

پهنه بندی درجه - روزهای نیاز به گرمایش و سرمایش منطقه آذربایجان در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی

عبداله فرجی* - استادیار گروه جغرافیای دانشگاه زنجان
مجید زاهدی - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز
علی اکبر رسولی - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز
پذیرش مقاله ۱۳۸۵/۱۲/۱۶ تایید نهایی ۱۳۸۶/۲/۲۶

چکیده

یکی از مباحث مهم در مطالعات اقلیمی به ویژه ساختمان و محیط مسکونی، معمارهای همساز با اقلیم و برنامه ریزی های مصرف انرژی، مسئله گرم کردن آن ها در فصل سرد و سرد کردن در دوره های گرم سال برای رسیدن به حدود آسایش گرمایی انسان است، مقدار نیاز در یک دوره معین N روزه به درجه - روزهای سرمایش و گرمایش که به CDD و HDD موسوم اند و برای محاسبه آن ها روابط کلی به این گونه $CDD = \sum (T - \Theta 2)$ و $HDD = \sum (T - \Theta 1)$ که در آن T میانگین روزانه دما و $\Theta 1$ و $\Theta 2$ آستانه های دمایی به سانی گراد می باشند. منطقه آذربایجان در شمال غرب کشور واقع گردیده و از نظر توپوگرافی کوهستانی و از نظر آب و هوایی جزو مناطق سردسیر ایران محسوب می شود. براساس آمار سال ۱۳۸۱ بالغ بر ۷۳۵۷/۴۵۶ نفر در منطقه مذکور زندگی می کنند. با توجه به شرایط جغرافیایی و آب و هوایی ویژه و جمعیت ساکن سالانه نیاز به مقادیر زیادی انرژی و سوخت جهت گرم کردن محیط مسکونی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. در این مقاله درجه - روزهای نیاز به گرمایش و سرمایش ماهانه و سالانه برای ایستگاه های منطقه مورد مطالعه محاسبه سپس اقدام به پردازش داده ها در محیط GIS و با استفاده از نرم افزار Arc-View، نقشه های پهنه بندی سالانه و ماهانه درجه - روزهای نیاز گرمایش و سرمایش به صورت رقومی و رنگی مدل سازی و ترسیم شده اند.

واژه های کلیدی: درجه - روز، گرمایش و سرمایش، پهنه بندی، آذربایجان، سیستم اطلاعات جغرافیایی

مقدمه

یکی از مباحث مهم در آب و هوا شناسی کاربردی، زیست اقلیم شناسی یا بیوکلیماتولوژی^۱ است که امروزه خود به صورت شاخه ای مستقل در آب و هواشناسی مطرح بوده و اندیشمندان مختلف کتاب ها و مقالات متعددی در این زمینه تألیف و روش هایی را ابداع نموده اند. بیوکلیما^۱ در واقع وضعیت آب و هوا در رابطه با موجودات زنده و بویژه انسان را مورد بررسی قرار می دهد. از مسائل حائز اهمیت در مطالعات زیست اقلیم شناسی، بحث آسایش انسان در

E-mail: faraji.a87@gmail.com

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۷۴۳۴۳۰۶

^۱ Bioclimatology

فضای آزاد و فضای داخل ساختمان با توجه به پارامترهای اقلیمی است. این موارد قسمتی از مبحث بزرگتری در اقلیم شناسی کاربردی تحت عنوان اقلیم و محیط‌های مسکونی یا معماری‌های همساز با اقلیم می‌باشد.

برآورد و محاسبه مقادیر میانگین درجه-روزهای نیاز به گرمایش^۱ و سرمایش^۲ بعنوان اطلاعات پایه و اصلی در برآورد مقدار انرژی مورد نیاز جهت گرم کردن ساختمان در فصل سرد و یا سرد کردن آن در فصل گرم سال و در نتیجه برنامه ریزان مصرف انرژی است. مقادیر درجه-روزهای گرمایش و سرمایش، تابع عوامل مختلفی از جمله عناصر اقلیمی (دما، تابش، ابرناکی و...) و عوامل جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع و...) نمی‌باشد. براساس مطالعات انجام شده در ایران، نیاز به سرمایش در فصل گرم سال به ازاء هر کیلومتر ارتفاع ۵۸۰ درجه-روز کاهش می‌یابد، اثر طول جغرافیایی ناچیز و از غرب به شرق در حدود ۱۷ درجه-روز، ولی اثر عرض جغرافیایی بسیار مهم و حدود ۱۴۸ درجه-روز به ازاء هر درجه عرض جغرافیایی به سمت شمال کاهش می‌یابد، و مقدار نیاز به گرمایش به ازاء هر کیلومتر افزایش ارتفاع ۹۷۱ درجه-روز افزایش یافته و به ازاء هر درجه افزایش عرض جغرافیایی ۱۶۵ درجه-روز زیاد می‌شود (خلیلی ۱۳۷۸).

منطقه آذربایجان (شامل آذربایجان شرقی، غربی و اردبیل)، در شمال غرب کشور واقع شده و از نظر توپوگرافی کوهستانی و از نظر آب و هوایی جزو مناطق سردسیر ایران محسوب می‌شود. با توجه به جمعیت نسبتاً زیاد ساکن در این منطقه (بالغ بر ۸ میلیون نفر) و ویژگی‌های توپوکلیمایی، مقدار زیادی از انرژی در فصل سرد سال در این منطقه مصرف می‌شود. به همین دلیل لازم است که مطالعه دقیقی جهت محاسبه میانگین درجه-روزهای نیاز به گرمایش و سرمایش در منطقه آذربایجان انجام شود. این پژوهش در واقع به منظور برآورده کردن همین نیاز صورت گرفته است.

پیشینه پژوهش

انسان از گذشته‌های دور به نقش عناصر اقلیمی در زندگی موجودات زنده از جمله انسان پی برده است (هیپوکرات^۳ در یونان باستان)، اما مطالعات علمی و تجربی بیشتر مربوط به آغاز قرن بیستم می‌باشد. از اولین پژوهش‌ها در زمینه بیوکلیماتولوژی می‌توان به کارهای دمارتن^۴ و کوپن^۵ اشاره کرد، پس از آنان دانشمندان متعددی روش‌های ارزشمندی در مباحث زیست اقلیمی ارائه دادند که می‌توان از اقلیم شناسانی مانند، سلیمانوف^۶، ستیزر^۷، ایوانف^۸، میلر^۹، آمبرژه^۱، و بیلی^۱ نام برد، ولی اغلب طبقه بندی‌های نامبردگان از نظر پوشش گیاهی و پتانسیل‌های زراعی با

^۱ Heating degree-day

^۲ Cooling degree-days

^۳ Hipokrate

^۴ Demartonne

^۵ Koppen

^۶ syelyaninov

^۷ setze

^۸ Ivanv

^۹ Miller

^{۱۰} Emberger

استناد به داده های جوی بوده است. در هیچ کدام از روش های دانشمندان فوق الذکر اشاره ای به تأثیر عناصر آب و هوایی بر انسان و محیط های مسکونی نشده است.

