

تعیین شاخص سوز باد استان اصفهان بر اساس دمای کمینه

سعید رنجبر^۱، غلامعلی کامالی*^۲، هوشمند عطایی^۳، امیر گندمکار^۱

۱- گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

۲- گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران، دانشیار گروه هواشناسی، دانشگاه

آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. تهران. ایران

۳- دانشیار دانشگاه پیام نور. تهران. ایران

چکیده

آب و هوا تاثیر بسیار مهمی در حیات موجودات زنده کره زمین دارد. وزش باد با دما اثر تلفیقی احساس محیط را ایجاد می‌نماید، بطوریکه به کاهش دما همراه با باد، سوزباد و برعکس آن گرم باد اطلاق می‌شود. در این تحقیق سوزباد دمای کمینه در استان اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. دمای کمینه و سرعت وزش باد برای ۱۰ ایستگاه همدیدی استان طی دوره آماری ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۴ از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. نتایج نشان داد که مهر و اردیبهشت را می‌توان به ترتیب به عنوان ماه‌های شروع و پایان سوزباد در استان اصفهان در نظر گرفت. میانگین کاهش دمای کمینه به واسطه وزش باد به میزان ۴/۱ درجه سلسیوس در بهمن بوده است که بیشترین مقدار طی ماه‌های تحت مطالعه است. بیشترین و کمترین فراوانی وقوع سوزباد در استان به ترتیب به ایستگاه فرودگاه اصفهان با ۲۱۹۶ مورد و ایستگاه خورو بیابانک با ۲۲۸ مورد تعلق دارد. سوز باد در ماه دی بیشترین سطح استان را در بر می‌گیرد. بیشترین تاثیرگذاری باد بر روی دمای کمینه مربوط به مناطق مرکزی و غربی استان به ویژه ایستگاه‌های فرودگاه اصفهان، داران، اردستان و نائین بوده است.

کلمات کلیدی: سوز باد، دمای کمینه، ایستگاه همدیدی، باد، احساس محیطی

مقدمه

در زیست کره زمین، پارامترهای هواشناسی نقش بسیار مهمی در شکل گیری و اسکان موجودات زنده و محیط پیرامون دارند. دمای هوا یکی از عناصر مهم محیطی است و نیازهای دمائی و آستانه‌های مختلف آن برای رشد و نمو بسیاری از موجودات زنده مشخص شده است (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۶). دما پارامتری است که احساس آن توسط بدن انسان با تغییر کامل شرایط جوی تغییر می‌کند، دلیل این امر چگونگی تبادل حرارتی بدن با محیط اطراف است. بین سطح پوست بدن و محیط اطراف یک تبادل حرارتی پایدار وجود دارد. در یک روز سرد، یک لایه نازک از ملکول‌های گرم هوا اطراف پوست را پوشانده و از بدن در برابر هوای سرد محیط محافظت می‌کند (اهرنس^۲، ۲۰۰۲). زمانی که هوای اطراف بدن توسط باد جا به جا می‌شود لایه نازک هوا مجاور بدن تغییر یافته و بدن سرمای بیشتری را احساس می‌کند. این روند را با شاخص کمی به نام سرمای بادی یا سوز باد مطرح می‌کنند. واژه سرمای بادی نخستین بار در رساله دکتری سایپل در سال ۱۹۳۹ تحت عنوان سازگاری مکتشفان قطب جنوب با هوای سرد مطرح شد. بعدها نامبرده و همکارانش در جهت کمی کردن و محاسبه مقادیر سرمای بادی تحقیقات بیشتری انجام دادند و بر مبنای آن شاخصی را ارایه دادند (الیور^۳، ۱۹۸۷). این شاخص قدرت سرمازایی باد را به یک معادل دمایی در یک روز آرام (سرعت باد کمتر یا مساوی ۶/۴ کیلومتر بر ساعت) تبدیل می‌کند (لاتچنس^۴ و تاربوک^۵، ۱۹۹۸). همانطوریکه اشاره شد سوز باد در اثر وزش باد در دماهای پائین ایجاد می‌شود و هر چه سرعت وزش باد بیشتر و دما پائین‌تر باشد شدت سوز باد و اثرات آن بر موجودات زنده بیشتر است (رسولی و عزیززاده، ۱۳۸۵). اهمیت شاخص سوز باد^۶ WCT در این است که می‌تواند بعنوان یک معیار مناسب برای چگونگی لباس پوشش یا استفاده بهینه انرژی در هوای سرد مورد استفاده قرار گیرد (خوش اخلاق و همکاران، ۱۳۹۱). میزان احساس کاهش دما همراه با وزش باد می‌تواند در اخذ تصمیمات کلان جامعه به منظور طراحی

شهری و توزیع عادلانه و بهینه‌تر سوخت، کمک کند. سوزباده‌ها بعنوان یکی از مخاطرات طبیعی همه ساله بخش‌هایی از کشور رات حت تاثیر قرار داده و موجب بروز مشکلاتی می‌گردد (علیجانی، ۱۳۸۷) در نتیجه، مطالعه سرماهای شدید همراه با باد یکی از مهمترین مقوله‌های تحقیقات منطقه‌ای بحساب می‌آید. روش دمای معادل یکی از روش‌های کاربردی در تعیین مشخصه‌های هوای سرد می‌باشد. این روش بر مبنای سرمای بادی (سوزباد) طراحی شده است (کسلر^۷، ۲۰۰۰). از طریق این روش امکان محاسبه کاهش مقادیر گرما در مقیاس کیلو کالری در واحد سطح در هر ساعت با توجه به سرعت وزش باد (متر بر ثانیه) و دمای هوا (سلسیوس) وجود دارد. در سال ۲۰۰۲ بیشترین تحقیقات در جهت شناسایی و پایش پدیده سوز باد توسط اداره هواشناسی کانادا صورت پذیرفت. بسیاری از محققین بر این عقیده‌اند که استفاده از این شاخص جهت حفظ سلامتی انسان در هوای سرد کافی می‌باشد. برای نمونه سازمان هواشناسی بسیاری از کشورها با استفاده از رسانه‌های عمومی و سایتهای اینترنتی، بطور مرتب مقدار سرمازایی باد (سوز باد) را جهت انتخاب و پوشش و لباس‌های گرم در اختیار مردم قرار می‌دهد. همچنین ارتش آمریکا از این شاخص جهت توسعه و بهبود تولید لباس‌های گرم نظامی برای سربازان استفاده می‌کند (ویلسمن^۸، ۲۰۰۴). بلوستین (۲۰۱۵) تاریخچه‌ای از چگونگی توسعه ابتدایی WCT و اینکه چه نقص‌هایی در آن تحقیقات وجود داشت را بررسی کرد.

سرمازایی کاربردهای وسیعی از جمله در کشاورزی دارد بطور نمونه (واندانا و همکاران، ۲۰۱۵) بر روی خصوصیات فیزولوژیکی دانه لوبیا در دماهای مختلف تحقیق نمودند که نتیجه گرفتند که خصوصیات دانه لوبیا در دمای کمتر از ۱۹- از جمله تنفس، جوانه زنی، آمیلاز و کاتالاز به شدت کاهش می‌یابد. همچنین در کاربردی دیگر در علوم پزشکی، (امانئول و همکاران، ۲۰۱۶) دستورالعملی جهت کاهش قطع عضو در سرمازدگی شدید در شرایط سخت ارائه نمودند. با استفاده از داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های شمال غرب کشور، مدل سازی مکانی پدیده سرمای بادی در این مناطق صورت

