نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۰، شماره ۵۸، زمستان ۱۳۹۵، صفحات ۲۰۲-۱۸۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۲۶ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۰۴/۲۱

ناحیه‌بندی اقلیمی آب قابل بارش جو ایران‌زمین

حسین عساکره[۱]

مهدی دوستکامیان[۲]

چکیده

هدف از این مطالعه پهنه‌بندی آب قابل بارش جو ایران‌زمین می‌باشد. بدین منظور داده‌های فشار و نم‌ویژه طی دوره ۱۹۵۰-۲۰۱۰ از پایگاه داده‌های NCEP/NCAR وابسته به سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات‌متحده استخراج و مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته‌اند. به‌منظور تجزیه تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها از نرم‌افزارهای Surfer, Spss, Matlab بهره گرفته شد. در این مطالعه برای پهنه‌بندی آب قابل بارش ابتدا میانگین و ضریب تغییرات مکانی در ماه‌های مختلف استخراج گردیده است سپس برای ناحیه‌بندی از تحلیل خوشه‌ای استفاده شده است. داده‌های حاصل میانگین و ضریب تغییرات ماهانه آب قابل بارش به روش تجزیه خوشه‌ای ادغام وارد مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت که پس از ترسیم دندروگرام سه پهنه اقلیمی: ناحیه با آب قابل بارش زیاد و ضریب تغییرات کم، ناحیه با آب قابل بارش متوسط و ضریب تغییرات متوسط و ناحیه با آب قابل بارش کم و ضریب تغییرات زیاد مشخص گردید. به‌منظور ارزیابی نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای، از روش تحلیل ممیزی و آزمون تفاضل میانگین استفاده شد. نتایج حاصل از تحلیل ممیزی نشان داد که ۹۸/۲۴ درصد از یاخته‌ها به طور صحیح در گروه مربوط به خود قرارگرفته‌اند.

واژگان کلیدی: پهنه‌بندی، آب قابل بارش[۳]، تحلیل خوشه‌ای[۴]، تحلیل تشخیصی[۵]، ایران.

۱ـ دانشیار اقلیم‌شناسی دانشگاه زنجان. Email:asakereh1@yahoo.com

۲ـ دانشجوی کارشناس ارشد آب و هواشناسی.

3- Perceptible water

4- Cluster analysis

مقدمه

تمام بخار آب موجود در ستونی از جو که قابلیت بارش دارد و از سطح زمین تا نقطه پایانی بخارآب در جو ادامه پیدا می‌کند، آب قابل بارش کلی‌گویند (جوهن[۶] و همکاران ۲۰۰۳: ۳). آب قابل بارش تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله رطوبت تغییر می‌کند (فلاح قالهری ۱۳۹۰، ۳۲۵، آدیوامی[۷] ۲۰۰۹: ۳۶۹-۳۸۰). رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رخداد بارش می‌باشد؛ آگاهی از میزان رطوبت سالانه، فصلی، ماهانه و توزیع مکانی آن یک نمای کلی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیمی مناطق مختلف را نشان می‌دهد؛ بنابراین تغییراتی که در مقدار و توزیع آن ایجاد می‌شود از مهم‌ترین عامل مؤثر در ایجاد شرایط مختلف آب و هوایی می‌باشد. تراکم رطوبت جو همواره باگذشت زمان هم در مقیاس مکان و هم در مقیاس زمانی دچار تغییراتی می‌گردد (کارل[۸] و همکاران، ۲۰۰۷: ۱۰۱-۱۲۰). منشأ رطوبت جو تبخیر از عوامل موجود در سطح زمین (دریاها و اقیانوس‌ها) و تعرق گیاهان می‌باشد؛ به‌طوری که تراکم آن با افزایش ارتفاع از سطح زمین کاهش می‌یابد (نسبیت[۹] و همکاران ۲۰۰۳: ۱۴۷۵-۱۴۵۶، بیاسوتی[۱۰] و همکاران، ۲۰۱۱). از آنجای که بخار آب جو نسبت به سایر گازها حجم کمی از جو را به خود اختصاص داده اما نقش بسیار مهم و کلیدی را در بیلان انرژی، کنترل دما و منبع رطوبت مورد نیاز برای تشکیل ابر و بارندگی مختلف جوی دارد. اندازه‌گیری و کنترل رطوبت موجود در جو در صنایع الکترونیک و شاخه‌های مختلف علوم فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، کشاورزی و سایر علوم دیگر کاربرد زیادی دارد؛ بنابراین بررسی رطوبت موجود در جو می‌تواند در کنار بررسی تغییرات سایر عوامل اقلیمی در شناخت بهتر اقلیم مؤثر می‌باشد (یانگ جی[۱۱] و همکاران، ۲۰۰۱: ۷۸۴-۸۰۱؛ لی می[۱۲] و

5- Discriminant analysis
6 -Johan
7- Adivamay
8- Carel
9- Nesbitt
10 -Biasutti
11- Yang G
12- Lee Mi

همکاران ۲۰۰۷: ۳۴۴-۳۶۶). یکی از نمایه‌های رطوبت آب قابل بارش می‌باشد که در طول روز تحت تأثیر تابش خورشید دچار تغییراتی می‌گردد به‌طوری که در طول روز افزایش و در اواخر بعدازظهر به حداکثر خود می‌رسد و این تغییرات در روزهای توأم با بارش بیش از روزهای بدون بارش می‌باشد (کریستین، ۱۳ ۲۰۰۸: ۲۱۹ -۲۳۱). با این وجود در زمینه آب قابل بارش در ایران مطالعات محدودی انجام شده است. در این مطالعات عمدتاً سعی شده است که ضمن چگونگی برآورد مقدار آب قابل بارش بر اساس داده‌های رادیوسوند و نمودارهای جو بالا، روابط پدیده مذکور با برخی عناصر جوی را مورد بررسی قرار دهند. از جمله این مطالعات، می‌توان به مطالعه ارتباط آب قابل بارش ابر و بارندگی دیدبانی‌شده در منطقه تهران (صادق حسینی و همکاران، ۱۳۸۴)، برآورد آب قابل بارش کلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS و داده‌های رادیوسوند ناحیه تهران (مباشری و همکاران، ۱۳۸۹) و مطالعه نمایه قائم هوای منجر به بارندگی‌های مخرب تابستانه مشهد (بایگی و همکاران ۱۳۸۹) اشاره نمود.

