تعیین شاخص سوز باد در ایران بر پایه داده‌های اقلیمی

سعید رنجبر
دانشجوی دکتری گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
غلامعلی کمالی*
دانشیار گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
هوشمند عطائی
دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور تهران، ایران
امیر گندمکار
استادیار گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۷

چکیده

آب‌وهوا تأثیر بسیار مهمی در حیات و گسترش موجودهای زنده بر روی کره زمین دارد. در بین آثار متغیرهای مختلف جوی بر راحتی و آسایش انسان، اثر تلفیقی باد با دما دارای اهمیت ویژه‌ای است. افت شدید دما همراه با وزش باد، سوز باد را ایجاد می‌نماید. در این پژوهش، با استفاده از آمار دمای کمینه و سرعت وزش باد ایستگاه‌های همدیدی کشور در طی دوره آماری ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۳ که از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد، سوز باد در کشور پهنه‌بندی شد. نتایج که از تحلیل داده‌های ۱۲۰ تا ۳۱۴ ایستگاه همدید کشور (برای بازه‌های زمانی متفاوت) استفاده شد نشان داد که آبان و فروردین را می‌توان به ترتیب به‌عنوان ماه‌های شروع و پایان سوز باد در ایران در نظر گرفت. برای روزهای آبان تا فروردین، میانگین کاهش دمای کمینه به‌واسطه وزش باد به میزان ۴ درجه سلسیوس در ماه بهمن احساس شده است. نقشه‌های پهنه‌بندی کشور که برای ماه‌های سرد سال (از آبان تا فروردین) ترسیم شد مشخص کرد که تفاوت بین دمای کمینه و دمای احساسی (سوز باد) به‌خوبی معنی‌دار (سطح معنی‌داری ۰/۵۱ تا ۰/۷۴) است. بیشترین فراوانی سوز باد مربوط به سال ۱۳۹۰ با ۱۸۰۸۸ مورد از ۳۳۰ ایستگاه و کمترین آن مربوط به سال ۱۳۷۴ با ۴۳۲۱ مورد از ۱۳۶ ایستگاه بوده است. نکته قابل‌توجه این‌که از سال پایه (۱۳۷۴) به بعد، فراوانی وقوع سوز باد بیشتر شده و تعداد روزهای سرد به‌واسطه وجود باد در شهرهای کشور رو به افزایش است. با بررسی فراوانی وقوع سوز باد در ماه‌های مورد مطالعه، بهمن‌ماه با ۴۷۲۱۹ مورد بیشترین و آبان ماه با ۱۷۷۲۸ مورد کمترین فراوانی وقوع را داشته‌اند.

واژگان کلیدی: **سوز باد، دمای حداقل، ایستگاه همدیدی، باد.**

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۲۰۹۹۴۸ E-mail: a.kamali@srbiau.ac.ir

مقدمه

مطالعات زیست اقلیمی انسانی امروزه پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌ها به‌ویژه در زمینه مسائل شهری توسعه پایدار، سکونت‌گاهی، معماری، گردشگری، آسایش و راحتی انسان است (درویشی و همکاران ۱۳۹۴). در این مطالعات، طیف گسترده‌ای از نمایه‌ها و روش‌ها که در بردارنده متغیرهای تأثیرگذار هستند، بسط و گسترش و پیاده سازی شده است و نیازهای دمایی و آستانه‌های مختلف آن برای رشد و نمو بسیاری از موجودهای زنده مشخص‌شده است (قاسمی و همکاران ۱۳۸۶). دما پارامتری است که احساس آن توسط بدن انسان با تغییر شرایط جوی تغییر می‌کند. در یک روز سرد، یک‌لایه نازک از مولکول‌های گرم هوا اطراف پوست را پوشانده و از بدن در برابر هوای سرد محیط محافظت می‌کند (اهرنس[1] ۲۰۰۲). زمانی که هوای اطراف بدن توسط باد جابه‌جا می‌شود لایه نازک هوای مجاور بدن تغییریافته و بدن سرمای بیشتری را احساس می‌کند. این روند را با شاخصی کمی به نام سرمایش بادی یا سوز باد مطرح می‌کنند. این شاخص، قدرت سرمازایی باد را به یک معادل دمایی در یک روز آرام با سرعت باد کمتر یا مساوی ۶/۴ کیلومتر بر ساعت تبدیل می‌کند (لاتچنس[2] و تاربوک[3] ۱۹۹۸). همان‌طوری که اشاره شد سوز باد در اثر وزش باد در دماهای پائین ایجاد می‌شود و هر چه سرعت وزش باد بیشتر و دما پائین تر باشد شدت سوز باد و آثار آن بر موجودهای زنده و گیاهان بیشتر است (رسولی و عزیز زاده، ۱۳۸۵).

قاسمی (۱۳۸۶) تأثیر سرمازایی باد بر میزان راحتی انسان در ۲۲ ایستگاه همدیدی مختلف ایران مورد مطالعه قرار داد. نتیجه این بود که از اواسط دی تا اواسط اسفند کاهش دما به بیشترین مقدار خود می‌رسد و این کاهش بیشتر در ایستگاه‌های نیمه غربی کشور رخ می‌دهد. حیدری و سعید آبادی (۱۳۸۶) سوز باد را در شمال و شمال‌غرب کشور ناحیه بندی کردند. این مناطق به چهار دسته نواحی با سوز باد کم شدت، سوز باد شدید، خیلی شدید و فاقد سوز باد تقسیم شدند. هاشمی و همکاران (۱۳۸۹) میزان دمای سوز باد را در شهر اراک مورد بررسی قرار داند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که دمای ۱۵- درجه سلسیوس همراه با سرعت باد ۳ متر بر ثانیه به ۲۲- درجه سلسیوس کاهش می‌یابد. در پژوهش خوش اخلاق و همکاران (۱۳۹۰) سرماهای شدید شمال خراسان را مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از رابطه سوز باد روزهای دارای سرمای شدید مشخص شدند. نتایج نشان داد که در ۷۰ درصد موارد، سامانه بندالی و در بقیه موارد ناوه عمیق روی شمال ایران عامل اصلی فرا رفت سرمای شدید به شمال خراسان بوده است. درویشی و همکاران (۱۳۹۴)، با استفاده از داده‌های روزانه دما و باد بین سال‌های آماری ۱۳۹۲-۱۳۸۲ برای شهرهای آلاشت، پل سفید و قائم‌شهر در استان مازندران، شاخص سوز باد را بررسی کردند. نتیجه این بود که نوسانات اثر باد بر برودت هوا در سه منطقه شبیه یکدیگر می‌باشد؛ اما این تغییرات در سال ۱۳۸۲ بیشترین حد اثر باد بر برودت هوا و در سال ۱۳۸۸ کمترین میزان را نشان داد.

