فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال پنجم، شماره ۳، تابستان ۱۳۹۴
صص ۱۰۳-۱۱۴

تحلیلی برصرفه‌جویی انرژی از طریق محاسبه روز نیاز گرمایشی و سرمایشی ناحیه شمال شرقی ایران (مورد: استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی)

بتول باهک[۱]

استادیار جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی(ره)، شهرری، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۳/۰۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۵/۱۲

چکیده

تحقیق تحلیلی – آماری حاضر با هدف محاسبه نیازهای سرمایشی CDD و گرمایشی HDD بخش وسیعی از ناحیه شمال شرقی کشور مشتمل بر سه استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی به انجام رسیده است. به منظور دستیابی به اهداف پژوهش از داده‌های ۱۱ ایستگاه سینوپتیک این ناحیه طی دوره آماری (۲۰۱۰ – ۱۹۸۶) استفاده گردیده است. داده‌ها شامل دو گروه، متغیرها ی اقلیمی دما و رطوبت و ویژگی‌های جغرافیایی طول، عرض و ارتفاع می‌باشد. روش تحقیق مبتنی بر تحلیل‌های آماری در محیط نرم افزارهای spss و Execl می‌باشد. با توجه به روابط همبستگی بین متغیرهای مختلف مقدار نیاز به مصرف انرژی در مکان‌های مختلف این ناحیه، نوع اقلیم تعیین و نقشه‌های آن با نرم افزار ArcGis تهیه و ترسیم گردیده است. پهنه‌بندی اقلیمی و تحلیل‌های فضایی حاصل از محاسبات آماری بر مبنای مقادیر نیارهای سرمایشی CDD و گرمایشی HDD نیز درمحیط نرم افزاری ArcGis انجام و نقشه‌های مربوطه تهیه وترسیم شده است. نتایج حاصل ازتحلیل‌های آماری نشان داد به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، نیاز گرمایشی ۱۱۹ درجه-روز افزایش می‌یابد. با افزایش هر درجه طول و عرض جغرافیایی نیز نیاز گرمایشی به ترتیب ۱۵۸ و ۲۲۹ درجه-روز افزایش می‌یابد. رابطه نیاز سرمایشی در خراسان با عرض جغرافیایی و ارتفاع منفی ولی با طول جغرافیایی مثبت است. همبستگی مقادیر CDD با عرض جغرافیایی ۰/۳۱۹-، با طول جغرافیایی ۰/۱۵۷ و با ارتفاع ۰/۳۸۱- می‌باشد که همه آن‌ها در سطح ۰/۰۱ معنادار هستند. همچنین بین بارش و رطوبت نسبی با نیازهای سرمایشی و گرمایشی، همبستگی قوی و معکوس وجود دارد بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای روند افزایشی در مقدار نیازهای گرمایشی وسرمایشی می‌باشند. پیش‌بینی می‌شود اگرتغییرات درالگوی معماری این ناحیه متناسب با شرایط اقلیمی انجام نشود مقدار مصرف انرژی در آینده به طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: شمال شرقی ایران، نیازهای سرمایشی و گرمایشی، سینوپتیک

۱- بتول باهک (نویسنده مسئول) bahak.bahak@yahoo.com

– مقدمه

بیوکلیماتولوژی علمی است که به مطالعه وضعیت آب و هوا در رابطه با موجود زنده بخصوص انسان می‌پردازد. از مقوله‌های مرتبط با زندگی انسان بحث تامین سرما و گرما در ساختمان‌هایی است که در آن‌ها زیست می‌کند (علیجانی؛۱۳۷۸). از مهم‌ترین پارامترهایی که تابع دما بوده وباآن مستقیما رابطه دارند درجه _ روزهای سرمایش (Cooling Degree Days) و درجه – روزهای گر مایش (Heating Degree Days) می‌باشند که به اختصار به صورت CDD و HDD بیان می‌شوند و به آن نیازهای سرمایشی و گرمایشی گفته می‌شود. محاسبه مقادیر میانگین درجه – روزهای نیاز به سرمایش و گرمایش بعنوان اطلاعات پایه در تخمین مقدار انرژی مورد نیاز جهت گرم کردن ساختمان در فصل سرد و یا سرد کردن آن‌ها در فصل گرم سال و در نتیجه برنامه‌ریزی برای مصرف انرژی است. که در اقلیم کاربردی با عنوان معماری همساز با اقلیم گفته می‌شود.

