

دو فصلنامه آب و هواشناسی کاربردی، سال دوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۴، شماره پیاپی ۲

M. khoshnafs  
M. sedaghat

مریم خوش نفس، کارشناس ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه پیام نور  
مهدی صداقت، استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه پیام نور

Email: m.khoshnafs@yahoo.com

وصول: ۱۳۹۳/۸/۲۵ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۲۹

صص: ۹۱-۱۰۴

## بررسی آسایش اقلیمی با استفاده از شاخص درجه سختی هوا (مطالعه موردی: شمال غرب ایران)

### چکیده

در این مطالعه از شاخص درجه سختی هوا، به منظور بررسی شرایط زیست اقلیمی منطقه شمال غرب (استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اردبیل، زنجان و کردستان) در دوره سرد سال استفاده شد. بدین منظور از داده‌های میانگین دمای روزانه طی یک دوره زمانی ۱۰ ساله در ۲۲ ایستگاه سینوپتیک که دارای دوره آماری کامل‌تری بودند استفاده گردید. ماههایی که میانگین دمای آن‌ها کمتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد بود، به عنوان ماه سرد در نظر گرفته شدند. بر طبق این معیار، ۷ ماه از سال (سه ماه پاییز، سه ماه زمستان و ماه اول بهار) در منطقه به عنوان ماه سرد شناخته شد. با استفاده از نتایج شاخص درجه سختی هوا، نقشه‌های پهنه بندی آسایش برای منطقه شمال غرب تهیه گردید. نتایج نشان داد که، منطقه به طور کلی در بخش اعظم سال با شرایط سردی روبرو است. همچنین مشخص شد که شرایط سختی هوا با ارتفاع رابطه مستقیم دارد زیرا که هر چه ارتفاع از سطح دریا بیشتر باشد شرایط دمایی سردی بر منطقه حاکم می‌گردد. به نحوی که مناطقی مانند بیجار و زرینه اوباتو تقریباً در تمامی سال از آسایش اقلیمی به دورند. نتیجه این بررسی نشان می‌دهد که ۱۳ درصد از کل منطقه در دوره سرد سال از شرایط سختی هوا به دور است و یا به عبارت دیگر از حالت اعتدال برخوردار است. در حالیکه در ۸۷ درصد دیگر شرایط سختی در ماههای سرد حاکم است که درجات کمی سخت تا خیلی سخت مشاهده می‌شود.

**واژه های کلیدی:** شاخص درجه سختی هوا، زیست اقلیم، مدل درون یابی IDW، شمال غرب ایران

### طرح مسئله

یک فضای جغرافیایی دارای هویت طبیعی منحصر به فرد است و برخوردار از شرایط زیستی مطلوب در محیط زندگی لازمه زیست در آن فضا محسوب می‌گردد. مسلم است که، هر فردی انتظار دارد در محیط کار و فعالیت و مکان استراحت خود از اقلیمی قابل زیست بهره‌بردار. هر محیطی ویژگیهای طبیعی خاصی مانند عرض جغرافیایی، توپوگرافی و دوری و نزدیکی به منابع بزرگ آب دارد. تسلط شرایط طبیعی متفاوت از نقاط دیگر بر یک محیط، شرایط خاصی را از

نظر زیست و به تبع آن آسایش فراهم می‌کند. به عقیده خوشحال و همکاران (۱۳۸۵) تحلیل شرایط اقلیمی هر منطقه، نقطه شروع فرموله کردن طراحی و ایجاد حداکثر شرایط آسایش و به حداقل رساندن استفاده از انرژی برای سرمایش و گرمایش محسوب می‌گردد. در نواحی مختلف ایران بسته به مجموعه عواملی که بر آب و هوای آن موثرند ویژگی‌های زمانی و مکانی عناصر اقلیمی متفاوت است. کشور ایران در منطقه‌ای قرار گرفته است که وقوع مخاطرات محیطی، مشخصه ذاتی آن می‌باشد. مخاطراتی مانند سرماهای شدید هر سال موجب بروز مشکلاتی در نقاط مختلفی از کشور می‌گردد. منطقه شمال غرب کشور به دلیل واقع شدن در عرض‌های جغرافیایی بالا، شرایط توپوگرافی خاص و توده های هوایی موثر بر منطقه شرایط زیست اقلیمی ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. کلیه عناصر جوی بر روی هم اقلیم یک منطقه را تشکیل می‌دهند و بر حس آسایش انسان تاثیر گذارند ولی تاثیر بعضی از عناصر کاملاً مشخص و تاثیر بعضی از آنها ضعیف و ناپیدا است. محققین علوم مختلف بر اساس نیاز منطقه به بعضی از عناصر اهمیت داده و مهمترین آنها را انتخاب می‌کنند. بر این اساس شاخص‌های متعددی طراحی و ارائه شده که امروزه در مطالعات مربوط به زیست اقلیم انسانی به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله؛ اولگی<sup>۱</sup> (۱۹۵۷) نموداری را پیشنهاد داد که بر روی دما و رطوبت نسبی به جهت اثر مستقیم آن‌ها بر روی آسایش تاکید دارد (رازجویان، ۱۳۶۷: ۴۵). ترجونگ<sup>۲</sup> (۱۹۶۶) تقسیم بندی بیوکلیمایی را مطرح کرد و طی آزمایش‌های متعدد بر روی انسان، حاصل آن را به صورت نمودار ارائه کرد (صفایی پور و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۹۴). گیونی<sup>۳</sup> (۱۹۶۹) منطقه آسایش و شرایط زیست اقلیمی را در ارتباط با دو عنصر دما و رطوبت نسبی مشخص نمود. ماهانی<sup>۴</sup> (۱۹۷۱) رایج‌ترین جدول تعیین معیار آسایش آب و هوایی ساختمان برای ارزیابی وضعیت گرمایی یک منطقه را عرضه کرد. همچنین اوآنز<sup>۵</sup> (۱۹۸۰) برای تعیین منطقه آسایشی از رابطه بین دمای خشک با پارمترهای رطوبت نسبی، دمای روز و شب و جریان هوا استفاده کرد (کسمایی، ۱۳۷۲: ۱۶۶).