---

[1] Ahrens
[2] Lutgens
[3] Tarbuck

هدف از این بررسی، تعیین سوز باد در مناطق مختلف کشور و ایجاد امکان تصمیم‌گیری برنامه ریزان در خصوص آثار سوز باد بر مسائل اجتماعی، نوع پوشش، بخش کشاورزی و غیره بر اساس شاخص سوز باد است.

داده‌ها و روش‌ها

اهمیت شاخص سوز باد (WCh[۴]) در این است که می‌تواند به‌عنوان یک معیار مناسب برای چگونه لباس پوشیدن و محافظت گیاهان و یا استفاده بهینه انرژی در هوای سرد مورد استفاده قرار گیرد (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۱). میزان احساس کاهش دما همراه با وزش باد می‌تواند در اخذ تصمیم‌های کلان جامعه به‌منظور طراحی شهری و توزیع عادلانه و بهینه‌تر سوخت، کمک کند. سوز بادها به‌عنوان یکی از مخاطرات طبیعی همه‌ساله بخش‌هایی از کشور را تحت تأثیر قرار داده و موجب بروز مشکلاتی می‌شود (علیجانی، ۱۳۸۷).

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش مربوط به ایستگاه‌های همدیدی موجود کشور است. ایران در محدوده ۲۵ درجه و ۳ دقیقه الی ۳۹ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۵ دقیقه الی ۶۳ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است. در این پژوهش از دوره آماری ۱۳۷۴ لغایت ۱۳۹۳ استفاده و داده‌های به کار گرفته شده شامل دماهای حداقل روزانه‌ی کمتر از ۵ درجه سلسیوس و سرعت‌های باد متناظر با دمای حداقل هر روز است که از بانک اطلاعاتی سازمان هواشناسی کشور تهیه شده است.

در سال ۲۰۰۰ یک گروه ویژه متشکل از پژوهشگران آمریکایی و کانادایی با عنوان کار گروه الحاقی بر روی شاخص‌های حرارتی با هدف اصلاح و بهبود شاخص‌های دما آغاز به کار کردند. این گروه در اوایل سال ۲۰۰۱ جدیدترین رابطه برای محاسبه سوز باد (wch) را به‌صورت رابطه ۱ ارایه کردند (اهرنس ۲۰۰۲). در این پژوهش نیز از این فرمول استفاده شده است.

$$WCh = 13.12+0.6215\ T - 11.37\ V^{0.16} +0.3965\ T\ V^{0.16}$$

V: سرعت باد بر حسب (km/hr)؛

T: دمای هوا بر حسب C.

در مرحله اول کلیه داده‌های مربوط به دو پارامتر ثبت شده شامل دمای حداقل هوا و سرعت باد مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک کشور به‌صورت روزانه اخذ شد که با توجه به احداث ایستگاه‌های هواشناسی در سال‌های مختلف و عدم وجود دوره آماری یکسان،۲۰ سال اخیر (از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۳) به‌عنوان پایه مطالعه در نظر گرفته شد و دمای سوز باد مطابق با معادله شماره ۱ محاسبه شد. به‌منظور کاربردی شدن و بهره‌گیری کاربران با تقویم رسمی کشور، تاریخ‌های میلادی به شمسی تبدیل گردید بنابراین هر صفحه از فایل بانک اطلاعاتی اکسل مربوط به یک روز از ایستگاه‌های کل کشور مدون شد. در گام دوم مشاهده‌های یاد شده به محیط Excel منتقل و آزمون همگنی داده‌ها، میانگین‌گیری پارامترهای مربوطه، برازش داده‌ها، رسم نمودارها، همبستگی و معنی‌داری همبستگی‌ها، اجرا شد. یکی از

