تحلیل

زمانی ـ مکانی بارش‌های استان کردستان

نبی محمدی
(کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی ـ دانشگاه تبریز)

چکیده

عناصر اقلیمی به ویژه بارش، دارای تغییرات معنی‌داری در دوره‌های زمانی هستند. لذا شناخت عنصر بارش به عنوان یکی از دو عنصر اقلیمی و تغییرات آن در زمان‌ها و مکان‌های متفاوت، امکان بهره‌گیری بهینه از محیط طبیعی را فراهم می‌سازد. در این مطالعه از داده‌های بارش سالانه و ماهانه‌ی ۲۰ ایستگاه هواشناسی با طول دوره‌ی آماری ۳۰-۱۸ سال استفاده و برای ارزیابی و تحلیل بارش‌های طولانی مدت از آمار توصیفی کمک گرفته شده است. به‌منظور تحلیل‌های مکانی بارش، از مقادیر نمرات استاندارد (Z) بارش سالانه، فصول چهارگانه، فصل مرطوب و خشک و «تحلیل خوشه‌ای»[1]، و نیز برای ترسیم نقشه‌ها، از محیط «GIS»[2] بهره گرفته شده است. در خاتمه، با در نظر گرفتن عامل ارتفاع و مقادیر نمرات استاندارد بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه، تفاوت‌های مکانی بارزی در رژیم بارشی سالانه با فصل تابستان مشاهده شد. نتیجه‌ی تحلیل خوشه‌ای مشخص کرد که نمی‌توان استان کردستان را تنها دارای یک نظام بارشی دانست، بلکه در مکان‌های متفاوت عوامل گوناگونی بر بارش استان تأثیر می‌گذارند. حداقل سه ناحیه‌ی بارشی در استان کردستان قابل شناسایی هستند.

کلیدواژه‌ها: تحلیل زمانی ـ مکانی، تحلیل خوشه‌ای، بارش، استان کردستان

پیشینه‌ی تحقیق

عنصر بارش یکی از عناصر مهم اقلیمی است که از دیرباز مورد توجه بشر بوده است. اهمیت زیاد این عنصر از یک‌طرف و نوسانات فراوان آن از طرف دیگر سبب شده است که اقلیم‌شناسان و دیگر دانشمندان علوم مرتبط، به دنبال روش‌هایی برای بیان ویژگی‌های بارش و به نحوی مدل‌سازی آن باشند. در زمینه‌ی بارش مطالعات متعددی صورت گرفته‌اند. برای مثال، **کوت و کورنیش** (۱۹۵۸) در مطالعه‌ای روی رابطه‌ی بین «بارش سالانه و ماهانه» با «ارتفاع» در جنوب استرالیا، متوجه شدند که هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع، حدود ۳۰-۱۵ درصد مقدار بارش را تغییر می‌دهد. **مارتین و همکارانش** رابطه‌ی بین بارش و ارتفاع را با استفاده از مدل‌های آماری مطالعه کردند. آن‌ها نشان دادند که مقدار بارش با افزایش ارتفاع زیاد می‌شود، ولی ضریب تغییرپذیری کاهش می‌یابد [به نقل از علیجانی، ۱۳۸۲].

تامپسون[3] و همکارانش (۱۹۹۷)، در مقاله‌ی تحقیقی خود، برای مطالعه‌ی تغییرات مکانی بارش مناطق کوهستانی نیوزیلند، از مدل «دیاگوستیک»[4] استفاده کردند. هدف آن‌ها پیدا کردن رابطه‌ای ساده بین «بارش به‌دست آمده از مدل» و «بارش طولانی‌مدت» بود. در نهایت یک رابطه‌ی خطی به‌دست آوردند که نشان می‌دهد، بارش در نواحی کوهستانی در مدت زمان طولانی، در ارتفاع پایین‌تر رخ می‌دهد. در این مطالعه هم‌چنین برای تعیین توزیع بارش سالانه از یک مدل

رگرسیونی چندمتغیره استفاده شده است.

گوسوامی[3] و همکارانش (۲۰۰۳)، در تحقیقی توسان موسمی‌های تابستانه‌ی هند را خوشه‌بندی کردند. در این مطالعه روش‌های آماری چندمتغیره، از جمله تحلیل خوشه‌ای، به‌عنوان تکنیکی مناسب برای تحلیل مکانی بارش تشخیص داده شد. **گارن**[4] (۲۰۰۵) و همکارانش نشان دادند که تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی متراکم، می‌تواند خوشه‌های حساس در یک مشاهده را تشخیص دهد و نیز ابزاری مناسب برای پیش‌بینی آب و هوایی باشد. مطالعات دیگری توسط **مارک سینکلر**[5] (۱۹۹۴) و **استفانو**[6] (۲۰۰۶) در زمینه‌ی تغییرات بارش صورت گرفته است.