### پیشینه تحقیق

ارزیابی شاخص درجه سختی هوا از طریق فرمول SB محاسبه می‌شود که به شاخص درجه سختی هوا بودمن<sup>۶</sup> معروف است (بریمانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۳). این شاخص برای ارزیابی شرایط بیوکلیماتیک در دوره سرد سال استفاده می‌شود. الکسیوا<sup>۷</sup> (۱۹۸۰)، به مطالعه تاثیر پارامترهای محیط بر روی بدن انسان و عملکرد آن، با استفاده از شاخص درجه سختی هوا در کشور روسیه پرداخت. یاماشیتا<sup>۸</sup> (۱۹۹۸)، شرایط آسایش شهر توکیو و چند شهر دیگر را با استفاده از شاخص درجه سختی هوا مورد بررسی قرار داد. سپس به مطالعه رابطه بین شرایط اقلیم شهر و سلامتی ساکنان آن پرداخت و به این نتیجه رسید که، حفظ منابع و توجه ویژه به آن بسیاری از مسائل و مشکلات محیطی را حل خواهد

- 
- 1- Olgyay
  - 2- Terjong
  - 3- Givoni
  - 4- Mahoney
  - 5- Evans
  - 6- Bodman's Weather severity index (SB)
  - 7- Alexeeva
  - 8- Yamashita

کرد. عیسایف<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸)، با استفاده از شاخص درجه سختی هوا، شرایط آسایش فصل زمستان را در شهر مسکو طی قرن ۲۰ مورد بررسی قرار دادند. طبق این مطالعه، حالت ترکیبی دما و باد با استفاده از این شاخص برای دوره سرد سال محاسبه گردید. در ایران اولین مطالعات بیوکلیمایی توسط احمد حسین عدل (۱۳۳۹) با توجه به شواهد گیاهی و تهیه نقشه بیوکلیماتیک ارائه شد (محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷: ۱۰). طی سالهای اخیر، به کارگیری شاخص های جدید و کاربردی جهت بررسی شرایط آسایش مناطق مختلف و پتانسیل توریست پذیری آنها در کشور ایرن رو به افزایش گذاشته است. علیجانی (۱۳۷۳)، در مقاله ای تحت عنوان نگرشی نو در کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت منابع و توسعه کشور (نقش آب و هوا در طراحی مسکن)، با استفاده از روش ماهانی و دمای موثر فرایند طراحی ساختمان های انفرادی و مجتمع را از نظر مکان یابی و طراحی کالبدی از دیدگاه اقلیم شناسی مورد بررسی قرار داده است. بدین منظور با استفاده از اطلاعات هواشناسی به ارزیابی شرایط آسایش تبریز پرداخته و براساس دمای موثر روزانه محدوده آسایش را بین ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتی گراد در نظر گرفته است.

جهانبخش (۱۳۷۷)، در مقاله ای تحت عنوان ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیاز حرارتی ساختمان، دامنه تحریکات بیوکلیمایی تبریز را مشخص کرده و به ارزیابی شرایط حرارتی با توجه به دمای موثر پرداخته است. وی در نهایت محدوده آسایش را بین ۶ تا ۱۲ درجه سانتی گراد مشخص کرده است. لشکری و داوری (۱۳۷۷)، شرایط بیوکلیمای انسانی استان آذربایجان غربی را با استفاده از شاخص بیکر بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که حداقل در طول ۵ ماه از سال در تمام سطح استان شرایط بیوکلیمای نامطلوب سرد تا خیلی سرد حاکم است که با در نظر گرفتن تفاوت های ایستگاهی، ۶۷ درصد از طول سال در محدوده شرایط برودتی می باشد. لشکری و پورخادم (۱۳۸۴)، وضعیت زیست اقلیمی شهر اردبیل را مورد بررسی قرار دادند. ایشان در این مطالعه به بررسی شرایط اقلیمی در رابطه با طراحی فضاهای آزاد پرداختند. طبق این مطالعه بر اساس شاخص اولگی مشخص گردید که حدود ۵۳/۷ درصد از مواقع سال هوا در شهر اردبیل کاملاً سرد می باشد و تنها ۱۱/۹ درصد از مواقع سال در سایه آسایش نسبی حاصل می گردد. حدود ۳۴ درصد از مواقع نیز با بهره گیری از تابش آفتاب می توان شرایط مناسبی را در این شهر فراهم نمود. بریمانی و همکاران (۱۳۹۰) شاخص های زیست اقلیمی موثر بر تعیین فصل گردشگری را در نواحی جنوبی ایران مورد بررسی قرار دادند. در این مقاله استفاده از شاخص سختی هوا برای تعیین شرایط گردشگری فصل سرد نشان داد که در ماه فوریه دو ایستگاه ماهشهر و بوشهر دارای سرمای کمی آزار دهنده می باشند ولی در ماه های ژانویه و مارس شرایط مناسب در این منطقه برای گردشگران فراهم است.

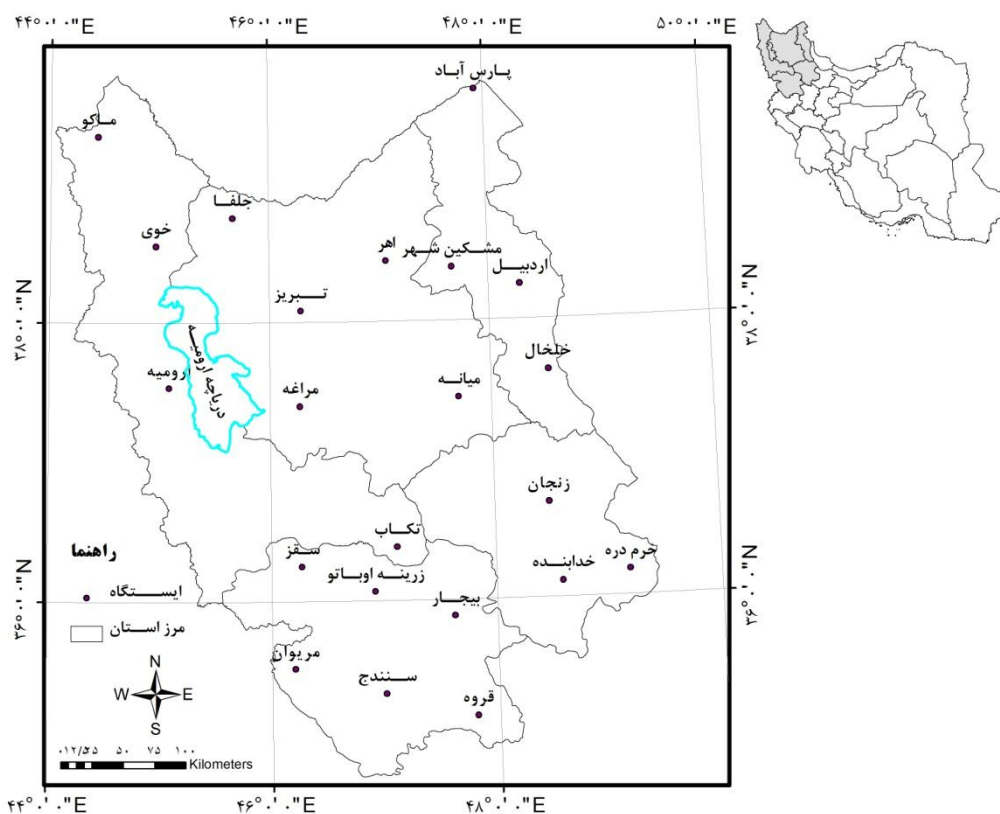
منطقه شمال غرب ایران جزء مناطق سرد کشور محسوب می شود طوری که گاهی شدت سرما و یخبندان زندگی مردم را مختل می کند. در ۷۰ درصد از موارد سرماهای شدید در شمال غرب ایران، با استقرار ناوهای عمیق بر روی شمال ایران و قرار گرفتن منطقه مورد مطالعه در قسمت عقب آن و همچنین وجود یک پرفشار در سطح زمین رخ می دهد و در مرحله بعد ارتفاع زیاد منطقه، دوری از دریا و سرمایش تابشی سطح زمین عامل اصلی سرماهای شدید می باشد (علیجانی و هوشیار، ۱۳۸۷: ۱). در این مطالعه با رویکردی متفاوت، سرما به عنوان یک پدیده فرا آسایش از نقطه

