دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال پانزدهم، شماره‌ی ۵۱
پاییز ۱۳۹۴، صفحات ۱۹۰-۱۷۱

علی محمد خورشیددوست[۱]
کامل آزرم[۲]

شناسایی نواحی دمایی شمال‌غرب ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۲

چکیده

دما از مهم ترین عناصر اقلیمی است که در تعیین نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی نیز موثر بوده و از مولفه‌های اصلی در پهنه‌بندی و طبقه‌بندی‌های اقلیمی محسوب می‌شود. یکی از راه‌های برنامه‌ریزی و مدیریت مبتنی بر دما شناخت خصوصیات دمایی و مناطق تحت پوشش آن است. در مقاله حاضر با بهره‌گیری از روش‌های چند متغیره تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی اقدام به پهنه‌بندی نواحی دمایی در شمال‌غرب کشور گردید. بدین منظور ابتدا ۸۴۰ نقشه ماهانه کمینه و بیشینه دما با استفاده از روش کریجینگ و با ابعاد ۸ کیلومتر در ۸ کیلومتر تهیه گردید. در نهایت با حذف یاخته‌های خارج از محدوده، ۲۴۳۶ یاخته به‌دست آمد و ماتریس پایگاه داده‌ها به صورت ۲۴۳۶ ردیف (یاخته‌ها) و ۲۴ ستون (متغیرها) به شکل R تشکیل گردید. با اعمال تحلیل خوشه‌ای با استفاده از روش فاصله اقلیدسی و روش ادغام وارد (ward) چهار ناحیه‌ی دمایی متفاوت در شمال‌غرب کشور شناسایی شد. برای گروه بندی و آزمون صحت نتایج حاصل از تجزیه تحلیل خوشه‌ای نیز از تحلیل ممیزی استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل ممیزی، گروه‌ها فقط در ۱/۶ درصد مساحت با تحلیل خوشه‌ای تفاوت داشتند که این نتیجه نشان

۱- استاد گروه آب و هواشناسی، دانشگاه تبریز. E-mail: khorshid@tabrizu.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، گروه آب و هواشناسی، دانشگاه تبریز. E-mail: Kamilazarm2006@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

می‌دهد تفاوت فاحشی بین نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی وجود ندارد و می‌تواند مصداقی بر نتایج حاصل از گروه‌بندی خوشه‌ای باشد. نام‌گذاری هر یک از نواحی دمایی بر اساس مقایسه میانگین هر ناحیه با میانگین دمای ایران که ۱۸ درجه سلسیوس است انجام شد. این نواحی دمایی عبارتند از: ناحیه خیلی سرد، ناحیه سرد، ناحیه نیمه سرد با روز سردتر و شب گرم‌تر و ناحیه نیمه سرد با روز گرم‌تر و شب سردتر. آرایش جغرافیایی نواحی دمایی شناسایی شده که بیش‌تر بر سطوح ارتفاعی منطقه منطبق هستند نشان داد که تحلیل خوشه‌ای می‌تواند ابزار مناسبی برای پهنه‌بندی نواحی دمایی به حساب آید.

کلید واژه‌ها: نواحی دمایی، تحلیل خوشه‌ای، تحلیل ممیزی، شمال‌غرب ایران.

مقدمه

شناسایی مناطق آب‌وهوایی از ملزومات برنامه‌ریزی می‌باشد، زیرا آگاهی از متغیرهای آب و هوایی طیف گسترده‌ای از کاربردها از قبیل راهبرد مربوط به انرژی خورشیدی و بادی، سیاست‌های منطقه‌ای مدیریت منابع آب و یا شناسایی مناطق مناسب کشاورزی را به ما نشان می‌دهد همچنین درک مناطق آب و هوایی اطلاعات با ارزشی را در زمینه تغییرات آب وهوایی به‌دست می‌دهد (لیگون[3] و همکاران، ۲۰۱۳). دما از مهم‌ترین عناصر اقلیمی است که نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی را تحت تاثیر قرار می‌دهد به طوری که در بررسی که بر روی نواحی اقلیمی ایران صورت گرفته است دما به عنوان مهم‌ترین عامل تمایز نواحی آب وهوایی ایران شناخته شده است (مسعودیان، ۱۳۸۲: ۱۷۸). حیدری و علیجانی (۱۳۷۸: ٦٨) بعد از عامل رطوبتی، دما را دومین عامل تشکیل‌دهنده نواحی اقلیمی ایران دانسته‌اند. همچنین از مولفه‌های اصلی در پهنه‌بندی و طبقه‌بندی‌های اقلیمی محسوب می‌شود و از این رو نوسان‌ها و تغییرپذیری آن اهمیت بسیار علمی و کاربردی دارد (علیجانی و قویدل رحیمی، ۱۳۸٤: ۲۲). از آن‌جا که میانگین (ماهانه و سالانه) فراسنج‌های جوی، قادر به ارائه تمامی صفات اقلیم نیستند و همچنین ممکن است بی آن که میانگین اقلیم تغییر یابد جنبه‌هایی از ویژگی اقلیم دگرگون گردد، اخیرا دانشمندان توجه خود را به ردیابی دگرگونی در مقادیر بسیار بزرگ یا بسیار کوچک عناصر اقلیمی معطوف داشته‌اند، زیرا آن‌ها بر این باورند که تغییرپذیری متغیرهای اقلیمی از طریق ردیابی صفات پرشماری از جمله فرین‌ها[4] قابل ردیابی است (عساکره، ۱۳۸۹:

3- Lyigun, et al
4- Extreme

Archive of SID

www.SID.ir

۹۰). در مقایسه با میانگین به مقادیر حدی یا افراطی بالا (مقادیر بسیار بزرگ) و حدی یا افراطی پایین (مقادیر بسیار کوچک) مقادیر فرین گفته می‌شود (ریسس و توماس، ۲۰۰۷، به نقل از قویدل رحیمی،۱۳۹۰: ۱۵۷).

به دلیل گستردگی داده‌ها و اطلاعات اقلیمی، به منظور مطالعه آن‌ها به استفاده از روش‌های آماری چند متغیره نیاز است. در این تحقیق سعی شده است با به‌کارگیری میانگین دماهای فرین ماهانه با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای[5] و تحلیل ممیزی[6] اقدام به طبقه‌بندی نواحی دمایی شمال‌غرب کشور شود. تحلیل خوشه‌ای به دلیل توانایی در پیدا کردن گروه‌های واقعی و نیز کاهش داده‌ها بسیار مفید می‌باشد (مانلی، ۱۳۷۳). تجزیه تابع تشخیص نیز یکی از روش‌های آماری چند متغیره است که از آن می‌توان برای گروه‌بندی و آزمون صحت نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای استفاده نمود. از مشکلات عمده و اساسی استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای در گروه‌بندی افراد، استفاده از روش‌های بسیار متفاوتی است که برای انجام این نوع تحلیل توسط پژوهشگران پیشنهاد شده که در بسیاری از موارد نتایج متفاوتی نیز ارائه می‌دهند. یکی از روش‌هایی که از آن برای تشخیص صحت گروه‌بندی به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای می توان استفاده نمود تجزیه تابع تشخیص است.

مطالعات زیادی به منظور طبقه‌بندی عناصر اقلیمی و شناسایی نواحی اقلیمی مختلف با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. برای مثال، در تحقیقی داربی[7] (۲۰۰۵) بادهای سطحی هستون و تگزاس به ۱۶ خوشه تقسیم کرده است. کامارگو و همکاران[8] (۲۰۰۷) مسیر طوفان‌های حاره‌ای را با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به هفت دسته تقسیم کرده‌اند. اورندیلک و بربروگلو[9] (۲۰۰۸) با استفاده از ۱۱ متغیر زیست اقلیمی با به‌کارگیری روش‌های آماری چند متغیره از قبیل تابع تشخیص، تحلیل خوشه ای و تحلیل مولفه‌های اصلی و رگرسیون خطی چند متغیره ۷ ناحیه‌ی آب‌وهوایی را در ترکیه تعیین کرده‌اند. بورلاندو و همکاران[10] (۲۰۰۸) برای شناسایی نواحی و رژیم‌های باد در کورسیکای فرانسه از اندازه‌گیری‌های سه ساله سرعت باد در ۱۱ ایستگاه محلی در محیط جزیره استفاده استفاده کرده‌اند که با بهره‌گیری از روش تحلیل خوشه‌ای سه ناحیه مجزا را شناسایی نمودند. میشائیلیدو همکاران[11] (۲۰۰۹) به مطالعه انواع آب وهواهای دو شهر

5- Cluster Analysis
6- Discriminant Analysis
7- Darby Lisa
8- Camargo et al
9- Evrendilek and Berberoglu
10- Burlando et al
11- Michailidou et al

Archive of SID

www.SID.ir

آتن و تسولانیکی[12] در یونان پرداخته‌اند. لیگون و همکاران[13] (۲۰۱۳) با استفاده از ۸ متغیر آب‌وهوایی و با به‌کارگیری روش تحلیل خوشه‌ای و ادغام وارد ١٤ ناحیه آب وهوایی را در ترکیه شناسایی کرده‌اند.