یکی از مؤثرترین عوامل بر حیات یک منطقه، نوع اقلیم آن است لذا شناخت نوع اقلیم یک منطقه و عناصر غالب مؤثر بر آن که تعیین‌کننده اقلیم آن منطقه است (خسروی و همکاران ۱۳۹۲: ۲). بررسی و شناخت نوع اقلیم یک منطقه و عناصر غالب مؤثر بر آن تعیین‌کننده اقلیم هر منطقه می‌باشد. در واقع اقلیم، تمامی عناصر جوی را در خود جای دارد. اگر تعداد متغیرهای اقلیمی که به‌منظور تعیین اقلیم یک منطقه به‌کار می‌روند بسیار زیاد باشد تعداد روابط بین آن‌ها هم بسیار زیاد می‌شود. لذا نیاز به یک سری تکنیک های می‌باشد که در عین اینکه تعداد متغیرها را کاهش می‌دهد ولی اثرات آنها را از بین نمی‌برد. لذا پهنه‌بندی اقلیمی (شناسایی پهنه‌هایی که دارای آب‌وهوای یکسانی باشند) جهت دستیابی به توسعه همه‌جانبه در ابعاد مختلف مکانی – زمانی ضروری می‌باشد. (مسعودیان و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از مهم‌ترین روش‌های که در طبقه‌بندی اقلیمی کاربرد زیادی دارند تحلیل‌های چندمتغیره از جمله تحلیل خوشه‌ای می‌باشد. تکنیک خوشه‌ای روشی آماری

13- Kristian

است که افراد را برحسب اندازه همانندی میان آن‌ها خوشه می‌کند (مسعودیان، ۱۳۸۲). در تحلیل خوشه‌ای تعداد گروه‌ها در همه سطوح طبقه‌بندی متفاوت بوده و هر فرد منحصراً به یک گروه خاص تعلق یافته و امکان جابه‌جایی وجود ندارد (خسروی و نظری‌پور، ۱۳۸۹). این تکنیک کاربرد زیادی در طبقه‌بندی اقلیمی دارد. برای مثال لام توین۱۴ و همکاران (۲۰۱۰) با کاربرد تحلیل خوشه‌ای بر نمایه‌های عدم آسایش در تابستان و زمستان چین، پنج منطقه آب و هوایی تفکیک نموده‌اند. در تمامی این مناطق روند کاهشی سرمایش مشاهده می‌شود. این روند به تأثیرات بیش‌تر تغییرات آب و هوا در قرن ۲۰ نسبت داده شده است. یا در مطالعه دیگر باقری (۱۳۸۷) به مطالعه شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه همدید اراک با استفاده از داده‌های روزانه ۱۸ متغیر اقلیمی طی یک دوره ۲۰ ساله پرداخته است. وی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد چهار تیپ اصلی گرم و خشک، سرد و مرطوب، بسیار سرد و بارش و معتدل شناسایی گردید، که تیپ هوای گرم و خشک تیپ غالب می‌باشد. فتاحی و رضیئی (۱۳۹۰) با بهره‌گیری از روش تحلیل خوشه‌ای و مؤلفه‌های اصلی، الگوهای گردش جوی روزانه بر ایران را مطالعه کردند و بدین منظور از میانگین روزانه ارتفاع تراز ۵۰۰ و فشار سطح دریا باتلاقی‌های ۲/۵ درجه‌ای استفاده کردند.

از آنجا که کشور ایران به‌علت موقعت جغرافیایی خاص خود در معرض تغییرات ناشی از رطوبت قرار دارد تغییر در نوع و میزان و زمان که منجر به تغییر آب قابل بارش در یک منطقه مـی‌شود از اهمیت بیش از برخوردار است. با توجه بـه آنچه که بیان شد در زمینه ناحیه‌بندی اقلیمی آب قابل بارش در ایران مطالعه‌ای صورت نگرفته است. با توجه به این‌که روش‌های آماری چند متغیر کاربرد زیادی در تعیین اقلیم یک منطقه دارند بدین منظور در این تحقیق به‌منظور ناحیه‌بندی اقلیمی آب قابل بارش جو ایران از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی استفاده شده است.

14- Lam toyn

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر بـه‌منظور پهنه‌بندی اقلیمی آب قابـل بارش جو ایـران داده‌های فشار و نم‌ویژه طی سال‌های ۲۰۱۰- ۱۹۵۰ میلادی در محدودهٔ ایران‌زمین (از ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و از ۴۲/۵ تا ۶۵ درجه شرقی) از پایگاه داده‌های NCEP/NCAR وابسته به سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات‌متحده با تفکیک مکانی ۲/۵×۲/۵ درجه طول و عرض جغرافیایی استخراج شد. برای انجام محاسبات از امکانات برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار Grads و نرم‌افزار Matlab و نیز برای انجام عملیات ترسیمی از نرم‌افزار Surfer بهره گرفته شد. انتگرال وزنی رطوبت در راستای عمودی بین ترازهای ۱۰۰۰ تا ۲۷۵ هکتوپاسکال به شرح زیر بر داده‌های مزبور اعمال شد:

$$PW = \frac{1}{g}\int_{p_1}^{p_2} x dp \qquad (۱$$

در این فرمول g شتاب جاذبه زمین، x متغیر مورد نظر (در اینجا نم‌ویژه بر حسب گرم بر کیلوگرم می‌باشد) و dp فشار می‌باشد.

برای پهنه‌بندی و طبقه‌بندی اقلیمی آب قابل بارش جو ایران‌زمین از تحلیل خوشه‌ای بر روی متغیرهای میانگین و ضریب تغییرات ماهانه استفاده شد. تحلیل خوشه‌ای مجموعه کثیری از داده‌ها را بر حسب فاصله آن‌ها به خوشه یا دسته‌های کوچک‌تری تقسیم می‌کند. به‌این‌ترتیب که متغیرهای که از همدیگر فاصله کم‌تری دارند را در یک گروه قرار می‌دهد. ازاین‌رو می‌توان گفت هدف اصلی روش خوشه‌بندی ایجاد گروه‌ها و طبقاتی است که تنوع درون‌گروهی آن‌ها کم‌تر از تنوع و تفرق بین گروهی می‌باشد (کالکستین ۱۹۸۷: ۷۱۷- ۷۳۰). به بیان دیگر در تجزیه خوشه‌ای معمولاً p صفت بر روی n عضو اندازه‌گیری می‌شود و بعد یک ماتریس p در n از داده‌های خام تشکیل می‌شود (فرشادفر، ۱۳۸۹: ۵۵۲) سپس ماتریس داده‌های خام به ماتریس شباهت‌ها یا فاصله‌ها تبدیل‌شده و با استفاده از روش (ward) گروه‌بندی شده‌اند.

در تحلیل خوشه‌ای برای فاصله بین دو عضو، فاصله آن‌ها از همدیگر بر اساس معیارهای مورد نظر برای مثال رطوبت یا بارش یا هر متغیر دیگر از محاسبه می‌شود (فرشادفر ۱۳۸۸: ۵۶۸ با توصیف).

$$ei_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_{ij} - x_{ij} - x_{ik})^2} \qquad (۲$$

در این فرمول $e_i\ j$ ضریب تفاوت دو فرد است و $x_i\ j$ مقدار صفت i ام روی متغیر j ام، $x_i k$ مقدار صفت iام روی متغیر k ام و n مقدار صفات اندازه‌گیری شده بر روی افراد می‌باشد.

