

نواحی بارشی استان کردستان

پیمان محمودی¹، عرفان مؤمن پور سورجانی²

1- گروه جغرافیای طبیعی، اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

2- کارشناس گروه سد و تاسیسات آبی، شرکت آب منطقه ای استان کردستان

چکیده

ناحیه بندی و طبقه بندی از گذشته، در تمام زمینه های علوم جغرافیا به ویژه علم آب و هواشناسی مورد توجه بوده است. برای ناحیه بندی بارشی استان کردستان از داده های ماهانه 28 ایستگاه همدیدی و باران سنجی برای یک دوره 15 ساله (1384-1370) بهره گرفته شد. به کمک تحلیل خوشه ای به روش ادغام وارد نواحی بارشی استان کردستان مشخص شد. نتیجه حاصل از این تحلیل، تشخیص سه ناحیه بارشی متفاوت در سطح استان بود که با ناحیه میان بارش مرکزی، ناحیه کم بارش شرقی و ناحیه پربارش غربی نامگذاری گردیدند. ناحیه میان بارش مرکزی، بزرگترین ناحیه بارشی از لحاظ وسعت در استان کردستان به شمار می آید. میانگین بارش سالانه این ناحیه 455/8 میلیمتر است که بیشترین آن در فصل زمستان با 175/7 میلیمتر می بارد و دارای رژیم زمستانی است. ناحیه کم بارش شرقی دومین ناحیه بزرگ بارشی استان کردستان می باشد. میانگین بارش سالانه آن 323/4 میلیمتر است که بیشتر آن در فصل بهار و با 113/4 میلیمتر می بارد و دارای رژیم بهاره است. کم وسعت ترین و در عین حال پربارش ترین ناحیه بارشی استان کردستان، ناحیه پربارش غربی با 837 میلیمتر بارش سالانه است که بیشتر آن در فصل زمستان و با 378/1 می باشد و دارای رژیم زمستانه است.

کلمات کلیدی: استان کردستان، تحلیل خوشه ای، روش وارد، ناحیه بندی، بارش.

مقدمه

حداقل خطا، واقعیت های موجود در پهنه های اقلیمی را آشکار سازند. تحلیل خوشه ای یکی از این روش های ریاضی می باشد که در زمینه کاهش داده ها و پیدا کردن گروه های واقعی مورد استفاده قرار می گیرند. تحلیل خوشه ای که نخستین بار توسط تریان به کار رفت روشی است آماری که مجموعه ای از افراد را بر حسب میزان همانندی میان آنها خوشه بندی می کند. اما بایستی به این نکته هم توجه نمود که این فن با روش های موجود طبقه بندی متفاوت است چرا که طبقه بندی با تعداد معلوم و مشخصی از گروه ها در ارتباط است و هدف آن اختصاص مشاهده های جدید به یکی از این گروه هاست، در صورتی که تحلیل خوشه ای یک فن ابتدایی است که به هیچ مفروضه ای درباره تعداد یا ساختار گروه ها متکی نیست. در تحلیل خوشه ای، عضویت گروهی برای همه مشاهده ها نامعلوم و حتی تعداد گروه ها نیز نامشخص است.

ناحیه بندی و طبقه بندی، از گذشته، در تمام زمینه های علوم جغرافیا، به ویژه علم آب و هواشناسی مورد توجه بوده است. یونانیان قدیم با استفاده از تغییرات زاویه تابش خورشید، سطح کره زمین را به سه ناحیه گرم، معتدل و سرد در قالب چهار فصل و بطلمیوس نیز براساس تفاوت در درجه حرارت، سرزمین های شناخته شده آن روزگار را به هفت اقلیم تقسیم کرده بودند (5). همچنین از اواسط قرن گذشته، افرادی همچون کوپن و تورنت وایت، طرح های طبقه بندی زیادی را براساس عناصر مختلف اقلیمی ارائه نموده اند که در جهان در مقیاس های کوچک و بزرگ به کار گرفته می شود (1). بنابراین مرزبندی و تفکیک زمانی- مکانی واحدهای نسبتاً مستقل از یکدیگر براساس یک یا چند معیار مفروض همواره در کانون توجه جغرافی دانان بوده است.

امروزه با استفاده از رایانه و فنون نوین آماری، اقلیم شناسان به دنبال استفاده از روش هایی می باشند که با

1. Ward

2. Cluster Analysis

استاینر^۶ به نقل از حیدری و علیجانی (۱۳۷۸) اولین کسی بود که در سال ۱۹۶۵ از تکنیک تحلیل خوشه‌ای برای طبقه‌بندی اقلیمی یک منطقه جغرافیایی بهره جست. او با استفاده از ۱۶ پارامتر اقلیمی، ایالات متحده را ناحیه‌بندی نمود. روش فوق در سال‌های بعد به خصوص در چند دهه اخیر کاربرد و گسترش زیادی پیدا کرده است، به طوری که محققین مختلفی در سطح جهان برای طبقه‌بندی و گروه‌بندی نواحی و متغیرهای اقلیمی از آن بهره گرفته‌اند.

دی‌گائتانو^۷ (۲۰۰۱) با بکار بردن روش خوشه‌بندی دو رگه‌ای^۸ و با استفاده از دو پارامتر بارش و درجه حرارت، ۱۱۴۵ ایستگاه هواشناسی را در ایالات متحده گروه‌بندی نمود. سپس تراکم و توزیع جغرافیایی ایستگاه‌ها را در هر کدام از گروه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. رومرو^۹ و همکارانش (۱۹۹۹) با استفاده از داده‌های روزانه بارش ۴۱۰ ایستگاه هواشناسی برای یک دوره ۳۰ ساله، الگوهای بارش روزانه را برای منطقه‌ی مدیترانه‌ای اسپانیا استخراج نمودند. اونال^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۳) نیز با استفاده از چهار پارامتر میانگین دما، حداقل دما، حداکثر دما و جمع بارش سالانه در یک دوره ۴۸ ساله برای ۱۱۳ ایستگاه هواشناسی و با استفاده از فن تحلیل خوشه‌ای اقدام به ناحیه‌بندی اقلیمی ترکیه نمودند. نتیجه کار آن‌ها تعیین هفت ناحیه اقلیمی برای کشور ترکیه بود. از کارهای انجام شده دیگر می‌توان به کارهای وایت‌فیلد^{۱۱} و همکاران (۲۰۰۲) اشاره نمود که با استفاده از روش خوشه‌بندی چند میانگین، تغییرپذیری‌های اخیر در بارش و دمای کشور کانادا را مورد بررسی قرار دادند. استبان^{۱۲} و همکارانش (۲۰۰۵) با استفاده از روش تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای الگوهای چرخش عمومی اتمسفر را در ارتباط با روزهای بارش سنگین برف در آندورا مورد مطالعه قرار دادند. در ایران

تحلیل خوشه‌ای می‌تواند به روش سلسله‌مراتبی^۱ یا غیر سلسله‌مراتبی^۲ انجام پذیرد. در روش سلسله‌مراتبی در طی فرآیند خوشه‌بندی، نخست خوشه‌ها شناسایی و سپس بر حسب درجه همانندی در یکدیگر ادغام می‌شوند تا سرانجام همه خوشه‌ها در یک خوشه جمع شوند. روش چند میانگین^۳ یک روش خوشه‌بندی غیر سلسله‌مراتبی است. در این روش نخست اعضاء به K گروه دلخواه تقسیم شده و سپس هر عضو در گروهی خوشه می‌شود که کمترین فاصله را تا میانگین آن گروه دارد.

فرآیند تحلیل خوشه‌ای می‌تواند از نوع شکافتی^۴ یا از نوع پیوندی^۵ باشد. در نوع شکافتی نخست همه اعضاء در یک خوشه جای داده می‌شوند و سپس اعضاء چنان به دو خوشه‌ی متمایز تجزیه می‌شوند که تفاوت میان آنها بیشینه شود و این فرآیند تا آنجا ادامه می‌یابد که به تعداد اعضاء، خوشه داشته باشیم. در نوع پیوندی نخست فرض می‌کنیم هر فرد یک خوشه است و با یافتن همانندترین زوجها افراد خوشه‌بندی می‌شوند. سپس همانندترین خوشه‌ها در یکدیگر ادغام می‌شوند و این فرآیند آنقدر ادامه می‌یابد تا همه خوشه‌ها در یک خوشه جمع شود.

ممکن است همانندی افراد بر حسب یک صفت اندازه‌گیری شود که در این صورت خوشه‌بندی را تک‌صفتی می‌نامیم. اگر همانندی بر حسب چند صفت اندازه‌گیری شود خوشه‌بندی چند صفتی نامیده می‌شود. اندازه‌گیری همانندی پایه اصلی هر تحلیل خوشه‌ای است. روش‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری همانندی پیشنهاد شده است که هر یک بسته به ماهیت موضوع مورد بررسی کارایی پیدا می‌کنند. یک شاخص همانندی مناسب، شباهت میان اعضاء را از حیث صفت یا صفات مورد بررسی، می‌سنجد.

1. Hierarchical
3. K-Means
5. Agglomerative Hierarchical
7. DeGaetano
9. Romero
11. Whitefield

2. Non Hierarchical
4. Divisive Hierarchical
6. Stiner
8. Hybrid Clustering
10. Unal
12. Esteban

خوشه‌ای گردید تا بتوان براساس این ناحیه‌بندی جدید ویژگی‌های بارشی هر ناحیه را به طور جداگانه و با دقت بیشتری جهت برنامه‌ریزی‌های آینده مورد مطالعه قرار داد.

داده‌ها و روش‌ها

استان کردستان با وسعتی حدود ۲۸۲۳۵ کیلومتر مربع، شانزدهمین استان کشور از لحاظ وسعت می‌باشد. این استان از شمال به استان آذربایجان غربی و بخشی از زنجان، از جنوب به کرمانشاه، از شرق به استان‌های همدان و قسمت دیگری از استان زنجان و از طرف غرب به کشور عراق محدود می‌گردد (شکل ۱).

نیز در چند سال اخیر کارهای گوناگونی در ارتباط با ناحیه‌بندی‌های اقلیمی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای صورت گرفته است که می‌توان به کارهای حیدری و علیجانی (۱۳۷۸)، مسعودیان و عطایی (۱۳۸۴)، مسعودیان (۱۳۸۴)، رضایی بنفشه (۱۳۸۲)، ذوالفقاری (۱۳۷۷) و صداقت‌زاده حقیقی (۱۳۷۶) اشاره نمود.

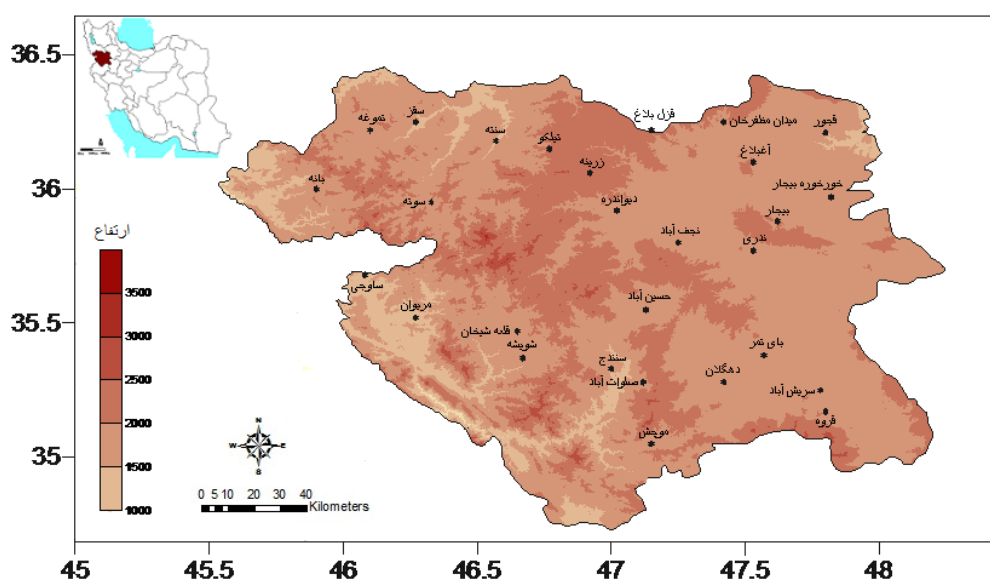
با مطالعه منابع موجود در زمینه طبقه‌بندی‌های آب و هوایی ایران مشخص می‌شود که همواره از کردستان به عنوان یک ناحیه یا پهنه بارشی نام برده شده است. اما با توجه به وضعیت توپوگرافی استان و نقشی که ناهمواری‌ها می‌توانند در تنوع بارشی یک منطقه داشته باشند اقدام به ناحیه‌بندی بارشی استان کردستان با استفاده از فن تحلیل



شکل شماره ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی استان کردستان

نسبت‌ها و جرم مضاعف برطرف گردید. از دلایل مهم برای انتخاب این دوره، عدم وجود آمارهای دراز مدت و مشترک بین ایستگاه‌های مختلف در سطح استان بود. موقعیت و پراکنش ایستگاه‌ها در شکل (۲) آورده شده است.

برای بررسی و مطالعه ویژگی‌های بارش و ناحیه‌بندی آن در استان کردستان، از میانگین بارش‌های ماهانه ۲۸ ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی برای یک دوره ۱۵ ساله (۱۳۷۰-۱۳۸۴) بهره گرفته شد. نواقص آماری و همگن‌سازی داده‌ها نیز بر اساس روش‌های مرسوم درون‌یابی، روش



شکل شماره ۲- نقشه موقعیت و پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه

جهت جلوگیری از این مسئله باید از استانداردها داده‌ها استفاده شود. در مواردی می‌توان به مشاهداتی که فاصله زیادتری با یکدیگر دارند وزن بیشتری داد و فاصله اقلیدسی را به توان ۲ رسانید. در این صورت فرمول به شکل زیر در می‌آید:

$$D_{KI}^2 = \sum_{j=1}^m (X_{Kj} - X_{Ij})^2$$

پس از اندازه‌گیری درجه همانند باید روشی برای ادغام داده‌های ایستگاه‌هایی که بالاترین درجه همانندی را نشان داده‌اند به کار برد. روش‌های مختلفی نیز برای این ادغام پیشنهاد داده شده است که مجذور فاصله اقلیدسی معمولاً با سانتروئید (میان) و روش وارد به کار می‌رود. در روش وارد ابتدا میانگین متغیرها در داخل هر خوشه محاسبه می‌شود. سپس برای هر مشاهده، فاصله اقلیدسی میانگین‌های خوشه‌ها محاسبه می‌گردد. این فاصله برای تمام مشاهدات جمع می‌شود. در هر مرحله دو خوشه‌ای ترکیب می‌شوند که کوچکترین افزایش در مجموع فواصل داخل خوشه را داشته باشند. شکل ریاضی این روش عبارت است از:

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

که در اینجا d_{rs}^2 فاصله بین گروه r و گروه s است.

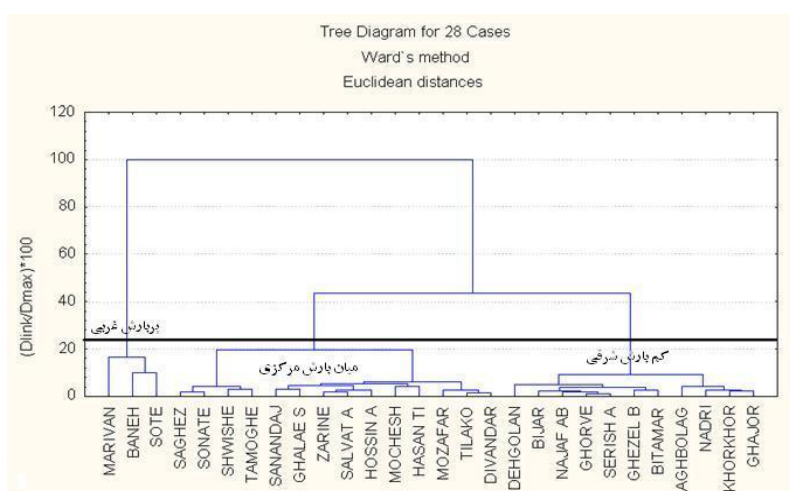
بعد از فراهم نمودن داده‌ها و اصلاح و بازسازی نواقص آماری آن‌ها، از روش تحلیل خوشه‌ای جهت ناحیه‌بندی بارشی استان کردستان استفاده شد. تحلیل خوشه‌ای یکی از روش‌های آماری است که در زمینه کاهش داده‌ها و پیدا کردن گروه‌های واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تحلیل خوشه‌ای جهت تشکیل خوشه‌ها از عدم شباهت یا فاصله بین متغیرها استفاده می‌شود. این فاصله‌ها می‌تواند مبتنی بر یک یا چند بعد متفاوت باشد. روش‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری همانندی پیشنهاد شده است که هر یک متناسب با ماهیت موضوع مورد بررسی کارایی پیدا می‌کند (مراجعه شود به منبع شماره ۹). در مطالعه حاضر از مجذور اقلیدسی برای محاسبه فاصله بین بارش ایستگاه‌ها استفاده گردیده است. اگر مقدار متغیرها، صفت مقدار متغیر ص برای نفر m باشد فاصله اقلیدسی بین r و s عبارت است از:

$$D_{KI} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (X_{Kj} - X_{Ij})^2}$$

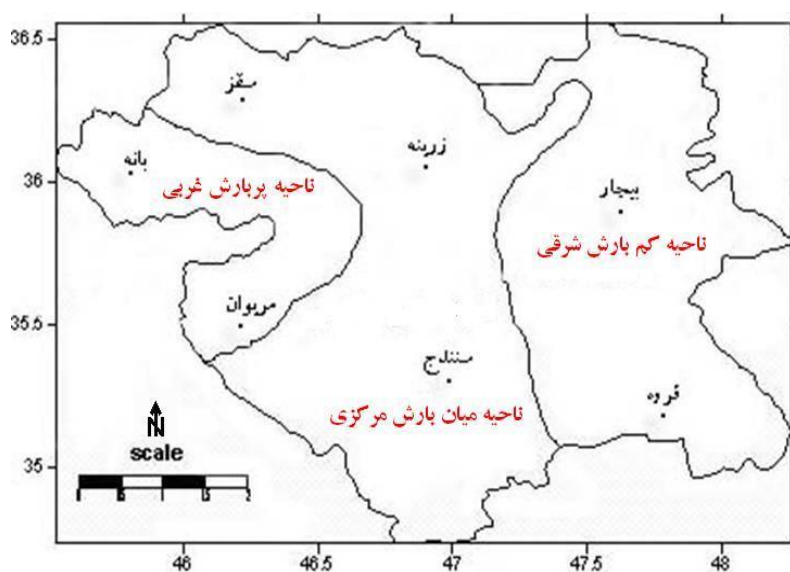
این شاخص احتمالاً متداول‌ترین نوع فاصله است. اما از معایب استفاده از این روش وقتی است که متغیرها در دو مقیاس متفاوت اندازه‌گیری شده باشند در این صورت به داده‌هایی که بزرگتر هستند وزن بیشتری داده می‌شود لذا

سپس در سه سطح احتمالی ۷۵٪، ۸۵٪ و ۹۵٪ روزهای با بارش ۱ میلیمتر، ۵ میلیمتر و ۱۰ میلیمتر مشخص گردید. برای این کار از هر ناحیه یک ایستگاه به عنوان نماینده ناحیه انتخاب گردید. برای ناحیه میان بارش مرکزی، ایستگاه سنندج، برای ناحیه کم بارش شرقی، ایستگاه بیجار و برای ناحیه پربارش غربی ایستگاه مریوان به عنوان ایستگاه‌های مبنا انتخاب گردیدند. دلیل انتخاب این ایستگاه‌ها، به دلیل داشتن بالاترین ضریب همبستگی ایستگاه‌های مبنا با سایر ایستگاه‌ها بوده است.

برای انجام خوشه بندی بارش‌های استان کردستان از نرم افزار STATISTICA بهره گرفته شد. در نهایت نیز در محیط نرم افزاری SURFER ناحیه بندی بارشی استان کردستان انجام گرفت. شکل (۳) نتایج آماری و شکل (۴) ناحیه بندی بارشی استان کردستان را با استفاده از تحلیل خوشه‌ای نشان می‌دهد. در ادامه ویژگی‌های بارشی هر ناحیه به طور جداگانه بررسی شد. برای زمان شروع اولین بارش پاییزی، اول مهر و برای خاتمه آخرین بارش بهاری اول فروردین به عنوان روزهای مبنا انتخاب و با توزیع نرمال برازش داده شدند.



شکل شماره 3- نمودار تحلیل خوشه‌ای نواحی بارشی استان کردستان



شکل شماره 4- ناحیه بندی بارشی استان کردستان

تجزیه و تحلیل

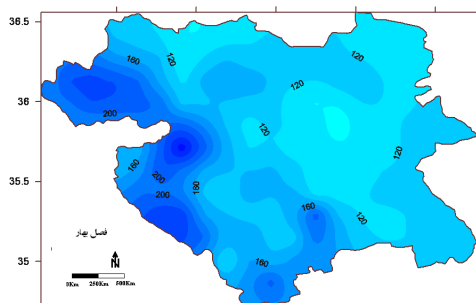
توزیع مجموع بارندگی استان در فصل پائیز از ۸۰ تا ۲۴۰ میلیمتر متغیر است. پربارش ترین هسته های این فصل در غرب و شمال غربی استان و هسته های کم بارش نیز در شرق استان واقع است (شکل ۵ ج).

توزیع بارش فصل زمستان در استان کردستان نیز از حدود ۸۰ تا ۴۲۰ میلیمتر متغیر است. هسته های پربارش این فصل استان کردستان در غرب و هسته های کم بارش آن در شرق استان قرار گرفته است (شکل ۵ د).

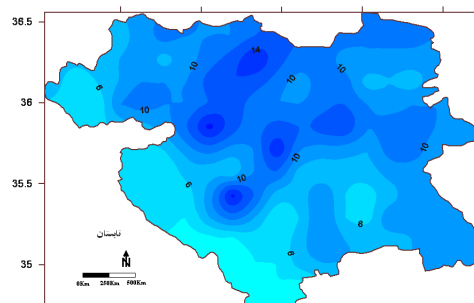
دامنه تغییرات میانگین سالانه بارش در استان کردستان بین ۳۰ تا ۸۵۰ میلیمتر است به طوری که شرق استان با میانگین بارشی در حدود ۳۰۰ میلیمتر، کمترین میزان بارش سالانه را دریافت می کند. در مقابل غرب استان با میانگین سالانه بالاتر از ۸۵۰ میلیمتر پربارش ترین هسته بارشی استان و شمال غرب با بارشی در حدود ۸۰۰ میلیمتر دومین هسته بارشی استان کردستان به شمار می آید (شکل ۶).