در ایران نیز مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است. برای مثال، مسعودیان (۱۳۸۲) با انجام تحلیل عاملی بر روی ۲۷ عنصر اقلیمی در مقیاس سالانه، ٦ عامل مهم اقلیمی را تشخیص داده و با اعمال تحلیل خوشه‌ای بر روی عامل‌های به‌دست آمده ۱۵ ناحیه اقلیمی را در کشور تشخیص داده است. غیور و منتظری (۱۳۸۳) برای پهنه‌بندی رژیم‌های دمایی ایران با مولفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای از داده‌های متوسط دمای ۳۰۰ ایستگاه هواشناسی استفاده نموده‌اند و با اعمال تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی و روش ادغام وارد[14] بر روی نمرات مولفه‌ها، سه قلمرو اصلی رژیم دمایی برای کشور مشخص کرده‌اند. رضیئی و عزیزی (١٣٨٦) با به‌کارگیری تحلیل مولفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای بر روی ۱۰ پارامتر اقلیمی در ۱۷۰ ایستگاه در غرب کشور به منطقه‌بندی رژیم بارشی غرب ایران اقدام نموده‌اند نتیجه‌ی مطالعه‌ی آن‌ها شناسایی ۵ زیر منطقه همگن از نظر رژیم بارشی در غرب ایران بوده که با ناهمواری‌های غرب کشور کاملا هماهنگ هستند. مسعودیان و همکاران (۱۳۸۷) با بهره‌گیری از داده‌های روزانه ٦٢٠ ایستگاه، دمای کشور را از طریق روش فاصله اقلیدسی و روش ادغام وارد طبقه‌بندی نموده‌اند. حاصل کار ایشان تقسیم‌بندی ایران به ٦ ناحیه‌ی متمایز دمایی است و آرایش جغرافیایی این نواحی را بیش‌تر به ارتفاعات نسبت دادند. اکبری و مسعودیان (۱۳۸۸) با بررسی دمای میانگین ماهانه ۳۳۸ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای، هشت ناحیه‌ی دمایی را در ایران شناسایی نموده و اقدام به فصل‌بندی مناطق دمایی کردند.

شمال‌غرب ایران با توپوگرافی متنوع، نواحی دمایی متنوعی را در خود جایی داده است. که این امر باعث به وجود آمدن خرد اقلیم‌های دمایی متفاوتی در سطح آن شده است. در تحقیق حاضر سعی شده است بر اساس مشخصات کمینه و بیشینه دما با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی اقدام به پهنه‌بندی و شناسایی نواحی دمایی شمال‌غرب کشور شود.

مواد و روش‌ها

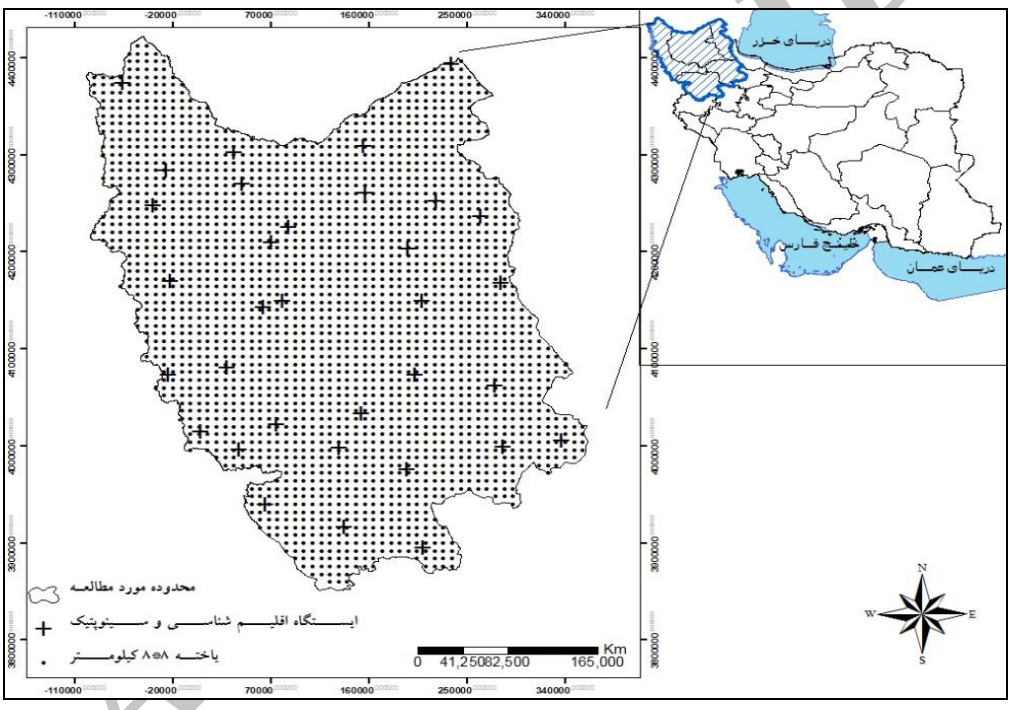
در این تحقیق منظور از شمال‌غرب کشور پهنه‌ای است که استان‌های آذربایجان‌غربی، آذربایجان‌شرقی، اردبیل، کردستان و زنجان را در بر می‌گیرد. از مهم‌ترین عناصر توپوگرافی شمال‌غرب می‌توان رشته کوه‌های ارسباران،

12- Athens and Thessaloniki
13- Lyigun.et al
14- Ward

Archive of SID

www.SID.ir

بزغوش، دیواره‌ی زاگرس، توده‌های سهند و سبلان، چاله‌ی دریاچه ارومیه و جلگه مغان را نام برد که هر کدام به نحوی در پراکندگی دمای منطقه نقش ایفا می‌کنند. به منظور شناسایی نواحی دمایی داده‌های حداکثر و حداقل ماهانه ۳۳ ایستگاه همدید و اقلیم‌شناسی منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. قدیمی‌ترین آمار ایستگاه‌ها مربوط به ایستگاه ارومیه و تبریز می‌باشد که از سال ۱۹۵۱ تاسیس شده‌اند. به دلیل کم بودن تعداد ایستگاه‌های منطقه در سال‌های آغازین (۱۹۸۶-۱۹۵۱)، در نهایت دوره‌ی آماری ۳۵ ساله از سال (۲۰۱۰-۱۹۸۶) برای انجام تحلیل آماری استفاده شد. شکل (۱) موقعیت شمال‌غرب در کشور و موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه و شکل (۲) پراکنش سطوح ارتفاعی منطقه را نشان می‌دهد.

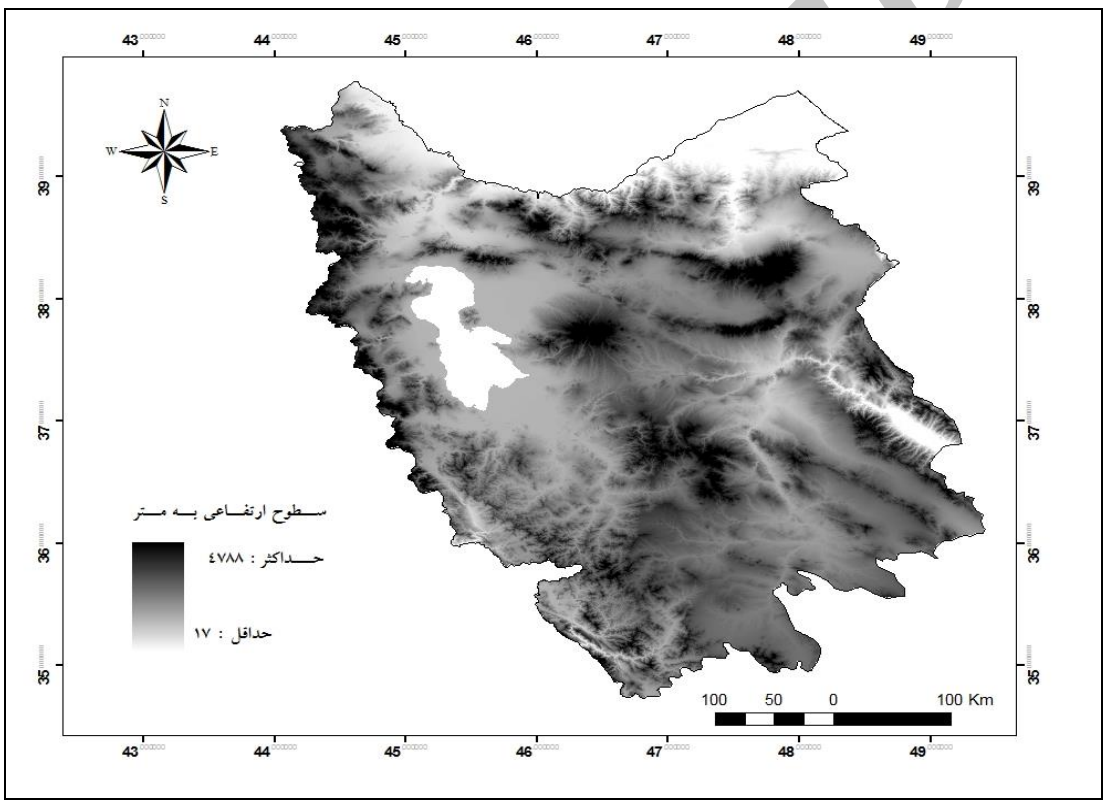


شکل ۱: موقعیت منطقه و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه و یاخته‌های ۸×۸ کیلومتر