شاید مطالعات دمارتن[1]و کوپن[2]از اولین پژوهش‌ها در زمینه بیوکلیما بوده ازدیگر مطالعات در این خصوص می‌توان به کارهای گیونی[3](۱۹۶۳) اشاره کرد. گیونی معتقد است نوع و میزان تاثیر ساختمان بر عوامل موثر در احساس آسایش معلوم و قابل محاسبه و با توجه به حد اکثر کارایی ساختمان، وضعیت نا مطلوب را می‌توان به وضعیت مطلوب تبدیل کرد. ساید[4](۱۹۹۲) با مطالعه‌ی درجه – روزهای سرمایش و گرمایش درعربستان سعودی، مبنای دما برای گرمایش را از محدوده‌ی ۱۸ تا۲۱ درجه‌ی سانتیگراد تعیین کرده است. دیاز[5] و کوایله[6](۱۹۹۴) با تخمین درجه – روزهای سرمایش و گرمایش در انگلستان، از آن به عنوان شاخص مصرف انرژی استفاده کردند. آن‌ها افزایش یا کاهش مصرف انرژی را به افزایش یا کاهش درجه – روزهای سرمایش و گرمایش نسبت دادند. کراولی[7](۱۹۹۴) مقادیر HDD و CDD را برای ۴۵۰۰ مکان در جهان محاسبه کرد. نتیجه‌ی کار او، معرفی ۱۰ کشور دارای بیشترین مقدار HDD و۱۰کشور دارای بیشترین مقدار CDD بود. در این محاسبه مغولستان با ۶۶۸۱ درجه – روز نیازهای گرمایشی و مالی با ۴۰۶۴ درجه – روز نیازهای سرمایشی مقام اول را دارند. سوله[8]و سوکلینگ[9] (۱۹۹۵) به بررسی روند تغییرات درجه – روزهای سرمایش و گرمایش در قسمت جنوب شرق امریکا در سال‌های (۱۹۶۰–۱۹۸۹) پرداختند نتایج نشان دادکه میزان HDD در دهه‌ی ۱۹۷۰ بالا بود اما در دهه‌ی ۱۹۸۰ کاهش چشمگیری داشت. بد اسکا و[10] زمفیر[11](۱۹۹۹) با محاسبه‌ی درجه – روزهای گرمایش در رومانی، درجه حرارت ۱۸ درجه‌ی سانتیگراد را به عنوان مبنای محاسبه‌ی نیازهای گرمایشی برای زندگی در اتاق خواب‌های کشور، مناسب دانستند. بویکالاس و همکاران (۲۰۰۱) جهت تجزیه و تحلیل درجه – روزهای سرمایش و گرمایش در ترکیه را طی دوره‌ی آماری ۱۴ ساله مطالعه نمودند، نتایج نشان داد در حالیکه درجه حرارت مبنا ۱۸ درجه‌ی

[1]-Demartonne
[2] -koppen
[3] -Givoni
[4] Said
[5] Diaz
[6] Quayle
[7] Crawley
[8] Sole
[9] Sukling
[10] Badesca
[11] Zamfirt

سانتیگراد است مقادیر HDD در دو ایستگاه اسکندرون (واقع در جنوب ترکیه) و آردهان (واقع در شمال ترکیه) به ترتیب ۶۹۰ و ۵۱۳۷ درجه – روز است. یعنی آردهان ۷/۴۴ برابر بیشتر از اسکندرون نیازمند انرژی گرمایی است. در مورد CDD نیز نتایج مشابهی به دست آمد. ویبینگ[1] (۲۰۰۲) با در نظر گرفتن ۱۸ درجه‌ی سانتیگراد به عنوان سطح آسایشی، نیازهای ماهانه‌ی سرمایش و گرمایش را در لهستان طی سال‌های ۲۰۰۰ –۱۹۶۷ میلادی یعنی حدود سه دهه محاسبه نمود. وی میانگین مقادیر HDD وCDD دهه‌ها با را یکدیگرو مقادیر میانگین بلند مدت آن‌ها مقایسه نمود و نتیجه گرفت که آب و هوای لهستان در دهه‌ی ۹۰ نسبت به دهه‌ی ۷۰ تغییر کرده است. بامرت[2]و سلمان [3] (۲۰۰۳) به بررسی درجه – روزهای سرمایش و گرمایش برای ۱۷۱ کشور جهان پرداختند. دوره‌ی آماری شامل سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۷۷ میلادی و آستانه‌ی حرارتی ۱۸ درجه‌ی سانتیگراد بود. در این مطالعه از هر کشور چند شهر انتخاب و به عنوان نماینده‌ی هر کشور معرفی شد در این مطالعه مقادیر HDD و CDD برای ایران به ترتیب ۱۸۱۳ و ۱۷۰۳ درجه – روز، با۵۸/۲ درصد جمعیت زیر پوشش تعیین شد. متزاراکیس[4] و بالافوتیس[5] (۲۰۰۴) با معیار قرار دادن آستانه‌ی حرارتی ۱۴ درجه‌ی سانتیگراد به بررسی نیازهای سرمایشی و گرمایشی در یونان پرداختند. . نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد رابطه مقادیرHDDوCDD با طول وعرض جغرافیایی و ارتفاع قوی ودر سطح بالا معنی‌دار است. کریستنسون و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای با عنوان "تاثیر گرمایش جهانی بر درجه – روز و تقاضای انرژی برای ساختمان در سویس، به بررسی تغییرات HDD و CDD طی سال‌های ۲۰۰۳ – ۱۹۰۱ میلادی برای چهار ایستگاه این کشور پرداختند. نتایج ضمن تایید کاهش مقادیر HDD بین ۱۱ تا ۱۸ درصد، پیش بینی کرد که مقادیر CDD در قرن بیست و یکم افزایش می‌یابد.