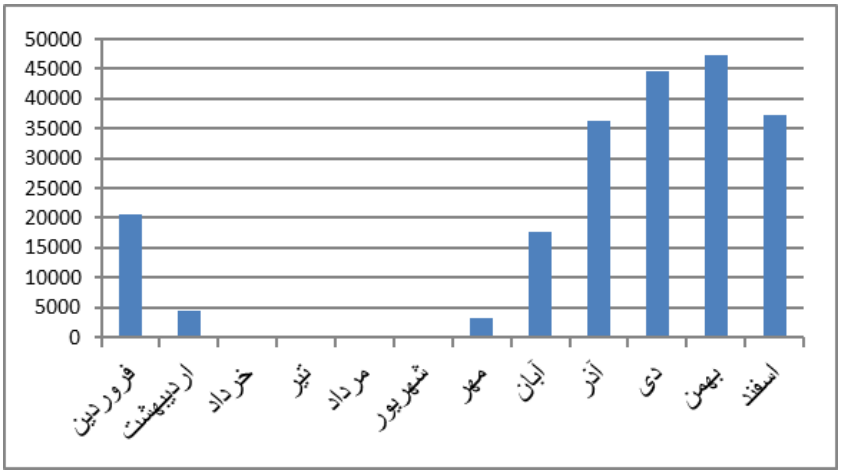
[4] Wind Chill Temperature

اهداف اصلی این پژوهش تهیه نقشه پهنه‌بندی دمای حداقل و سوز باد بوده است؛ بنابراین بهره‌گیری از نرم‌افزار GIS ضروری بود. در روش‌های تولید نقشه‌های پهنه‌بندی، یکی از مشکل‌ها این است که تمامی نقاط بدون در نظر گرفتن ارتفاع محل، محاسبه می‌شود درصورتی‌که ارتفاع نقاط فاقد اطلاعات دارای ارزش بالایی بوده و می‌تواند نقش خوبی را برای پهنه‌بندی پارامترهای یاد شده ایفا کند لذا ارتفاع نیز در محاسبه‌های لحاظ شد و معنی‌دار بودن همبستگی بین ارتفاع و دما و سوز باد برای تمامی روزها مورد آزمون قرار گرفت و مشخص شد که برای نیمی از روزهای سال و به‌طور مشخص ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر (به دلیل کم بودن وقوع دمای حداقل زیر ۵ درجه سلسیوس) معنی‌داری خاصی وجود ندارد که از گردونه محاسبات خارج و از ۳۶۵ روز سال ۱۸۱ روز (با در نظر گرفتن سال‌های کبیسه) قابل محاسبه و ملاک پژوهش قرار گرفت. گام بعدی برقراری رابطه رگرسیونی بین ارتفاع ایستگاه‌ها با دمای حداقل و سوز باد بود. معنی‌دار بودن این رابطه‌ها برای هر روز توسط آزمون فرض f و ضریب دوربین واتسون مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از برنامه Global mapper، نقشه رقومی ارتفاع استخراج و با ورود لایه‌های دمای حداقل و سوز باد بر اساس معادلات به‌دست‌آمده از محاسبات رگرسیون، نقشه‌های پهنه‌بندی در محیط GIS ترسیم گردید. پس از بررسی‌ها مشخص شد که طی ماه‌های گرم سال (اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر) تعداد کل وقوع سوز باد در کشور فقط ۹ مورد بوده است که به دلیل ناهمگنی با سایر ماه‌ها از این ۹ روز در طی ۶ ماه صرف‌نظر شد و ملاک انجام این پژوهش از ماه آبان تا فروردین‌ماه قرار گرفت. تعداد ایستگاه‌های تحت مطالعه برای هرروز نیز مشخص شد به‌گونه‌ای که از ۳۱۴ ایستگاه برای روز دوم اسفند تا ۱۲۰ ایستگاه برای روز دوم آبان متغیر بوده بنابراین به‌طور میانگین از اطلاعات ۲۵۱ ایستگاه استفاده شد و بر این اساس نقشه میانگین دمای ۲۰ ساله روزانه ترسیم شد. در این پژوهش محاسبات برای تمامی روزهای سال انجام‌شده است بنابراین نتایج این پژوهش ایجاد امکان اطلاع کاربر از طریق دسترسی به نتایج روزانه را فراهم می‌کند. چنانچه هر کاربری دوره زمانی مشخصی را درخواست نماید امکان محاسبه و ترسیم نقشه برای آن وجود دارد مثلاً چنانچه یک دوره زمان ۸ روزه از ۱۳ تا ۲۱ آذرماه برای وزارت نیرو و یا جهاد کشاورزی دارای اهمیت باشد، کاربر به‌راحتی میانگین این ۸ روز را استخراج و خروجی آن‌ها را می‌تواند دریافت نماید. با توجه به تعدد نقشه‌ها، در این مقاله به دلیل محدودیت در ارائه نقشه‌های روزانه و عدم آگاهی از نیاز کاربران و ارگان‌های مختلف، ماه‌های مختلف سال (از آبان تا فروردین‌ماه) به‌عنوان نمونه، شاخص سوز باد تحلیل شده است.

نتایج و بحث

تعداد روزهای همراه با سوز باد در شکل ۱ نشان داده شده است. کمترین مقدار فراوانی وقوع سوز باد مربوط به تیرماه است که تنها ۱۹ مورد و بیشترین مربوط به بهمن‌ماه با وقوع ۴۷۲۱۹ مورد سوز باد بوده است. از طرفی بروز سوز باد در ماه‌های اردیبهشت و مهرماه وجود داشته است که به علت فراوانی بسیار پائین آن نسبت به شش ماه تحت مطالعه، در این مقاله مورد بحث قرار نگرفت. قاسمی و همکاران (۱۳۸۶) تأثیر سرمازایی باد بر میزان راحتی انسان را در ۲۲ ایستگاه

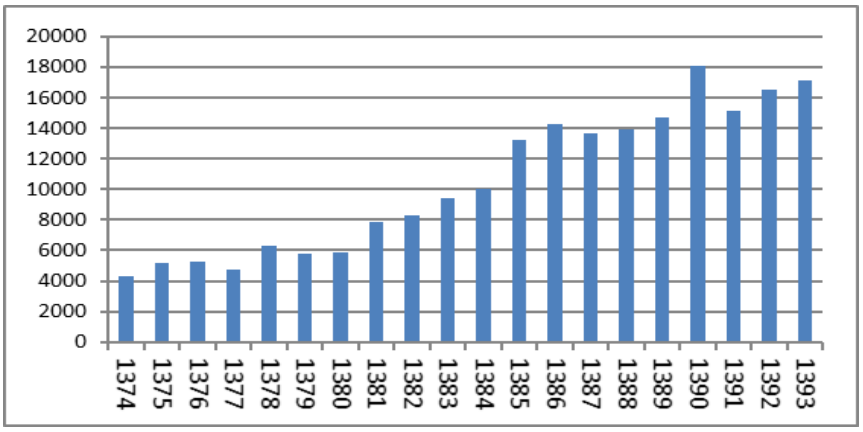
همدید ایران مورد مطالعه قرار دادند. نتیجه این بود که از اواسط دی تا اواسط اسفند کاهش دما به بیشترین مقدار خود می‌رسد و این کاهش بیشتر در نیمه غربی کشور رخ می‌دهد.



منبع: نگارندگان

شکل ۱: فراوانی وقوع سوز باد ماهانه (دوره آماری ۱۳۹۳-۱۳۷۴)

در شکل ۲ فراوانی وقوع رخ داد سوز باد طی سال‌های تحت مطالعه آمده است. مشاهده می‌شود با فاصله گرفتن از سال پایه تعداد روزهای توأم با سوز باد در کشور بیشتر به وقوع پیوسته است (تعداد ایستگاه‌ها در هر سال متغیر است) که البته به این معنی نخواهد بود که دمای هوای کشور طی سال‌های اخیر سردتر شده است بلکه می‌توان نتیجه گرفت که حداقل دمای هوا تا ۵ درجه سلسیوس تمرکز داشته است و با وجود باد، وقوع سوز باد بیشتر محاسبه شده است.



منبع: نگارندگان

شکل ۲: تغییرات فراوانی وقوع رخ داد سالانه سوز باد (دوره آماری ۱۳۹۳-۱۳۷۴)

بیشترین فراوانی وقوع سوز باد در اکثر ماه‌های سال به ایستگاه فیروزکوه اختصاص داده شده که جدول ۱ به‌خوبی گویای این مطلب است. فقط در مرداد و بهمن‌ماه دو ایستگاه کوه سفید در استان قم و الیگودرز در استان لرستان فراوانی بیشتری را ثبت کرده‌اند. بدیهی است فراوانی باد در این ایستگاه‌ها منجر به بیشترین وقوع سوز باد شده است کما این‌که در برخی از نقاط کشور ممکن است دمای سردتر هم ثبت شده باشد اما سوز باد کمتری برای آن محاسبه شده است.