نظر توزیع جغرافیایی و تغییرات مکانی آن در محدوده شمال غرب کشور مورد توجه قرار گرفت. شناسایی بازه‌های زمانی فرا آسایشی، شناسایی نقاط بحرانی از نظر فرا آسایش و تبدیل داده‌های نقطه‌ای به اطلاعات پهنه‌ای در این منطقه از اهداف این پژوهش است. شاخص درجه سختی هوا بر روی منطقه اجرا گردیده و نتیجه آن به صورت جدول و نمودار ارائه می‌گردد. در نهایت، نتایج به دست آمده از نقشه نهایی پهنه بندی مورد تفسیر قرار خواهد گرفت.

## داده ها و روش ها

### موقعیت منطقه

منطقه مورد مطالعه تحت عنوان شمال غرب ایران محدود به چهارچوبی بطول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۲ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی قرار دارد. مساحت این منطقه حدود ۱۵۳۷۱۰ کیلومتر مربع می‌باشد که از شمال به کشورهای آذربایجان و ارمنستان، از جنوب به استانهای همدان و کرمانشاه، از شرق به استانهای قزوین و گیلان، و از غرب به کشورهای ترکیه و عراق محدود است. از نظر تقسیمات اداری، منطقه مورد مطالعه شامل ۵ استان آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اردبیل، زنجان، کردستان می‌باشد. نگاره ۱ موقعیت منطقه شمال غرب و ایستگاههای واقع در آن را نشان می‌دهد.



نگاره ۱- محدوده شمال غرب و ایستگاههای هواشناسی

## روش کار

امروزه تعیین میزان تاثیر عناصر آب و هوایی بر روی فیزیولوژی انسانی و مشخص نمودن شرایط آسایش حرارتی، از اهمیت زیادی برخوردار است. در این پژوهش، جهت مطالعه و بررسی شرایط آسایش حرارتی منطقه شمال غرب کشور، ابتدا تحلیل آماری داده ها مورد توجه قرار گرفت. بدین منظور داده های عناصر آب و هوایی ایستگاه های سینوپتیک منطقه از سازمان هواشناسی اخذ گردید. تحلیل آماری بر روی ۲۲ ایستگاه سینوپتیک منطقه که دارای اطلاعات آماری کامل تری بودند اجرا گردید. دوره آماری مورد بررسی در این پژوهش از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶ حدود ۱۰ سال می باشد. موقعیت جغرافیایی و ارتفاع ایستگاه های منطقه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ایستگاه های شمال غرب ایران

ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	سال تاسیس
۱	اردبیل	۴۸,۱۷	۳۸,۱۵	۱۳۳۲	۱۳۶۲
۲	ارومیه	۴۵,۵	۳۷,۳۲	۱۳۱۵,۹	۱۳۳۹
۳	اهر	۴۷,۴	۳۸,۲۶	۱۳۹۰,۵	۱۳۶۴
۴	بیجار	۴۷,۳۷	۳۵,۵۳	۱۸۸۳,۴	۱۳۶۶
۵	پارس آباد	۴۷,۵۵	۳۹,۳۹	۳۱,۹	۱۳۶۳
۶	تبریز	۴۶,۱۷	۳۸,۵	۱۳۶۱	۱۳۳۰
۷	تکاب	۴۷,۷	۳۶,۲۳	۱۷۶۵	۱۳۶۵
۸	جلفا	۴۵,۴۰	۳۸,۴۵	۷۳۶,۲	۱۳۶۴
۹	خدابنده	۴۸,۳۵	۳۶,۷	۱۸۸۷	۱۳۷۲
۱۰	خرمدره	۴۹,۱۱	۳۶,۱۱	۱۵۷۵	۱۳۶۴
۱۱	خلخال	۴۸,۳۱	۳۷,۳۸	۱۷۹۶	۱۳۶۶
۱۲	خوی	۴۴,۵۸	۳۸,۳۳	۱۱۰۳	۱۳۳۹
۱۳	زرینه اویاتو	۴۶,۵۵	۳۶,۴	۲۱۴۲,۶	۱۳۶۸
۱۴	زنجان	۴۸,۲۹	۳۶,۴۱	۱۶۶۳	۱۳۳۵
۱۵	سقز	۴۶,۱۶	۳۶,۱۵	۱۵۲۲,۸	۱۳۳۹
۱۶	سندج	۴۷	۳۵,۲۰	۱۳۷۳,۴	۱۳۳۸
۱۷	قروه	۴۷,۴۸	۳۵,۱۰	۱۹۰۶	۱۳۶۸
۱۸	ماکو	۴۴,۲۶	۳۹,۲۰	۱۴۱۱,۳	۱۳۶۴
۱۹	مراغه	۴۶,۱۶	۳۷,۲۴	۱۴۷۷,۷	۱۳۶۲
۲۰	مریوان	۴۶,۱۲	۳۵,۳۱	۱۲۸۶,۸	۱۳۷۰
۲۱	مشکین شهر	۴۷,۴۰	۳۸,۲۳	۱۵۶۸,۵	۱۳۷۲
۲۲	میانه	۴۷,۴۲	۳۷,۲۷	۱۱۱۰	۱۳۶۶

