Journal of the Nivar Vol. 48, No. 126-127, Autumn 2024 and Winter 2025, P. 63-82

Homepage: https://nivar.irimo.ir (Research Article)

New Plan in Reforming and Presenting Iran's Climatic Classification System

Hemmati, R.[1] | Zeinali, B.[2] ✉ | Khoshakhlagh, F.[3]

1. Phd student, Faculty of Social Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Professor of Climatology, Faculty of Social Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. Professor of Climatology, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

Corresponding Author E-mail: zeynali.b@uma.ac.ir

(Received: 07 Aug 2024, Accepted: 18 Aug 2024, Published online: 18 Aug 2024)

Abstract

Climate classification is a description of the climatic conditions of an area, which is mostly used in conversations climate classification inethods that have been traditionally ised in the past (include the Koppen, de Martonne, Emberger, etc.). that these methods are hased on specific and limited climatic factors such as precipitation and temperature, So they have limitations in some situations. therefore, the present research has been done in order to achieve a specific thearetical framework for oletermining country's climate, as well as correst scientific fing planning day according to its local and natura " realities, as well as climate stullies.

in this research paper, in order to introduce eind present a new climate classification system in accordance with the real climate of Iran, from the statistics of 325 synoptic weather stations belonging to the Iran Meteorological Organization, which are distributed among 31 provinces of the country, in the period (1370-1399) hos been used For this purpose and modification of existing methods. and also introducing a classification compatible with local weather conditions and observing the specific limits of global climate parameters from the classification methods of displacement-combination-adjustment-expansion-elimination of incompatible climate classification as well as the inversion of some used climate classes and analysis and analysis Based on this and based on comparing the performance and efficiency of valid and accepted climate systems by international authorities, 6 correction indicators including location, temperature, rainfall, dryness, sunny hours and temperature comfort range have been investigated, analyzed and described. After introducing the capabilities and how they work, the implementation of the new climate classification method for Iran has been implemented.

The findings and achievements of this research show the innovations of determining the climate of a region, which is an example of Mehrabad meteorological station in Tehran in the initial period of 30 years, as follows.

In Tehran, rainfall distribution is in the cold period of the year. This city has a semi-tropical annual climate with low temperature variations and hot summers and cold winters.

In the following, the detailed information of this city has been prepared based on the analysis of the mentioned indicators and shows the following results: In terms of location: The city of Tehran, with global bioclimate index, is continental and with regional bioclimate border, it is located in dry land and semi-elevated plateau. In terms of temperature: This region has an annual subtropical climate with hot summers and cold winters. In terms of rainfall: Tehran has about a quarter of the global average rainfall (average global rainfall is 580 mm) and the temporal distribution of rainfall in the cold period of the year, which is associated with the irregularity of annual rainfall. In terms of dryness: Tehran city has dry weather in 9 months of the year and wet weather in only 3 months of the year. In terms of sunny hours: Tehran has average solar radiation with the most sunny hours in August (11.2 hours) and the lowest sunny hours in February (5.7 hours). In terms of temperature comfort: The need for cooling and heating for human comfort is 1033 and 1460 degree days per year, respectively.

Keywords: Iran's climate, climate classification system, climate determination, climate index, temperature comfort, bioclimate

Cite this article: Hemmati, R., Zeinali, B., & Khoshakhlagh, F. (2024). New Plan in Reforming and Presenting Iran's Climatic Classification System. Journal of the Nivar, 48(126-127), 63-82. DOI: https://doi.org/10.30467/nivar.2024.472173.1303

E-mail: (1) hemmati47@gmail.com (3) fkhosh@ut.ac.ir

Publisher: Iran Meteorological Organization
DOI: https://doi.org/10.30467/nivar.2024.472173.1303

Print ISSN: 1735-0565
Online ISSN: 2645-3347

نیوار
دوره ۴۸، شماره ۱۲۶- ۱۲۷، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، صفحه ۶۳- ۸۲
نشانی اینترنتی مجله: https://nivar.irimo.ir
(مقاله پژوهشی)

رویکرد نوین در اصلاح و ارائه سیستم طبقه بندی اقلیمی ایران

رسول همتی[۱] | بتول زینالی[۲] ✉ | فرامرز خوش اخلاق[۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲. استاد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳. استاد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

رایانامه نویسنده مسئول: zeynali.b@uma.ac.ir

(دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۷، پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸، انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸)

چکیده

طبقه‌بندی اقلیمی توصیفی از وضعیت آب‌وهوای منطقه بوده و بیشتر جنبه محاوره‌ای دارد. روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی سنتی (چون کوپن، دمارتن، آمبرژه و ...) بر عوامل محدودی چون بارش و دما تاکید زیادی دارند که در برخی موارد ناکارآمد هستند، از این رو به منظور دستیابی به چارچوب نظری تعیین اقلیم کشور برای برنامه‌ریزی صحیح علمی منطبق با واقعیت‌های طبیعی و بومی مطالعات آب‌وهوائی کشور این پژوهش انجام گردید.

در این مقاله برای ارائه سیستم طبقه‌بندی اقلیمی جدید و منطبق با اقلیم واقعی ایران، ۳۲۵ ایستگاه سینوپتیک (همدیدی) سازمان هواشناسی کشور در ۳۱ استان با دوره آماری (۹۹-۱۳۷۰) مورد بررسی قرار گرفت.

برای اصلاح روش‌های موجود و معرفی طبقه‌بندی جدید سازگار با شرایط اقلیمی کشور (بومی) با رعایت حدی فراسنج‌های آب‌وهوائی جهان تکنیک‌های (جانشین‌سازی ، ترکیب، تعدیل کردن ، بزرگ‌سازی، حذف روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی ناسازگار و معکوس‌سازی بعضی روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی) مورد تحلیل قرار گرفت. با استناد به مقایسه عملکرد سیستم‌های اقلیمی معتبر جهانی، شش شاخص اصلاحی (موقعیت مکانی، دمائی، بارندگی، خشکی، تابش و آسایش حرارتی) پس از معرفی قابلیت‌ها و نحوه عملکرد، جهت پیاده‌سازی یک روش طبقه‌بندی اقلیمی برای ایران تبیین گردید.

یافته‌ها و دستاوردهای این پژوهش با نوآوری تعیین اقلیم برای نمونه برای ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران طی دوره آماری ۳۰ ساله، به شرح کلی ذیل می‌باشد: تهران با غالبیت آب و هوای سالیانه، خشک با توزیع بارش در دوره سرد سال و دارای اقلیم سالیانه نیمه‌گرمسیری با دامنه تغییرات دمای کم با تابستان گرم و زمستان سرد می‌باشد.

ریز اطلاعات اقلیمی این شهر براساس تفکیک شاخص‌های مذکور نتایج ذیل می‌باشد: از نظر موقعیت مکانی: تهران با شاخص بیوکلیمای جهانی، قاره‌ای و با مرز بیوکلیمای منطقه‌ای، در خشکی و فلات نیمه‌مرتفع قرار دارد. از نظر دمائی: این شهر دارای اقلیم سالیانه نیمه‌گرمسیری، با تابستان گرم و زمستان نیمه‌سرد، از نظر بارشی: حدود یک چهارم بارش جهانی (بارش جهان بطور متوسط ۸۵۰ میلیمتر) دارای توزیع بارش در دوره سرد سال با بی‌نظمی بارش سالیانه زیاد، از نظر خشکی: شهر تهران با غالبیت آب و هوای سالیانه خشک با تعداد ۹ ماه خشک و ۳ ماه مرطوب، از نظر تابشی: دارای میزان تابش متوسط با بیشترین ساعات آفتابی در ماه مرداد (با ۱۱.۲ ساعت) و کمترین ساعات آفتابی در ماه بهمن (بطور میانگین با ۵.۷ ساعت) و از نظر آسایش حرارتی: نیاز به سرمایش و گرمایش به ترتیب با ۱۰۳۳ و ۱۴۴۰ درجه روز در سال می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: آب‌وهوای ایران، سیستم طبقه‌بندی اقلیمی، تعیین اقلیم، شاخص اقلیمی، آسایش حرارتی، بیوکلیما

۱. مقدمه

استناد: همتی، رسول، زینالی، بتول، و خوش اخلاق، فرامرز. (۱۴۰۳). رویکرد نوین در اصلاح و ارائه سیستم طبقه بندی اقلیمی ایران. مجله نیوار، ۴۸(۱۲۶- ۱۲۷)، ۶۳- ۸۲
DOI: https://doi.org/10.30467/nivar.2024.472173.1303
رایانامه: (۱) hemmati47@gmail.com (۳) fkhosh@ut.ac.ir

ناشر: سازمان هواشناسی کشور.
DOI: https://doi.org/10.30467/nivar.2024.472173.1303

تقسیم‌بندی آب و هوای جهان، از مسائلی است که با آغاز زندگی اجتماعی بشر در گوشه‌وکنار جهان شروع شده و هنوز ادامه دارد. فکر تقسیم‌بندی آب و هوای جهان، موقعی به میان آمد که اعتقاد به کرویت زمین در جامعهٔ علمی یونان قدیم رسوخ کرده بود و فلاسفه‌ای مانند افلاطون و پس از او ارسطو و شاگردانش زمین را به کامل‌ترین شکل ممکن، یعنی کروی، فرض می‌کردند که در مرکز جهان خلقت قرارگرفته است و تمام ستارگان، از جمله خورشید به دور آن می‌گردند.

۱-۱. مبانی تحقیق

سیستم طبقه‌بندی اقلیمی[1] به روش تجربی بیش از ۱۵۰ سال قدمت دارد، طرح‌های طبقه‌بندی آب و هوای جهانی با هدف شناسایی انواع اقلیم متمایز و ترسیم گستره جغرافیایی آنها انجام می‌شود.

طبقه‌بندی ارایه شده توسط دانشمندان دارای مبنای اصولی بوده و براساس قوانین علمی استوار است به نحوی که مرزهای نواحی اقلیمی به طور متعادل از کلیه متغیرها تاثیر پذیرفته‌اند. طبقه‌بندی اقلیمی در برخی از روش‌ها توسط فرمول و در بعضی دیگر با نمودار صورت می‌گیرد. فرمول‌های اقلیمی توابعی هستند، از دو یا چند پارامتر هواشناختی که با جایگزینی در این توابع اعدادی به نام ضرایب اقلیمی به دست آمده و این ضرایب اساس طبقه‌بندی قرار می‌گیرند.

از آنجایی که هیچ تعریف دقیق، مورد توافق و مشخصی از اقلیم وجود ندارد هیچ معیاری برای تعیین اینکه کدام طبقه‌بندی اقلیمی بهتر از دیگری است وجود ندارد. علاوه بر این، صرف نظر از تعریف آن، آب و هوا به طور مداوم در سطح زمین تغییر می‌کند، به این معنی که مرزهای بین انواع آب و هوای مختلف ممکن است به راحتی در هنگام استفاده از روش‌های طبقه‌بندی مختلف تغییر کند، حتی اگر تعریف آب و هوا ثابت بماند.

نقدهای علمی و اصولی زیادی در مورد فرمول‌ها، ضرایب و نمودارهای اقلیمی بیان می‌شود. بخصوص اینکه اکثر هواشناسان بیشتر بر طبقه‌بندی‌هایی که منشأ ژنتیکی داشته و در آن توده‌های هوا را لحاظ می‌کند تاکید دارند. با این وجود همانطور که اشاره شد این روش‌ها هنوز هم از نظر کاربردی مورد استفاده وسیع اقلیم‌شناس‌ها قرار می‌گیرد. اما نباید این انتقادها را که بعضاً بسیار روشن هم می‌باشند نادیده گرفت (علیزاده، ۱۳۹۱).