در این روش برای این‌که اختلاف واحدهای متغیرها، فاصله به‌دست آمده را دچار ابهام نکند اندازه متغیرها بر اساس میانگین درازمدت و انحراف معیار به نمره استاندارد تبدیل می‌شود. البته این کار تنها زمانی انجام می‌گیرد که مقیاس داده‌ها یکسان نباشد. بنابراین به ازای هر متغیر، یک محور به زیر رادیکال اضافه می‌شود بر اساس فاصله اقلیدسی بین نقاط زمانی یا مکانی (مشاهدات) ماتریس فاصله‌ها حاصل می‌شود (علیجانی ۱۳۸۸: ۱۷۲-۱۷۳). سپس بر اساس فاصله‌های این ماتریس و طبق فرمول ۱۱ خوشه‌ها یا گروه‌های زمانی و مکانی تعیین می‌شود.

بنابراین پس از محاسبه فاصله اقلیدسی بر روی ماتریس استانداردشده باید شیوه‌ای که بالاترین درجه همانندی را نشان دهد به‌کار برده شود. در این مطالعه از روش وارد استفاده شد (خسروی و همکاران۱۳۸۹: ۹۰-۶۸):

$$d(r,s) = \frac{n_r n_s d_{rs}{}^2}{(n_r + n_s)} \qquad (۳$$

در اینجا drs^2 فاصله بین گروه r و گروه s می‌باشد که به روش وارد به‌دست آمده باشد. زیرا در این صورت میزان پراش درون‌گروهی به حداقل و همگنی گروه‌های حاصله به

حداکثر می‌رسد. در روش وارد یک عضو در خوشه‌ای قرار می‌گیرد که واریانس درون خوشه‌ای جدید کم‌ترین مقدار ممکن باشد.

به‌منظور صحت و ارزیابی گروه‌بندی حاصل خوشه‌بندی از تحلیل ممیزی (تابع تشخیص) و آزمون میانگین استفاده شد. از این روش زمانی استفاده می‌شود که تعداد گروه‌ها معلوم باشند در واقع یک نوع آزمون برای تشخیص درست گروه‌بندی می‌باشد تحلیل تشخیصی ابتدا به طور خودکار اولین تابعی را که گروه‌ها را از هم دیگر تفکیک خواهد کرد انتخاب می‌کند سپس تابع دومی را انتخاب می‌کند که با تابع اولی ارتباط نداشته باشد. همین‌طور ادامه می‌دهد تا حداکثر تعداد تابع بر اساس تعداد متغیرهای مستقل و تعداد طبقات متغیر وابسته به‌دست آید. ازاین‌رو به‌منظور پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته (عضویت گروهی) از روی متغیرهای مستقل از تحلیل تشخیصی استفاده می‌شود (سرمد و همکاران، ۱۳۸۰؛ به نقل از حبیب‌پور و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۱۲). یا به‌عبارت دیگر آنالیز تشخیصی راه‌کاری است برای این‌که متغیرها را در قالب گروه‌های مجزا از هم تفکیک کنیم (منصورفر، ۱۳۸۸: ۳۸۵).

هدف کلی تحلیل ممیزی به‌وجود آوردن ترکیب خطی بین متغیرها که از آن برای گروه‌بندی استفاده می‌شود. ترکیب خطی متغیرها به‌صورت زیر است (فرشادفر، ۱۳۸۹: ۴۲۲):

$$l = B_1X_1 + B_2X_2 \dots B_pX_p \qquad (۴$$

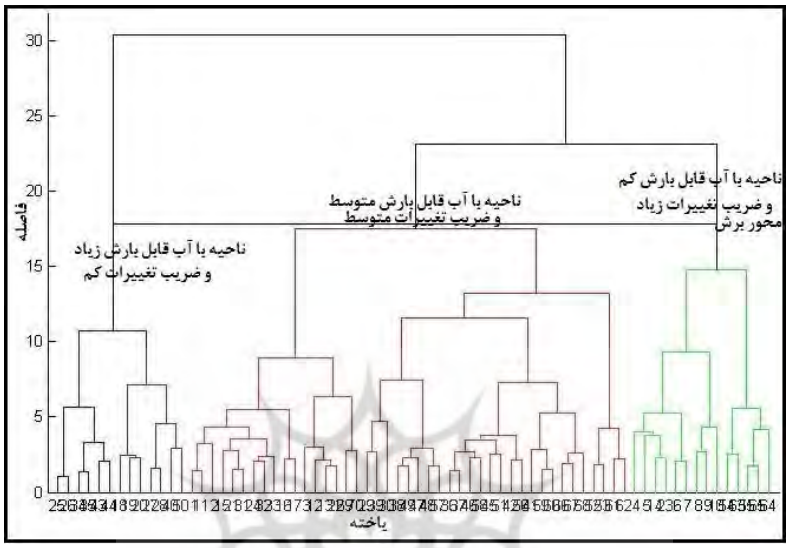
مقدار به‌دست آمده برای l تعیین‌کننده انتصاب فرد به گروه مشخص است. X_1، X_2 و X_P نشان‌دهنده گروه اندازه‌گیری‌های حاصل برای هر متغیر انتخاب‌شده می‌باشد. B_1، B_2 و B_P مثل ضرایب B در رگرسیون می‌باشند. ازاین‌رو می‌توان گفت که تحلیل ممیزی شبیه رگرسیون خطی چندمتغیره می‌باشد با این تفاوت که در رگرسیون خطی متغیر وابسته در سطح فاصله نسبی است اما در تحلیل تشخیصی مقیاس متغیر وابسته اسمی دو یا چندوجهی می‌باشد.

یافته‌ها و بحث

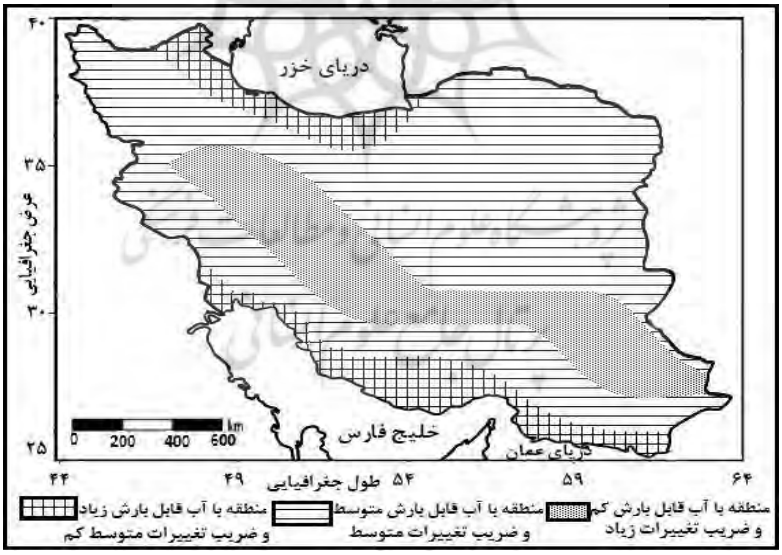
به‌منظور ناحیه‌بندی آب قابل بارش جو ایران‌زمین از تحلیل خوشه‌ای استفاده شده است. در این مرحله با استفاده از تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی و به کمک روش وارد یک تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس به ابعاد ۲۴×۷۰ بر روی آب قابل بارش جو ایران انجام گرفت. نمودار حاصل از تحلیل خوشه‌ای در شکل (۱) آورده شده است. در این شکل خط مشکی رنگ ضخیم تعداد ناحیه یا گروه‌ها را مشخص می‌کند. با توجه به شکل (۱) مشاهده می‌شود که گروه اول و سوم دارای دو زیرگروه و گروه دوم دارای سه زیر گروه می‌باشد. در شکل (۲) نتایج حاصل از پهنه‌بندی به روش تحلیل ممیزی آورده شده است. همان‌طوری که از جدول (۱) هم قابل تشخیص می‌باشد اختلاف خوشه‌های حاصل تحلیل ممیزی و تحلیل خوشه‌ای بسیار ناچیز است. برای مثال خوشه سوم (منطقه با آب قابل بارش زیاد و ضریب تغییرات کم) بر اساس تحلیل خوشه‌ای ۱۲/۵ درصد از مساحت کشور را به‌خود اختصاص داده است این درحالی می‌باشد که بر اساس تحلیل ممیزی ۱۱/۸ درصد را به‌خود اختصاص داده است. در محموع با استفاده از تحلیل ممیزی احتمال این‌که هر یاخته متعلق به گروه خود باشد حساب شد نتایج به‌دست آمده از تحلیل ممیزی نشان داد که ۹۸/۲۴ درصد از ایستگاه‌ها بـه‌طور صحیح در گروه مربوط به‌خود قـرار داشتند. همان‌طوری که مـشاهده می‌شود با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای سه ناحیه شناسایی شد: ناحیه با آب قابل بارش زیاد، ناحیه با آب قابل بارش متوسط و ناحیه با آب قابل بارش کم.