مأخذ: سازمان هواشناسی جمهوری اسلامی ایران

درجه حرارت و باد مهمترین پارامترهایی هستند که بر دوام و یا فعالیت انسان در محیط باز تاثیر می گذارند. ارزیابی شرایط بیوکلیماتیک هوا در دوره سرد سال با استفاده از عناصر درجه حرارت و سرعت باد، از طریق فرمول به روش SB انجام می گیرد:

$$SB = (1 - 0.04 T) (1 + 0.272 V)$$

در رابطه فوق:

T = میانگین درجه حرارت برحسب سانتی گراد

V = میانگین سرعت باد برحسب متر بر ثانیه

آستانه های تعیین شده برای شاخص درجه سختی هوا (برحسب درجه سانتی گراد) در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- آستانه های تعیین شده برای شاخص SB (برحسب درجه سانتی گراد)

شرایط	آستانه
شرایط بشدت سخت	۷ تا ۵
شرایط خیلی سخت	۵ تا ۴
شرایط سخت	۴ تا ۳
شرایط تا حدی سخت	۳ تا ۲
شرایط تقریبا سخت	۲ تا ۱
معتدل	۱ تا ۰

مأخذ: (بریمانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۳)

به منظور بررسی شرایط آسایش منطقه شمال غرب از شاخص درجه سختی هوا استفاده شد. سپس با استفاده از روش IDW، پهنه بندی شرایط آسایش بر روی منطقه انجام شد. IDW روشی است که در آن، ارزش یک متغیر بر اساس میانگین همسایه ها در محدوده های معین محاسبه می شود. دلیل استفاده از روش IDW این است که، این روش در مقایسه با روش های دیگر درون یابی همچون کریجینگ و اسپیلاین مقادیر خطای (RMSE) کمتری را نشان داد.

## یافته ها

دوره سرد در منطقه شمال غرب کشور، اصولا با عقب نشینی پرفشار جنب حاره از مهر ماه و ورود بادهای غربی به کشور آغاز می شود و در پی آن فراوانی و سرعت باد نیز افزایش می یابد. ضمن آن که در مناطق کوهستانی به جهت کاهش دما، مراکز فرابار تشکیل شده و عامل باد باعث تشدید احساس سرما می شود. بنابراین با توجه به وزش بادهای سرد در منطقه و نیز افت شدید دما در فصول سرد، شاخص درجه سختی هوا برای دوره سرد سال استخراج گردید. بدین منظور میانگین ماهانه داده های دما و سرعت باد با دوره ده ساله بکار گرفته شد. ماههایی به عنوان ماه سرد در نظر گرفته شد که میانگین دمای آن کمتر از ۱۸ درجه سانتی گراد بود. بر طبق این معیار، ۷ ماه از سال در منطقه به عنوان ماه سرد شناخته شد که شامل سه ماه پاییز، سه ماه زمستان و ماه اول بهار بود. شاخص SB برای ماههای سرد ۲۲ ایستگاه منطقه محاسبه شد که در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج به دست آمده برحسب آستانه‌های تعیین شده برای این شاخص نیز بررسی گردید که در جدول شماره ۴ آمده است. نتیجه این بررسی نشان می‌دهد که ۱۳ درصد از کل منطقه در دوره سرد سال از شرایط سختی هوا به دور است و یا به عبارت دیگر از حالت اعتدال برخوردار است. در حالیکه در ۸۷ درصد دیگر شرایط سختی در ماه‌های سرد حاکم است که از درجه کمی سخت تا خیلی سخت مشاهده می‌شود. نکته قابل توجه این است که ماه‌های سردی مثل ماه‌های فصل پاییز در برخی از ایستگاه‌ها مانند پارس آباد، خوی، جلفا و میانه در شرایط اعتدال جای گرفته‌اند. منظور از آستانه معتدل در این شاخص، به معنی وجود آسایش نیست. بلکه در این آستانه منطقه تا حدی از شرایط سخت و سوزناک به دور است. بر اساس این شاخص، سختی هوای منطقه شمال غرب در دوره سرد سال در حدی است که منطقه را خارج از حالت آسایش قرار دهد. طوری که ایستگاه زرینه اوباتو در فصل زمستان، شرایط سخت و خیلی سخت برودتی را سپری می‌کند.

جدول ۳- SB ماه‌های سرد سال در منطقه شمال غرب

نام ایستگاه	SB(°C) Jan	SB(°C) Feb	SB(°C) Mar	SB(°C) Apr	SB(°C) Oct	SB(°C) Nov	SB(°C) Des
اردبیل	۳٫۵	۳٫۹	۲٫۹	۲	۱٫۴	۲٫۳	۳٫۲
ارومیه	۱٫۹	۲	۱٫۷	۱٫۳	۰٫۹	۱٫۴	۱٫۷
اهر	۳	۳٫۱	۲٫۲	۱٫۵	۱	۱٫۸	۲٫۶
بیجار	۲٫۳	۳٫۷	۳٫۱	۲٫۳	۱٫۴	۲٫۱	۲٫۷
پارس آباد	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۲	۰٫۸	۰٫۵	۰٫۹	۱٫۲
تبریز	۲٫۴	۲٫۵	۲٫۱	۱٫۵	۰٫۹	۱٫۶	۲٫۱
تکاب	۱٫۸	۱٫۹	۱٫۸	۱٫۵	۱	۱٫۳	۱٫۵
جلفا	۱٫۷	۱٫۶	۱٫۳	۰٫۹	۰٫۵	۰٫۹	۱٫۴
خداآبنده	۲٫۶	۲٫۹	۲٫۶	۲	۱٫۲	۱٫۹	۲٫۴
خرمدره	۲٫۴	۲٫۷	۲٫۲	۱٫۵	۱	۱٫۶	۲
خلخال	۲٫۱	۲٫۴	۲	۱٫۶	۱٫۱	۱٫۶	۲
خوی	۱٫۵	۱٫۷	۱٫۵	۱	۰٫۷	۱	۱٫۴
زرینه اوباتو	۳٫۵	۴٫۱	۳٫۷	۲٫۹	۱٫۹	۲٫۶	۳٫۱
زنجان	۲٫۷	۲٫۷	۲٫۲	۱٫۶	۱٫۱	۱٫۸	۲٫۳
سقز	۲٫۲	۲٫۶	۲٫۳	۱٫۷	۱٫۱	۱٫۶	۱٫۹
سنندج	۱٫۸	۲	۱٫۷	۱٫۲	۰٫۷	۱٫۲	۱٫۶
قروه	۲٫۵	۲٫۹	۲٫۵	۱٫۹	۱٫۱	۱٫۸	۲٫۲
ماکو	۱٫۶	۲	۱٫۸	۱٫۴	۰٫۹	۱٫۳	۱٫۵
مراغه	۱٫۸	۱٫۹	۱٫۶	۱٫۲	۰٫۸	۱٫۴	۱٫۷
مریوان	۱٫۷	۱٫۹	۱٫۷	۱٫۲	۰٫۸	۱٫۳	۱٫۶
مشکین شهر	۲٫۱	۲٫۵	۱٫۹	۱٫۳	۰٫۸	۱٫۵	۲٫۱
میانه	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۴	۰٫۹	۰٫۶	۱	۱٫۲