از نخستین پژوهش‌های انجام شده در موضوع زیست اقلیم در ایران می‌توان به کارهای گنجی (۱۳۳۲)، ثابتی (۱۳۴۴)، عدل (۱۳۴۴) و نیشابوری (۱۳۵۶) اشاره کرد که با استفاده از روش‌های کوپن، دمارتن و آمبرژه[6]اقدام به پهنه بندی زیست اقلیمی ایران از نظر پوشش گیاهی نمودند. کسمایی (۱۳۷۲)، نقشه پهنه بندی اقلیمی ایران را در ارتباط با مسکن برای سراسر ایران با روش گیونی محاسبه و ترسیم نمود. کسمایی (۱۳۷۸) در کتاب معماری و اقلیم، تاثیر اقلیم بر ساختمان‌های مسکونی، به پیشنهاد ضوابطی جهت طراحی ساختمان‌های همساز با اقلیم پرداخت. خلیلی (۱۳۷۸) با تحلیل سه بعدی درجه – روز سرمایش و گرمایش در ایران، آستانه‌ی حرارتی ۱۸/۳ و ۲۳/۹ درجه‌ی سانتیگراد برای نیازهای گرمایش و سرمایش، نتیجه گرفت که هسته‌های سرمایشی بالاتر از ۴۰۰۰ درجه – روز در مناطق مرتفع البرز و آذربایجان و هسته‌های گرمایشی پایین تر از ۵۰۰ درجه – روز در بخش اعظم مناطق پست جنوب کشور واقع شده‌اند. خلیلی(۱۳۸۳) با توجه به مقادیر سالانه‌ی نیازهای سرمایش CDD و گرمایش HDD و با استفاده از نگرش‌های ماهانی و گیونی، به طبقه‌بندی اقلیمی ایران از دیدگاه نیازهای سرمایشی و گرمایشی پرداخت. فرجی، زاهدی و رسولی(۱۳۸۷) با بررسی درجه- روزهای نیاز به سرمایش و گرمایش در منطقه

[1] Wibing
[2] Baumert
[3] Selman
[4] Matzarakis
[5] Balafoutis
[6]-Emberger

آذربایجان اقدام به پردازش داده‌ها در محیط GIS و با استفاده از نرم افزار Arc-view نموده و نقشه‌های پهنه بندی سالانه و ماهانه درجه- روزهای نیاز به سرمایش و گرمایش را ترسیم نمودند.

سوابق مطالعاتی موضوع نشان می‌دهد که علیرغم اهمیت فراوان فاکتورهای HDD و CDD به عنوان شاخصی برای مصرف انرژی و نیز به عنوان یکی از فاکتورهای مهم اقلیمی که می‌بایست در طراحی‌های ساختمانی به کار رود، در داخل کشور توجه چندانی به آن نشده است. از این رو، در این تحقیق سعی می‌شود ضمن بررسی درجه – روزهای سرمایش و گرمایش، مقادیر نیاز به انرژی گرماساز و سرماساز در منطقه‌ی مورد مطالعه، محاسبه شود. بدیهی است توجه به این مهم از سوی طراحان ساختمان و دیگر دست اندرکاران امر ساخت و ساز در کشور، می‌تواند در زمینه‌ی بهینه‌سازی مصرف انرژی و صرفه‌جویی در مصرف آن، سودمند باشد.

- داده‌ها و روش‌ها

داده‌های ۱۱ایستگاه سینوپتیک استان خراسان با دوره آماری مشترک و بلند مدت و پوشش منطقه‌ای مناسب، طی دوره آماری ۲۰۰۵- ۱۹۸۶انتخاب ومورد بررسی قرار گرفت. جدول شماره۱ ویژگی‌های جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

ملاک انتخاب این ایستگاه‌ها علاوه بر پراکندگی نسبتاً مناسب وجود داده‌های بلندمدت می‌باشد. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

نقشه ۱: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع به متر
بجنورد	37. 47	57. 32	1091
تربت حیدریه	35. 27	59. 22	1450
کاشمر	35. 2	58. 47	1109
گناباد	34. 35	58. 68	1056
سبزوار	36. 2	57. 72	977
مشهد	36. 27	59. 63	999
سرخس	36. 53	61. 17	235
قوچان	37. 07	58. 5	1287
نهبندان	31. 53	60. 03	1211
بیرجند	32. 2	59. 2	1491
فردوس	33. 5	58. 3	1293

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲انتخاب شاخص فصل سرد و گرم نیاز گرمایشی و سرمایشی سالانه

نیـاز گرمایشـی سـالانه (درجه-روز)	توصیف	نماد	نیـاز سرمایشـی سـالانه (درجه-روز)	توصیف	نماد
بیشتر از ۳۸۰۰	فراسرد	H_7	بیشتر از ۱۸۰۰	بسیار گرم	C_5
۳۸۰۰-۳۰۰۰	بسیار سرد	H_6	۱۸۰۰-۱۰۰۰	گرم	C_4
۳۰۰۰-۲۰۰۰	سرد	H_5	۱۰۰۰-۵۰۰	نسبتا گرم	C_3
۲۰۰۰-۱۵۰۰	نیمه سرد	H_4	۵۰۰-۱۰۰	معتدل	C_2
۱۵۰۰-۱۰۰۰	نسبتا سرد	H_3	۱۰۰-۰	ملایم	C_1
۱۰۰۰-۵۰۰	معتدل	H_2	---------	------	-----
کمتر از ۵۰۰	ملایم	H_1	--------	-------	------

منبع: یافته‌های تحقیق

- یافته‌های تحقیق

بر اساس محاسبات و تحلیل های انجام شده کمترین نیاز گرمایشی سالانه مربـوط بـه ایسـتگاه نهبنـدان بـا ۱۰۹۵ درجـه-روز می‌باشد. بعد از آن سرخس با ۱۴۷۹درجه-روز رتبه دوم را دارا است قوچان نیز با ۲۳۹۱ درجه-روز، بجنـورد ۲۳۵۵ و تربـت حیدریه با ۲۲۱۴ درجه-روز بیشترین نیاز گرمایشی سالانه را در خراسان دارند. از لحاظ نیاز سرمایشی قوچان و سپس بجنورد کمترین نیاز سرمایشی را دارا می‌باشند. در رتبه‌های بعدی تربت حیدریه و مشهد قرار دارند که نشان می‌دهد نیاز سرمایشی در شمال خراسان کمتر است. نهبندان، سبزوار و سرخس دارای بیشترین نیاز سرمایشی هستند. این ایستگاه‌ها به علت همجـواری با مناطق بیابانی و فقدان ارتفاعات دارای بیشترین نیاز سرمایشی هستند (جدول ۳).