توزیع بارندگی در سطح استان کردستان تابعی از موقعیت و وضعیت توپوگرافی آن می باشد به طوریکه همین عوامل باعث گردیده که توزیع بارندگی در سطح استان یکنواخت نباشد. توزیع مجموع بارندگی فصل بهار استان کردستان از ۱۰۰ تا ۲۶۰ میلیمتر متغیر است. هسته های پربارش این فصل با بیش از ۲۶۰ میلیمتر بارش در غرب و شمال غرب و هسته های کم بارش آن با کمتر از ۱۰۰ میلیمتر بارش در شرق استان واقع شده است (شکل ۵ الف).

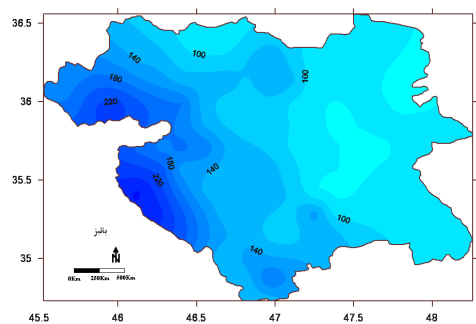
فصل تابستان نیز خشک ترین فصل سال در استان کردستان به شمار می آید به طوریکه در این فصل بسیاری از نقاط استان بارشی کمتر از ۱۰ میلیمتر دریافت می کنند. توزیع مجموع بارندگی فصل تابستان دارای دامنه تغییراتی بین ۴ تا ۱۴ میلیمتر بوده است که هسته های پربارش این فصل در مرکز و شمال استان واقع شده اند اما به صورت پراکنده نیز نقاطی از سطح استان هسته های بارشی هستند (شکل ۵ ب).



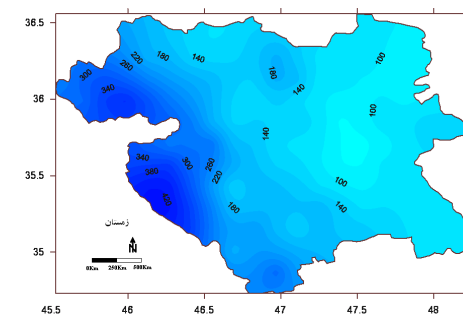
الف: نقشه توزیع بارش فصل بهار استان کردستان



ب: نقشه توزیع بارش فصل تابستان استان کردستان

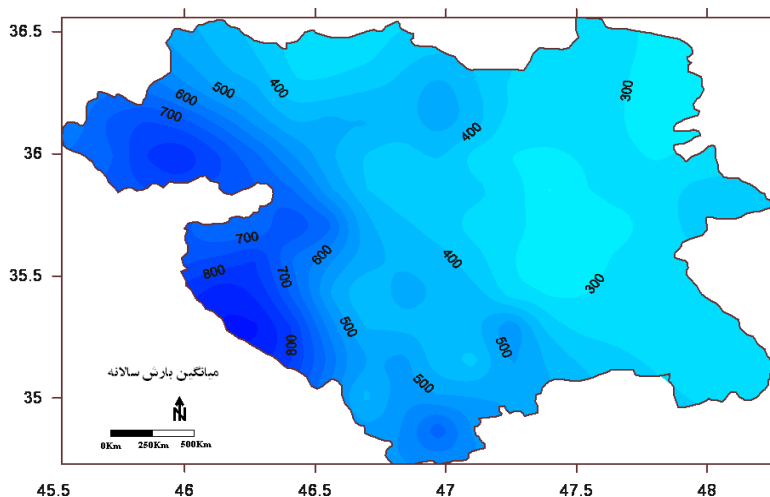


ج: نقشه توزیع بارش فصل پائیز استان کردستان



د: نقشه توزیع بارش فصل زمستان استان کردستان

شکل شماره ۵- نقشه توزیع میانگین بارش فصول چهارگانه استان کردستان



شکل شماره 6- نقشه توزیع میانگین بارش سالانه استان کردستان

نواحی بارشی استان کردستان

ناحیه میان بارش مرکزی

ناحیه میان بارش مرکزی، بزرگترین ناحیه بارشی از لحاظ وسعت در استان کردستان به شمار می آید که حدود 49 درصد استان را در بر می گیرد (شکل 4). میانگین بارش سالیانه این ناحیه بارشی 455/8 میلیمتر است که فصل زمستان با 175/7 میلیمتر بارش، پربارش ترین فصل و تابستان با 9/7 میلیمتر کم بارش ترین فصل این ناحیه به حساب می آید (جدول 1). ماه های فروردین و اسفند هر کدام به ترتیب با 72/1 و 61/7 میلیمتر بارش، پربارش ترین ماه های سال و دو ماه شهریور و مرداد هر کدام با 1/2 و 2/9 میلیمتر خشک ترین ماه های این ناحیه را تشکیل می دهند (شکل 7).

ریزش اولین بارش پائیزی در این ناحیه در سطح احتمالی 75٪، 29 مهر، در سطح احتمالی 85٪، 5 آبان و در سطح احتمالی 95٪، 13 آبان می باشد. بارش های بیش از 5 میلیمتر و 10 میلیمتر نیز به ترتیب در سطح احتمالی 75٪، 13 آبان و 17 آبان، در سطح احتمالی 85٪، 19 آبان و 22 آبان و در نهایت در سطح احتمالی 95٪، 27 و 29 آبان می باشد.