طبقه‌بندی اقلیمی توصیفی از وضعیت آب و هوای یک منطقه بوده و بیشتر جنبه محاوره‌ای دارد. طبقه‌بندی اقلیمی یعنی شناسایی اقلیم‌هایی که دارای آب و هوای یکسانی باشند، منطقه‌ای از سطح زمین که اثرات ترکیب شده فاکتورهای اقلیمی برآن موجب برقراری شرایط اقلیمی نسبتاً همگنی می‌گردند یعنی یک نوع اقلیم اصطلاحاً منطقه اقلیمی نامیده می‌شود.

روش‌های مختلف و متفاوتی برای تعیین نوع اقلیم یک منطقه وجود دارد. شناخت طبقه‌بندی اقلیمی از دیرباز توجه بسیاری از دانشمندان را به خود معطوف داشته و باعث ابداع روش های متنوع طبقه‌بندی شده است. اگر اقلیم دو محل از لحاظ عناصر منظور شده در روش‌های طبقه‌بندی همانند باشند این دو محل در یک طبقه‌بندی آب و هوایی قرار می‌گیرند، هر چند ممکن است اقلیم آن از نظر دیگر عناصر اقلیمی با یکدیگر متفاوت باشند.

روش‌های طبقه بندی اقلیمی سنتی بر عوامل محدودی تأکید دارد، مانند بارش، دما و رطوبت و فقط با استفاده از چند عامل طبقه‌بندی خاصی را ارائه می‌دهد که در بسیاری از موارد ناکارآمد هستند، زیرا در بسیاری از مناطق ممکن است عوامل مورد استفاده در طبقه‌بندی حاکمیت نداشته و عوامل یا عناصر اقلیمی دیگری بر منطقه مؤثر باشند (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۳).

بسیاری از متخصصان هوا و اقلیم شناسی برحسب نوع و اهداف مختلف، یک یا چند عامل هواشناسی را انتخاب کرده و آن را پایه و اساس طبقه‌بندی قرار داده‌اند. به طوری که امروزه سیستم‌های مختلفی از نظر طبقه‌بندی اقلیمی وجود دارند و به طور خلاصه، نمی‌توان انتظار داشت که یک طبقه‌بندی را پیدا کرد که همه دیدگاه‌های ممکن به‌طور بهینه را ترسیم کند (سیدان و محمدی، ۱۳۷۶).

1 - Climate classification system

۱-۲. سوالات تحقیق

برای ارائه یک طبقه‌بندی اقلیمی جدید، در مرحله نخست باید سوالات و ابهامات ذیل را بررسی و پاسخ داد:

۱-۲-۱. چرا آب و هوا باید طبقه‌بندی گردد؟

طبقه‌بندی‌های اقلیمی به مردم کمک می‌کند تا بدانند که یک منطقه معمولاً در طول سال چه نوع شرایطی آب و هوایی دارد. از این رو نیاز است یک طرح طبقه بندی به جای نیاز به توصیف طیف کاملی از شرایط مشاهده شده در یک منطقه در هر ماه یا فصل یک سال، شرایط مورد انتظار را تنها با استفاده از دو یا سه عبارت بیان کند. این سیستم‌ها بر تلاش‌هایی تکیه می‌کنند که مقادیر زیادی از داده‌های محیطی را دسته‌بندی و گروه‌بندی کرده تا الگوهای بین فرآیندهای اقلیمی متقابل را کشف کنند، چرا که طبقه‌بندی اقلیمی ممکن است ارتباط نزدیکی با یک دسته زیستی داشته و آب و هوا تأثیر عمده‌ای بر زندگی در یک منطقه دارد. ساده‌ترین مثال در این خصوص دانستن طبقه‌بندی آب و هوای می‌تواند به گردشگرها در انتخاب مکان و زمان گردش و تهیه البسه مناسب کمک نماید. مورد مهم دیگر، دانستن طبقه‌بندی آب و هوای یک منطقه می‌تواند، به زارعین و محققین کشاورزی کمک کند با تنظیم تقویم کاری، محصولات زراعی، باغی و دامی را به نحو صحیح مدیریت نموده تا عملکردشان بهبود یابد. مثال دیگر، دانستن طبقه‌بندی آب و هوای یک منطقه می‌تواند هنگام انتخاب مصالح ساختمانی برای حفاظت و دوام بسیار مفید باشد.

۱-۲-۲. چرا طراحی سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی آسان نیست؟

یک سیستم طبقه‌بندی اقلیمی، تنها نواحی را که دارای خصوصیات مشترک برای یک هدف خاص هستند، را از هم جدا می‌کند. بطوریکه در این منطقه ویژگی‌های مشترک و انتظار پدیده‌های خاص تعریف می‌شود. البته لازم به ذکر است، همه این دسته‌بندی‌ها محدود هستند زیرا هیچ دو منطقه دقیقاً به یک شکل تحت تأثیر نیروهای فیزیکی یا بیولوژیکی یکسان قرار نمی‌گیرند، البته مناطق آب و هوایی نیز هستند که در آنها شباهت و یکنواختی در الگوهای عناصر اقلیمی وجود دارد. این تقارن و سازماندهی محیط اقلیمی حاکی از یک نظم زیربنایی در سراسر جهان در پدیده‌های ایجاد کننده آب و هوایی است. علیرغم وجود چنین الگوهای زیربنایی، ایجاد یک طرح اقلیمی دقیق و مفید به دلایل زیرسخت است:

الف) اقلیم یک مفهوم چند بعدی است و این که کدام یک از متغیرهای محیطی مشاهده شده باید به عنوان مبنای طبقه‌بندی انتخاب شود، یک تصمیم آسان نیست.

ب) طبقه‌بندی اقلیمی باید براساس دلیل علمی انجام شود تا دسته‌بندی‌ها با اقلیم واقعی مطابقت داشته باشند.

پ) استفاده از عناصر مختلف زیاد، این احتمال را به وجود می‌آورد که طبقه‌بندی دارای دسته‌های بسیار زیادی خواهد شد که به راحتی قابل تفسیر نخواهد بود.

ت) اندازه‌گیری بسیاری از عناصر آب و هوا برای مناطق وسیعی از جهان در دسترس نیست یا فقط برای مدت کوتاهی جمع آوری شده است.

ث) ایجاد یک طرح اقلیمی یکنواخت از یک رویکرد خاص پیروی نمی‌کند چرا که در مناطق محدودی از کره زمین، آب و هوا در محدوده خاصی تغییر می‌کند.

ح) طراحی یک روش بومی با رعایت حدی فراسنج‌های آب و هوائی، حتما جوابگوی مناطق کل جهان نخواهد بود.

خ) در طراحی طبقه‌بندی اقلیمی، علاوه بر مفیدبودن و کارآمدی باید با کمترین داده، اقالیم را تعیین کرد.

۱-۲-۳. آیا طبقه‌بندی آب و هوا تغییر می‌کند؟

با تغییر الگوهای دما و بارش یک منطقه، طبقه‌بندی آب و هوا براساس آن پارامترها نیز تغییر خواهد کرد. مقایسه گستره‌های گذشته، حال و آینده گیاهان و جانوران یکی از روش‌هایی است که می‌تواند طبقه‌بندی‌های متغیر را نشان دهد.

دانشمندان در حال حاضر در حال مشاهده تغییرات در روابط اکولوژیکی هستند که با آب و هوای متغیر ما مرتبط است. به عنوان مثال، زمان جوانه‌زدن بهاره در برخی از گیاهان زودتر از گذشته رخ می‌دهد. اگر این تغییر زمان با بلوغ حشرات وابسته به شهد آن گل‌ها مطابقت نداشته باشد، حشرات این ذخیره غذایی را از دست خواهند داد. همانطور که الگوهای

دما و بارش تغییر می کند، اکوسیستم‌ها و طبقه بندی های اقلیمی بر اساس آنها نیز تغییر خواهند کرد.

۱-۲-۴. چرا طبقه اقلیمی جدید برای ایران نیاز است؟

ارائه یک طبقه‌بندی کاملا منطقی و منطبق با واقعیت‌های طبیعی کاری بس دشوار است. بیشتر دانشمندانی که تاکنون سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی را برای کشورهای خود ارائه دادند، گسترش جغرافیای کشورشان و اقلیم حاکم بر منطقه آنها بسیار کم بوده و یا در فرمول تجربی آنها از موقعیت جغرافیایی استفاده نشده است. در حالی که ایران دارای تنوع توپوگرافی و گسترش جغرافیایی چشمگیری است و طبقه-بندی ارایه شده توسط دانشمندان خارجی برای تمام مناطق ایران جوابگو نمی‌باشد.

به طور مثال دانشمندانی چون امانول دمارتن و آمبرژه طبقه-بندی اقلیمی برای کشور فرانسه ارائه داده اند. فرانسه سومین کشور پروسعت اروپا با مساحت ۵۵۲ هزار کیلومتر مربع است. در فرانسه بخش‌های شمالی دارای آب‌وهوای معتدل، بخش‌های جنوبی آب‌وهوای مدیترانه‌ای، بخش‌های غربی دارای اقلیم اقیانوسی و شرق این کشور دارای آب و هوای کوهستانی است. یعنی در این کشور بیش از ۴ تنوع اقلیمی دیده نمی‌شود، اما کشور ایران با ۱.۶۴ میلیون کیلومتر مربع (سه برابر مساحت فرانسه)، دارای ۸ تنوع اقلیمی (از فراخشک تا فرامرطوب) می‌باشد.

از طرف دیگر طبقه‌بندی‌های اقلیمی موجود علیرغم دارا بودن مبنای اصولی و قوانین علمی هستند، اما به دلیل استفاده از روابط ساده و متغیرهای کم از دقت بالایی برخوردار نبوده و بیشتر حالت کلی‌گویی دارند. بارزترین نمونه از این نوع طبقه‌بندی‌های اقلیمی، طبقه‌بندی براساس معیار بارش سالیانه می‌باشد. نقص بزرگ این طبقه‌بندی‌ها در این است حجم مساوی بارش سالانه دو نقطه دلالت بر اقلیم یکسان بودن آنها ندارد. مثال بارز این مورد را می توان دو شهر اردبیل و بوشهر را نام برد که بارندگی هر دو شهر بطور متوسط ۲۸۰ میلیمتر در سال است اما اقلیم اردبیل نیمه‌خشک و سرد است و تبخیروتعرق سالیانه آن زیر ۱۰۰۰ میلیمتر می‌باشد، اما اقلیم بوشهر نیمه‌خشک و بسیارگرم است و تبخیروتعرق سالیانه آن بالای ۲۵۰۰ میلیمتر می‌باشد.

از طرفی رفتار شاخص‌های تعیین اقلیم درصورتی که برای مناطق تمام مرطوب یا خشک سال استخراج شده باشند، نباید با مناطقی که از دو فصل تر و خشک تشکیل شده‌اند یکسان باشند. چون بکارگیری باران سالانه برای مناطقی که وفور باران در آنها در طول سال توزیع شده و نوع اقلیم را مرطوب اعلام می‌کند در مقابل مناطقی که از ریزش جوی محدودی برخوردارند و به مناطق خشک معرفی می‌شوند هدایت‌گر این نکته می‌تواند باشد که اگر در مناطقی نیمی از سال دارای بارندگی‌های کافی و مناسب باشند و در مقابل نیمی دیگر از سال فاقد ریزش‌های کافی باشند، آنگاه اعمال بارندگی سالانه در این شاخص‌ها معلوم نیست و اقلیمی را معرفی کند که در واقعیت وجود دارد. بطور مثال در روش طبقه بندی اقلیمی دومارتن و آمبرژه، یک منطقه‌ای با بارش کمتر از ۳۰۰ میلیمتر در سال مثل شهرهای تهران، اردبیل، مشهد و ... اگر از ارقام سالانه استفاده گردد، اقلیم مورد مطالعه "نیمه‌خشک" خواهد بود. اما اگر از اقلیم دوگانه استفاده گردد، در نیمسال خشک، غالب اقلیم منطقه مورد مطالعه "خشک تا نیمه-خشک" و در نیمسال تر ، غالب اقلیم منطقه مورد مطالعه "نیمه‌خشک تا مرطوب" خواهد بود (ابراهیمی، ۱۳۹۷).