جدول ۱: بیشترین فراوانی تجمعی وقوع سوز باد

فراوانی	نام ایستگاه	ماه
۵۵۸	فیروزکوه	فروردین
۳۷۷	فیروزکوه	اردیبهشت
۹۰	فیروزکوه	خرداد
۶	فیروزکوه	تیر
۱۰	کوه سفید	مرداد
۳۳	فیروزکوه	شهریور
۲۴۳	فیروزکوه	مهر
۴۷۲	فیروزکوه	آبان
۴۹۹	فیروزکوه	آذر
۴۸۹	فیروزکوه	دی
۵۰۲	الیگودرز	بهمن
۵۰۳	فیروزکوه	اسفند

منبع: نگارندگان

در جدول ۲ دمای کمینه مطلق کشور در هرسال آمده است که با لحاظ کردن سرعت باد ثبت‌شده در همان زمان، سوز باد آن نیز محاسبه‌شده است. مشاهده می‌شود تفاوت دمای احساسی یا سوز باد با باد ثبت‌شده، فراوان بوده به‌گونه‌ای که دمای ۳۳- درجه سلسیوس را به ۴۳/۳- درجه سلسیوس رسانده است یعنی احساس ده درجه سلسیوس سردتر ازآنچه به ثبت رسیده است.

جدول ۲: دمای کمینه مطلق و سوز باد محاسبه‌شده

نام ایستگاه	سوز باد محاسبه‌شده	کمترین دما	سال
اردبیل	-۲۹.۹	-۲۲	۱۳۷۴
سقز	-۴۳.۳	-۳۳	۱۳۷۵
فیروزکوه	-۲۹.۲	-۲۳	۱۳۷۶
بروجن	-۲۳.۴	-۱۸	۱۳۷۷
سقز	-۳۱.۱	-۲۳	۱۳۷۸
خمین	-۳۰.۷	-۲۴.۲	۱۳۷۹
همدان (فرودگاه)	-۲۵.۱	-۱۸	۱۳۸۰
همدان (نوژه)	-۲۹.۴	-۲۱.۵	۱۳۸۱
اردبیل	-۲۴.۶	-۱۹	۱۳۸۲
سقز	-۳۶.۷	-۲۷.۶	۱۳۸۳
اردبیل	-۳۴.۶	-۲۷.۶	۱۳۸۴
بستان‌آباد	-۳۷.۷	-۳۰.۲	۱۳۸۵
گرماب	-۴۰.۲	-۲۹.۲	۱۳۸۶
اردبیل	-۳۴.۳	-۲۴.۴	۱۳۸۷
شازند	-۲۳.۹	-۱۸.۴	۱۳۸۸
گرماب	-۴۰	-۲۹	۱۳۸۹
بستان‌آباد	-۳۵	-۲۵	۱۳۹۰
گلمکان	-۲۸.۹	-۲۰	۱۳۹۱
سراب	-۳۲.۳	-۲۵.۶	۱۳۹۲
لاله‌زار	-۲۴	-۱۸.۴	۱۳۹۳

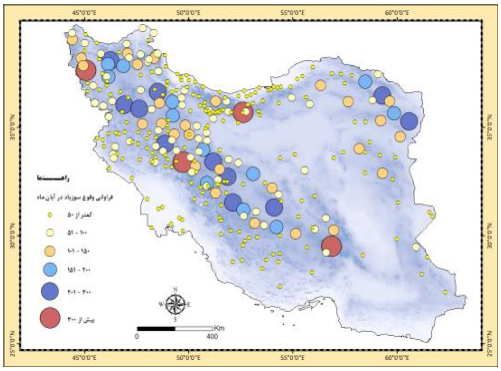
منبع: نگارندگان

پهنه‌بندی سوز باد

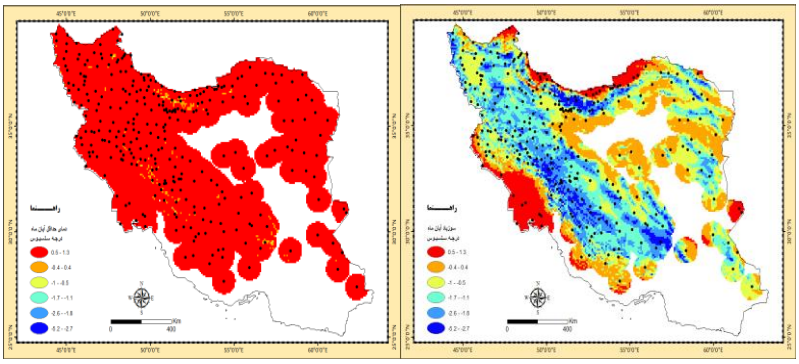
آبان‌ماه

شکل ۳ توزیع وقوع سوز باد در ایستگاه‌های هواشناسی را نشان می‌دهد. بالاترین فراوانی ایستگاهی وقوع سوز باد که در آن کمتر از ۵۰ مورد باشد در شکل مشخص است. نقاطی که با دایره‌های بزرگ‌تر نشان داده‌شده‌اند تعداد کمی از ایستگاه‌ها و عمدتاً در محدوده رشته کوه زاگرس و شمال‌شرق کشور را شامل می‌شود. در کل تعداد ۳۰۵ از ایستگاه‌های کشور در این ماه دارای سوز باد بوده است که بر همین اساس نقشه‌های دما و سوز باد آن ترسیم شده است. در شکل ۴ نشان داده شده که اکثر نقاط کشور در آبان ماه دمای حداقل بین ۰/۵ تا ۱/۳ درجه سلسیوس را تجربه کرده‌اند و درمحدوده دمایی پایین‌تر از ۱- درجه سلسیوس مشخص شده است. با دقت نظر به نقشه ترسیمی برای سوز باد می‌توان

نقش باد را در کاهش دما مشاهده کرد. در شکل ۵ بسیاری از نقاط دمای ۱/۸- تا ۵/۲- درجه سلسیوس داشته‌اند و بر عکس شکل ۴ که محدوده بسیار زیادی در دامنه ۰/۵ تا ۱/۳ درجه سلسیوس قرار داشت. در نقشه سوز باد تنها قسمت‌هایی از جنوب‌غربی و شمال کشور در این محدوده قرار دارد و می‌توان عدم وجود باد را در این نقاط یاد آور شد.



