پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۰، زمستان ۱۳۸۸
صص ۳۴-۲۱

تحلیلی بر نیازهای سرمایشی و گرمایشی در شمال غرب ایران

حسن ذوالفقاری* – استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه رازی
رضا هاشمی ـ استادیار گروه آمار، دانشگاه رازی
پریوش رادمهر ـ کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۴/۳۰ تأیید نهایی: ۱۳۸۸/۹/۴

چکیده

در پژوهش حاضر، داده‌های ماهانهٔ نیازهای سرمایشی و گرمایشی ۲۸ ایستگاه هواشناسی شمال غرب کشور طی دوره آماری ۲۰ ساله از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۳ با استفاده از روش‌های آماری، ابزارهای مشاهداتی نقشه و نمودار، مورد بررسی قرار گرفت و توزیع فضایی و مکانی این مقادیر تحلیل گردید. همچنین با استفاده از سامانهٔ جدید پهنه‌بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای سرمایشی ـ گرمایشی محیط، منطقهٔ مورد مطالعه پهنه‌بندی شد و نقشهٔ پهنه‌بندی اقلیمی شمال غرب ایران بر پایهٔ طبقه‌بندی‌های فوق، در محیط GIS ارائه گردید. در بررسی تأثیر عوامل مستقل بر نیازهای سرمایشی و گرمایشی در منطقه، معلوم گردید که دریای خزر به‌جز بر باریکه ساحلی این پهنهٔ آبی تأثیری ندارد، ولی عرض جغرافیایی و ارتفاع بر نیازهای گرمایشی و سرمایشی مؤثرند. نتیجهٔ مطالعه نشان داد که به ازای افزایش هر درجه عرض جغرافیایی ۰/۶۲۲ درجه ـ روز، نیازهای گرمایشی افزایش می‌یابد و ۰/۶۵۱ درجه ـ روز از میزان نیازهای سرمایشی کاسته می‌شود. همچنین معلوم شد که در دهه دوم آماری در نقاط مرتفع منطقه، به‌طور متوسط ۳۱۷ درجه ـ روز از میزان نیازهای گرمایشی کاسته شده است. به‌طور کلی می‌توان گفت که شرایط یکسانی از نظر نیازهای سرمایشی و گرمایشی در منطقهٔ مورد مطالعه حاکم نیست، به‌طوری‌که نتیجهٔ پهنه‌بندی، وجود ۱۱ طبقهٔ متفاوت اقلیمی از دیدگاه نیازهای گرمایشی و سرمایشی را نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: درجه ـ روز، نیازهای سرمایشی، نیازهای گرمایشی، شمال غرب ایران، پهنه‌بندی.

مقدمه

انحراف میانگین درجه حرارت روزانه از درجه حرارت آسایشی انسان (دمای آستانه)، درجه ـ روز نامیده می‌شود. در بالاتر از دمای آستانه نیاز به سرد کردن محیط و در پایین‌تر از آن نیاز به گرم کردن محیط که به ترتیب نیازهای سرمایشی و گرمایشی نامیده می‌شود، مشاهده می‌گردد (WMO, 1991, 15).

درجه ـ روزهای سرمایش و گرمایش، از جنبه‌های مختلف، شاخصی مهم و مؤثر قلمداد می‌شود. معیار درجه ـ

نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۸۱۳۲۳۹۵۴
* E- mail: h_zolfaghari2002@yahoo.com

روزهای گرمایشی و سرمایشی می‌تواند ضمن ارائه تصویری روشن و دقیق از میزان نیازهای حرارتی ساختمان، شهر و منطقه، در تأمین آسایش حرارتی و اصلاح الگوی مصرف انرژی نیز نقش مثبتی ایفا کند (Rahimikhoob & et al., 2008, 597). همچنین در موضوع صرفه‌جویی در مصرف انرژی از جمله در تهران (Karbassi & et al., 2008, 75) و شرایط مناسب برای تأمین انرژی سرمایشی در شهرهای بزرگ جهان از جمله تهران (Sivak, 2008, 1381) کاربرد این شاخص به خوبی به اثبات رسیده است.

مقادیر HDD[1] یعنی درجه روزهای گرمایشی و CDD[2] یعنی درجه ـ روزهای سرمایشی، سختی آب‌وهوایی مناطق را نیز مشخص می‌کنند (Christenson & et al., 2006, 671) و رابطهٔ مستقیمی با جمعیت و مساحت نواحی مسکونی دارند. از دیگر سو HDD و CDD با تغییرات اقلیمی مرتبط‌اند. مطالعات انجام شده در ایالات متحد امریکا و بریتانیا و مطالعات اخیر در یونان در مورد درجه ـ روزهای سرمایش و گرمایش، نشانگر معنادار بودن تغییرات اقلیمی و به تبع آن، مصرف انرژی در ساختمان‌هاست.

از جمله مطالعاتی که به مقولهٔ نیازهای سرمایشی و گرمایشی به مثابه یکی از پارامترهای مهم در حیطهٔ معماری همساز با اقلیم، پرداخته‌اند می‌توان به مطالعات گیونی[3] (1963) و اولگی[4] (1973) و در ایران به مطالعات ریاضی (۱۳۵۶)، زمان (۱۳۵۸)، رازجویان (۱۳۷۶) و کسمایی (۱۳۷۸) اشاره کرد. عده‌ای نیز نیازهای سرمایشی و گرمایشی را صرفاً به منزلهٔ عاملی اقلیمی مطالعه کرده‌اند؛ از جمله سعید[5] (1992)، دیاز و کوایله[6] (1994)، کراولی[7] (1994)، سوله و سوکلینگ[8] (1995)، ویبینگ[9] (2002) و در ایران خلیلی (۱۳۷۸) و (۱۳۸۳).

مقدار نیاز به گرم کردن محیط در زمستان (دورهٔ سرد سال) و سرد کردن آن در تابستان (دورهٔ گرم سال) برحسب تعریف، جمع تفاضل‌های میانگین روزانهٔ دما از آستانهٔ معین در دورهٔ مشخصی از سال است و برحسب درجه ـ روز بیان می‌شود (خلیلی، ۱۳۸۳، ۵). دماهای مرجع که برای داده‌های حقیقی و غیرآماری و لحظه‌ای برای حدود آسایش انسان پیشنهاد شده، ۱۹ تا ۲۱ درجه است. در ایران سازمان هواشناسی کشور این مقدار را به ترتیب ۱۸ و ۲۱ درجه تعیین کرده است. اگر متوسط درجه حرارت روزانهٔ هوا از ۲۱ درجه تجاوز کند، در آن روز نیاز به گرم کردن محیط خواهد بود و چنانچه دمای هوا از ۱۸ درجه پایین‌تر رود، احساس سرما به‌وجود می‌آید و محیط باید گرم شود. مقدار درجه ـ روز که به این ترتیب تعریف می‌شود درواقع نوعی نمایه انرژی است. به عبارت دیگر، درجه ـ روز شاخصی برای مصرف انرژی گرمایش و سرمایش قلمداد می‌شود. در پژوهش حاضر، پرسش‌هایی مطرح بوده است که اهم آنها بدین شرح‌اند:

۱. آیا دریای خزر نقش تعدیل‌کننده در نیازهای سرمایشی و گرمایشی منطقه دارد؟

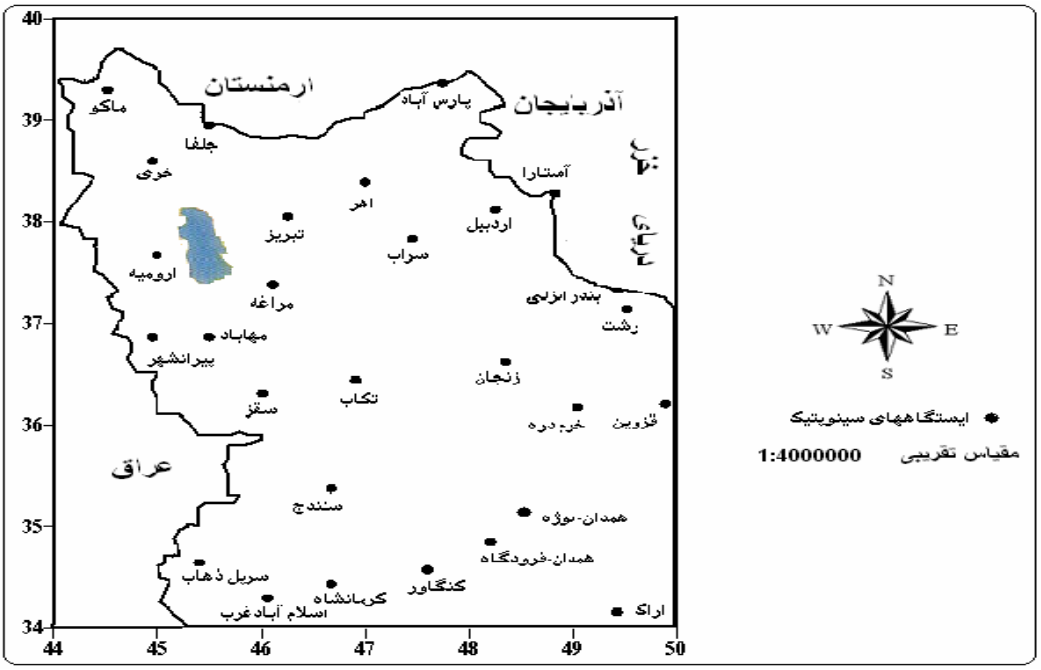
1. Heating Degree Days
2. Cooling Degree Days
3. Givoni
4. Olgyay
5. Said
6. Diaz & Qualye
7. Crawley
8. Sole & Sukling
9. Wibing

۲. آیا با افزایش عرض جغرافیایی، نیازهای سرمایشی منطقه کاهش می‌یابد؟

۳. آیا در سال‌های اخیر در نقاط مرتفع منطقه، نیازهای گرمایشی رو به کاهش نهاده است؟

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، شمال غرب ایران است. منظور از شمال غرب، منطقه‌ای است که به لحاظ موقعیت ریاضی در طول جغرافیایی ۴۴ تا ۵۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ تا ۴۰ درجه شمالی قرار دارد و استان‌های گیلان، اردبیل، آذربایجان شرقی و غربی، زنجان، قزوین، همدان، کردستان، کرمانشاه و استان مرکزی را دربرمی‌گیرد. برای دست‌یابی به اهداف تحقیق، مقادیر ماهانهٔ HDD و CDD مربوط به ۲۸ ایستگاه هواشناسی شمال غرب کشور از پایگاه اطلاعات و آمار سازمان هواشناسی، برای دورهٔ آماری ۲۰۰۳-۱۹۸۴ دریافت گردید. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. نقشهٔ موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

با توجه به پرسش‌های مطرح شده در پژوهش، داده‌های مورد نیاز مشتمل بر مقادیر ماهانهٔ HDD و CDD از قسمت آمار پایگاه اطلاعاتی سازمان هواشناسی کشور، و مقدار رطوبت ماهانهٔ ایستگاه‌ها از سالنامه‌های هواشناسی دریافت شد. بعد از بازسازی داده‌ها، مقادیر میانگین به صورت ماهانه و سالانه محاسبه شدند و مورد استفاده قرار گرفتند.

ملاک انتخاب ایستگاه‌ها، موجود بودن آمار و پیوستگی داده‌های آماری بوده است. به دلیل نقش عامل ارتفاع در اقلیم نواحی کوهستانی، ایستگاه‌هایی که در یک محدودهٔ جغرافیایی و با فاصلهٔ کم از یکدیگر قرار داشتند اما دارای ارتفاع متفاوتی بودند نیز انتخاب شدند ـ مانند ایستگاه‌های همدان (فرودگاه) و همدان (نوژه) که هر دو در یک محدودهٔ جغرافیایی واقع‌اند. اما از نظر ارتفاع از سطح دریا تفاوت دارند. نوژه ۱۶۷۹ و فرودگاه همدان ۱۷۴۹ متر از سطح دریا ارتفاع

دارند. سرانجام ایستگاه‌هایی که داده‌های مناسبی برای این بررسی داشتند، برگزیده شدند. برخی از ایستگاه‌ها در بعضی از سال‌ها فاقد آمار بودند که به بازسازی اطلاعات مقادیر HDD و CDD آنها اقدام گردید.

در بازسازی داده‌ها، از روش تفاضل‌ها استفاده شد، زیرا دما جزو سری‌هایی است که تغییرپذیری کمتری دارند. در این مرحله، طبق روش تفاضل‌ها، ایستگاه‌هایی که دارای اطلاعات ناقص بودند با استفاده از اطلاعات نزدیک‌ترین ایستگاه‌هایی که تشابه آب‌وهوایی با هم داشتند، اطلاعات‌شان کامل شد.

پیش از تجزیه و تحلیل داده‌ها، باید از کیفیت داده‌ها اطمینان یافت. برای اثبات همگن بودن داده‌های تحقیق از روش آزمون توالی (ران تست) استفاده شد. داده‌های مقادیر سالانهٔ HDD و CDD همهٔ ایستگاه‌ها مورد آزمون قرار گرفتند و همگن بودن آنها ثابت شد. نقشه‌های هم‌ارزش سرمایش و گرمایش با استفاده از نرم‌افزار سورفر و نقشه‌های پهنه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار آرک ویو ترسیم گردیدند.