6 Wind Chill Temperature

7 Kessler

8 Willemsen

2 Ahrens

3 Oliver

4 Lutgens

5 Tarbuck

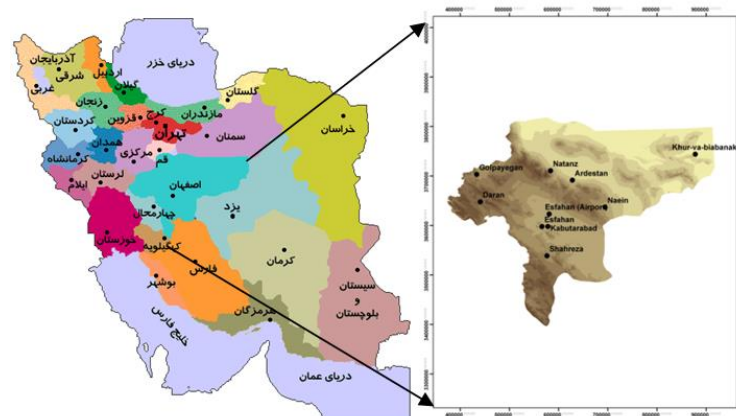
داند و ایشان نتیجه گرفتند که رابطه معنی دار و مثبتی بین ارتفاع و عرض جغرافیایی با سرمایش بادی وجود دارد. (قاسمی، ۱۳۸۶) تاثیر سرمایشی باد بر میزان راحتی انسان در ۲۲ ایستگاه همدیدی مختلف ایران مورد مطالعه قرار داد. نتیجه این بود که از اواسط دی تا اوایل اسفند کاهش دما به بیشترین مقدار خود می رسد و این کاهش بیشتر در ایستگاه های نیمه غربی کشور رخ می دهد. (حیدری و سعید آبادی، ۱۳۸۶) سوزباد را در شمال و شمال غرب کشور ناحیه بندی کردند. این مناطق به چهار دسته (ناحیه سوزباد کم شدت، سوزباد شدید، خیلی شدید و فاقد سوزباد) تقسیم شدند. (هاشمی و همکاران، ۱۳۸۹) میزان دمای سوزباد را در شهر اراک مورد بررسی قرار دادند. ایشان به نتیجه رسیدند که دمای ۱۵- درجه همراه با سرعت باد ۳ متر بر ثانیه به ۲۲- درجه سلسیوس کاهش می یابد. در تحقیق (خوش اخلاق و همکاران، ۱۳۹۰) سرماهای شدید شمال خراسان را مورد بررسی قرار گرفت و ایشان با استفاده از رابطه سوزباد روز های دارای سرمای شدید مشخص نمودند. نتایج نشان داد که در ۷۰ درصد موارد، سامانه بندالی و در بقیه موارد ناه عمیق روی شمال ایران عامل فرارفت سرمای شدید به شمال خراسان بوده است. (طاهری، ۱۳۹۲) وضعیت آسایش اقلیمی سقر را مورد مطالعه قرار داد و بیان داشت که شاخص بیکر در ماه های سرد وضعیت اقلیمی منطقه را بهتر نشان می دهد و ماه های ژانویه و فوریه از لحاظ اقلیمی وضعیت بسیار سردی را دارند و وضعیت آسایش در پایین ترین حالت قرار دارد. (اینالو و محمدی، ۱۳۹۳) در تحقیقی به ارزیابی آسایش اقلیمی در مسکن روستای شمال دشت قزوین پرداختند و به نتیجه رسیدند که در ماه های سرد (دی و بهمن ماه) سال دمای

داند و ایشان نتیجه گرفتند که رابطه معنی دار و مثبتی بین ارتفاع و عرض جغرافیایی با سرمایش بادی وجود دارد. (قاسمی، ۱۳۸۶) تاثیر سرمایشی باد بر میزان راحتی انسان در ۲۲ ایستگاه همدیدی مختلف ایران مورد مطالعه قرار داد. نتیجه این بود که از اواسط دی تا اوایل اسفند کاهش دما به بیشترین مقدار خود می رسد و این کاهش بیشتر در ایستگاه های نیمه غربی کشور رخ می دهد. (حیدری و سعید آبادی، ۱۳۸۶) سوزباد را در شمال و شمال غرب کشور ناحیه بندی کردند. این مناطق به چهار دسته (ناحیه سوزباد کم شدت، سوزباد شدید، خیلی شدید و فاقد سوزباد) تقسیم شدند. (هاشمی و همکاران، ۱۳۸۹) میزان دمای سوزباد را در شهر اراک مورد بررسی قرار دادند. ایشان به نتیجه رسیدند که دمای ۱۵- درجه همراه با سرعت باد ۳ متر بر ثانیه به ۲۲- درجه سلسیوس کاهش می یابد. در تحقیق (خوش اخلاق و همکاران، ۱۳۹۰) سرماهای شدید شمال خراسان را مورد بررسی قرار گرفت و ایشان با استفاده از رابطه سوزباد روز های دارای سرمای شدید مشخص نمودند. نتایج نشان داد که در ۷۰ درصد موارد، سامانه بندالی و در بقیه موارد ناه عمیق روی شمال ایران عامل فرارفت سرمای شدید به شمال خراسان بوده است. (طاهری، ۱۳۹۲) وضعیت آسایش اقلیمی سقر را مورد مطالعه قرار داد و بیان داشت که شاخص بیکر در ماه های سرد وضعیت اقلیمی منطقه را بهتر نشان می دهد و ماه های ژانویه و فوریه از لحاظ اقلیمی وضعیت بسیار سردی را دارند و وضعیت آسایش در پایین ترین حالت قرار دارد. (اینالو و محمدی، ۱۳۹۳) در تحقیقی به ارزیابی آسایش اقلیمی در مسکن روستای شمال دشت قزوین پرداختند و به نتیجه رسیدند که در ماه های سرد (دی و بهمن ماه) سال دمای

مواد و روش ها

منطقه مطالعاتی و داده های مورد استفاده

این تحقیق در خصوص تعیین دمای احساسی بر اساس شاخص سوزباد در استان اصفهان صورت گرفته است. استان اصفهان با مساحتی حدود ۱۰۵۹۳۷ کیلومتر مربع بین ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی خط استوا و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی نصف النهار گرینویچ قرار دارد. استان اصفهان به دو بخش مرتفع (غربی و مرکزی) و کم ارتفاع یا پست (شرق استان) تقسیم می گردد. ایستگاه داران با ارتفاع ۲۲۹۰ متر مرتفع ترین و ایستگاه خور بیابانک با ارتفاع ۸۴۰ متر کم ارتفاع ترین ایستگاههای استان اصفهان هستند. رشته کوه های زاگرس نقش موثری در تغییرات و نوسانات دما در این استان بر عهده دارند. شکل ۱ موقعیت استان اصفهان را نشان می دهد.



شکل ۱- موقعیت و ایستگاه های سینوپتیک هواشناسی استفاده شده استان اصفهان

در رابطه ۱: V: سرعت باد بر حسب (km/hr) T: دمای هوا بر حسب C به منظور انجام محاسبات از جمله میانگین گیری پارامترهای مربوطه، برازش داده ها، رسم نمودارها، همبستگی و معنیداری همبستگی ها، تعیین روابط بین ارتفاع و پارامترهای دمای کمینه و سوزباد متناظر آن از نرم افزارهای آماری SPSS و Excel استفاده شد. در ادامه به منظور ترسیم نقشه های دما و سوزباد با دقت بالا، نقشه های هم ارتفاع (DEM) استان اصفهان از نرم افزار GlobalMapper 13 استخراج گردید. در ادامه نیز جهت رسم نقشه های پهنه بندی سوزباد در استان اصفهان در گام اول همبستگی بین دما و سوزباد با ارتفاع مشخص گردید. سپس با توجه به همبستگی بین پارامترهای مذکور و ارتفاع، بهترین رابطه بین آنها مشخص گردید و در نهایت با استفاده از معادلات حاصله و توسط نرم افزار ArcGIS لایه های پهنه بندی شده دمای کمینه و سوزباد استان اصفهان ترسیم شد.

نتایج و بحث

با بررسی های انجام شده، نتایج نشان داد که سوز باد در استان اصفهان از مهرماه آغاز می گردد، در این ماه اولین دماهای زیر ۵ درجه سلسیوس رخ می دهد. طی ۲۳ سال دوره آماری تحت مطالعه، ایستگاه همدیدی فرودگاه اصفهان با ۲۱۹۶ مورد وقوع سوز باد، بیشترین فراوانی را دارا بوده است که در این دوره آماری، در ۱ مهرماه ۱۳۹۰ اولین سوز باد اتفاق افتاده است. جدول ۱ فراوانی وقوع سوز باد را در استان اصفهان نشان می دهد.