شکل ۳: نقشه فراوانی تجمعی وقوع سوز باد منبع: نگارندگان



شکل ۴: نقشه دمای حداقل **شکل ۵:** نقشه دمای سوز باد منبع: نگارندگان

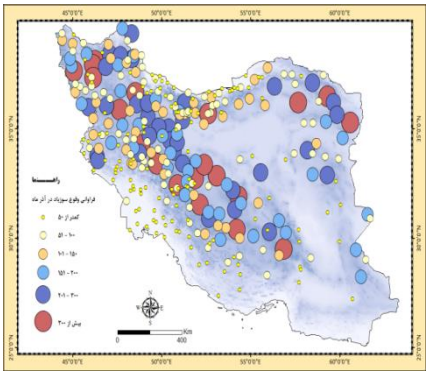
آذرماه

با ورود سامانه‌های سرمازا و نزدیک شدن به فصل زمستان، در سومین ماه از فصل پاییز، محدوده بیشتری از کشور را دایره‌های بزرگ‌تر پر کرده‌اند که بیانگر وقوع سوز باد است (شکل ۶). مناطقی در جنوب‌غرب و شمال کشور، دایره‌های کوچک را پوشانده است که دلیل بر فراوانی اندکی از وقوع سوز باد است. نقاطی که دارای بیش از ۳۰۰ وقوع سوز باد است ۲۰ ایستگاه بوده که قابل‌توجه است.

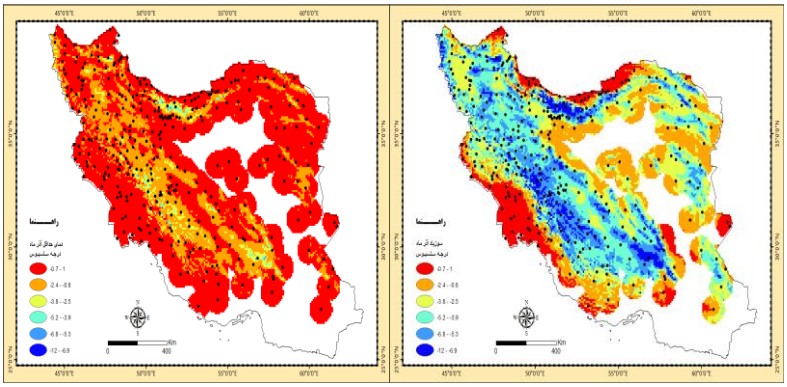
در شکل ۷ اکثر نقاط کشور در محدوده ۰/۷- تا ۱ درجه سلسیوس قرار دارد و بخش‌های مرکزی و قسمت‌هایی از شمال کشور نهایتاً تا ۵/۲- درجه سلسیوس را نشان می‌دهد.

مراجعه به شکل ۸ که نمایش پهنه‌بندی سوز باد است بروز دمای تا ۱۲- درجه سلسیوس و عمده نقاط کشور در محدوده ۵/۲- تا ۱۲- درجه سلسیوس را تائید می‌کند و باز هم نقاط محدود و باریکه‌ای از جنوب غرب و شمال کشور در محدوده ۰/۷- تا ۱- درجه سلسیوس را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه، نفوذ سرما به مناطق جنوبی کشور حتی یک

ایستگاه در سواحل خلیج‌فارس و ایستگاه‌هایی در جنوب‌شرق کشور است که دمای زیر ۵ درجه سلسیوس داشته است و قسمت‌هایی از سیستان و بلوچستان که وجود باد، دمای احساسی را به ۶/۸- درجه سلسیوس رسانده است.



شکل ۶: نقشه فراوانی تجمعی وقوع سوز باد



شکل ۷: نقشه دمای حداقل **شکل ۸:** نقشه دمای سوز باد

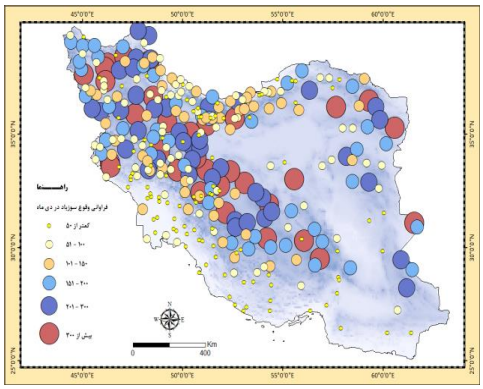
دی‌ماه

نقاطی در استان‌های جنوبی کشور و ایستگاه‌های ساحلی وقوع سوز باد کمتر از ۵۰ مورد را داشته‌اند (شکل ۹)؛ اما باز هم بروز سرما باعث شده است که دایره‌های بزرگ بیشتر دیده شوند و وقوع سوز باد طی دوره آماری ۲۰ ساله را شاخص و بارزتر نشان داده شود. اکثر نقاط کشور از فراوانی قابل‌توجه سوز باد برخوردار است.

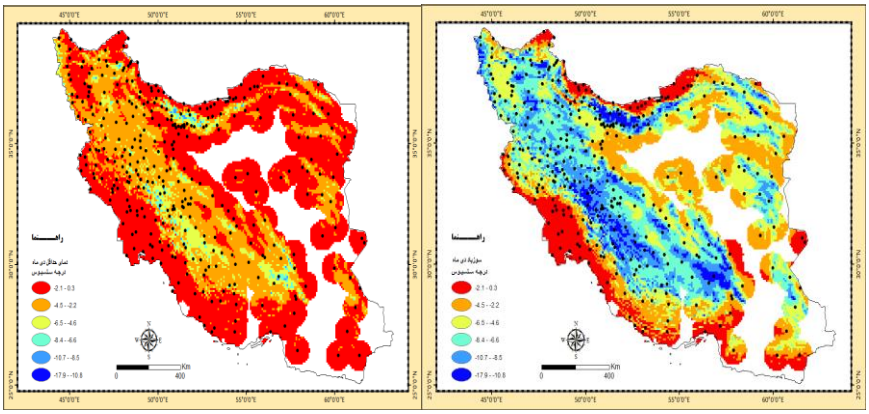
شکل ۱۰ اولین ماه زمستان و بروز سرما و نفوذ آن را به اکثر نقاط کشور نشان می‌دهد. محدوده‌هایی که سفید نشان داده شده است، نقاطی است که فاقد ایستگاه سینوپتیک هواشناسی است و شاید اگر در این نقاط هم ایستگاه وجود داشت کاملاً پوشش داده می‌شد. با این وجود نمایان شدن نقاط سردتر در شمال‌غرب، مرکز و نواحی شمالی کشور قابل توجه است هرچند که محدوده دمایی ۰/۳- تا ۲/۱- درجه سلسیوس بر سایر مناطق غلبه دارد.