بعدها پژوهشگران دیگری در مورد تأثیر عناصر اقلیمی بر آسایش یا عدم آسایش انسان روش هایی را ارائه دادند که می توان در این زمینه به کارهای سایپل^۲ (۱۹۴۵)، تام^۳ (۱۹۵۷)، موندر^۴ (۱۹۶۲)، گیوونی^۵ (۱۹۶۳)، تیرجینگ^۶ (۱۹۶۶)، ایتون^۷ (۱۹۷۰)، گفنی^۸ (۱۹۷۳)، اولگی^۹ (۱۹۷۳)، گریفیثس^{۱۰} (۱۹۹۰) و بایکر^{۱۱} (۱۹۹۴) اشاره کرد. توضیح روش های نامبردگان در کتب مربوط موجود می باشد (خلیلی ۱۳۷۸ و اسمیت ۱۳۸۴ با اقتباس).

در ایران، از نخستین پژوهش های انجام شده در موضوع زیست اقلیمی می توان به کارهای گنجی (۱۳۳۲)، ثابتی (۱۳۴۴)، عدل (۱۳۴۴) و نیشابوری (۱۳۵۶)، که هر کدام با استفاده از روش های کوپن، دمارتن و آمبرژه اقدام به پهنه بندی زیست اقلیمی ایران از نظر پوشش گیاهی کرده و نقشه هایی با مقیاس خیلی کوچک ترسیم نمودند. تحقیقات راجع به اقلیم و آسایش انسان و محیط های مسکونی در ایران بیشتر مربوط به کارهای ریاضی (۱۳۵۶)، رازجویان (۱۳۶۷)، کسمایی (۱۳۷۲)، خلیلی (۱۳۷۸ و ۱۳۸۳) و پایان نامه های مقطع تحصیلات تکمیلی رشته جغرافیا در دانشگاه های تهران و تبریز می باشند. بهترین فعالیت ها در این خصوص مربوط به کارهای کسمایی و خلیلی است. کسمایی (۱۳۷۲)، نقشه پهنه بندی اقلیمی ایران را در ارتباط با مسکن و محیط های مسکونی برای سراسر ایران با روش گیوونی محاسبه و ترسیم نمود خلیلی (۱۳۷۸ و ۱۳۸۳)، تحلیل سه بعدی درجه - روزهای گرمایش و سرمایش در گستره ایران را مورد بررسی قرار داده و نقشه های نیاز سالانه گرمایش و سرمایش ایران را ترسیم نموده است. در بررسی هایی که تاکنون در زمینه درجه - روزهای نیاز به سرمایش و گرمایش در ایران صورت گرفته از تکنیک GIS کمتر استفاده گردیده و این پژوهش شاید برای اولین بار است که به پهنه بندی درجه - روزهای نیاز به گرمایش و سرمایش منطقه آذربایجان در محیط GIS پرداخته است.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعتی بالغ بر ۱۰۰۹۲۳ کیلومتر مربع (حدود ۶/۱۲ درصد مساحت کشور) در شمال غرب کشور واقع شده و شامل مساحت هایی از استان های آذربایجان شرقی و غربی و اردبیل می باشد.

1. Bailer
2. Siple
3. Thom
4. Maunder
5. Givoni
6. Terjung
7. Eyton
8. Gaffney
9. Olgyay
10. Griffiths
11. Bayker

این منطقه در بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶ ۳۶ تا ۳۹ ۴۸ شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۳ ۵۹ تا ۴۹ شرقی قرار گرفته است. وجود دشت‌های کم‌ارتفاعی، با ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر (دشت مغان) و دشت‌های مرتفع میانکوهی با ارتفاع بیش از ۱۲۰۰ متر (دشت تبریز و میانداپ) و از طرف دیگر کوه‌های بلندی چون سهند و سیلان با ارتفاع حدود ۴۰۰۰ متر، در تنوع اقلیمی و چگونگی عناصر آب و هوایی نقش بسزایی دارند. در مجموع در این منطقه ارتفاعات با بلندی بیش از ۳۵۰۰ متر، حدود ۱/۱ درصد، بین ۲۵۰۰-۳۵۰۰ متر حدود ۵ درصد، بین ۱۵۰۰-۲۵۰۰ متر حدود ۵۲ درصد بین ۵۰۰-۱۵۰۰ متر، حدود ۳۵ درصد، و کمتر از ۵۰۰ متر حدود ۱۰ درصد، را به خود اختصاص داده و ارتفاع متوسط منطقه در حدود ۲۰۰۰ متر برآورد گردیده است (مآخذ نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰، منطقه).

داده‌ها و روش‌ها

در این پژوهش هدف محاسبه و برآورد درجه-روزهای نیاز به گرمایش و سرمایش در منطقه آذربایجان و پهنه بندی و تهیه نقشه‌های مربوط در محیط GIS می‌باشد. همچنان که پیش از این عنوان شد، منطقه مورد مطالعه بدلیل شرایط خاص اقلیمی و توپوگرافی (از نظر مصرف انرژی) از پرمصرف‌ترین مناطق ایران در فصل سرد سال می‌باشد. به همین دلیل برآورد درجه-روزهای نیاز به گرمایش در فصل سرد سال بسیار اهمیت دارد. جهت این مطالعه از اطلاعات و آمار پایه‌ای زیر استفاده گردید:

- نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ و ۱:۵۰۰/۰۰۰؛ منطقه مورد مطالعه و تهیه نقشه پایه در قطع کاغذ A3.
آمار ماهانه و سالانه عناصر اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک و هواشناسی منطقه و ایستگاه‌های همجوار به تعداد ۲۰ ایستگاه و در دوره آماری ۲۵ ساله (به ویژه آمار دما)

روش کار در این تحقیق توصیفی، تحلیلی و ترسیمی بوده است. آمارهای خام اخذ شده از سازمان هواشناسی کشور در محیط Excel وارد شده و پایگاه داده‌ها تشکیل گردیده و به تجزیه و تحلیل و بررسی آمارهای ناقص پرداخته شده است. داده‌ها به نرم افزار Arc/info منقل شده و لایه‌های اطلاعاتی مختلفی تشکیل و تلفیق گردیده، سپس با روش‌هایی نظیر میان‌یابی منطقه مورد مطالعه برای درجه-روزهای گرمایش و سرمایش در محیط Arc/view پهنه بندی شده و نقشه رقمی و در نهایت نقشه تصویری مدل سازی و ترسیم گردیده است. جهت رعایت اختصار مراحل انجام پژوهش به صورت فلو-چارت آورده شده است (نمودار ۱).