جدول ۳- نیاز سرمایشی و گرمایشی سالانه وبارش و رطوبت نسبی خراسان

بجنورد	۲۳۵۵	۳۳۱	۵۸	۲۷۴
مشهد	۱۹۴۳	۵۷۸	۵۵	۲۵۵
کاشمر	۱۵۳۳	۹۷۲	۳۹	۲۰۶
تربت حیدریه	۲۲۱۴	۴۳۹	۴۶	۲۷۴
گناباد	۱۵۷۸	۹۰۹	۳۷	۱۴۴
سبزوار	۱۵۰۵	۱۰۸۷	۴۰	۱۸۸
سرخس	۱۴۷۹	۱۰۱۴	۴۷	۱۸۹
قوچان	۲۳۹۱	۲۸۱	۵۵	۳۱۳
بیرجند	۱۶۳۲	۶۵۱	۳۶	۱۷۰
نهبندان	۱۰۹۵	۱۲۷۱	۲۹	۱۳۴
فردوس	۱۵۳۵	۸۶۶	۳۶	۱۴۸

منبع: یافته‌های تحقیق

تفاوت نیاز سرمایشی در جنوب و شمال خراسان بسیار مشهود است (جدول ۴). برای نمونه در حالی کـه قوچان به طور میانگین فقط ۲۳۹۱ درجه-روز گرمایش در سال نیاز دارد، نهبنـدان بـه 1095 درجـه-روز

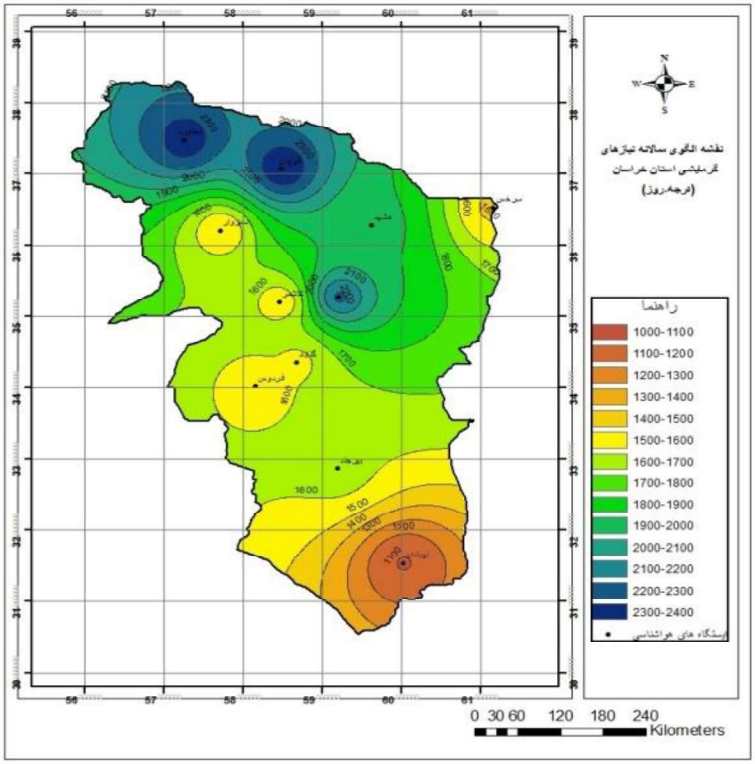
گرمایش در سال نیاز دارد که اختلاف ۱۲۹۵ درجه–روز را نشان می‌دهد (شکل ۲). اختلاف بین ایستگاه‌ها از لحاظ نیاز سرمایشی کمتر است و مقدار آن به ۹۹۰ درجه–روز می‌رسد (شکل ۳). بر اساس تحلیل‌ها بین مقادیر نیازهای سرمایشی و گرمایشی با مقدار رطوبت نسبی و بارش همبستگی قوی وجود دارد.

بیشترایستگاه‌های مورد مطالعه دارای روند افزایشی در مقدار نیاز گرمایشی و نیاز سرمایشی می‌باشند. یعنی اختلاف دمای سالانه به طور خطی در حال افزایش می‌باشد. از ۱۱ ایستگاه مورد مطالعه فقط ۳ ایستگاه قوچان، سبزوار و بجنورد دارای روند معنادار نبوده و سایر ایستگاه‌ها دارای روند معنادار افزایشی نیاز سرمایشی و گرمایشی هستند.

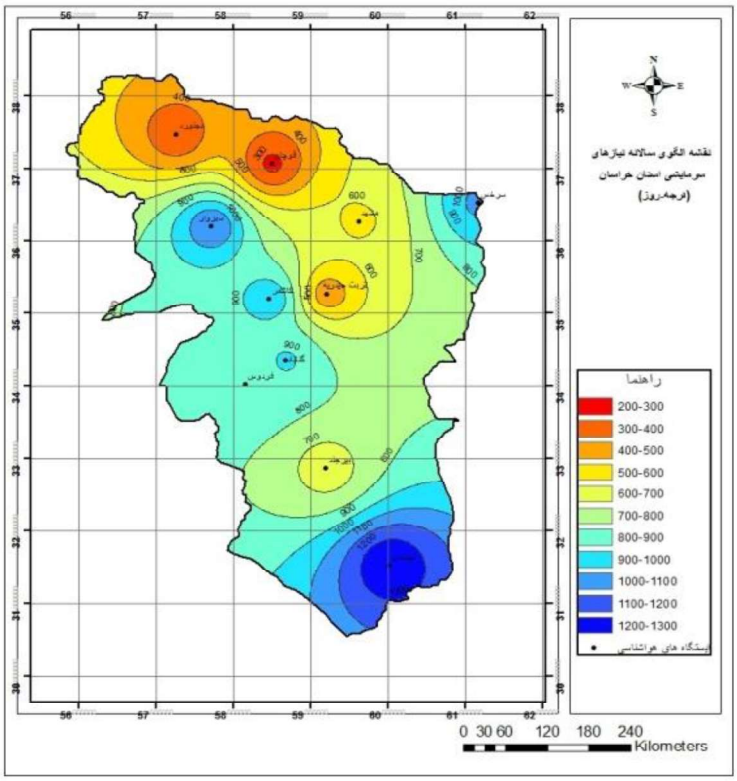
تحلیل رابطه HDD با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع

جدول ۴ نشان می‌دهد مقدار Adjusted R Square مساوی ۰/۶۸۹ است. این مقدار نشان می‌دهد که چه سهمی‌از واریانس متغیر وابسته یا ملاک به مجموع متغیرهای پیش‌بینی مربوط می‌شود. در واقع مدل رگرسیونی به کار برده شده قادر است ۰/۶۹۴ از کل واریانس نیاز گرمایشی را تبیین کند.

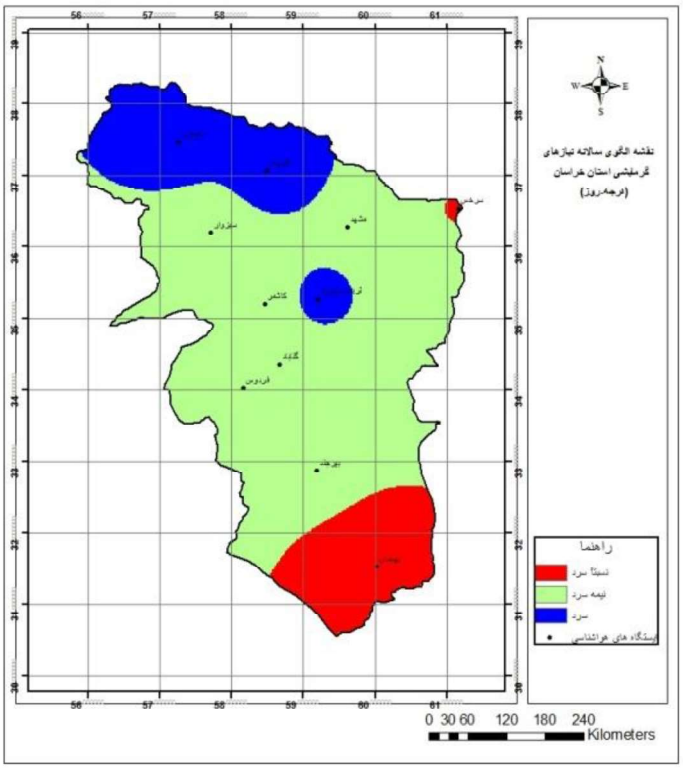
رابطه نیاز گرمایشی در خراسان با عرض جغرافیایی و و ارتفاع مثبت و با طول جغرافیایی منفی است. مقدار همبستگی مقادیر HDD با عرض جغرافیایی ۰/۵۰۳، طول جغرافیایی ۰/۲۳۳ – و با ارتفاع ۰/۲۴۶ می‌باشد که همه آنها در سطح ۰/۰۱ معنادار هستند. در واقع با حرکت به عرض‌های شمالی میزان نیاز گرمایشی خراسان افزایش می‌یابد همچنین با حرکت به سمت ارتفاعات بالاتر با حرکت به سمت شرق خراسان نیاز گرمایشی نیز افزایش می‌یابد اما با حرکت به سمت شرق نیازهای گرمایشی کاهش می‌یابد (جدول ۵ و شکل‌های ۲و۳).



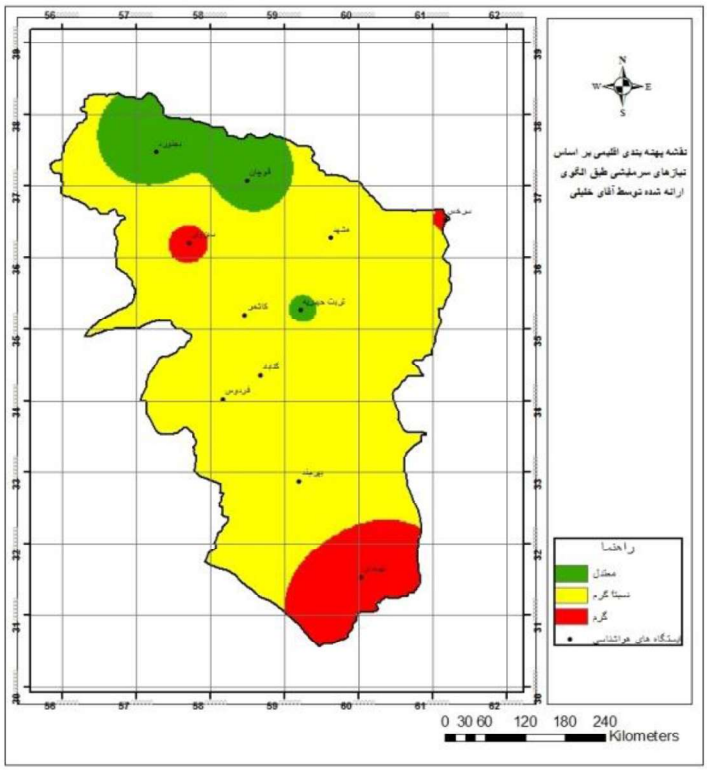
شکل ۲:میانگین نیاز گرمایشی سالانه خراسان



