب کشور با بیش از ۵۰ روز رخداد گرد و غبار همراه بوده‌اند و بیشترین وقوع گرد و غبار در ایستگاه زابل (استان سیستان و بلوچستان) با ۱۸۴ روز گزارش شده است (شکل ۱۱).

### گرد و غبار

گرد و غبار به دلیل اندازه بسیار ریز آن دارای اثرات سوء و مخربی بر زیست اقلیم کشور بوده و طی سالیان گذشته سعی شده است تا با شناسایی، پیش‌بینی و مدیریت آن بتوان از اثرات سوء ناشی از آن کاست. از این رو شناسایی مناطق مستعد وقوع گرد و غبار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

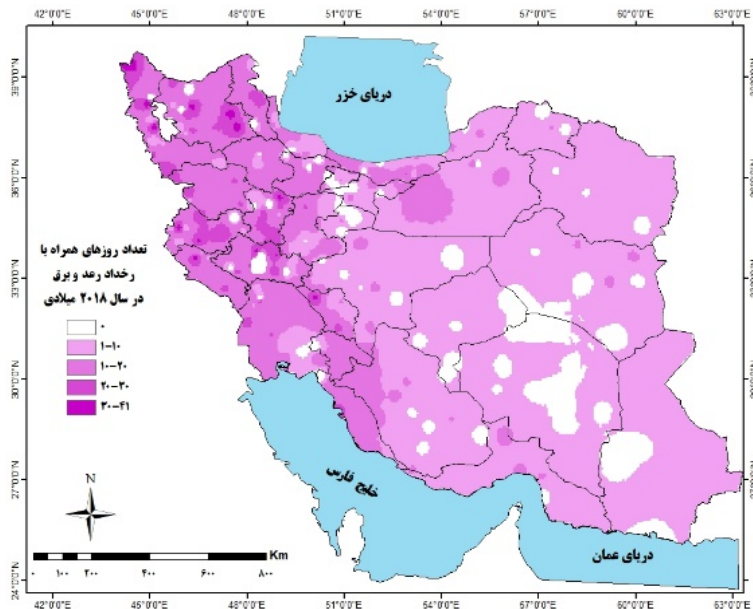


شکل ۱۱- پهنه‌بندی تعداد روزهای همراه با پدیده گرد و غبار در سال ۲۰۱۸ میلادی

کشور رخ داده است به طوری که بیشترین رخداد در استان‌های لرستان (ایستگاه خرم‌آباد) و آذربایجان غربی (ایستگاه‌های ماکو و سلماس) به ترتیب با ۴۱ و ۴۰ روز گزارش شده است (شکل ۱۲).

## رعد و برق

پدیده رعد و برق براساس آمار ثبت شده ایستگاهی با کدهای ۱۳، ۱۷، ۲۹، ۹۱ تا ۹۹ در سطح کشور مورد بررسی و سنجش قرار گرفت. براین اساس در سال ۲۰۱۸ میلادی بیشترین وقوع رعد و برق در استان‌های غرب و شمال‌غرب



شکل ۱۲- پهنه‌بندی تعداد روزهای همراه با رعد و برق در سال ۲۰۱۸ میلادی

## جدول ۱- رتبه‌بندی استان‌های کشور از لحاظ وقوع شدیدترین

رخدادهای حدی اقلیمی در سال ۲۰۱۸ میلادی

رخدادهای حدی اقلیمی	استان	ایستگاه	رخدادهای حدی اقلیمی
موج گرمایی	زنجان	زنجان	فرآوانی وقوع موج گرمایی
	زنجان	زنجان	شدت موج گرمایی
موج سرمایی	هرمزگان	بندر عباس	فرآوانی وقوع موج سرمایی
	خراسان رضوی	مشهد	شدت موج سرمایی
بارش‌های سنگین	گیلان	بندر	بارش‌های سنگین