۱-۳. پیشینه تحقیق خارجی:

از زمان باستان تاکنون، به موازات توسعه علوم، شناخت هرچه بیشتر آب و هوا نیز به جلو می‌رود. هرکدام از متخصصان آب و هواشناسی در ادوار مختلف برحسب نوع و اهداف مختلف یک یا چند عامل هواشناسی را انتخاب کرده و آن را اساس طبقه‌بندی قرار داده‌اند. سیر تحول تاریخی سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی جهان از اولین طبقه‌بندی شناخته شده آب و هوای جهان، حدود ۵۰۰ سال قبل از میلاد، توسط پارمنیدس[1] از یونان تا اولین نوشته اقلیمی، کتاب "هواها، آب‌ها و مکان‌ها" (۴۰۰ ق.م) توسط بقراط[2] و کتاب هواشناسی "متئورولوژیکا" (۳۵۰ ق.م) اثر

1 - Parmenides

2 - Hippocrates

ارسطو[1] در خصوص هوا و اقلیم نوشته شده است. نظریه بطلمیوس[2] (۹۰ تا ۱۶۸ م)، و تعیین هفت اقلیم براساس عرض جغرافیایی تا تقسیم‌بندی جهان توسط اولین جغرافی‌دان اسلامی، ابوعبدالله محمدبن‌موسی خوارزمی (۲۳۲ ق) به ۷ ناحیه از بیشینه‌های تاریخی این علم می‌باشد.
اولین پیشرفت عمده نسبت به طبقه‌بندی‌های قدیم، توسط الکساندر سوپان[3] در آغاز قرن نوزدهم تا تعیین مدارهای کره زمین (۱۸۰۲ م) بوسیله هانسن[4] انجام گردید.
اما نخستین طبقه‌بندی علمی را دانشمند روسی-آلمانی ولادیمیر کوپن[5] (۱۸۸۴ م) مطرح کرد.
ناحیه‌بندی زمین براساس دما و بارش با یک فرمول تجربی ساده اما کاربردی توسط امانوئل دمارتن[6] فرانسوی (۱۹۰۹ م)، باب جدیدی از این علم (سیستم طبقه‌بندی اقلیمی) را گشود که تاکنون نیز در مناطق مختلف جهان روی آن کار می‌شود.
طی صد سال اخیر (۱۹۱۶ تا ۲۰۱۶ م) صدها دانشمند بزرگ و بنام روی طبقه‌بندی اقلیمی پژوهش‌های بنیادی انجام و سیستم‌های متنوعی را ارائه نمودند از جمله می‌توان به شاخص ضریب هیدروترمیک سلیانینوف[7] (۱۹۲۸ م)، اقلیم‌نمای لوئیس آمبرگر[8] (۱۹۳۰ م)، برآورد تبخیر و ضریب رطوبی نیکولای نیکولایویچ ایوانف[9] (۱۹۴۱ م)، شاخص قاره‌ای گورزینسکی[10] (۱۹۴۵ م)، محاسبه تبخیروتعرق پتانسیل چارلز وارن تورنث‌ویت[11] (۱۹۴۸ م)، نمودار آمبروترمیک مارسل هانری گاوسن[12] (۱۹۵۳ م)، دستکاری تقسیم‌بندی کوپن توسط تراورتا[13] (۱۹۴۵ م)، سیستم طبقه‌بندی ژنتیکی بی‌آلیسو[14] (۱۹۵۴ م)، تعیین بیلان آب بودیکو[15] (۱۹۵۸ م)، مثلث هرمی آسایش اقلیمی پگی[16] (۱۹۶۱ م)، آسایش حرارتی ترجونگ[17] (۱۹۶۸ م)، شاخص گرمایش رابرت جی استدمن[18] (۱۹۷۹ م)، شاخص انطباق دما و بارش ژوزف کی لیتین اسکی[19] (۱۹۸۳ م)، شاخص دمای فیزیولوژیکی آندریاس ماتزاراکیس[20] (۲۰۰۰ م)، شاخص سوزباد اهرنس[21] (۲۰۰۲)، اصلاح طبقه‌بندی اقلیمی کوپن – گایگر توسط روبل و کوتک[22] (۲۰۱۰ م)، شاخص بیوکلیماتیک سالوادور ریواس مارتینز[23] (۲۰۱۱ م) و شاخص اقلیمی تعطیلات اسکات[24] (۲۰۱۶ م) را نام برد که بدلیل کثرت از آوردن جزئیات سیستم طبقه‌بندی اقلیمی آنها در این مقاله پرهیز گردید.

۱-۴. بیشینه تحقیق داخلی:

علیرغم اینکه سیستم طبقه‌بندی آب و هوا به روش تجربی در دنیا بیش از ۱۵۰ سال قدمت دارد، اما در داخل کشور مطالعات بسیار محدود و انگشت شمار در این زمینه انجام شده است. محدود طرح‌های طبقه‌بندی اقلیمی که برای ایران کار شده، بیشتر نقدهای علمی و اصولی در مورد فرمول‌ها، ضرایب و نمودارهای اقلیمی روش‌های معتبر جهانی بوده و روشی متناسب با شرایط آب و هوایی ایران ابداع نشده است، بلکه از روش‌های ابداع شده در سایر کشورها که با شرایط آب و هوایی ایران تطابق نسبی دارند، استفاده و نهایتا به معرفی چندین طبقه‌بندی اقلیمی تعدیل یا اصلاح‌شده به شرح ذیل اقدام شده است:

۱) زنده یاد علی خلیلی (۱۳۷۰ ش)، جهت تطبیق بهتر فرمول دمارتن با اقلیم ایران تغییراتی در معادله دمارتن انجام و با اضافه نمودن میانگین حداقل دما در سردترین ماه سال، اقلیم دمارتن گسترش یافته بنام "جاماب" را به کشور معرفی نمود.

1 - Aristotle
2 - Ptolemy
3 - Alexander Supan
4 - Hansen
5 - Wladimir Koppen
6 - Emmanuel Demarten
7 - G. T. Selyaninov
8 - Louis Emberger
9 - Nikolay Nikolayevich Ivanov
10 - Gozinsky
11 - Charles Warren Thornthwaite
12 - Marcel Henri Gaussen
13 - Traverta
14 - B. Alisov
15 - Budiko
16 - Budiko
17 - Trojong
18 - Robert G. Steadman
19 - Joseph K. Litin Ski
20 - Andreas Matzarakis
21 - Ahrens
22 - Rubles & Kutak
23 - Rivas Martinez
24 - Scott

۲) فرامرز خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۷۰ ش)، برای ایران سیستم طبقه بندی اقلیمی مستقل ارائه نمودند. وی برای محاسبه ضریب خشکی سالیانه فرمولی برای کشور ابداع و در سال‌های بعد، جهت آگاهی جدیدی از مسیر خشکی، بازه طبقه‌بندی را از سالیانه به فصلی و ماهیانه بسط دادند.

۳) سیدابوالفضل مسعودیان (۱۳۸۲ ش)، با تحلیل خوشه‌ای بر روی نمونه آب و هوائی ایران با بررسی ۲۷ عنصر اقلیمی در مقیاس سالانه، برای اقلیم ایران ساخته‌ی ۶ عامل و دارای ۱۵ ناحیه‌ی اقلیمی پیشنهاد نمود.

۴) دین‌پژوه و همکاران (۱۳۸۲ ش)، پهنه‌بندی اقلیمی ایران را با روش‌های چند متغیره از تجزیه به عامل‌ها برای انجام مطالعات کشاورزی (زراعت دیم) و آبیاری انجام دادند.

۵) زنده یاد علی خلیلی (۱۳۸۳ ش)، یک سامانه جدید پهنه‌بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای گرمایش- سرمایش محیط و اعمال آن برگستره ایران تدوین نموده‌اند.

۶) عطائی (۱۳۸۳ ش)، در رساله دکتری خود با استفاده از روش‌های آماری پهنه‌بندی نواحی بارشی ایران را انجام و برای کشور هفت پهنه‌ی بارشی با کاربرد روش تحلیل خوشه‌ای بدست آورد.

۷) ترابی و جهانبخش (۱۳۸۳ ش)، با تعیین متغیرهای زمینه‌ای در طبقه‌بندی اقلیمی ایران، به معرفی و کاربرد روش تحلیل عاملی و تجزیه‌ی مؤلفه‌های اصولی در تحلیل مطالعات جغرافیایی و اقلیم‌شناسی پرداختند.

۸) زنده یاد دکتر محمدمهدی کریمی (۱۳۸۵ ش)، برای ایران سیستم طبقه‌بندی اقلیم مستقل و در طبقه‌بندی اقلیمی خود با شاخص رطوبت وضعیت خشکی، با شاخص گرما وضعیت گرمایی در ماه‌های گرم سال و با شاخص سرما شدت سرما را در زمستان تعیین نمود.

۹) فرامرز خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۸۵ ش)، سیستم طبقه‌بندی اقلیمی کارول ترول را به عنوان یک سیستم قابل اجرا برای تعریف گستره جغرافیایی ایران بومی‌سازی کردند.

۱۰) جواد خوشحال‌دستجردی و همکاران (۱۳۸۵ ش)، در پژوهشی استان اصفهان را به پنج پهنه اقلیمی تقسیم کردند. آنها هدف از تحقیق خود را ارایه یک گروه‌بندی جامع زیست‌اقلیمی بیان نمودند.

۱۱) گرامی و همکاران (۱۳۸۵ ش)، با استفاده از حجم نمونه آماری اطلاعات هواشناسی با روش‌های تجربی روی اقلیم استان بوشهر پژوهشی انجام و نارسائی سیستم‌های پهنه‌بندی جهانی را برای این استان آشکار نمودند.

۱۲) فرامرز خوش‌اخلاق (۱۳۸۶ ش)، در راستای افزایش کارایی طبقه‌بندی دمارتن برای آگاهی جدیدی از مسیر خشکی، با ایجاد تغییر در فرمول دمارتن، بازه طبقه‌بندی را از سالیانه به فصلی و ماهیانه بسط داد.

۱۳) محمد سلیقه و همکاران (۱۳۷۸)، پهنه‌بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان را با روش‌های نوین ناحیه‌بندی مانند تحلیل عاملی، خوشه‌بندی و روابط مکانی انجام و این روش‌ها را بهتر از سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی جهانی معرفی نمودند.

۱۴) رزا وکیلی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱ ش)، پیشنهاد روشی
برای پهنه‌بندی اقلیمی ایران بر مبنای پتانسیل تهویه طبیعی با مطالعه موردی شهر یزد پیشنهاد نمودند.

۱۵) حسین قربانی‌زاده خرازی و همکاران (۱۳۹۳ ش)، بر اساس شاخص‌های هیدرومتئورولوژیکی و برپایه تعیین وضعیت دما، بارش و رطوبت هوا سیستم طبقه‌بندی اقلیمی برای تعیین شرایط پوشش گیاهی ایران پیشنهاد نمودند.