مأخذ: محاسبات مولفین

جدول ۴- شرایط سختی هوا در ماه های سرد سال در منطقه شمال غرب

نام ایستگاه	SB Jan	SB Feb	SB Mar	SB Apr	SB Oct	SB Nov	SB Des
اردبیل	سخت	سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	کمی سخت	تا حدی سخت	سخت
ارومیه	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	معتدل	کمی سخت	کمی سخت
اهر	تا حدی سخت	سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	معتدل	کمی سخت	تا حدی سخت
بیجار	تا حدی سخت	سخت	سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت
پارس آباد	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	معتدل	معتدل	معتدل	کمی سخت
تبریز	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	معتدل	کمی سخت	تا حدی سخت
تکاب	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	معتدل	کمی سخت	کمی سخت
جلفا	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	معتدل	معتدل	معتدل	کمی سخت
خداآباد	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	تا حدی سخت
خرمدره	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	معتدل	کمی سخت	کمی سخت
خلخال	تا حدی سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت
خوی	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	معتدل	معتدل	معتدل	کمی سخت
زرینه اوباتو	سخت	خیلی سخت	سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	تا حدی سخت	سخت
زنجان	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	تا حدی سخت
سقز	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت
سنندج	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	معتدل	کمی سخت	کمی سخت

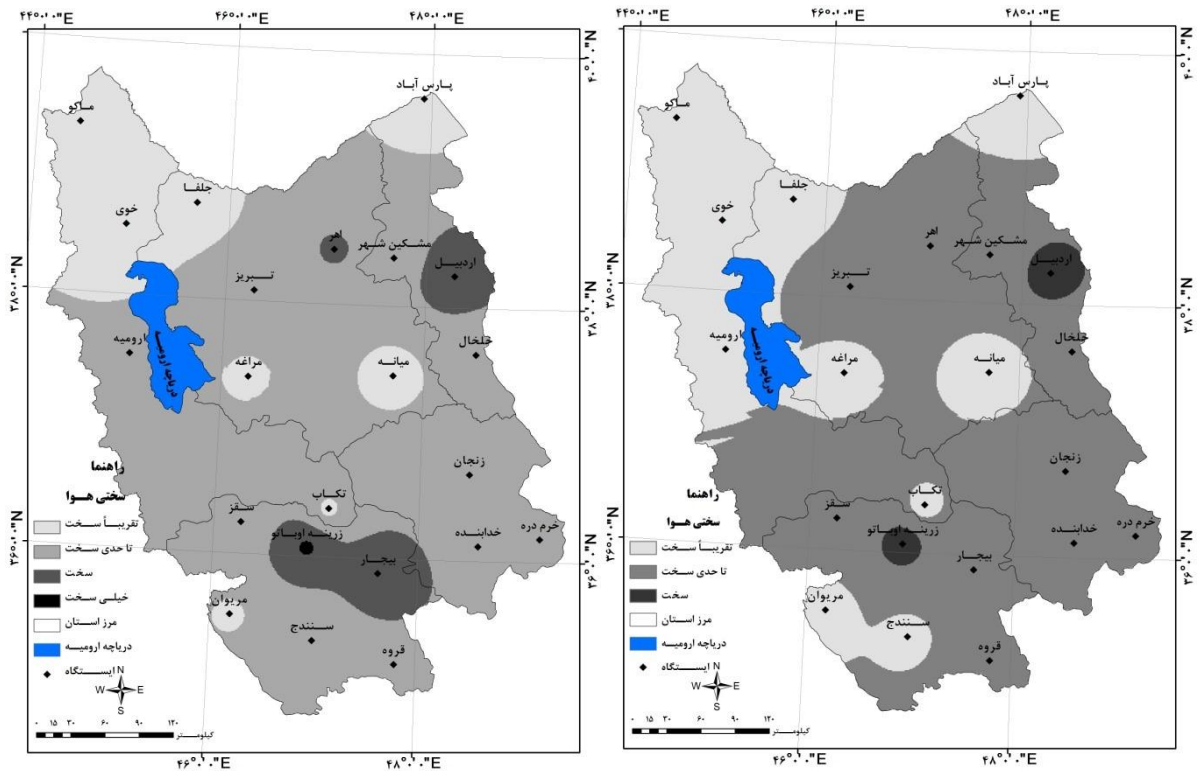


تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	قروه
کمی سخت	کمی سخت	معتدل	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	ماکو
کمی سخت	کمی سخت	معتدل	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	مراغه
کمی سخت	کمی سخت	معتدل	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	مریوان
تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	تا حدی سخت	مشکین شهر
کمی سخت	معتدل	معتدل	معتدل	کمی سخت	کمی سخت	کمی سخت	میانه