جدول (۱) درصد مساحت نواحی آب قابل بارش بر اساس تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی

ناحیه	تحلیل خوشه‌ای	تحلیل ممیزی
ناحیه با آب قابل بارش زیاد	۱۲/۵	۱۱/۸۱
ناحیه با آب قابل بارش متوسط	۴۸/۷۶	۵۰/۳۱
ناحیه با آب قابل بارش کم	۳۹/۸۳	۳۹/۶



شکل (۱) دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد بروی یاخته‌های آب قابل بارش جو ایران‌زمین



شکل (۱) ناحیه‌بندی اقلیمی آب قابل بارش جو ایران‌زمین به‌روش تحلیل خوشه‌ای

شکل (۲) ناحیه‌بندی اقلیمی آب قابل بارش جو ایران‌زمین به‌روش تحلیل ممیزی

خوشه یک): منطقه با آب قابل بارش زیاد و ضریب تغییرات کم: این منطقه از کشور که تنها ۱۲/۵ درصد از مساحت کشور را تشکیل می‌دهد، شامل مناطق ساحلی دریایی خزر، سواحل خلیج‌فارس و دریای عمان می‌باشد. میانگین آب قابل بارش سواحل دریای خزر علی‌رغم بالا بودن عرض جغرافیایی، با میزان آب قابل بارش سواحل خلیج‌فارس در عرض‌های پایین تر تقریباً برابر است. این نکته بیانگر تأثیر پهنه‌های آبی و نیز دما در توزیع و مقدار آب قابل بارش است. بنابراین پراکندگی آب قابل بارش بر روی اقیانوس‌ها به‌خصوص دریاها زیاد می‌باشد. در این ناحیه از کشور به‌دلیل منبع عظیم تأمین رطوبت دریاها از آب قابل بارش زیادی برخوردار می‌باشد؛ در این بین بیش‌ترین میانگین آب قابل بارش در این قسمت از کشور با ۲۵/۵۵ میلی‌متر مربوط به مردادماه می‌باشد. در این منطقه

از کشور در فصل تابستان میانگین و ضریب تغییرات مکانی آب قابل بارش نسبت به فصل بهار کمی متفاوت‌تر می‌باشد. در این فصل ضمن افزایش ضریب تغییرات مکانی آب قابل بارش میانگین آب قابل بارش در سراسر ایران افزایش قابل‌توجهی داشته است. در این فصل کم‌فشار موسمی هند در تغذیه رطوبتی جنوب شرق کشور نقش مهمی دارد (مفیدی ۱۳۸۴: ۱۱۳؛ علیجانی: ۱۳۸۵: ۱۱۱؛ خوشحال و همکاران ۱۳۸۷: ۲۸-۷). در فصل پاییز میانگین آب قابل بارش کاهش محسوسی داشته است؛ ولی در ضریب تغییرات مکانی آب قابل بارش تغییرات قابل‌توجهی دیده نمی‌شود.

جدول (۲) مشخصات آماری منطقه با آب قابل بارش زیاد

خوشه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	بیشینه	کمینه	چولگی	کشیدگی
فروردین	۱۸/۲۹	۲/۰۵	۱۱/۲	۲۱/۵	۱۳/۵	-/۷۹۴	۳/۳۷
اردیبهشت	۲۰/۱۴	۱/۹	۹/۸	۲۴/۴	۱۷/۳	/۳۷۳	۲/۶۴
خرداد	۲۰/۹	۲/۵	۱۱/۶	۲۷/۲	۱۶/۱۱	/۲۲۴	۱/۹
تیر	۲۵/۵۵	۳/۱۸	۱۲/۳	۳۶/۴	۱۷/۷	/۳۶۴	۲/۵۹
مرداد	۲۷/۴	۴/۵	۱۶/۳	۳۸/۴	۲۱/۴	/۸۸۹	۳/۶۷
شهریور	۲۲/۸۸	۳/۱۷	۱۳/۸	۲۹/۲	۱۸/۱	/۴۳۱	۲/۷۷
مهر	۱۹/۴	۲/۴	۱۲/۳۵	۲۶/۱	۱۶/۴۱	۱/۳۸	۴/۹۴
آبان	۱۸/۳۹	۲/۳	۱۲/۵	۲۱/۳	۱۴/۱	-/۴۱۰	۲/۰۹
آذر	۱۶/۱۴	۲/۹۲	۱۸/۱	۲۰/۳	۱۰/۱	-/۴۹۸	۲/۳۹
دی	۱۴/۵	۳/۰۴	۱۹/۹	۱۸/۵	۸/۳۵	-/۵۹۸	۲/۳۷
بهمن	۱۴/۳۳	۳/۰۷	۲۰/۴	۱۸/۱۴	۸/۱۵	-/۵۹۱	۲/۳۳
اسفند	۱۵/۹	۲/۷۸	۱۷/۴	۱۹/۶	۹/۹	-/۶۷۲	۲/۶۸

بنابراین هرچه به سمت ماه‌های سرد سال پیش بریم از میانگین آب قابل بارش کاسته می‌شود تا جای که در دی و بهمن این مقدار تقریباً به ۱۴ میلی‌متر می‌رسد که نسبت به مرداد ۱۱ میلی‌متر کاهش داشته است (جدول ۱) به‌طوری که بنابه گفته علیجانی (۱۳۸۹: ۱۰۱) کم‌ترین مقدار رطوبت هوای ایران در آذرماه می‌باشد. این وضعیت را می‌توان به