از آن‌جا که داده‌های اقلیمی عمدتا بر روی نقطه یعنی ایستگاه اندازه‌گیری می‌شوند در حالی که غالبا به آگاهی‌های اقلیمی در باره یک پهنه نیاز وجود دارد نتایج یک تجزیه و تحلیل اقلیمی زمانی قابل تعمیم به پهنه‌های گسترده خواهد بود که میان‌یابی به عنوان یک مولفه‌ی ضروری برای تبدیل داده‌های نقطه‌ای به پهنه‌ای پذیرفته شده باشد (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۹۳). بدین منظور در این تحقیق برای پهنه‌ای نمودن داده‌های مورد استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ عمومی استفاده شد. این روش یک تکنیک بهینه است که بدون پیش فرض، برای پهنه‌ای کردن متغیرهای نقاط در مناطق بدون نمونه تخمین می‌زند (اشرفی، ۱۳۸۹). بدین منظور با استفاده از نرم‌افزار Surfer/10، با

www.SID.ir

درون‌یابی هر عنصر ماهانه ۳۵ ساله ایستگاه‌ها در منطقه مورد مطالعه با یاخته ۸×۸ کیلومتر برای هر عنصر یک نقشه در ابعاد ٦٠×٧٤ یاخته تولید شد. در نهایت ٨٤٠ نقشه ماهانه از پارامتر حداکثر و حداقل دما به‌دست آمد. با میانگین‌گیری از هر یک از ماه‌های سال سرانجام برای هر عنصر ۱۲ نقشه ماهانه حاصل شد. در نتیجه برای هر یاخته ٢٤ مقدار عددی به‌دست آمد. با حذف یاخته‌های خارج از مرز محدوده مورد مطالعه نیز برای هر نقشه ٢٤٣٦ یاخته حاصل شد. با ابعاد ٢٤٣٦ (مشخصات مکانی یاخته‌ها) و ٢٤ (متغیر حداکثر و حداقل دما در مقیاس ماهانه) با آرایش R یک ماتریس ٢٤×٢٤٣٦ تشکیل شد که این ماتریس اساس داوری‌ها در رابطه با تحلیل‌های آماری (تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی) و شناسایی نواحی دمایی شمال‌غرب ایران قرار گرفت.



شکل ۲: پراکنش سطوح ارتفاعی منطقه

تحلیل خوشه‌ای

تحلیل خوشه‌ای یک ابزار موثر آماری است که در بسیاری از مطالعات اقلیمی و اتمسفری بر اساس متغیرهای هواشناسی به منظور شناخت مناطق همگن آب‌وهوایی به کار برده می‌شود. با استفاده از خوشه‌بندی، افراد با نزدیکی مشابه به همان گروه اختصاص یافته در حالی که افراد متفاوت به خوشه‌های متفاوت اختصاص می‌یابند (لیگون و همکاران، ۲۰۱۳). در واقع تلاش می‌شود تا مشاهدات واقع در هر خوشه (گروه) بیش‌ترین تشابه را از نظر متغیرهای

www.SID.ir

مورد نظر با هم داشته باشند و مشاهدات هر گروه از مشاهدات گروه‌های دیگر بیش‌ترین فاصله را داشته باشد (مومنی، ۱۳۹۰: ۱). یکی از مراحل فرآیند خوشه‌بندی بعد از تهیه و ارائه ماتریس داده‌ها، استاندارد کردن ماتریس داده‌ها می‌باشد که در این تحقیق از آن‌جا که واحد اندازه‌گیری شاخص‌های مورد مطالعه یکسان می‌باشند نیازی به ستاندارد کردن داده‌ها نبود. در فرآیند خوشه‌بندی پس از جمع‌آوری داده‌ها و استاندارد کردن آن‌ها، باید فاصله[۱۵](عدم تشابه[۱۶]) یا تشابه[۱۷] بین اشیاء محاسبه شود تا شباهت یا فاصله دو شی (نقطه) یا دو خوشه را به صورت کمی اندازه‌گیری کنند (مومنی، ۱۳۹۰: ٤١-۹). مجاورت و تشابه افراد از طریق روش‌های متفاوت محاسبه می‌شود که در مطالعات اقلیمی بیش‌تر از فاصله اقلیدسی[۱۸]استفاده می‌شود (لیگون و همکاران، ۲۰۱۳). ضریب تفاوت فاصله اقلیدسی را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود (فرشادفر، ۱۳۸٤).

رابطه (۱) $$e_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_{ij} - x_{jk})^2}$$

در این فرمول e_{jk} ضریب تفاوت دو مورد یا فرد (تفاوت دمایی دو یاخته) است. x_{ij} مقدار صفت iام روی فرد jام است. x_{ik} مقدار صفت iام روی فرد kام ، و n به معنای تعداد صفات اندازه‌گیری شده بر روی افراد می‌باشد. مقدار e_{jk}بین صفر و بی‌نهایت متغیر است. یعنی $0 \le e_{jk} \le \infty$ می‌باشد. در این تحقیق فاصله‌ی تمامی یاخته‌های نقشه‌ها دو به دو اندازه‌گیری شد. در این راستا یک ماتریس فاصله با ابعاد ۲٤۳٦×۲٤۳٦ ایجاد شد. پس از اندازه‌گیری فواصل اقلیدسی یک تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد بر روی ماتریس فواصل[۱۹]انجام گرفت و ۲٤۳٦ نقطه ماتریس R بر حسب درجه همانندی با یکدیگر خوشه شد شکل (۳) نمودار درختی حاصل را نشان می‌دهد. معیارهای مختلفی برای اندازه‌گیری فاصله بین دو خوشه وجود دارد که می‌توان آن‌ها را به صورت ترسیمی نشان داد. وارد (۱۹٦۳) روشی برای خوشه‌بندی داده‌ها ارائه کرد. در این روش، همانند دیگر روش‌های خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، نخست هر یک از اشیاء به صورت خوشه جداگانه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. سپس در هر گام دو شیء با هم ادغام می‌شوند این کار آن قدر تکرار می‌شود تا در پایان کار، خوشه یکتایی شکل گیرد. گاهی از این روش، با نام روش «کم‌ترین واریانس[۲۰]» یاد می‌شود (مومنی، ۱۳۹۰: ۱۱۳).

در روش وارد گروه‌های r و s در صورتی ادغام می‌شوند که افزایش پراش ناشی از ادغام آن‌ها نسبت به ادغام هر یک از آن‌ها با دیگر گروه‌ها کمینه باشد یعنی

15- Distance
16- Dissimilarity
17- Similarity
18- Euclidean
19- Distance matrix
20- Minimum Variance Method

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه (۲)
$$d(r,s)=\frac{n_r n_s {d_{rs}}^2}{(n_r+n_s)}$$

که در اینجا ${d_{rs}}^2$ فاصله بین گروه r و s است که به روش پیوند مرکزی به‌دست آمده باشد. n_r تعداد اعضای گروه r و n_s تعداد اعضای گروه s است (مسعودیان، ۱۳۸۸: ۸۶). تکنیک وارد از مناسب‌ترین روش‌ها برای تعیین تحلیل خوشه‌ای است که در مطالعات اقلیمی نتایج قابل قبولی را به‌دست می‌دهد (سینان و همکاران[21]، ۲۰۱۲). در این روش میزان پراش درون‌گروهی به حداقل می‌رسد و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد به بیان دیگر گروه‌هایی حاصل می‌شوند که از یک‌دستی درونی بالاتری برخوردارند (مسعودیان، ۱۳۸۸: ۸۶). جهت انجام تحلیل خوشه‌ای نرم‌افزار MATLAB مورد استفاده قرار گرفت.

بهره‌گیری از مدل رقومی ارتفاع در برآورد الگوهای هم‌دما در ارتفاعات بالا

عدم وجود ایستگاه‌های سینوپتیک و اقلیم‌شناسی در سطوح ارتفاعی بالا باعث عدم گزارش وضعیت دمایی از آن سطوح و نادیده گرفتن اثر دمای پایین ارتفاعات در نواحی اطراف می‌شود. مرتفع‌ترین ایستگاه سینوپتیک و اقلیم‌شناسی در محدوده مورد مطالعه، ایستگاه زرینه با ارتفاع ۲۱۴۲/۶ متر می‌باشد. نقش ناهمواری‌ها در آرایش مکانی دما در ایران بسیار آشکار است و در همه جا با افزایش ارتفاع از دمای هوا کاسته می‌شود (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۱). از مهم‌ترین کاربردهای مدل رقومی ارتفاع می‌توان به تهیه مدل‌ها و الگوهای هم‌دما، هم‌بارش و سایر پارامترهایی که همبستگی آن‌ها با افزایش یا کاهش ارتفاع مشخص شده‌اند اشاره کرد (فرج‌زاده، ۱۳۸۶: ۲۴۲). به منظور لحاظ شدن دمای پایین ارتفاعات، از طریق مدل رقومی ارتفاع (DEM[22]) اقدام به درون‌یابی عنصر اقلیمی دما در سطوح ارتفاعی بالا در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی شد. این روش که به روش درون‌یابی جبری معروف است بر وجود رابطه مشخص میان داده‌های مشاهداتی تاکید می‌کند. غالبا این روش بر اساس رابطه و دانش تجربی است که از محاسبه میزان همبستگی بین متغیر پیش‌بینی شده و متغیر پیش‌بینی کننده به‌دست می‌آید (فرج‌زاده، ۱۳۸۶: ۲۳۱). از روش‌های که در این تحقیق به کار برده شد استفاده از رگرسیون خطی یک متغیره بود.