بحث و نتیجه‌گیری

برقراری تعادل حرارتی بین انسان و محیط اطرافش یکی از نیازهای اولیه برای تأمین سلامتی و راحتی او می‌باشد. ایجاد چنین تعادلی به ترکیب عوامل مختلفی بستگی دارد، بعضی از این عوامل خصوصیات متابولیکی، فعالیت فیزیکی، نوع لباس و عادت وی به هوای محیط می‌باشند و بقیه عواملی از قبیل دمای هوا، تابش، رطوبت و جریان هوا

هستند که به طور کلی به آن ها عوامل اقلیمی اطلاق می شود (کسمایی ۱۳۷۸). یکی از روش های برآورد مقدار انرژی مورد نیاز جهت گرم کردن و یا سرد کردن محیط مسکونی انسان، استفاده از شاخص های درجه - روزهای گرمایش و سرمایش با توجه به پارامترهای اقلیمی است. به طور کلی میزان نیاز به گرمایش و سرمایش برحسب تعریف جمع تفاضل های میانگین های روزانه دما از آستانه معین در دوره مشخصی از سال می باشد و بر حسب درجه - روز بیان می شود. دماهای آستانه اعداد متفاوتی بوده و در شرایط مختلف ارقام فرق می کند ولی به طور کلی برای حدود آسایش انسان اعداد ۱۹ تا ۲۸ درجه سانتی گراد پیشنهاد شده است. در شرایط اقلیمی ایران نیز ارقام مختلفی توسط محققین پیشنهاد گردیده که اعداد ۲۰ و ۲۴/۵ درجه، اعداد مطلوبی است (کسمایی ۱۳۷۸). برای برآورد مقدار نیاز به سرمایش در یک دوره معین N روزه از رابطه زیر استفاده می شود:

$$CDD = \sum(T - \Theta_2) \quad \Theta_2 = 24/5$$

که در آن CDD نیاز به سرمایش به درجه - روز و T میانگین دمای روزانه به درجه سانتی گراد و Θ_2 آستانه دمایی که برای شرایط منطقه ۲۴/۵ درجه در نظر گرفته شده است و برای محاسبه نیاز به گرمایش می توان فرمول زیر را به کار گرفت:

$$HDD = \sum(\Theta_1 - T) \quad \Theta_1 = 19$$

در این فرمول HDD نیاز به گرمایش به درجه - روز، T و Θ_1 دارای همان مفهوم در فرمول پیشین می باشند و Θ_1 با توجه به شرایط منطقه ۱۹ درجه انتخاب گردیده است (خلیلی ۱۳۷۸ با اقتباس).

مقادیر درجه - روزهای HDD و CDD در منطقه مورد مطالعه به عوامل مختلفی بستگی داشته و پارامترهای متعددی بر آن تأثیر می گذارند مهمترین این عوامل، عرض و طول جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و میانگین دمای روزانه می باشند. ولی دو عامل ارتفاع و دما تأثیر بسزایی در مقادیر درجه - روزهای HDD و CDD دارند. بین ارتفاع و درجه - روزهای HDD رابطه مستقیم وجود دارد یعنی با افزایش ارتفاع نیاز به گرمایش سالانه نیز فزونی می یابد. بعنوان مثال ایستگاه پارس آباد با حدود ۳۲ متر ارتفاع دارای ۲۱۱۰ درجه - روز HDD می باشد در حالی که ایستگاه خلخال با ۱۷۶۵ متر ارتفاع از مقدار ۳۸۳۵ درجه - روز HDD برخوردار است. به عبارت دیگر می توان اذعان کرد که در منطقه آذربایجان به ازاء هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع مقدار نیاز به HDD حدود ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه - روز افزایش می یابد. با توجه به محاسباتی که در این پژوهش صورت گرفته می توان رابطه زیر را در مورد تأثیر ارتفاع در مقادیر HDD بکار گرفته و مقادیر HDD سالانه را برای ارتفاعات مشخص محاسبه نمود:

$$HDD = 1597/5 + 1/151A$$

که در آن HDD مقادیر درجه روزهای نیاز به گرمایش سالانه و A ارتفاع ایستگاه مورد نظر (به متر) می باشد مقادیر محاسباتی با اندازه های مشاهداتی همخوانی نسبتاً خوبی دارند ولی بین مقادیر HDD سالانه و میانگین دمای روزانه رابطه نزدیکی وجود دارد و فرمول زیر بدست آمده است:

$$HDD = 5749 + 263/5T$$

که در آن T میانگین دمای سالانه (بر حسب درجه سانتی گراد) ایستگاه می باشد.

محاسبه مقادیر درجه - روزهای نیاز به سرمایش ارزش چندانی در منطقه مورد مطالعه ندارد، هم چنانکه قبلاً نیز آورده شد، منطقه آذربایجان، از مناطق سردسیر کشور بوده و استفاده از انرژی سرمایشی در فصول گرم سال چندان مدنظر نمی باشد. با این حال با توجه به مقادیر مشاهداتی CDD سالانه ایستگاه های مورد مطالعه، ارتفاع و میانگین دمای روزانه آن ها می توان روابط زیر را پیشنهاد نمود.

$$CDD = 543/5 - 0.311A$$

$$CDD = -654/5 + 81/3T$$

در فرمول های فوق A ارتفاع به متر و T میانگین دمای روزانه ایستگاه به درجه سانتی گراد می باشد.