همان‌طور که در مقدمه نیز اشاره شد، مقدارِ نیاز به گرم کردن محیط در دورهٔ سرد سال (گرمایش) و سرد کردن محیط در دوره گرم سال (سرمایش) برحسب تعریف جمع تفاضل‌های میانگین روزانهٔ دما از یک آستانه معین در دوره مشخصی از سال است که بر مبنای درجه ـ روز بیان می‌شود. با توجه به دمای آستانه (سازمان هواشناسی در ایران آستانه‌های ۱۸ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد را به ترتیب برای گرمایش و سرمایش پیشنهاد داده است) اگر متوسط دمای هوا از مقدار آستانهٔ ۲۱ درجه سانتی‌گراد تجاوز کند، در آن روز نیاز به خنک‌سازی یا سرمایش محیط ایجاد خواهد شد. میزان نیاز سرمایشی در دورهٔ معین N روزه، به درجه ـ روز سرمایش یا CDD معروف است که از رابطه (۱) محاسبه شده است:

$$CDD = \sum_{1}^{N} (T - \theta), \qquad \theta < T$$ رابطه (۱)

همچنین در پایین‌تر از دمای آستانه، احساس سرما پیش می‌آید که برای دستیابی به شرایط آسایش محیطی بایستی محیط تا حد معینی گرم شود. میزان درجه روز گرمایشی نیز از طریق رابطه (۲) محاسبه شده است:

$$HDD = \sum_{1}^{N} (\theta - T), \qquad \theta > T$$ رابطه (۲)

که در آنها T میانگین دمای روزانه و θ مقدار آستانه است.

یافته‌های تحقیق

در این قسمت براساس اهداف و سؤالات این پژوهش، ابتدا نقش دریای خزر و سپس تأثیر عرض جغرافیایی و دیگر عناصر مستقل بر نیازهای سرمایشی و گرمایشی منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش پایانی نیز روند تغییرات نیازهای سرمایشی و گرمایشی منطقه طی دو دهه گذشته و پهنه‌بندی منطقه از نظر نیازهای گرمایشی و سرمایشی بررسی خواهد شد.

نقش تعدیلی دریای خزر

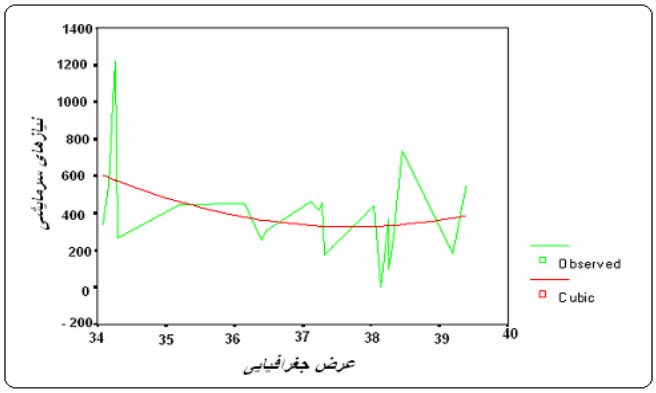
در این زمینه، صرف‌نظر از جهت‌گیری کوه‌ها و فاصلهٔ ۸۰ کیلومتری تأثیر آب دریای خزر (علیجانی، ۱۳۷۴، ۱۵۹)، همهٔ ایستگاه‌های منطقه بررسی شدند و از آنجا که اکثر ایستگاه‌های منطقه نسبت به ایستگاه‌های ساحلی ارتفاع بیشتری دارند، عامل ارتفاع نیز در محاسبه دخالت داده شد. سپس ضریب همبستگی بین متغیرهای فاصله از دریا و ارتفاع ایستگاه‌ها محاسبه شد.

نتایج این بررسی آماری نشان داد که ضریب همبستگی بین فاصله از دریای خزر و نیازهای سرمایشی و گرمایشی معنی‌دار نیست، اما بین ارتفاع و مقادیر نیازهای گرمایشی و سرمایشی ایستگاه‌ها همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دارست. به‌طور کلی می‌توان گفت که تأثیر دریای خزر فقط بر سه ایستگاه رشت، انزلی و آستارا قابل اثبات است. برای بررسی چگونگی این رابطه، از مدل رگرسیونی دومتغیره، بین ارتفاع (به عنوان متغیر مستقل) و نیازهای سرمایشی و گرمایشی (به‌عنوان متغیرهای وابسته) استفاده شد. نتایج بررسی رگرسیونی نشان می‌دهد که بین ارتفاع و نیازهای گرمایشی و سرمایشی، رابطهٔ معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ وجود دارد. این رابطه برای نیازهای گرمایشی مثبت است، یعنی به ازای هر یک متر افزایش ارتفاع، ۰/۷۷ درجه ـ روز بر نیازهای گرمایشی افزوده می‌شود. در حالی‌که به ازای افزایش همین مقدار ارتفاع، ۰/۵۰− درجه ـ روز از نیازهای سرمایشی کاسته می‌شود.

تأثیر عرض جغرافیایی و دیگر عوامل مستقل

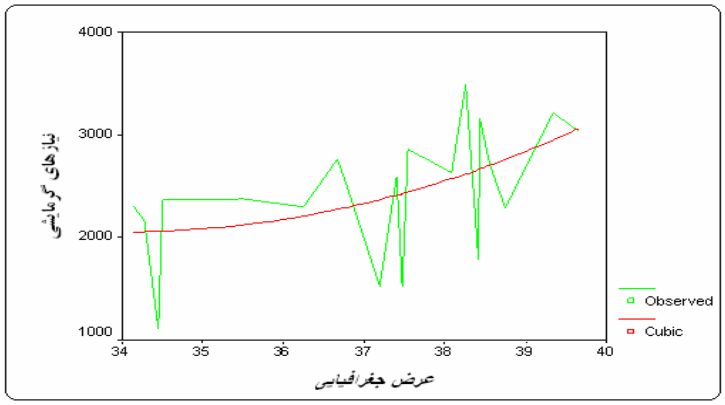
برازش متغیر مستقل عرض جغرافیایی و متغیرهای وابستهٔ نیازهای سرمایشی و گرمایشی طی دورهٔ مورد مطالعه، با تعدیل‌های آماری مختلف مانند نرمال، لگاریتمی، توانی و کوبیک نشان داد که بهترین تبدیل، از نوع کوبیک است که رابطهٔ بین دو متغیر را به صورت نمودار نشان می‌دهد.

شکل ۲ نشان می‌دهد که با افزایش عرض جغرافیایی، از نیازهای سرمایشی منطقه کاسته می‌شود اما نیازهای گرمایشی، افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار این کاهش در عرض ۳۶ درجه است، که بر روی محورهای کوهستانی قرار دارد. این کاهش تا عرض ۳۹ درجه ادامه دارد، اما از آن به بعد به طور ناچیزی افزایش می‌یابد که علتش واقع شدن جلگهٔ پست و کم‌ارتفاع مغان (ایستگاه پارس‌آباد) در این عرض است.



