Archive of SID

مجله پژوهش آب ایران
جلد ۹/ شماره ۲/ پیاپی ۱۷/ تابستان ۱۳۹۴ (۱۲۱-۱۲۶)

ناحیه‌بندی آب و هوایی استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از تکنیک‌های نوین آماری

محسن عباس‌نیا[۱]* و محمد باعقیده[۲]

چکیده

در برنامه‌ریزی‌های توسعه و عمران یک منطقه، آب و هوا نقش اصلی را بر عهده دارد و مهم‌ترین جلوه کار آب و هواشناسان ابداع طبقه‌بندی‌های آب و هوایی است. استان چهارمحال و بختیاری منطقه‌ای کوهستانی در جنوب غرب ایران است که با توجه به تنوع توپوگرافی دارای توزیع متفاوت عناصر اقلیمی به‌خصوص بارش و دما است. در این پژوهش در راستای شناسایی دقیق خرده نواحی اقلیمی این استان از روش‌های آماری چندمتغیره تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای، استفاده شد. بدین منظور تعداد ۲۶ متغیر اقلیمی از ۶ ایستگاه هواشناسی استان انتخاب شدند. سپس برای برطرف کردن کمبود ایستگاه‌های اقلیمی شاهد، در سراسر پهنه استان طی فرایند میان‌یابی IDW، ماتریس پهنه‌ای داده‌ها به ابعاد۲۶×۴۶ (متغیرها×گره‌گاه‌ها) به دست آمد. ماتریس اخیر داده‌های اقلیمی برای سراسر پهنه استان را فراهم کرد و بدین ترتیب مبنای ناحیه‌بندی قرار گرفت. نتایج تحلیل عاملی روی ماتریس پهنه‌ای داده‌ها نشان داد، شکل‌گیری اقلیم استان متأثر از ۴ عامل است که به‌ترتیب اهمیت عبارتند از: عامل بارشی، عامل آسمان صاف، عامل دمایی و عامل رطوبت. بعد از شناسایی عامل‌ها، درنهایت با اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس نمرات عاملی وجود ۴ ناحیه اقلیمی متمایز در استان تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: آب و هوایی، استان چهارمحال و بختیاری، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای، میان‌یابی IDW، ناحیه‌بندی.

ارجاع: عباس‌نیا م. و باعقیده م. ۱۳۹۴. ناحیه‌بندی آب و هوایی استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از تکنیک‌های نوین آماری. مجله پژوهش آب ایران. ۱۷:۱۲۱-۱۲۶.

۱- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۲- استادیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزواری.
*** نویسنده مسئول**: **am_abbasnia@pgs.usb.ac.ir**
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۳۰

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

استان چهارمحال و بختیاری در قلمروی مرکزی رشته کوه‌های زاگرس قرار دارد. وجود تنوع ناهمواری از یک‌سو و قرارگیری این استان بر سر راه توده هواهای غربی زمستانه از دیگرسو، سبب ایجاد خرده‌اقلیم‌های متمایزی در استان شده است به طوری که شناخت صحیح این ویژگی‌های اقلیمی می‌تواند، در امر برنامه‌ریزی و دستیابی به توسعه همه جانبه استان، نقش اصلی را ایفا کند.