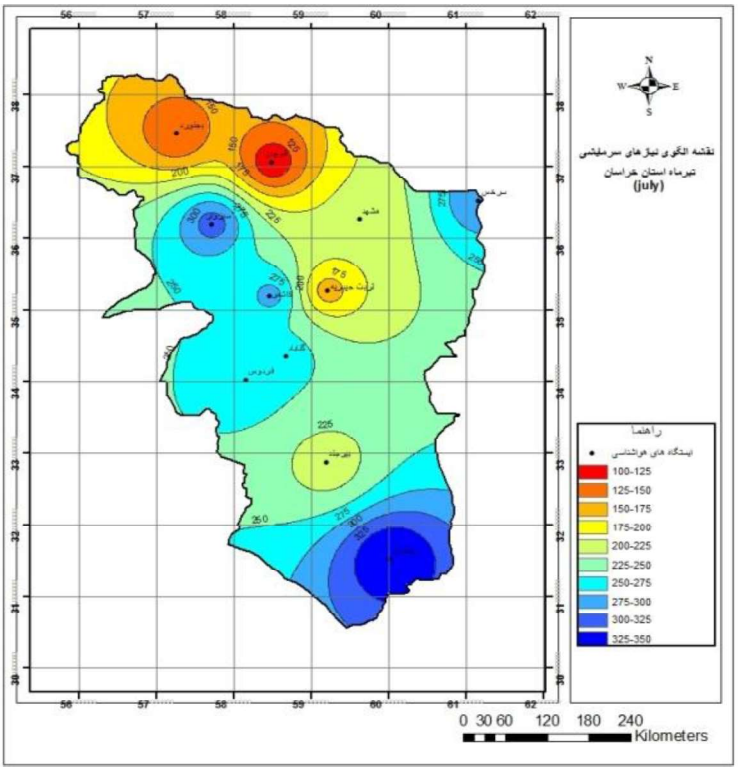
شکل ۳: میانگین نیاز سرمایشی سالانه خراسان



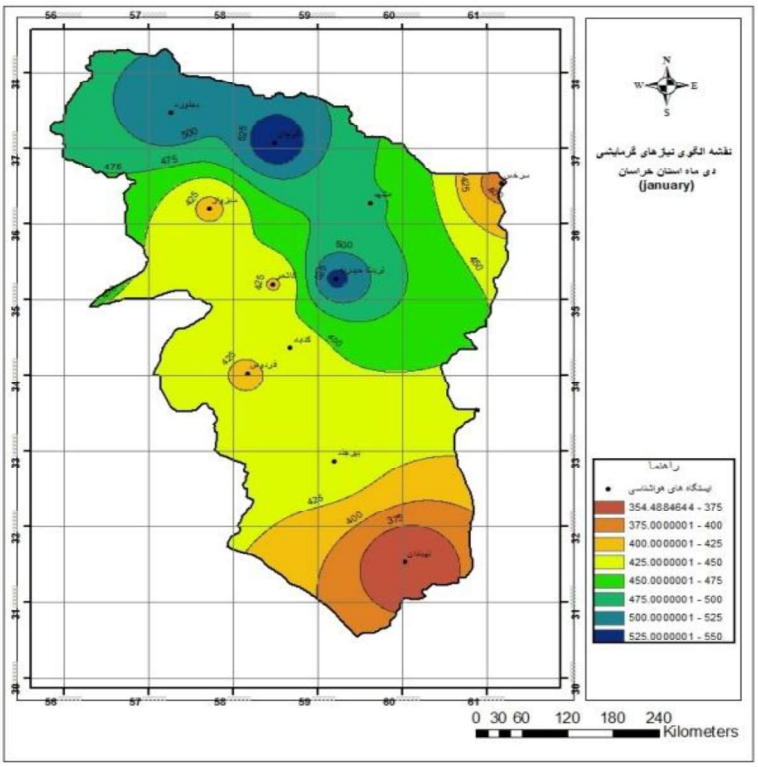
شکل ۴: پهنه‌بندی اقلیمی بر اساس نیازهای گرمایشی خراسان



شکل ۵:پهنه‌بندی اقلیمی براساس نیاز سرمایشی خراسان



شکل ۶: میانگین نیاز سرمایشی جولای خراسان



شکل۷: میانگین نیاز گرمایشی سالانه خراسان

جدول ۴- خلاصه مدل اجرا شده

Change Statistics				Adjusted R Square	R Square	R	Model
Sig. F Change	df2	df1	R Square Change				
. 000	196	3	694	. 689	. 694	. 833[a]	1

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۵ نتایج تحلیل واریانس یا در واقع این جدول معناداری مدل رگرسیون را می‌آزماید. از آنجا که P< ۰/۰۵ است (ستون آخر- Sig) مدل رگرسیونی اتخاذ شده معنی‌دار است بنابر این مقدار قابل ملاحظه‌ای از نیاز گرمایشی توسط مدل توضیح داده می‌شود. جدول ۵ همچنین به ارائه وضعیت پیش‌بینی هر یک از متغیرهای مستقل می‌پردازد. ضرایب استاندارد شده β برای ارزیابی سهم هر یک از متغیرها در مدل اندازه‌گیری را بر حسب انحراف استانداردهای آن‌ها مشخص شده‌اند.