ضعیف شدن محدوده دمایی ۰/۳- تا ۲/۱- درجه سلسیوس در شکل ۱۱ به‌خوبی نمایان است در صورتی‌که در شکل قبلی که باد لحاظ نشده بود غلبه نقاط در همین محدوده دمایی بود. در این نقشه، برای قسمت‌هایی از شمال، جنوب و

مرکز شامل قسمت‌هایی از فارس، کرمان و اصفهان دمای تا ۱۷/۹- درجه سلسیوس محاسبه و برآورد شده است. در واقع این نقشه، دمایی بین ۶/۶- تا ۱۷/۹- درجه سلسیوس را برای بیشترین محدوده کشور مشخص می‌کند.



شکل ۹: نقشه فراوانی تجمعی وقوع سوز باد



شکل ۱۰: نقشه دمای حداقل

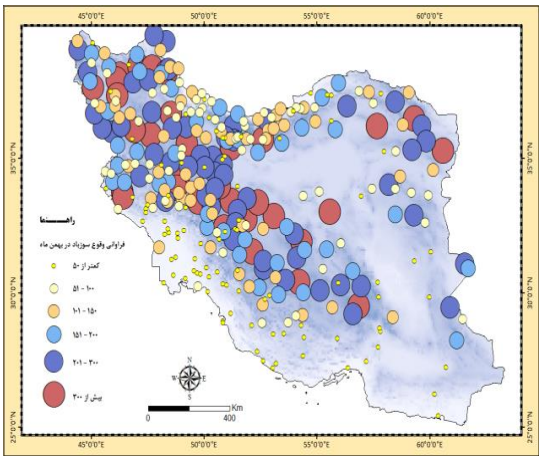
شکل ۱۱: نقشه دمای سوز باد

بهمن‌ماه

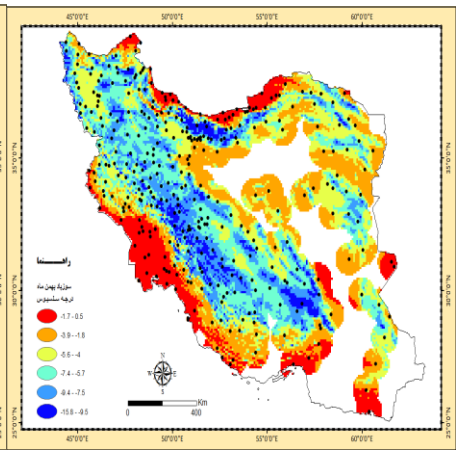
باز هم تمرکز بیشترین فراوانی‌ها بر شمال غرب و زاگرس مرکزی است هرچند که در خراسان جنوبی و سیستان و بلوچستان هم به‌صورت موردی ایستگاه‌هایی با فراوانی قابل توجه مشاهده می‌شوند (شکل ۱۲).

وسعت زیادی از کشور در محدوده دمایی ۰/۵ تا ۱/۷- درجه سلسیوس تعلق دارد و مناطق کوچکی باز هم تقریباً در مرکز و شمال کشور نهایتاً دمای تا ۹/۴- درجه سلسیوس قابل مشاهده است و این نشان از عقب نشینی سرما نسبت به ماه گذشته است (شکل ۱۳).

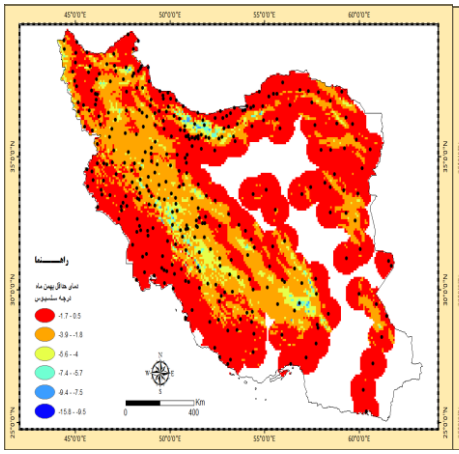
در نقشه‌های ترسیمی مربوط به سوز باد در این ماه (شکل ۱۴)، محدوده دمایی ۰/۵ تا ۱۵/۸- درجه سلسیوس برای کشور تعریف شده است و غالب نقاط کشور در محدوده دمایی بین ۷/۴- تا ۱۵/۸- درجه سلسیوس را نشان می‌دهد. به بیانی دیگر تأثیرگذاری وزش باد در این ماه بسیار بالا بوده و دمای احساسی را به میزان قابل توجهی تغییر داده است.



شکل ۱۲: نقشه فراوانی تجمعی وقوع سوز باد



شکل ۱۳: نقشه دمای حداقل

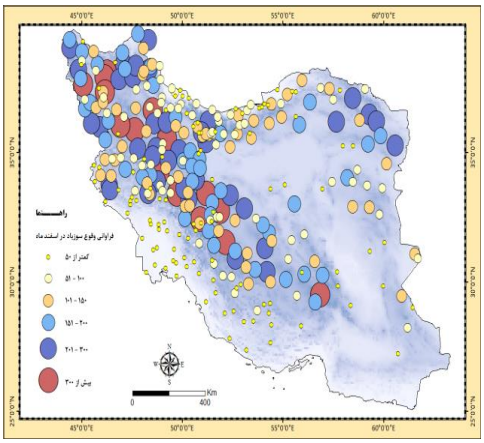


شکل ۱۴: نقشه دمای سوز باد

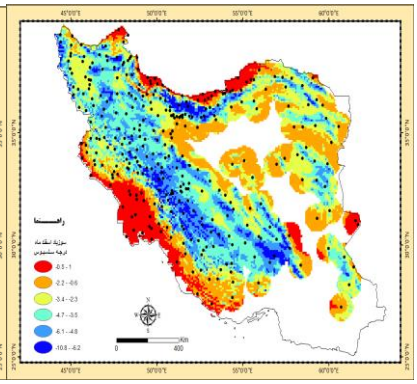
اسفندماه

در این ماه فراوانی سوز باد در جنوب و جنوب شرق به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دارد و دایره‌های کوچک به‌وفور دیده می‌شوند. لیکن بازهم در شمال غرب و مرکز کشور دایره‌های بزرگ بیانگر وقوع سوز باد به میزان بالا در این مناطق است (شکل ۱۵).