ریزش هوای سرد و به‌تبع آن کاهش گنجایش ظرفیت بخار آب در فصل زمستان دانست. در مجموع به‌طور متوسط آب قابل بارش در این ناحیه از کشور حدوداً ۱۹ میلی‌متر می‌باشد. همان‌طوری که از جدول (۲) مشاهده می‌شود کم‌ترین ضریب تغییرات مکانی آب قابل بارش عموماً مربوط به فصل‌های گرم سال می‌باشد. با این وجود اردیبهشت ماه با ۹/۸ درصد از کم‌ترین ضریب تغییرات مکانی آب قابل بارش برخوردار بوده است. باوجود این‌که فصل زمستان دارای کم‌ترین میانگین آب قابل بارش بوده است اما مشاهده می‌شود که بیش‌ترین ضریب تغییرات مکانی آب قابل بارش در همین فصل رخ داده است. این وضعیت را می‌توان به ورود توده‌های خشک و مرطوب در این فصل از سال دانست. چولگی برای آبان تا آذر و فروردین منفی می‌باشد. این بیانگر این است که مساحت‌های کم‌تر از میانگین بیش‌تر از مساحت‌های پایین‌تر از میانگین می‌باشد یا به‌عبارتی توزیع بارش چوله به چپ می‌باشد.

خوشه دو): منطقه با آب قابل بارش متوسط و ضریب تغییرات متوسط: این بخش از کشور که مساحت بیشتری را نسبت به نواحی دیگر به خود اختصاص داده است شامل شمال شرق، بخش‌هایی زیادی از شمال غرب، قسمتی از نواحی مرکزی، و همچنین بخش‌هایی از جنوب و جنوب غرب می‌باشد. این نواحی از کشور نسبت به سایر نواحی دیگر میانگین آب قابل بارش از نوسانات کم‌تری برخوردار بوده است اما بااین‌وجود مشاهده می‌شود که در فصل گرم سال نسبت به فصل سرد آب قابل بارش افزایش داشته است. بررسی میانگین ماهانه آب قابل بارش در این ناحیه نشان داد که بیش‌ترین میانگین آب قابل بارش مربوط به مردادماه می‌باشد. کم‌ترین میانگین آب قابل بارش ماهانه همانند ناحیه اول در ماه‌های دی و بهمن رخ داده است، این در حالی است که بیش‌ترین ضریب تغییرات مکانی آب قابل بارش در همین ماه‌ها رخ داده است. در مجموع می‌توان گفت که آب قابل بارش در فصل گرم نسبت به فصل سرد از ضریب تغییرات مکانی خیلی کم‌تری برخوردار است. به‌طوری که میانگین ضریب تغییرات مکانی آب قابل بارش در ماه‌های گرم سال در این ناحیه از

کشور تقریباً به ۱۹ درصد می‌رسد این در حالی است که در ماه‌های سرد سال به بیش از ۲۳ درصد می‌رسد.

جدول (۳) مشخصات آماری منطقه با آب قابل بارش زیاد

خوشه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	بیشینه	کمینه	چولگی	کشیدگی
فروردین	۱۸/۲۹	۲/۰۵	۱۱/۲	۲۱/۵	۱۳/۵	-/۷۹۴	۳/۳۷
اردیبهشت	۲۰/۱۴	۱/۹	۹/۸	۲۴/۴	۱۷/۳	/۳۷۳	۲/۶۴
خرداد	۲۰/۹	۲/۵	۱۱/۶	۲۷/۲	۱۶/۱۱	/۲۲۴	۱/۹
تیر	۲۵/۵۵	۳/۱۸	۱۲/۳	۳۶/۴	۱۷/۷	/۳۶۴	۲/۵۹
مرداد	۲۷/۴	۴/۵	۱۶/۳	۳۸/۴	۲۱/۴	/۸۸۹	۳/۶۷
شهریور	۲۲/۸۸	۳/۱۷	۱۳/۸	۲۹/۲	۱۸/۱	/۴۳۱	۲/۷۷
مهر	۱۹/۴	۲/۴	۱۲/۳۵	۲۶/۱	۱۶/۴۱	۱/۳۸	۴/۹۴
آبان	۱۸/۳۹	۲/۳	۱۲/۵	۲۱/۳	۱۴/۱	-/۴۱۰	۲/۰۹
آذر	۱۶/۱۴	۲/۹۲	۱۸/۱	۲۰/۳	۱۰/۱	-/۴۹۸	۲/۳۹
دی	۱۴/۵	۳/۰۴	۱۹/۹	۱۸/۵	۸/۳۵	-/۵۹۸	۲/۳۷
بهمن	۱۴/۳۳	۳/۰۷	۲۰/۴	۱۸/۱۴	۸/۱۵	-/۵۹۱	۲/۳۳
اسفند	۱۵/۹	۲/۷۸	۱۷/۴	۱۹/۶	۹/۹	-/۶۷۲	۲/۶۸

بالاترین میانگین آب قابل بارش با ۲۳/۹ میلی‌متر در خردادماه رخ داده است (جدول۳). چولگی برای خرداد و تیر مثبت می‌باشد. این وضعیت بیانگر این است که مساحت‌های کم‌تر از میانگین بیش‌تر از مساحت‌های بالاتر از میانگین می‌باشد یا به‌عبارتی توزیع بارش چوله به راست می‌باشد. اندازه پراش گویایی چگونگی توزیع مشاهدات می‌باشد. میزان پراش برای هر ماه نشان می‌دهد که تغییرپذیری آب قابل بارش بسیار شدید نیست.

خوشه سه): منطقه با آب قابل بارش کم و ضریب تغییرات زیاد: این منطقه از کشور که شامل امتداد ارتفاعات زاگرس (زون سنندج - سیرجان) می‌باشد که ۳۹/۸۳ درصد از مساحت کشور تشکیل می‌دهد. همان‌طوری که مشاهده شد آب قابل بارش در این ناحیه از کشور به شدت تحت تأثیر عوامل اقلیمی به‌ویژه ارتفاعات قرار داشت. به‌طوری که عوامل محلی در توزیع پراکندگی آب قابل بارش در ناحیه از کشور تأثیر به‌سزایی داشته است.

بااین‌وجود بنابه گفته مسعودیان (۱۳۹۰: ۱۲۹) الگوی خطی بارش بیش‌تر تابع آرایش ناهمواری‌ها می‌باشد تا ارتفاع.