جدول ۵- وضعیت پیش‌بینی پارامترهای مورد مطالعه

Sig.	t	Standardized Coefficients	Unstandardized Coefficients		Model	
		Beta	Std. Error	B		
. 000	-12. 308		1564. 701	--18999. 976	(Constant)	1
. 000	16. 393	1. 004	. 073	1. 190	Elevation	
. 000	8. 071	. 432	19. 573	157. 969	Y	
. 000	19. 865	-1. 090	14. 932	229. 635	X	

منبع: یافته‌های تحقیق a. Dependent Variable:hdd

بر طبق این جدول فرمول رابطه نیاز گرمایشی و عوامل مورد بررسی به شرح زیر است:

HDD= -18999. 976+ 1. 190 Z +157. 969Y+229. 635X

در این فرمول: Z= ارتفاع X= عرض جغرافیایی Y= طول جغرافیایی

مطابق این مدل به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، نیاز گرمایشی ۱۱۹ درجه–روز، افزایش هر درجه عرض جغرافیایی 229 درجه–روز و افزایش هر درجه طول جغرافیایی ۱۵۸ درجه–روز افزایش می‌یابد.

تحلیل رابطه CDD با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع

رابطه نیاز سرمایشی در خراسان با عرض جغرافیایی و ارتفاع منفی ولی با طول جغرافیایی مثبت است. مقدار همبستگی مقادیر CDD با عرض جغرافیایی ۰/۳۱۹–، با طول جغرافیایی ۰/۱۵۷ و با ارتفاع ۰/۳۸۱– می‌باشد که همه آن‌ها در سطح ۰/۰۱ معنادار هستند.

جدول۶– خلاصه مدل اجرا شده

Change Statistics				Adjusted R Square	R Square	R	Model
Sig. F Change	df2	df1	R Square Change				
. 000	196	3	. 677	. 672	. 677	. 823[a]	1

جدول ۷– وضعیت پیش پارامترهای مورد مطالعه

		Standardized Coefficients	Unstandardized Coefficients			
Sig.	t	Beta	Std. Error	B	Model	
. 000	15. 210		12197. 32	18552. 073	(Constant)	1
. 000	-10. 377	-. 571	15. 258	-158. 332	Y	
. 000	-17. 960	-1. 012	11. 640	-209. 052	X	
. 000	-18. 516	-1. 165	057	-1. 058	Elevation	

a. Dependent Variable: cdd

منبع: یافته‌های تحقیق

بر طبق این جدول فرمول رابطه نیاز سرمایشی و عوامل مورد بررسی با رابطه زیر محاسبه شد:

CDD= 18552. 073 - 1. 057 Z -158. 332Y - 209. 052Y

در این فرمول:

Z= ارتفاع X= عرض جغرافیایی Y= طول جغرافیایی

بر طبق این مدل رگرسیون به طور متوسط به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع نیاز سرمایشی ۱۰۵. ۸. به ازای افزایش هر درجه طول و عرض جغرافیایی به ترتیب۱۵۸. ۳و ۲۰۹ درجه–روز به نیازهای سرمایشی افزوده می‌شود. بر اساس جدول۷ در واقع می‌توان اینگونه استنتاج کرد که با حرکت به طرف ارتفاعات و عرض‌های شمالی و به سمت شرق خراسان میزان نیاز سرمایشی خراسان کاهش می‌یابد (جدول ۷و شکل‌های ۱و۲).

پهنه‌بندی اقلیمی خراسان بر اساس مقادیر HDD و CDD

برای پهنه‌بندی اقلیمی بر اساس نیاز سرمایشی و گرمایشی از طبقه‌بندی خلیلی (۱۳۸۳) استفاده شد (جدول۲). بر طبق نیاز گرمایشی، در خراسان فقط سه طبقه H3 نیمه سرد، H4 نسبتا سرد و H5 سرد قرار گرفته‌اند. مشهد، کاشمر، گناباد، فردوس و بیرجند در طبقه نیمه سرد، نهبندان و سرخس در طبقه نسبتا سرد و قوچان، بجنورد و تربت حیدریه در طبقه سرد قرار گرفته‌اند (شکل ۴).

بر طبق نیاز سرمایشی، در خراسان فقط سه طبقه اقلیمی وجود دارد که شامل C2 معتدل، C3 نسبتا گرم و C4 گرم می‌باشند. قوچان، بجنورد و تربیت حیدریه در طبقه معتدل قرار گرفته‌اند. سرخس، مشهد، کاشمر، گناباد، فردوس و بیرجند در طبقه نسبتا گرم و نهبندان و سبزوار در طبقه گرم قرار گرفته‌اند (شکل ۵). طبق محاسبات انجام شده بیشترین نیازهای سرمایشی و گرمایشی در خراسان به ترتیب مربوط به ماه‌های تیر و دی می‌باشد(شکل‌های ۶و ۷).

- بحث و نتیجه‌گیری

بررسی‌های حاصل ازتحلیل‌های آماری نشان داد رابطه نیاز گرمایشی در خراسان با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع مثبت است رابطه نیاز سرمایشی در خراسان با عرض جغرافیایی و ارتفاع منفی ولی با طول جغرافیایی مثبت است(شکل ۲و ۳)، بین بارش و رطوبت نسبی با نیازهای سرمایشی و گرمایشی، همبستگی قوی وجود دارد. رطوبت هوا در شمال خراسان تا حدودی باعث اعتدال دما شده و نیازهای سرمایشی را کاهش داده است.