از نظر هارتشون، جغرافیا افتراق مکانی زمین را به‌عنوان زیستگاه انسانی مطالعه می‌کند (شکوئی، ۱۳۷۸). لزوم این ناحیه‌بندی به‌خصوص درآب و هواشناسی مشخص است (علیجانی، ۱۳۷۹). اولین بار کوپن در سال ۱۹۰۹روش مهم تقسیم‌بندی اقلیمی خود را به دنیا عرضه کرد (گنجی، ۱۳۳۴). در ایالات متحده تورنت وایت در سال ۱۹۳۱ یک روش تجربی طبقه‌بندی سلسله مراتبی را برحسب الگوی سالانه رطوبت خاک معرفی کرد. در همان سال پنمن در انگلستان روشی برای محاسبه تبخیر بر مبانی فیزیکی ارائه داد. به همین دلیل از این پس به طور اساسی شناسایی نواحی اقلیمی بر حسب تحلیل‌های چندمتغیره بود (مسعودیان، ۱۳۸۲). وایت و پری (۱۹۸۹) نیز با استفاده از ۱۶متغیر اقلیم کشاورزی، در دوره آماری ۱۹۴۱ تا ۱۹۷۱ نواحی انگلستان و ولز را به ۱۰ اقلیم متمایز تقسیم کردند. روش مورد استفاده آن‌ها تجزیه مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای بود (وایت وپری، ۱۹۸۹). تجزیه مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی از جمله روش‌هایی هستند که به طورگسترده، برای ناحیه‌بندی اقلیمی استفاده می‌شوند. نیونهام (۱۹۶۸)، اهرندرفر (۱۹۸۷)، فاول (۱۹۹۹)، پایندا مارتینز و همکاران (۲۰۰۷)، بجورن و همکاران (۲۰۱۰) و یونس (۲۰۱۱) از این روش‌ها برای کاهش ابعاد متغیرها استفاده کرده‌اند.

در ایران نیز، مطالعات اقلیمی براساس روش‌های چندمتغیره در حال توسعه روزافزون است. شمار پژوهش‌هایی که تعداد بالای عناصر اقلیمی را در قلمروی ملی مطالعه کرده باشند، کم است. زاهدی پانزده ایستگاه هواشناسی آذربایجان را در دوره آماری (۱۹۵۰-۱۹۷۷) با استفاده از روش کوپن، به پنج ناحیه مجزا تقسیم‌بندی کرده است. یکی از نکته‌های قابل تأمل در نتیجه حاصل از مطالعه نامبرده، قرارگرفتن ایستگاه مرطوب آستارا در کنار ایستگاه‌های نیمه‌خشک مانند تبریز و ارومیه است. به نظر می‌رسد این نتیجه، ناشی از ناتوانی روش سنتی کوپن در تفکیک اقلیم‌های مختلف است (زاهدی، ۱۳۷۲). به طور کلی هیچ‌کدام از طبقه‌بندی‌های انجام شده در گذشته برای کشور ما، به خاطر استفاده از تعداد کم پارامترهای اقلیمی در محاسبات خود و سایر نقص‌های موجود در این روش‌ها، عملاً مفید نبوده‌اند، به همین دلیل استفاده از تحلیل‌های چندمتغیره آماری در دو دهه اخیر، در مطالعات اقلیمی کم‌کم طرفداران زیادی پیدا کرده‌اند. پژوهش‌گرانی زیادی نظیر حیدری و علیجانی (۱۳۷۸)، ترابی و جهان‌بخش (۱۳۸۳)، مسعودیان و عطایی (۱۳۸۴)، سلیقه و اسمعیل‌نژاد (۱۳۸۷) و امیراحمدی و عباس‌نیا (۱۳۸۹) در پهنه‌بندی اقلیمی خود بر روی نواحی مختلف ایران، از تحلیل‌های آماری چندمتغیره استفاده کرده و به نتایج اطمینان بخشی، برای شناسایی دقیق‌تر و خردتر نواحی آب و هوایی براساس عامل‌های به وجود آورنده آن، دست یافتند. امروزه در برنامه‌ریزی‌های توسعه و عمران یک منطقه، پهنه‌بندی اقلیمی ضروری است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش با روش‌های آماری چندمتغیره، به شناسایی دقیق خرده نواحی اقلیمی موجود در استان چهارمحال و بختیاری پرداخته شد. بدین منظور میانگین سالانه تعداد ۲۶ متغیراقلیمی (جدول ۱) از ۶ ایستگاه هواشناسی استان (شکل ۱) با حداکثر طول دوره آماری، انتخاب و پس از تجزیه و تحلیل و رفع نقص داده‌ها استفاده شد.