جدول (٤) مشخصات آماری منطقه با آب قابل بارش متوسط

خوشه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	بیشینه	کمینه	چولگی	کشیدگی
فروردین	۱۴/۰۱	۲/۷۵	۱۹/۴	۱۸/۵	۶/۴	-/۸۱۷	۳/۷۷
اردیبهشت	۱۶/۰۴	۱/۸	۱۱/۵	۲۱/۰۱	۸/۳	-/۵۵۱	۳/۲۹
خرداد	۱۵/۵	۲/۴	۱۶/۰۵	۲۱/۷	۱۰/۳	/۳۹۳	۲/۷
تیر	۱۶/۸	۲/۶۱	۱۵/۴	۲۳/۹	۱۲/۴	/۶۰۳	۲/۸۹
مرداد	۱۷/۲	۲/۵	۱۴/۶	۲۲/۱	۱۱/۵	-/۳۱۴	۲/۵۱
شهریور	۱۴/۳۴	۲/۵۸	۱۷/۱	۱۹/۲	۹/۲	-/۲۴۲	۲/۲۳
مهر	۱۳/۸	۲/۴۲	۱۷/۵	۱۹/۳۸	۸/۸۹	/۰۵۴	۲/۵۴
آبان	۱۳/۵۸	۲/۸	۲۰/۶۴	۱۷/۹	۶/۸	-/۳۹۲	۲/۳۷
آذر	۱۴/۱۴	۲/۹۲	۱۸/۱	۲۰/۳	۱۰/۱	-/۴۹۸	۲/۳۹
دی	۱۰/۱۲	۲/۵۲	۲۴/۹	۱۴/۳۲	۴/۲۰	-/۵۱۹	۲/۵۵
بهمن	۱۰/۰۷	۲/۴۷	۲۴/۵	۱۴/۲۵	۴/۰۲	-/۶۴۰	۲/۸۳
اسفند	۱۱/۵	۲/۵۳	۲۲/۰۵	۱۵/۵	۴/۸	-/۸۱۴	۳/۲۹

جدول (٤) مشخصات آماری ناحیه با آب قابل بارش کم

خوشه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	بیشینه	کمینه	چولگی	کشیدگی
فروردین	۹/۴	۱/۹	۲۰/۱۲	۱۲/۷	۷/۱۱	/۴۴۰	۱/۷
اردیبهشت	۹/۹۵	۱/۴	۱۳/۵	۱۳/۲	۹/۱	/۲۲۲	۱/۴۹
خرداد	۱۵/۵	۲/۴	۱۶/۰۵	۲۱/۷	۱۰/۳	/۳۹۳	۲/۷
تیر	۱۳/۳	۳/۳	۲۴/۸	۲۱/۹	۱۰/۱۷	۱/۵۴	۴/۶۶
مرداد	۱۳/۶	۳/۲	۲۳/۸	۲۲/۲	۱۰/۹	۱/۵۶	۴/۵۹
شهریور	۹/۹۳	۱/۸۶	۱۸/۵	۱۴/۱	۷/۷	۱/۰۳	۲/۰۶
مهر	۸/۹۱	۱/۴۴	۱۶/۲۱	۱۱/۳۶	۶/۲۸	-/۲۷۱	۲/۳۰
آبان	۸/۳۵	۱/۴۳	۱۷/۱۷	۱۰/۸	۶/۸	/۴۶۰	۱/۶۶
آذر	۶/۸	۱/۵۷	۲۲/۹	۹/۸۴	۴/۸	/۴۷۹	۱/۹۸
دی	۶/۰۹	۱/۷۱	۲۸/۱	۹/۳۶	۳/۸۰	/۵۱۲	۲/۰۵
بهمن	۱۰/۰۷	۲/۴۷	۲۴/۵	۱۴/۲۵	۴/۰۲	-/۶۴۰	۲/۸۳
اسفند	۷/۷۸	۲/۱۲	۲۷/۳۴	۱۱/۶	۵/۲	/۵۴۰	۱/۹۲

کم‌ترین میانگین آب قابل بارش در این ناحیه از کشور رخ داده است. این واقعیت اولاً به‌دلیل پایین بودن دما در نتیجه ظرفیت یا درجه اشباع هوا زیاد و دمای شبنم بسیار پایین این نواحی، و این‌که که در نواحی مرتفع، رطوبت در ستون کم ضخامتی از جو جای می‌گیرد. حداکثر آب قابل بارش با ۲۲/۲ میلی‌متر در مردادماه رخ داده است. این منطقه به دلیل متأثر بودن از ارتفاعات از ضریب تغییرات بالای برخوردار است. به‌طوری که مشاهده می‌شود ضریب تغییرات این نواحی در مقیاس ماهانه نسبت به نواحی دیگر بیش‌تر می‌باشد. در این بین بیشترین ضریب تغییرات مکانی ماهانه در این نواحی با ۲۴/۸ درصد مربوط به تیرماه و کم‌ترین آن با ۱۳/۵ درصد مربوط به اردیبهشت‌ماه می‌باشد. ضریب تغییرات در امتداد رشته‌کوه‌های زاگرس در دی و بهمن بین ۲۴ تا ۲۶ درصد می‌رسد. چولگی به‌جز بهمن و مهر در بقیه ماه‌ها مثبت می‌باشد. این بیانگر این است که مساحت‌های کم‌تر از میانگین بیش‌تر از مساحت‌های بالاتر از میانگین می‌باشد یا به‌عبارتی توزیع بارش چوله به راست می‌باشد.

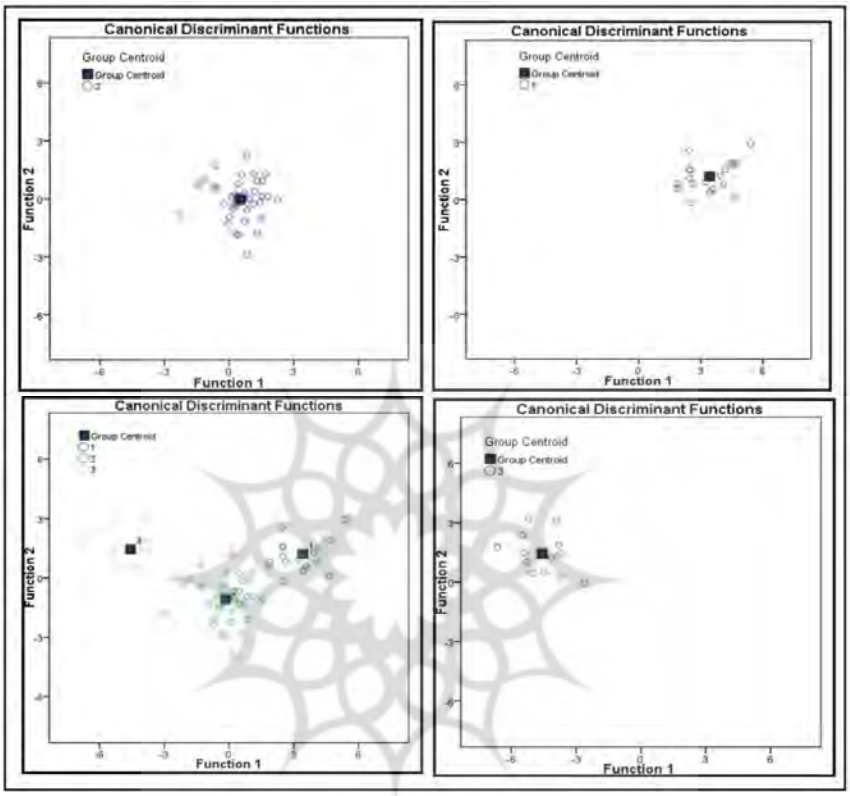
به‌منظور صحت و ارزیابی گروه‌بندی حاصل خوشه‌بندی از تحلیل ممیزی (تابع تشخیص) استفاده شد. در تحلیل ممیزی توابعی خطی حاصل می‌شود که در واقع توابع خطی همان تابع ممیزی می‌باشد که اندازه هر یک از ضرایب، نقش تابع را در گروه‌بندی‌ها مشخص می‌کند. یک تابع معمولاً موجب افراز (ممیز) یک گروه از n-1 گروه دیگر می‌شود (اشرفی، ۱۳۸۸: ۱۵۸). بنابراین در نهایت n-1 تابع ممیزی ایجاد می‌شود. در اینجا منظور از n تعداد گروه‌ها می‌باشد. در نهایت دو تابع خطی L برای سه گروه به‌دست آمده است. تابع L می‌تواند سبب تشخیص دو گروه از یکدیگر شود. در این صورت واریانس مقادیر L بین دو گروه بسیار بیش‌تر از واریانس مقادیر L در داخل دو گروه می‌باشد. در توابع L هر یک از ضرایب پارامترها شبیه ضرایب رگرسیون تفسیر می‌شوند و سهم تفکیکی هر متغیر مستقل در هر یک از تابع تشخیص را، ضمن کنترل اثر سایر متغیرها نشان می‌دهد. با استفاده از این ضرایب می‌توان تابع (معادله) تشخیصی ایجاد کرد. هم‌چنین با جایگزین کردن مقادیر زیر برای هر یک از متغیر، نمره تابع تشخیص آن را می‌توان محاسبه نمود. همان‌طوری که هم اشاره شد این توابع شبیه رگرسیون تفسیر می‌شوند برای مثال در توابع اول ضریب میانگین فروردین ۱۰۵/- می‌باشد این در حالی می‌باشد که این مقدار در تابع دوم ۳/۱۷۵-