بر اساس آمار ایستگاه همدیدی شهر اصفهان (دوره آماری ۱۳۷۲-۱۳۹۴) در سال ۱۳۷۳، دمای بیشینه ۴۰/۶، دمای کمینه ۶/۱۰- و میانگین دمای سالانه ۷/۱۶ درجه سلسیوس ثبت شده است. تعداد روزهای یخبندان استان ۷۶ روز و متوسط میزان بارندگی سالانه آن ۱۱۶/۹ میلی متر است. بادهایی که در استان اصفهان می وزند عموماً بادهای غربی و جنوب غربی است. وزش بادهای جنوب غربی زمان خاصی ندارد و این بادهای در اغلب ایام سال می وزند اما بادهای غربی معمولاً در دو موقع از سال، یکی از نیمه اسفند تا نیمه اردیبهشت و دیگری از اوایل شهریور تا اواسط مهر می وزند. جهت انجام این تحقیق از داده های دمای کمینه (کمتر از ۵ درجه) و سرعت های باد متناظر با دمای کمینه در دوره آماری ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۴ از بانک اطلاعاتی سازمان هواشناسی کشور استفاده شده است. نظر به این که تاثیر باد بر روی دماهای پایین و هوای سرد مد نظر است آستانه ۵ درجه سلسیوس لحاظ شده است. بدیهی است برای تهیه نقشه های پهنه بندی، میانگین ماهانه پارامترهای یاد شده لحاظ شده است.

روش مورد استفاده

جهت محاسبه شاخص سوزباد (WCT) از رابطه ۱ در این مقاله استفاده شده است. (اهرنس ۲۰۰۲):

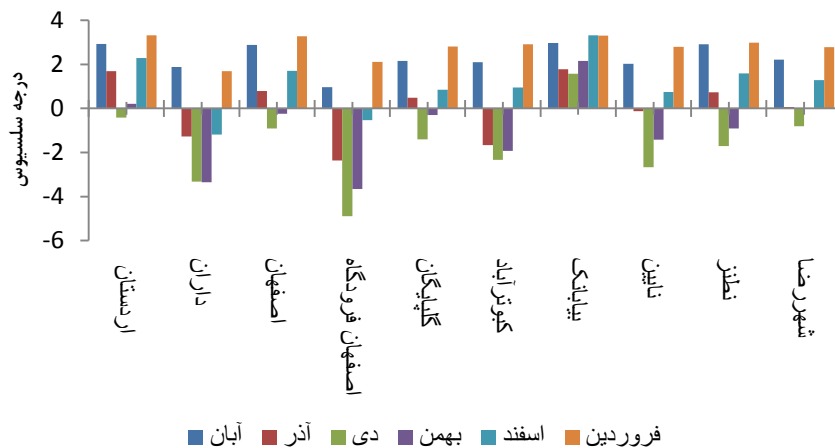
$$WCT = 13.12 + 0.6215 T - 11.37 V^{0.16} + 0.3965 T V^{0.16} \quad (1)$$

جدول ۱- فراوانی وقوع سوز باد طی دوره آماری ۲۳ ساله (۱۳۷۲-۱۳۹۴) در ایستگاه های همدیدی مورد مطالعه استان اصفهان

نام ایستگاه	اردستان	داران	اصفهان	اصفهان فرودگاه	گلپایگان	کبوترآباد	بیابانک	نابین	نطنز	شهرضا
ماه	فراوانی وقوع	فراوانی وقوع	فراوانی وقوع	فراوانی وقوع	فراوانی وقوع	فراوانی وقوع	فراوانی وقوع	فراوانی وقوع	فراوانی وقوع	فراوانی وقوع
فروردین	۴۱	۹۰	۳۴	۲۴۴	۵۹	۳۲	۷	۱۱۲	۵۸	۵۱
اردیبهشت	۰	۱۱	۰	۱۸	۵	۰	۰	۰	۱	۴
خرداد	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
تیر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
مرداد	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
شهریور	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
مهر	۰	۵	۰	۴۷	۱	۱	۰	۱۲	۱	۱۰
آبان	۷۲	۴۷	۲۰	۳۰۶	۳۰	۲۰	۸	۱۹۳	۷۲	۴۵
آذر	۴۰	۶۹	۶۱	۳۹۳	۷۹	۳۷	۳۹	۳۸۷	۳۰۴	۲۱
دی	۴۷	۷۷	۹۳	۳۹۵	۸۴	۴۴	۶۴	۴۳۲	۳۶۵	۱۲۸
بهمن	۴۵	۱۲۹	۱۳۴	۴۳۱	۱۳۰	۷۲	۷۸	۴۲۰	۳۶۵	۱۸۳
اسفند	۳۷	۱۳۱	۱۰۵	۳۶۲	۱۴۲	۸۰	۳۲	۳۴۴	۱۹۵	۱۳۵
جمع	۱۵۳۲	۵۵۹	۴۴۷	۲۱۹۶	۵۳۰	۲۸۶	۲۲۸	۱۹۰۰	۱۰۶۱	۶۷۷

اردیبهشت در محاسبات صرف نظر شده است و مورد بحث و بررسی قرار نمی‌گیرند. در نتیجه برای ماه‌های فروردین، آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند مطالعه صورت گرفته است. شکل ۲ نوسانات متوسط دراز مدت دمای کمینه ماهانه کمتر از ۵ درجه سلسیوس را نشان می‌دهد. خوش اخلاق و همکاران (۱۳۹۱) نیز بر اساس داده‌های دمای هوا و سرعت باد و با استفاده از دمای سوزباد روزهای دارای سرمای شدید را در خراسان شمالی بدست آوردند و نتیجه گرفتند بیشترین فراوانی‌های وقوع سوزباد، در ماه‌های ژانویه و فوریه است. در این استان، ایستگاه قوچان با ۶۱۷ مورد، بیشترین فراوانی وقوع سرمای شدید را داشته است.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد، کمترین وقوع سوزباد مربوط به ایستگاه خور بیابانک به تعداد ۲۲۸ طی ۲۳ سال (۸۳۹۵ روز) می‌باشد. در نتیجه بطور متوسط طی این دوره هر ۳۷ روز یک بار سوز باد رخ داده است. همان‌طور که از جدول مشخص است بیشترین وقوع سوزباد در بهمن ماه به تعداد ۲۲۵۷ و کمترین آن در اردیبهشت ماه به تعداد ۳۹ مورد تعیین شده است. در ایستگاه نائین و در دی ماه ۴۳۲ بار سوز باد رخ داده است و این مقدار بیشترین وقوع یک ماه را نشان می‌دهد. باید به این نکته توجه گردد که می‌توان مهر ماه را به عنوان شروع و اردیبهشت را به عنوان پایان سوزباد تلقی کرد لیکن به دلیل کم بودن فراوانی وقوع سوزباد نسبت به سایر ماه‌های تحت مطالعه، از دخالت دادن مهر و



شکل ۲- متوسط دراز مدت دمای کمینه ماهانه کمتر از ۵ درجه سلسیوس در ایستگاه‌های همدیدی مورد مطالعه در استان اصفهان

سلسیوس) و سوزباد محاسبه شده را برای هر ایستگاه در ماه‌های مختلف نشان می‌دهد.

آبان ماه

همان‌طور که در جدول ۱ آمده است در ماه آبان و در تمامی ایستگاهها وقوع سوز باد طی ۲۳ سال تحت مطالعه گزارش شده است. مطابق جدول ۲، میانگین دمای کمینه در این ماه در ایستگاه‌های استان ۲/۳ درجه سلسیوس است. کمترین دما در این ماه مربوط به ایستگاه فرودگاه اصفهان به میزان ۱ درجه سلسیوس و بیشترین آن مربوط به ایستگاه خور بیابانک به میزان ۳ درجه سلسیوس می‌باشد. کاهش دما و افزایش سرعت باد در این ماه موجب وقوع سوزباد در تمام ایستگاههای استان شده است بطوریکه میانگین سوز باد در

همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، متوسط دما از یک الگوی کاهش و افزایش پیروی می‌کند. دما از آبان ماه شروع به کاهش و در دی ماه به حداقل می‌رسد و دوباره از بهمن ماه شروع به افزایش می‌کند. دماهای زیر صفر عموماً در دی ماه و در برخی از ایستگاه‌ها مانند داران و فرودگاه اصفهان در ماه آذر به وقوع می‌پیوندند. کمترین دماها بیشتر در مناطق کوهستانی مانند داران رخ می‌دهد. تنها ایستگاه خور بیابانک است که در طول ماه‌های آبان لغایت آذر میانگین دمای کمینه آن منفی نبوده است. در نواحی شرقی استان به دلیل گسترش بیابان‌ها و وجود سیستم‌های کم فشار حرارتی، دما افزایش می‌یابد. در این مقاله به بررسی وقوع پدیده سوز باد به صورت ماهانه پرداخته می‌شود (برای ماه‌هایی که در تمام ایستگاهها سوزباد رخ داده است). جدول ۲ دمای کمینه (کمتر از ۵ درجه

این ماه ۰/۸- درجه محاسبه گردیده است و در نتیجه وزش باد در این ماه موجب کاهش ۳/۱ درجه سلسیوس دما در استان اصفهان شده است.