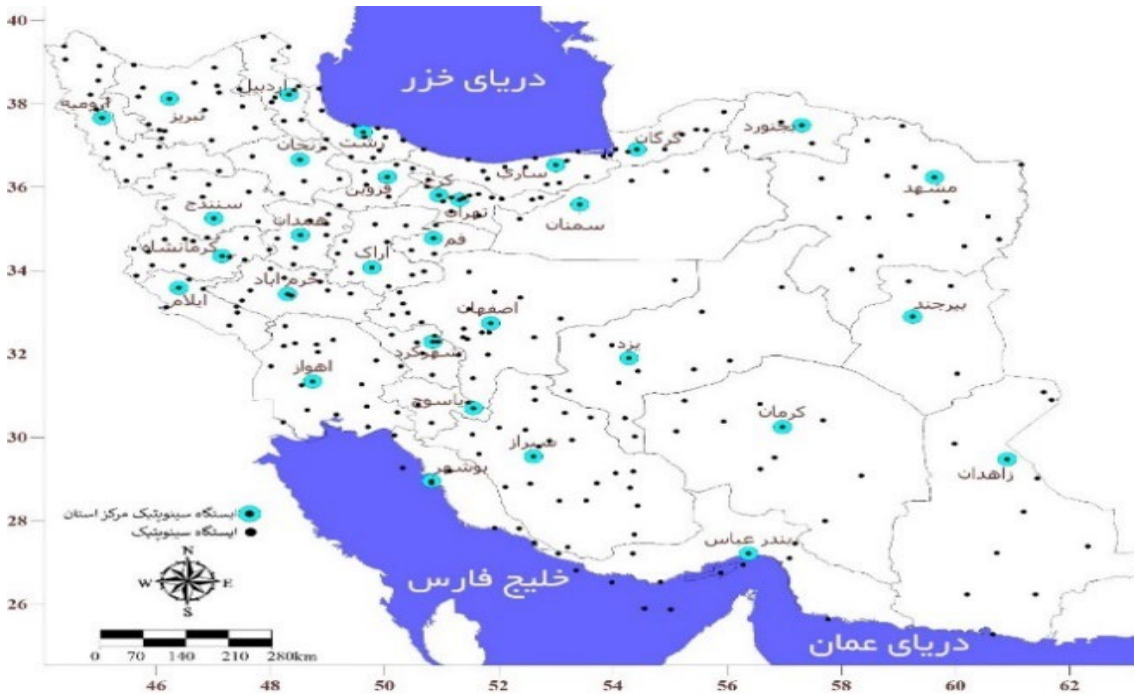
۱۶) شیما ابراهیمی و علی‌محمد آخوندعلی (۱۳۹۷ ش)، به اصلاح شاخص‌های تعیین اقلیم دومارتن و آمبرژه متناسب با شرایط آب و هوایی ایران اقدام و به این نتیجه رسیدند، که در طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن و آمبرژه اگر ضرایب سالانه را به نیمسال تبدیل نمایند، طبقه‌بندی اقلیمی گویاتر خواهد بود.

۱۷) علیرضا شایسته و همکاران (۱۳۹۸ ش)، طبقه‌بندی جدیدی ارائه و در آن هم‌زمان چهار کمیت هواشناسی تبخیر، رطوبت نسبی، بارش و دما مورد توجه قرار دادند. در این روش ابداعی، ضریب خشکی شایسته رابطه مستقیمی با بارش و رطوبت نسبی و رابطه معکوسی با دما و تبخیر دارد.

۲. روش تحقیق

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش ۳۲۵ ایستگاه سینوپتیک (همدیدی) سازمان هواشناسی کشور در ۳۱ استان مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه

۲-۲. آمار و اطلاعات هواشناسی

شش گروه اطلاعات هواشناسی (دما، بارش، رطوبت، باد، آفتاب و تبخیر) در غالب ۱۴ پارامتر جوی در ۱۷ بازه زمانی (ماه، فصل و سال) برای هر ایستگاه سینوپتیک ایجاد گردید.

جدول ۱- پارامترهای جوی مورد مطالعه

گروه دمای هوا					گروه رطوبت هوا			گروه بارش		گروه آفتاب	گروه باد		گروه تبخیر
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
میانگین حداقل دما	میانگین حداکثر دما	میانگین متوسط دما	حداقل مطلق دما	حداکثر مطلق دما	حداقل رطوبت نسبی	حداکثر رطوبت نسبی	متوسط رطوبت نسبی	متوسط مجموع بارندگی	حداکثر بارندگی 24 ساعته	میانگین مجموع ساعت آفتابی	میانگین سرعت باد	حداکثر سرعت باد	متوسط مجموع تبخیر

۲-۳. دوره آماری مورد مطالعه

ایستگاه‌های سینوپتیک انتخابی کشور از سال ۱۳۷۰ منتهی به سال ۱۳۹۹ در سه دوره آماری به شرح جدول-۲ تنظیم گردید.

جدول ۲- دوره‌های آماری نرمال و تعدیل شده مورد مطالعه

دوره آماری	۱۳۷۰-۹۹ نرمال۳۰ساله	۱۳۸۰-۹۹ تعدیلی۲۰ساله	۱۳۹۰-۹۹ تعدیلی۱۰ساله	جمع کل
تعداد سال	۳۰	۲۰	۱۰	-
تعداد ایستگاه	۱۶۰	۱۳۹	۲۶	۳۲۵

تعداد پارامتر	۱۴	۱۴	۱۴	-
زمان(ماه،فصل، سال)	۱۷	۱۷	۱۷	-
جمع کل داده	۱۱۴،۲۴۰۰	۶۶۱،۶۴۰	۶۱،۸۸۰	۱،۸۶۵،۹۲۰

سه دورهٔ آماری فوق از نظر همگنی بررسی شده و بازسازی داده‌های ناقص متغیرهای اقلیمی در ایستگاه‌ها برای روزهای بسیار محدود با استفاده از روش نسبت‌ها و تفاضل برای تکمیل داده‌های که در برخی از سال‌ها خلاء آماری داشتند، استفاده شد.

سه شرط بازسازی داده‌ها با این روش عبارت بودند از:

الف) معنی‌داربودن ضریب همبستگی پیرسون در سطح ۰/۰۱ بین داده‌های اقلیمی مشترک۲ ایستگاه دارای آمار کامل و ناقص.

ب) وجود همبستگی (حداقل ۰/۶ بین همان سری داده-ها).

ج) استفاده از نزدیکترین ایستگاه دارای اقلیم مشابه با ایستگاه دارای دادهٔ ناقص.

بانک آماری پروژه مشتمل بر ۱،۸۶۵،۹۲۰ داده، ایجاد و موتور جستجوگری در اکسل برای استخراج طراحی گردید. از این ۱،۸۶۵،۹۲۰ داده سالیانه، با محاسبه میانگین ۱۴ پارامتر برای ۳۲۵ ایستگاه در ۱۷ بازه زمانی (سالیانه، فصلی و ماهیانه)، ۷۷،۳۵۰ داده برای اصلاح و ارائه سیستم طبقه‌بندی اقلیمی جدید برای ایران استفاده گردید.

۲-۴. تکنیک‌های اصلاح سیستم‌های طبقه‌بندی

برای اصلاح روش‌های موجود و معرفی طبقه‌بندی جدید سازگار با شرایط آب و هوائی کشور (بومی) با رعایت حدی فراسنج‌های آب و هوائی جهان تکنیک‌های ذیل مورد استفاده قرار گرفته است:

الف) جانشین‌سازی[1] یک یا چند فراسنج هواشناسی در طبقه-بندی اقلیمی موجود.

ب) ترکیب[2] دو یا چند روش اقلیمی با یکدیگر.

پ) سازگاری[3] و تعدیل کردن روش طبقه‌بندی موجود.

ت) بزرگ‌سازی[4] یک روش طبقه‌بندی اقلیمی.

ث) حذف کردن روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی ناسازگار[5].

ج) معکوس‌سازی[6] بعضی روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی.

۳. اندازه گیری، مشاهده و محاسبه

۳-۱. بررسی سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی موجود

روش‌های مختلف و متفاوتی برای تعیین نوع اقلیم یک منطقه وجود دارد. شناخت طبقه‌بندی اقلیمی از دیرباز توجه بسیاری از دانشمندان را به خود معطوف داشته و باعث ابداع روش-های متنوع طبقه بندی شده است. برای معرفی یک سیستم طبقه‌بندی اقلیمی جدید، جامع و بومی‌شده برای منطقه‌ی در وسعت یک کشور، در درجه نخست نیاز است کلیه سیستم-های طبقه‌بندی اقلیمی معتبر جهانی مورد ارزیابی قرار گیرد. بدین منظور ۳۴ سیستم طبقه‌بندی اقلیمی معتبر که در مجامع علمی کشور از سال ۱۹۰۰ تاکنون مورد استفاده قرار گرفته، گردآوری و مورد بررسی قرار گرفت (جدول-۳).

1 - Substitution
2 - Combine
3 - Adapt
4 - Magnify
5 - Elimination
6 - Reverse

جدول ۳- مقایسه عملکرد سیستم‌های اقلیمی معتبر جهانی مورد استفاده در ایران

ردیف	نام طبقه‌بندی	اساس طبقه‌بندی	عناصراقلیمی استفاده شده	عامل اقلیمی استفاده شده	بازه زمانی	خروجی سیستم	طبقات اقلیمی
۱	دمارتن	شاخص خشکی	دما، بارش	-	سالیانه	فرمول	۶
۲	کلیموگراف	رطوبی - حرارتی	دما، رطوبت	-	ماهیانه	نمودار	۰
۳	دمای موثر (ET)	شاخص آسایش حرارتی	دما، رطوبت	-	ماهیانه	فرمول	۱۰
۴	ضریب سیلیانوف	شاخص هیدروترمال	دما، بارش	-	سالیانه	فرمول	۸
۵	آمبرژه	شاخص اقلیمی	دما، بارش	-	سالیانه	اقلیم‌نما	۱۴
۶	شاخص پاول	برآورد سوزیاد	دما	-	ماهیانه	فرمول	۵
۷	کوپن ـ گایگر	تعیین اقلیم جهانی	دما، بارش	-	فصلی	نمایه	۵
۸	ضریب ایوانف	برآورد تبخیر	دماوبارش،رطوبت	-	سالیانه	فرمول	۶
۹	بلر	شاخص اعتدال	دما، بارش	-	سالیانه	فرمول	۶
۱۰	گورژینسکی	شاخص قاره‌ای	دما	عرض‌جغرافی	سالیانه	فرمول	۶
۱۱	کنراد	شاخص قاره‌ای	دما	عرض‌جغرافی	سالیانه	فرمول	۵
۱۲	تورنت وایت	تبخیروتعرق پتانسیل	دما	عرض‌جغرافی	ماهیانه	فرمول	۰
۱۳	هایتروگراف	رطوبی - حرارتی	دما، بارش	-	ماهیانه	نمودار	۰
۱۴	شپفر	شاخص قاره‌ای	دما	عرض‌جغرافی	سالیانه	فرمول	۸
۱۵	آمبروترمیک	تعیین خشکی	دما، بارش	-	ماهیانه	نمودار	۰
۱۶	آلیسو	طبقه بندی ژنتیکی	دما، بارش	-	نیمسال	توصیفی	۷
۱۷	پونسکوی (یونپ)	شاخص خشکی	دما، بارش	-	سالیانه	فرمول	۷
۱۸	هواشناسی جهانی	هوای شرجی	دما، رطوبت	-	ماهیانه	فرمول	۲
۱۹	شاخص ایوانف	شاخص قاره ای	دما،ر طوبت	عرض‌جغرافی	سالیانه	فرمول	۱۰
۲۰	شاخص تام (THI)	آسایش دما - رطوبت	دما، رطوبت	-	سالیانه	فرمول	۱۰
۲۱	ترول	شاخص خشکی	دما، بارش	-	سالیانه	فرمول	۶
۲۲	شاخص‌پیکر(CPi)	قدرت‌خنک‌کننده محیط	دما، باد	-	سالیانه	فرمول	۴
۲۳	شاخص نیوولت	آسایش دما - رطوبت	دما، رطوبت	-	سالیانه	فرمول	۱۰
۲۴	گرمایش استدمن	آسایش حرارتی	دما، رطوبت	-	ماهیانه	فرمول	۴
۲۵	کارستون و التستر	هوای شرجی	دما، رطوبت	-	ماهیانه	فرمول	۵
۲۶	لیتین اسکی	شاخص بیوکلیما	دما، بارش، تابش	عرض‌جغرافی	سالیانه	فرمول	۱۳
۲۷	اقلیم گردشگری	شرایط‌زیست‌اقلیمیTHI	دماوبارش،باد،تابش	-	ماهیانه	فرمول	۱۰
۲۸	دکتر خوش‌اخلاق	شاخص خشکی	دما، بارش،رطوبت	-	سالیانه	فرمول	۶
۲۹	اهرنس (WCI)	شاخص سوزباد	دما، باد	-	ماهیانه	فرمول	۵
۳۰	دمای فیزیولوژیکی	آسایش حرارتی (PET)	دما	-	ماهیانه	توصیفی	۹
۳۲	شاخص سوزباد نوآ	شرایط‌زیست‌اقلیمیWCI	دما، باد	-	ماهیانه	فرمول	۵
۳۳	دکتر کریمی	شاخص اقلیمی	دما، بارش	-	سالیانه	فرمول	۶
۳۴	ریواس مارتینز	شاخص خشکی	دما، بارش	-	سالیانه	فرمول	۹