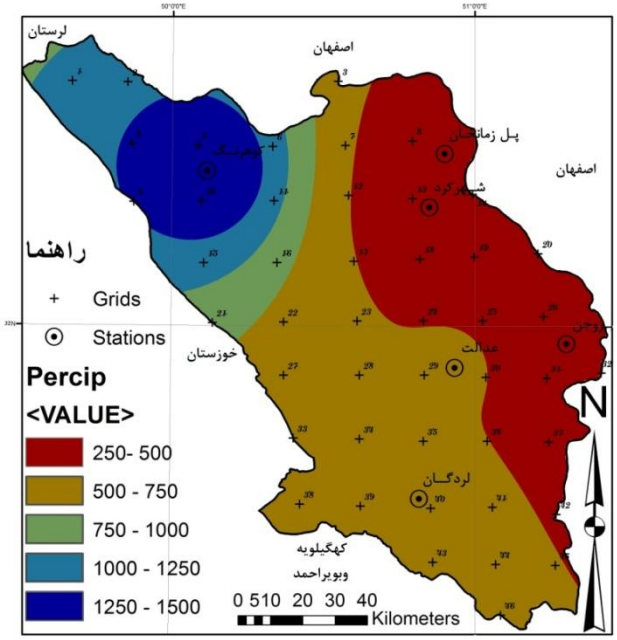
در ادامه با توجه به تنوع توپوگرافی و کمبود ایستگاه‌های شاهد در این استان، برای آنکه بتوان تمام نقاط استان را تحت پوشش دقیق متغیرهای اقلیمی ۶ ایستگاه هواشناسی موجود قرار داد، از روش میان‌یابی IDW استفاده شد (شکل ۱). از آنجا که در روش میان‌یابی IDW (معکوس فاصله) فرض براین استوار است که نقاط نمونه‌ای، اثر وزنی دارند و از مکان تأثیر می‌گیرند، به بیان دیگر پیکسل‌های مکانی نزدیک‌تر به نقاط نمونه‌ای، اثر بیشتری نسبت به پیکسل‌های مکانی دورتر از این نقاط می‌گیرند، بنابراین از روش میان‌یابی معکوس فاصله برای انجام پهنه‌بندی، استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ماتریس بارهای عاملی بر روی متغیرها (۴*۲۶)

متغیرها	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳	عامل ۴
بارش بیش از ۱ میلی‌متر	۰/۸۹	۰/۱۷	-۰/۴۰	۰
بارش بیش از ۵ میلی‌متر	۰/۹۳	۰/۱۳	-۰/۳۱	۰
بارش بیش از ۱۰ میلی‌متر	۰/۹۵	۰	-۰/۲۹	۰
متوسط دمای خشک	-۰/۳۲	۰/۴۹	+۰/۷۱	-۰/۳۶
متوسط حداقل دما	-۰/۱۶	۰/۹۸	۰	۰
متوسط حداکثردما	-۰/۳۲	۰/۴۴	۰/۸۲	۰
حداکثردمای مطلق	-۰/۲۲	۰/۱۳	۰/۸۷	۰/۳۵
حداقل دمای مطلق	۰	۰/۵۵	۰/۷۲	۰
دامنه تغییرات دما	-۰/۵۱	۰	۰/۸۲	۰
فشار بخار آب	-۰/۴۵	۰/۱۳	۰/۷۹	۰/۳۳
برف و بوران	۰/۸۴	-۰/۴۹	۰	۰/۱۶
یخبندان	۰	-۰/۸۲	-۰/۴۲	۰/۳۷
دید کمتر از ۲ کیلومتر	۰/۹۳	-۰/۲۲	۰	۰/۲۵
میزان آسمان ابری ۸-۷ اکتا	۰/۹۳	-۰/۲۱	۰	۰/۲۶
آسمان صاف	۰/۴۱	۰/۸۶	۰/۱۱	۰/۲۴
متوسط سرعت باد	-۰/۲۰	-۰/۷۵	-۰/۲۹	-۰/۴۸
روزهای غباری	-۰/۶۷	۰	-۰/۲۶	-۰/۶۳
ساعات آفتابی	-۰/۸۸	۰/۱۹	۰	-۰/۴۱
حداکثر بارش روزانه	۰/۸۴	۰	-۰/۵۳	۰
کل بارش سالانه	۰/۹۴	۰	-۰/۳۰	۰
شمار روزهای بارشی	۰/۸۶	۰	-۰/۳۸	-۰/۲۳
دمای بالای ۲۱ درجه	۰	۰/۷۶	۰/۴۳	-۰/۴۷
فشار سطح ایستگاه‌ها	-۰/۳۰	۰/۹۴	۰	۰
متوسط رطوبت نسبی	۰/۱۱	۰	۰	۰/۹۸
حداکثر رطوبت نسبی	۰/۲۲	-۰/۱۴	۰/۴۳	۰/۸۶
حداقل رطوبت نسبی	۰	۰	-۰/۱۵	۰/۹۶



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های استان (نمونه میان‌یابی)

www.SID.ir

Archive of SID

با اجرای میان‌یابی IDW مقدار ۲۶ عنصراقلیمی به پهنه ۴۶ نقطه گره‌گاهی بسط داده شد. به طوری که فاصله هر گره‌گاه از یکدیگر ۲۰ کیلومتر انتخاب شد و ماتریس ۲۶×۶ (متغیرها×ایستگاه‌ها) طی این فرایند به ماتریس ۲۶×۴۶ (متغیرها×گره‌گاه‌ها) در سراسر استان تبدیل شد. ماتریس همبستگی اخیر نیز، به عنوان ورودی مدل تحلیل عاملی با آرایه‌ی R استفاده شد. در تحلیل عاملی با توجه به همبستگی درونی، متغیرهای اقلیمی همبسته با یکدیگر ترکیب می‌شوند و متغیر جدیدی به نام عامل یا مؤلفه اصلی به دست می‌آید. الگوی تحلیل عاملی به‌صورت معادله زیر است:

$$x_1\mu_1 = \iota_{11}f_1 + \iota_{12}f_2 + \ldots\iota_{1m}f_m + \varepsilon_1$$
$$x_2\mu_2 = \iota_{21}f_1 + \iota_{x_1\ldots x_n 22}f_2 + \ldots\iota_{2m}f_m + \varepsilon_2 \qquad (۱)$$
$$\ldots x_p\mu_p = \iota_{p1}f_1 + \iota_{p2}f_2 + \ldots\iota_{pm}f_m + \varepsilon$$

در معادله فوق فرض می‌شود که بردار تصادفی قابل مشاهده X، دارای p مؤلفه ثابت مشترک ι و p مولفه خاص ε و همچنین دارای k متغیر تصادفی و غیرقابل مشاهده f، با میانگین μ است.

در ادامه با تجزیه ماتریس همبستگی داده‌های پهنه‌ای در محیط SPSS، ماتریس نمرات عاملی بر روی گره‌گاه‌ها به ابعاد ۴×۴۶ (عامل‌ها×گره‌گاه‌ها) و ماتریس بارهای عاملی بر روی متغیرها به ابعاد ۴×۲۶ (عامل‌ها×متغیرها) به دست می‌آید. در بیشتر موارد نتایج نهایی فرایند تحلیل عاملی، به‌عنوان داده‌های اولیه روش خوشه‌بندی استفاده می‌شوند (علیجانی، ۱۳۸۱). بنابراین برای پاسخ‌گویی به این پرسش، که باتوجه به عوامل سازنده اقلیم، چند ناحیه آب و هوایی در استان وجود دارد، روش خوشه‌بندی وارد با استفاده از روش سلسله مراتبی به کار برده شد. با استفاده از اجرای فرایند تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس نمرات عاملی، گره‌گاه‌ها دسته‌بندی شدند. در این روش تعیین فاصله اعضاء از یکدیگر، براساس هندسه اقلیدسی انجام می‌شود. به‌عبارتی ابتدا با اندازه‌گیری فاصله اقلیدسی عناصر اقلیمی همه نقاط مکانی ماتریس P، درجه ناهمانندی مکان‌ها با یکدیگر سنجیده می‌شوند (معادله ۲). سپس خوشه‌هایی که واریانس و پراش ناشی از ادغام آن‌ها، نسبت به ادغام هر یک از آن‌ها با دیگر خوشه‌ها کمینه باشد، با یکدیگر ادغام خواهند شد.

$$d_{rs}^2 = (p_r - p_s)(p_r - p_s) \qquad (۲)$$

در معادله فوق d_{rs}^2 فاصله اقلیدسی نقطه (یا گروه) r ام به مختصات (φr , λr) و نقطه (یا گروه) Sام به مختصات (φ_s , λ_s) است؛ P_r متغیر اقلیمی نقطه (یا گروه) r ام؛ P_s متغیر اقلیمی نقطه(یا گروه) Sام است. بطورکلی در آغاز فرآیند خوشه‌بندی به تعداد مشاهدات، خوشه وجود دارد و در آخرین مرحله همه مشاهدات در چند خوشه محدود جمع می‌شوند.

نتایج و بحث

تحلیل عاملی با روش مؤلفه‌های مبنا و دوران واریمکس نشان داد که ۲۶ عنصر اقلیمی استان را با توجه به همبستگی درونی آن‌ها می‌توان در ۴ عامل خلاصه کرد. مجموع این ۴ عامل اقلیمی حدود ۹۷/۸ درصد از واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کنند. بنابراین این عامل‌ها نقش اصلی و مهمی را در شکل‌گیری اقلیم استان دارند.

عامل اول- بارشی

این عامل به تنهایی حدود ۳۷/۶ درصد واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کند. بنابراین مهم‌ترین عامل مؤثر در اقلیم ناحیه است. متغیرهای بارشی، آسمان ابری و دیدکم بیشترین وزن را روی عامل اول نشان می‌دهند (جدول ۱). قلمروی اصلی حاکمیت عامل بارشی در محدوده غرب و شمال غرب استان دیده می‌شود.

عامل دوم - آسمان صاف

این عامل حدود ۲۱/۹ درصد واریانس کل داده‌ها را تبیین می‌کند و رابطه مستقیمی با متغیرهای آسمان صاف، دمای بالای ۲۱ درجه نشان می‌دهد (جدول ۱). محدوده بیشینه حاکمیت این عامل در نیمه جنوبی استان، به‌خصوص در ایستگاه لردگان مشاهده می‌شود.

عامل سوم- دمایی

عامل دمایی حدود ۲۰/۹ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند و متغیرهای دمایی، بیشترین بار را روی آن دارند (جدول ۱). قلمروی بیشینه حاکمیت دمایی در محدوده ایستگاه‌های پل زمانخان و ایستگاه لردگان قراردارد.

عامل چهارم- رطوبت

عامل رطوبت با تبیین حدود ۱۷/۳درصد از واریانس کل

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌ها، آخرین عامل مؤثر در اقلیم استان است و با متغیرهای متوسط رطوبت نسبی، حداقل و حداکثر رطوبت نسبی رابطه مستقیم ولی با متغیرهای متوسط دمای خشک، ساعات آفتابی و سرعت باد رابطه معکوسی را نشان می‌دهد (جدول ۱).

با استفاده از روش خوشه‌بندی وارد (خوشه‌بندی براساس فاصله) ۴۶ ایستگاه گرەگاهی استان براساس نمرات عاملی دسته‌بندی شدند که براساس شکل درخت خوشه‌بندی و محل قطع کلاسترها، چهار ناحیه اقلیمی متمایز تشخیص داده شد (شکل ۲).