آذر ماه:

بر اساس جدول ۱، بیشترین رخداد سوز باد در این ماه در طول دوره آماری، ایستگاه فرودگاه اصفهان با ۳۹۳ مورد (بطور تقریب هر ۲ روز یک بار) و کمترین آن با ۳۷ بار در ایستگاه کبوتر آباد (بطور تقریب هر ۲۰ روز یک بار سوز باد) بوده است. مطابق جدول ۲، کمترین دمای کمینه نیز مربوط به فرودگاه اصفهان است که ۲/۴- درجه سلسیوس ثبت شده است. بالاترین دمای کمینه مربوط به خور بیابانک با ۱/۸ درجه سلسیوس می‌باشد. پایین‌ترین عدد محاسبه شده با شاخص سوز باد، دمای ۶/۱- درجه سلسیوس مربوط به ایستگاه داران است. بطور کلی اثر باد بر روی کاهش دمای کمینه در ایستگاه اردستان بیشتر از سایر ایستگاهها بوده است و وزش باد موجب کاهش دمای ۴/۸ درجه سلسیوس دمای کمینه، گردیده است.

دی ماه:

این ماه شروع زمستان تقویمی در استان می‌باشد. بر اساس جدول ۱، ایستگاه فرودگاه اصفهان با ثبت ۳۹۵ مورد سوز باد بیشترین فراوانی وقوع سوز باد را در استان دارد. کمترین آن مربوط به ایستگاه کبوتر آباد است و در این ایستگاه ۴۴ مورد سوز باد ثبت شده است که بطور متوسط هر ۱۵ روز یک بار سوز باد رخ می‌دهد. در این ماه میانگین حداقل تمام ایستگاهها به جز ایستگاه خور بیابانک به زیر صفر می‌رود. دی ماه سردترین ماه سال در استان می‌باشد و دمای کمینه روند نزولی دارد و به کمترین مقدار خود رسیده است. که این روند در شکل ۳ بخوبی نشان داده شده است. مطابق جدول ۲، میانگین دمای سوز باد در این ماه ۵/۶- درجه است. کمترین دمای سوز باد در دی ماه ۹- درجه سلسیوس می‌باشد که مربوط به ایستگاه فرودگاه اصفهان است و بیشترین دمای سوز باد در این ماه در ایستگاه خور بیابانک به میزان ۱- درجه سلسیوس محاسبه شده است و سوز باد در کلیه ایستگاههای استان همچنان زیر صفر است. در نتیجه باد موجب شده است که بطور میانگین دمای احساسی ۴ درجه سلسیوس کاهش پیدا

کند. بیشترین اختلاف بین دمای کمینه و دمای کمینه احساسی (سوزباد) ۵ درجه سلسیوس در ایستگاه داران ثبت شده است. (هاشمی و همکاران، ۱۳۸۹) در مطالعه‌ای سرمایه‌ی بادی (سوزباد) را در شهر اراک محاسبه نمودند. ایشان نتیجه گرفتند که دمای ۱۵- اندازه‌گیری شده در ایستگاه همدیدی این شهر با سرعت باد ۳ متر بر ثانیه به حدود ۲۲- درجه (دمای احساسی) می‌رسد. (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۶) بیان نمود که در ایستگاههای شمال غربی ایران به واسطه وزش باد دمای احساسی، تا ۳ درجه (ایستگاه تبریز) در ماه ژانویه کاهش پیدا می‌کند. (طاهری، ۱۳۹۲) نیز ماههای ژانویه و فوریه را به عنوان تنش زاترین ماههای در سقز معرفی نمودند.

بهمن ماه:

این ماه نیز جزء ماههای سرد سال در استان می‌باشد. بر اساس جدول ۱، فراوانی وقوع سوزباد در این ماه در استان ۲۲۵۷ مورد ثبت شده است که بیشتر از سایر ماهها می‌باشد. در این ماه در ایستگاه فرودگاه اصفهان ۴۳۱ مورد سوز باد محاسبه شده است که از سایر ایستگاهها بیشتر است. کمترین آن با تعداد ۷۲ مورد مربوط به ایستگاه کبوتر آباد است. مطابق جدول ۲، به جزء ایستگاههای شهرضا، خور بیابانک و اردستان میانگین دمای کمینه کمتر از صفر است. میانگین دمای کمینه در این ماه ۰/۸- و میانگین دمای سوز باد در این ماه ۴/۹- درجه سلسیوس است. نکته مورد توجه این است که میانگین حداقل دما نسبت به دی ماه ۰/۸ درجه گرمتر شده است ولی فراوانی وقوع در این ماه ۱۸۷ مورد بیشتر از ماه قبل بوده است و همچنین دمای کمینه تعدادی از ایستگاهها بالاتر از صفر است ولی دمای سوزباد همه ایستگاهها کمتر از صفر است. این ماه بیشترین اختلاف بین دمای کمینه و سوز باد ثبت گردیده است. این اختلاف در بهمن ماه ۴/۱ درجه سلسیوس است. دمای احساسی در ایستگاه داران ۵/۶ درجه سلسیوس سردتر از دمای کمینه و اندازه‌گیری شده می‌باشد. روند دمای کمینه و سوز باد در این ماه صعودی است. این مطلب در شکل ۳ نشان داده شده است.

اسفند ماه:

بر اساس شکل ۳ روند افزایش دما در این ماه مشاهده می‌شود. بر اساس جدول ۱، میانگین وقوع سوز باد در این ماه

درجه سلسیوس سردترین و ایستگاه خورویبایانک با دمای ۳/۳ درجه سلسیوس گرمترین در این ماه بوده است. کمترین دمای سوز باد محاسبه شده در این ماه ۲/۳- درجه سلسیوس مربوط به ایستگاه داران و میانگین ماهانه سوز باد ۰/۴ درجه سلسیوس است.

نکته قابل توجه در این بررسی این است که دو ایستگاه اصفهان و فرودگاه اصفهان فقط ۳۳ کیلومتر از یکدیگر فاصله دارند ولی فراوانی وقوع سوز باد در ایستگاه فرودگاهی حدود ۵ برابر ایستگاه اصفهان که در نزدیک شهر قرار دارد، می باشد. دلیل این امر را می توان موقعیت مکانی ایستگاهها ذکر کرد. ایستگاه فرودگاهی در یک دشت وسیع و هموار قرار داد که باد با سرعت بیشتری در تمام ماهها مورد بررسی، در این ایستگاه می وزد. همچنین نزدیکی ایستگاه اصفهان به شهر باعث شده است اثر جزیره حرارتی شهری بر روی دمای این ایستگاه اثر بگذارد و بطور میانگین دمای ایستگاه اصفهان ۲/۶ درجه گرمتر از ایستگاه فرودگاهی باشد. همان طور که می دانیم دو عامل دما و باد عوامل اصلی وقوع سوز باد می باشند در نتیجه دمای سوز باد در ایستگاه فرودگاه اصفهان ۳/۳ درجه سردتر از ایستگاه شهری اصفهان می باشد. (طاهری، ۱۳۹۲) و (فلاح قاهره و همکاران، ۱۳۹۴) ماه های دسامبر، ژانویه و فوریه به عنوان بحرانی ترین ماه های وقوع سوزباد را در استان کردستان مشخص نمودند. این مطلب تایید کننده نتایج بدست آمده این مقاله در استان اصفهان می باشد.