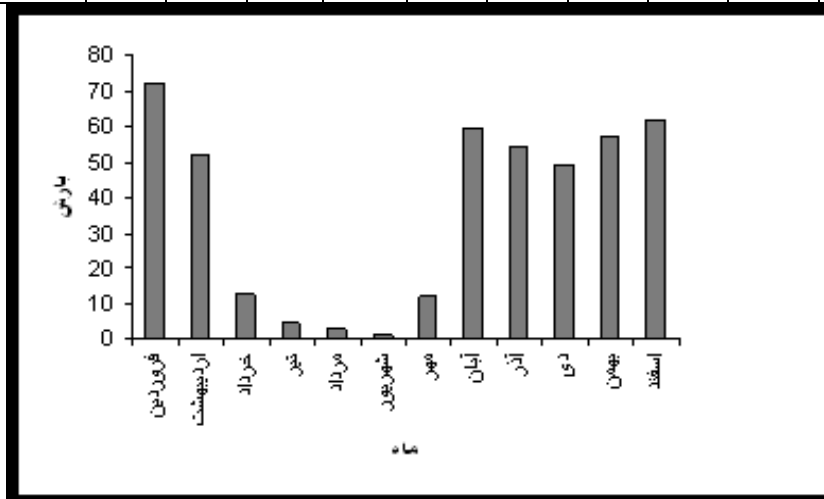
اما آخرین بارش های بهاری این ناحیه در 27 خرداد ماه و در سطح احتمالی 95٪ رخ می دهد. بارش های بیش از 5 میلیمتر در 19 خرداد و 10 میلیمتر و بیشتر در 2 خرداد در سطح احتمالی 95٪ به پایان می رسد (جدول 2).

ناحیه کم بارش شرقی

ناحیه کم بارش شرقی دومین ناحیه بزرگ بارشی استان کردستان می باشد که در شرق ناحیه بارشی میان بارش مرکزی واقع شده است و تقریباً حدود 37 درصد از مساحت استان را شامل می شود (شکل 4). میانگین بارش سالیانه این ناحیه 313/4 میلیمتر است که بیشترین آن در فصل بهار (113/4 میلیمتر) و کمترین آن در فصل تابستان (9 میلیمتر) می بارد (جدول 3). ماه های فروردین و اردیبهشت هر کدام با 56/3 و 45/3 میلیمتر پربارش ترین ماه ها و دو ماه شهریور و مرداد هر کدام با 0/8 و 3/2 میلیمتر کم بارش ترین ماه های این ناحیه می باشند (شکل 8).

جدول شماره 1- میزان و توزیع فصلی بارش ناحیه میان بارش مرکزی

فصول	بهار		تابستان		پاییز		زمستان		کل سال	
	بارش	درصد	بارش	درصد	بارش	درصد	بارش	درصد	بارش	درصد
میزان بارش	140/3	30/78	9/7	2/13	130/1	28/54	175/7	38/55	455/8	100



شکل شماره ۷- نمودار میانگین بارش ماهانه ناحیه میان بارش مرکزی

جدول شماره 2- زمان آغاز و خاتمه بارش در ناحیه میان بارش مرکزی

سطح احتمالاتی	میزان بارش	زمان آغاز بارش	زمان خاتمه بارش
در سطح احتمالی 75٪	1 میلیمتر و بیشتر	29 مهر	13 خرداد
	5 میلیمتر و بیشتر	13 آبان	2 خرداد
	10 میلیمتر و بیشتر	17 آبان	19 اردیبهشت
در سطح احتمالی 85٪	1 میلیمتر و بیشتر	5 آبان	18 خرداد
	5 میلیمتر و بیشتر	19 آبان	8 خرداد
	10 میلیمتر و بیشتر	22 آبان	25 اردیبهشت
در سطح احتمالی 95٪	1 میلیمتر و بیشتر	13 آبان	27 خرداد
	5 میلیمتر و بیشتر	27 آبان	19 خرداد
	10 میلیمتر و بیشتر	29 آبان	2 خرداد

جدول شماره 3- میزان و توزیع فصلی بارش ناحیه کم بارش شرقی

فصول	بهار		تابستان		پاییز		زمستان		کل سال	
	بارش	درصد	بارش	درصد	بارش	درصد	بارش	درصد	بارش	درصد
میزان بارش	113/4	36/27	7/8	2/49	86/8	27/7	105/4	33/63	313/4	100

15 آبان و 24 آبان می باشد. بارش‌های بیش از 10 میلیمتر نیز با تاخیرهای زمانی حدوداً 20 روزه از بارش‌های بیش از 5 میلیمتر به ترتیب در 24 آبان، 11 آذر و 12 آذر می بارند.

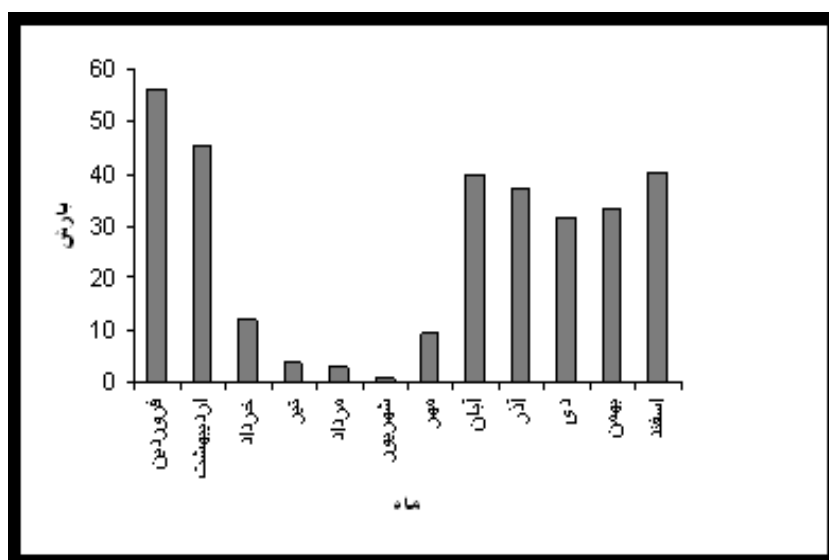
زمان آغاز اولین بارش پاییزی این ناحیه در سطح احتمالی 75٪، 24 مهر، در سطح احتمالی 85٪، 28 مهر و در سطح احتمالی 95٪، 6 آبان می باشد. بارش‌های بیش از 5 میلیمتر در سه سطح 75٪، 85٪ و 95٪ به ترتیب 10 آبان،