علیجانی (۱۳۷۳)، در تحقیقی تحت عنوان «نقش کوه‌های البرز در تنوع مکانی بارش»، به‌منظور بررسی نقش ارتفاعات البرز در تنوع مکانی بارش، داده‌های بارش را به نمرات استاندارد مکانی تبدیل و پراکندگی مکانی نمرات استاندارد را به صورت نقشه‌های متفاوت ترسیم کرد. مطالعه‌ی نقشه‌ها نشان می‌دهد که مقدار بارش در طول سال و فصول متفاوت بسیار متنوع است که حاکی از تنوع شدید مکانی است.

ذوالفقاری و ساری صراف (۱۳۷۸)، در مقاله‌ای بارش‌های شمال غرب ایران را با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و مقادیر استاندارد، خوشه‌بندی و پهنه‌بندی کردند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که آذربایجان را نمی‌توان به صورت یک ناحیه‌ی بارشی در نظر گرفت.

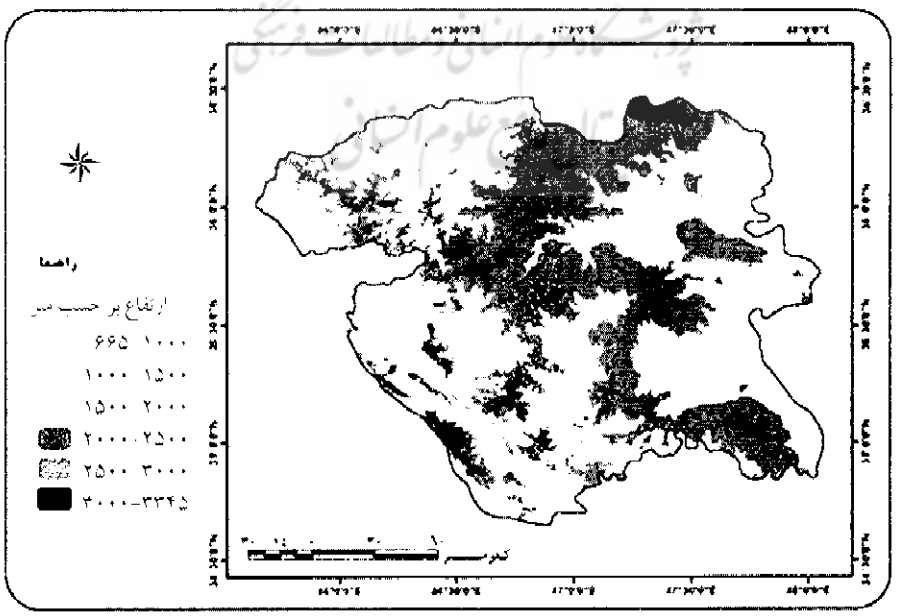
در مطالعه‌ی دیگری تحت عنوان «ناحیه‌بندی بارش در شمال غرب و غرب ایران بر مبنای تحلیل مؤلفه‌های اصلی مقادیر کواریانس» توسط **حیدری** (۱۳۸۲)، مناطق مذکور با استفاده از روش خوشه‌بندی وارد ناحیه‌بندی شده است. مؤلفه‌های به کار گرفته شده به این منظور عبارت‌اند از: بارش فصل خشک، تمرکز اصلی بارش و افت محلی بارش که فرایند گروه‌بندی و ناحیه‌ی بندی بارش به‌صورت کاملاً کمی و مبتنی بر اصول ریاضی و آماری صورت گرفت. نتایج تحقیق، چهار ناحیه‌ی بارشی جداگانه را در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان داد.

بررسی وضعیت ارتفاعی و توپوگرافی منطقه

توپوگرافی یکی از عوامل مهم ایجاد ویژگی‌های خاص آب و هوایی و عامل اصلی در تنوع عناصر جوی آن است [علیجانی، ۱۳۸۲]. در بررسی ناهمواری‌های استان از نظر توپوگرافی، دو واحد متمایز را می‌توان تشخیص داد:

الف) ارتفاعات: قسمت اعظم منطقه را کوه‌ها تشکیل می‌دهند. بعضی از این کوه‌ها مانند «شاهو»، «کوسالان» و «اورامان» به‌صورت رشته‌های موازی با جهت شمال غربی- جنوب شرقی گسترش پیدا کرده‌اند. ناهمواری‌های استان جزو کوه‌های شمال غربی و غربی ایران هستند که با توجه به شکل ظاهری، جهت و جنس طبقات، به دو بخش غربی و شرقی تقسیم می‌شوند.