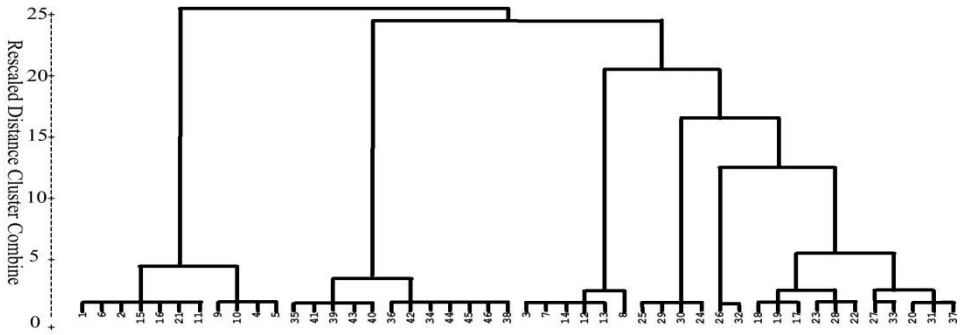
پس از روشن شدن گروه اقلیمی هر یک از نقاط نمونه ایستگاهی (گره‌گاه‌ها)، موقعیت مکانی نقاط نشان داد که نقاط هم‌گروه، بیشتر در همسایگی یکدیگر جای گرفته‌اند و قلمروی مکانی یکپارچه‌ای را می‌پوشانند. به عبارتی از آن جا که تحلیل خوشه‌ای روی گره‌گاه‌ها انجام شد، گره‌گاه‌هایی که همگی جزو یک خوشه قرار گرفته بودند، جزو یک ناحیه قرار داده شدند. درنهایت براساس ویژگی‌های اقلیمی و توپوگرافی موجود در هر ناحیه اقلیمی، نام‌گذاری نواحی انجام شد، که عبارتند از:

الف) ناحیه مرطوب معتدل گرم (ایستگاه نماینده: لردگان)

ب) ناحیه نیمه‌مرطوب معتدل سرد (ایستگاه‌های نماینده: بروجن، عدالت)

ج) ناحیه نیمه‌مرطوب شبه کوهستانی (ایستگاه‌های نماینده: پل زمانخان، شهرکرد)

د) ناحیه مرطوب کوهستانی (ایستگاه نماینده: کوهرنگ)



شکل ۲- نمودار درختی خوشه‌بندی سلسله مراتبی نواحی اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری

نتیجه‌گیری

گوناگونی عوامل محلی و به‌خصوص تنوع توپوگرافی موجود در استان چهارمحال و بختیاری، سبب شده که پهنه گسترده این استان، از خرده اقلیم‌ها و نواحی نامتجانس اقلیمی برخوردار باشد. بدین منظور با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، اقدام به شناسایی خرده نواحی اقلیمی شد. پس از بررسی تحلیل عاملی روی ۲۶ عنصر اقلیمی استان، چهار عامل اصلی اقلیمی شناسایی شد. این عوامل به‌ترتیب اهمیت عبارتند از: بارشی؛ آسمان صاف؛ دمایی؛ رطوبت. در بین کلیه عوامل اقلیمی استخراجی، عامل بارشی با ۳۷/۶ درصد تبیین واریانس کل داده‌ها، مهم‌ترین نقش را در تعیین تنوع اقلیمی استان دارد. به طوری که در غرب و شمال غرب استان به خاطر وجود ارتفاعات شاخص و قرارگیری در مسیر توده‌های باران‌آور غربی، با افزایش بارش و یا کاهش آن، تغییرات اقلیمی محسوس‌تر است.