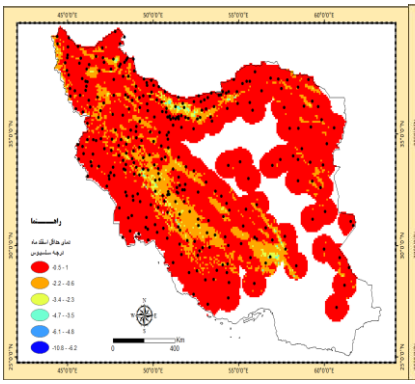
در شکل ۱۶ غلبه محدوده دمایی ۰/۵- تا ۱ درجه سلسیوس به‌خوبی قابل‌مشاهده است. محدوده‌هایی از استان‌های کرمان و فارس و شمال کشور دمای تا ۴/۷- درجه سلسیوس را نیز تجربه کرده‌اند. نکته قابل‌توجه گسترش محدوده دمایی ۰/۵ تا ۱ درجه سلسیوس در جنوب و جنوب‌غرب و حتی جنوب‌شرق کشور است و ماندگاری سرما و زمستان در این ماه را نشان می‌دهد. تغییر رنگ‌ها و محدوده دمایی در شکل ۱۷ نشان‌دهنده تأثیر باد بر روی دمای کمینه است به‌گونه‌ای که بسیاری از مناطق کشور در محدوده ۴/۷- تا ۱۰/۸- درجه سلسیوس قرار گرفته درحالی‌که در شکل ۱۶ غالب نقاط کشور در محدوده دمایی ۰/۵- تا ۱ درجه سلسیوس بود.



شکل ۱۵: نقشه فراوانی تجمعی وقوع سوز باد



شکل ۱۶: نقشه دمای حداقل



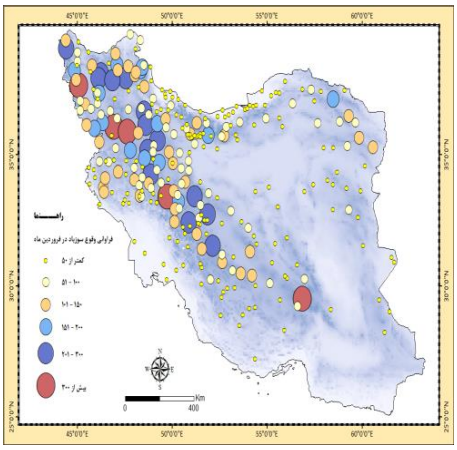
شکل ۱۷: نقشه دمای سوز باد

فروردین‌ماه

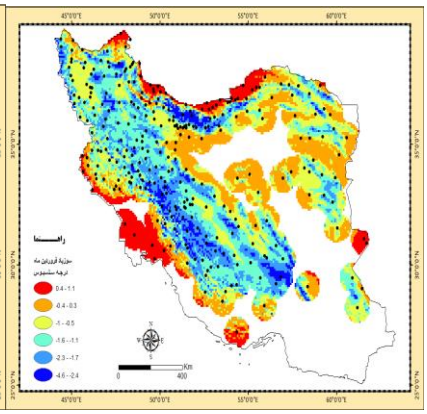
در این ماه کاهش فراوانی سوز باد به‌خوبی مشخص است. تعداد ایستگاه‌هایی که بیش از ۳۰۰ مورد سوز باد داشته‌اند تنها ۴ ایستگاه بوده است. نقاط پراکنده و محدودی از ایستگاه‌های با کمتر از ۵۰ مورد نیز وجود دارد (شکل ۱۸). تقریباً در جنوب‌شرق، جنوب و جنوب‌غرب خبری از وقوع سوز باد با فراوانی بالا نیست و عمدتاً سرما در شمال‌غرب کشور حاکم است.

شکل ۱۹ علاوه بر تائید این موضوع محدوده دمایی ۰/۴ تا ۱/۱ درجه سلسیوس برای تمامی نقاط کشور را نشان می‌دهد و به‌صورت موردی در برخی نقاط دمای بین ۰/۳ تا ۰/۴- درجه سلسیوس قابل‌مشاهده است.

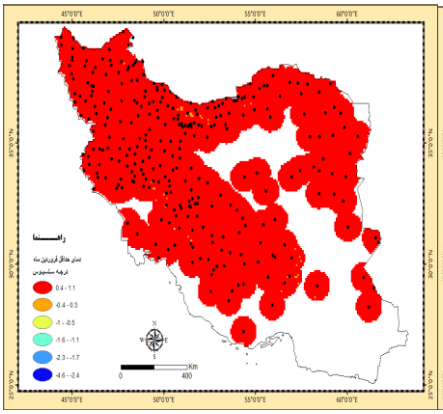
در نقشه سوز باد (شکل ۲۰) پایین‌ترین دمایی که قابل‌مشاهده است ۴/۶- درجه سلسیوس است. محدوده دمایی ۱/۱ تا ۰/۴ درجه سلسیوس (که تقریباً کل کشور را فرا گرفته بود) در این نقشه بسیار محدود است؛ بنابراین تأثیرگذاری باد در این ماه نیز بر روی دمای احساسی، زیاد بوده است.



شکل ۱۸: نقشه فراوانی تجمعی وقوع سوز باد



شکل ۱۹: نقشه دمای حداقل



شکل ۲۰: نقشه دمای سوز باد

نتیجه‌گیری

در این مطالعه تأثیر سرعت باد در کاهش دمای هوا مورد بررسی قرار گرفت. دوره آماری به کار گرفته‌شده ۲۰ سال (۱۳۹۳-۱۳۷۴) بوده است. با توجه به این‌که دمای پایین‌تر از ۵ درجه سلسیوس ملاک پژوهش بوده است برای روزهای مختلف تعداد ایستگاه‌هایی که تحت مطالعه بوده‌اند، متفاوت بود. برای روزهای آبان تا فروردین از داده‌های ۱۲۰ تا ۳۱۴ ایستگاه (میانگین ۲۵۱ ایستگاه) استفاده شد.

به‌منظور پاسخگویی به کاربران مختلف می‌توان بازه‌های زمانی موردنیاز را در نظر گرفته نقشه دمای حداقل و سوز باد را ترسیم کرد. در این مقاله، میانگین ماهانه دمای حداقل و سوز باد متناظر آن محاسبه و نقشه‌های پهنه‌بندی برای آن‌ها ترسیم و تحلیل شد. بیشترین فراوانی سوز باد مربوط به سال ۱۳۹۰ با ۱۸۰۸۸ مورد از ۳۳۰ ایستگاه و کمترین آن مربوط به سال ۱۳۷۴ با ۴۳۲۲ مورد و از تعداد ۱۳۶ ایستگاه بوده است. در ماه‌های مختلف سال نیز فراوانی وقوع سوز باد در تابستان به کمترین مقدار خود و در ماه‌های موردمطالعه، بهمن‌ماه با ۴۷۲۱۹ مورد از ۳۵۰ ایستگاه بالاترین و آبان ماه با ۱۷۷۲۸ مورد از ۳۰۵ ایستگاه، پایین‌ترین حد را داشته است.