۱۷۶۳ مورد می باشد که ۴۳۳ مورد کمتر از بهمن ماه است. ایستگاه فرودگاهی اصفهان با ۳۶۲ مورد و ایستگاه خورویبایانک با ۳۲ مورد به ترتیب بیشترین و کمترین وقوع سوز باد را در این ماه داشته اند. مطابق جدول ۲، فقط ایستگاه های داران و فرودگاه اصفهان دارای میانگین حداقل دمای کمتر از صفر درجه می باشند. میانگین دمای این ماه ۱/۲ درجه سلسیوس است. میانگین سوز باد ۲/۴- درجه سلسیوس محاسبه شده است ولی به جز ایستگاه خورویبایانک (با دمای سوز باد ۰/۹ درجه سلسیوس) همچنان بقیه ایستگاههای دمای احساسی زیر صفر را دارند و میتوان گفت که همچنان زمستان بر منطقه حاکم است.

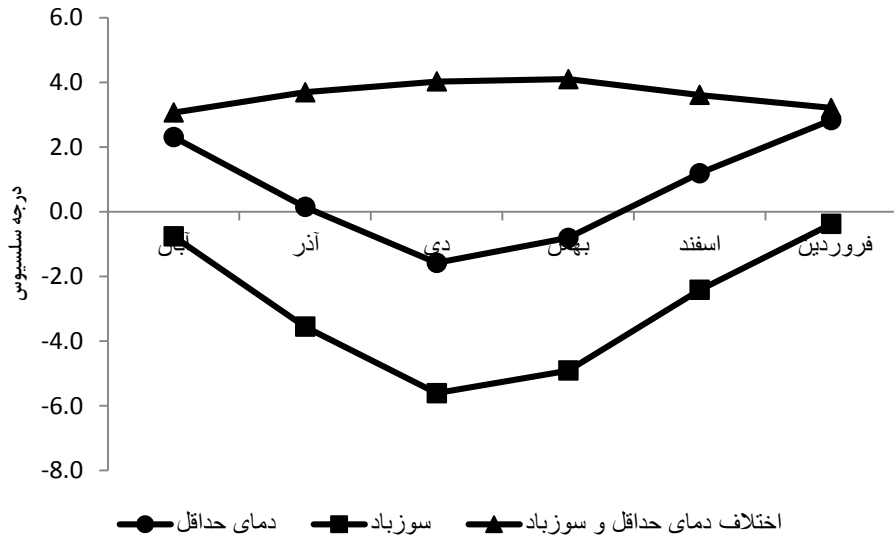
فروردین ماه :

در این مقاله ماه فروردین به عنوان ماه پایانی وقوع سوز باد در استان در نظر گرفته شده است. بر اساس جدول ۱، فراوانی وقوع سوز باد در این ماه ۷۲۸ مورد است که ۱۰۳۵ مورد کمتر از ماه اسفند است. یعنی تعداد سوز بادهای رخ داده، حدود ۶۱ درصد در طول یک ماه کاهش پیدا کرده است. همچنان ایستگاه فرودگاه اصفهان با ۲۴۴ مورد سوز باد در طول این ماه بیشترین فراوانی وقوع را دارد و ایستگاه خورویبایانک فقط ۷ مورد محاسبه گردیده است. مطابق جدول ۲، در این ماه میانگین دمای کمینه تمام ایستگاه های استان به بالاتر از صفر می رسد. ایستگاه داران با دمای ۱/۷

جدول ۲: دمای کمینه کمتر از ۵ درجه سلسیوس و سوزباد محاسبه شده ماهیانه در ایستگاه های همدیدی استان اصفهان

نام ایستگاه	آبان		آذر		دی		بهمن		اسفند		فروردین	
	دمای کمینه	سوزباد	دمای کمینه	سوزباد	دمای کمینه	سوزباد	دمای کمینه	سوزباد	دمای کمینه	سوزباد		
اردستان	۲،۹	-۱،۲	۱،۷	-۲،۵	-۰،۴	-۵،۲	۰،۲	-۴،۶	۲،۳	-۲،۰	۳،۳	-۰،۵
داران	۱،۹	-۱،۵	-۱،۳	-۶،۱	-۳،۳	-۸،۴	-۳،۴	-۸،۹	-۱،۲	-۵،۹	۱،۷	-۲،۳
اصفهان	۲،۹	۰،۶	۰،۸	-۲،۲	-۰،۹	-۴،۲	-۰،۲	-۳،۴	-۱،۷	-۱،۳	۳،۳	۰،۸
اصفهان(فرودگاه)	۱،۰	-۲،۰	-۲،۴	-۵،۹	-۴،۹	-۹،۰	-۳،۷	-۷،۷	-۰،۵	-۴،۱	۲،۱	-۰،۹
گلپایگان	۲،۲	-۱،۲	۰،۵	-۳،۹	-۱،۴	-۶،۰	-۰،۳	-۵،۱	۰،۸	-۳،۵	۲،۸	-۱،۰
کیوتراآباد	۲،۱	-۰،۸	-۱،۷	-۵،۱	-۲،۳	-۵،۸	-۱،۹	-۵،۸	۰،۹	-۲،۵	۲،۹	-۰،۱
بیابانک	۳،۰	۰،۹	۱،۸	-۱،۰	۱،۶	-۱،۰	۲،۱	-۰،۷	۳،۳	۰،۹	۳،۳	۰،۸

۲,۰	-۱,۹	-۰,۱	-۴,۴	-۲,۷	-۷,۵	-۱,۴	-۵,۹	۰,۷	-۳,۳	۲,۸	-۰,۹	نایین
۲,۹	۰,۳	۰,۷	-۲,۳	-۱,۷	-۵,۳	-۰,۹	-۴,۶	۱,۶	-۱,۵	۳,۰	۰,۲	نطنز
۲,۲	-۰,۷	۰,۱	-۳,۷	-۰,۸	-۵,۰	۰,۰	-۴,۲	۱,۳	-۲,۴	۲,۸	-۰,۲	شهرضا
2.3	-۰,۸	۰,۱	-۳,۶	-۱,۶	-۵,۶	-۰,۸	-۴,۹	۱,۲	-۲,۴	۲,۸	-۰,۴	میانگین



شکل ۳- تغییرات دمای کمینه و سوزباد طی ماه های مختلف در استان اصفهان

پهنه بندی سوزباد

جهت رسم نقشه های پهنه بندی سوزباد در استان اصفهان در گام اول همبستگی بین دما و سوزباد با ارتفاع مشخص گردید. جدول ۳ ضرایب همبستگی بین پارامترهای دما و سوزباد را با ارتفاع نشان می دهد. با توجه به این جدول بیشترین همبستگی مربوط به ماه اسفند کمترین آن مربوط به ماه دی می باشد. رسولی و عزیززاده (۱۳۸۵) بیان داشتند که همبستگی بین ارتفاع و سرمایش بادی در شمال غرب ایران حداکثر ۰/۸۴ است. قاله‌ری و همکاران (۱۳۹۴) رابطه همبستگی بین شاخص حرارتی UTCI و ارتفاع را در استان کردستان مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که بیشترین