به‌عبارتی قلمروی حاکمیت عامل بارشی بیشتر در محدوده شمال غربی استان است. عامل دوم (آسمان صاف) نیز در نیمه جنوبی استان دیده می‌شود. عامل سوم (دمایی) بیشتر در محدوده ایستگاه‌های پل زمانخان و شهرکرد، در نیمه شمال‌شرقی و نیز محدوده ایستگاه لردگان در نیمه جنوبی استان دیده می‌شود. عامل چهارم (رطوبت) محدوده مرکزی و شمال‌شرقی استان را دربرمی‌گیرد. به‌عبارتی ایستگاه‌های شهرکرد، پل زمانخان و عدالت را شامل می‌شود. در مجموع این چهار عامل حدود ۹۷/۸ درصد از رفتار اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری را توجیه کردند. پس از تعیین قلمروی مکانی عامل‌ها، با استفاده از روش خوشه‌بندی وارد و طبقه‌بندی ایستگاه‌های استان، چهار ناحیه اقلیمی متمایز تشخیص داده شد، که برتری کامل روش‌های آماری چندمتغیره را در شناسایی پهنه‌های متمایز آب و هوایی، نسبت به روش‌های ناحیه‌بندی تک‌متغیره سنتی، نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. امیراحمدی ا. و عباس‌نیا م. ۱۳۸۹. ناحیه‌بندی آب و هوایی استان اصفهان با استفاده از روش‌های نوین آماری. مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. ۱(۱):۵۳-۶۸.

۲. ترابی س. و جهانبخش س. ۱۳۸۳. تعیین متغیرهای زمینه‌ای در طبقه‌بندی اقلیمی ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. ۱۹(۷۲): ۱۵۰-۱۶۵.

۳. حیدری ح. و علیجانی ب. ۱۳۷۸. طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چندمتغیره. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی. ۳۱ (۳۷):۵۷-۷۴.

۴. زاهدی م. ۱۳۷۲. تعیین آب هوای آذربایجان به روش کوپن. نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز. ۱(۱۴۶):۸۳-۹۶.

۵. سلیقه م. و اسمعیل‌نژاد م. ۱۳۸۷. پهنه‌بندی اقلیمی استان سیستان وبلوچستان. مجله جغرافیا و توسعه. ۶ (۱۲): ۱۱۰-۱۱۶.

۶. شکوئی ح. ۱۳۷۸. اندیشه‌های نو درفلسفه جغرافیا. انتشارات گیتاشناسی. ۲۶۸ ص.

۷. علیجانی ب. ۱۳۷۹. آب و هوای ایران. انتشارات دانشگاه پیام‌نور. ۲۲۱ ص.

۸. علیجانی ب. ۱۳۸۱. اقلیم‌شناسی سینوپتیک. انتشارات سمت. ۲۵۵ ص.

۹. گنجی م. ح. ۱۳۳۴. تقسیمات اقلیمی ایران. مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران. ۱(۲۵):۲۷-۷۲.

۱۰. مسعودیان ا. و عطایی ه. ۱۳۸۴. شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه‌ای. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی). ۱۸(۱):۱-۱۲.

۱۱. مسعودیان ا. ۱۳۸۲. نواحی اقلیمی ایران. مجله جغرافیا و توسعه. ۱(۲): ۱۷۱-۱۸۴.

12. Bjoern H. Bobertz B and Harff J. 2010. Classification of the Pearl River Estuary via Principal Component Analysis and Regionalization. Journal of Coastal Research. 26(4):769-779.
13. Ehrendorfer M. 1987. A regionalization of Austria's precipitation climate using principal component analysis. International Journal of Climatology. 7(1):71-89.
14. Fovel R. G and Fovel M. C. 1993. Climate zones of coterminous United States defined using cluster analysis. Journal of Climate. 6(11):2103-2135.
15. Newnham R. M. 1968. A Classification of Climate by Principal Component Analysis and Its Relationship to Tree Species Distribution. Journal Of Forest Science. 14(3):245-264.
16. Pineda Martinez L. F. Carbajal N. and Medina Roldan E. 2007. Regionalization and Classification of bioclimatic zones in the central-northeastern region of Mexico using principal component analysis (PCA). Journal of Atmosfera. Universidad National Autonoma de Mexico. 20(2):133-145.
17. White F. J. and Perry A. H. 1989. Classification of the climate of England and Wales based on agro climatic data. International Journal of climatology. 9(3):271-291.
18. Yunus F. 2011. Delineation of Climate Divisions for Peninsular Malaysia, Geospatial World Forum, Dimensions and Directions of Geospatial Industry, Hyderabad, India. 42 p.

www.SID.ir