یکی از اهداف اصلی این پژوهش این بود که نقشه جدیدی از پهنه‌بندی دمای هوای سرد ارایه شود. برنامه ریزان و کاربران ارگان‌های مختلف در حال حاضر به داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌های هواشناسی بسنده می‌کنند درصورتی‌که

وجود باد با سرعت‌های متفاوت، دمای هوا (کمتر از ۵ درجه سلسیوس) را به‌طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. نقشه‌های پهنه‌بندی برای ماه‌های سرد سال (از آبان تا فروردین) ترسیم‌شده است و این اختلاف‌ها برای نقاط مختلف به‌خوبی نشان داده شده است. کمترین اختلاف بین دمای واقعی و سوز باد در ماه آبان به میزان ۳/۱ درجه سلسیوس و بیشترین اختلاف در ماه بهمن با ۴ درجه سلسیوس بوده است. بدیهی است این مقادیر برای بازه‌های زمانی کوتاه‌تر مثلاً روزانه می‌تواند با شدت بیشتری نشان داده شود.

منابع

۱- اینانلو، ح؛ و محمدی، ح. (۱۳۹۳): ارزیابی آسایش اقلیمی در مساکن روستایی شمال دشت قزوین با روش ET و شاخص PET. فصل‌نامه جغرافیایی سرزمین، ۱۱(۳): ۱۵-۲۶.

۲- حیدری، ح؛ و سعیدآبادی، ر.(۱۳۸۶): ناحیه بندی سوز باد در شمال‌غرب و غرب ایران. مجله پژوهش جغرافیایی. ۶۲: ۹۳-۱۰۷.
خوش‌اخلاق، ف. داودی، م. روستا، ا؛ و حقیقی ا. (۱۳۹۱): تحلیل همدیدی سرماهای شدید شمال خراسان. مجله پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۳(۹): ۱۲-۱.

۳- درویشی، ع. (۱۳۹۴): ارزیابی عدم آسایش اقلیمی بر اساس شاخص برودت باد (نمونه موردی قائم‌شهر، پل سفید و آلاشت). پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقلیم‌شناسی. دانشگاه مازندران.

۴- رسولی، ع ا؛ و عزیز زاده، م ر. (۱۳۸۵): مدل‌سازی مکانی پدیده سرمایش بادی در شمال‌غرب کشور. فصل‌نامه پژوهشی‌های جغرافیایی، ۸۰: ۳۱- ۵۰.

۵- زرافشان، ک؛ و مرادی، خ. (۱۳۹۱): آمار مقدماتی در SPSS: کاربرد و تفسیر نتایج. انتشارات دانشگاه رازی، ۳۶۶.

۶- سنجری، س.(۱۳۹۳): راهنمای ArcGIS10.2.2. انتشارات عابد، ۴۲۲.

۷- طاهری، ک، (۱۳۹۲): ارزیابی وضعیت آسایش اقلیمی شهرستان سقز با استفاده از شاخص‌های زیست‌اقلیمی. اولین همایش ملی گردشگری، جغرافیا و محیطزیست پایدار، همدان، پاییز ۱۳۹۲.

۸- قاسمی، ا ر. اسلامیان، س؛ و ناظم السادات، م ج. (۱۳۸۶): تأثیر سرمازایی باد بر میزان راحتی انسان در مناطق مختلف ایران. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان. ۲۴(۳): ۲۶-۱۳.

۹- فلاح قالهری، غ. میوانه، ف و شاکری، ف، (۱۳۹۴): ارزیابی آسایش حرارتی انسان با استفاده از شاخص جهانی اقلیم حرارتی، مطالعه موردی: استان کردستان. مجله سلامت و محیطزیست، ۸(۳): ۳۶۷-۳۷۸.

۱۰- کاویانی، م ر. (۱۳۸۰): میکروکلیماتولوژی. انتشارات سمت، ۴۵۰.

۱۱- مؤمنی، م. (۱۳۸۷): تحلیل آماری با استفاده از SPSS. انتشارات کتاب نو، ۳۰۰.

۱۲- هاشمی، م ن. کریمی، م؛ و زاوشی م. (۱۳۸۹): بررسی میزان دمای سوز باد در شهر اراک. چهارمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، تهران، اردیبهشت ۱۳۸۹.

13- Ahrens, C. D. (2002): Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate and Environment.7th Edition, West Publishing Company, New York, 536.

14- Bluestein, M. (2015): Basic Atmospheric Structure and Concepts | Wind Chill. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, 2(1): 7-11.

15- Brajkovic, D., and Duhamel, M B. (2006): Facial Cold Induced Vasodilation and Skin Temperature During Exposure to Cold wind. Eur. J. Appl. Physiol., 96: 711-721.

16- Chen Ching, T., Jing Nang L., and Chun Hong, S. (2008): Development of a Wind Forced Chiller and Its Efficiency Analysis, Applied Energy, 85:1190-1197
17- Ebrahim, F., Salehi Pak, m t. (2009): Analysis of Synoptic Patterns of Winter Frost in Iran. Journal of Geography and Expansion, 13:136-127.
18- Emmanuel, C. Christopher, B. Mathieu, P. Eric, F. and Peter, H. (2016): A New Proposal for Management of Severe Frostbite in the Austere Environment. Wilderness &Environment Medicinem, 27, 92–99.
19- Ghavidel R., khoshhal Dastjerdi, Y. (2010): Assessment on The Hard Winter Climate of Tabriz and Its Relationship With The Arctic Oscillation. Journal of Teach Science, 14 (1): 196-179.
20- Kessler, E. (2000): Proposed Wind Chill Indices. University of Oklahoma. USA.
21- Lutgens, F K. and Tar Buck, E. J. (1998): The Atmosphere, 7th Edition, Simon Schuster/ A Viacom Company Under Saddle River, New Jersey, 433.
22- Maurice, B. and Zecher, J. (2002): A New Approach to Accurate Wind Chill Factor. Defense Research and Development Canada, 521.
23- Oliver, J E. (1987): The Encyc Lopdia of Climatology. Van Nostr and Reinhold, New York. USA.
24- Shahrokhvandi, m. 2007. Normal Circulation of The Action Centers on Iran in Winter. Journal of Humanities, Esfahan University, 22(1): 93.
25- Van Dana, S. Anish S. and Kumari S. (2015): Analysis on Effect of Cold Stress in Bean Seeds (Pharsalus Vulgaris l). American Journal of Bio Science, 3(4): 145-166.
26- Willemsen, D. (2004): Wind Chill and Sailing: Wind Chill Forecast. http://www.sailng.com/windchill.html.