مأخذ: محاسبات مولفین

### پهنه بندی شاخص درجه سختی هوا در منطقه

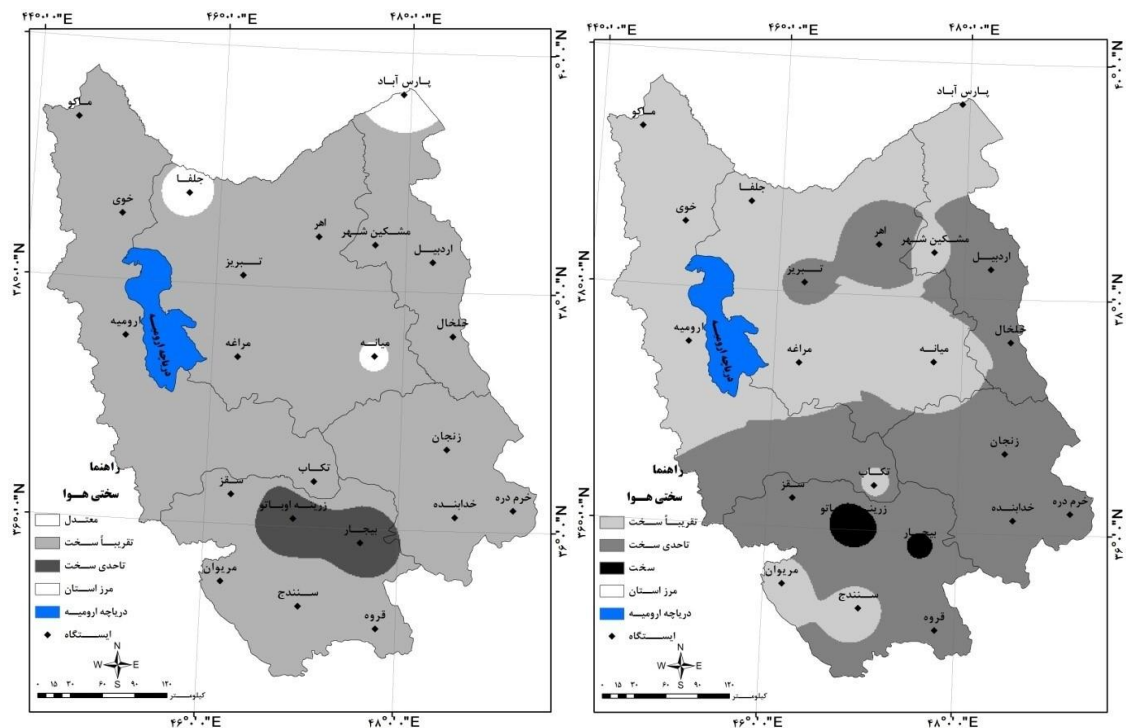
به این ترتیب برای هر ماه نقشه SB برای منطقه بدست آمد. نگاره ۲ تا ۸، پهنه بندی شاخص SB را طی ۷ ماه سرد سال در منطقه نشان می دهد. شرایط سختی هوا در منطقه شمال غرب درون ۵ آستانه معتدل، تقریباً سخت، تا حدی سخت، سخت و خیلی سخت دارای تغییر است. طوری که ماه فوریه در ۴ طبقه تقریباً سخت، تا حدی سخت، سخت و خیلی سخت قرار گرفته است. ماه ژانویه، مارس و دسامبر در ۳ طبقه تقریباً سخت، تا حدی سخت و سخت قرار گرفته اند. ماه آوریل و نوامبر در ۳ طبقه معتدل، تقریباً سخت و تا حدودی سخت قرار گرفته اند. ماه اکتبر در ۲ طبقه معتدل و تقریباً سخت قرار گرفته است. آستانه معتدل تعریف شده برای شاخص درجه سختی هوا، در ۴ ماه از دوره سرد وجود ندارد. شرایط تقریباً سخت تا سخت برای ماههای ژانویه، مارس، دسامبر و شرایط تقریباً سخت تا خیلی سخت برای ماه فوریه دیده می شود. ماه فوریه سردترین ماه در منطقه است. در دوره سرد ارتفاعات غرب کشور به دلیل سردی هوا مرکز فرابار تشکیل می دهند (علیجانی، ۱۳۸۱: ۴۲). ایستگاه زرینه اوباتو مرتفع ترین ایستگاه منطقه در ماه فوریه شرایط خیلی سخت و ایستگاه های اردبیل، اهر، و بیجار شرایط سخت برودتی را می گذرانند. در ماه های آوریل و نوامبر بیشتر قسمت های منطقه شرایط تقریباً سختی را تجربه می کنند. ماه اکتبر در بین ۷ ماه سرد تنها ماهی است که حدود ۶۰ درصد منطقه شرایط آستانه معتدل را سپری می کند. در آغاز فصل پاییز ایران تحت استیلای کامل بادهای غربی نیست ولی به تدریج گسترش آنها بر ایران افزایش می یابد (علیجانی، ۱۳۸۱: ۳۱). ماه اکتبر بیشتر از ماه های دیگر شرایط اعتدال را می گذراند در این ماه هنوز بادهای غربی منطقه شمال غرب کشور را در بر نگرفته است.



نگاره ۳- درجه سختی هوا در ماه فوریه

نگاره ۲- درجه سختی هوا در ماه ژانویه

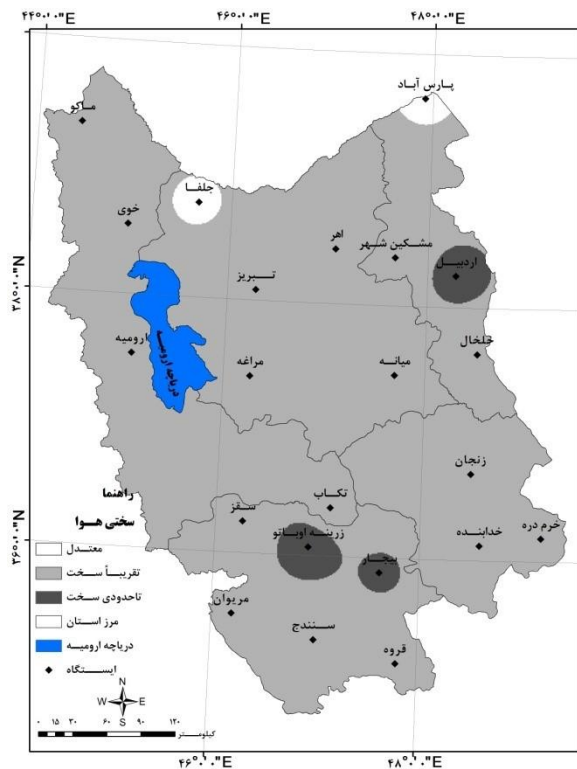
در ماه ژانویه هر چهار ایستگاه استان آذربایجان غربی و اطراف دریاچه ارومیه شرایط تقریباً سخت دمایی را می گذرانند. به طرف شرق و جنوب منطقه بر سردی هوا در این ماه افزوده می شود. در ماه فوریه استان کردستان سردترین استان منطقه است. استان های آذربایجان غربی و زنجان سختی دمایی کمتری را نسبت به استان های دیگر متحمل می شوند.