نتایج اصلی این پژوهش ارائه نقشه های مقادیر درجه - روزهای نیاز به HDD و cdd سالانه و ماهانه منطقه مورد مطالعه است (شکل های ۱ تا ۴). این نقشه ها در محیط Arc/view تهیه شده و از دقت نسبتاً بالایی برخوردارند. شکل ۱ پهنه بندی مقادیر درجه - روزهای hdd منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. همچنان که ملاحظه می شود ۷ پهنه در این نقشه وجود دارد از پهنه کمتر از ۲۰۰۰ درجه - روز که منطبق بر شرق و شمال شرق منطقه (آستارا و پارس آباد) تا پهنه ۳۵۰۰ درجه - روزهای بیش از ۳۵۰۰ که بیشتر منطبق بر ایستگاه های اطراف قله سبلان (سراب، خلخال) و گوشه شمال غرب منطقه (کوه های مرزی ایران و ترکیه) می باشد. بیشترین نیاز به گرمایش مربوط به ماه های سرد سال (به ویژه ماه های ژانویه، فوریه و دسامبر) است. به همین منظور نقشه به عنوان نمونه درجه - روزهای نیاز به HDD ماه ژانویه ترسیم گردیده است (شکل ۲)، چنانچه از این نقشه استنباط می شود حداکثرهای ماهانه نیاز گرمایش نیز منطبق بر ارتفاعات است و کمترین نیازها هم به سمت شمال شرق نقشه (پست ترین نقاط منطقه مورد مطالعه) تمایل دارند نقشه ۳ پهنه بندی درجه - روزهای نیاز به سرمایش سالانه منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. شدت درجه - روزهای نیاز به CDD سالانه چندان زیاد نیست و بیشترین پهنه ها مربوط به ۵۰۰-۶۰۰ درجه - روز می باشد. توزیع پهنه ها در این نقشه درست عکس شکل ۱ است، یعنی کمترین نیاز به CDD مربوط به ارتفاعات (ایستگاه های سراب، اردبیل، سرعین و ... پهنه کمتر از ۵۰ درجه - روز در سال) و بیشترین نیاز منطبق بر نقاط کم ارتفاع منطقه (ایستگاه های پارس آباد، جلفا و ... بیش از ۵۰۰ درجه - روز در سال) می باشد. بیشترین نیاز ماهانه به سرمایش در منطقه مربوط به ماه های گرم سال (ژوئیه و اگوست) به همین منظور به عنوان نمونه نقشه درجه - روزهای CDD ماه ژوئیه ترسیم گردیده است (نقشه

۴). توزیع نیاز CDD ماهانه نیز تا حدود زیادی شبیه توزیع سالانه آن می باشد. در مناطق مرتفع منطقه کمترین نیاز و در نواحی پست بیشترین نیاز مشاهده می شود.

از توضیحات فوق نتایج زیر قابل تأمل می باشند:

درجه - روزهای سالانه و ماهانه نیاز HDD و CDD در منطقه آذربایجان تا حدود زیادی تابع دو پارامتر مهم ارتفاع و درجه حرارت روزانه می باشد.

مسئله قابل توجه برنامه ریزان مصرف انرژی در منطقه مورد مطالعه، باید بیشتر معطوف به نیاز به انرژی گرماساز باشد، چون انرژی سرماساز نیاز اصلی و جدی منطقه مورد مطالعه نمی باشد. میانگین درجه - روزهای نیاز به گرمایش در کل منطقه مورد مطالعه در حدود ۳۰۰۰ - ۲۶۰۰ برآورد گردیده است. بین نقشه های پهنه بندی درجه - روزهای نیاز به HDD و CDD سالانه و ماهانه در منطقه مورد مطالعه انطباق و همخوانی معنی داری وجود دارد. منطقه آذربایجان یکی از مصرف کنندگان اصلی انرژی گرماساز در فصل سرد سال (نسبت به کل کشور) است که جا دارد این مهم مد نظر برنامه ریزان قرار گیرد. منطقه آذربایجان را از نظر نیاز به گرمایش می توان به ۷ پهنه تقسیم بندی نمود.



جدول ۱ میانگین روزانه و ارتفاع ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