تحلیل ممیزی

دستکاری‌های آماری مربوط به ساختن یک ترکیب خطی و به‌وجود آوردن روش‌های آماری متفاوت از روش تجزیه رگرسیون را تحت عنوان کلی تجزیه تابع تشخیص یا تحلیل ممیزی گویند. این روش به‌خصوص آماری در سال

21- Sinan and kerem
22- Digital elevation model

Archive of SID

www.SID.ir

۱۹۳٦ توسط آر.ا.فیشر[۲۳]معرفی شد (فرشادفر ۱۳۸٤: ٤۲۱). تحلیل ممیزی در شرایطی که خوشه‌ها از قبل شناخته شده‌اند مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از تحلیل ممیزی طبقه‌بندی مشاهده یا چندین مشاهدات در داخل گروه‌های شناخته شده است. همچنین از مجموعه روش‌ها و ابزارهایی است که برای تمایز جمعیت بین گروه‌ها و تعیین تخصیص مشاهدات جدید به گروه‌ها استفاده می‌شود (هاردلر و سیمار[۲٤]، ۲۰۰۱: ۲۸۹). قدم مهم در به‌کاربردن تحلیل ممیزی محاسبه تابع‌های تشخیص متعارف است که موارد را طبقه‌بندی خواهد کرد. هر تابع تشخیص مورد قبول یک ترکیب خطی از متغیرهای متمایز کننده است که به منظور برآورد شرایط خاص شکل می‌گیرد (میشائیلدو و همکاران[۲۵]، ۲۰۰۹: ۱۸۲) در واقع هدف از تابع تشخیص به‌وجود آوردن ترکیب خطی L بین متغیرها به صورت زیر است (فرشادفر، ۱۳۸٤: ٤۲۲):

$$L = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + .. \beta_P X_P$$ رابطه (۲)

سپس با توجه به مقدار L برای هر فرد آن فرد (یاخته) را به گروه خود منتسب می‌کند. در رابطه بالا: $X_1, X_2, .., X_P$ متغیرهای اندازه‌گیری شده برای هر فرد است و ضرایب $\beta_1, \beta_2, .., \beta_P$ ضرایب هر یک از متغیرهای حداکثر و حداقل دما در مقیاس ماهانه هستند که ماهیتی مثل ضریب β در رگرسیون دارند. اگر مقادیر βها را بدانیم، می‌توانیم برای هر یک از افراد یک ترکیب خطی تعریف کنیم. در این تحقیق برای بررسی صحت تحلیل خوشه‌ای در شناسایی گروه‌های دمایی از تحلیل ممیزی استفاده شد.

یافته‌ها و بحث

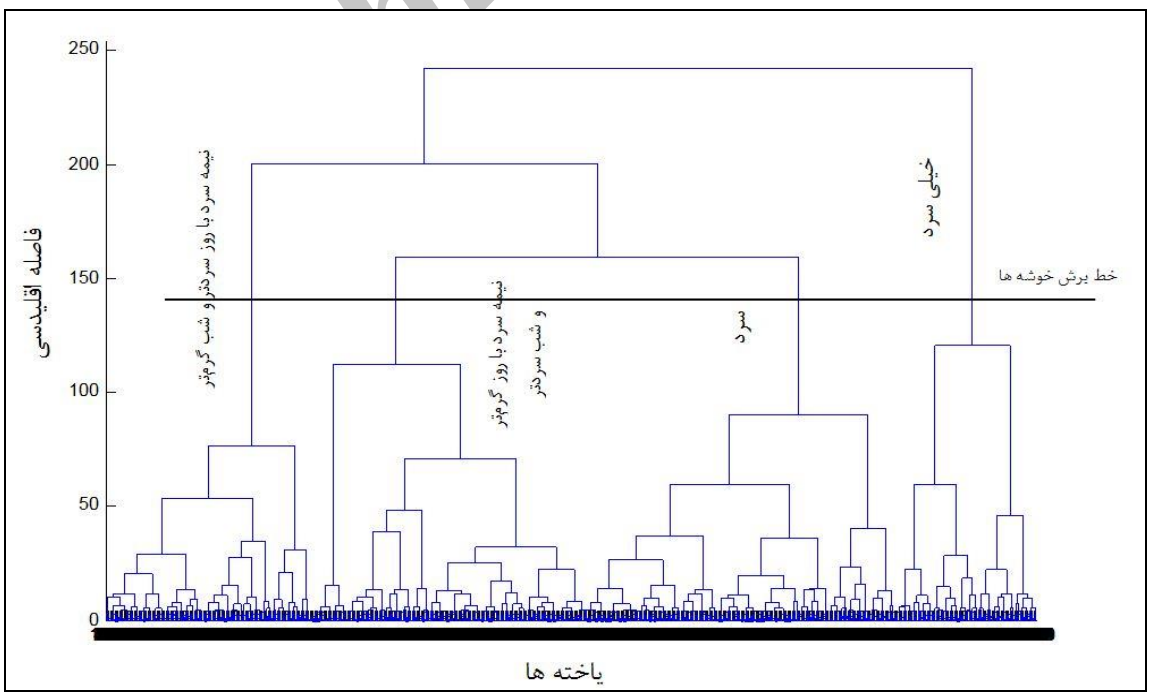
برخلاف طبقه‌بندی‌های آستانه‌ای مانند طبقه‌بندی آب وهوایی کوپن که متکی به دو عنصر دما و بارش می‌باشند، طبقه‌بندی آب وهوایی با استفاده از تحلیل‌های چندمتغیره این شرایط را فراهم می‌کند که بدون در نظرگیری آستانه‌های برون سو و معیارهای خود تعریف به ویژه معیارهای آستانه‌ای، طبقه‌بندی صورت گیرد (جاکوبیت[۲٦]، ۲۰۱۰) بدین جهت در مطالعه حاضر با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره از قبیل تحلیل خوشه‌ای با فاصله‌ی اقلیدسی و شگرد ادغام وارد[۲۷]اقدام به شناسایی نواحی دمایی شمال‌غرب کشور شد که دارنمای حاصل از تحلیل خوشه‌ای در شکل ۳ نمایان است. با مشخص شدن ناحیه دمایی هر یک از نقاط مکانی ماتریس R نقشه نواحی دمایی ترسیم شد (شکل ٤). بر این اساس چهار ناحیه دمایی متفاوت در شمال‌غرب کشور شناسایی شد. با نگاهی به

23- R.A.Fisher
24- hardle and simar
25- Michailidou et al
26-Jacobeit
27- Ward's Method

Archive of SID

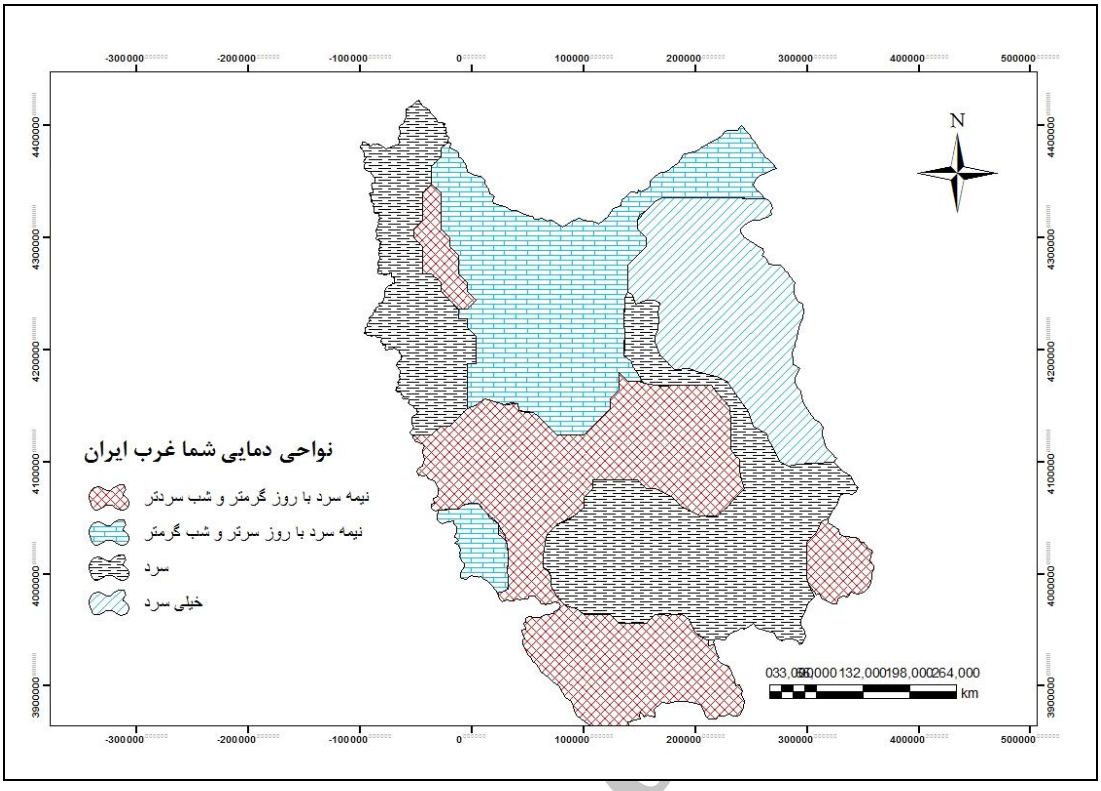
www.SID.ir

سطوح ارتفاعی منطقه می‌توان فهمید که آرایش جغرافیایی نواحی دمایی شناسایی شده بیش‌تر منطبق بر سطوح ارتفاعی هستند یعنی این‌که عامل توپوگرافی و شرایط محلی منطقه نقش تعیین کننده‌ای در پراکندگی مکانی دما در منطقه ایفا می‌کنند. به‌طور کلی با توجه به مطالعات صورت گرفته در زمینه شناسایی الگوهای همدید موثر بر دما (علیجانی و هوشیاری، ۱۳۸۷) و بارش (جهانبخش و ذوالفقاری، ۱۳۸۱) در خطه‌ی شمال‌غرب کشور که بیان داشتند منطقه مذکور در هر زمان خاص تحت تاثیر الگوی یکنواختی قرار دارد و با توجه به گستردگی سامانه‌های همدید با ابعاد بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر مربع (مسعودیان، ۱۳۹۰)، می‌توان بیان داشت که توزیع مکانی دما در شمال‌غرب ایران بیش‌تر متاثر از شرایط محلی و توپوگرافیکی این منطقه می‌باشد و شکل‌گیری نواحی دمایی متفاوت در این منطقه تحت تاثیر سامانه‌های همدید متفاوت به‌وجود نیامده‌اند. برای مثال نواحی پست جلگه مغان و رود ارس در شمال اردبیل منطبق بر نواحی دمایی گرم‌تر و نواحی مرکزی استان اردبیل که منطبق بر توده‌ی ارتفاعی سبلان می‌باشند در محدوده‌ی دمایی خیلی سرد قرار گرفته‌اند. اما از طرفی دیگر به دلیل عدم وجود ایستگاه‌های سینوپتیک و اقلیم‌شناسی در سطوح ارتفاعی بالا و عدم گزارش وضعیت دمای آن‌ها نقش توده‌های ارتفاعی مانند سهند در توزیع دمای نواحی محلی آن نادیده گرفته شده است و همراه با نواحی پست چاله‌ی ارومیه و شمال و شرق استان آذربایجان‌شرقی در محدوده‌ی دمایی همتراز با آن‌ها قرار گرفته که از آن می‌توان به عنوان محدودیت تحقیق حاضر یاد کرد.