ب) دشت‌ها: با توجه به کوهستانی بودن منطقه و بارش فراوان (۵۰۲ میلی‌متر در سال)، آب‌های جاری به‌عنوان مهم‌ترین عامل فرسایش در ایجاد دشت‌های کوچک و بزرگ نقش مهمی دارند. عواملی نیز موجب گوناگونی آب و هوا در منطقه شده‌اند؛ مانند رشته‌کوه‌های زاگرس که در گستره‌ای از شمال غربی به جنوب شرقی کشیده شده‌اند، به‌طوری که منطقه‌ی غرب ایران را از قلمرو مرکزی آن جدا کرده‌اند، و یا قرار گرفتن استان کردستان در معرض وزش بادهای مرطوب غربی و شرایط پیچیده‌ی ناهمواری و توپوگرافی ناحیه‌ای [ایرانی و همکاران، ۱۳۸۶]. به‌علاوه، عواملی نظیر همرفت‌های دامنه‌ای، جهت‌گیری دامنه‌ها در برابر جریانات هوایی، وجود دریاچه‌ی زریوار و سایر عوامل، تأثیراتی در اقلیم منطقه خواهند گذاشت [محمدی، ۱۳۸۶]. در نقشه‌ی ۱ وضعیت ارتفاعی استان ارائه شده است.



نقشه‌ی ۱. وضعیت ارتفاعی استان کردستان

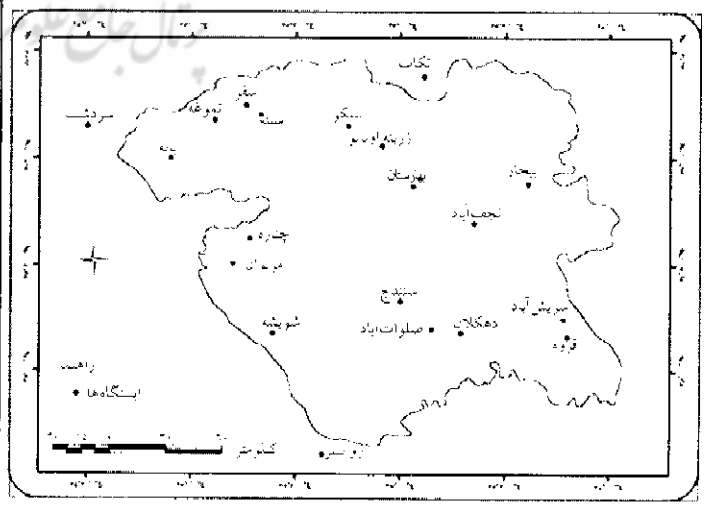
مواد و روش‌ها

در این مطالعه، داده‌های متوسط بارش ماهانه برای ۲۰ ایستگاه با طول دوره‌ی آماری ۳۰-۱۸ سال مورد استفاده قرار گرفته‌اند. ابتدا داده‌های مورد نظر از سال‌نامه‌های هواشناسی و سایت «سازمان هواشناسی کشور» و «سازمان هواشناسی استان کردستان» استخراج شد. برای بررسی و همگن بودن داده‌ها، روش‌های مناسبی از جمله روش تفاضل و نسبت‌ها [علیزاده، ۱۳۸۳] به کار برده شده است. برای دست‌یابی دقیق‌تر به نقاط هم‌بارش، از آمار سه ایستگاه خارج از محدوده‌ی استان استفاده شد. داده‌های مقادیر بارش به صورت رقومی به محیط GIS وارد و به نقشه تبدیل شدند.

به‌منظور تحلیل بارش، از روش‌های آماری مناسب و موجود در نرم‌افزار «SPSS12»، مانند تعیین ضریب هم‌بستگی، تبدیل مقادیر بارش خام به نمرات استاندارد، و تعیین ضریب تغییرات و تحلیل خوشه‌ای کمک گرفته شده است. روش‌های فوق در قالب شاخص‌های مرکزی (میانگین)، شاخص‌های پراکندگی (انحراف معیار و ضریب تغییرات) و تبدیل مقادیر متغیرها به نمرات استاندارد (Z)، و تحلیل خوشه‌ای، برای تحلیل مکانی بارش مورد استفاده قرار گرفتند. در نقشه‌ی ۲ موقعیت ایستگاه‌های منطقه‌ی مورد مطالعه و در جدول ۱، مشخصات ایستگاه‌ها ارائه شده است.

ویژگی‌های آماری و تحلیل زمانی بارش

ویژگی‌های آماری داده‌های بارش سالانه و ماهانه‌ی ایستگاه‌ها در جدول‌های ۲ تا ۴ آمده‌اند. بررسی میانگین بارش سالانه نشان می‌دهد که ایستگاه مریوان با ۹۸۸/۶ میلی‌متر و نجف‌آباد با میانگین ۳۰۲/۱ میلی‌متر به‌ترتیب پرباران‌ترین و کم‌باران‌ترین مناطق استان هستند. ایستگاه مریوان، به دلیل وضعیت ویژه‌ی توپوگرافی و قرارگیری در معرض مستقیم سیکلون‌های مدیترانه و نیز دریافت رطوبت از دریاچه‌ی زریوار، بیشترین بارش سالانه و فصلی را در منطقه به خود اختصاص داده است.



نقشه‌ی ۲. موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

بررسی وضعیت بارش فصلی نشان می‌دهد که فصل زمستان در تمامی ایستگاه‌ها به جز «بهارستان»، پرباران‌ترین فصل سال است. در ایستگاه بهارستان فصل بهار پرباران‌ترین فصل سال است. دومین فصل پربارش نیز بین بهار و پاییز تقسیم شده است. کم‌باران‌ترین فصل در تمامی ایستگاه‌ها فصل تابستان است که بین آن‌ها، ایستگاه نجف‌آباد بیشترین و ایستگاه «روانسر» کمترین بارش را در این فصل دریافت می‌کنند.

بررسی ضریب تغییرپذیری فصلی و سالانه‌ی ایستگاه‌ها نشان داد که فصل تابستان در تمام ایستگاه‌ها بالاترین ضریب تغییرپذیری (۵۶/۳) را دارد (جدول ۲). به عبارت دیگر، بارش این فصل از بی‌نظمی بالایی برخوردار است. فصل بهار نیز کمترین ضریب تغییرپذیری را دارد (۲۱/۳۴)؛ یعنی بارش این فصل منظم‌تر از فصول دیگر سال است. تغییرپذیری زیاد بارش در تابستان را می‌توان با ورود سیستم موسمی و نفوذ آن در پاره‌ای مواقع و گسترش زبانه‌ی آن تا استان کردستان توجیه کرد. البته این به معنی در نظر نگرفتن سایر عوامل مؤثر در بارش تابستانه‌ی استان نیست. تشریح دلایل این پدیده هدف مقاله‌ی حاضر نیست.

مطالعه‌ی انحراف معیار فصلی و سالانه‌ی داده‌های بارش نشان می‌دهد که بارش سالانه (۱۸۲/۲۸) و تابستان (۴/۵۴) به‌ترتیب بیشترین و کمترین انحراف معیار را دارند. ۶۸۶ میلی‌متر بارش، به عنوان تفاوت بین پرباران‌ترین و کم‌باران‌ترین نقاط استان، مؤید این مطلب است.

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	ارتفاع (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	سنندج	سینوپتیک	۱۳۷۳/۲	۳۵/۲۰	۴۷/۰۰
۲	زرینه اوباتو	سینوپتیک	۲۱۴۲/۶	۳۶/۰۴	۴۶/۵۵
۳	مریوان	سینوپتیک	۱۲۸۶/۸	۳۵/۳۴	۴۶/۱۲
۴	سقز	سینوپتیک	۱۵۲۲/۸	۳۶/۱۵	۴۶/۱۶
۵	بانه	سینوپتیک	۱۶۰۰	۳۶/۰۰	۴۵/۵۴
۶	بیجار	سینوپتیک	۱۸۸۳/۲	۳۵/۵۳	۴۷/۳۷
۷	قروه	سینوپتیک	۱۹۰۶	۳۵/۱۰	۴۷/۴۸
۸	بهارستان	کلیماتولوژی	۱۷۵۰	۳۵/۵۲	۴۷/۰۳
۹	روانسر	سینوپتیک	۱۳۶۲	۳۴/۳۷	۴۶/۳۸
۱۰	سردشت	سینوپتیک	۱۶۷۰	۳۶/۹	۴۵/۳۰
۱۱	تکاب	سینوپتیک	۱۷۶۲	۳۶/۲۳	۴۷/۰۷
۱۲	تیلکو	باران‌سنجی	۲۰۰۰	۳۶/۰۹	۴۶/۴۴
۱۳	شویشه	باران‌سنجی	۱۴۰۰	۳۵/۱۰	۴۶/۲۲
۱۴	دهگلان	باران‌سنجی	۱۸۰۰	۳۵/۱۱	۴۷/۱۷
۱۵	سریش‌آباد	باران‌سنجی	۱۹۲۰	۳۵/۱۵	۴۷/۴۶
۱۶	نجف‌آباد	باران‌سنجی	۱۸۷۰	۳۵/۴۲	۴۷/۲۰
۱۷	صلوات‌آباد	باران‌سنجی	۱۶۵۰	۳۵/۱۲	۴۷/۰۸
۱۸	چناره	باران‌سنجی	۱۵۰۰	۳۵/۳۸	۴۶/۱۷
۱۹	تمرغه	باران‌سنجی	۱۶۰۵	۳۶/۱۱	۴۶/۰۷
۲۰	سنته	باران‌سنجی	۱۵۴۰	۳۶/۱۲	۴۶/۲۰

تحلیل مکانی بارش

به منظور تحلیل و بررسی توزیع مکانی بارش، جدول‌های ۳ و ۴ و نیز نقشه‌ی ۳ ترسیم شده‌اند. بالاترین ارتفاع مربوط به ایستگاه «زرینه اوباتو» (۲۱۴۲ متر) و پایین‌ترین ارتفاع نیز مربوط به مریوان (۱۲۷۶٫۸ متر) است. با توجه به جدول‌های مذکور می‌توان تشخیص داد که بالاترین ضریب هم‌بستگی بین ارتفاع و بارش سالانه و فصلی، بین دو متغیر ارتفاع با فصل تابستان به میزان ۰٫۶۰ وجود دارد. بارش تابستانه‌ی بالای ایستگاه‌های زرینه‌اوباتو، «نجف‌آباد»، «بیجار» و «تیلکو» را می‌توان بدین وسیله توجیه کرد. در بررسی بارش سالانه با ارتفاع، این مطابقت به اثبات نمی‌رسد؛ به طوری که ضریب هم‌بستگی برابر ۰٫۵۸- به دست آمده است. در این صورت بارندگی منطقه می‌تواند علل دیگری داشته باشد و درنتیجه می‌توان استدلال کرد که ارتفاع در ریزش نزولات جوی اهمیت کمتری دارد.

با توجه به هم‌بستگی بین بارش و عرض جغرافیایی، دیده می‌شود که بارندگی‌ها هماهنگی نسبتا خوبی نسبت به عرض جغرافیایی نشان می‌دهند؛ به صورتی که هم‌بستگی بین بارش بهار و تابستان ۰٫۳۴ و بارش سالانه و پاییز به‌ترتیب ۰٫۱۷ و ۰٫۲۴ است. هم‌بستگی ماه مرطوب با عرض جغرافیایی به ۰٫۳۵ نیز می‌رسد.

تبدیل مقادیر متغیرها به نمرات استاندارد (Z) و تحلیل نقشه‌ها

برای بررسی تطبیقی توپوگرافی با مقادیر بارش ایستگاه‌ها، پس از تبدیل مقادیر بارش سالانه، فصلی، ماه خشک و ماه مرطوب به نمرات استاندارد (جدول ۴)، نقشه‌های هم‌بارش با نمرات استاندارد ایستگاه‌های مورد مطالعه در محیط GIS رقومی و ترسیم شد. براساس محاسبات مقادیر Z بارش سالانه و ماهانه، جدول ۴ و نقشه‌های ۳ و ۴ تنظیم شده‌اند. با توجه به نقشه‌ی هم‌بارش Z سالانه (نقشه‌ی ۳) مشخص می‌شود که بیشترین میزان مقادیر Z مربوط به غرب و شمال‌غرب استان، یعنی ایستگاه‌های مریوان و بانه و به میزان ۲٫۷ و ۱٫۱۲ است. در واقع با دقت در نقشه‌ی ۳ ملاحظه می‌شود که بارش از غرب به شرق کاهش می‌یابد و روند ثابتی را طی می‌کند؛ به طوری که مریوان در غرب، بیشترین بارش و بیجار و نجف‌آباد در شرق استان، حداقل بارش را دریافت می‌کنند.

نکته‌ی قابل ذکر در تطبیق متغیرهای Z بارش سالانه و فصل تابستان با نقشه‌ی توپوگرافی منطقه این است که در اغلب موارد، مقادیر عددی بزرگ با علامت مثبت برای بارش سالانه در قلل و یا خط‌الرأس کوه‌ها (به استثنای دشت مریوان) ظاهر شده و مقادیر عددی بزرگ با علامت منفی در دشت‌های وسیع مرتفع و گاه کم‌ارتفاع شرق و شمال‌شرقی خود را نشان داده‌اند. تطبیق Z بارش تابستان با نقشه‌ی توپوگرافی نشان می‌دهد که بارش از شرق به غرب استان روند کاهشی محسوسی دارد؛ به نحوی که ایستگاه نجف‌آباد در دشت شرقی استان با بیشترین Z بارش به میزان ۲٫۳۲ و ایستگاه‌های بانه و چناره با کمترین Z بارش به میزان