## نتیجه‌گیری

طی سال ۲۰۱۸ میلادی استان‌هایی که بیشترین رخداد‌های حدی اقلیمی را در سطح کشور تجربه کرده‌اند، مطابق جدول ۱ عبارتند از امواج گرمایی: زنجان با فرآوانی وقوع ۱۷ رخداد و شدت ۷ درجه سانتیگراد (روش انحراف معیار) و فرآوانی وقوع ۱۹ رخداد و شدت ۷٫۸ درجه سانتیگراد (روش صدک)، امواج سرمایی: هرمزگان با فرآوانی وقوع ۶ رخداد (روش انحراف معیار) و ۵ رخداد (روش صدک)، خراسان رضوی با شدت ۸٫۳- درجه سانتیگراد (روش انحراف معیار) و ۷٫۸- درجه سانتیگراد (روش صدک)، بارش‌های سنگین: گیلان با ۲۱ و ۱۴ رخداد (به ترتیب برای بارش بیشتر از ۲۰ میلی‌متر و بیشتر از ۳۰ میلی‌متر)، گرد و غبار: سیستان و بلوچستان با ۱۸۴ رخداد، توفان گرد و خاک و شن: سیستان و بلوچستان با ۲۰ رخداد و رعد و برق: لرستان با ۴۱ رخداد.

۴- عرفانیان، م. ح.، انصاری، ا.، علیزاده، م.، بنایان اول، ۱۳۹۶، برآورد روابط فراوانی-تداوم-دوره بازگشت نمایه‌های فرین (حدی) اقلیمی در نقاط مختلف استان خراسان رضوی، فصلنامه تحقیقات جغرافیا، شماره پیاپی ۱۲۴.

۵- محمدی، ح.، ف.، تقوی، ۱۳۸۴، روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران، مجله پژوهش‌های جغرافیا، شماره ۵۳.

6- Burgueno, A., Lana, X., and Serra, C., 2002, Significant hot and cold events at the Fabra Observatory, Barcelona (NE Spain), *Theor. Appl. Climatol.* 71, 141-156.

7- Duhan, D. and Pandey, A., 2013, Statistical Analysis of Long Term Spatial and Temporal Trends of Precipitation during 1901-2002 at Madhya Pradesh, India. *Atmospheric Research.* 122, 136-149.

8- Guijarro, J. A., 2016, Packageclimatol climate tools (series homogenization and derived products), available at <https://CRAN.R-project.org/package=climatol>.

9- IPCC Special Report on Extremes, 2012, Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.

10- Karl, T.R., Philip, D.J., Richard, W.K., Kukla, G., Plummer, N., 1993, Asymmetric Trends of Daily Maximum and Minimum Temperature, *Bull. AM. Meteor.*, 74, 1007-1023.

11- National Climate Report, Annual 2018, <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc>.

12- Varfi M.S., Karacostas T.S., Makrogiannis T.J., Flocas A.A., 2009. Characteristics of the extreme warm and cold days over Greece. *Advances in Geosciences*, 20, 45-50, 2009.

رخداد	انزلی		
۲۰ رخداد	زابل، زهک	سیستان و بلوچستان	توفان گرد و خاک و شن
۱۸۴ رخداد	زابل	سیستان و بلوچستان	گرد و غبار
۴۱ رخداد	خرم‌آباد	لرستان	رعد و برق

### سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پروژه داخلی «بررسی رخداد‌های حدی اقلیمی ایران در سال ۲۰۱۸ میلادی» است که در پژوهشکده اقلیم‌شناسی انجام شده است.

### منابع

۱- احمدی، ف.، ن.، بازوند، م.، طلایی، ۱۳۹۷، تجزیه و تحلیل شاخص‌های حدی دما در دوره گرم شهرستان خرم‌آباد (۱۹۸۰-۲۰۱۰)، دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران، ۱۹ اردیبهشت.

۲- دارند، م.، ۱۳۹۳، شناسایی و تحلیل زمانی-مکانی امواج گرمایی ایران زمین، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۵، تابستان ۱۳۹۳.

۳- صادقی، س.، دوستان، ر.، صانعی، م.، ۱۳۹۴، تحلیل فضایی زمانی امواج گرمایی خراسان رضوی، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، علمی-پژوهشی، سال دوازدهم، شماره ۴۷، پاییز ۱۳۹۴.