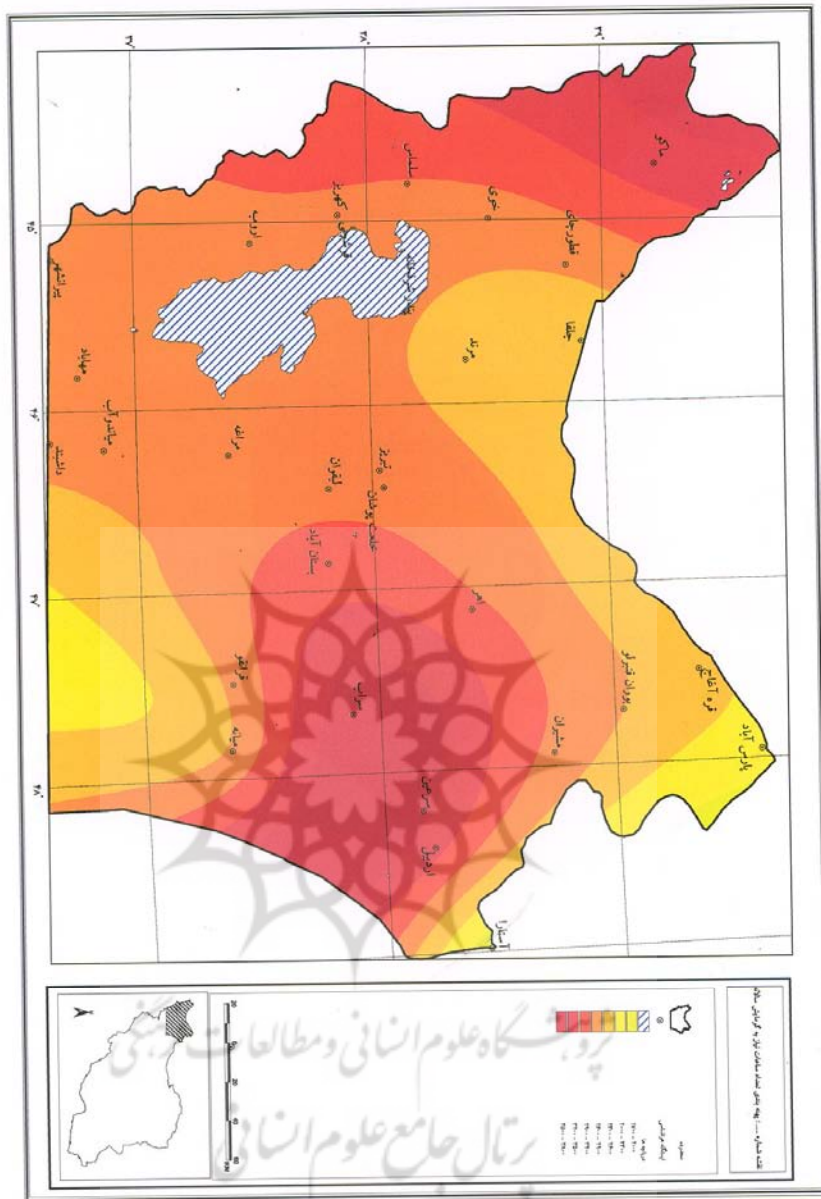
| ماه ها نام ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | می | ژوئن | ژوئیه | اگوست | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه | ارتفاع ایستگاه (m) |
|-----------------------|--------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|-----------------------|
| اردبیل | -۳/۲ | -۱/۱ | ۳/۵ | ۱۰ | ۱۳/۱ | ۱۶/۵ | ۱۸/۷ | ۱۸ | ۱۵/۹ | ۱۰/۷ | ۶/۱ | ۰/۵ | ۹/۱ | ۱۳۳۲ |
| ارومیه | -۱/۹ | -۰/۲ | ۴/۹ | ۱۰/۹ | ۱۵/۷ | ۲۰/۲ | ۲۳/۹ | ۲۳/۴ | ۱۹/۳ | ۱۳/۳ | ۶/۸ | ۱/۳ | ۱۱/۵ | ۱۳۱۳ |
| آستارا | ۵/۵ | ۵/۷ | ۷/۹ | ۱۳/۳ | ۱۷/۸ | ۲۲/۶ | ۲۵/۲ | ۲۵/۱ | ۲۱/۳ | ۱۶/۷ | ۱۱/۶ | ۷/۹ | ۱۵/۱ | -۱۸ |
| اهر | -۱ | -۰/۴ | ۳/۷ | ۱۰/۶ | ۱۴/۵ | ۱۸/۸ | ۲۱/۷ | ۲۱/۶ | ۱۷/۸ | ۱۲/۴ | ۶/۴ | ۲/۱ | ۱۰/۷ | ۱۳۹۰/۵ |
| پارس آباد | ۳/۵ | ۳/۹ | ۷/۶ | ۱۳/۹ | ۱۸/۸ | ۲۴/۳ | ۲۶/۹ | ۲۶/۲ | ۲۲/۲ | ۱۵/۴ | ۹/۳ | ۴/۴ | ۱۴/۷ | ۳۱/۹ |
| پیرانشهر | -۲/۹ | -۰/۵ | ۴/۱ | ۱۰/۶ | ۱۵/۱ | ۲۰/۱ | ۲۴ | ۲۴ | ۲۰ | ۱۴ | ۶/۹ | ۱/۵ | ۱۱/۴ | ۱۴۵۵ |
| تبریز | -۱/۹ | ۰/۱ | ۵/۱ | ۱۱/۳ | ۱۶/۶ | ۲۱/۸ | ۲۵/۹ | ۲۵/۷ | ۲۱/۲ | ۱۴/۲ | ۷ | ۱/۱ | ۱۲/۳ | ۱۳۶۱ |
| تکاب | -۵/۷ | -۴/۵ | ۱/۵ | ۸/۵ | ۱۲/۷ | ۱۷/۴ | ۲۲/۳ | ۲۱/۵ | ۱۶/۷ | ۱۰/۷ | ۴/۵ | -۲ | ۸/۶ | ۱۷۶۵ |
| چابقا | -۱/۵ | ۱/۶ | ۷/۱ | ۱۵/۱ | ۱۹/۷ | ۲۵/۱ | ۲۸/۶ | ۲۸ | ۲۳/۵ | ۱۶ | ۴/۸ | ۲ | ۱۴/۴ | ۷۳۶/۲ |
| خلخال | -۴/۷ | -۳/۸ | ۱/۱ | ۷/۸ | ۱۱/۸ | ۱۶/۱ | ۱۹/۱ | ۱۹/۲ | ۱۴/۷ | ۹ | ۳/۶ | -۰/۷ | ۷/۸ | ۱۷۹۶ |
| خوی | -۲ | ۰/۳ | ۵/۸ | ۱۲ | ۱۶/۴ | ۲۰/۸ | ۲۴/۵ | ۲۳/۹ | ۱۹/۴ | ۱۳/۱ | ۶/۸ | ۱/۳ | ۱۱/۸ | ۱۱۰۳ |
| زنجان | -۲/۷ | -۰/۹ | ۴/۴ | ۱۰/۴ | ۱۵/۱ | ۱۹/۸ | ۲۳/۴ | ۲۲/۹ | ۱۸/۹ | ۱۲/۸ | ۶/۵ | ۰/۵ | ۱۰/۹ | ۱۶۶۳ |
| سراب | -۵/۹ | -۳/۸ | ۲/۳ | ۸/۳ | ۱۲/۵ | ۱۶/۷ | ۲۰ | ۱۹/۳ | ۱۵/۷ | ۱۰ | ۴/۱ | -۲/۴ | ۸/۱ | ۱۶۸۲ |
| سرعین | -۳/۲ | -۲/۶ | ۱/۲ | ۸/۱ | ۱۱/۹ | ۱۵/۵ | ۱۷/۶ | ۱۷/۵ | ۱۴/۸ | ۹/۹ | ۴/۳ | -۰/۵ | ۷/۹ | ۱۷۵۰ |
| سفر | -۳/۱ | -۰/۹ | ۵/۳ | ۱۰/۶ | ۱۵/۴ | ۲۰/۳ | ۲۴/۸ | ۲۴/۱ | ۱۹/۵ | ۱۳/۵ | ۶/۸ | ۰/۶ | ۱۱/۴ | ۱۵۲۲/۵ |
| ستندج | -۰/۵ | ۱/۲ | ۶/۶ | ۱۱/۸ | ۱۶/۸ | ۲۲/۳ | ۲۷ | ۲۶/۳ | ۲۱ | ۱۴/۹ | ۸/۳ | ۲/۸ | ۱۳/۲ | ۱۳۷۳ |
| ماکو | -۴/۴ | -۲/۹ | ۲/۶ | ۱۰/۴ | ۱۴/۲ | ۱۸/۷ | ۲۲/۹ | ۲۲/۶ | ۱۸/۵ | ۱۱/۶ | ۵ | -۱/۶ | ۹/۸ | ۱۴۱۱/۵ |
| مراغه | -۰/۸ | ۰/۳ | ۴/۷ | ۱۱/۴ | ۱۵/۹ | ۲۱/۶ | ۲۶/۲ | ۲۵/۲ | ۲۱ | ۱۴ | ۷/۶ | ۱/۳ | ۱۲/۴ | ۱۴۷۷/۵ |
| مهاباد | -۰/۷ | ۰/۷ | ۵/۲ | ۱۲ | ۱۶ | ۲۱ | ۲۴/۶ | ۲۳ | ۲۰/۳ | ۱۴/۱ | ۸/۱ | ۲ | ۱۲/۳ | ۱۳۸۵ |
| میانه | -۳ | ۰/۴ | ۶/۴ | ۱۳/۱ | ۱۸ | ۲۳/۳ | ۲۷ | ۲۶/۲ | ۲۲ | ۱۴/۹ | ۷/۹ | ۱/۷ | ۱۳/۱ | ۱۱۱۰ |