جدول ۲. ویژگی‌های مکانی متغیرهای بارش در منطقه‌ی مورد مطالعه

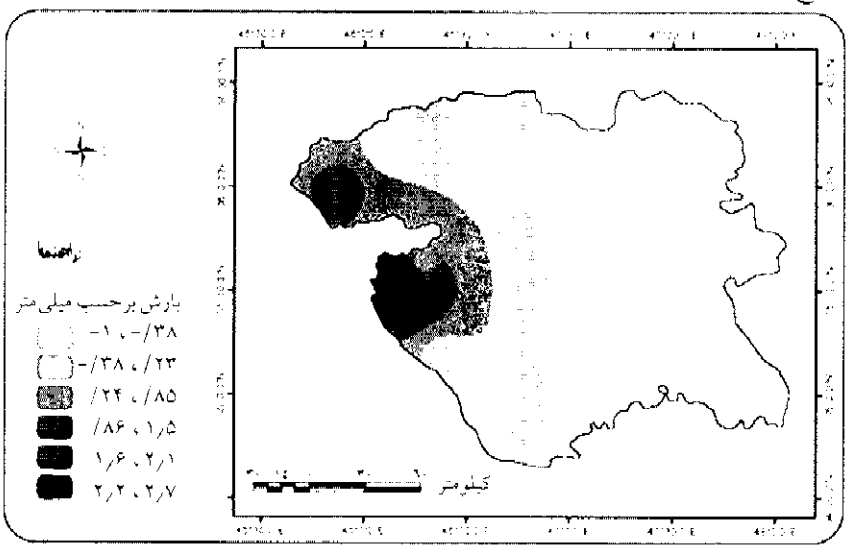
متغیر	میانگین	ضریب تغییرپذیری	کمترین	بالاترین	انحراف معیار
ارتفاع	۱۶۷۷٫۳	۱۴	۱۲۸۶	۲۱۴۲٫۶	۲۳۴٫۹۵
بارش سالانه	۴۸۳٫۶۱	۳۷٫۶۹	۳۰۲٫۱۰	۹۸۸٫۶	۱۸۲٫۲۸
بارش ماه مرطوب	۲۳۲٫۸۹	۴۱٫۵۷	۱۱۸٫۳	۴۵۳٫۵	۹۶٫۸۳
بارش ماه خشک	۱٫۰۶	۶۸٫۸۶	۰٫۱	۲٫۷	۰٫۷۳
بارش فصل بهار	۱۲۶٫۰۸	۲۱٫۳۳	۸۵٫۸	۱۸۱٫۹	۲۶٫۹
بارش فصل تابستان	۸٫۱	۵۶٫۲۹	۱٫۴	۱۸٫۸	۴٫۵۶
بارش فصل پاییز	۱۴۷٫۷۵	۴۳٫۶۰	۷۵٫۶	۳۰۹٫۴	۶۴٫۲۲
بارش فصل زمستان	۱۹۷٫۵۳	۵۲٫۲۵	۷۸٫۵	۴۹۳٫۱	۱۰۳٫۲۲

جدول ۳. ضریب هم‌بستگی پراکندگی مکانی بارش منطقه‌ی مورد مطالعه

	ارتفاع	عرض جغرافیایی	بارش سالانه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	ماه مرطوب	ماه خشک
بارش سالانه	-۰٫۵۸	۰٫۱۷		۰٫۸۱	-۰٫۴۵	۰٫۹۶	۰٫۹۷	۰٫۹۴	-۰٫۳۳
بهار	-۰٫۴۲	۰٫۳۴	۰٫۸۱	-	۰٫۲۲	۰٫۷۴	۰٫۷۵	۰٫۶۷	-۰٫۱۳
تابستان	۰٫۶۰	۰٫۳۴	-۰٫۴۵	-۰٫۲۲		-۰٫۴۷	۰٫۴۳	-۰٫۵۲	۰٫۵۰
پاییز	۰٫۵۳	۰٫۲۴	۰٫۹۷	۰٫۷۳	-۰٫۴۷	-	۰٫۹۱	۰٫۹۰	-۰٫۳۲
زمستان	-۰٫۵۶	۰٫۰۶	۰٫۹۷	۰٫۷۵	-۰٫۴۳	۰٫۹۱	-	۰٫۹۳	-۰٫۳۵
ماه مرطوب	-۰٫۵۵	۰٫۱۴	۰٫۹۳	۰٫۶۷	-۰٫۵۲	۰٫۹۰	۰٫۹۳	-	۰٫۳۷
ماه خشک	۰٫۲۹	۰٫۳۳	-۰٫۳۳	-۰٫۱۳	۰٫۵۰	-۰٫۳۳	۰٫۳۵	-۰٫۳۷	-

۰٫۹۲- و ۰٫۷۵- مشخص هستند. البته کمترین مقدار Z بارش در این فصل مربوط به ایستگاه سنندج در مرکز استان و به میزان ۱٫۴۵- است.

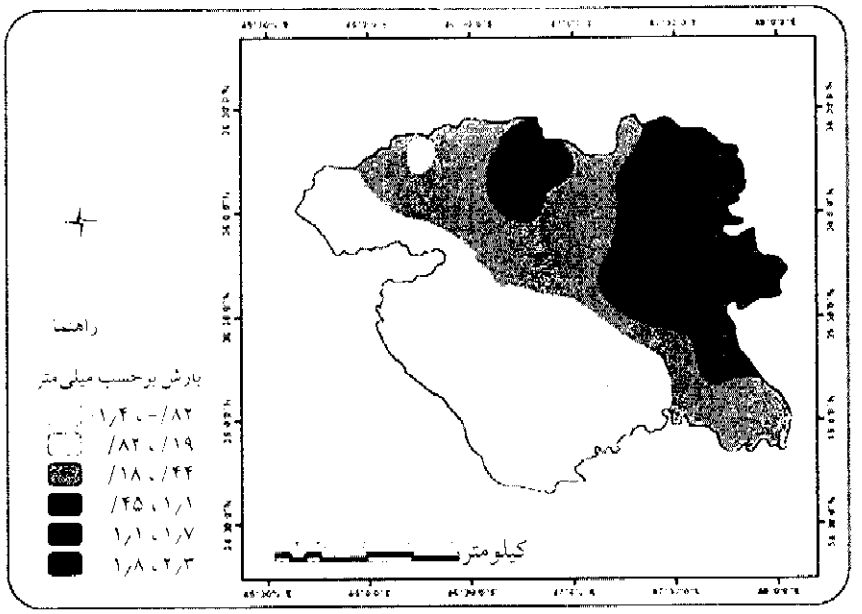
توزیع مکانی مقادیر Z بارش فصول بهار و پاییز تقریباً مشابه Z بارش سالانه است، لذا از تحلیل آن‌ها صرف‌نظر می‌کنیم.



نقشه‌ی ۳. هم‌بارش سالانه با نمرات استاندارد (Z)

جدول ۴. مقادیر نمرات استاندارد (Z) بارش سالانه و فصلی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	بارش سالانه	Z	بارش بهار	Z	بارش تابستان	Z	بارش پاییز	Z	بارش زمستان	Z	بارش ماه مرطوب	Z	بارش ماه مرطوب	Z
۱	سنندج	۴۵۲٫۴	-۰٫۱۷	۱۰۴٫۱	-۰٫۸۱	۱٫۴۸	-۱٫۴۵	۱۵۳	۰٫۱۳	۱۲۴٫۱	-۰٫۷۱	۲۳۰٫۲	-۰٫۰۲	۰٫۵	-۰٫۷۶
۲	زرینه اویاتو	۴۰۳٫۹	-۰٫۴۳	۱۲۰٫۳	-۰٫۲۱	۷٫۹	۰٫۳۵	۱۲۱٫۶	۰٫۴۰	۱۵۲٫۳	-۰٫۴۴	۲۰۰٫۹	-۰٫۳۳	۱٫۵	۰٫۶۰
۳	مریوان	۹۸۸٫۶	۲٫۷	۱۸۱٫۹	۲٫۰۸	۵٫۱۵	-۰٫۶۵	۳۰۸٫۴	۲٫۵	۴۹۳٫۱	۲٫۸۶	۴۳۰٫۲	۲٫۰۳	۰٫۱	-۱٫۳۲
۴	سقز	۵۰۲٫۱	۱٫۰	۱۲۲٫۸	-۰٫۱۲	۶٫۲۸	-۰٫۳۹	۱۵۶٫۱	۰٫۱۳	۲۰۴٫۸	۰٫۰۷	۲۴۵٫۷	۰٫۱۳	۱٫۵	۰٫۶۱
۵	بانه	۶۸۹٫۳	۱٫۱۲	۱۲۹٫۵	۱۳	۳٫۹	-۰٫۹۲	۲۲۳٫۲	۱٫۱۷	۳۳۲٫۵	۱٫۳	۴۵۳٫۵	۲٫۲۸	۰٫۴	-۰٫۹۰
۶	بیجار	۳۳۸٫۳	-۰٫۷۹	۱۰۴٫۴	-۰٫۷۸	۱۲٫۱	۰٫۸۸	۱۱۵٫۵	-۵٫۰	۱۰۴٫۸	-۰٫۸۹	۱۵۵٫۹	-۰٫۷۹	۱٫۸	۱٫۰۱
۷	قروه	۳۴۳٫۱	-۰٫۷۷	۸۵٫۸	-۱٫۴۹	۸٫۲	۰٫۰۲	۱۰۷٫۴	-۰٫۶۳	۱۴۱٫۸	-۰٫۵۴	۱۶۰٫۷	-۰٫۷۴	۱٫۷	۲٫۸۲
۸	بهارستان	۳۳۵٫۱	-۰٫۸۱	۱۱۸٫۲	-۰٫۲۹	۷٫۳	-۰٫۱۷	۱۳۰٫۲	-۰٫۲۷	۷۸٫۵	-۱٫۵۳	۱۱۸٫۳	-۱٫۱۸	۰٫۵	-۰٫۷۷
۹	روانسر	۵۲۴٫۲	۰٫۲۲	۹۶٫۲	-۱٫۱	۱٫۴	-۱٫۴۷	۱۶۹٫۹	۰٫۳۴	۲۵۶٫۷	۰٫۵۷	۲۶۶٫۷	۰٫۳۵	۰٫۱	-۱٫۳۲
۱۰	سردشت	۸۶۶	۲٫۰۹	۱۷۹٫۸	۲	۷٫۵	-۰٫۵۳	۳۰۹٫۴	۲٫۵۱	۳۷۱٫۲	۱٫۶۸	۴۱۱٫۹	۱٫۸۵	۱٫۱	۰٫۰۵
۱۱	تکاب	۳۴۸٫۴	-۰٫۷۴	۱۱۳٫۷	-۰٫۴۶	۹٫۷	۰٫۳۵	۱۰۳٫۷	-۰٫۶۸	۱۲۱٫۳	-۰٫۷۴	۱۶۰٫۴	-۰٫۷۵	۱٫۳	۰٫۳۳
۱۲	تیلکو	۴۰۲٫۷	-۰٫۴۴	۱۲۸٫۷	۰٫۱	۱۳٫۴	۱٫۱۶	۱۱۵٫۹	۰٫۴۹	۱۴۴٫۲	-۰٫۵۲	۱۶۹	-۰٫۶۶	۰٫۹	-۰٫۲۲
۱۳	شویشه	۴۸۱٫۹	-۰٫۰۰۹	۱۴۰٫۳	۰٫۵۳	۵٫۹	-۰٫۴۸	۱۳۳	-۰٫۲۳	۲۰۲٫۷	۰٫۰۵	۲۴۳	۰٫۱۰	۲٫۲	۱٫۵۶
۱۴	دهگلان	۳۶۳٫۸	-۰٫۶۶	۱۱۷٫۶	-۰٫۳۱	۴٫۵	-۰٫۷۹	۸۴٫۷	-۰٫۹۷	۱۵۷٫۱	-۰٫۳۹	۱۷۷	-۰٫۵۷	۰٫۹	-۰٫۲۲
۱۵	سریش‌آباد	۳۲۷٫۲	-۰٫۸۶	۱۰۰٫۹	-۰٫۹۳	۱۳	۱٫۰۷	۹۰	-۰٫۸۹	۱۲۳٫۳	-۰٫۷۱	۱۴۸٫۳	-۰٫۸۷	۱٫۸	۱٫۰۱
۱۶	نجف‌آباد	۳۰۲٫۱	-۱	۹۳	-۱٫۲۳	۱۸٫۷	۲٫۳۲	۷۵٫۶	-۱٫۱۲	۱۱۵٫۲	-۰٫۷۹	۱۵۳٫۸	-۰٫۸۲	۲٫۷	-۰٫۴۹
۱۷	صلوات‌آباد	۴۳۰٫۳	-۰٫۲۹	۱۳۶٫۸	۰٫۴۰	۶٫۲	-۰٫۴۳	۱۲۰٫۴	-۰٫۴۲	۱۶۶٫۹	-۰٫۲۹	۲۱۸	-۰٫۱۵	۰٫۲	۰٫۱۳
۱۸	چناره	۶۰۸٫۵	-۰٫۶۹	۱۶۳	۱٫۳۸	۴٫۷	-۰٫۷۵	۱۶۴٫۳	۰٫۲۶	۲۷۷٫۵	۰٫۷۸	۲۹۹٫۵	۰٫۶۹	۰٫۳	-۱٫۰۲
۱۹	تموغه	۴۷۴٫۲	-۰٫۰۵	۱۳۸	۰٫۴۵	۹٫۶	۰٫۳۳	۱۳۲٫۲	-۰٫۲۴	۱۹۴٫۴	-۰٫۱۳	۲۰۸	-۰٫۲۶	۱٫۱	۱٫۳۶
۲۰	سنته	۴۹۰٫۸	۰٫۰۴	۱۴۶٫۲	۰٫۶۰	۱۵	۱٫۵۱	۱۴۰٫۳	-۰٫۱۱	۱۸۹٫۲	-۰٫۰۸	۲۰۶٫۹	-۰٫۲۷	۲٫۷	۲٫۲۵