۴. بحث

با بررسی عملکرد سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی معتبر جهانی، علیرغم بعضی مشابهت این روش‌ها با هم، محدودیت زیادی نیز با هم دارند که امکانات و محدودیت آنها در جدول (۳) استخراج و یافته‌ها و دستاوردهای پژوهشی تاثیرگذار مورد تحلیل و بحث قرار گرفت و در نهایت با استفاده از تکنیک اصلاح سیستم‌های طبقه‌بندی، سیستم طبقه‌بندی اقلیمی جدید برای ایران پیشنهاد گردید.

۴-۱. امکانات سیستم‌های طبقه‌بندی رایج در ایران

الف) برای تعیین اقلیم مناطق مختلف جهان طی ۱۲۰ سال گذشته (۱۹۰۰ تا ۲۰۲۰)، صدها سیستم طبقه‌بندی اقلیمی تجربی توسط دانشمندان و پژوهشگران ارائه گردیده است که در این بین ۳۴ روش در مجامع علمی ایران مورد استفاده قرار گرفته است (جدول -۳).

ب) در تمامی این روش‌ها، "دما" تنها پایه ثابت عنصر اقلیمی برای تعیین اقلیم استفاده شده است. بعد از دما، ۱۶ دانشمند در سیستم طبقه‌بندی اقلیمی خود از عنصر اقلیمی "بارندگی" در کنار دما استفاده کردند. عناصر اقلیمی "رطوبت"، "باد" و "تابش" به ترتیب با ۱۰، ۴ و ۲ در رتبه‌های بعدی برای تعیین اقلیم استفاده شده‌اند.

پ) از این ۳۴ سیستم طبقه‌بندی اقلیمی، تنها ۶ روش از عامل اقلیمی "عرض جغرافیایی" برای مشخص نمودن جغرافیایی اقلیمی استفاده نموده‌اند.

ت) از این تعداد، ۱۸ سیستم طبقه‌بندی سالیانه، ۱۳ طبقه‌بندی ماهیانه و ۱ طبقه‌بندی بصورت نیم‌سال می‌باشد.

ث) از این ۳۴ سیستم طبقه‌بندی اقلیمی، ۲۸ سیستم از روی فرمول‌های تجربی، ۴ سیستم از روی نمودار و ۲ سیستم بصورت توصیفی طبقه‌بندی آب و هوا را انجام می‌دهند.

۴-۲. محدودیت‌های سیستم‌های اقلیمی طبقه‌بندی رایج در ایران

الف) تفاوت آشکار و عمده این سیستم‌ها با هم در نوع اقلیم با تعداد طبقات متعدد می‌باشد. بعنوان مثال در روش دمارتن ۶ نوع طبقه اقلیمی اما در روش آمبرژه ۱۴ نوع طبقه اقلیمی وجود دارد.

ب) غالب این روش‌ها بیش از اندازه کلی در نظر گرفته شده و فقط یک حالت آب و هوائی را تعیین می‌کنند. بعنوان شاهد، ملاک قرار دادن خط همدمای صفر درجه سلسیوس، لندن در انگلستان با نیوارلئان در کرانه رود میسی‌سی‌پی در لوئیزیانای آمریکا، روی یک طبقه اقلیمی قرار می‌دهد، در صورتی که اختلافات بسیار اقلیمی میان این دو منطقه وجود دارد.

پ) این روش‌ها از نظر بازه زمانی بیشتر برای تعیین اقلیم سالیانه کاربرد دارند و آگاهی جدیدی از خشکی میسر (زمان) نمی‌دهند. بعنوان نمونه به کار بردن متوسط دمای سالانه نمی‌تواند گویای وضعیت گرمای منطقه باشد مثال بارز در این مورد، در بعضی مناطق قطبی که تابستان‌ها گرم است انواع گیاهان جنگلی در آن مناطق می روید در حالیکه زمستان‌ها در آن مناطق بسیار سرد بوده و بعضا" دمای هوا تا

۴۰- درجه سلسیوس یا کمتر می‌رسد، به طوریکه اگر متوسط دمای سالانه را در نظر گرفته شود ممکن است مقدار آن کمتر از صفر باشد و اگر قرار باشد از روی این دما پی به وجود پوشش گیاهی برد نباید انتظار رویش گیاهی را در آن مناطق داشت، حال آنکه واقعیت آنطور نبوده و پوشش گیاهی نیز در آن مناطق وجود دارد).

ت) محاسبه فرمول در بعضی روش ها، مثل شاخص گرمایی استدمن، و یا استفاده از جداول پیوست مثل تبخیروتعرق تورنت‌وایت، دارای پیچیدگی خاص بوده و دقت نظر و آشنایی کامل در این زمینه را می خواهد.

ث) در این روش‌ها، تعداد طبقات اقلیمی و فاصله طبقات نامنظم تعریف شده است.

ح) در برخی از این روش‌ها، برای نوع طبقات از مفاهیمی چون "مدیترانه‌ای" ، "استپی"، "حاره‌ای" ، "قاره‌ای"، "بری"، "بحری"، "توندرا"، "شمالگان"، "جنگلی"، "موسمی"، "ساوانا"، "حد پایین اعتدل" و ... بطور جهانی تعریف شده و برای تعیین اقالیم ایران، اصطلاح فوق رایج و قابل فهم و آسان نبوده و برای عموم غیرقابل تفکیک و تعریف نشده است.

۴-۳. شرایط لازم پیاده‌سازی سیستم طبقه‌بندی اقلیمی جدید برای ایران

برای پیاده‌سازی یک روش بومی برای طبقه‌بندی آب و هوائی برای ایران، لازم است روشی پیشنهاد گردد تا معیارهای لازم ذیل را داشته باشد:

الف) منطقی و تا حد ممکن منطبق با واقعیت‌های طبیعی باشد.

ب) مرز بین دو یا چند ناحیه اقلیمی را به خوبی مشخص نماید.

پ) مشابهت کمتری با روش‌های موجود داشته باشد.

ت) تبیین پدیده پیچیده‌ای اقلیم با یک عنصر، بطور حتم با دقت کافی همراه نخواهد بود.

ث) موقعیت مکان جغرافیایی و ارتفاع در آن تاثیر داشته باشد.

ح) سیستم طبقه‌بندی جدید، آب و هوای چندین بازه زمانی (سالیانه، فصلی و ماهیانه) را نشان دهد.

خ) روش محاسبه، پیچیدگی خاص نداشته و براحتی قابل محاسبه باشد.

چ) خروجی سیستم طبقه‌بندی اقلیمی دارای ابزار کمکی مثل نمودار داشته باشد تا در یک نگاه قابل فهم برای همه باشد.

همچنین داده‌ها و اطلاعات استفاده شده باید خصوصیات ذیل را داشته باشند:

الف) از کمترین داده‌های هواشناسی استفاده شود.

ب) این داده‌ها بتوانند اقلیم و تغییرات آن را به نمایش بگذارند.

پ) این داده‌ها همیشه و در همه حال در دسترس باشند.

ت) برای تعیین طبقات از عنصر واحدی استفاده و اینگونه نبوده که مثلا برای تعیین اقلیم، از ویژگی گرمترین ماه و برای تعیین نوع دیگر اقلیم، از ویژگی سردترین ماه استفاده شده باشد.

ث) داده‌های هواشناسی به هم عدم وابستگی داشته باشند به عبارتی این داده‌ها نباید وابستگی زیاد به یکدیگر داشته باشند.

۴-۴. نحوه پیاده‌سازی طبقه‌بندی اقلیمی جدید

با استناد به مقایسه عملکرد سیستم‌های اقلیمی معتبر جهانی مورد استفاده در ایران (جدول-۳)، در گام نخست برای ارائه سیستم طبقه‌بندی جدید، شش شاخص به شرح جدول-۴) تعریف گردید:

جدول ۴- شاخص‌های طبقه‌بندی اقلیمی

ردیف	نام شاخص	نوع پارامتر
۱	شاخص موقعیت مکانی	ارتفاع ایستگاه
۲	شاخص دمائی	پنج واحد حرارتی
۳	میزان، تداوم و پراکنش بارندگی	مجموع و حداکثربارش
۴	شاخص خشکی	متوسط دما+ مجموع بارش
۵	شاخص وضعیت تابش خورشید	متوسط ساعت آفتابی
۶	شاخص آسایش(سرمایش-گرمایش)	متوسط دما

در ادامه نحوه محاسبه شاخص‌های پیشنهادی آورده شده است.

۴-۴-۱. نحوه محاسبه شاخص موقعیت مکانی

در علم جغرافی، درجه‌ای که یک نقطه از سطح زمین از همه جهات تحت تأثیر یک خشکی قرار دارد، قاره‌ای[1] گفته می‌شود. قاره‌بودن نه تنها در توصیف اولیه آب و هوا نقش مهمی دارد بلکه در توزیع جغرافیایی مناطق گیاهی و تشکیل اکوسیستم، یکی از روش های پایه مطالعاتی می باشد. قاره‌بودن به اقلیم اشاره دارد و چهار شاخص قاره‌ای گورزینسکی[2]، شپ‌فر[3]، کنراد[4] و ایوانف[5] با اندازه‌گیری دامنه دما، عرض جغرافی و ارتفاع محاسبه می‌شوند. اما این روش‌ها با توجه به نارسایی‌های موجود و عدم توانایی برای تفکیک اقلیم‌های مختلف از هم، روش ناسازگار با شرایط آب و هوائی ایران می‌باشد. از این رو با استفاده از تکنیک حذف کردن روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی ناسازگار با ایران، توصیه می‌گردد محققین و پژوهشگران محترم از این روش‌ها برای طبقه‌بندی اقلیم ایران استفاده ننموده و پیشنهاد می‌گردد از شاخص موقعیت مکانی که برای ایران بومی‌سازی شده است به شرح جدول-۵) استفاده نمایند:

جدول ۵- شاخص‌های طبقه‌بندی اقلیمی

بیوکلیمای جهانی	مرز بیوکلیمای منطقه‌ای	میزان شاخص
دریایی	سواحل جنوبی دریای خزر	h<-1
جنب اقیانوسی	سواحل شمالی دریای خلیج فارس و دریای عمان	-1< h <8
جنب دریایی	جنب ساحل (جلگه ای یا جزیره)	8< h <35
خشکی (قاره ای)	خشکی (فلات نیمه مرتفع)	h >35

h = ارتفاع ایستگاه یا مکان مورد نظر به متر

برای مثال، ایستگاه مهرآباد تهران با ارتفاع ۱۲۰۰ متر، با شاخص بیوکلیمای جهانی قاره‌ای با مرز بیوکلیمای منطقه‌ای در خشکی، فلات نیمه مرتفع قرار دارد.