جدول ۲ درجه - روزهای ماهانه و سالانه نیاز به گرمایش منطقه آذربایجان

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | می | ژوئن | جولای | اگوست | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|
| سقز | 461.5 | 533.4 | 391.2 | 216.5 | 85.6 | 6.4 | 0 | 0.2 | 12.6 | 140.2 | 328.6 | 539.1 | 2895.3 |
| سردشت | 549.8 | 513.8 | 418.4 | 195.7 | 77.3 | 5 | 0 | 0.2 | 5.8 | 90.3 | 285.6 | 443 | 2584.9 |
| ارومیه | 614.1 | 511.9 | 404.6 | 211.8 | 83.5 | 9.7 | 0.3 | 0.3 | 16 | 147.6 | 334.9 | 512.7 | 2847.4 |
| پیرانشهر | 616.5 | 511.7 | 433.1 | 213 | 85.3 | 6.4 | 0 | 0 | 9.4 | 123.1 | 300.6 | 484.7 | 2783.3 |
| تکاب | 655 | 628.9 | 461.3 | 253.6 | 159.4 | 38.7 | 0.7 | 2.3 | 52.2 | 225.9 | 405 | 597.6 | 3480.6 |
| مهاباد | 576.5 | 484 | 896 | 84 | 70 | 3.2 | 0 | 0 | 10 | 127.4 | 298.1 | 495.7 | 2645.4 |
| مراغه | 572.9 | 496.5 | 410 | 199 | 82.6 | 4.1 | 0 | 0 | 6.3 | 126.5 | 311.6 | 516.5 | 2725.5 |
| میانه | 650.1 | 520.7 | 359.2 | 148.1 | 49 | 0.7 | 0 | 0.1 | 5.3 | 102.5 | 301.5 | 505 | 2641.8 |
| خلخال | 702.8 | 615.5 | 520.5 | 303.8 | 192.5 | 69.6 | 21.3 | 18.8 | 103.5 | 277.9 | 431.9 | 576.9 | 3835 |
| آستارا | 382.3 | 351.9 | 313.1 | 146 | 38.4 | 0.9 | 0.1 | 0 | 3.8 | 568 | 193.1 | 313.9 | 1800.3 |
| سراب | 725.9 | 597.9 | 475.6 | 287.2 | 168.8 | 53.8 | 10.4 | 15.1 | 76.7 | 244.2 | 409.6 | 627.8 | 3693 |
| اردبیل | 639.3 | 531.4 | 445.3 | 239.3 | 155.5 | 61.5 | 20.6 | 32.4 | 80.1 | 226.6 | 355.2 | 520.9 | 3308.1 |
| پارس آباد | 450.5 | 395.5 | 323.6 | 27.8 | 32.6 | 1.7 | 0.1 | 0.1 | 6.1 | 91.8 | 259.3 | 420.6 | 2109.7 |
| اهر | 588.5 | 517.9 | 442.8 | 223.2 | 112.7 | 22.4 | 2.6 | 3.7 | 40.3 | 176.5 | 346.8 | 491.8 | 2969.2 |
| تبریز | 615 | 502.4 | 398.3 | 201.1 | 66.6 | 6 | 0.2 | 0.2 | 7.2 | 122.8 | 330.2 | 523.2 | 2773.2 |
| جلفا | 603.1 | 460 | 137.6 | 0.1 | 22.5 | 1.7 | 0 | 0 | 4.1 | 87 | 286 | 493 | 2395.2 |
| ماکو | 692.4 | 577 | 478 | 227 | 122 | 26.6 | 1.7 | 1.3 | 33.5 | 197.1 | 389.7 | 606.7 | 3353 |
| خوی | 620.1 | 501.2 | 378.6 | 182.1 | 66.5 | 7.5 | 0.3 | 0.2 | 17.3 | 153.1 | 336.6 | 517.8 | 2781.3 |
| زنجان | 642.2 | 533.9 | 421.4 | 226.6 | 99 | 14.8 | 0.8 | 1.2 | 22.5 | 161.8 | 345.5 | 542 | 3011.7 |
| سنندج | 573.5 | 473.9 | 351.2 | 185.8 | 59.6 | 1.2 | 0 | 0 | 3 | 101.4 | 290.2 | 472.1 | 2511.9 |

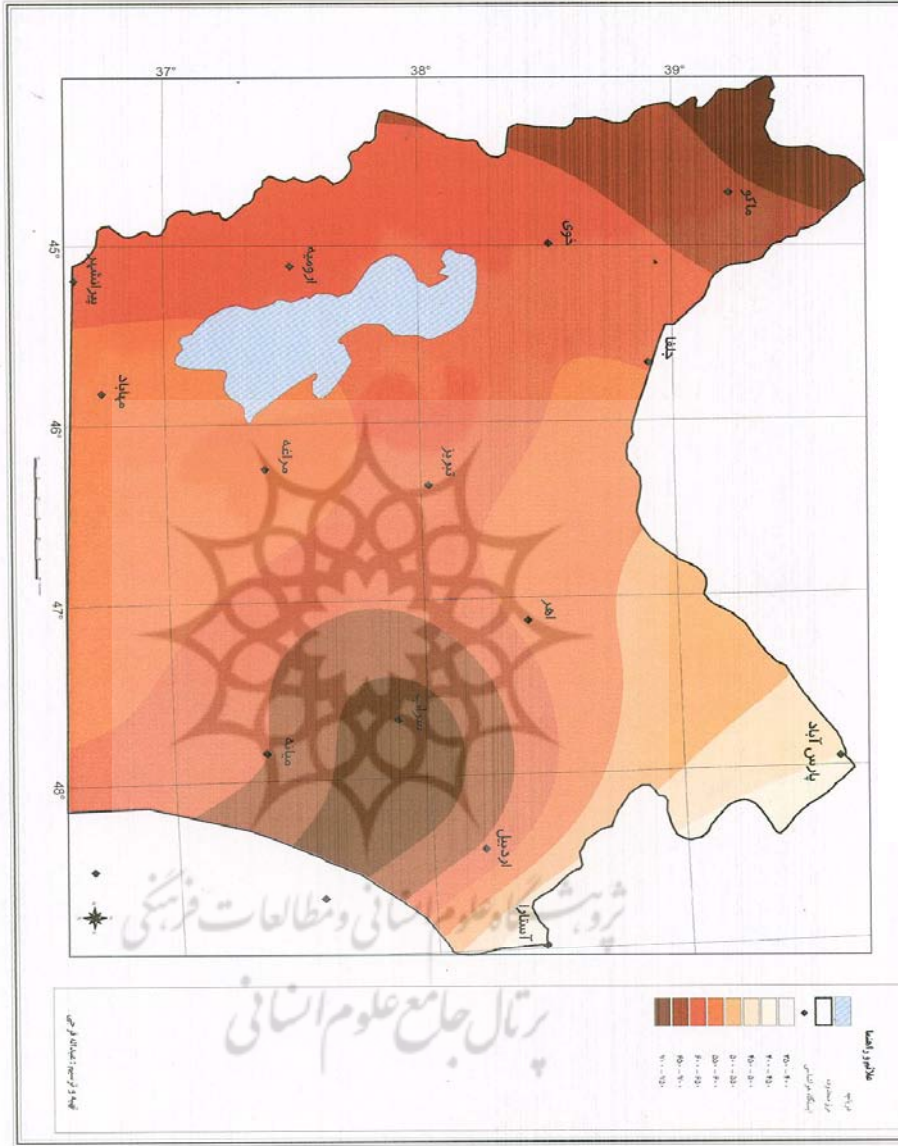
جدول ۳ درجه - روزهای ماهانه و سالانه نیاز به سرمایه‌ش منطقه آذربایجان