می‌باشد. این ضریب نشان می‌دهد که به ازای یک واحد تغییر در توابع اول ۱۰۵/- میلی‌متر در توابع اول و ۳/۱۷۵- در توابع دوم تغییر ایجاد می‌گردد. بااین‌وجود در توابع اول بیشترین ضریب با ۱۴/۶۵۹ مربوط به (M9) یا میانگین آب قابل بارش آذر می‌باشد. در توابع دوم بیشترین ضریب در بین متغیرها با ۴/۴۱۰ مربوط به اردیبهشت ماه می‌باشد. سایر متغیرها تفسیر مشابهی دارند. توابع خطی به‌دست آمده از تحلیل ممیزی به‌صورت زیر می‌باشد:

$$L1 = -.105(M1) + .883(CV1) - 1.346(M2) + .114(CV2) + 5.378(M3) + .242(CV3) - 6.406(M4) + 2.492(CV4) + 4.990(M5) - .820(CV5) - 1.287(M6) - 1.680(CV6) + 2.119(M7) + 1.140(CV7) - 10.237(M8) - .342(CV8) + 14.659(M9) - 2.053(CV9) + 4.26(M10) + .268(CV10) - 7.127(M11) - .368(CV11) + 2.128(M12) + .212(CV12) \quad (۱$$

$$L2 = -3.175(M1) + .118(CV1) + 4.410(M2) + .395(CV2) - 4.987(M3) + .187(CV3) + 1.716(M4) - .180(CV4) - .140(M5) + 1.324(CV5) + 1.338(M6) - .178(CV6) + 2.968(M7) + .255(CV7) - 2.915(M8) - .755(CV8) - .324(M9) + .591(CV9) + 2.212(M10) - .544(CV10) + 1.996(M11) + .566(CV11) + 1.747(M12) + .794(CV12) \quad (۲$$

شکل (۱۱) پراکنش یاخته‌های هر یک از گروه‌های به‌دست آمده از تحلیل ممیزی و همچنین مرکز ثقل هر یک از گروه‌ها را نشان می‌دهد. محور افقی این نمودار تابع اول و محور افقی، تابع دوم می‌باشد.



شکل (۱۱) پراکنش یاخته‌های گروه‌های به‌دست آمده از تحلیل ممیزی

اگر نقاط صفر محور افقی و عمودی را به‌هم وصل کنیم یک چهارچوب در ابعاد کوچک‌تر حاصل می‌شود؛ این چهارچوب سهم یاخته‌های گروه‌ها را نشان می‌دهد. یاخته‌هایی که تابع مورد نظر نتوانسته‌اند آن‌ها را در حول مرکز گروه اول قرار دهند خارج از محدوده قرار کلان روند. لذا خارج بودن این یاخته‌ها بر ناهمگنی گروه‌ها می‌افزایند. در این شکل مربع کوچک مرکز ثقل هر یک از گروه‌ها را نشان می‌دهد. همان طوری که از شکل (۱) هم قابل‌مشاهده می‌شود در گروه یک هیچ‌کدام از یاخته‌ها در محدوده چهارچوب صفر قرار نمی‌گیرد و این بیانگر این است که گروه‌بندی خوشه اول (ناحیه اول) از همگنی مناسبی

برخوردار می‌باشد. در گروه دوم و سوم تعداد کمی از یاخته‌ها در چهارچوب صفر قرار دارد. بااین‌وجود مشاهده می‌شود که گروه سوم نسبت به گروه دوم از همگونی بیشتری برخوردار می‌باشد. در مجموع می‌توان گفت که گروه دوم نسبت به بقیه گروه‌ها از همگنی کمتری برخوردار می‌باشد.

نتیجه‌گیری

پهنه‌بندی اقلیمی را می‌توان تفکیک اقلیم مختلف دانست به‌نحوی‌که هر بخش در درون خود همگن بوده و دارای تضاد بیرونی باشد. شناخت طبقات اقلیمی به‌لحاظ تأثیراتی که بر روی برنامه‌ریزی‌های کلان به‌خصوص کشاورزی و منابع آب و فعالیت‌های اقتصادی می‌گذارد از اهمیت فراوان برخوردار است. با بررسی نواحی رطوبتی ایران می‌توان پتانسیل‌های منابع آبی کشور را شناسایی کرد و به دنبال آن متغیرهای وابسته به بارش آسان‌تر خواهد شد.هدف از این مطالعه طبقه‌بندی اقلیمی آب قابل بارش جو ایران‌زمین می‌باشد. برای این منظور داده فشار و رطوبت ویژه از پایگاه داده‌های NCEP/NCAR استخراج گردیده است. نتایج نشان داد که عوامل محلی به‌ویژه ارتفاعات و دوری و نزدیکی به دریاها نقش بسزایی در تفکیک و طبقه‌بندی اقلیمی آب قابل بارش جو ایران در محدوده اقلیمی ابران داشته است، به طوری که مشاهده شده است مناطق منطبق بر ارتفاعات ضمن تنوع مکانی زیاد از آب قابل بارش کمی برخوردار است. در عوض کرانه‌های ساحلی دریای خزر و خلیج فارس به‌دلیل برخوردار بودن از منبع تغذیه عظیم رطوبت دارای مناطق با آب قابل بارش بالا و ضریب تغییرات مکانی کم بوده است. نکته جالب اینجاست که نواحی مرکزی ایران و بخش های از شمال غرب ایران با وجود ریزش‌های متفاوت ولی در یک گروه قرار گرفتند. که این نکته بیانگر این است که شرایط ریزش‌های جوی به‌دلیل امواج کوتاه غربی و هم‌چنین شرایط صعود، در نواحی شمال غرب بیش‌تر است. البته باید توجه داشت که ناحیه‌بندی آب قابل بارش بیش‌تر به لحاظ ضریب تغییرات مکانی و مقدار آن می‌باشد. با این وجود آب قابل بارش برخلاف نظریه دانشمندان که با افزایش عرض جغرافیایی آب قابل بارش کاهش پیدا می‌کند، در ایران آب قابل بارش کم‌تر از عرض جغرافیا طبعیت می‌کند و بیش‌تر از