شکل ۲. رابطهٔ بین عرض جغرافیایی و نیازهای سرمایشی

همچنین با افزایش عرض جغرافیایی، مقادیر گرمایش در منطقه افزایش می‌یابد که شاید علت اصلی آن مرتفع بودن ایستگاه‌های منطقه باشد (شکل ۳).



شکل ۳. رابطهٔ بین عرض جغرافیایی و نیازهای گرمایشی

علاوه بر بررسی نقش مستقل عرض جغرافیایی بر نیازهای سرمایشی و گرمایشی منطقه، از آنجا که پارامترهای دمای در ایران، برحسب طول و عرض و ارتفاع تغییر می‌کنند (خلیلی، ۱۳۷۶، ۵۶) و از طرفی مقادیر HDD و CDD خود توابعی از دمای هوا به‌شمار می‌آیند، طبیعی به‌نظر می‌رسد که این دو مؤلفه نیز تابع مختصات جغرافیایی باشند. از این رو آنالیز رگرسیون چندمتغیره بین طول، عرض و ارتفاع ایستگاه‌های برگزیده از یک طرف، و مقادیر HDD و CDD این ایستگاه‌ها از طرف دیگر مورد بررسی قرار گرفت. پیش از آزمون رگرسیون چندمتغیره، آزمون همبستگی بین متغیرهای مستقل طول، عرض جغرافیایی و ارتفاع محاسبه شد تا همبستگی بین متغیرها مشخص گردد. اگر همبستگی بین متغیرها زیاد باشد، به مفهوم نزدیکی متغیرها به یکدیگرست و در این صورت، حضور یکی از متغیرها در مدل رگرسیونی کفایت می‌کند.

نتایج بررسی آزمون همبستگی نشان داد که بین طول و عرض جغرافیایی و همچنین بین طول و ارتفاع، همبستگی وجود ندارد. از طرف دیگر اگرچه بین عرض جغرافیایی و ارتفاع، همبستگی وجود دارد اما مقدار آن ناچیز است. بنابر این می‌توان هر سه عامل را به عنوان متغیر مستقل، در مدل رگرسیونی وارد کرد. از آنجا که فقط در صورت نرمال بودن داده‌ها می‌توان از مدل رگرسیونی استفاده کرد، لذا نرمال بودن مشاهدات از طریق روش‌های آماری به اثبات رسید. جدول‌های ۱ و ۲ نتایج بررسی رگرسیونی بین متغیرهای مستقل طول و عرض جغرافیایی و همچنین ارتفاع از سطح دریا برای ایستگاه‌ها را نشان می‌دهند.

جدول ۱. نتایج رگرسیون چندمتغیره بین عوامل جغرافیایی و مقادیر نیازهای گرمایشی

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-10536.5	2107.656		-4.999	.000
	ALTITUD	62.887	29.148	.161	2.157	.041
	LATITUD	238.296	30.448	.622	7.826	.000
	HIGH	1.159	.088	1.035	13.237	.000

a. Dependent Variable: HDD

جدول ۲. نتایج رگرسیون چندمتغیره بین عوامل جغرافیایی و مقادیر نیازهای سرمایشی

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7570.815	1468.331		5.156	.000
	ALTITIUD	-68.682	20.306	-.456	-3.382	.002
	LATITUID	-96.444	21.212	-.651	-4.547	.000
	HIGH	-.361	.061	-.834	-5.914	.000

a. Dependent Variable: CDD

با استفاده از داده‌های جدول‌های ۱ و ۲ می‌توان روابط زیر را بین عوامل برقرار ساخت:

$$HDD = 0/161X + 0/622Y + 1/035Z$$ رابطه (۳)

$$CDD = -0/456X - 0/651Y - 0/834Z$$ رابطه (۴)

که در آنها CDD و HDD نیازهای سرمایشی و گرمایشی برحسب درجه ـ روز، X و Y طول و عرض جغرافیایی و Z ارتفاع برحسب متر است. همچنین روابط در سطح ۰/۰۱ معنی‌دارست. این روابط نشان می‌دهند که:

- نیاز سالانه به گرمایش از جنوب به شمال منطقهٔ مورد مطالعه در تحقیق، به ازای هر درجه عرض جغرافیایی ۰/۶۲۲ درجه ـ روز افزایش و نیز به ازای هر متر ارتفاع ۱/۰۳۵ درجه ـ روز فزونی می‌یابد.
- نیاز سالانه به سرمایش برحسب عرض جغرافیایی به ازای هر درجه افزایش، ۰/۶۵۱- و به ازای هر متر ارتفاع ۰/۸۳۴- درجه ـ روز کاهش می‌یابد.

با استفاده از این روابط می‌توان مقادیر نیازهای سرمایش و گرمایش ایستگاه‌های فاقد آمار را نیز پیش‌بینی کرد.

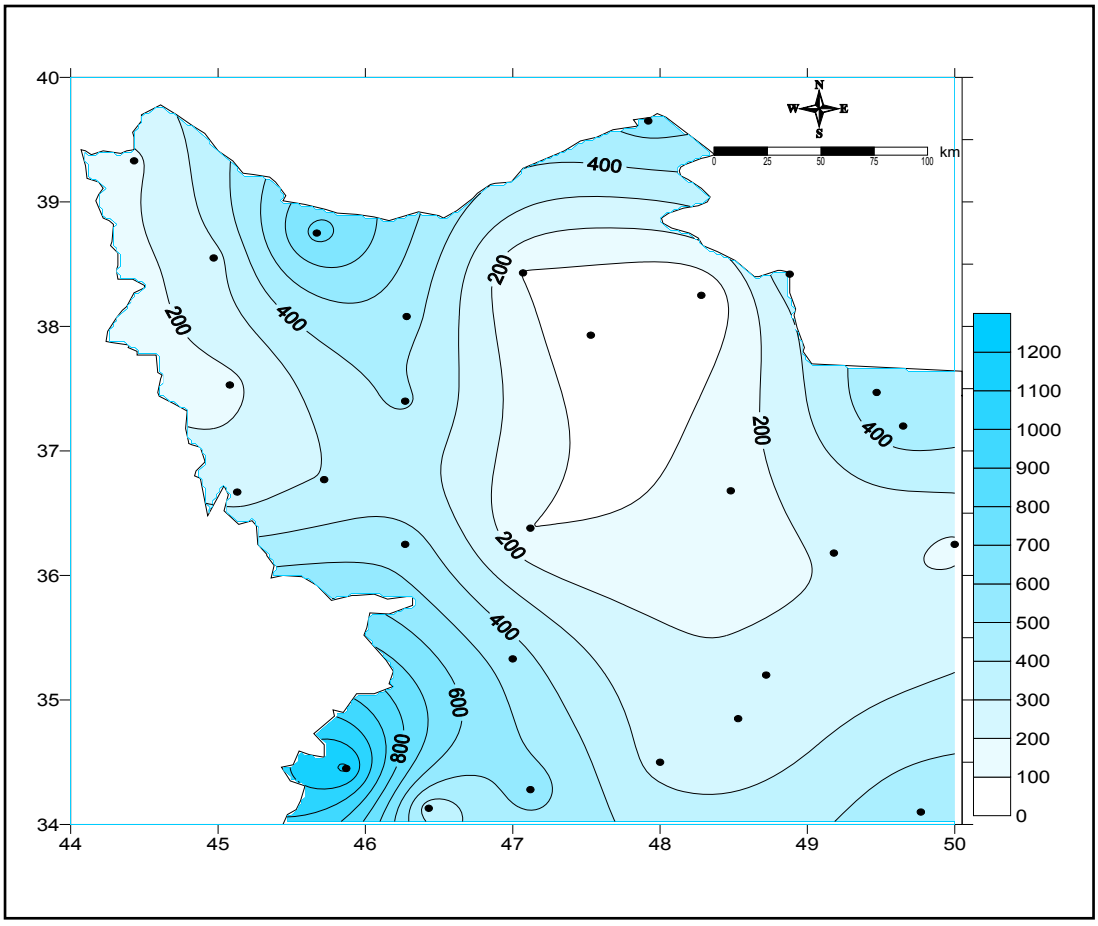
روند تغییرات نیازهای گرمایشی و سرمایشی در دو دهه گذشته