۴-۴-۲. نحوه محاسبه شاخص دمائی

برای توصیف دقیق دمائی یک منطقه نیاز است کلیه واحدهای حرارتی مورد تحلیل قرار گیرد. در این پژوهش برای محاسبه شاخص دمائی بومی ایران، چهار فرآیند به شرح جداول ۶ تا ۹ تعریف گردید:

جدول ۶- تعیین نوع اقلیم از روی میانگین دمای سالیانه

ردیف	نوع اقلیم	میزان شاخص
۱	گرمسیری	T>23
۲	نیمه گرمسیری	23<T<18
۳	معتدل	18<T<12
۴	نیمه سردسیری	12<T<7
۵	سردسیری	T<7

T = میانگین دمای سالیانه (درجه سلسیوس)

جدول ۷- تعیین آب و هوای تابستان

ردیف	نوع اقلیم	میزان شاخص
۱	تابستان داغ	M>44
۲	تابستان خیلی گرم	38<M<44
۳	تابستان گرم	30<M<38
۴	تابستان نیمه گرم	24<M<30
۵	تابستان خنک	M<24

M = گرمترین ماه سال (متوسط حداکثر دما)

1 - Continentality
2 - Gozinsky
3 - ShapFer
4 - Conrad
5 - Ivanov

جدول ۸- تعیین آب و هوای زمستان

ردیف	نوع اقلیم	میزان شاخص
۱	زمستان نیمه گرم	m>12
۲	زمستان خنک	8<m<12
۳	زمستان نیمه سرد	4<m<8
۴	زمستان سرد (یخ زن)	-4<m<4
۵	خیلی سرد (یخچالی)	-9<m<-5
۶	زمستان شبه قطبی	m<-9

m = سردترین ماه سال (متوسط حداقل دما)

جدول ۹- تعیین دامنه تغییرات دمائی

ردیف	نوع اقلیم	میزان شاخص
۱	خیلی کم	dt<50
۲	کم	50<dt<57
۳	متوسط	57<dt<63
۴	زیاد	63<dt<70
۵	خیلی زیاد	dt>70

dt = اختلاف کمینه و بیشینه مطلق دمای دوره آماری

برای مثال، ایستگاه مهرآباد تهران طی دوره آماری ۳۰ ساله (۹۹-۱۳۷۰) دارای اقلیم سالیانه نیمه‌گرمسیری با دامنه تغییرات دمای کم با تابستان گرم و زمستان سرد می‌باشد.

۴-۴-۳. شاخص میزان، تداوم و پراکنش بارندگی

بارش به عنوان عنصری بسیار تغییرپذیر و به عنوان یکی از عاملی اساسی سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی همیشه مورد توجه پژوهشگران بوده است تغییر پذیری بارش در امتداد زمان – مکان رویکردهای مطالعاتی متنوعی را به خود اختصاص داده است بسیاری از پژوهش‌ها به تغییرات بارش در یک نقطه و برخی به یک پهنه‌ی خاص پرداخته اند در این مقاله با استفاده اطلاعات متوسط مجموع بارندگی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته، سه شاخص طبقه‌بندی اقلیم جدید برای ایران به شرح ذیل ارائه می‌گردد.

۴-۴-۳-۱. شاخص میزان بارش

از مهمترین معیارهای طبقه‌بندی آب‌وهوائی جهان، تقسیم-بندی بر اساس متوسط بارش سالیانه می‌باشد. در جهان مناطقی بسیار پربارش و مناطقی بسیار خشک هستند بطوریکه منطقه توتونندو[1] در کلمبیا با متوسط سالانه نزدیک به ۱۲۰۰۰ میلی-متر و آسوان در مصر با بارش کمتر از ۱ میلی‌متر به ترتیب پربارش‌ترین و کم‌بارش‌ترین نقاط جهان شناخته شده‌اند.

در ایران ایستگاه هواشناسی بندر انزلی با ۱۷۲۵ میلی‌متر و ایستگاه شهداد در استان کرمان با ۴۹ میلی‌متر، به ترتیب بیشترین و کمترین بارش سالیانه را دارند.

توماس آرتور بلر[2] در کتاب خود تحت عنوان "اقلیم شناسی عمومی و منطقه‌ای" در سال ۱۹۴۲، شاخص بارش سالیانه را برای طبقه‌بندی اقلیمی خود ارائه کرد. اما این شاخص برای مناطق مختلف ایران جوابگو نمی‌باشد. در این مقاله برای طبقه‌بندی بارش ایران از الگوی توزیع بارش جهانی استفاده شده است بطوریکه متوسط بارش جهانی را ۸۵۰ میلیمتر در سال نظر گرفته و این میزان بارش حدود طبقات اقلیمی به شرح جدول-۱۰) برای طبقه‌بندی پیشنهاد گردید.

جدول ۱۰- شاخص میزان بارش

ردیف	نوع اقلیم	میزان شاخص
۱	کمتر از یک پنجم بارش جهانی	P<150
۲	حدود یک پنجم بارش جهانی	150<P<230
۳	حدود یک سوم بارش جهانی	230<P<300
۴	حدود نصف بارش جهانی	300<P<525
۵	در حد بارش جهانی (۸۵۰ میلیمتر)	525<P<1175
۶	یک و نیم برابر بارش جهانی	1175<P<1500
۷	دو برابر بارش جهانی	1500<P<1850
۸	بیش از دو برابر بارش جهانی	P>1850

P = میانگین مجموع بارش سالیانه (میلیمتر)

۴-۴-۳-۲. شاخص پراکنش دوره‌ای بارش

1 – Tutunendo

2 – Thomas Arthur Blair

یکی از روش‌های مهم تعیین اقلیم یک منطقه، محاسبه نحوه پراکنش بارش طی دوره‌های گرم و سرد سال می‌باشد. برای تعیین میزان بارش در دوره‌های گرم و سرد سال مراحل ذیل باید انجام گردد:

الف) میانگین دمای ۱۲ ماه سال به صورت نزولی رتبه‌بندی گردد. ۶ ماه نخست دوره گرم و ۶ ماه دیگر دوره سرد سال خواهند بود.

ب) میزان متوسط مجموع بارش هرماه متناظر با دمای آن ماه، برای شش ماه اول، مجموع بارش دوره گرم و برای شش ماه دوم، مجموع بارش دوره سرد سال خواهد بود.

پ) دوره‌های بارش از روی درصد رخداد هر نیمسال به شرح جدول-۱۱) تعیین گردید.

جدول ۱۱- تعیین دوره‌های بارش

ردیف	درصد اختلاف دوره گرم و سرد با هم	توزیع بارش
۱	کوچکتر از ۱۵ ٪	یکنواخت
۲	بزرگتر از ۱۵ ٪	سرد یا گرم

بعنوان نمونه، ایستگاه مهرآباد تهران طی دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۷۰-۹۹)، دارای توزیع بارش در دوره سرد سال طبق جدول-۱۲) می‌باشد.

جدول ۱۲- توزیع بارش ماهیانه ایستگاه مهرآباد تهران

درصد	بارش‌نیمسال	بارش(m)	دما(C/)	ماه
		26.5	5.5	دی
		36.2	6.1	بهمن
84	205.5	36.9	7.8	آذر
درصد	میلیمتر	32.3	10.4	اسفند
		30.1	14.4	آبان
		43.6	15.6	فروردین
16	38	23.5		اردیبهشت
درصد	میلیمتر	21.8	5.2	مهر
		27.1	4.0	خرداد
		27.7	1.8	شهریور
		30.7	3.0	تیر
		30.9	0.6	مرداد

۴-۴-۳-۳. شاخص بی‌نظمی بارش

یکی دیگر از روش‌های مهم در تعیین اقلیم، محاسبه شاخص بی‌نظمی می‌باشد. هر اندازه بی‌نظمی بارش ماهیانه، سالیانه یا یک دوره اقلیمی بیشتر باشد، به همان ترتیب اقلیم باشرایط رژیم رگباری یعنی بارندگی سنگین روزانه مواجه می‌شود. این شاخص در کمتر سیستم طبقه‌بندی اقلیمی به آن پرداخته شده است. در این مقاله برای محاسبه شاخص بی‌نظمی بارش سالیانه از رابطه-۱) استفاده و برای تعمیم آن به ماه‌های سال، رابطه-۲) پیشنهاد و طبقه‌بندی شاخص بی‌نظمی بارش به شرح جدول-۱۳) ارئه گردید.

رابطه-۱) محاسبه شاخص بی‌نظمی بارش سالیانه

$$\frac{\text{بالاترین بارش ۲۴ ساعته در طول سال}}{\text{میانگین بارش سالیانه}} \times ۱۰۰$$

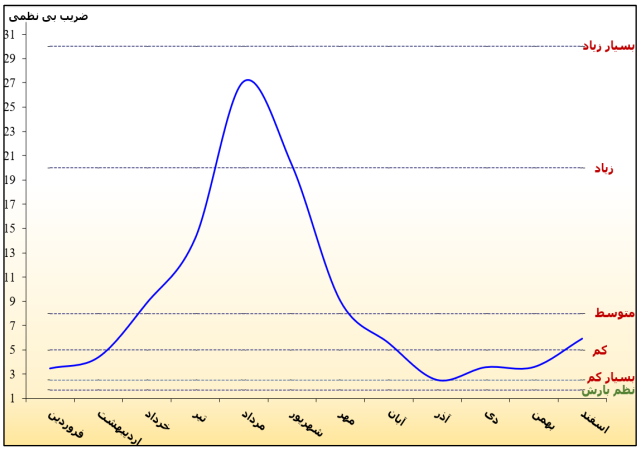
رابطه-۲) محاسبه شاخص بی‌نظمی بارش برای هر ماه

$$\frac{\text{بالاترین بارش ۲۴ ساعته در طول سال}}{\text{میانگین بارش سالیانه} \times \text{تعداد روز هر ماه}} \times ۱۰۰$$

جدول ۱۳- شاخص بی‌نظمی بارش

ردیف	بی‌نظمی بارش	شاخص سالیانه	شاخص ماهیانه
۱	بسیار زیاد	A>25	20<A<100
۲	زیاد	20<A<25	8<A<20
۳	متوسط	15<A<20	4<A<8

۴	بارش کم	12<A<15	2.5<A<5
۵	بسیار کم	10<A<12	1.7<A<2.5
۶	دارای نظم بارش	A<10	A<1.7



شکل ۲- نمودار آشکارساز بی‌نظمی بارندگی ایستگاه مهرآباد تهران طی دوره آماری ۳۰ ساله (۹۹-۱۳۷۰)

در جمع‌بندی شاخص میزان، تداوم و پراکنش بارندگی برای ایستگاه مهرآباد تهران طی دوره آماری ۳۰ ساله، این ایستگاه با حدود یک چهارم بارش جهانی (بارش جهان بطور متوسط ۸۵۰ میلیمتر) دارای توزیع بارش در دوره سرد سال با بی‌نظمی بارش سالیانه زیاد می‌باشد.