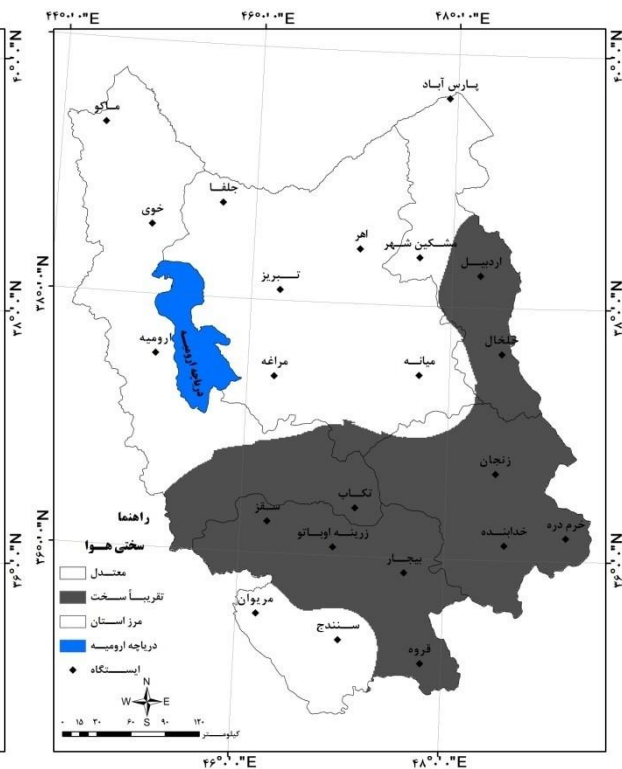
نگاره ۵: درجه سختی هوا در ماه آوریل

نگاره ۴: درجه سختی هوا در ماه مارس

در ماه مارس شرایط سخت دمایی به جنوب و قسمت‌هایی از شرق منطقه کشیده شده است. بخش اعظم استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، قسمت‌های شمالی و غربی استان اردبیل و ایستگاه‌های سنندج و مریوان در استان کردستان آسایش دمایی بیشتری را تجربه می‌کنند. در این ماه کل استان زنجان در طبقه تا حدی سخت جای گرفته است. در ماه آوریل حدود ۸۰ درصد منطقه شرایط دمایی تقریباً سختی دارد. ایستگاه‌های پارس‌آباد، جلفا و میانه گرم‌ترین ایستگاه‌ها و بیجار و زرینه اوباتو سردترین ایستگاه‌های ماه آوریل هستند.

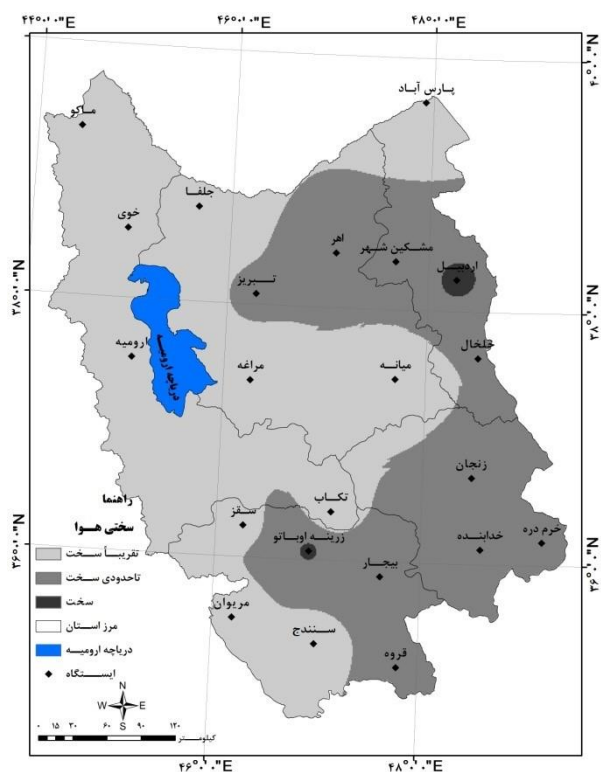


نگاره ۷- درجه سختی هوا در ماه نوامبر



نگاره ۶- درجه سختی هوا در ماه اکتبر

در ماه اکتبر منطقه شمال غرب به دو طبقه حرارتی تقسیم شده است. کل استان آذربایجان شرقی، ایستگاه‌های شمالی استان آذربایجان غربی، شمال استان اردبیل و دو ایستگاه سنندج و مریوان در جنوب غرب استان کردستان در طبقه معتدل شاخص درجه سختی هوا جای دارند و آسایش اقلیمی در این قسمت‌ها برقرار است. دیگر قسمت‌های منطقه و کل استان زنجان در این ماه از شرایط آسایش به دور هستند.

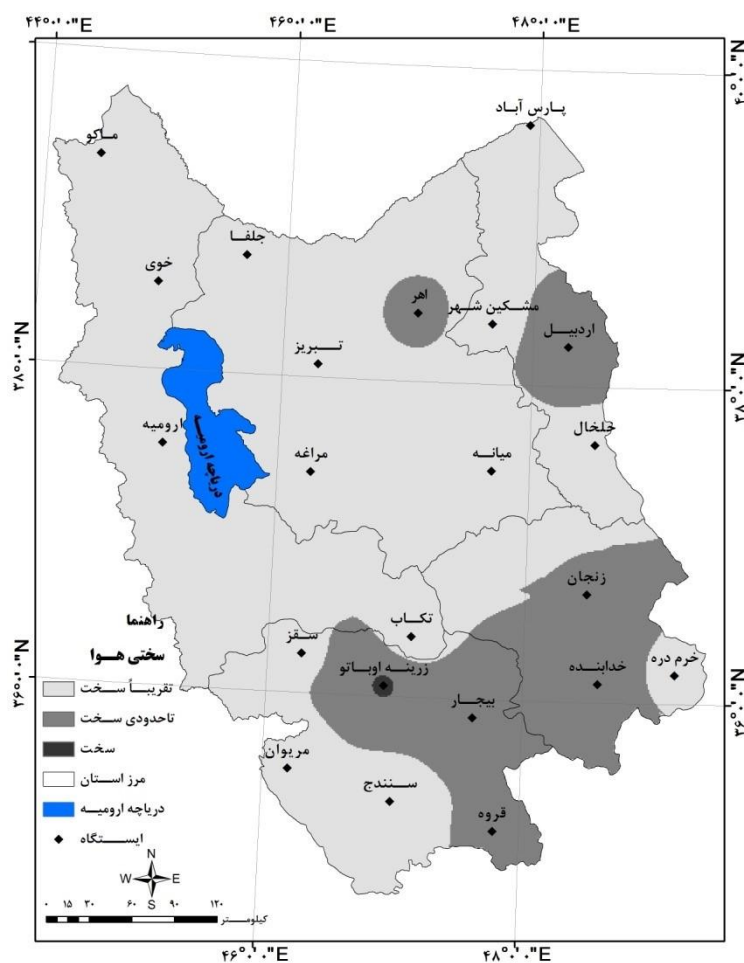


نگاره ۸ - رجه سختی هوا در ماه دسامبر

در ماه دسامبر، دو ایستگاه اردبیل و زرینه اوباتو ایستگاه‌های سرد منطقه هستند. غرب منطقه شامل استان‌های آذربایجان غربی، قسمت غرب و جنوب استان آذربایجان شرقی، ایستگاه پارس آباد و قسمت غرب کردستان نسبت به قسمت‌های شرق و جنوب شرق منطقه، به آسایش اقلیمی نزدیک‌تر هستند.