ایستگاه‌های شمال خراسان به علت مجاورت با ارتفاعات بلند و واقع شدن در عرض‌های جغرافیایی بالاتر و بهره مندی از بادها و سیکلون‌های غربی ونزدیکی به منبع رطوبتی دریای خزر دارای بارش سالانه بیشتر از ۲۵۰ میلی متر و رطوبت نسبی سالانه بالای ۵۵ درصد می‌باشند (جدول۴). در واقع وجود ارتفاعات بلند (عامل صعود) و قرارگیری در مسیر بادهای مرطوب این ایستگاه‌ها را از بارش خوبی نسبت به سایر قسمت‌های خراسان بهره مند کرده است. در حالی است که بارش سالانه سایر ایستگاه‌ها کمتر از ۲۰۰ میلی متر و به جز سرخس رطوبت نسبی سالانه کمتر از ۴۰ درصد دارند. ایستگاه نهبندان بیشترین نیاز سرمایشی را دارد از لحاظ رطوبت نیز در بدترین شرایط قرار دارد واز کمترین مقدار بارش و رطوبت نسبی سالانه برخوردار است (جدول ۴). بر اساس نیازهای سرمایشی در خراسان سه طبقه اقلیمی وجود دارد که شامل C2 معتدل، C3 نسبتا گرم و C4 گرم و می‌باشند. نیازهای گرمایشی، در خراسان نیز سه طبقه که شامل H3 نیمه سرد، H4 نسبتا سرد و H5 سرد می‌باشند (شکل‌های ۴و ۵).

ایستگاه‌های نیمه جنوب خراسان در شرق دشت کویر قرار دارند و علت عدم وجود ارتفاعات از عامل صعود بهره مند نمی‌شوند. و از منابع رطوبت فاصله بیشتری دارند. پر فشار سیبری نیز که از شمال و گاهی از شرق خراسان وارد منطقه می‌شود. این پر فشار به سرعت تا داخل ایران نفوذ کرده و منطقه را تحت تاثیر سرما قرار می‌دهد و نیاز گرمایشی خراسان را افزایش می‌دهد. پر فشار سیبری مطمئنا در افزایش نیاز گرمایشی خراسان نقش مهمی دارد اما در نیازهای سرمایشی نمی‌تواند نقش داشته باشد. زیرا در فصل گرم این پر فشار عقب نشینی کرده و زبانه‌های آن به ایران نمی‌رسد بدین جهت بیشترین نیازهای سرمایشی و گرمایشی در خراسان به ترتیب مربوط به ماه‌های تیر و دی می‌باشد (شکل‌های ۶و ۷).

- منابع

آمار روزانه هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک خراسان(۱۳۹۰). سازمان هواشناسی کشور.

خلیلی، علی (۱۳۸۳). تدوین یک سامانه جدید پهنه‌بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای سرمایش-گرمایش محیط و اعمال آن بر گستره ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۵، ۱۴-۵.

ذوالفقاری، حسن، هاشمی، رضا، رادمهر، پریوش (۱۳۸۸). تحلیلی بر نیازهای سرمایشی و گرمایشی در شمال غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۰، ۳۴

علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور.

کسمایی، مرتضی (۱۳۷۲). پهنه‌بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط‌های مسکونی، مرکز تحقیقات مسکن، شماره ۱۵۱، تهران.

فرجی، عبداله، زاهدی مجید و رسولی علی اکبر (۱۳۸۷). پهنه‌بندی درجه – روزهای گرمایش و سرمایش منطقه آذربایجـان در سیستم اطلاعات جغرافیایی، پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۶۶.

نصیری، رسول (۲۰۰۶). آموزش SPSS، مرکز نشر فرهنگی نشر گستر، چاپ اول.

Bailey, Robert G. , Ecological Climate Classification, USDA Forest Service, Inventory & Monitoring Institute, 1999, pp1.

Christenson, M. & Gyalistras, D. , 2006, Climate warming impact on Degree – Days and Building Energy Demand in Switzerland, Energy Conversion and Management, 47(6), pp. 671- 686.

Crawley,D. B,1994,Development of Degree Day and Degree Hour for International Location , D, B, Crawley Consulting ,Washington ,D,C.

Henderson-Sellers ,Ann and Robinson ,Peter J. ; Contemporary Climatology; John Wiley and Sons Publication; 1989; 204pp; (produced by Longman Group {FE} Limited Printed in Hong Kong).

Karbassi, A. R. , Abduli M. A. and Neshastehriz, M. H. , 2008, Energy Saving in Tehran International Flower Exhibition's Building, Int. J. Environ. Res. 2(1), pp. 75-80.

Kottek,Markus , Grieser,Jurgen, Beck,Christoph, Rudolf,Bruno, Rubel,Franz , World Map of the Koppen-Geiger climate classification updated, Meteorologische Zeitschrift, Vol. 15,No. 3,259-263(June 2006), pp 259.

Rahimikhoob, A. , Behbahani, M. R. , Nazaifar M. H. , 2008, Estimation of Cooling Degree Days from AVHRR Data and an MIF Neural Network, Case Study: Khoozestan Province of Iran, Can. J. Remote Sensing, Vol:34, No:6, pp. 596-600.

Sivak, M. , 2008, Potential Energy Demand for Cooling in the 50 Largest Metropolitan Areas of the World: Implication for Developing Countries, Energy Policy Vol:37, pp:1380-1384.

Thompson; Russel D. Atmospheric Processes and Systems; Published by Routledge; 1998; pp77.

W. M. O. , 1991, International Meteorological Vocabulary, W. M. O, No. 182, TP 91, 1991, P. 116.