را شامل می‌شود، ناحیه پربارش غربی است که در غرب استان واقع شده است (شکل 4). میانگین بارش سالیانه این ناحیه 837/5 میلیمتر است که فصل زمستان با 378/1 میلیمتر پربارش‌ترین و تابستان با 4/5 میلیمتر کم‌بارش‌ترین فصل این ناحیه به حساب می‌آیند (جدول 5). ماه‌های بهمن، فروردین و آذر با 141/2، 124/8 و 124/5 میلیمتر دارای بیشترین بارش‌ها و ماه‌های شهریور و مرداد با 1/3 و 1/6 میلیمتر دارای کمترین بارش‌ها هستند (شکل 9).

زمان خاتمه بارش‌های بهاری نیز در سه سطح احتمالی 75٪، 85٪ و 95٪ به ترتیب برای بارش‌های 1 میلیمتری 20 خرداد، 25 خرداد و 2 تیر برای بارش‌های 5 میلیمتری 7 خرداد، 14 خرداد و 25 خرداد و برای بارش‌های 10 میلیمتری به ترتیب 25 اردیبهشت، 2 خرداد و 14 خرداد می‌باشد (جدول 4).

ناحیه پربارش غربی

کم‌وسعت‌ترین و در عین حال پربارش‌ترین ناحیه بارشی استان کردستان که حدود 15 درصد از مساحت استان



شکل شماره ۸- نمودار میانگین بارش ماهانه ناحیه کم بارش شرقی

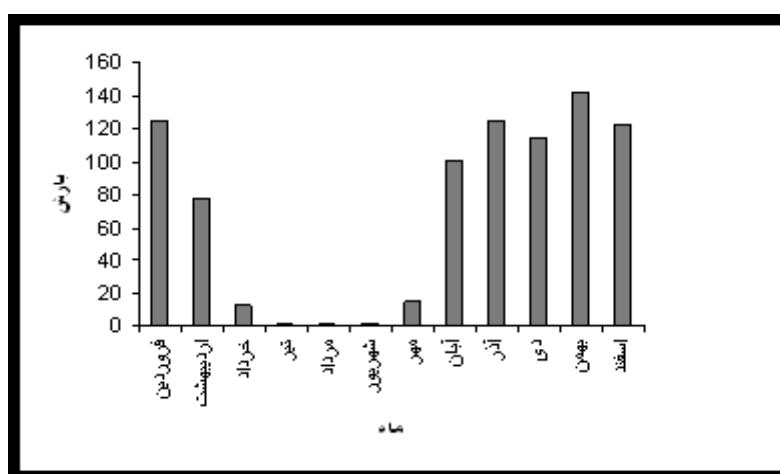
جدول شماره ۴- زمان آغاز و خاتمه بارش در ناحیه کم بارش شرقی

سطح احتمالاتی	میزان بارش	زمان آغاز بارش	زمان خاتمه بارش
در سطح احتمالی 75٪	1 میلیمتر و بیشتر	24 مهر	20 خرداد
	5 میلیمتر و بیشتر	10 آبان	7 خرداد
	10 میلیمتر و بیشتر	24 آبان	25 اردیبهشت
در سطح احتمالی 85٪	1 میلیمتر و بیشتر	28 مهر	25 خرداد
	5 میلیمتر و بیشتر	15 آبان	14 خرداد
	10 میلیمتر و بیشتر	11 آذر	2 خرداد

در سطح احتمالی 95٪	1 میلیمتر و بیشتر	6 آبان	2 تیر
	5 میلیمتر و بیشتر	24 آبان	25 خرداد
	10 میلیمتر و بیشتر	12 آذر	14 خرداد

جدول شماره 5- میزان و توزیع فصلی بارش ناحیه پربارش غربی

فصول	بهار		تابستان		پاییز		زمستان		کل سال	
	بارش	درصد	بارش	درصد	بارش	درصد	بارش	درصد	بارش	درصد
میزان بارش	215	25/67	4/5	0/53	240/1	28/66	378/1	45/14	837	100



شکل شماره ۹- نمودار میانگین بارش ماهانه ناحیه پربارش غربی

در بهار نیز بارش‌های ۵ میلیمتری در ۳ خرداد و ۱۰ میلیمتری در ۲ خرداد در سطح احتمالی ۷۵٪ به پایان می‌رسد. اما در دو سطح دیگر به ترتیب در ۸ خرداد و ۲ خرداد و ۱۲ خرداد و ۱۸ خرداد آخرین بارش‌های ۵ و ۱۰ میلیمتری خواهد بارید (جدول ۶).

زمان آغاز اولین بارش پاییزی این ناحیه در سه سطح احتمالی ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد به ترتیب ۲ آبان، ۸ آبان و ۱۸ آبان است. از طرف دیگر آخرین بارش بهاری در سه سطح احتمالی ذکر شده به ترتیب ۸ خرداد، ۱۲ خرداد و ۱۸ خرداد می‌باشد. اولین بارش‌های ۵ و ۱۰ میلیمتری نیز به ترتیب در ۸ آبان و ۱ آذر، ۱۳ آبان و ۱۰ آذر و ۲۳ آبان و ۱۵ آذر است.