۴-۴-۴. محاسبه شاخص خشکی

یک ماه خشک بنا به تعریف گاوسن [1] عبارتست از: «ماهی که در آن کل بارندگی ماهانه بر حسب میلی‌متر برابر یا کمتر از دو برابر میانگین دمای ماهانه بیان شده بر حسب درجه سلسیوس است».

در این پژوهش برای محاسبه خشکی سالیانه رابطه شماره-۳) تعریف گردید.

رابطه-۳) محاسبه شاخص خشکی سالیانه

$$I=(\frac{P}{2T})+2$$

عدد شاخص حاصل تعداد ماه‌های خشک بیولوژیکی در یک سال را برای یک مکان مشخص نشان می دهد که در آن:

I= ضریب خشکی

P= میانگین مجموع بارش سالانه (دوره آماری)، واحد میلیمتر

T= متوسط دمای سالانه (دوره آماری) ، واحد درجه سلسیوس

بر اساس رابطه‌های فوق، ۱۰ نوع آب و هوا به شرح جدول فوق طبقه‌بندی شده‌اند:

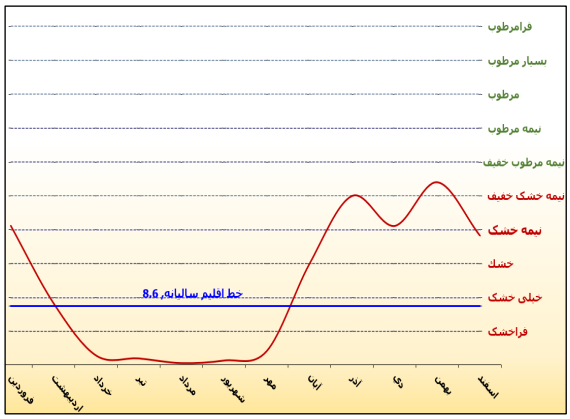
جدول ۱۴- محاسبه شاخص خشکی

ردیف	نوع اقلیم	میزان شاخص
۱	فراخشک	I<5
۲	خیلی خشک	5<I<8
۳	خشک	8<I<13
۴	نیمه خشک	13<I<18
۵	نیمه خشک خفیف	18<I<22
۶	نیمه مرطوب خفیف	22<I<28
۷	نیمه مرطوب	28<I<35
۸	مرطوب	35<I<40
۹	بسیارمرطوب	40<I<45
۱۰	فرامرطوب	I>45

برای تعمیم محاسبه خشکی سالیانه به ماه‌های خشک سال رابطه شماره-۴) و نمودار آشکارساز اقلیم ماهیانه تدوین گردید(شکل-۳).

رابطه-۴) محاسبه شاخص خشکی ماهیانه

$$I=(\frac{P\times 12}{2T})+2$$



شکل ۳- نمودار آشکارساز اقلیم ماهیانه ایستگاه مهرآباد تهران طی دوره آماری ۳۰ ساله (۹۹-۱۳۷۰)

1 - Marcel-Henri Gaussen, 1891-1981

در جمع‌بندی شاخص خشکی برای ایستگاه مهرآباد تهران طی دوره آماری ۳۰ ساله، این ایستگاه با غالبیت آب و هوای سالیانه خشک با تعداد ۹ ماه خشک و ۳ ماه مرطوب می‌باشد.

۴-۴-۵. محاسبه شاخص وضعیت تابش خورشید

با محاسبه کمترین و بیشترین ساعت آفتاب کشور طی دوره آماری ۳۰ ساله (۹۹-۱۳۷۰)، که به ترتیب تالش (گیلان) با ۴.۶ و زاهدان با ۱۰.۲ ساعت در روز و متوسط ساعت آفتابی کشور با ۸.۵ ساعت در روز می باشند، طبقات وضعیت تابشی خورشید برای ایران به شرح جدول-۱۵) تعیین گردید.

جدول ۱۵- وضعیت تابش خورشید برای ایران

ردیف	ساعت آفتابی	میزان شاخص
۱	خیلی کم	SUN<5
۲	کم	5<SUN<6.5
۳	متوسط	6.5<SUN<8.5
۴	زیاد	8.5<SUN<10
۵	خیلی زیاد	SUN>10

برای ایستگاه مهرآباد تهران طی دوره آماری ۳۰ ساله، این ایستگاه دارای میزان تابش متوسط بوده، بیشترین ساعات آفتابی در ماه مرداد با ۱۱.۲ ساعت و کمترین ساعات آفتابی در ماه بهمن بطور میانگین با ۵.۷ ساعت می‌باشد.

۴-۴-۶. محاسبه شاخص آسایش حرارتی

آسایش حرارتی یا دمائی[1] شرایطی ذهنی است که فرد احساس رضایت از شرایط دمایی محیط را دارد و برای تغییر شرایط دمایی محیط هیچ اقدام رفتاری را انجام نمی دهد. این شاخص برای طبقه‌بندی مناطق آب‌وهوایی مطابق استانداردهای تعریف شده اعمال شده‌اند، در حال حاضر دماهای پایه تخمینی مختلفی در نقاط مختلف جهان برای دمای آرامش استفاده شده است. در ایران سازمان هواشناسی کشور دمای پایه تخمینی برای سرمایش را ۲۱ درجه سلسیوس و برای گرمایش را ۱۸ درجه سلسیوس در نظر گرفته است. در این مقاله جهت بسط آسایش حرارتی (سرمایش و گرمایش) روزانه به یک طبقه‌بندی اقلیمی معتبر، و در هم-راستایی آن با سایر سیستم‌های طبقه بندی، ۴ عمل انجام گردید:

الف) بازه زمانی روزانه به متوسط ماهیانه تبدیل گردید.

ب) جهت آگاهی جدید از مسیر آسایش حرارتی، نمودارهای تخصصی سرمایش و گرمایش ترسیم گردید.

پ) برای تعیین سرمایش و گرمایش هرماه سال، طبقات اقلیمی از روی رابطه‌های ۵ و ۶ برای ایران تعریف گردید.

ت) طبقات اقلیمی ضریب آسایش استاندارد شده به شرح جدول ۱۶ و ۱۷ تهیه گردید.

رابطه-۵) محاسبه گرمایش ماهیانه

$$HDD = \frac{18 \times n}{18 - T_{mean}}$$

رابطه-۶) محاسبه سرمایش ماهیانه

$$CDD = \frac{21 \times n}{T_{mean} - 21}$$

که در آن:

HDD= گرمایش ماهیانه

CDD= سرمایش ماهیانه

Tmean= متوسط دمای ماهیانه برحسب درجه سلسیوس

n = تعداد روزهای هرماه

جدول ۱۶- طبقات اقلیمی ضریب گرمایش استاندارد شده

ماه هایی از سال که نیاز به استفاده از وسایل گرم کننده است	ضریب گرمایش
نیاز به گرمایش فقط در طول روز	HDD<0.3
نیاز به گرمایش در طول شبانروز	HDD>0.3

1 - Thermal Comfort

جدول ۱۷- طبقات اقلیمی ضریب سرمایش استاندارد شده

ماه هایی از سال که نیاز به استفاده از وسایل گرم کننده است	ضریب گرمایش
نیاز به سرمایش فقط در طول روز	CDD<0.19
نیاز به سرمایش در طول شبانروز	CDD>0.19

نحوه محاسبه آسایش حرارتی برای ایستگاه مهرآباد تهران در جدول ۱۸ و ۱۹ آورده شده است.

جدول ۱۸- نحوه محاسبه شاخص گرمایش (مهرآباد تهران)

ماه های سال	متوسط دما	عدد 18 ضربدر روزهای هرماه	محاسبه گرمایش		ضریب گرمایش HDD
			عدد 18 منهی متوسط دمای ماهیانه	تجمع ماهیانه	
فروردین	15.6	558	2.4	75.9	0.14
اردیبهشت	21.2	558			
خرداد	27.1	558			
تیر	30.7	558			
مرداد	30.9	558			
شهریور	27.7	558			
مهر	21.8	540			
آبان	14.4	540	3.6	106.8	0.20
آذر	7.8	540	10.2	306.2	0.57
دی	5.5	540	12.5	373.8	0.69
بهمن	6.1	540	11.9	355.5	0.66
اسفند	10.4	522	7.6	221.6	0.42
سالیانه	18.3	درجه روز طی سال		1440	گرمایش

جدول ۱۹- نحوه محاسبه شاخص سرمایش برای مهرآباد تهران

ماه های سال	متوسط دما	عدد 21 ضربدر روزهای هرماه	محاسبه سرمایش		ضریب سرمایش CDD
			متوسط دمای ماهیانه منهی عدد 21	تجمع ماهیانه	
فروردین	15.6	651			
اردیبهشت	21.2	651	0.2	6.7	0.01
خرداد	27.1	651	6.1	188.5	0.29
تیر	30.7	651	9.7	300.0	0.46
مرداد	30.9	651	9.9	305.7	0.47
شهریور	27.7	651	6.7	209.0	0.32
مهر	21.8	630	0.8	23.5	0.04
آبان	14.4	630			
آذر	7.8	630			
دی	5.5	630			
بهمن	6.1	630			
اسفند	10.4	609			
سالیانه	18.3	درجه روز طی سال		1033	سرمایش

ایستگاه مهرآباد تهران طی دوره آماری (۹۹-۱۳۷۰)، از نظر آسایش حرارتی نیاز به سرمایش سالیانه ۱۰۳۳ درجه روز طی ۶ ماه، و نیاز به گرمایش سالیانه ۱۴۴۰ درجه روز طی ۶ ماه دیگر دارد.

۴-۵. پیاده‌سازی سیستم اقلیمی پیشنهادی جدید

جهت راست‌آزمایی شش شاخص پیشنهادی برای ایران، آمار ۳۲۵ ایستگاه سینوپتیک کشور در این شاخص‌ها اعمال گردید. در جدول۲۰) یازده ایستگاه هواشناسی کشور که دارای آب و هوای شناخته شده هستند، جهت راست‌آزمایی فوق آورده شده است.