| ایستگاه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | می | ژوئن | جولای | اگوست | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر | سالانه |
|-----------|--------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|
| سقز | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰,۴ | ۱۹ | ۱۱۷,۷ | ۹۸,۳ | ۱۱,۸ | ۰,۱ | ۰ | ۰ | ۲۴۷,۳ |
| سردشت | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴,۴ | ۵۱,۴ | ۱۳۵,۶ | ۱۳۰,۹ | ۳۵,۳ | ۱,۱ | ۰ | ۰ | ۳۵۸,۷ |
| ارومیه | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰,۹ | ۲۱,۲ | ۹۲,۸ | ۸۰,۷ | ۱۱,۹ | ۰,۱ | ۰ | ۰ | ۲۰۷,۶ |
| پیرانشهر | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰,۸ | ۱۹,۹ | ۱۰۶,۳ | ۹۹,۳ | ۱۴,۴ | ۰,۱ | ۰ | ۰ | ۲۴۰,۸ |
| نکاب | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱,۶ | ۵۶,۴ | ۳۶ | ۱,۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۹۵,۳ |
| مهاباد | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱,۷ | ۲۸,۳ | ۱۱۲ | ۹۲ | ۲۱,۵ | ۰,۹ | ۰ | ۰ | ۲۵۶,۴ |
| مراغه | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲,۱ | ۴۴,۹ | ۱۵۹,۵ | ۱۳۴,۳ | ۲۹,۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳۷۰,۵ |
| میانه | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴,۵ | ۷۸,۸ | ۱۸۴,۹ | ۱۶۳ | ۵۳,۷ | ۱,۴ | ۰ | ۰ | ۴۸۶,۳ |
| خلخال | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱,۳ | ۱۳,۷ | ۱۴ | ۰,۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۹,۵ |
| آستارا | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۴ | ۵۸,۵ | ۱۳۱,۵ | ۱۲۷,۵ | ۳۶ | ۱,۲ | ۰ | ۰ | ۳۵۹,۷ |
| سراب | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱,۴ | ۱۸,۸ | ۱۲,۳ | ۰,۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳۲,۹ |
| اردبیل | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰,۴ | ۲,۶ | ۹,۵ | ۵,۲ | ۴,۱ | ۰,۵ | ۰ | ۰ | ۲۲,۳ |
| پارس آباد | ۰ | ۰ | ۰ | ۰,۶ | ۱۴,۷ | ۱۰۴,۵ | ۱۸۰,۸ | ۱۶۰,۵ | ۵۷,۸ | ۰,۶ | ۰ | ۰ | ۵۱۹,۵ |
| اهر | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰,۱ | ۸,۲ | ۴۰,۵ | ۴۰,۶ | ۵,۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۹۴,۸ |
| تبریز | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳,۱ | ۵۱,۷ | ۱۵۴,۵ | ۱۴۶,۳ | ۳۷,۱ | ۰,۳ | ۰ | ۰ | ۳۹۲,۹ |
| جلفا | ۰ | ۰ | ۰ | ۱,۵ | ۲۶,۱ | ۲۹,۴ | ۲۳۵ | ۲۱۶ | ۸۹,۷ | ۲,۱ | ۰ | ۰ | ۶۹۹,۳ |
| ماکو | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰,۱ | ۱۱,۱ | ۶۹ | ۵۹,۱ | ۱۱,۳ | ۰,۳ | ۰,۱ | ۰ | ۵۰,۹ |
| خوی | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲,۱ | ۲۹,۸ | ۱۱۲,۵ | ۹۳ | ۱۴,۴ | ۰,۱ | ۰ | ۰ | ۲۵۱,۹ |
| زنجان | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰,۶ | ۱۹,۵ | ۸۴,۳ | ۷۰,۸ | ۱۰,۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۸۵,۵ |
| سنندج | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱,۹ | ۵۳,۳ | ۱۸۵,۱ | ۱۶۳,۵ | ۲۹,۲ | ۰,۳ | ۰ | ۰ | ۴۳۳,۳ |