شکل ۳: نمودار درختی ۲۴۳۶ نقطه مکانی شمال‌غرب و چهار ناحیه دمایی

www.SID.ir



شکل ٤: نواحی دمایی شناسایی شده حاصل از تحلیل خوشه‌ای

از آن‌جا که متوسط دمای ایران برابر با ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۳) نام‌گذاری این نواحی دمایی بر اساس متوسط دمای ایران صورت گرفته است:

ناحیه بسیار سرد: این ناحیه از نظر جغرافیایی منطبق بر بیش‌تر نواحی استان اردبیل و قسمتی از شهرستان‌های سراب، اهر و میانه می‌باشد. این پهنه ۱۵/۱ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه را در بر می‌گیرد. میانگین دما در این ناحیه ۱۰/٤ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. پایین‌ترین دمای حداقل در ماه ژانویه رخ داده است که میانگین آن برابر ۹/۳- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بالاترین دماهای حداکثر یا روزانه نیز در ماه آگوست با میانگین ۳۰/۷ درجه سانتی‌گراد رخ داده است. از مشخصات بارز این ناحیه ضریب تغییرات بالای میانگین دمای شبانه است که برابر با ۳۰/۲ درصد می‌باشد. سردی هوا در این ناحیه بیش‌تر متاثر از ارتفاع زیاد این ناحیه می‌باشد. این ناحیه منطبق بر توده‌ی ارتفاعی سبلان می‌باشد که می‌توان گفت نقش توده‌ی ارتفاعی سبلان در توزیع دمایی محلی به خوبی آشکار است. میانگین دمای روزانه در این ناحیه ١٦/٤ درجه و میانگین دمای شبانه ٤/٤ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

ناحیه سرد: این ناحیه که حدود ۳۳/۳ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه را در بر گرفته است شامل دو پهنه مجزا از هم می‌باشد که پهنه اول به صورت نواری منطبق بر رشته کوه‌های شمال‌غرب منطقه مورد مطالعه واقع در

Archive of SID

www.SID.ir

استان آذربایجان‌غربی در جهت شمالی جنوبی کشیده شده است. سردی دما در این بخش متاثر از عرض جغرافیایی بالا و ارتفاع زیاد منطقه می‌باشد. پهنه دوم که به‌صورت پهنه وسیع‌تری است تقریبا نیمه جنوبی منطقه مورد مطالعه شامل استان زنجان و بخش‌های از استان کردستان و آذربایجان‌غربی را شامل می‌شود بیش‌تر متاثر از ناهمواری‌های موجود در منطقه مورد نظر می‌باشد. میانگین دما در این پهنه برابر با ۱۱/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین دمای روزانه در این ناحیه ۱۷/٦ درجه و میانگین دمای شبانه ٤/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

ناحیه نیمه سرد با روز سردتر و شب گرم‌تر: این ناحیه از نظر جغرافیایی به جز قسمت‌هایی از شهرستان سراب و میانه تقریبا منطبق بر استان آذربایجان‌شرقی می‌باشد. در این قسمت، به دلیل عدم وجود ایستگاه‌های اقلیم‌شناسی و سینوپتیک در ارتفاعات بالا، توده ارتفاعی سهند با ارتفاع ۳۷۰۷ متر نیز در این پهنه جای گرفته است. که می‌توان آن را ناشی از عدم اندازه‌گیری داده در این پهنه دانست. اما بخش‌های از شهرستان‌های جنوب آذربایجان‌غربی و شمال اردبیل به دلیل سطوح ارتفاعی پایین در این ناحیه جای می‌گیرند. جلگه مغان با ارتفاع پست جزء این پهنه می‌باشد. این ناحیه ۲۲ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود. میانگین دما در این ناحیه برابر با ۱۲/٦ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین پایین‌ترین دمای شبانه در این ناحیه ٦/٦- درجه که در ماه ژانویه و میانگین بالاترین دمای روزانه ۳٤ درجه سانتی‌گراد در ماه جولای ثبت شده‌اند. یعنی ماه ژانویه به عنوان سردترین ماه سال و ماه جولای به عنوان گرم‌ترین ماه سال به شمار می‌روند. میانگین دمای روزانه ۱۸/۲ درجه و میانگین دمای شبانه ۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

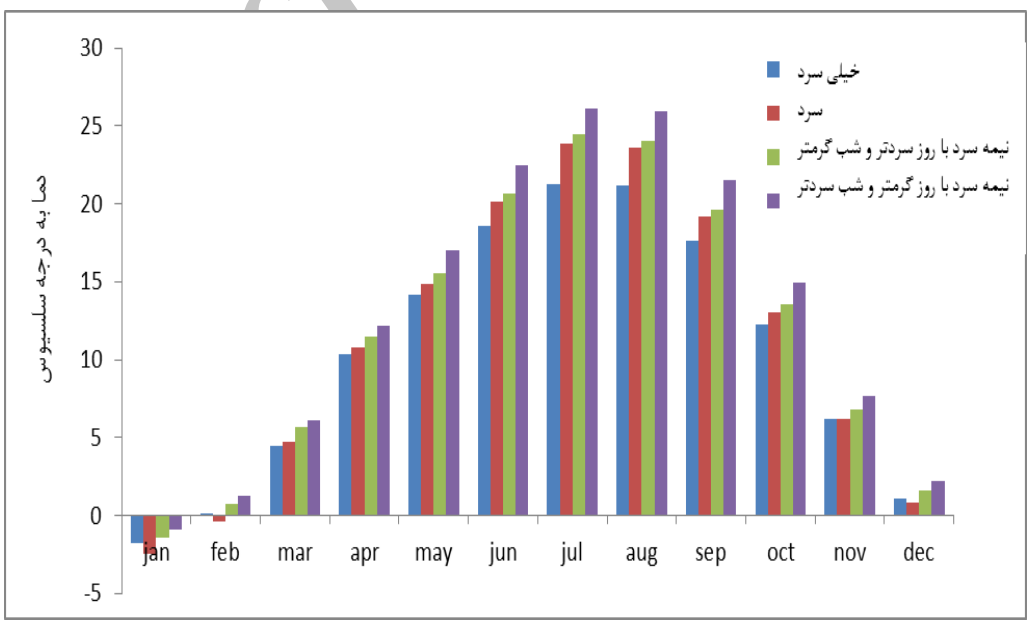
ناحیه نیمه سرد با روز گرم‌تر و شب سردتر: این ناحیه با ۲۹/۳ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه جنوب و جنوب‌غرب استان کردستان، جنوب استان آذربایجان‌غربی و آذربایجان‌شرقی و قسمتی از استان زنجان را شامل می‌شود. میانگین دما در این ناحیه ۱۲/۳ درجه سلسیوس می‌باشد که در مقایسه با ناحیه نیمه سرد اولی تقریبا یکسان می‌باشند اما مهم‌ترین تفاوت دمایی این دو ناحیه در این است که آهنگ تغییرات دما در طول روز و شب در این ناحیه شدیدتر از ناحیه قبلی (نیمه سرد با روز سردتر و شب گرم‌تر) می‌باشد یعنی روز با شدت بیش‌تر گرم و شب با شدت بیش‌تر سرد می‌شود. در واقع درجه‌ی بری بودن این ناحیه شدیدتر از ناحیه سوم می‌باشد. میانگین دمای روزانه ۱۹ درجه و میانگین دمای شبانه ۵/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. جدول ۱ مشخصات آماری مکانی هر یک از گروه‌ها را نشان می‌دهد. اشکال ٦-٤ هم به مقایسه‌ی متوسط دماهای میانگین، حداکثر و حداقل ماهانه هر چهار گروه پرداخته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مشخصات آماری مکانی هر یک از گروه‌ها