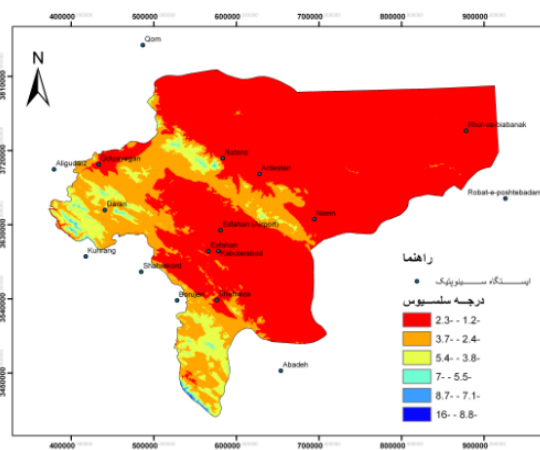
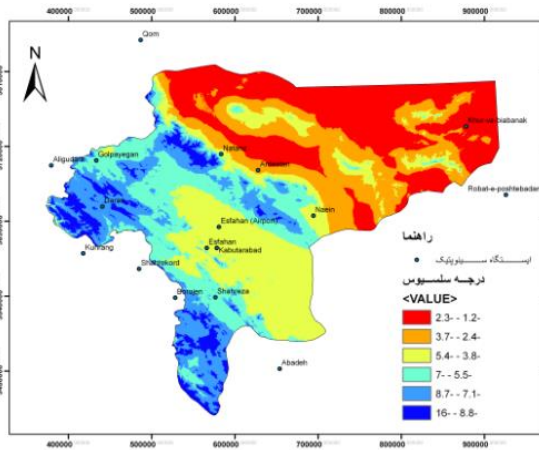
همبستگی بین این شاخص و ارتفاع در ماه های نوامبر و دسامبر به میزان ۰/۹۶- است. سپس با توجه به همبستگی بین پارامترهای مذکور و ارتفاع، رابطه خطی بین این پارامترها بدست آمد. در ادامه به منظور درک بهتر تاثیر باد بر روی کاهش دمای کمینه و وقوع سوز باد بطور نمونه نقشه های پهنه بندی سوز باد برای استان اصفهان در ماه های سرد دی و بهمن بر اساس ارتفاع (نقشه DEM) رسم گردید. جهت تهیه نقشه های هماهنگ (لحاظ دسته بندی) نقشه های دمای کمینه بر اساس دسته بندی نقشه های سوز باد ترسیم شده اند. قاله‌ری و همکاران (۱۳۹۴) پهنه بندی شاخص حرارتی UTCI را نسبت به ارتفاع با استفاده از نقشه های DEM استان کردستان رسم نمودند.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین پارامترهای دما و سوزباد با ارتفاع

فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	
۰/۵۴	۰/۷۴	۰/۵۵	۰/۳۳	۰/۴۴	۰/۳۵	همبستگی بین دمای کمینه و ارتفاع
۰/۶۴	۰/۷۵	۰/۶۱	۰/۴۳	۰/۶۴	۰/۴۴	همبستگی بین سوزباد و ارتفاع

در شکل های ۴ و ۵، پهنه بندی دمای کمینه و شاخص سوزباد برای دی و بهمن ماه نشان داده شده است. این دو ماه به عنوان سردترین ماه‌های سال مورد بررسی قرار گرفته است. همان طور که در شکل ۴ الف دیده می‌شود، دمای کمینه در اکثر استان بین ۱/۲- تا ۸/۷- درجه سلسیوس می باشد. در نقشه دمای کمینه دی ماه، ۵ رده بندی دیده می‌شود. اما در شکل ۴ ب، به خوبی می‌توان تاثیر وزش باد در کاهش دما را مشاهده نمود. در این شکل ۶ رده بندی دمایی، از ۱/۲- تا ۱۶- درجه سلسیوس وجود دارد. همچنین به جز مناطق شرقی استان سایر نقاط استان بیشتر تحت تاثیر وزش باد بوده است و این تاثیر در مناطق مرتفع استان بیشتر دیده می‌شود. برای مثال ایستگاه داران در محدوده ۲/۴- تا ۳/۷- درجه قرار

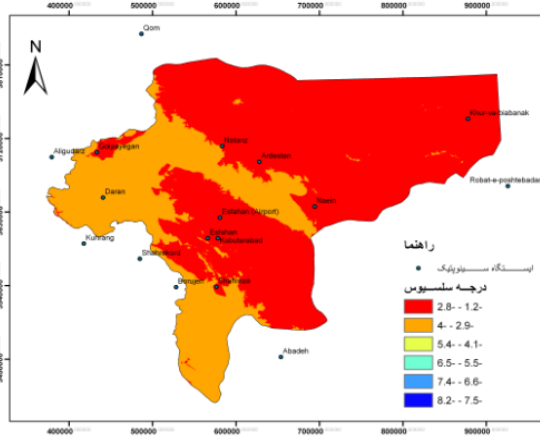
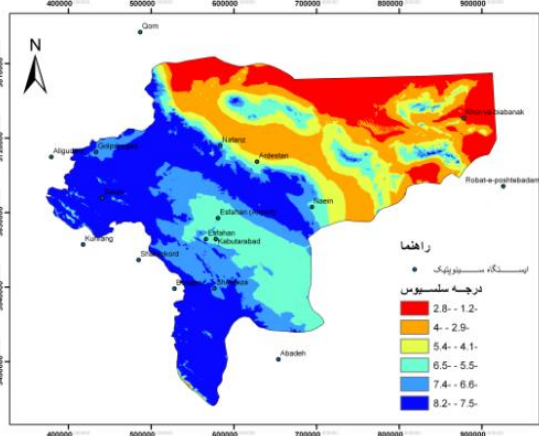
دارد اما بر اثر وزش باد، دمای احساسی آن (شاخص سوز باد) به دسته ۷/۱- تا ۸/۷- طبقه بندی می‌شود. این روند در ماه بهمن نیز مشاهده می‌شود. در شکل ۵ الف، دمای کمینه استان در بهمن ماه در دسته ۱/۲- تا ۴- درجه سلسیوس قرار می‌گیرد و سایر دماها در دسته های دیگر در نقشه مشاهده نمی‌شود، در این نقشه نیز ایستگاهی مانند داران که در نقشه دمای کمینه در دسته دوم قرار دارد با در نظر گرفتن تاثیر باد، دمای کمینه آن به دسته ۶ (۷/۵- تا ۸/۲-) کاهش می‌یابد. این مطلب در شکل ۵ ب، قابل مشاهده است. این روند در کلبه نقشه های دمای کمینه و سوز باد در استان دیده می‌شود. در نتیجه نقش باد در کاهش دمای کمینه، و وقوع سوز باد (دمای احساسی) را نمی‌توان نادیده گرفت.



ب) دمای سوزباد محاسبه شده

الف) دمای کمینه (کمتر از ۵ درجه)

شکل ۴- پهنه بندی دمای کمینه و سوزباد ماه دی در ایستگاه های مورد مطالعه استان اصفهان



الف) دمای کمینه (کمتر از ۵ درجه)

ب) دمای سوزباد محاسبه شده

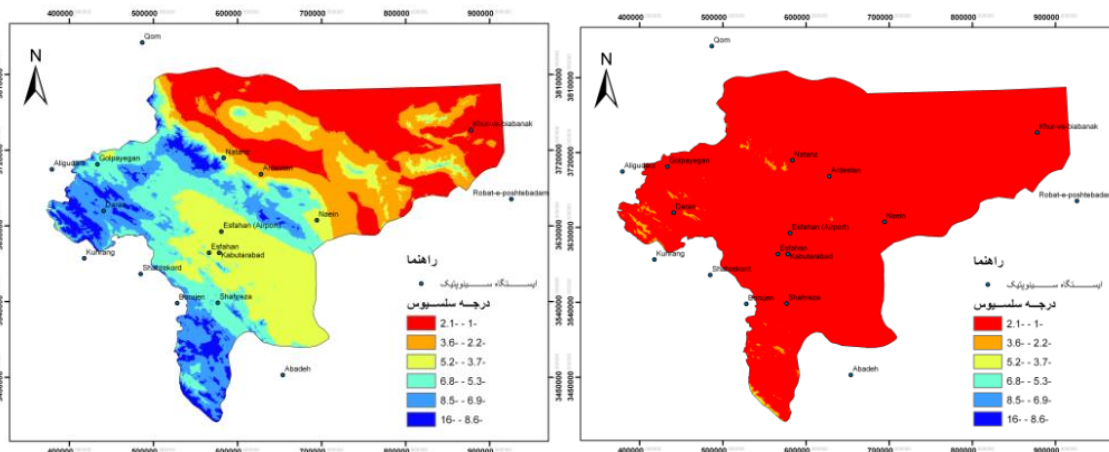
شکل ۵: پهنه بندی دمای کمینه و سوزباد ماه بهمن در ایستگاه های مورد مطالعه استان اصفهان