### پهنه بندی درجه سختی هوا

با ترکیب نقشه‌های پهنه‌بندی ماهیانه به دست آمده از شاخص درجه سختی هوا برای دوره سرد، نقشه پهنه‌بندی نهایی برای این شاخص تهیه گردید. این مهم بوسیله استخراج آماره سلولی میانگین جبری<sup>۱</sup> تمامی لایه‌های درجه سختی هوا طی هفت ماه دوره بررسی حاصل گردید. نگاره شماره ۹ نقشه پهنه‌بندی نهایی سختی هوای منطقه را نشان می‌دهد. طبق این نقشه، شرایط آسایش منطقه شمال غرب در ۳ طبقه قرار گرفته که بر طبق آن در دوره سرد سال، بخش زیادی از منطقه شمال غرب در شرایط کمی سخت و تا حدودی سخت قرار دارد.



نگاره ۹ - نقشه پهنه‌بندی شاخص درجه سختی هوا در دوره سرد سال

## بحث و نتیجه‌گیری

طبق این مطالعه، شاخص درجه سختی هوا برای بررسی اقلیم مناطقی که فوق العاده سرد هستند کارایی دارد. در دوره سرد سال از میان ۲۲ ایستگاه مورد مطالعه منطقه شمال غرب ایران، شرایط سختی بر ایستگاه زرینه اوباتو حاکم است. ایستگاه زرینه اوباتو بیشترین ارتفاع را در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه دارد. ایستگاه پارس آباد در نقطه مقابل ایستگاه زرینه اوباتو قرار گرفته است. شرایط دمای ایستگاه پارس آباد نسبت به ایستگاه‌های دیگر گرمتر است زیرا این ایستگاه در یک ارتفاع پایین قرار دارد و درجه سختی هوا در این ایستگاه به کمترین حد خود می‌رسد. از آنجائیکه هرچه ارتفاع از سطح دریا بیشتر می‌شود، شرایط دمایی سردی بر منطقه حاکم می‌گردد، می‌توان اینگونه استنباط نمود که شرایط سختی هوا با ارتفاع رابطه مستقیم دارد. منطقه مورد مطالعه، یک منطقه سرد محسوب می‌شود و شرایط فرا آسایشی بیشتر از نوع تنش سرما بر آن حاکم است. مناطقی مانند بیجار و زرینه اوباتو تقریباً در تمامی دوره سرد سال از آسایش اقلیمی به دورند و مناطقی مانند دشت مغان و اطراف دریاچه ارومیه، نسبت به دیگر نقاط از آسایش اقلیمی بیشتری برخوردارند.

## منابع

- ۱- بریمانی، فرامرز و مرتضی اسمعیل‌نژاد (۱۳۹۰): بررسی شاخص‌های زیست اقلیمی موثر بر تعیین فصل گردشگری، مورد: نواحی جنوبی ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۳، تهران، صص ۴۶-۲۷.

- ۲- جهانبخش، سعید (۱۳۷۷): ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیاز حرارتی ساختمان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۸، تهران، صص ۶۷-۷۹.
- ۳- خوشحال، جواد؛ ایران غازی و عباسعلی آروین (۱۳۸۵): استفاده از گروه بندی خوشه‌ای در پهنه بندی زیست اقلیم انسانی (مطالعه موردی: استان اصفهان)، مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان، شماره ۱، اصفهان، صص ۱۸۶-۱۷۱.
- ۴- رازجویان، محمود (۱۳۶۷): آسایش به وسیله معماری‌های همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول، تهران.
- ۵- شهرکی، فهیمه؛ مرتضی اسمعیل نژاد و مریم کریمیان بستانی (۱۳۹۲): برنامه ریزی اقلیم-گردشگری در استان سیستان و بلوچستان، نخستین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران، کرمان، صص ۱۳-۱.
- ۶- صفایی پور، مسعود؛ مهران شبانکاری و طیبه تقوی (۱۳۹۲): شاخص‌های زیست اقلیمی موثر بر ارزیابی آسایش انسان (مطالعه موردی: شهر شیراز)، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۲، تهران، صص ۲۱۰-۱۹۳.
- ۷- علیجانی، بهلول (۱۳۷۳): نگرشی نو در کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت منابع و توسعه کشور (نقش آب و هوا در طراحی مسکن)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳۵، تهران، صص ۶۱-۴۵.
- ۸- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱): آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ پنجم، تهران.
- ۹- علیجانی، بهلول و محمود هوشیار (۱۳۸۷): شناسایی الگوهای سینوپتیکی سرماهای شدید شمال غرب ایران، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵، تهران، صص ۱۶-۱.
- ۱۰- کسمایی، مرتضی (۱۳۷۲): اقلیم و معماری، نشر خاک، چاپ دوم، تهران.
- ۱۱- لشکری، حسن و رضا داوری (۱۳۷۷): تحلیل شرایط بیوکلیمای انسانی استان آذربایجان غربی به روش بیکر، مجله آمایش سرزمین، شماره ۳، تهران، صص ۳۷-۲۳.
- ۱۲- لشکری، حسن و زهرا پورخادم نمین (۱۳۸۴): بهینه‌سازی جهت گیری فضاها در شهر اردبیل بر اساس شرایط اقلیمی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۹، تهران، صص ۳۶-۱۹.
- ۱۳- محمدی، حسین و علی سعیدی (۱۳۸۷): شاخص‌های زیست اقلیمی موثر بر ارزیابی آسایش انسان، مطالعه موردی: شهر قم، مجله محیط شناسی، شماره ۴۷، تهران، صص ۸۶-۷۳.
- 14- Alexeeva, T. (1980): Environmental factors in body build and functions. *Antropol yugoslavia*, 1, pp:3-18.
- 15- Belova, O. (2013): The Impact of Moos (*Alces alces* L.) on Woody Vegetation and Potential Role of Ecological Corridors in the Transboundary Forests. *Baltic Forestry*. 19(1), pp: 67-80.
- 16- Isayev, A. and B. Sherstyukov, (2008): Mean and extreme characteristics of Moscow climate at the end of the 20th century. *Russian Meteorology and Hydrology*. 3, pp:151- 158.
- 17- Yamashita, S. (1998): *Urban Climates and Health in Japan*. Department of Geography, Tokyo Gakugei University. 4, PP:1-14.
- 18- Zahraei, A., (2009): *BioClima Indexes*. [clima.persiangig.com/ bioklima.pdf](http://clima.persiangig.com/bioklima.pdf) (2014).