با توجه به روند مثبت تغییرات دمایی در نیم سده اخیر در ایران (مسعودیان، ۱۳۸۳، ۹۰) به نظر می‌رسد که نیازهای گرمایشی و سرمایشی نیز به ناچار از این تغییر تأثیر می‌پذیرند. از این رو بررسی روند تغییرات نیازهای گرمایشی و سرمایشی بخش‌های مرتفع در دوره آماری مورد مطالعه به عنوان یکی از اهداف این پژوهش مورد توجه بوده است. یکی از پرسش‌های مطرح در این زمینه بیان می‌دارد که آیا در بخش‌های مرتفع شمال‌غرب نیازهای گرمایشی طی دو دهه اخیر کاهش یافته است. برای بررسی روند تغییرات در ایستگاه‌های مرتفع (ایستگاه‌های با بیش از ۱۵۰۰ متر ارتفاع) از آزمون T نرم‌افزار SPSS استفاده شد. نتایج آزمون برای نیازهای گرمایشی نشان داد که بین مقادیر دهه اول با دهه دوم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. بدین معنی که نیازهای گرمایشی دهه دوم در ایستگاه‌های مرتفع در مقایسه با دهه اول کاهش پیدا کرده است. با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت که به‌طور میانگین ۳۱۷ درجه ـ روز از میزان نیازهای درجه ـ روز گرمایشی در ایستگاه‌های مرتفع منطقهٔ شمال‌غرب کشور طی سال‌های ۱۹۹۴-۲۰۰۳، کاسته شده است.

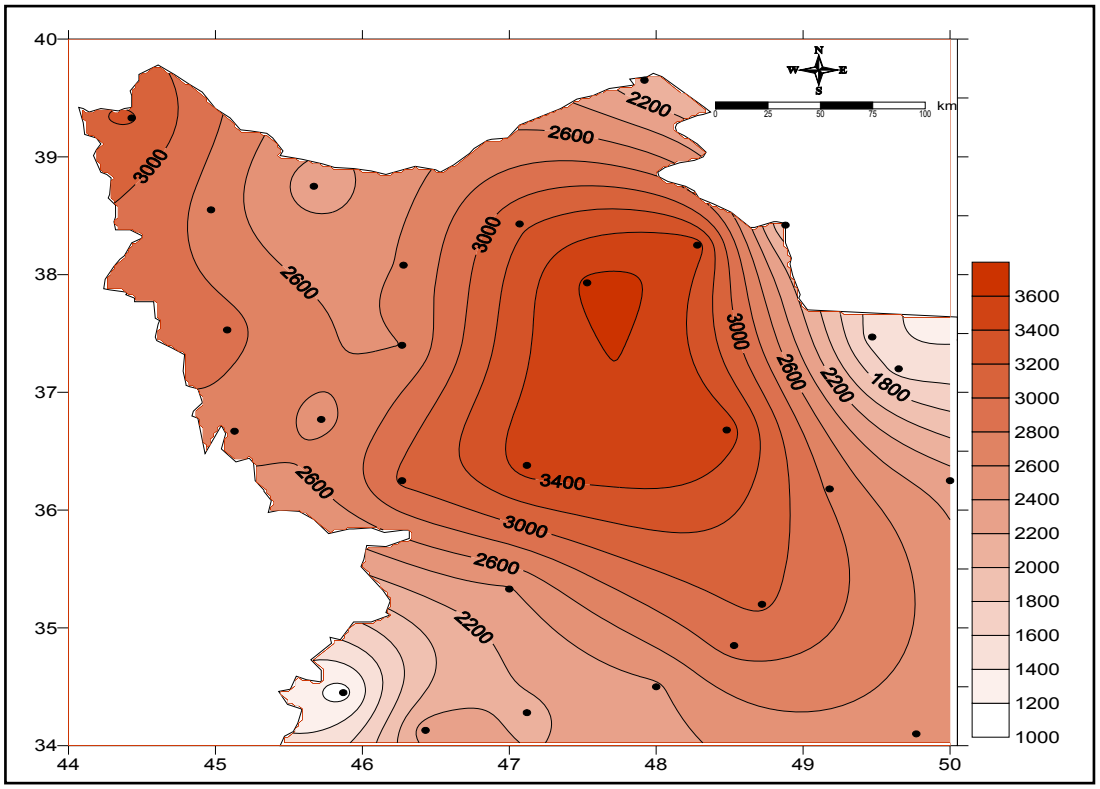
همچنین بررسی تغییرات نیازهای سرمایشی در منطقهٔ شمال‌غرب کشور براساس آزمون مذکور نشان داد که اختلاف بین مقادیر دو دهه در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار است. نتایج نشان می‌دهد که نیازهای سرمایشی در دهه دوم نسبت به دهه اول افزایش یافته است. نتیجهٔ مدل آماری مورد استفاده بیان می‌دارد که به‌طور میانگین در دهه دوم ۶۵ روز بر میزان درجه ـ روزهای سرمایشی دهه دوم افزوده شده است.

الگوی پراکندگی درجه ـ روزهای سرمایش و گرمایش سالانه

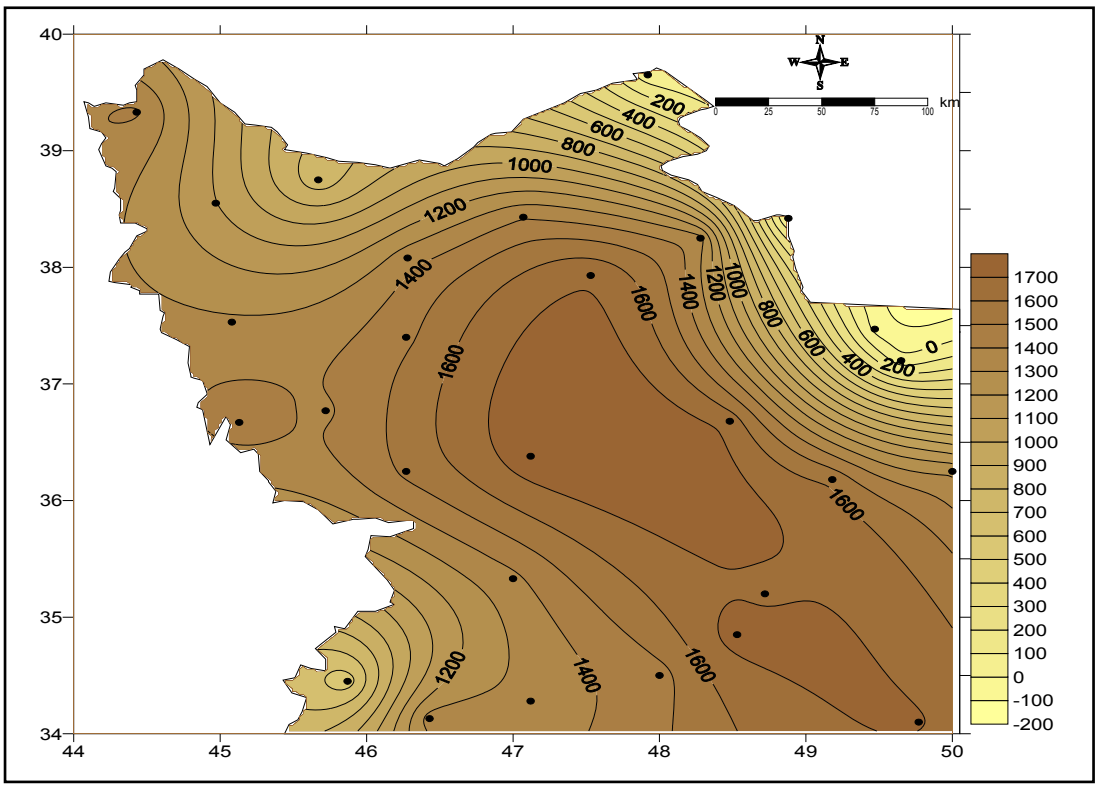
شکل‌های ۴ و ۵، توزیع نیازهای سرمایشی و گرمایشی منطقهٔ شمال‌غرب ایران را براساس خطوط هم‌ارزش نشان می‌دهند. الگوهای موجود در نقشه‌ها به وضوح تفاوت‌های مکانی نیازهای سرمایش و گرمایش منطقه را منعکس می‌سازند. اثر عرض جغرافیایی، ارتفاع، دوری و نزدیکی به پهنه‌های آبی ـ به‌ویژه دریای خزر ـ و همچنین نزدیکی به جلگهٔ بین‌النهرین در این نقشه‌ها آشکارا مشاهده می‌شوند. شکل ۶ نقشهٔ توپوگرافی منطقهٔ مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با دقت در شکل‌های ۴ و ۵ و تطبیق یافته‌ها با توزیع ارتفاعات در منطقه، اثر ارتفاع در نیازهای سرمایشی و گرمایشی منطقه آشکار می‌گردد.



شکل ۴. الگوی سالانهٔ نیازهای سرمایشی در منطقه



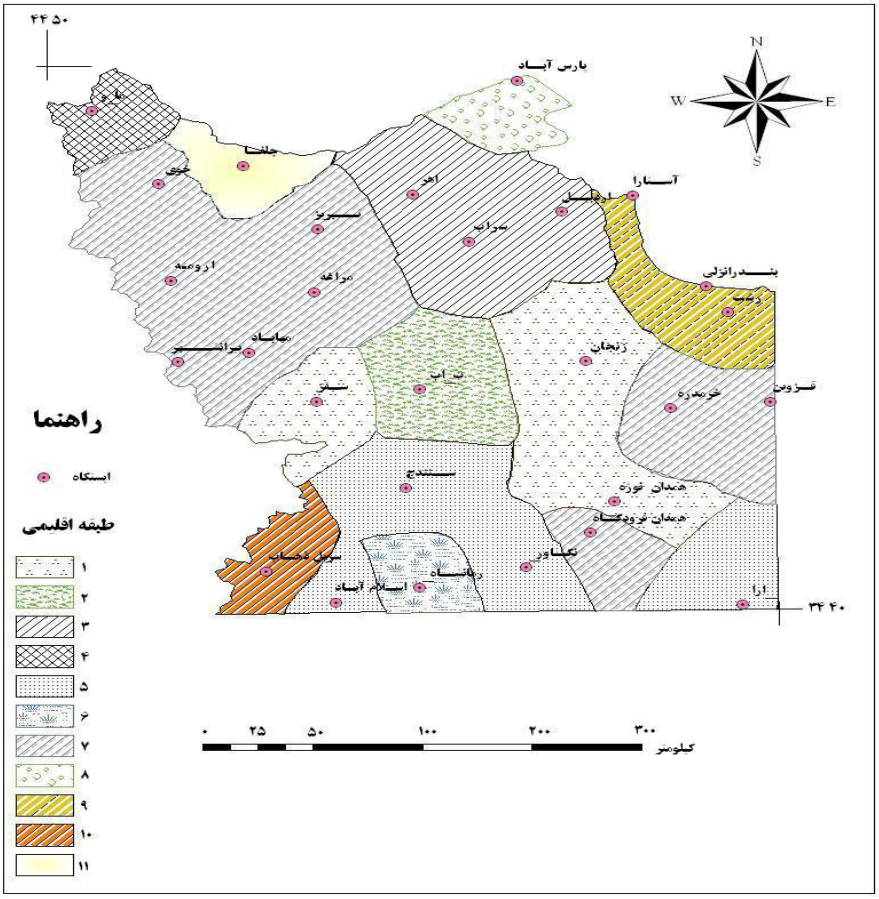
شکل ۵. الگوی سالانهٔ نیازهای گرمایشی در منطقه



شکل ۶. نقشهٔ توپوگرافی منطقهٔ مورد مطالعه

پهنه‌بندی اقلیمی منطقه براساس نیازهای سرمایشی و گرمایشی

طبقه‌بندی اقلیمی منطقهٔ مورد مطالعه برطبق جدول انتخاب شاخص زمستانهٔ نیاز گرمایشی و جدول انتخاب شاخص نیاز سرمایشی سالانه و جدول انتخاب شاخص رطوبت تابستانه (خلیلی، ۱۳۸۳، ۵۹) انجام گردید. علت انتخاب شاخص رطوبت، قابل استفاده بودن طبقه‌بندی ارائه شده و کاربرد آن در دستورالعمل ساختمان‌سازی همسان با اقلیم است. شکل ۷ نقشهٔ پهنه‌بندی منطقهٔ مورد مطالعه را از دیدگاه نیازهای سرمایشی و گرمایشی، نشان می‌دهد. هر کدام از طبقات نیازهای گرمایشی و سرمایشی که در راهنمای نقشه با شماره مشخص شده است در مبحث ویژگی‌های اقلیمی طبقات، توضیح داده شده است.