توپوگرافی و دوری و نزدیکی به دریا تأثیر می‌پذیرد. دلیل این‌که بالا رفتن عرض جغرافیا تاثیر چندانی بر کاهش یا افزایش آب قابل بارش در ایران ندارد وجود منبع عظیم رطوبتی دریای خزر مـی‌باشد که تأثیر عرض جغرافیایی را مبنی بر کاهـش آب قابل بـارش خنثی می‌کند. به‌طوری که پس از اعمال تحلیل خوشه‌ای سه ناحیه به‌شرح زیر مشخص گردیده است: الف) ناحیه با آب قابل بارش زیاد، این ناحیه شامل نواحی ساحلی کشور می‌باشد ب) ناحیه با آب قابل بارش متوسط، این ناحیه بیش‌تر شامل بخش‌های زیادی از نواحی مرکزی، شمال غرب و شمال شرق کشور می‌باشد ج) ناحیه با آب قابل بارش کم، این نواحی بیش‌تر شامل ارتفاعات زاگرس می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

ـ اشرفی، سعیده (۱۳۸۹)، «پهنه‌بندی شمال غرب ایران با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی»، ***نشریه پژوهش‌های اقلیمی‌شناسی***، شماره سوم و چهارم، صص ۲۶ -۴۲.

ـ باقری، جلیل (۱۳۸۷)، «شناسایی تیپ‌های هوای ایستگاه همدید اراک»، ***مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان***، شماره ۴، صص ۱۵۰-۱۳۱.

ـ بایگی، محمدموسوی و بتول اشرف (۱۳۸۹)، بررسی و مطالعه نمایه قائم هوا منجر به بارندگی‌های مخرب تابستانه (مطالعه موردی مشهد)، ***نشریه آب و خاک***، شماره ۵، صص ۱۰۳۶- ۱۰۴۸.

ـ خسروی، محمود و دوستکامیان، مهدی و میرموسوی، سیدحسین و بیات، علی و احسان بیگ‌رضایی (۱۳۹۳)، «طبقه‌بندی دما و بارش در ایران‌زمین با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و تحلیل خوشه‌ای»، پژوهشی برنامه‌ریزی منطقه‌ای واحد مرودشت، شماره ۱۳ صص ۱۲۱-۱۳۲.

ـ خسروی، محمود و نظری‌پور، حمید (۱۳۸۹) «کاربرد تحلیل خوشه‌ای در شناسایی ویژگی‌های روزهای بارش (ایستگاه خاش)، ***فضایی جغرافیایی***، شماره ۲۱، صص ۹۰ – ۶۵

ـ صادق‌حسینی، سیدعلی‌رضا و حجام، سهراب و پوریا تفنگ‌ساز (۱۳۸۴)، «ارتباط آب قابل بارش ابر و بارندگی دیدبانی‌شده در منطقه تهران، ***مجله فیزیک زمین و فضا***، شماره ۲، صص ۱۳-۲۱.

ـ فتاحی، ابراهیم و طیب رضیئی (۱۳۹۰)، «الگوهای گردش جوی روزانه بر ایران،» ***فصلنامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ۲.

ـ فرشادفر، عزت‌الله (۱۳۹۰)، ***«اصول و روش‌های آماری چندمتغیره»***، انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.

ـ فلاح‌قالهری، غلام‌عباس (۱۳۹۰)، ***«اصول و مبانی هواشناسی»***، انتشارات پژوهشکده اقلیم‌شناسی، چاپ اول ۱۳۹۰.

ـ مباشری، محمدرضا؛ پورباقرکردی، سیدمهدی؛ فرجزاده اصل، منوچهر و علی صادقی نائینی (۱۳۸۹)، «برآورد آب قابل بارش کلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های رادیوساوند: ناحیه تهران»، ***فصلنامه مدرس علوم انسانی***، شماره ۱، صص ۱۰۷– ۱۲۶.

ـ مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۳)، «بررسی دمای ایران در نیم سده گذشته»، ***مجله جغرافیا و توسعه***، صص ۸۹–۱۰۶.

ـ مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۹۰)، ***«آب و هوای ایران»***، انتشارات شریعه توسعه مشهد– دانشگاه اصفهان.

- Adiyamay, (2009), "Empirical Modeling of Layered Integrated Water Vapor Using Surface Mixing Ratio in Nigeria", ***Journal of Applied Metrological and Climatological***, (48): PP. 369-380.

- Biasutti, M., Yuter, S., Burleyson, C., Sobel A. (2011), "Very high resolution rainfall patterns measured by TRMM precipitation radar: Seasonal and diurnal cycles", ***Climate Dynamics***.

- Carl A. Mears, Benjamin D. Santer, Frank J. Wentz, Karl E. Taylor, Michael F. Wehner (2007), "Relationship between temperature and perceptible water changes over tropical oceans", Vol. 34, PP. 101-120

- Johan, D. Karallas, (1974), "Perceptible Water and its relationship to surface Dew point and vapor pressure in Athens", ***Journal of Applied Meteorology***, N 13, PP. 760-766.

- Kalkstian, L.S.; Yari E. (1987), "An evaluation of three clustering procedures for use in synoptic climatological classification", ***J Climate and Apple Metrological***, vole 26, PP. 717-730

- Kristin Kehrer and Brim Graf (2008), "Global Positioning System (GPS) Perceptible Water in Forecasting Lightning at Spaceport Canaveral", ***Weather Forecasting***, vol 23, PP. 219-232.

- Lam, Tony N.T. and Wan, Kevin K.W. and Wong, S.L. and Lam, Joseph C., (2010), "Long-Term Trends of Heat Stress And Energy

Use Implications In Subtropical Climates", ***Applied Energy*** 87, PP. 608-612.

- Lee, MI., Schubert, SD., Suarez, MJ., Held, IM., Lau, NC., Plushy, JJ., Kumar, A., Kim, HK., Schema, JKE. (2007), "An analysis of the warm-season diurnal cycle over the continental United States and northern Mexico in general circulation models", ***J. Hydrometeor***, 8(3): 344–366.

- Nesbitt S., Zipser E. (2003), "The diurnal cycle of rainfall and convective intensity according to three years of TRMM measurements", ***Journal of Climate,*** Vol. 16, PP. 1456-1475.

- Yang, G.; Slinger, J. (2001), "The diurnal cycle in the tropics", ***Review Monthly Weather***, Vol 129. PP. 784-801.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی