جغرافیا و روابط انسانی، پاییز ۱٤۰۰، دوره٤، شماره۲، صص۳۱۸-۲۹۸

بررسی اقلیم شناسی سینوپتیک و تغییرات آب و هوایی سوزباد دشت زرینه اوباتو از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ میلادی

سید سلام حسینی
کارشناسی ارشد آب و هواشناسی(اقلیم شناسی) گرایش آب و هواشناسی شهری
دانشگاه پیام نور استان کردستان، مرکز سقز، ایران.
salam.hosaini@yahoo.com

تاریخ دریافت:۱٤۰۰/۰۵/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۸/۱۲

چکیده:

دوره های طولانی مدت سالانه یا فصلی متغیرهای اقلیمی همچون دما معمولاً به عنوان شاخصی برای تشخیص تغییرات اقلیمی کاربرد دارد. شرایط حاد جوی غالباً خسارات مالی و حتی جانی فراوانی در حیات موجودات زنده و محیط زیست به دنبال خواهد داشت. وزش شدید باد در دمای زیر صفر می تواند گرما را به سرعت از بدن خارج کند و این فرایند ممکن است موجب یخ زدگی پوست شود. سوزبادها، جزء بادهای محلی در زبان کوردی به آن ره شه با و در امریکا به آن بلیزارد و در شوروی و آسیا به آن بوران می گویند. هدف این تحقیق شناخت ارائه الگوهای همدیدی مربوط به شاخص سوزباد، برای پیش بینی تکرار این بلای طبیعی در آینده، جهت برنامه ریزی ها و اتخاذ مدیریت های بحران، برای مقابله با آسیب های این بلای جوی و کاهش دادن اثرات آن است. حداقل دوره استاندارد یک دوره پنج ساله است. برای انجام تحقیق، میانگین حداقل دمای روزانه بر حسب سانتیگراد و میانگین روزانه سرعت باد بر حسب کیلومتر بر ساعت در نرم افزار اکسل با استفاده از فرمول محاسبه و سپس نتایج با داده های جدول شاخص سوزباد مقایسه و سپس ماههای دارای سوزباد با میانگین این شاخص تعین گردیدند. بطورمسلم ارائه میزان سوزباد در پیش بینی های هواشناسی به مردم، میزان تردید به پیش بینی ها راکم کرده، رضایتمندی مردم را به دنبال خواهد داشت.

واژگان کلیدی: سوزباد، دشت اوباتو، زیست اقلیم، میش سی، تغییرات آب و هوایی.

شاپا الکترونیکی: ۳۸۵۱-۲٦٤۵ *DOI:10.22034/GAHR.2021.289165.1569*

مقدمه:

توجه به تغییرات اقلیمی در سال های اخیر به علت پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و خسارات مالی مربوط به رویدادهای حدی جوی اهمیت زیادی پیدا کرده است. در اکثر مطالعات توجه به تغییر اقلیم فقط در صدد آشکارسازی روندهای پتانسیلی یا نوسانات در متوسط طولانی مدت علائم اقلیمی است؛ اما مطالعه تغییر پذیری و تغییر رفتار رویدادهای حدی جوی نیز مهم می باشد. برای بررسی رویدادهای حدی، شاخص های اقلیمی‌حدی برای داده های سطح زمین به وسیله گروه کاری آشکارسازی تغییر اقلیم سازمان هواشناسی جهانی و کمیته اقلیم شناسی و برنامه تحقیقاتی تغییر پذیری اقلیم و قابلیت پیش بینی معرفی شده است. دوره های طولانی مدت سالانه یا فصلی متغیرهای اقلیمی همچون دما معمولاً به عنوان شاخصی برای تشخیص تغییرات اقلیمی کاربرد دارد. شرایط حاد جوی غالباً خسارات مالی و حتی جانی فراوانی در حیات موجودات زنده و محیط زیست به دنبال خواهد داشت (محمدی و همکاران؛ ١٣٨٤).

نتایج بسیاری از تحقیقات بیانگر این است که اقلیم قرن بیست و یکم بسیار متفاوتتر از اقلیم قرن بیستم خواهد بود و ایـن مسئله نقش فعالیت های انسانی در تغییر اقلیم را متذکر میشود. بررسی های جدید افزایشی در متوسط جهانی دمـا حـدود ٠/٨ تا ٠/٤ درجه را طی قرن بیستم نشان میدهد (هیأت تعدیل و سازگاری دیدهبانی ها، ٢٠٠٠).

در سالهای اخیر استان کردستان از نظر شرایط اقلیمی دچار تغییرات شده و در برخی نقاط آن روند دماهای حدی افزایش یافته و بارش های سالانه کاسته شده است، لذا مشکلات زیادی در برنامه ریزی طرح های عمرانی ایجاد کرده است. به نظر می رسد که این استان به شدت متاثر از افزایش دمای حدی بوده و پدیده تغییر اقلیم و گرمایش جهانی تاثیر بسزایی بر روی شرایط اقلیمی آن داشته است (سوری نژاد، علی؛ ١٣٩٨)

تغییر اقلیم یکی از عمده‌ترین چالش‌های پیش روی بشر در زمان حاضر است. پارامترهای مختلف اقلیمی نظیر دما، بارش و باد در یک محل از عواملی هستند که بر اقلیم آن منطقه تاثیر گذار بوده و شناخت آنها تعیین کننده اقلیم آن منطقه می‌باشند. وقوع پدیده‌هایی از قبیل افزایش یا کاهش ناگهانی دما، بارندگی و سرعت و جهت باد طی یک یا چند سال را می‌توان دلیلی بر تغییر اقلیم آن منطقه دانست (فرج زاده و همکاران، ١٣٩٩).

الگوهای سینوپتیک شرایط جوی روزانه مناطق را کنترل میکنند. بررسی نقشه های سینوپتیک، درسطوح مختلف جو، میتوان بسیاری از پدیده های سطح زمین همانند سیلاب، خشکسالی، یخبندان و... را مشخص نمود (اعظمی؛ حسینی، ١٣٩٧).

با نگاه به نقشه جامعه های رویشی و حیوانی نواحی مختلف، روشن می شود که طوقه های رویشی با طوقه های اقلیمی در سراسر جهان و در سطح ماکرو هماهنگی انکار ناپذیری دارد و پراکندگی حیوانات نیز به طور کامل با تغییرات و شرایط اقلیمی هر ناحیه جغرافیایی هماهنگی نموده است بطوری که هیچ حیوان منطقه گرمسیری در مناطق قطبی و هیچ حیوان دایره قطبی در مناطق استوایی مشاهده نمی شود، بنابراین اقلیم و تغییرات آن عامل بسیار مهم در تقسیم نواحی بیولوژیکی و بیوژئوگرافی جهان بشمار می رود و درپژوهش های علمی وابسته به محیط زیست ناچار به شناخت اقلیم و تغییرات آن هستیم (میرزایی و همکاران١٣٩٣).

اقلیم شناسی سینوپتیک علم جوانی است که شکل گیری آن به دهه ۱۹٤۰ بر می گردد و برای اولین بار این اصطلاح در این سال در نیروی هوای آمریکا به کار برده شد. در اقلیم شناسی سینوپتیک با استفاده از قوانین و اصول عام، تغییرات اقلیمی یک مکان ویژه تبیین و توجیه می شود. در حقیقت ویژگی اصلی علم اقلیم شناسی سینوپتیک بررسی هوا به عنوان یک مجموعه واحد و کلیت نگری آن است. هدف آنها از این روش بررسی فراوانی گذشته عناصر اقلیمی و پیش بینی آینده بر اساس محاسبات است و اولین نقش آن شناسایی ویژگی های غالب اقلیمی روی زمین، طی ماهها یا فصول سال می باشد (علیجانی، ۱۳۹۲: ۱-٦).

هدف این تحقیق، بررسی دما و سرعت باد روزانه و ارائه الگوهای همدیدی دشت زرینه اوباتو به منظور محاسبه شاخص سوزباد و پیش بینی تکرار وقوع این بلای طبیعی در آینده، جهت برنامه ریزی ها و اتخاذ مدیریت بهتر بحران است تا از آسیب های این بلای جوی جلوگیری و یا حداقل با هشداردهی خسارات مالی و حتی جانی ناشی از آن کاهش یابد.

وزش شدید باد در دمای زیر صفر می تواند گرما را به سرعت از بدن خارج کند و این فرایند ممکن است موجب یخ زدگی پوست شود. دمای هوا به تنهایی نمی تواند اطلاعات کافی برای پوشیدن نوع و مقدار لباس در اختیار ما قرار دهد. عامل دیگر آب و هوایی بویژه باد نقش مهمی در این مساله دارد. اهمیت شاخص سوزباد ***(WCI)*** در این است که می تواند به عنوان یک معیار مناسب برای چگونه لباس پوشیدن در آب و هوای سرد مورد استفاده قرار می گیرد***(Final report for environment Canada,23,1999)***. در اصل دمای سوزباد، دمایی است که در اثر وزش باد بر بدن اتفاق می افتد و این کاهش دما، با دمای موجود در آن لحظه متفاوت است. سرما جزء ۸ خسارت طبیعی مهم دنیاست.

جدول (۱) میزان خسارات موج سرما در سال ۱۹٤۷ – ۲۰۱٤

منبع: *(Juan A. Añel, 2017)*

سال	نویسنده
۱۹٤۷ (فوریه)، (انگلستان)	نای، دی
۹ نوامبر ۱۹٦۵، شمال شرقی آمریکا	نای، دی
۲۵ دسامبر ۱۹۹۲، نیوآرک ، نیوجرسی (ایالات متحده)	مارش، تحقیقات مدیریت ریسک
۱۹ نوامبر ۱۹۹٦، اسپوکن *WA* (ایالات متحده)	مرکز ملی داده های اقلیمی
ژانویه ۱۹۹۸ ، کانادای شرقی و شمال شرقی ایالات متحده	چانگ، س.ی. مک دانیلز، ت. ل. میکاوز، ج. پیترسون، ک ، هنسون، دبلیو. استوارت، آر. کوچوباژدا، ب. تریولد ج
٤–۵ دسامبر ۲۰۰۲ ، *NC* (ایالات متحده)	واپل آ م، لاورمیل جی چ
۸ آوریل ۲۰۰۸ ، *Szczecin* (لهستان)	توماسفسکی، م. روسچاک، بی. اسکاربک، ل. زاک، ا. آمبروزیاک، د
۱٤–۱٦ مارس ۲۰۱۰ ، *NJ* (ایالات متحده)	مارش، تحقیقات مدیریت ریسک
۲ فوریه ۲۰۱۱ ، جنوب غربی آمریکا	هاردیمان ، م. بلوفیلد، م. جانسون، ل

۲۹–۳۰ اکتبر ۲۰۱۱ ، شمال شرقی آمریکا	مرکز ملی داده های اقلیمی، کمیسیون تنظیم مقررات انرژی فدرال
ژانویه ۲۰۱٤ ، غرب میانه ، جنوب مرکزی و ساحل شرقی (ایالات متحده)	شرکت قابلیت اطمینان الکتریکی آمریکای شمالی، ولتر، ک. هورلینگ، م. ایسکید، جی. ک. ون اولدنبرگ، جی جی. کوان، اکس وای . والش، جی . چیس، ت. ن. دول ، آر. م

تاثیر موج سرما بر انرژی موجب از کار افتادن نیروگاه ها و در نتیجه کاهش تولید نفت و گاز است. این امواج می تواند پروازها را مختل کرده و در مورد برج ها و ساختمانها به داخل سیم های برق نفوذ کرده و باعث تورم آنها و در نتیجه تخلیه غیر عادی برق می شوند. در طی ورود موج سرمای سال ۱۹۹۸ به کانادا و امریکا، ٤ میلیون نفر بی برق و بدون منبع گرمایی شدند. این موج سرما در حدود ۱۲۰ هزار کیلومتر از خطوط نیرو و خطوط ارتباطی را مختل کرد. این شامل از بین رفتن ۱۳۰ عامل حمل و نقل به میزان ۱۰۰ هزار دلار امریکا بود.

در ۲۵ ژانویه سال ۲۰۱۷ نیز با رسیدن دما به $۱٫۸۳^{o}$ درجه سانتیگراد طی سه روز، در شبه جزیره آبریان در کشور اسپانیا به دلیل هجوم مردم به سمت منابع گرمایی و گرمایشی باعث افزایش قیمت برق گردید. محدودیت های دیگر بازار شامل صادرات برق به فرانسه به دلیل وقفه های متعدد در نگهداری از نیروگاه های هسته ایی این کشور و افزایش بهای سوخت های فسیلی بود. هزینه برق طی این دوام این موج سرما رقمی در حدود ۱۱۲٫۸ یورو به ازای هر مگاوات ساعت بود که این بیشترین میزان هزینه برق در طی تاریخ اسپانیا بود.

جدول (۲) تعداد کشته ها، مجروحان، آوارگان به دلیل مخاطرات طبیعی قرن بیستم

(سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۲ به نقل از محمدی ص ۳۰).

نوع مخاطره	کشته ها	مجروحان	بی خانمان	بیشترین تلفات مرگ و میر و تاریخ وقوع	تعداد تلفات
موج سرما	٦٨٠٧	۱۳۰۷	۱۷۳٤۰	هند، دسامبر ۱۹۸۲	٤۰۰

یکی از فراسنج هایی که در سال های اخیر خیلی مطرح و توسط سازمان های هواشناسی بعضی از کشورها در پیش بینی هوا به اطلاع مردم رسانده می شود، شاخص سوزباد می باشد. این شاخص نخستین بار در سال ۱۹۳۹ میلادی توسط پائول سپیل و چالز پاسل از کاشفان قطب جنوب ابداع و در سال ۱۹٤۱ در قطب جنوب آزمایش شد (*Meteorologicalservice of Canada 2002*). آن ها برای این شاخص مدت زمان لازم را برای یخ زدن آب در یک سیلندر پلاستیکی کوچک که در هوای آزاد و در معرض باد قرار گرفته بود، بررسی کردند. شاخص مذکور در سال ۱۹٤۸ توسط کورت به دلیل پاره ای از اشکالات، با تغییر بعضی مقادیر ثابت تعدیل گردید. در فرمول کورت مقدار سوزباد بر اساس نسبت سرد شدن به وات بر متر مربع بود. اهمیت شاخص مذکور به قدری بود که در خلال جنگ جهانی دوم نیز در طراحی میادین نبرد از آن استفاده شد. از سال ۱۹۷۳ این شاخص به طور رسمی توسط

هواشناسی آمریکا برای بیان سطح آسایش اقلیمی جهت اعلام هشدار خطر سرمازدگی مورد استفاده قرار گرفت. دمای هوا از عناصر مهم آب و هوایی می باشد که تغییرات آن می تواند به طور موثر بر سلامت موجودات زنده از جمله انسان تاثیر بگذارد (اهرنس، ۲۰۰۲: ٥٤٤) احساس دما توسط بدن انسان با تغییر شرایط جوی تغییر میکند (اشزوسکی، ۲۰۰۰: ۱۸) برای ثابت ماندن دمای بدن باید دمای جذب و تولید شده توسط بدن با دمای از دست رفته برابر شود. در صورتیکه دمای از دست رفته بیشتر از دمای تولید و جذب شده باشد، انسان احساس سرما و اگر برعکس شود بدن احساس گرما می کند (قاسمی و اسلامیان، ۱۳۸٦: ۱۸).

هر سال در کانادا حداقل ۸۰ نفر در اثر مواجهه با سوز و سرما جان خود را از دست می دهند و بسیاری نیز دچار بیماریهای وابسته به این پدیده می گردند. سوزباد می تواند نقش مهمی در سلامتی انسان ایفا کند زیرا تلفات حرارتی بدن انسان را سرعت می بخشد. بررسیها نشان می دهند که ۸۲ درصد مردم کانادا از اطلاعات سوزباد برای انتخاب نوع لباس در فصل زمستان استفاده می کنند. مدارس نیز از اطلاعات سوزباد برای هشدار به دانش آموزان جهت پوشیدن لباس و رفتن به مدرسه استفاده می کنند. باشگاههای ورزش هاکی نیز موقعی که سوزباد خیلی سرد است فعالیتهای خود را تعطیل می کنند (ذولفقاری، ۱۳۹۲: ۱۰۵-۱۰٦).

بادهای محلی : ۱- نسیم های خشکی و دریا ۲- بادهای کوه و دره ۳- بادهای کاتاباتیک ٤- فون ٥- داغبادها و سوزبادها.

سوزبادها جزء بادهای محلی، در زبان کوردی به آن ره شه با می گویند(مردوخ ۱۳۸٥ ص ۷۷٤). از بادهای سرد و یا سوزبادها می توان از بلیزارد در امریکا و بوران در شوروی و آسیا نام برد. این بادها توام با دانه های برف بوده و سرمای شدیدی به ارمغان می آورند. بلیزارد با شرایط هوایی بسیار سرد و بادهای شدید و بارش میزان زیادی از برف مشخص می گردد. سازمان هواشناسی امریکا بادهایی را با سرعت ۳۲ میل در ساعت و برف کافی که افق دید را تا حدود ۲۰۰ متر کاهش می دهند، بلیزارد تعریف کرده است. یک بلیزارد شدید دارای بادهایی با سرعت بیش از ۷۰ کیلومتر در ساعت و برودتی تا حدود ۱۲- درجه سانتی گراد می گردد. در این شرایط افق دید به صفر می رسد. این بادها در امریکای شمال شرقی همراه با کم فشارهای نادر زمستانی، از بادهای شمال غربی منشاء می گیرند. نظیر آنها در قاره قطب جنوب همراه با بادهای افتان با سرعت ۱۰۰ میل در ساعت بر روی یخ پهنه های قاره ای می وزد (جعفر پور، ۱۳۸٥: ۹۷).

شاخص اصلاح شده سازمان هواشناسی آمریکا:

میوانی و همکاران (۱۳۹۳) در سال ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ توسط سازمان ملی هواشناسی کانادا شاخص سوزباد دیگری برای بیان خطرات ناشی از حداقل دما و سرعت باد همراه با آن طراحی گردید که در راستای اصلاح و تصحیح شاخص سوزباد سایپل و پاسیل بوده است.

این شاخص با پیشرفت اقلیم شناسی، بیومتئورولوژی و مدل های کامپیوتری نیز توسعه پیدا کرد *(Rieck T, Binau S 2009)*

پیشینه تحقیق:

بررسی تغییرات، شدت و فراوانی سوزباد طی بازه زمانی ۲۰۰۱ الی ۲۰۱۵ در لرستان بر اساس داده های اقلیمی ۹ ایستگاه این استان پرداخته و برای این منظور از مدل سوزباد پاول سایپل در محاسبه سوزباد استفاده شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان میدهد بیشترین رخداد سوزباد ها در فصل سرد سال و در ایستگاه های مرتفع استان از جمله الیگودرز، نورآباد و بروجرد رخ داده اند(شریعتمداری و همکاران؛ ۱۳۹۵)

مطالعه سرماهای شدید به خاطر مسائلی که برای جوامع به وجود می آورد (مثل ترکیدن لوله های آب، دیواره استخرها و حوض ها) بروز بیماری های واگیردار زمستانی (مثل سرماخوردگی آنفلوانزایی، افغانی و سارس)، آلودگی هوا بر اثر مصرف زیاده از حد سوخت، مرگ و میر حیوانات وحشی بر اثر سرما و هجوم آنهابه مراکز زیست انسانی (به ویژه در هنگام بارش برف سنگین که موجب کم شدن غذای وحوش می شود) و وقوع اینورژن های حرارتی و تشعشعی دارای اهمیت کاربردی است (قویدل رحیمی و خوشحال دستجردی، ۱۳۸۹: ۱۸۰). سوزباد یکی از مهمترین عوامل مختل کننده راحتی انسان محسوب می شود که ضمن ایجاد اختلال در شرایط زیستی، باعث آسیب دیدن اعضای بدن انسان از طریق سرمازدگی نیز می شود (رسولی و عزیززاده، ۱۳۸۵: ۳۰).

در سال های اخیر محققان به بررسی و تحلیل سینوپتیکی یخ بندان در کشور پرداخته اند. براتی (۱۳۷۵) با بررسی یخبندان های بهاره ایران، تمام یخبندان ها را از نوع فرارفتی دانسته و جابجایی محورهای ناوه در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و پرفشارهای مهاجر در سطح زمین و سپس ادغام آنها با فرود و پرفشار معمول و شدید سیبری را دلیل رخداد آن ها شناسایی کرده است. مجرد قره باغ (۱۳۷٦) در تحقیقی یخبندان های آذربایجان را بررسی کرده است. عزیزی (۱۳۸۳) در پژوهشی به ارزیابی سینوپتیکی یخبندان های فراگیر بهاری در نیمه غرب ایران پرداخته است. عزیزی و نوخندان (۱۳۸٤) به مطالعه توزیع زمانی – مکانی یخ بندان در جاده های هراز و فیروزکوه پرداخته و به این نتیجه رسیده اند که در مناطق کوهستانی جاده هراز و فیروزکوه با شروع دوره سرد احتمال وقوع یخ بندان بسیار افزایش می یابد. رسولی و عزیززاده (۱۳۸۵) توزیع مکانی سرمایش بادی در شمال غرب کشور را ناهمگن دانسته که عامل توپوگرافیک در توزیع آن نقش عمده ای دارد. حیدری و سعیدآبادی (۱۳۸٦) با استفاده از تحلیل خوشه ای، شمال غرب و غرب ایران را بر اساس سوزباد ناحیه بندی کردند، زیر ناحیه سوزباد خیلی شدید در میان ایستگاه های تکاب، خلخال، همدان، سراب، اردبیل و زرینه اوباتو در زیر ناحیه شدیدترین کانون های سوزباد در کل منطقه شمال غرب و غرب ایران، ایستگاه اردبیل، همدان، زرینه اوباتو مهمترین کانون ها است که در آن دمای سوزباد در فوریه (سردترین ماه های منطقه است) در اردبیل ^{o}۱۲/۹– درجه، همدان ^{o}۱۳– درجه، زرینه ^{o}۱۵/٦– درجه می رسد.

هژیر و علیجانی (۱۳۸٦) وقوع یخبندان های شدید در اردبیل را ناشی از استقرار یک پرفشار در سطح زمین و یک ناوه ی عمیق در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال دانستند. قویدل و رحیمی (۱۳۸۷) به بررسی های دماهای فرین دوره سرد سال در شمال غرب ایران پرداخته است. نتایج وی نشان دهنده ی این است که عامل اصلی دماهای سرد ریزش هوای سرد از عرض های بالا است. الگوی پرفشار سیبری و الگوی ترکیبی پرفشار سیبری و غربی (مدیترانه ای) الگوهای غالب به وجود آورنده زمستان های سرد شمال غرب کشور می باشند. قویدل و رحیمی (۱۳۸۷) بین زمستان های سرد تبریز و نوسانات شمالگان رابطه ای معنادار یافته است. علیجانی (۱۳۸۷) با شناخت الگوهای سینوپتیکی

سرماهای شدید در شمال غرب ایران به این نتیجه رسیده است که در ۷۰ درصد موارد سرماهای شدید در شمال غرب ایران، اکثراً با استقرار ناوه ای عمیق بر روی شمال ایران و قرار گرفتن منطقه مورد مطالعه در قسمت عقب آن و همچنین وجود یک پرفشار در سطح زمین رخ می دهند. فتاحی و صالحی پاک (۱۳۸۸) با تحلیل الگوهای سینوپتیکی یخبندان های زمستانه ایران نشان دادند که تیپ های هوای پرفشار اروپای شمالی، پرفشار سیبری و پرفشار اروپای شرقی، بیشترین تاثیر را در رخداد یخبندان های شدید و فراگیر ایران داشته اند. پرایور و کیبل (۱۹۹۰) به استفاده از داده های سوزباد برای طراحی ایمن میکروکلیمای اطراف ساختمان ها پرداخته اند. در اروپا نیز دو دانشمند آلمانی بنام هوپ[۱](۱۹۹۹) و جندریتزکی (۲۰۰۰) این شاخص را بیشتر از حیث دمای معادل فیزیولوژیک بر اساس آسایش انسان در دمای داخل منزل یا در محیط اداری، بررسی کردند. گاوهد و دیگران (۲۰۰۰) به بررسی اثرات دما بر افراد مبتلا بر بیماری های قلبی ریوی، هنگام مواجهه با بادهای سرد تا ۱۰- درجه پرداخته اند. گاوهد و دیگران (۲۰۰۳) به بررسی اثر سرمای حاصل از باد سرد بر اشیای متحرک پرداخته و میزان خطر سرمازدگی در افراد را نسبت به فعالیت های مختلف آن ها تخمین زده اند. توروس و دیگران (۲۰۰۵) تغییر پذیری دماهای سرد و سرعت باد را در ماه های اکتبر تا مارس ۱۹۲۹-۱۹۹۰، در ۹۰ ایستگاه هواشناسی ترکیه مشخص و به بررسی تاثیر آن بر آسایش انسان پرداخته اند. براجکوویچ[۲]و دیگران(۲۰۰٦) به بررسی اثر سرمای ناشی از در معرض باد سرد قرار گرفتن، بر کاهش فشار خون و دمای پوست پرداخته و نشان دادند که در مواجهه با باد سرد با سرعت های مختلف، دمای پوست کاهش می یابد. شیتزر[۳](۲۰۰٦) به مطالعه پارامتریک دماهای معادل سوزباد با استفاده از تحلیل های بی بعد پرداخته و بر حالت های آرام باد، تاثیر سرعت باد و زاویه وزش آن تاکید می کند. تیکویسیا و دیگران (۲۰۰۷) به بررسی اثر باد سرد بر افزایش گردش خون در پوست افرادی که در معرض هوای سرد قرار گرفته بودند، پرداخته اند. نتایج نشان می داد فشار خون افراد به صورت متفاوتی در برابر سرما دچار نوسان می شوند. چن و دیگران (۲۰۰۸) به بررسی افزایش قدرت سوزبادها و همچنین تحلیل کارآمدی آن ها پرداخته و بر استفاده از سوزبادها برای تولید انرژی کمک می کنند و نشان داده اند که سوزبادها علاوه بر اثرات مخرب، در صورت برنامه ریزی و استفاده اصولی می توانند مفید نیز واقع شوند.

در مدل های مذکور می تواند عوامل زیادی مانند اندازه، شکل، وزن، مقدار پوشش لباس و غیره که از یک شخص به شخص دیگر متفاوت است دخیل باشد و لذا دانشمندان تصمیم گرفتند شرایطی را در نظر بگیرند که تغییرات فردی در آن حداقل تاثیر را داشته باشد. بر این اساس آن ها عامل صورت انسانی را به عنوان مهمترین عاملی که حساس ترین نشانگر سرما است را در نظر گرفتند.

نهایتاً در سال ۲۰۰۱ میلادی با برگزاری یک کارگاه آموزشی بین المللی و بیان نکته نظرات کارشناسان، اشزواکی و بلوئستین فرمولی را مبتنی بر یک سلسله تحقیقات علمی، آزمایشگاهی و کلینیکی ابداع و ارائه کردند. علی رغم توجه و اهمیتی که در کشورهای دیگر بویژه در یکی دو دهه اخیر به شاخص سوزباد می شود، با توجه به اینکه تا کنون در ایران مطالعه جامع و کاملی در این زمینه صورت به صورت اخص صورت نگرفته است و اگر کاری انجام شده بطور

عمده به صورت پایان نامه دانشجویی یا کارهای پراکنده ای می باشد که بعضاً امکان دسترسی همگان به آن ها مقدور نیست و لذا لزوم و ضرورت انجام چنین مطالعه ای در سطح کشور احساس می شود. مخصوصاً با توجه به رخداد ناهنجاری های جوی متاثر از گرمایش جهانی در سال های اخیر، مطالعه اینگونه آنومالی های جوی که با تکرار بیشتری رخ می دهند از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. اگر چه ایران همانند کشورهای اسکاندیناوی، کانادا و در مجموع کشورهای عرض های بالا، شاید کمتر تحت تاثیر پدیده سوزباد قرار گیرد، اما قسمت هایی از ایران، همانند شمال غرب کشور، هر از گاهی تحت تاثیر پدیده یخ بندان ها و دماهای خیلی پایین، به همراه بادهای شدید قرار می گیرند که این عوامل می تواند اهمیت مطالعه این پدیده را مشخص نماید؛ بنابراین هدف این تحقیق شناخت و ارائه الگوهای همدیدی مربوط به شاخص سوزباد، برای پیش بینی تکرار این بلای طبیعی در آینده، جهت برنامه ریزی ها و اتخاذ مدیریت های بحران، برای مقابله با آسیب های این بلای جوی و کاهش دادن اثرات آن است.

مواد و روشها:

هر چه دوره اندازه گیری عناصر آب و هوایی طولانیتر باشد به همان نسبت ضریب صحت اطلاعات به دست آمده افزایش می یابد. حداقل دوره استاندارد، یک دوره پنج ساله است. برای تهیه اطلسهای اقلیمی، دوره استاندارد بین المللی ۲۰ یا ۳۰ سال تعیین شده است که بستگی به وجود اطلاعات دارد (رهنمایی،۱۳۸۷ص۱۳۲).
جهت بررسی سوزباد(*Wind chill*) در دشت زرینه اوباتو داده های روزانه ایستگاه هواشناسی زرینه (شکل۱) طی ۱۱سال۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ میلادی از سازمان هواشناسی استان کردستان اخذ گردید. سپس طبق جدیدترین فرمول ارائه شده سوزباد (فرمول۹) ابتدا داده های در محیط نرم افزاری *Excel* محاسبه و نمودارهای ۲ تا ۱۱و جدول ٤ استخراج گردید.

فرمول های سوزباد:

فرمول۱:

$$H=(10.45+10V-V)(33-T)$$

فرمول۲:

$$WCT=33+(T-33)(0.47+0.454V-0.454V)$$

فرمول۳:

$$W=13.12+0.6215T-11.37V+0.3965T*$$

فرمول٤:

$$H=(10.45+10*V-V)*(32-T)$$

فرمول۵:

$$H\ (W/M)=12.1452+11.6222*V-1.16222*(33-T)$$

فرمول٦:

$$TE=S-(S-T)*(0.474266+(B*V)+(C*V)$$

فرمول۷:

$$T\ (WC)=0.0817(3.71V+5.81-0.25V)\ (T-91.4)+91.4$$

فرمول۸:

$$T\ (WC)=\ +0.045(5.27V+10.45-0.28V)\ (T-33)+33$$

فرمول۹:

فرمول فارنهایت $T\ (WC)\ 35.74+0.6215T-35.75(V0.16)+0.4275T(VO.16)$ فرمول سانتیگراد $T\ (WC)=\ 13.12+0.6215T-11.37V0.16+0.3965TV0.16$

W: میزان سوزباد بر حسب درجه سلسیوس

T : دما حداقل برحسب درجه سلسیوس.

V : سرعت باد برحسب کیلومتر بر ساعت (سازمان هواشناسی کانادا ۲۰۰۲).

فرمول۱۰:

$$P=m/n+1$$

فرمول۱۱:

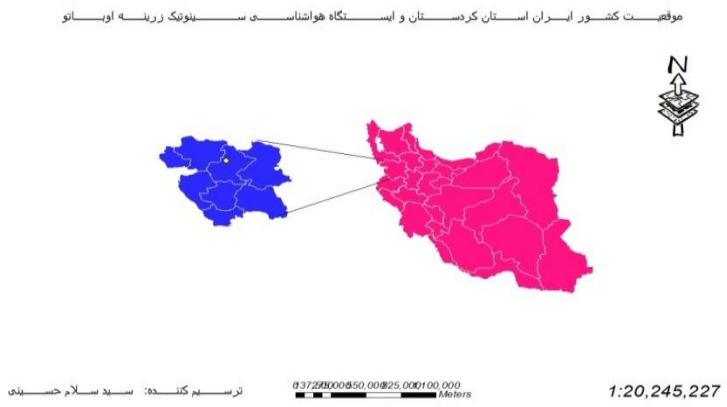
$$\boldsymbol{T=\frac{1}{P}}$$

منطقه مورد مطالعه:

شهر زرینه اوباتو (دشت هه وتو) نگین برفی ایران و سردترین و مرتفع ترین دشت ایران در فاصله ۱۲۵ کیلومتری شمال سنندج و در مسیر جاده سنندج _ سقز در استان کُردستان در ارتفاع ۲۱٤۲ متری از سطح دریا، به طول جغرافیایی '۵۵°٤٦ و به عرض جغرافیایی '۰٤°۳٦ قرار دارد.

جدول (۲) مشخصات ایستگاه هواشناسی زرینه اوباتو

محل ایستگاه	دوره آماری	نوع ایستگاه	سال تاسیس	ارتفاع از سطح دریا	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
زرینه اوباتو	۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰	هواشناسی سینوپتیک	۱۳٦۸	۲۱٤۲	'۵۵°٤٦	'۰٤°۳٦



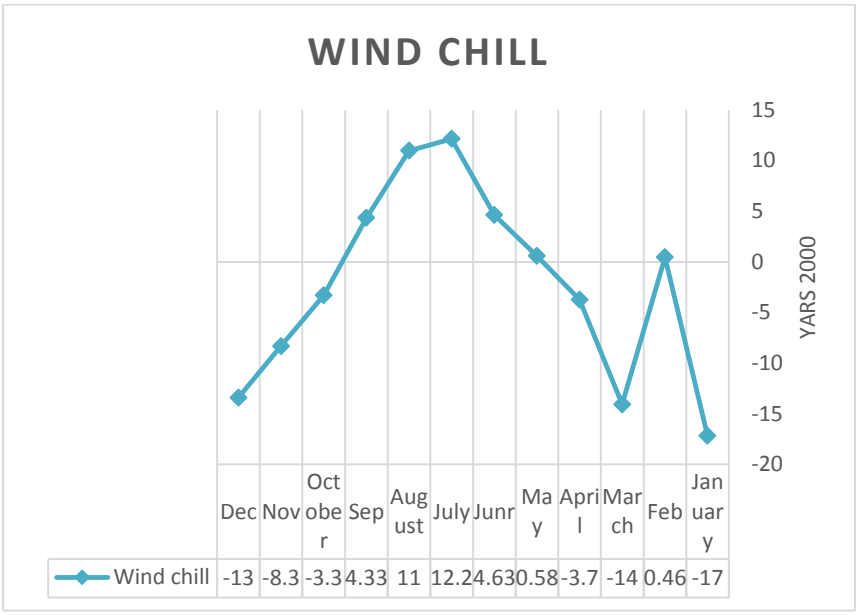
شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار *ARC GIS 10*

یافته های پژوهش:

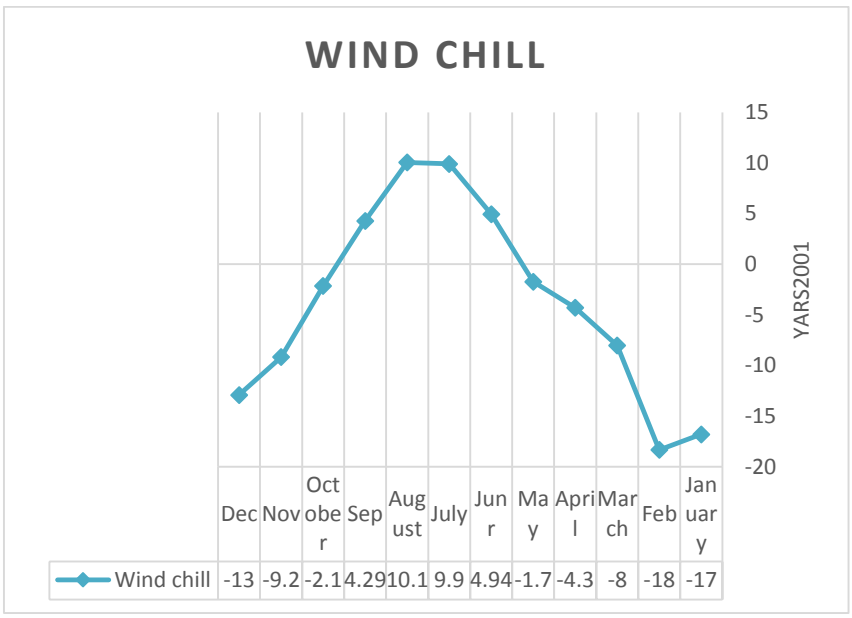
ابتدا دادهای روزانه ۱۱سال در اکسل وارد و با توجه به فرمول (۹) از میانگین حداقل دما وسرعت باد (کیلومتر برساعت) اعداد مربوطه در فرمول جایگزین ومحاسبه گردیدند و نتایج حاصله با جداول(۳) مقایسه و نمودارهای میانگین ماهانه سوزباد از سال (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰) میلادی نمودار ۱-۳ تا ۱۱-۳ استخراج گردیدند، سپس با استفاده از فیلتر در محیط اکسل روزهای دارای سوزباد از(۰تا۱۰-) و (۱۰- تا ۲۵-) و (۲۵- تا ٤٥-) و (٤٥- تا ٥٩-) و (٦٠- به بالاتر) مشخص گردیدند و جدول شماره (٤) استخراج گردید.

جدول(۳) ضریب سوزباد

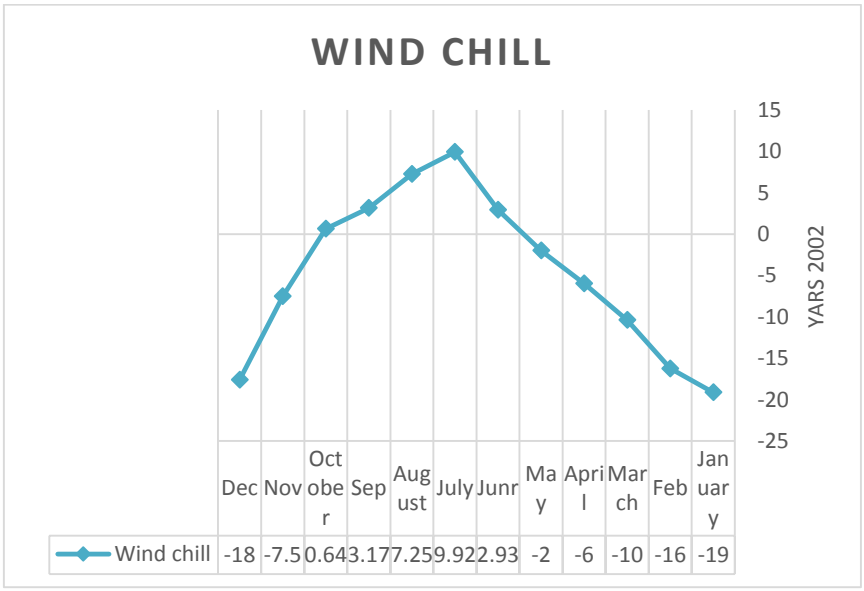
۰تا۱۰-	در این اوضاع فعالیتهای بیرون منزل دشوار است و باید لباس گرم پوشیده شود.	سرد
۱۰- تا ۲۵-	در این شرایط اگر پوست بدن پوشیده نشود،دچار سرمازدگی میشود،وشما باید لباس خیلی گرم بپوشید.	خیلی سرد
۲۵- تا ٤٥-	در این دما باید تمام اعضای بدن پوشیده شود،در غیر این صورت دچار یخ زدگی میشودودر صورت تکرار درمعرض این دما بودن، ناگهانی دمای بدن میشود.	سرمای شدید
٤٥- تا ٥٩-	این دما خیلی اذیت کننده وآزار دهنده است.وفعالیتهای بیرون باید محدود شود،زیرا در زمان کم میتواند خیلی خطر ناک باشد برای سقوط دمای بدن.	سرمای خیلی شدید
٦٠- و بالاتر	این شرایط خیلی خطرناک است،اگر پوست بدن پوشده نشود،یخ میبندد وفعالیتهای بیرون منزل باید قطع شوندومردم در خانه ها بمانند	فوق سرما



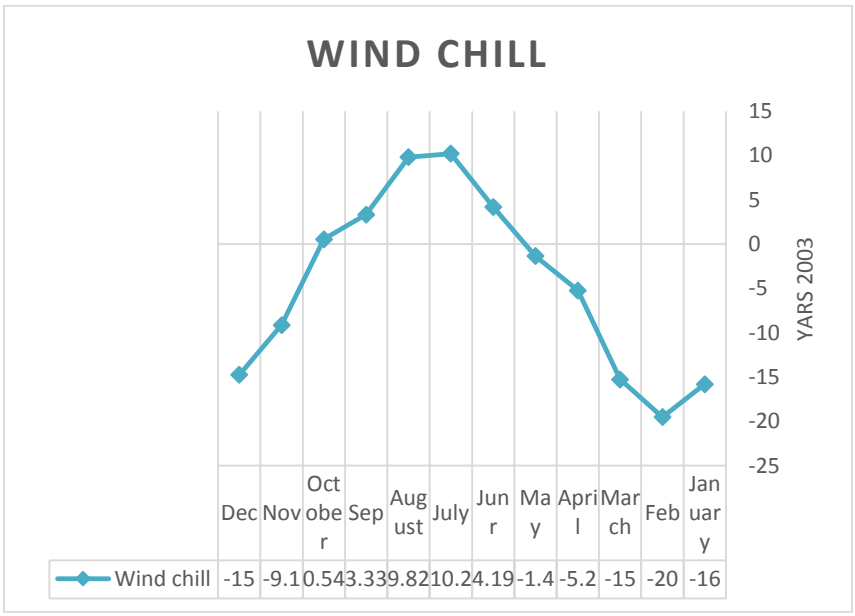
نمودار(۳-۱) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰۰ میلادی



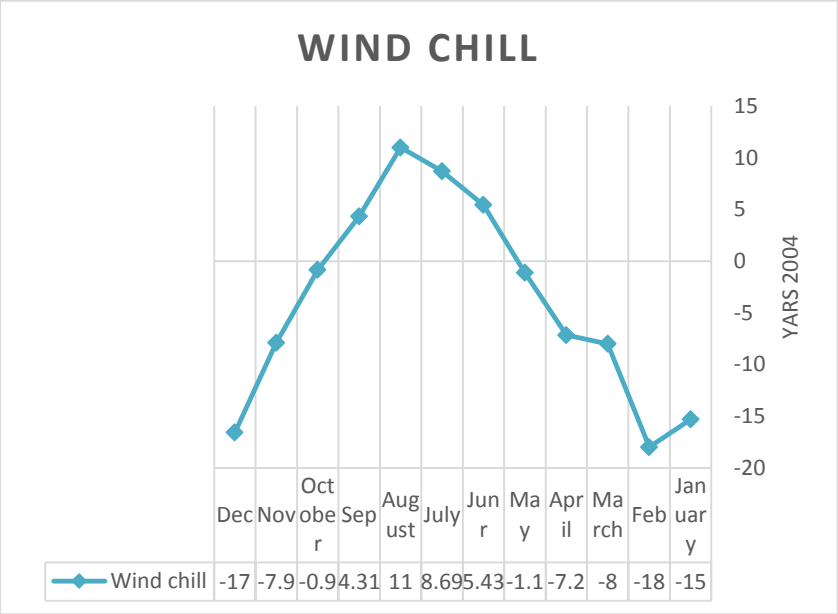
نمودار(۲-۳) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰۱ میلادی



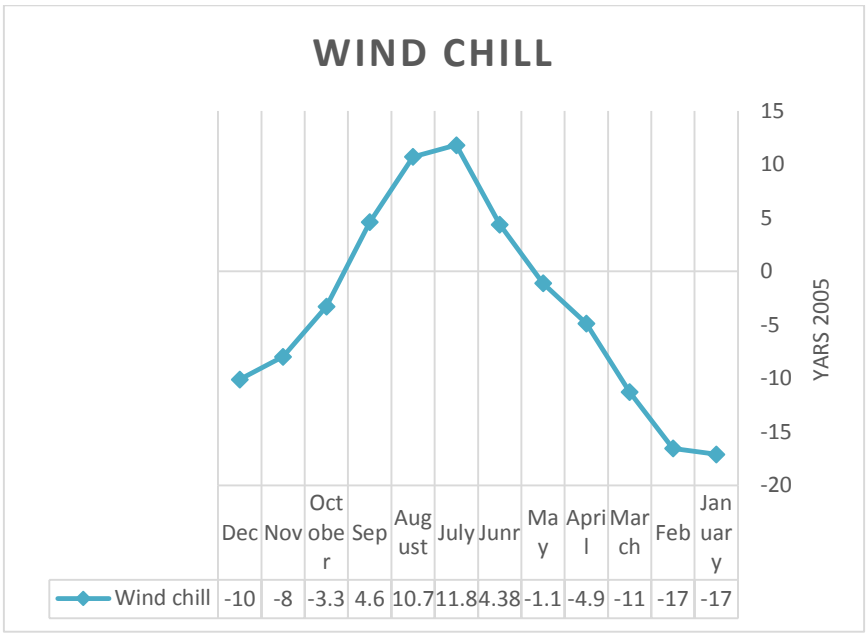
نمودار(۳-۳) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰۲ میلادی



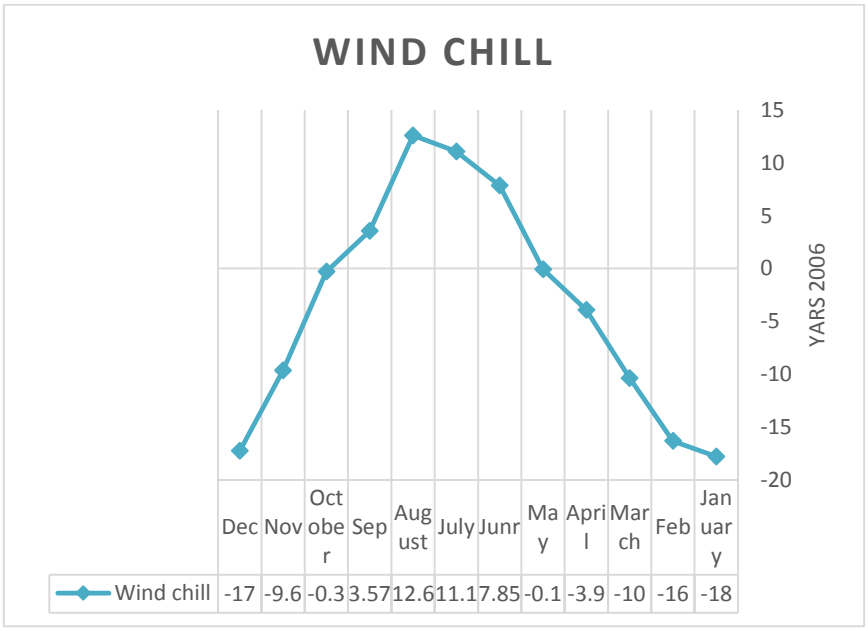
نمودار(٤-۳) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰۳ میلادی



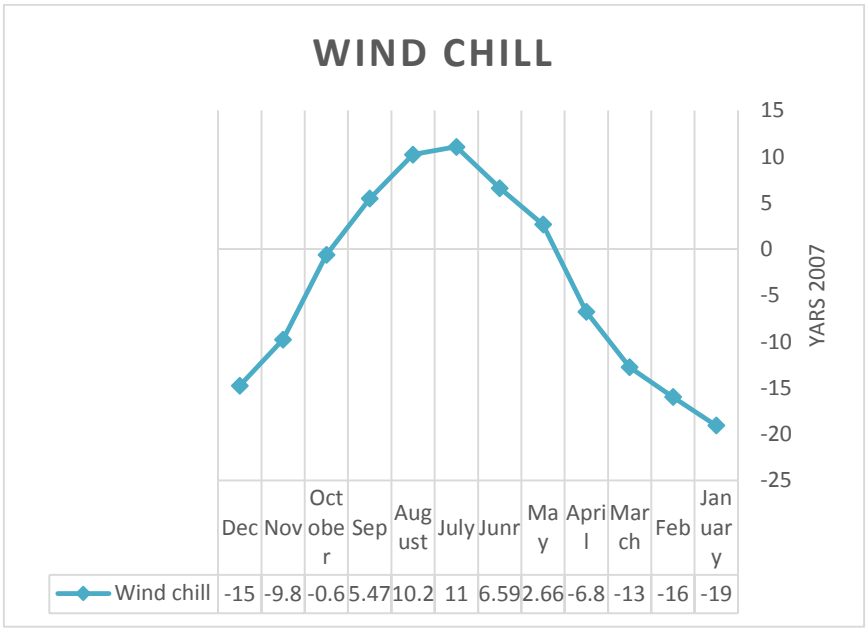
نمودار(٥-۳) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰٤ میلادی



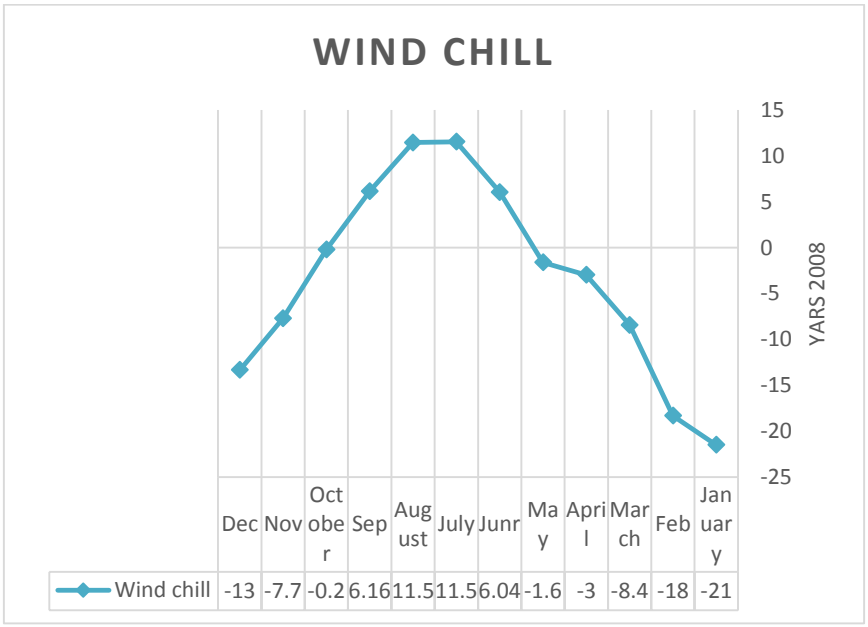
نمودار(۳-٦) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰۵ میلادی



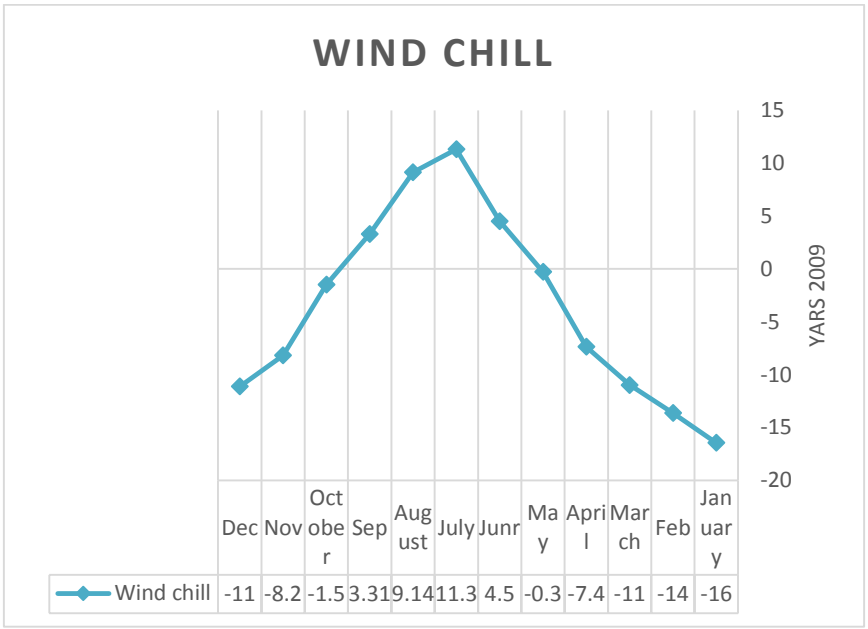
نمودار(۷-۳) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰۶ میلادی



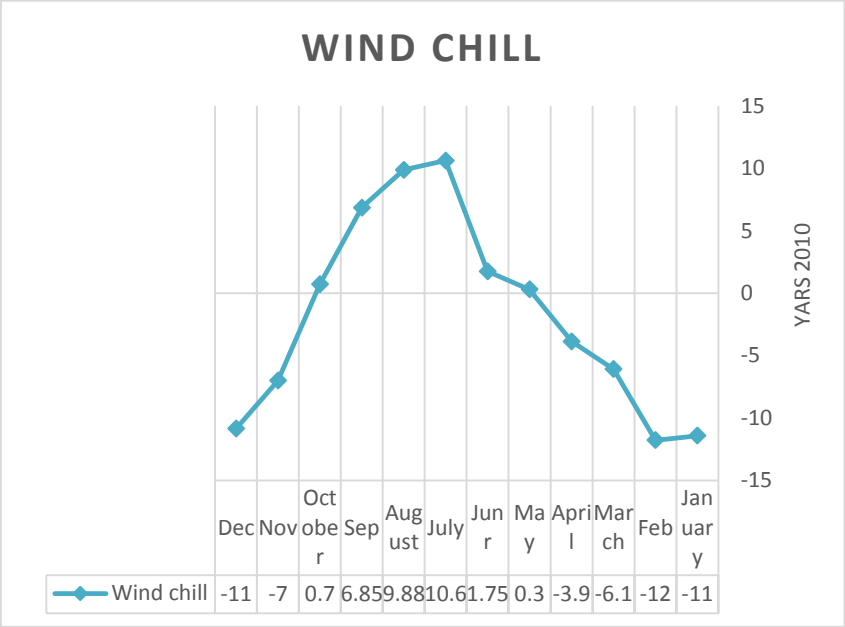
نمودار(۸-۳) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰۷ میلادی



نمودار(۹-۳) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰۸ میلادی



نمودار(۱۰-۳) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۰۹ میلادی



نمودار(۱۱-۳) میانگین ماهانه سوزباد سال ۲۰۱۰ میلادی

جدول (٤) تعداد روزهای دارای سوزباد

سال	تعدادروزها بر اساس معیارهای سوزباد				
	۰ تا-۱۰	۱۰- تا -۲۵	۲۵- تا ٤٥-	٤٥- تا ٥٩-	٦٠- و بالاتر
۲۰۰۰	۱۰٦	۱۱۰	٦	۰	۰
۲۰۰۱	۱۲٦	۹٤	۷	۰	۰
۲۰۰۲	۱۲٤	۹۱	۹	۰	۰
۲۰۰۳	۹۷	۱۱٤	٥	۰	۰
۲۰۰٤	۱۰٤	۱۰۸	٦	۰	۰
۲۰۰٥	۱۱۱	۹۹	٥	۰	۰
۲۰۰٦	۱۰٦	۹٥	۱۲	۰	۰
۲۰۰۷	۸٥	۱۱٤	٦	۰	۰
۲۰۰۸	۱۱۲	٦٦	۲۲	۰	۰
۲۰۰۹	۱۲٥	۹٥	۷	۰	۰
۲۰۱۰	۱۳٦	٥۷	۳	۰	۰
مجموع	۱۲۳۲ روز	۱۰٤۳ روز	۸۸ روز	۰ روز	۰ روز

نتیجه گیری:

دلایل سوزباد در دشت اوباتو

می توان دلایل پدیده ی سوزباد را در دشت اوباتو در موارد زیر یافت:

۱. با عقب نشینی پرفشار جنب حاره از مهر ماه و ورود بادهای غربی به کشور، فراوانی و سرعت باد نیز افزایش می یابد و بادهای کوهستانی را به وجود می آورند. در زمستان بیشتر سیکلونها و امواج کوتاه بادهای غربی، از غرب کشور عبور کرده و با همراهی ماهیت کوهستانی منطقه سبب ایجاد برفهای سنگین میشود.

۲. واقع شدن در مسیر جریانات هوایی ورودی به کشور همراه با از دست دادن بخش اعظم از رطوبت در طی مسیر و رسیدن توده هواهای نیمه خشک سرد به آن..

۳. واقع شدن در ارتفاع بالا و همچنین قرارگرفتن در مناطق کوهستانی نسبتا فشرده و متراکم از یک طرف و از طرف دیگر کانالیزه شدن هوا در مناطق کوهستانی و تندتر شدن جریان باد موجب تشدید دمای سوزباد می شود.

٤. واقع شدن در مسیر آشفتگی های هوایی، چنان که با گسترش بادهای غربی که با تشدید سرعت آن ها همراه است و نیز ورود پر فشارهایی که از جاهای دیگر توسط آن ها آمده و به آنتی سیکلنهای مهاجر مشهور هستند، موجبات شدت سرما و سوزباد را فراهم می نمایند.

۵. با توجه به استقرار در ارتفاع بالاتر و اتمسفر نازک و رقیق آن و خروج آسانتر انرژی از یک طرف و همچنین وقوع بارش به صورت برف که همراه با آلبدوی بالا می باشد، موجبات افت شدید دما می گردد.

٦. قرار گرفتن در پای ارتفاعات بلند و نتیجتا تبادل جریانات سرد بین کوه و محل.

این مطالعه از آن نظر حائز اهمیت است، که سوزباد و موج سرما جزء ۸ بلایای طبیعی جهان است.که تعداد روزهای دارای سوزباد طی ۱۱ سال از سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ میلادی در دمای۰ تا ۱۰- درجه (سرد) ۱۲۳۲ روز، دمای ۱۰- تا ۲۵- درجه (خیلی سرد) ۱۰٤۳ روز، دمای ۲۵- تا ٤۵- درجه (سرمای شدید) به ۸۸ روز رسیده است که این ۸۸ روز برای انسان و حیوانات وحتی جاده ها و مدارس و.... خیلی خطرناک است، در دمای ٤۵- تا ۵۹- درجه (سرمای خیلی شدید) و ٦۰- درجه و بالاتر (فوق سرما) هیچ تعداد روزی نداریم. در حالیکه در ماههای سرد سال عمده پیش بینی های هواشناسی ارائه شده به مردم فاقد این پارامتر است و لذا متأسفانه هر سال عده ای از مردم و حتی بعضاً ورزشکاران زمستانی، و حیوانات نایاب جهان مثل میش مرغ[٤](باران خبر) که زیستگاهش در منطقه شکار ممنوع دشت زرینه اوباتو است، گرفتار سوزباد شده، با سرمازدگی جان خود را از دست می دهند و یا دچار لطمات شدید جسمی می شوند. بطورمسلم ارائه میزان سوزباد در پیش بینی های هواشناسی به مردم، میزان تردید به پیش بینی ها راکم کرده، رضایت مندی مردم را به دنبال خواهد داشت.

با توجه به اینکه این روش به صورت کاملا عددی بوده این احساس قابل سنجش با دستگاه نبوده بدین سبب همان گونه که اشاره شد برای ارائه آن دانشمندان فرمول ریاضی را بسط دادند. از طرف دیگر، مناطق مختلف را از نظر شدت و روند سوزباد مشخص می کند و همچنین زمان لازم برا ی سرمازدگی اعضاء بدن انسان در دماها ی سوزبادی مختلف را نشان می دهد، می تواند مورد استفاده سازمان های پیش بینی کننده هوا، اکیپ های امداد و نجات سازمان های سوخت رسانی و حتی معماران برای در نظرگرفتن آسایش اقلیمی در زمستان در طراحی ساختمان، راهداری ها،

[٤] . این منطقه یا زیستگاه به مساحتی در حدود ۲٤۰۰۰ هکتار در ۱٦ کیلومتری شمال دیواندره زیستگاه مناسبی جهت گونه پرنده حمایت شده و رو به انقراض میش مرغ با نام محلی میش سی و نام علمی (*Otis tarda*) بوده یکی از بزرگترین پرندگان ایران است که از نظر حفاظتی در فهرست قرمز اتحادیه جهانی حفاظت (*IUCN*) در طبقه آسیب پذیر (*VU*) قرار دارد و در این رابطه برنامه های حفاظتی و مطالعاتی در دست اقدام است.

محیط زیست و غیره قرار گیرد. از طرف دیگر با بررسی تعداد روزهای با دمای سوزباد بالا در مناطق مختلف می تواند برنامه ریزان بهداشت و درمان و سایر نهادها را به نحو مطمئن تری برای مقابله با اثرات سرمازدگی مردم آن مناطق آماده نما ید. این در حالی است که باید به وضعیت توپوگرافی، ارتفاع، استقرار در مسیر جریانات سرد، استقرار در مناطق فشرده کوهستانی و سایر عواملی که در میزان شدت دمای سوزباد مؤثرند، بیشترتوجه شود و به طور مسلم با داشتن ایستگاه های بیشتر نتایج از دقت بیشتری برخوردار خواهد شد. اصل مسلم آن است که روش ارائه شده از خصوصیاتی همچون سادگی، علمی بودن، کمی بودن برخور دار بوده، بتواند به عنوان مرجعی مناسب برای آگاهی برنامه ریزان مورد توجه قرار گیرد.

منابع:

۱. محمدی، حسین. فرحناز، تقوی. (۱۳۸٤). روند شاخص های حدی دما و بارش در تهران، پژوهش های جغرافیایی. شماره ۵۳، ص ۱۵۱-۱۷۲.