جدول شماره ۶- زمان آغاز و خاتمه بارش در ناحیه پربارش غربی

سطح احتمالی	میزان بارش	زمان آغاز بارش	زمان خاتمه بارش
در سطح احتمالی 75٪	1 میلیمتر و بیشتر	2 آبان	8 خرداد
	5 میلیمتر و بیشتر	8 آبان	3 خرداد
	10 میلیمتر و بیشتر	1 آذر	2 خرداد
در سطح احتمالی	1 میلیمتر و بیشتر	8 آبان	12 خرداد

85٪	5 میلیمتر و بیشتر	13 آبان	8 خرداد
	10 میلیمتر و بیشتر	10 آذر	7 خرداد
در سطح احتمالی 95٪	1 میلیمتر و بیشتر	18 آبان	18 خرداد
	5 میلیمتر و بیشتر	23 آبان	17 خرداد
	10 میلیمتر و بیشتر	25 آذر	18 خرداد

نتیجه گیری

استان کردستان منطقه ای است کوهستانی که از میروان تا دره قزل اوزن و کوه‌های زنجان جنوبی در مشرق با اشکال مختلفی گسترده شده است. ناهمواری‌های این استان نه مانند ناحیه کوهستانی آذربایجان و نه شباهتی به دیگر نواحی کوهستانی ایران دارد. به همین جهت در تقسیم بندی‌های کلی ناهمواری‌های ایران تحت عنوان ناحیه کوهستانی کردستان مرکزی از آن نام برده می‌شود. بنابراین توپوگرافی و موقعیت خاص جغرافیایی آن که در مسیر ورود چرخندهای بارانزا به کشور قرار دارد باعث گردیده است که استان کردستان دارای اقلیمی متغیر و متفاوت باشد.

در بین عناصر گوناگون اقلیمی شاید بارش تغییر پذیرترین عنصر اقلیمی باشد که دارای بیشترین تغییرات زمانی و مکانی است. در این تحقیق با استفاده از داده‌های بارش ماهیانه ۲۸ ایستگاه سینوپتیک و بارانسنجی و با استفاده از فن تحلیل خوشه‌ای اقدام به ناحیه بندی استان کردستان گردید که سه ناحیه بارشی مشخص گردید.

- ناحیه میان بارش مرکزی با میانگین بارش ۴۵۵/۸ میلیمتر که بیشترین آن در فصل زمستان با ۱۷۵/۷ میلیمتر می‌بارد و دارای رژیم زمستانی است.

- ناحیه کم بارش شرقی با ۳۱۳/۴ میلیمتر بارش که بیشترین آن در فصل بهار با ۱۱۳/۴ میلیمتر می‌بارد و دارای رژیم بهاری است.

- ناحیه پربارش غربی با ۸۳۷ میلیمتر بارش، بیشترین میزان بارش را در بین نواحی بارشی استان کردستان است که عمده بارش آن در زمستان و با ۲۷۸/۱ میلیمتر می‌باشد و دارای رژیم زمستانی است.

بنابراین نقش ارتفاعات و به خصوص طول جغرافیایی در مشخص نمودن نواحی بارشی به وضوح مشخص است به طوری که با حرکت از ناحیه پربارش غربی به طرف ناحیه کم بارش شرقی در شرق استان از میانگین بارش کاسته می‌شود.

منابع

- 1- حیدری، حسن و بهلول علیجانی، 1378، طبقه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره. مجله پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره 37.
- 2- ذوالفقاری، حسن، 1377، تحلیلی بر بارش‌های غرب ایران. مجله نیوار، زمستان: شماره 40.
- 3- رضایی بنفشه، مجید، 1382، تحلیل و مدل بندی رژیم‌های بارش در حوضه آبریز قره سو. رساله دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز.
- 4- صداقت زاده حقیقی، زهره، 1376، بررسی آماری تغییرات مکانی و زمانی الگوهای بارشی در استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.
- 5- علیجانی، بهلول و محمدرضا کاویانی، 1374، مبانی آب و هواشناسی. انتشارات سمت، تهران.
- 6- مسعودیان، سید ابوالفضل، 1384، شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای. مجله پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره 52.

- the Spanish Mediterranean area: an objective classification. *International Journal of Climatology*, volume 19, Issue.
- 13- Unal, Yardanel, Tayfon Kindap., and Mahmet Karaca., 2003, redefining the climate zones of Turkey using cluster analysis. *International Journal of Climatology*, volume 23, Issue 9.
- 14- Whitefield, P. H., Karin Bodtke., Alex. J. Canoon., 2002, Recent variations in seasonality of temperature and precipitation in Canada, 1976-95. *International Journal of Climatology*, volume 22, Issue 13.
- 7- مسعودیان، سید ابوالفضل و هوشمند عطایی، 1384، شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه ای. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی). جلد هجدهم، شماره 1.
- 8- نجفی، یداء...، 1369، جغرافیای عمومی استان کردستان. تهران: انتشارات امیرکبیر.
- 9- هومن، حیدرعلی، 1380، تحلیل داده‌های چند متغیری در پژوهش رفتاری. تهران: نشر پارسا.
- 10- DeGaetano, T. A., 2001, Spatial grouping of United States climate stations using a hybrid clustering approach. *International Journal of Climatology*, volume 21, Issue 7.
- 11- Esteban, Pere. Philip D. Jones., Javier Martin-Vide., and Montse Mases., 2005, Atmospheric circulation patterns related to heavy snowfall days in Andorra, Pyrenees. *International Journal of Climatology*, volume 25, Issue 3.
- 12- Romero, R., C. Ramis., and J. A. Guijarro., 1999, Daily rainfall patterns in