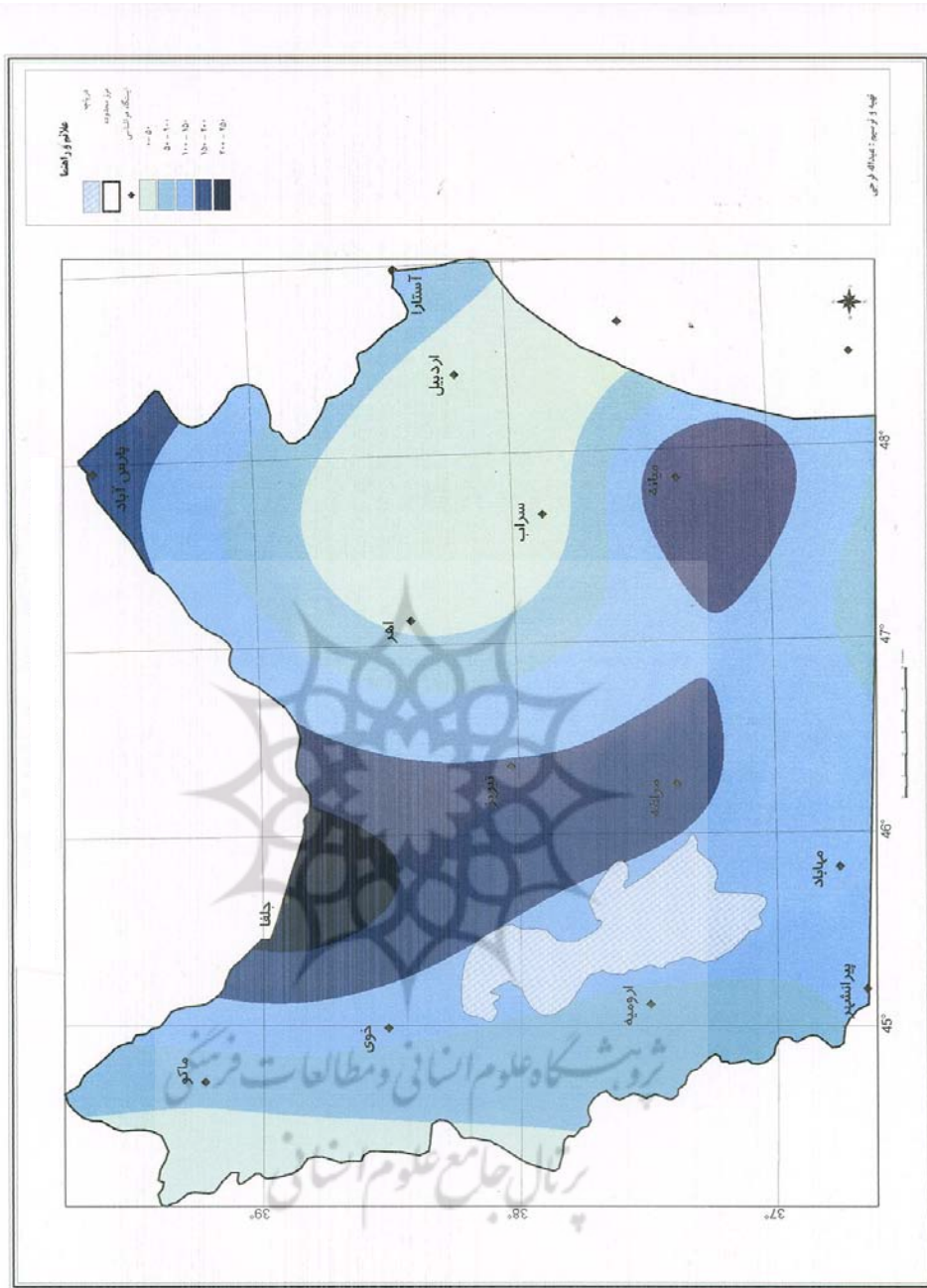


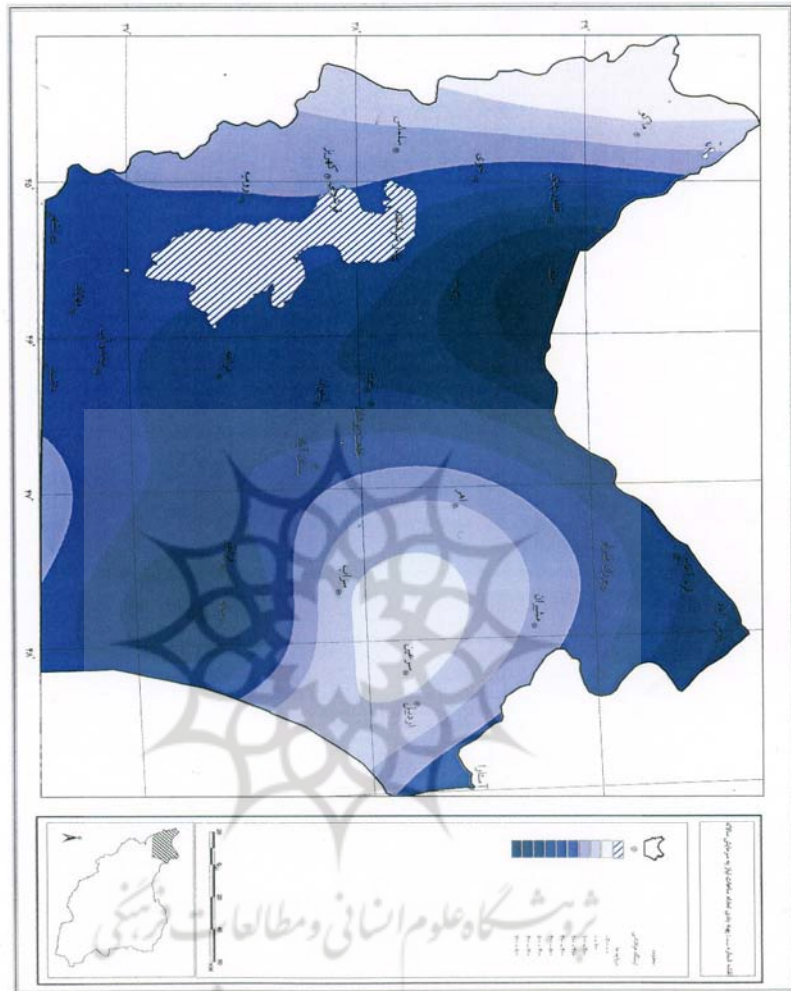
شکل ۱ پهنه بندی تعداد ساعات نیاز به گرمایش سالانه

شکل ۲ پهنه بندی نیلز به گرمایش در ماه ژانویه در منطقه شمال غرب ایران



شکل ۳ پهنه بندی نیاز به سرمایش در ماه جولای در منطقه شمال غرب ایران





شکل ۴ پهنه بندی تعداد ساعات نیاز به سرمایه‌ش سالانه

منابع

- ۱- اسمیت، کیت (۱۳۸۴)، مبانی آب و هوا شناسی کاربردی، (ترجمه دکتر علی خورشید دوست)، انتشارات یاوریان، اردبیل.
- ۲- خالدی، شهریار (۱۳۷۴)، آب و هواشناسی کاربردی، نشر قومس، تهران.
- ۳- خلیلی، علی (۱۳۸۳)، تدوین یک سامانه جدید پهنه بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای گرمایش و سرمایش در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۷۵، ص ۱۴-۵.
- ۴- خلیلی، علی (۱۳۷۸)، تحلیل سه بعدی درجه - روزهای گرمایش و سرمایش در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۵۴ و ۵۵، ص ۱۸-۷.
- ۵- رازجویان، محمود (۱۳۶۷)، آسایش بوسیله معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- ۶- ریاضی، جمشید (۱۳۵۶)، اقلیم و معماری، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تهران.
- ۷- کسمایی، مرتضی (۱۳۷۸)، اقلیم و معماری، انتشارات بازتاب، تهران.
- ۸- کسمایی، مرتضی (۱۳۷۲)، پهنه بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط های مسکونی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران.
- ۹- مصطفوی دارانی، مسعود (۱۳۸۰)، نقش عوامل اقلیمی در بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان، اولین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در بخش ساختمان، تهران.
- ۱۰- نجفی امین، هوشنگ (۱۳۶۶)، طرح خانه های اقتصادی از نظر مصرف انرژی برای مناطق معتدل، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران.

- 11- Griffiths, J.F, (1970), Applied climatology: An Introduction, oxford uni. Press.
- 12- Hobbs, J.E, (1980) Applied climatology, London.
- 13- Thompson. R. D and perry. A, (1997) Applied climatology, Rountledge.
- 14- UNESCO, (1971), Climate and House Desing, New york.