سلسیوس محاسبه می شود که $3/9$ درجه سردتر از دمای میانگین حداقل می باشد. (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۶) فصل زمستان را بحرانی ترین فصل در وقوع سوزباد معرفی و نتیجه گرفتند که شمال غرب ایران بیشترین کاهش دما را به لحاظ وزش باد (سوزباد) دارد. (رسولی و عزیز زاده، ۱۳۸۵) بیان داشتند که بیشترین کاهش دمای سوزباد در فصل زمستان، در شمال غرب ایران است و نواحی کوهستانی مانند سهند و سبلان را شدیدترین (تا -35 درجه سلسیوس) و نواحی جلگه ای و پست را با حداقل سرمایش بادی مشخص نمودند. این مطالب تایید کننده نتایج بدست آمده در استان اصفهان می باشد. (فلاح قاهره و همکاران، ۱۳۹۴) نیز نتیجه گرفتند که با افزایش ارتفاع در کردستان شدت سرما افزایش می یابد. شکل ۶، نقشه پهنه بندی دما و سوز باد استان بر اساس ارتفاع در فصل زمستان را نشان می دهد. این نقشه هم مانند نقشه های ماهیانه تاثیر باد را در کاهش دمای احساسی بخوبی نشان می دهد. بطور کلی هر چه ارتفاع ایستگاهها در استان افزایش می یابد میانگین سرعت باد نیز بیشتر می شود که این امر موجب کاهش هر چه بیشتر دمای کمینه در این ایستگاهها می گردد. روند کاهش دما به واسطه وزش باد مانند نقشه های ماهیانه در نقشه فصلی نیز دیده می شود. (فلاح قاهره و همکاران، ۱۳۹۴) نتیجه گرفتند که بیشترین تنش سرمایی در فصل زمستان و بخصوص ماه فوریه وجود دارد و این شرایط به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی، ارتفاع بلند منطقه، یورش توده های سرد در این فصل، و ورود باد های غربی می باشد. این مطلب نیز در راستای نتایج بدست آمده در استان اصفهان است.

طی شش ماهه آبان تا فروردین ماه تنها می توان فصل زمستان را به عنوان فصل تقویمی مورد بررسی قرار داد بنابراین این فصل بطور جداگانه مورد بررسی قرار می گیرد. اینالو و محمدی (۱۳۹۳) ماه دی را بحرانی ترین ماه در دشت قزوین معرفی نمودند و بیان کردند که فراوانی دماهای کمتر از 4 درجه در این ماه بیشتر از سایر ماه های دیگر است و در دسته خیلی سرد با تنش فیزیولوژیکی بسیار شدید قرار می گیرد. خوش اخلاق و همکاران (۱۳۹۱) بیان داشتند که در الگوی بندلی به واسطه وزش باد دمای کمینه بین 5 تا -10 متغیر می باشد. و وزش باد موجب ایجاد موج سرمایشی در خراسان شمالی می گردد.

فصل زمستان :

بر اساس جدول ۱، مجموع فراوانی وقوع سوز باد در ایستگاهها مورد بررسی استان 6029 مورد ثبت گردیده است. ایستگاه نائین با 1196 مورد، بیشترین و ایستگاه خورو بیابانک با 174 مورد کمترین فراوانی وقوع سوز باد را در این فصل به خود اختصاص داده اند. مطابق جدول ۲، میانگین دمای کمینه استان در این فصل $-0/4$ درجه سلسیوس ثبت شده است که $1/1$ درجه از میانگین حداقل استان در کل ماههای مورد بررسی این پروژه کمتر می باشد. سردترین ایستگاه فرودگاه اصفهان با میانگین دمای کمینه -3 و گرمترین آن ایستگاه خورو بیابانک با دمای $2/3$ درجه سلسیوس می باشند. سرعت باد بطور کلی موجب کاهش دما در این فصل گردیده است بطوریکه دمای میانگین سوز باد استان $-4/3$ درجه



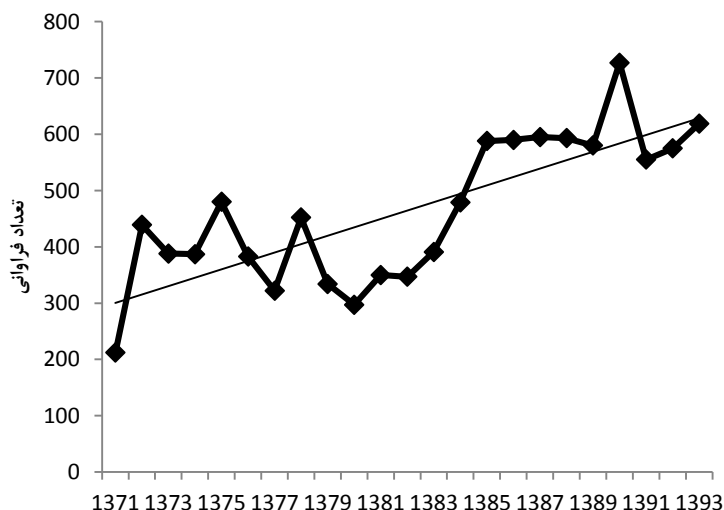
ب) دمای سوزباد محاسبه شده

الف) دمای حداقل کمتر از ۵ درجه

شکل ۶- پهنه بندی دمای کمینه و سوزباد فصل زمستان در ایستگاه‌های مورد مطالعه استان اصفهان

باد از سال ۱۳۷۲ لغایت ۱۳۸۲ و از سال ۱۳۸۳ لغایت ۱۳۹۳ (دو دوره ۱۰ ساله) به ترتیب ۴۱۷۹ و ۶۲۹۲ مورد ثبت شده است. یعنی دوره ۱۰ ساله دوم ۲۱۱۳ مورد (۳۳ درصد) افزایش داشته است. کمترین فراوانی وقوع مربوط به سال ۱۳۷۱ با ۲۱۲ مورد میباشد. بطور کلی افزایش فراوانی وقوع سوز باد در استان اصفهان موجب احساس دمای سردتر در استان می گردد که این خود باید در برنامه ریزی‌های اقتصادی و اجتماعی استان مدنظر گرفته شود.

شکل ۷ فراوانی وقوع سوز باد را برای استان در سالهای مختلف نشان می دهد. همان طور که در شکل مشاهده می‌گردد، فراوانی رخ داد سوز باد در استان در سال های اخیر روند افزایشی داشته است بطوریکه ۲۱۲ مورد در سال ۱۳۷۱ به ۶۱۹ مورد در سال ۱۳۹۳ رسیده است. بطور میانگین در هر سال ۴۶۳ مورد سوز باد رخ می دهد که حداکثر آن در سال ۱۳۹۰ با تعداد ۷۲۷ مورد می‌باشد. این مطلب نشان دهنده ۳۶ درصد رشد در این سال بوده است. فراوانی وقوع سوز



شکل ۷- فراوانی وقوع سوزباد در هر سال در استان اصفهان

نتیجه گیری:

مورد مطالعه به $2/8$ درجه سلسیوس می رسد و این ماه آخرین ماه در سال است که در تمام ایستگاهها سوز باد رخ می دهد. فراوانی وقوع سوز باد در این ماه تنها 728 مورد است. وزش باد در ماه فروردین بطور متوسط موجب کاهش $3/2$ درجه سلسیوس دمای کمینه می گردد. فصل زمستان تنها فصلی است که وقوع سوز باد در آن بطور کامل رخ می دهد. مجموع فراوانی سوز باد در ایستگاه مورد مطالعه استان 6972 مورد است و میانگین دمای کمینه و سوز باد محاسبه شده در این فصل $4/4-$ و $3/3-$ درجه سلسیوس می باشد. نتایج پهنه بندی دمای کمینه و سوزباد در استان اصفهان نشان می دهد که مناطق آسیب پذیر استان نسبت به سوز بادهای در مرکز و نیمه غربی (مشرف به ارتفاعات) آن قرار دارند. در این مناطق برخی از ایستگاه ها با توجه به شرایط توپوگرافی، آسیب پذیری بیشتری نسبت به سوز بادهای از خود نشان می دهند. این ایستگاهها شامل فرودگاه اصفهان، داران، اردستان و نائین می باشد که می توان آنها را آسیب پذیرترین مناطق استان نسبت به سوز باد دانست. همچنین بهمین ماه به عنوان بحرانی ترین ماه از لحاظ اثرات سوز باد بر انسان در نظر گرفته می شود و گسترده ترین پهنه سوز باد در این ماه به وقوع می پیوندد. بطور کلی همان طور که مشخص است، نمی توان از تاثیر باد بر کاهش دما چشم پوشی کرد. بسیاری از محققین تاثیر سوزباد (سرمایش بادی) را در معماری داخلی منازل، بیماری ها، الگوی مصرف انرژی، کشاورزی و آسایش انسانی مورد بررسی قرار داده اند. این مطالعات نشان می دهد که سوزباد نقش مهمی در مسائل اجتماعی و کشاورزی در کشور دارد و آگاهی از دمای سوزباد و مدیریت آن موجب کاهش هزینه های اجرایی می گردد. بطور مثال طراحی خارجی و داخلی منازل در مناطق مستعد سوزباد موجب کاهش مصرف انرژی و به دنبال آن صرفه جویی اقتصادی و منابع انرژی می گردد. در نهایت می توان گفت که مناسب ترین راه برای کاهش اثرات مخرب سوز بادهای، توجه به اختراهای سازمان هواشناسی و استفاده از لباس مناسب می باشد. استفاده از بادشکن ها و افزایش رطوبت گیاه و خاک می تواند اثرات این پدیده را در عرصه طبیعی و کشاورزی کاهش دهد.