شکل ۷. نقشهٔ پهنه‌بندی اقلیمی منطقه از دیدگاه نیازهای سرمایشی و گرمایشی و عامل رطوبت

ویژگی‌های طبقات اقلیمی

۱. طبقهٔ $H_{\varepsilon}C_{2}R_{2}$

در این نوع اقلیم، زمستان بسیار سرد و نیاز حرارتی بین ۳۰۰۰ تا ۲۸۰۰ درجه ـ روز است. تابستان‌ها معتدل و نیاز سرمایشی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه ـ روز است. رطوبت تابستانه عادی است و مقدار ۳۰ تا ۵۰ درصد را شامل می‌شود. در بین ایستگاه‌های منطقه، ایستگاه‌های همدان (نوژه) و زنجان و سقز در این طبقه جای می‌گیرند.

۲. طبقهٔ $H_6C_1R_2$

این نوع اقلیم از نظر نیاز گرمایشی و رطوبت تابستانه همانند اقلیم طبقه اول است. از نظر نیاز سرمایشی ملایم است و مقدار آن بین ۰ تا ۱۰۰ درجه ـ روز قرار دارد. ایستگاه تکاب در این طبقه جای می‌گیرد.

۳. طبقهٔ $H_6C_1R_3$

در این طبقه نیاز گرمایشی بین ۳۰۰۰ تا ۳۸۰۰ درجه ـ روز و زمستان بسیار سرد است. تابستان‌ها ملایم و نیاز سرمایشی ۰ تا ۱۰۰ درجه ـ روز است. رطوبت تابستانهٔ آن بین ۵۰ تا ۷۰ درصد است که وضعیت نیمه‌مرطوب دارد. ایستگاه‌های سراب، اهر و اردبیل در این طبقه قرار می‌گیرند.

۴. طبقهٔ $H_6C_2R_3$

این طبقه از نظر نیاز گرمایشی و سرمایشی همانند طبقهٔ اول است. اما از نظر رطوبت تابستانه، حالت نیمه‌مرطوب دارد که مقدار آن بین ۵۰ تا ۷۰ درصد است. ماکو در این طبقه جای می‌گیرد.

۵. طبقهٔ $H_5C_2R_1$

نیاز گرمایشی در این طبقه بین ۲۰۰ تا ۳۰۰۰ درجه ـ روز است و زمستان سرد و تابستان‌های معتدل دارد. نیاز سرمایشی بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ درجه ـ روز تغییر می‌کند. از نظر رطوبت تابستانه حالت خشک دارد و مقدار آن کمتر از ۳۰ درصد است. ایستگاه‌های اراک، اسلام‌آباد، کنگاور و سنندج در این طبقه جای می‌گیرند.

۶. طبقهٔ $H_5C_3R_1$

زمستان‌ها در این نوع اقلیم سرد است. تابستان‌های نسبتاً گرم دارد و مقدار نیاز سرمایشی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه ـ روز است. از نظر رطوبت تابستانه خشک است. ایستگاه کرمانشاه در این طبقه جای می‌گیرد.

۷. طبقهٔ $H_5C_2R_2$

اقلیم این طبقه از نظر گرمایشی و سرمایشی شبیه اقلیم طبقهٔ ۶ است، اما رطوبت تابستان آن بین ۳۰ تا ۵۰ درصد است و وضعیت عادی دارد. قزوین، پیرانشهر، مهاباد، مراغه، ارومیه، تبریز، خوی، همدان (فرودگاه) و خرم‌دره در این طبقه جای می‌گیرند.

۸. طبقهٔ $H_5C_3R_3$

زمستان در این نوع اقلیم سرد است و تابستان‌ها نسبتاً گرم. از لحاظ رطوبت تابستانه نیز وضعیت نیمه‌مرطوب دارد، یعنی مقدار رطوبت آن بین ۵۰ تا ۷۰ درصد است. ایستگاه پارس‌آباد در این طبقه جای می‌گیرد.

۹. طبقهٔ $H_4C_2R_4$

در این نوع اقلیم، زمستان‌ها نیمه‌سرد و نیاز گرمایشی بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه ـ روز است. تابستان‌های معتدل دارد و نیاز سرمایی ۱۰۰ تا ۵۰۰ درجه ـ روز است. از نظر رطوبت تابستانه، وضعیت مرطوب دارد و مقدار آن به بیش از ۷۰ درصد می‌رسد. ایستگاه‌های ساحلی آستارا، رشت و بندر انزلی دارای این نوع اقلیم‌اند.

۱۰. طبقهٔ $H_3C_4R_1$

زمستان‌ها در این نوع اقلیم نسبتاً سرد است و نیاز گرمایشی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه ـ روز است. تابستان‌های گرم دارد و

نیاز سرمایشی ۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ درجه ـ روز است. وضعیت تابستانه خشک و مقدار آن کمتر از ۳۰ درصد است. تنها ایستگاه سرپل ذهاب دارای این نوع اقلیم است.

۱۱. طبقهٔ $H_5C_3R_2$

این اقلیم از نظر نیاز سرمایشی و گرمایشی شبیه اقلیم $H_5C_3R_3$ است، اما رطوبت تابستانهٔ آن عادی و بین ۳۰ تا ۵۰ درصد است. ایستگاه جلفا در این طبقه جای می‌گیرد.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر که به بررسی نیازهای سرمایش و گرمایش در منطقه شمال غرب ایران (منطقه‌ای که در عرض‌های ۳۴ تا ۴۰ درجه شمالی و طول‌های ۴۴ تا ۵۰ درجه شرقی تعریف شده) پرداخته شده است. درجه ـ روزهای گرمایش و سرمایش ماهانه در ۲۸ ایستگاه منطقه با هدف بررسی ارتباط این مقادیر با عوامل عرض جغرافیایی، ارتفاع و فاصله از دریای خزر و نیز ارائه پهنه‌بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای سرمایش و گرمایش مورد توجه قرار گرفته است.

در این بررسی از روش‌های آماری رگرسیون خطی و غیرخطی، روش سلسله‌مراتبی و روش‌های مشاهداتی (ابزارهای نمودار و نقشه که با نرم‌افزارهای HG ، EXCEL و SURFER ترسیم شده‌اند) استفاده شد. همچنین با استفاده از مدل طبقه‌بندی اقلیمی براساس نیازهای سرمایش و گرمایش که خلیلی (۵۹ و ۱۳۸۳) آن را ارائه کرده بود، ایستگاه‌های منطقه طبقه‌بندی اقلیمی شدند و سپس پهنه‌بندی اقلیمی منطقه با استفاده از GIS ارائه گردید. با بررسی میانگین ماهانهٔ نیازهای سرمایش و گرمایش ایستگاه‌ها، نمودارها نشان دادند که در ژانویه (دی‌ماه) بیشترین مقدار نیاز به انرژی گرماساز و در ژوئیه (تیرماه) بیشترین مقدار نیاز به انرژی سرماساز وجود دارد. همچنین اردبیل به دلیل نیاز به انرژی گرمایش در همهٔ ماه‌های سال سردترین و سرپل ذهاب به علت دارا بودن دورهٔ طولانی گرما، گرم‌ترین ایستگاه شناخته شدند.

در الگوی پراکندگی درجه ـ روزهای سرمایش و گرمایش که براساس میانگین سالانه ترسیم شد و همزمان با پهنهٔ ارتفاعی منطقه نیز مقایسه گردید، مشخص شد که منحنی‌های ارتفاعی ۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰ متر منطبق بر خطوط هم‌اندازهٔ نیاز به انرژی گرماساز ۳۳۰۰ تا ۳۵۰۰ درجه ـ روز (بیشترین مقدار HDD در ایستگاه‌ها) و از طرفی منطبق بر خطوط هم‌اندازهٔ نیاز به انرژی سرماساز ۵۰ تا ۱۵۰ درجه ـ روز (کمترین مقدار نیاز CDD ایستگاه‌ها) قرار دارند. مقایسهٔ نیازهای سرمایش و گرمایش در ایستگاه‌های منطقه نشان داد که به علت ماهیت کوهستانی و ارتفاع زیاد ایستگاه‌ها، حاکمیت با نیازهای گرمایش است؛ یعنی بیشترین مقدار انرژی در منطقه برای تأمین گرما مصرف می‌شود.

پهنه‌بندی اقلیمی منطقه نشان داد که ۱۱ طبقهٔ اقلیمی از دیدگاه نیازهای سرمایش و گرمایش در منطقه قابل شناسایی است. آزمون رگرسیونی نشان داد که به ازای افزایش ارتفاع، نیازهای گرمایش در منطقه افزایش می‌آید و از نیازهای سرمایش کاسته می‌شود. هر چند ایستگاه‌های ساحلی با توجه به دسته‌بندی براساس سلسله‌مراتب (که ایستگاه‌های رشت، بندر انزلی، آستارا و پارس‌آباد را در یک دسته قرار می‌دهد) و نیز با توجه به نمودار مقایسهٔ مقادیر همه ایستگاه‌های منطقه، از تأثیر دریا بهره‌مند می‌شوند، اما در مجموع این منبع آبی تأثیر چندانی بر نیازهای سرمایشی و گرمایشی منطقه ندارد.

آزمون مقادیر سالانهٔ نیازهای گرمایش دو دههٔ آماری برای ایستگاه‌های مرتفع منطقه (بالاتر از ۱۵۰۰ متـر)، نـشان داد که در دههٔ دوم آماری به‌طور متوط ۳۱۷ درجه ـ روز از نیازهای گرمایشی ایستگاه‌هـای مرتفـع منطقـه کاسـته شـده است. همچنین نمودار پراکندگی نیازهای گرمایشی در طول دورهٔ آماری، حاکی از کاهش این مقدار بود. نتیجه آن بود که نیازهای گرمایشی ایستگاه‌های مرتفع در دههٔ دوم آماری کاهش یافته است.

تأثیر عرض جغرافیایی بر مقادیر نیازهای سرمایش، با برازش کوبیک بررسی شد، و در آن برای حذف تأثیر احتمالی ارتفاع، ایستگاه‌های مرتفع (دارای ارتفاع بالای ۱۵۰۰ متر) نادیده گرفته شدند. همچنـین تـأثیر همزمـان عوامـل ارتفـاع، عرض و طول جغرافیایی بر نیازهای سرمایشی و گرمایشی، بررسی گردید و نتایج نشان داد که نیازهای گرمایش منطقـه، به ازای افزایش هر درجه عرض جغرافیایی، ۰/۶۲۲ درجه ـ روز افزایش می‌یابد. اما نیازهای سـرمایش ۰/۶۵۱– درجـه ـ روز کاهش می‌یابد. همچنین معلوم شد که با افزایش عرض جغرافیایی، مقادیر نیازهای سرمایش کاهش می‌یابد.

منابع

Alijani, B., 1995, **Climatology of Iran**, Payame Noor University, p. 220.

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.

Diaz, R. & Quayle, 1994, **Residential Energy Demand Temperature**, International Journal of Climatology, 14, pp. 671- 679.

Givoni, B., 1963, **Estimation of the Effects of Climate on Man: Development of a New Thermal Index**, RS. Rept, to UESCO, Building research station, Haifa, Israel.

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.

Kasmaii, M., 1999, **Climate and Architecture**, Tehran Baztab Press.

Khalili, A., 1997, **Three Dimensional Variation of Annual Long Term Temperature Averages in Iran**, Nivar 29, pp. 1-13.

Khalili, A., 1999, **Three Dimensional Analysis of Heating and Cooling Degree Days in Iran**, Geographical Researches, 54-55, 7-18 Quarterly.

Khalili, A., 2002, **Designing a New Regionalization System for Heating and Cooling Needs in Iran**, Quarterly Geographical Researches, 75, 5-14.

Masoodian, S.A., 2003, **The Review of Trend in Temperatures of Iran in Last Half Century**, Geography and Development, 3, pp. 89-101.

Olgyay, V., 1973, **Design White Climate**, Princeton university Press, p. 185.

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.

Razjooyan, M., 1989, **Comfort with Using Climate Adaptable Architecture**, Tehran University, p. 285.

Riazi, J., 1977, **Climate and Comfort in Building**, Center of Houses and Building Researches.

Said, SAM,1992, **Degree-day bas Temperature for Residential Building Energy Prediction in Saudi Arabia**, ASHRA Transactions, 98(1), pp. 53- 346.

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.

Soule, PT and Suckling PW, 1995, **Variation in Heating and Cooling Degree Day in the South- Eastern USA**, 1960-1989, International Jornal of Climatology,15(4), 355-367.

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

Wibing , J., 2002, **Heating and Cooling Degree Days Variability in LODZ in the Period**, 1931-2000, Clim. Res, 20, pp. 123-130.

Zaman, A., 1979, **The Designing of Houses from View Point of Climatology**, MS thesis Geophysical Institute of Tehran.