جدول ۲۰- طبقه بندی اقلیمی پیشنهادی (جدید) برای چند شهر کشور طی دوره آماری (۹۹-۱۳۷۰)

	غالبیت آب و هوای سالیانه	تفاوت با بارش جهانی (۸۵۰ میلیمتر)	با توزیع بارش در دوره	بی نظمی بارش سالیانه	دارای اقلیم دمائی سالیانه	با دامنه تغییرات دمای	با تابستان	و زمستان
اهواز	خیلی خشک	یک چهارم بارش جهانی	سرد سال	بسیار زیاد	گرمسیری	کم	داغ	خشک
جزیره کیش	فراخشک	یک پنجم بارش جهانی	سرد سال	بسیار زیاد	گرمسیری	خیلی کم	خیلی گرم	نیمه گرم
بندرانزلی	فرامرطوب	دو برابر بارش جهانی	کم و بیش در سراسر ماه های سال	بسیار کم	معتدل	خیلی کم	نیمه گرم	نیمه سرد
تهران	خشک	یک سوم بارش جهانی	سرد سال	زیاد	نیمه گرمسیری	کم	گرم	سرد
تبریز	خشک	یک سوم بارش جهانی	کم و بیش در سراسر ماه های سال	متوسط	معتدل	متوسط	گرم	سرد
مشهد	خشک	یک سوم بارش جهانی	سرد سال	متوسط	معتدل	زیاد	گرم	سرد
اصفهان	خیلی خشک	یک پنجم بارش جهانی	سرد سال	بسیار زیاد	معتدل	متوسط	گرم	سرد
زاهدان	فراخشک	کمتر از یک پنجم بارش جهانی	سرد سال	بسیار زیاد	نیمه گرمسیری	کم	گرم	سرد
کرمانشاه	نیمه خشک	حدود نصف بارش جهانی	سرد سال	متوسط	معتدل	متوسط	خیلی گرم	سرد
اردبیل	نیمه خشک	یک سوم بارش جهانی	کم و بیش در سراسر ماه های سال	زیاد	نیمه سردسیری	خیلی زیاد	نیمه گرم	خیلی سرد
فیروزکوه	مرطوب	یک دوم بارش جهانی	سرد سال	متوسط	سردسیری	کم	خنک	شبه قطبی

۵. نتیجه‌گیری

با استناد به مقایسه عملکرد سیستم‌های اقلیمی معتبر جهانی شش شاخص اصلاحی و جدید (شاخص موقعیت مکانی، شاخص دمائی، شاخص میزان، تداوم و پراکنش بارندگی، شاخص خشکی، شاخص وضعیت تابش خورشید و شاخص آسایش سرمایش-گرمایش) پس از معرفی قابلیت‌ها و نحوه عملکرد، جهت پیاده‌سازی یک روش بومی طبقه‌بندی آب و هوائی برای ایران تبیین گردید.

یافته‌ها و دستاوردهای این پژوهش با نوآوری تعیین اقلیم برای ایستگاه مهرآباد تهران طی دوره آماری (۹۹-۱۳۷۰)، به شرح کلی ذیل می‌باشد:

تهران با غالبیت آب و هوای سالیانه، خشک با توزیع بارش در دوره سرد سال و دارای اقلیم سالیانه نیمه‌گرمسیری با دامنه تغییرات دمای کم با تابستان گرم و زمستان سرد می‌باشد.

ریز اطلاعات اقلیمی این شهر براساس تفکیک ۶ شاخص از هم به شرح ذیل می‌باشد:

از نظر موقعیت مکانی، تهران با شاخص بیوکلیمای جهانی قاره‌ای، و با مرز بیوکلیمای منطقه‌ای، در خشکی و فلات نیمه‌مرتفع قرار دارد.

از نظر دمائی، این شهر دارای اقلیم سالیانه نیمه‌گرمسیری، با تابستان گرم و زمستان سرد می‌باشد.

از نظر بارشی، حدود یک چهارم بارش جهانی (بارش جهان بطور متوسط ۸۵۰ میلیمتر) دارای توزیع بارش در دوره سرد سال با بی‌نظمی بارش سالیانه زیاد می‌باشد.

از نظر خشکی، شهر تهران با غالبیت آب و هوای سالیانه خشک با تعداد ۹ ماه خشک و ۳ ماه مرطوب می‌باشد.

از نظر تابشی، دارای میزان تابش متوسط بوده، بیشترین ساعات آفتابی در ماه مرداد (با ۱۱.۲ ساعت) و کمترین ساعات آفتابی در ماه بهمن (بطور میانگین با ۵.۷ ساعت) می‌باشد.

از نظر آسایش حرارتی، نیاز به سرمایش و گرمایش به ترتیب با ۱۰۳۳ و ۱۴۴۰ درجه روز در سال می‌باشد.

۶. منابع

۱. باعقیده. م، ۱۳۹۰، ارزیابی شرایط اقلیم آسایشی در قطب‌های گردشگری جنوب ایران (کیش، قشم، چابهار)، مجله اندیشه جغرافیایی دانشگاه زنجان، شماره ۹.

۲. برنا. ر، ۱۳۹۷، مطالعه شرایط آب وهوایی مؤثر بر گردشگری استان خوزستان با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری، فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، شماره ۸ (۲)، ص ۱۰۷-۱۱۸.

۳. جودکی. ح، ۱۴۰۱، ارزیابی و پهنه‌بندی اقلیم گردشگری با استفاده ازشاخص TCI و تکنیک GIS در راستای برنامه ریزی گردشگری استان اصفهان، فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، شماره ۱۲(۳)، ص ۷۲۳-۷۴۲.

۴. حجازی زاده. ز، کربلائی. ع، ۱۳۹۵، مقدم‌های بر اقلیم آسایش حرارتی و شاخص‌های آن به همراه نرم‌افزار TCI، نشریه آکادمیک انتشارات انجمن جغرافیایی ایران، تهران، ص ۵۰۶-۵۰۸.

۵. حنفی. ع، ۱۳۹۷، ارزیابی و پهنه‌بندی آب و هواشناسی نظامی استان سیستان و بلوچستان بر اساس شاخص‌های PET و MCI، فصل‌نامه مدیریت نظامی، سال هجدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷،ص ۵۹-۸۱.

۶. حیدری. ح، علیجانی. ب، ۱۳۷۸، طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۷، ص ۵۷-۷۴.

۷. خلیلی. ع، بذرافشان. ج، چراغعلی‌زاده. م، ۱۴۰۱، بررسی تطبیقی نقشه‌های اقلیمی ایران در طبقه‌بندی دمارتن گسترش داده شده و کاربست روش برای پهنه‌بندی اقلیم جهان، نشریه هواشناسی کشاورزی، شماره ۱، ص ۳-۱۶.

۸. خوش‌اخلاق. ف، ۱۳۸۷، شناسایی و پیشیابی روند آب و هوایی شمال‌غرب ایران با استفاده از نمودار پیرایش‌شده آمبروترمیک، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال اول، شماره ۲، زمستان ۱۳۸۷.

۹. داوودی. م، نظرپور. ع، مشیری‌نژاد. ف، ۱۴۰۰، آسایش‌سنجی اقلیم گردشگری با استفاده از شاخص‌های (TCI, SET, PET, PMV) مطالعه موردی: استان گیلان، دو فصلنامه اندیشه جغرافیایی، شماره ۱۲(۲۳)، ص ۲۶-۴۶.

۱۰. رضیئی. ط، میری. م، ۱۴۰۱، طبقه‌بندی اقلیمی ایران به روش کوپن-کایگر، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ثبت ۶۱۷۴۳، ص ۱-۲۳.

۱۱. رمضانی. ب، ۱۳۸۵، معرفی روش طبقه‌بندی اقلیمی ریواس مارتینز، مجله جغرافیایی سرزمین.

۱۲. سبحان. پ، دانه کار. ا، ۱۴۰۲، شناسایی و انتخاب بهترین شاخص اقلیم آسایش گردشگری در

رویشگاه‌های جنگلی‌مانگرو، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ص۱-۲۳.

۱۳. سیدان. ج، محمدی. ف، ۱۳۷۶، روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵، ص ۷۴ -۱۰۹.

۱۴. شیرغالمی. م، ۱۴۰۱، بررسی تغییرات مکانی زمانی اقلیم آسایش گردشگری استان یزد با مقایسه شاخص اقلیم گردشگری (TCI) و شاخص اقلیمی تعطیلات (HCI)، پژوهش‌های اقلیم شناسی، شماره ۱۳، ص ۲۲۲-۲۰۷.

۱۵. طاوسی. ت، ۱۳۹۹، بازنگری طبقه‌بندی اقلیمی کشور ایران بر پایه متغیرهای اقلیمی، نشریه مدیریت بیابان، شماره ۱۶، ص ۱۴-۳۶.

۱۶. عزیزی، ق. ۱۳۸۰، طبقه‌بندی رقومی ایستگاه‌های اقلیمی منتخب در ایران به روش لیتین‌اسکی، پژوهش-های جغرافیایی، شماره ۳۹، ص ۴۱-۵۱.

۱۷. عساکره. ح، موحدی. س، ۱۳۷۶، تعیین دمای مؤثر جهت طراحی اقلیمی در خوزستان، نشریه سپهر، ش ۲۳.

۱۸. فریفته. ج، ۱۳۶۶، سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی، پژوهش‌های علمی، دانشگاه تهران، شماره ۲۰.

۱۹. کامیابی. س، ۱۳۹۵، تطبیق سیستم طبقه‌بندی اقلیمی بر معماری شهرهای استان خراسان رضوی، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیایی سرزمین، شماره ۵۰، ص ۹۱-۱۰۵.

۲۰. مسعودیان. س، ۱۳۸۲، نواحی اقلیمی ایران، جغرافیا و توسعه، شماره ۲، ۱۷۱-۱۸۴.

21. Alonso-Pérez, S., López-Solano, J. 2021. Evaluation of the Tourism Climate Index in the Canary Islands. Sustainability, 13(13), 7042.
22. Demiroglu, O. C., Saygili-Araci, F. S., 2020. Future Holiday Climate Index (HCI) Performance of Urban and Beach Destinations in the Mediterranean. Atmosphere 11 (9), 1-30.
23. Gade, D. W. 1996. Carl Troll on nature and culture in the Andes. Erdkunde, 301-316.
24. Genest, C., & Joseph, M. C. 1989. 88 centimetres of coastal erosion per year: The case of Kildare (Alberton), Prince Edward Island, Canada. GeoJournal, 18, 297-303.
25. Gregor, G.R. 1993, A Preliminary assessment of the spatial and temporal characteristics of human comfort in China. International journal of climatology, 13, 707- 725.
26. Guetter, N.E. and J.E. Kutzbach. 1990. A modified Koeppen classification applied to model simulations of glacial and interglacial climates. Climatic Change, 16: 193–215.
27. Herrmann, J., & Matzarakis, A. 2010. Influence of mean radiant temperature on thermal comfort of humans in idealized urban environments. Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 522.
28. Holtmeier, F. K. 2015. Carl Troll: His footprints in physical geography. Progress in Physical Geography, 39(4), 554-565.
29. Khullar, D.R. 2003, Essentials of Practical Geography. Jalandhar: New Academic Publishing
30. Kottek, M., J. Grieser,. 2006. World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift, 15(3): 259–263.
31. Kulesza. K, 2019, Modified threshold based circulation type classification Central Europe on the basis of Lityński's classification, 23(1), 53-62.
32. Matzarakis A, Santos Nouri A, 2023, Perception of heat stress in cities and measures for health protection. PLOS Climate, 1(11): e0000104.
33. Mieczkowski, Z. 1985. The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. Canadian Geographer, 29, 220-233.
34. Nanayakkara, N. S., & Nianthi, K. W. G. R. 2018. Analysis of Human Heat Stress in Sri Lanka: Using Temperature Humidity Index (THI). Int. J. Sci. Res. Publ, 8, 624-630.
35. Peel, M.C., B.L. Finlayson. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, Hydrol. Earth Syst. Sci, 4: 439–473.
36. Sarkar, A. 2009. Practical Geography: A Systematic Approach. Orient Blackswan Private Limited, Kolkata.
37. Scott, D., Rutty, M., Amelung, B., Tang, M. 2016. An inter-comparison of the

Holiday Climate Index (HCI) and the Tourism Climate Index (TCI) in Europe. Atmosphere 7 (6), 80(1-17).

38. Singh R. L. Singh, R. 1991. Elements of Practical Geography.Kalyani Publishers, Ludhiana.
39. W.M.O, 1983, The Numerical Classification Of The World's Climats. By Joseph. k. Litynski.
40. Zafarmandi S, Matzarakis A, Norford L, 2024: Effects of clothing’s thermal insulation on outdoor thermal comfort and thermal sensation: A case study in Tehran, Iran. Sustainable Cities & Society 100, 104988.