در این مطالعه تاثیر سرعت باد در کاهش دمای کمینه در استان اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. سوز باد موجب کاهش دمای احساسی بر روی بدن انسان می گردد.

در استان اصفهان در ماه آبان در کلیه ایستگاههای مورد مطالعه سوز باد به وقوع پیوسته است. مقادیر دمای کمینه کمتر از 5 درجه سلسیوس و سرعت متناظر این دما به صورت روزانه برای 10 ایستگاه استان از سازمان هواشناسی کشور (برای دوره 1372 تا 1394) تامین گردید. نتایج این تحقیق، نشان داد بیشترین و کمترین فراوانی وقوع سوز باد در استان به ترتیب به ایستگاه فرودگاه اصفهان با 2196 مورد و ایستگاه خورو بیابانک با 228 مورد تعلق دارد. در ماه بهمن 2257 مورد فراوانی وقوع سوز باد در دوره آماری رخ داده است که بیشترین فراوانی وقوع را به خود اختصاص داده است. کمترین فراوانی وقوع در ماه اردیبهشت است به تعداد 39 مورد می باشد.

در ماههای آبان و آذر که دمای هوا رو به کاهش است، میانگین دمای کمینه برای ماههای آبان و آذر $3/3$ و $1/1$ درجه سلسیوس و دمای احساسی محاسبه شده این ماه ها $8/8-$ و $3/6$ درجه سلسیوس می باشد که در ماه آذر $3/7$ درجه سلسیوس کاهش دمای احساسی بر روی بدن انسان حاصل می گردد.

دمای کمینه و سوز باد استان در دی ماه به ترتیب $1/6-$ و $5/6-$ درجه سلسیوس است. وزش باد بطور میانگین موجب 4 درجه کاهش دمای کمینه در این ماه می گردد. در ماه بهمن روند صعودی دمای کمینه اتفاق می افتد. میانگین دمای کمینه این ماه $8/8-$ درجه سلسیوس است بطور متوسط سرعت باد در این ماه بیشتر از سایر ماهها ثبت شده است. سوز باد محاسبه شده و اختلاف آن با دمای کمینه به ترتیب $9/9-$ و $1/4$ درجه سلسیوس است.

این روند در ماه اسفند نیز مشاهده می شود. اختلاف دمای احساسی و دمای کمینه در این ماه $3/6$ درجه سلسیوس محاسبه شده است. در ماه فروردین دمای کمینه ایستگاههای

منابع:

۱۲. هاشمی، م. ن.، کریمی، م.، و زاوشی، م. ۱۳۸۹. بررسی میزان دمای سوزباد 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. Alijani, B., and hoshyar, M. 2008. identifying of extreme cold weather synoptic patterns in north west of Iran. *Journal of Physical Geography*, 65:16-1.
15. Azizi, G. 2004. synoptic assessment comprehensives spring frosts in mid-west of Iran. *Journal of the Humanities Teacher*, 32: 99-116.
16. Bluestein, M. 2015. BASIC ATMOSPHERIC STRUCTURE AND CONCEPTS | Wind Chill. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, 2(1): 7-11.
17. Brajkovic, D., Ducharme, M B. 2006. facial cold induced vasodilation and skin temperature during exposure to cold wind. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 96: 711-721.
18. chen ching, t., JingNang L., and chun hong, S. 2008. Development of a wind forced chiller and its efficiency analysis , *Applied Energy*, 85:1190-1197
19. Ebrahim, F., salehi pak, m t. 2009. Analysis of synoptic patterns of winter frost in iran. *journal of Geography and expansion*, 13:136-127.
20. 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.
21. Esmaeli, R., Habibi Nokhandan, M., Fallahe G., and Gholam A. 2010. Evaluate The changes caused by forst during the growing season and climatic fluctuations : a case study : khorasan razavi. *physical geography reaserch*, 73: 69-82.
22. Ghavidel R., khoshhal Dastjerdi, Y. 2010. Assessment on the hard winter climate of Tabriz and its relationship with the Arctic Oscillation. *Journal of teache Science*, 14 (1): 196-179.
23. Gudgel, D. 2005. the Unusual Frost Event of Nov.29to Dec.4. WFO san Joaquin.
24. Kessler, E. 2000. Proposed windchill indices. University of Oklahoma. USA.
25. Lutgens , F K., and Tarbuck, E., J. 1998. *The Atmosphere*, 7th Edition , Simon Schuster/ A Viacom Company Under Saddle River, New Jersey, 433 .
۱. اینالو، ح. و محمدی، ح. ۱۳۹۳. ارزیابی آسایش اقلیمی در مسکن روستایی شمال دشت قزوین با روش ET و شاخص PET. فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۱۱(۳): ۱۵-۲۶.
۲. حیدری، ح.، و سعید آبادی، ر. ۱۳۸۶. ناحیه بندی سوزباد در شمال غرب و غرب ایران. مجله پژوهش جغرافیایی. ۶۲: ۹۳-۱۰۷.
۳. خوش اخلاق، ف.، داودی، م.، روستا، ا.، و حقیقی، ا. ۱۳۹۱. تحلیل هم‌دیدگی سرماهای شدید شمال خراسان. مجله پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۳(۹): ۱۲-۱.
۴. رسولی، ع. ا.، و عزیززاده، م. ر. ۱۳۸۵. مدل‌سازی مکانی پدیده سرمایش بادی در شمال غرب کشور. فصلنامه پژوهشی تحقیقات 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 زیست اقلیمی. اولین همایش ملی گردشگری، جغرافیا و محیط زیست پایدار، همدان، پاییز ۱۳۹۲.
۸. قاسمی، ا. ر.، اسلامیان، س.، و ناظم السادات، م. ج. ۱۳۸۶. تاثیر 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 محیط زیست، ۸(۳): ۳۶۷-۳۷۸.
۱۰. کاویانی، م. ر. ۱۳۸۰. میکروکلیماتولوژی. انتشارات سمت، ۴۵۰.
۱۱. مومنی، م. ۱۳۸۷. تحلیل آماری با استفاده از SPSS. انتشارات کتاب نو، ۳۰۰.

- Journal of Humanities, Esfahan university, 22(1): 93.
31. Takahashi, H. 1990. Migration of the cold air mass related rain belt formation of the Chienese continent and atmospheric systems during the Baiu sSeason (In Japanese). Geographical Review of Jahan, A (64): 10-24.
 32. Vandana, S., Anish S., and Kumari S. 2015. Analysis on Effect of Cold Stress in Bean Seeds (*Phaseolus vulgaris* L). American Journal of BioScience, 3(4): 145-166.
 33. Willemsen, D. 2004. Wind chill and sailing: Wind chill forecast. <http://www.sailng.com/windchill.html>
 26. Maurice, B., and zecher, J. 2002. A new approach to accurate windchill factor. Defence Research and Development Canada, 521.
 27. Oliver, J E. 1987. The encyclopedia of climatology. Van Nostrand Reinhold , New York.USA.
 28. Pak nasar, sara. 2005. Survreying the position of the polar vortex and its effect on extreme cold weather in north Eastern Iran. M.A Thesis of meteorology, Faculty of marine science and Darband Tehran, 148.
 29. Rabani, f., and karami, f. 2009. Analysis of number of frost days in north khorasan province. Journal of physical geography, 4: 85-94
 30. shahrokhvandi, m. 2007. Normal circulation of the action centers on Iran in winter.