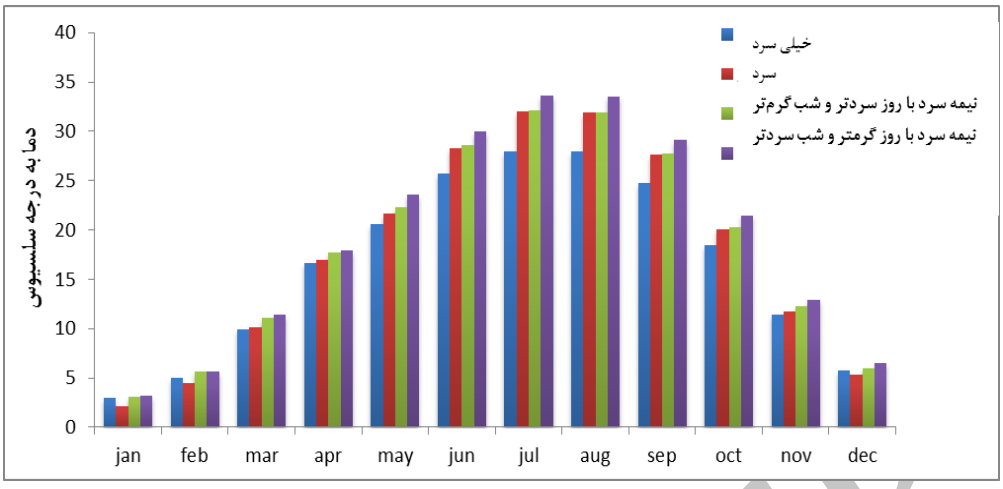
گروه‌ها	درصد مساحت	شاخص آماری	حداکثر دما	حداقل دما	میانگین دما
خیلی سرد ٤	٪۱۵/۱	میانگین	۱٦/٤	٤/٤۷	۱۰/٤
		ضریب تغییرات	٪۳/۹	٪۳۰	
		چولگی	۰/۱	۰/٤	
		کشیدگی	-۱	-۱/۱	
سرد ۱	٪۳۳/۳	میانگین	۱۷/٦	٤/۷	۱۱/۲
		ضریب تغییرات	٪۲/۷	٪۱۵/۱	
		چولگی	-۰/٤	-۰/٦	
		کشیدگی	۰/۹۸	-۰/۰۷	
نیمه سرد با روز گرم‌تر و شب سردتر ۲	٪۲۹/٦	میانگین	۱۹	۵/۵	۱۲/۳
		ضریب تغییرات	٪۵	٪۸/۸	
		چولگی	۱/٤	-۰/۱٦	
		کشیدگی	۰/۹	-۰/۵	
نیمه سرد با روز سردتر و شب گرم‌تر ۳	۲۲	میانگین	۱۸/۲	۷	۱۲/٦
		ضریب تغییرات	٪۲/۸	٪۷/۸	
		چولگی	۰/۹	۰	
		کشیدگی	۰/٦	-۰/٤	



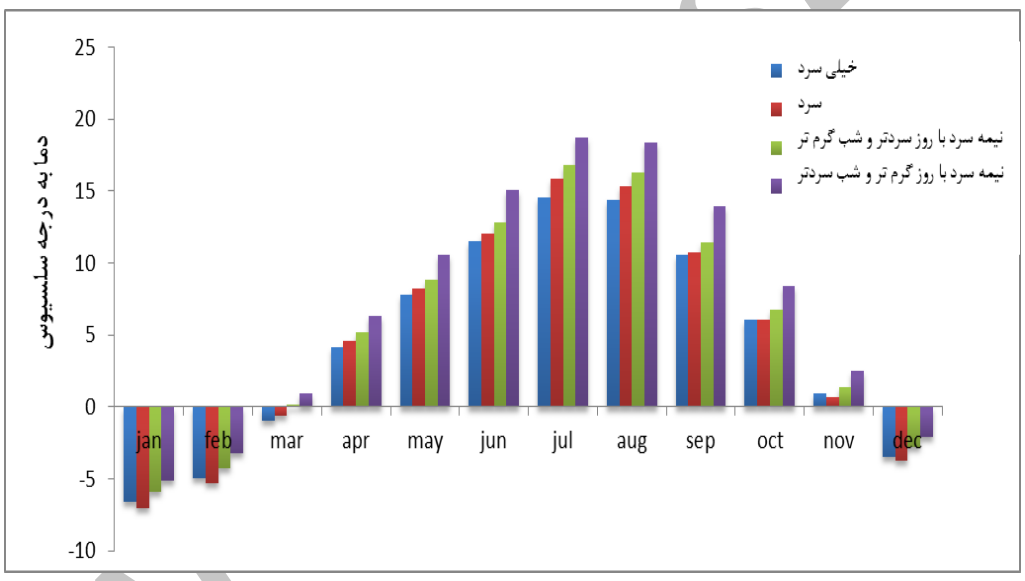
شکل ۵: مقایسه میانگین دمای ماهانه چهار گروه

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٦: مقایسه میانگین دمای حداکثر ماهانه چهار گروه



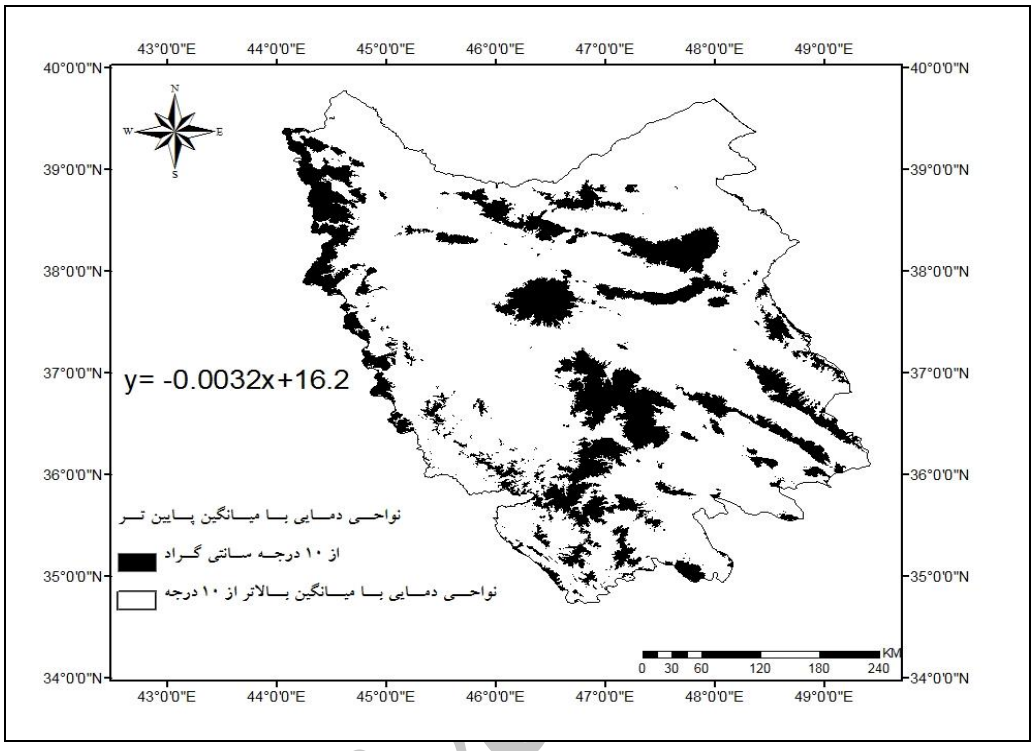
شکل ۷: مقایسه میانگین دمای حداقل ماهانه چهار گروه

در این تحقیق همبستگی دما با فراسنج‌های طول و عرض جغرافیایی معنی‌دار نبود. به‌طوری که نقشه نواحی دمایی حاصل از تحلیل خوشه‌ای نیز مصداق آن است. با محاسبه میزان همبستگی بین متغیر پیش‌بینی شده (دما) و متغیر پیش‌بینی کننده (ارتفاع) همبستگی ۰/٦۰۵- با سطح معنی داری ۹۵٪ برآورد شد. و با استفاده از مدل رگرسیون خطی یک متغیره اقدام به برآورد دما در سطوح ارتفاعی بالا شد. این کار از طریق مدل رقومی ارتفاع (DEM[۲۸]) با درون-یابی عنصر اقلیمی دما در سطوح ارتفاعی بالا در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شد. این عمل به دلیل عدم کفایت داده‌های ایستگاه‌ها در جهت شناسایی نواحی دمایی سرد ارتفاعات بالا انجام گرفت. شکل ۸ نواحی دمایی

28- Digital elevation model

www.SID.ir

سرد منطبق بر سطوح ارتفاعی بالا را نشان می‌دهد. از این کار می‌توان جهت افزایش اطمینان حاصل از نتایج تحلیل خوشه‌ای یاد کرد.



شکل ۸: نواحی دمایی خیلی سرد منطبق بر سطوح ارتفاعی بالا

تحلیل ممیزی تکنیکی آماری است که اشیاء را در طبقاتی که از قبل مشخص است قرار می‌دهد و بر اساس رگرسیون استوار است. در تحلیل ممیزی بر اساس طبقاتی که از ابتدا وجود دارد یک معادله ممیز برای طبقه‌بندی پیدا می‌کند که به کمک آن بتوان پیش‌بینی (ممیزی) کرد که شئ جدیدی، با توجه به وضعیت آن از نظر متغیرهای موجود در کدام یک از طبقات قرار خواهد گرفت (مومنی، ۱۳۹۰: ۷). استفاده از تحلیل ممیزی مستلزم آگاهی قبلی از تعداد گروه‌هاست بنابراین می‌توان تحلیل ممیزی را پس از انجام تحلیل خوشه‌ای و به منظور آزمون آن مورد استفاده قرار داد. هدف از تکنیک‌های تابع تشخیص آن است که تصمیم بگیریم چه ترکیب خطی از متغیرهای دمای ماهانه یاخته‌ها می‌تواند دقیقا پیش‌بینی کند که هر یاخته‌ی مکانی به کدام یک از گروه‌ها تعلق می‌گیرد. به طور کلی تعداد تابع‌های تشخیص برابر است با تعداد گروه‌ها منهی یک. بنابراین، اگر چهار گروه داشته باشیم سه تابع تشخیص می‌توان به‌دست آورد. اولین تابع تشخیص آن است که به بهترین وجه سبب تمایز r گروه از یکدیگر شود. دومین تابع تشخیص آن است که اولا با تابع تشخیص اول همبستگی نداشته باشد (همبستگی آن صفر باشد) و ثانیا سبب تمایز بین r گروه به بهترین وجه بعد از تابع اول شود. توابع تشخیص به‌دست آمده بدین صورت می‌باشند:

Archive

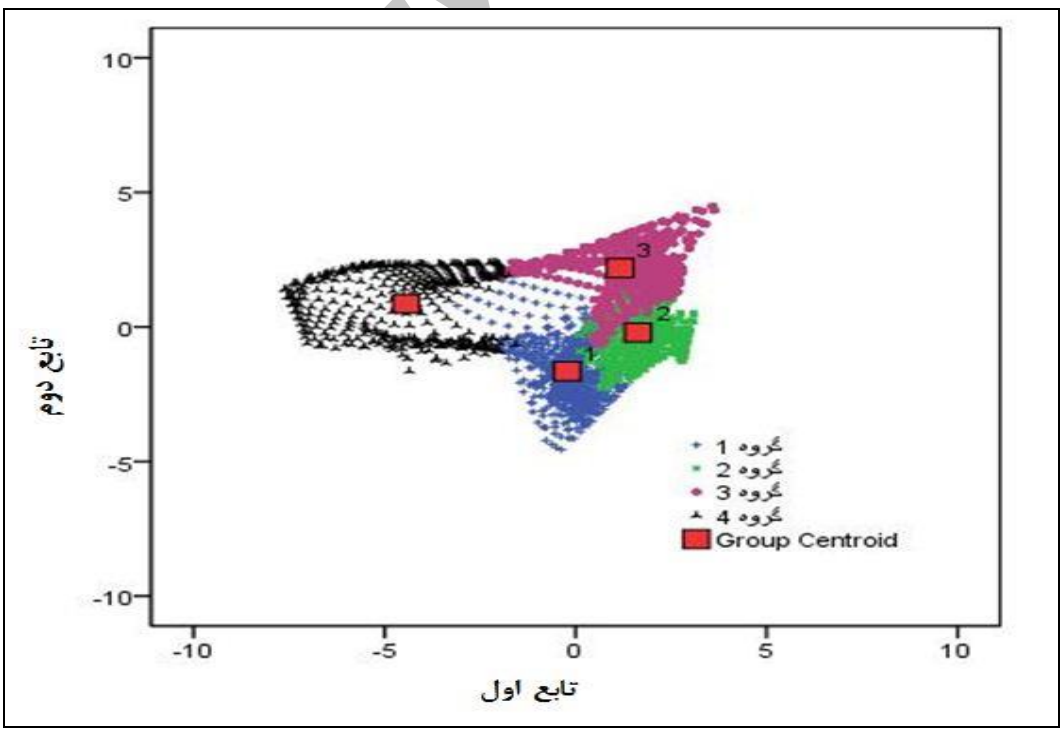
www.SID.ir

L1= 0.56Jun max + 0.726Jul max + 0.595Oct max + 0.722Aug max + 0.339Nov max + 0.71Sep max + 0.464May max + 0.323Apr max + 0.533Aug min + 0.327Sep min + 0.583Jul min + 0.411Jun min + 0.297Oct min + 0.371Apr min + 0.41Mar min + 0.221Nov min + 0.268Feb min + 0.263Dec min + 0.056Jan max + 0.171Feb max + 0.15Dec max + 0.217Jan min + 0.335Mar max+.348May min

L2= -.13Jun max - 0.231Jul max - 0.11Oct max - 0.263Aug max + 0.127Nov max - 0.228Sep max + 0.043May max + 0.161Apr max + 0.499Aug min + 0.568Sep min + 0.468Jul min + 0.411Jun min + 0.575Oct min + .547May min + 0.505Apr min + 0.531Mar min + 0.562Nov min + 0.161Feb min + 0.49Dec min + 0.284Jan max + 0.342Feb max + 0.188Dec max + 0.529Jan min + 0.228Mar max

L3=337Jun max + 0.187Jul max + 0.517Oct max + 0.208Aug max + 0.559Nov max - 0.209Sep max + 0.56May max + 0.305Apr max - 0.346Aug min - 0.377Sep min - 0.296Jul min - 0.319Jun min - 0.264Oct min - 0. 317May min - 0.257Apr min - 0.094Mar min - 0.121Nov min - 0.002Feb min + 0.029Dec min + 0.409Jan max + 0.368Feb max + 0.533Dec max + 0.067Jan min + 0.331Mar max

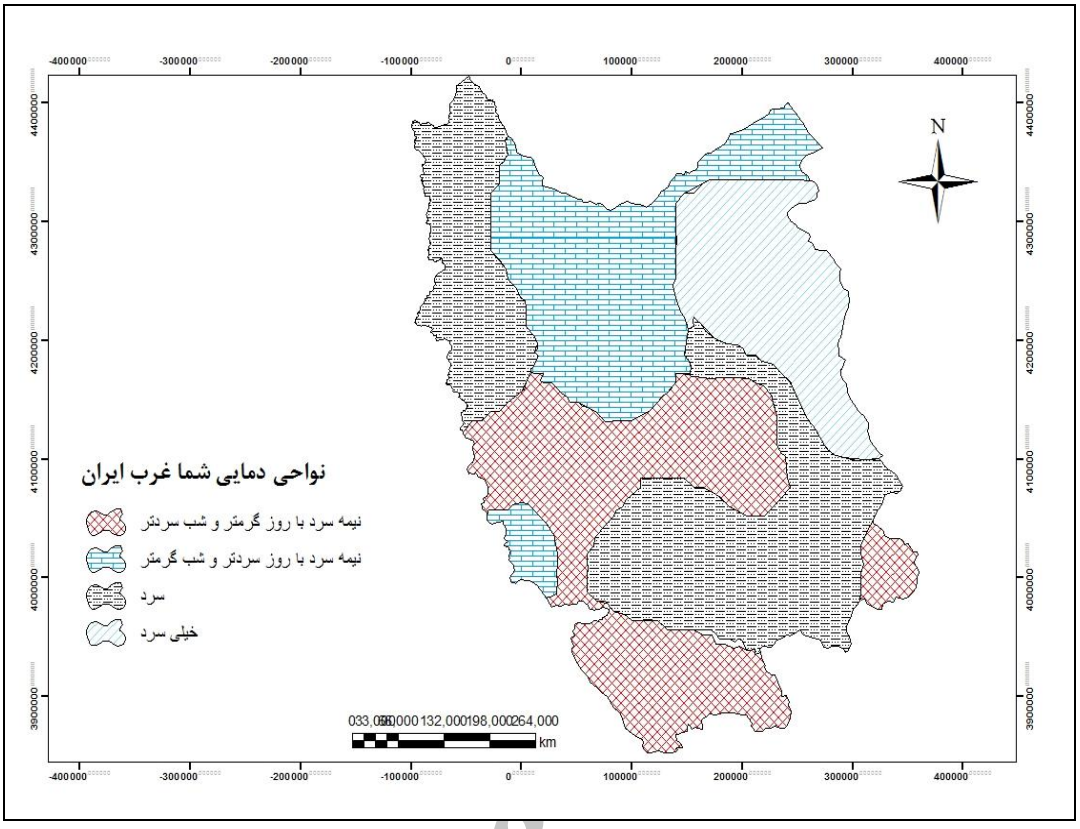
در توابع تشخیص به‌دست آمده هر یک از متغیرهای موجود بیانگر هر یک از متغیرهای دمای کمینه و بیشینه ماهانه‌ی مورد مطالعه می‌باشد. در این توابع هر یک از ضرایب پارامترها تقریبا نقشی همانند ضرایب رگرسیون را دارند. برای مثال در تابع اول متوسط دمای بیشینه جولای با ضریب ۰/۷۲۶ بیش‌ترین ضریب را به خود اختصاص داده و بیانگر این است که به ازای یک واحد تغییر در مجموع دمای بیشینه ماه ژانویه، ۰/۷۲۶ واحد تغییر در تابع خطی اول رخ می‌دهد.



شکل ۹: تفکیک گروه‌های حاصل از تحلیل خوشه‌ای و تخصیص نقاط ارزیابی به گروه‌ها با استفاده از توابع تشخیص

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۰: نواحی دمایی شناسایی شده حاصل از تحلیل ممیزی

شکل (۹) مراکز ثقل هر یک از گروه‌ها و پراکنش یاخته‌های هر یک از گروه‌های به‌دست آمده از تحلیل ممیزی را نشان می‌دهد. محور افقی این نمودارها تابع اول و محور عمودی تابع دوم را نشان می‌دهد. این شکل نمایش توزیع نقاط را در هر یک از گروه‌های نسبت داده شده نشان می‌دهد. هر چه تعداد نقاط بیش‌تری حول مراکز ثقل یا مرکز گروه‌ها پراکنش داشته باشند نشان از شایستگی بیش‌تر در همگونی درونی گروه‌ها است. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که هر چهار گروه توسط هر دو تابع اول و دوم از همدیگر متمایز شده‌اند.

با به‌کارگیری داده‌های گروه‌بندی حاصل از تحلیل خوشه‌ای در تحلیل ممیزی، دوباره گروه‌ها بر اساس توابع تشخیص از همدیگر تفکیک شدند. جهت انجام تحلیل ممیزی نرم‌افزار SPSS\16 مورد استفاده قرار گرفت. شکل شماره ۱۰ نتایج حاصل را نشان می‌دهد. با نگاهی اولیه می‌توان دریافت تغییری جزئی در مرزبندی گروه‌ها ایجاد شده است. بیش‌ترین تفاوت حاصل از تفکیک گروه‌ها در گروه دوم است که ۰/۷ درصد گروه‌بندی تحلیل خوشه‌ای با تحلیل ممیزی اختلاف دارد. بیش‌ترین شباهت نیز در گروه چهارم دیده می‌شود که تفاوت حاصل از گروه‌بندی خوشه‌ای و ممیزی ۰/۳ درصد می‌باشد. در کل تفاوت حاصل از گروه‌بندی تحلیل خوشه‌ای با گروه‌بندی حاصل از تحلیل ممیزی ۱/٦٪ است و نشان می‌دهد که تفاوت فاحشی در درصد مساحت گروه‌ها با هم دیده نمی‌شود جدول

Archive

www.SID.ir

(۲). بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان نتایج تحلیل ممیزی را مصداقی بر نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای دانست.