۲. سوری نژاد، علی. (۱۳۹۸). تحلیل شاخص های حدی دما و بارش در آشکارسازی تغییر اقلیم استان کردستان. سومین کنفرانس ملی هیدرولوژی مناطق نیمه خشک با محوریت آب، انسان، طبیعت، سنندج.

۳. اعظمی، سپیده. حسینی، سید سلام. (۱۳۹۷). تحلیل سینوپتیکی بارش های شدید و فراگیر بهاره شمال غرب کشور (مورد مطالعه: آوریل و می ۲۰۱۸).

٤. میرزایی، صادق. محمدپناه، علی اکبر. رضایی، تیمور. حسینی، سیدسلام. (۱۳۹۳). تغییرات اقلیمی و چالش های زیست محیطی. کنفرانس بین المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری. تبریز.

۵. جعفرپور، ابراهیم. (۱۳۸۵). اقلیم شناسی، تهران. دانشگاه تهران. ۱۳۸۵: ۹۷.

٦. محمدی، حسین. (چاپ سوم، ۱۳۹۱). مخاطرات جوی، تهران: دانشگاه تهران. ۱۳۹۱ ص ۳۰.

۷. مردوخی کوردستانی، محمد. (۱۳۸۵) . فه رهه نگی مه ردوخ، سنندج. ۱۳۸۵ ص ۷۷٤.

۸. علیجانی، بهلول. (چاپ هفتم پاییز ۱۳۹۲). اقلیم شناسی سینوپتیک، تهران، انتشارات سمت. (علیجانی، ۱۳۹۲: ۱-٦).

۹. ذولفقاری، حسن. (۱۳۹۲). آب و هواشناسی توریسم، تهران. انتشارات سمت. ۱۳۹۲: ۱۰۵-۱۰٦.

۱۰. براتی، غلامرضا. (۱۳۷۵). طراحی و پیش بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان های بهاره ایرانی. رساله دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، صص ۱۹۰.

۱۱. حیدری، حسن؛ سعیدآبادی، رشید. (۱۳۸٦). ناحیه بندی سوزباد در شمال غرب و غرب ایران. پژوهش های جغرافیایی، شماره ٦۲، ۹۳-۱۰۷.

۱۲. رسولی، علی اکبر. عزیززاده، مهران . (۱۳۸۵). مدل سازی مکانی پدیده سرمایش بادی در شمال غرب کشور. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۰، صص ۳۰-۵۰.

۱۳. عزیزی، قاسم. حبیبی نوخندان، مجید. (۱۳۸٤). مطالعه توزیع مکانی و زمانی یخ بندان و لغزندگی در جاده های هراز و فیروزکوه با استفاده از تکنیک *GIS*. پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۱، صص ۵۱-٦۳.

۱٤. عزیزی، قاسم. (۱۳۸۳). ارزیابی سینوپتیکی یخ بندان های فراگیر بهاری در نیمه غرب ایران. فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۸، شماره ۱، صص ۹۹-۱۱۳.

۱۵. هژبرپور، قاسم. علیجانی، بهلول. (۱۳۸٦). تحلیل همدید یخ بندان های استان اردبیل. جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰، صص۸۹-۱۰٦.

۱٦. رهنمایی، محمد تقی. (چاپ چهارم ۱۳۸۷). مجموعه مباحث و روشهای شهرسازی: جغرافیا، تهران، انتشارات شهیدی، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران. رهنمایی،۱۳۸۷ص۱۳۲.

۱۷. علیجانی، بهلول. (۱۳۸۷). شناسایی الگوهای سینوپتیکی سرماهای شدید شمال غرب ایران. پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ٦۵، صص ۱-۱٦.

۱۸. فتاحی کیاسری. ابراهیم . صالحی پاک. تهمینه. (۱۳۸۸). تحلیل الگوهای سینوپتیکی یخ بندان های زمستانه ایران. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، صص ۱۲۷-۱۳٦.

۱۹. قاسمی، احمد رضا. اسلامیان، سید سعید. (۱۳۸٦). تاثیر سرمازایی باد بر میزان راحتی انسان در مناطق مختلف ایران. مجله دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، شماره ۳، صص ۱۳-۲٦.

۲۰. شریعتمداری، سید حسین. آروین، عباسعلی. عطایی، هوشمند. (۱۳۹۵). ارزیابی وقوع پدیده زیست اقلیمی سوزباد در استان لرستان. سومین کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در علوم کشاورزی و محیط زیست سنگاپور.

۲۱. قویدل رحیمی، یوسف. (۱۳۸۷). تحلیل همدید دماهای فرین دوره سرد سال در شمال غرب ایران. رساله دکتری اقلیم شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیایی دانشگاه اصفهان. ۱۳۸۹: ۱۸۰.

۲۲. قویدل رحیمی، یوسف. خوشحال دستجردی، جواد. (۱۳۸۹). جستاری سختی اقلیم زمستانی تبریز و ارتباط آن با نوسانات شمالگان. فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱٤، شماره ۱، صص ۱۷۹-۱۹٦.

۲۳. باران خبر، بارانی نیوز. پایگاه مستقل خبری و تحلیلی، شهرستان دیواندره.

4- 24. Steadman, R. G.(1971);Indices of the windchill of clothed persons,"J. Appl. Meteorol.; 10,674- 83.

25. . Juan A. A. Manuel, F-G. Xavier, L. Xiral L-O. (2017); "Impact of Cold Waves and Heat Waves on the Energy Production Sector" Atmosphere 2017, PP. 1-13.

5-

6- 26. Rieck T, Binau S. Wind Cill Climatology For The North-Center United States, National Weater Service La Crosse, 2009,Wisconsin.

7- 27. Final Report For Environment Canada (1999), Evaluation of the Perception of Wind Chill and the Receptiveness to Change", Environics Research Group, pp. 23.

8- 28. Ahrens, C. D, (2002), Meteorology Today, an Introduction to Weather, Climate and the

***Environment**", 7th Edition, West Publishing Company, New York, pp. 544.*

9- Avraham Shitzer.29. (2006), "A parametric study of wind chill equivalent temperatures by a
*dimensionless steady-state analysis",**Int J Biometeorol**, No 50, pp. 215–223.*

10-30. Chen-Ching Ting, Jing-Nang Lee, Chun-Hong Shen, (2008), "Development of a wind forced
*chiller and its efficiency analysis", **Applied Energy**, No 85, pp. 1190–1197.*

11-31. Des ir ee Gavhed, Tero Makinen, Lngvar Holmer, Hannnu Rintamaki, (2000), Face t emperature
*and cardior espiratory responses to wind in t her moneutral and cool subjects exposed to -10 °", **Eur J Appl Physiol**, No 83, pp. 449 – 456.*

12-32. Des ir ee Gavhed. Tero Mkinen · Ingvar Holmr · Hannu Rintamki, (2003), "Face cooling by cold wind in walking subjects", Int J Biometeorol, No 47, pp. 148–155.

13-33. Des ir ee Gavhed. Tero Mkinen · Ingvar Holmr · Hannu Rintamki, (2003), "Face cooling by cold wind in walking subjects", Int J Biometeorol, No 47, pp. 148–155.

14-34. Dragan Brajkovic, Michel B. Ducharme, (2006), "Facial cold-induced vasodilation and skin
*temperature during exposur e to cold wind", **Eur J Appl Physiol**, No 96, pp. 711–721.*

15-35. H. Toros, A. Deniz, L. S_aylan, O. Sen, and M. Balog˘lu, (2005), "Spatial variabilit y of chilling
*temperature in Turkey and its effect on human comfort", **Meteorol Atmos Phys** No 88, pp. 107–118.*

16-36. H. Toros, A. Deniz, L. S_aylan, O. Sen, and M. Balog˘lu, (2005), "Spatial variabilit y of chilling
*temperature in Turkey and its effect on human comfort", **Meteorol Atmos Phys** No 88, pp. 107–118.*

17-37. M.J.Prior, and E. J. Keeble, (1990/1991), "Directional wind-chill data for planning
*shelteredmicroclimates around building", **Energy and building**, no 15 - 16, pp. 887. 893.*

18-38. Osczevski, R.J, (2000), "Windward cools: an overlooked factor in the calculation of wind chill",
***Bull. Amer. Meteor. Soc**., 81, pp. 2975-2978.*

Peter Tikuisisa, Michel B.Ducharme, Dragan Brajkovic, (2007), "Prediction of facial cooling
while walking in cold wind", ***Computers in Biology and Medicine*** *37, pp. 1225 – 1231.*

19-39. Meteorological Service of Canada:(2002 reviewed), Windchill science and equations-
Windchill program, http://www.msc.ec.gc.ca/education /windchill/science-equations-e. cfm.

20-40. Hoeppe, P.(1999), The physiological equivalent temperature – a universal index for the
biometeorological assessment of thermal environment, Int. J. Biometeor, 43, 71-75.

21-41. Jedritzky, G. & Et al,(2000), The received the the method of Deutscher wetterdient for
the assessment of cold stress and heat load for human body, http:
Windchill.ec.ga.ca/workshop/sessions /index_e.html.