جدول ۲- درصد مساحت هر یک از گروه‌های حاصل از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی

شماره گروه	درصد مساحت گروه ها	
	تحلیل خوشه‌ای	تحلیل ممیزی
اول	٪۳۳/۳	٪۳۳/۸
دوم	٪۲۹/٦	٪۲۸/۹
سوم	٪۲۲	٪۲۱/۹
چهارم	٪۱۵/۱	٪۱۵/٤

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از روش خوشه‌بندی وارد و بر مبنای دماهای حداکثر و حداقل ماهانه، ٤ ناحیه دمایی متفاوت از همدیگر در شمال‌غرب کشور تشخیص داده شد. برای ارزیابی صحت تحلیل خوشه‌ای در شناسایی گروه‌های دمایی نیز از تحلیل ممیزی استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل ممیزی، گروه‌ها فقط در ۱/٦ درصد مساحت با تحلیل خوشه‌ای تفاوت داشتند و نشان می‌دهد تفاوت فاحشی بین نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی وجود ندارد که می‌تواند مصداقی بر نتایج حاصل از گروه‌بندی خوشه‌ای باشد. ویژگی‌های گروه‌های حاصل از تحلیل خوشه‌ای بررسی و مقایسه شد. معلوم گردید که گروه‌ها به طور کلی با همدیگر اختلافات و تفاوت‌های کما بیش فاحشی دارند. با توجه به نتایج به‌دست آمده هسته کمینه دما بر روی استان اردبیل قرار گرفته است که بر روی سطوح ارتفاعی بالا منطبق است و بیش‌ترین دما نیز مربوط به نواحی شمال استان اردبیل و قسمت اعظم استان آذربایجان‌شرقی و قسمت کمی از جنوب استان آذربایجان‌غربی می‌باشد که نسبت به مناطق پیرامون از ارتفاع کم‌تری برخوردارند. می‌توان گفت نقش ارتفاعات به عنوان یکی از عوامل کنترل کننده عناصر اقلیمی به ویژه کاهش دمای اطراف به خوبی قابل تشخیص است. بر اساس پراکندگی نواحی دمایی شناسایی شده می‌توان گفت که منطقه شمال‌غرب ایران دارای نظام دمایی همگنی نبوده، به‌طوری‌که شرق و غرب منطقه مورد مطالعه سردتر از دیگر نقاط می‌باشند. ارتفاع عامل غالب در پراکنش دمای منطقه شمال‌غرب محسوب می‌شود. بر اساس همبستگی دما با ارتفاع ایستگاه‌ها، با بهره‌گیری از مدل رقومی ارتفاع در برآورد الگوهای هم‌دما، نواحی دمایی سرد ارتفاعات بالا شناسایی شد. آرایش جغرافیایی نواحی دمایی شناسایی شده نشان داد که تحلیل خوشه‌ای می‌تواند ابزار مناسبی برای شناسایی نواحی دمایی به حساب آید.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- اشرفی، س (۱۳۸۹)، «پهنه‌بندی بارش شمال‌غرب ایران با استفاده از روش‌های تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی»، ***پژوهش‌های اقلیم‌شناسی***، شماره ۳ و ٤، صص ٤۲-۲۵.

- اکبری، ط؛ مسعودیان، ا (۱۳۸۸)، «شناسایی رژیم دمایی و پهنه‌بندی نواحی دمایی ایران»، ***جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی***، شماره ۳۳، صص ۷٤-۵۹.

- جهانبخش، س؛ ذوالفقاری، ح (۱۳۸۱)، «بررسی الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران»، ***تحقیقات جغرافیایی***، شماره ٦۳ و ٦٤، صص ۲۵۸-۲۳۳.

- حیدری، ح؛ علیجانی، ب (۱۳۷۸)، «طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره»، ***نشریه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره*** ۳۷، صص ۷٤-۵۷.

- فرشادفر، ع (۱۳۸٤)، «***اصول و روش‌های آماری چند متغیره***»، کرمانشاه، طاق بستان، ۷۳٤ ص.

-قویدل‌رحیمی، ی (۱۳۹۰)، «رابطه دماهای فرین پایین فراگیر دوره سرد آذربایجان با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال»، ***فضای جغرافیایی***، شماره ۳۵، صص ۱۸٤-۱۵۵.

-فرج‌زاده، م (۱۳۸٦)، «***تکنیک‌های اقلیم‌شناسی***»، تهران، انتشارات سمت، ۲۸۷ ص.

- رضیئی، ط؛ عزیزی، ق (۱۳۸٦)، «منطقه‌بندی رژیم بارشی غرب ایران با استفاده از روش‌های تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی»، ***تحقیقات منابع آب ایران***، شماره ۲، صص ٦۵-٦۲.

- علیجانی، ب؛ قویدل رحیمی، ی (۱۳۸٤)، «مقایسه تغییرات دمای سالانه تبریز با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین با استفاده از روش‌های رگرسیون خطی و شبکه عصبی»، ***جغرافیا و توسعه، شماره*** ٦، صص ۳۸-۲۱.

- علیجانی، ب؛ ذوالفقاری، ح (۱۳۸۷)، «شناسایی الگوهای سینوپتیکی سرماهای شدید شمال‌غرب ایران»، ***پژوهش های جغرافیایی طبیعی***، شماره ٦۵، صص ۱٦-۱.

-عساکره، ح (۱۳۸۹)، «تحلیل تغییرات بارش‌های فرین شهر زنجان»، ***پژوهش‌های اقلیم‌شناسی***، شماره ۱ و ۲، صص ۱۰۰-۸۹.

- غیور، ح؛ منتظری، م (۱۳۸۳)، «پهنه‌بندی رژیم‌های دمایی ایران با مولفه‌های مبنا و تحلیل خوشه‌ای»، ***مجله جغرافیا و توسعه، شماره*** ٤، صص ۳٤-۲۱.

- مانلی، بی. اف. جی (۱۳۷۳)، «***آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره***»، ترجمه (مقدم، م و محمدی شوطی، ا وآقائی سربزه، م)، تبریز، انتشارات پیشتاز علم.

Archive of SID

www.SID.ir

- مسعودیان، ا (۱۳۸۲)، «نواحی اقلیمی ایران»، ***مجله جغرافیا و توسعه، شماره*** ۲، صص ۱۸۵-۱۷۱.

- مسعودیان، ا (۱۳۸۸)، «نواحی بارشی ایران»، ***مجله جغرافیا و توسعه، شماره*** ۱۳، صص ۹۱-۷۹.

- مسعودیان ا (۱۳۹۰)، «***آب‌وهوای ایران***»، تهران، انتشارات شریعه توس، ۲۷۷ ص.

- مسعودیان، ا؛ زینالی، ح؛ حجتی‌زاده، ر (۱۳۸۷)، «نواحی دمایی ایران»، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ۲ (۸۹) ، صص ۱۸-۳.

- مومنی، م (۱۳۹۰)، «***خوشه‌بندی داده‌ها (تحلیل خوشه‌ای)***»، تهران، انتشارات مولف، ۲۹۶ ص.

- Burlando, M., Antonelli, M., Ratto, F.C., (2008), "Mesoscale wind climate analysis: identification of anemological regions and wind regimes", ***International Journal of Climatology***, 28: 629-641.

- Camargo, S.j., Robertson, A.w., Gaffney, S.j., Smyth. P., Ghil, M., (2007), "Cluster Analysis of Typhoon Tracks.Part II:Large-Scale Circulation and ENSO", ***Journal of Climate***, 20: 3654-3676.

- Darby, Lisa.s., (2005), "Cluster Analysis of Surface Winds in Houston,Texas, and the Impact of Wind Patterns on Ozone", ***Journal of Applied Meteorology***, 44: 1788-1806.

- Evrendilek, F., Berberoglu, S., (2008), "Quantifying spatial patterns of bioclimatic zones and controls in Turkey", ***Theoretical and Applied Climatology***, 91:35-50.

- Jacobeit. J., (2010), "Classifications in climate research", ***Physics and Chemistry of the Earth***, 35 : 411–421.

- Lyigun C., Türkeş, M., Batmaz, İ., Yozgatligil, C., Purutçuoğlu, V., Koç, E.K., Öztürk, M. Z., (2013), "Clustering current climate regions of Turkey by using a multivariate statistical method", ***Theoretical and applied climatology***, 114(1-2): 95-106

- Michailidou, C., Maheras, P., Arseni-Papadimititriou, A., Kolyva-Machera, F., (2009), "Anagnostopoulou, A., study of weather types at Athens and Thessaloniki and their relationship to circulation types for the cold-wet period, part II: discriminant analysis", ***Theoretical and Applied Climatology***, 97: 179–194.

- Sahin, S., Cigizoglu, H.K., (2013), "The effect of the relative humidity and the specific humidity on the determination of the climate regions in Turkey", ***Theoretical and applied climatology***, 112 (3-4): 469-481.

-hardle, w., simar, l., (2001), "***Applied Multivariate Statistical Analysis***", Humboldt-University Zu, Berlin.

Archive of SID

www.SID.ir