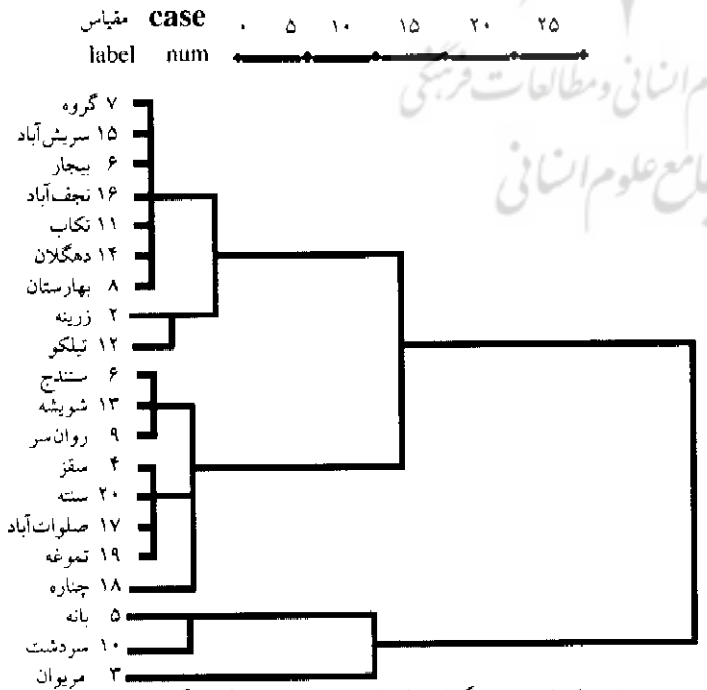
نقشه‌ی ۴ . هم‌بارش فصل تابستان با نمرات استاندارد (Z)

تحلیل خوشه‌ای مقادیر استاندارد بارش‌های استان کردستان

اختلاف در عوامل توپوگرافیکی، سیستم‌های سینوپتیکی، و وجود منابع آبی و دریاچه‌هایی مانند زریوار، این استان را متعارض و ناهمگون ساخته، بر نظام بارشی آن تأثیر گذاشته و باعث اختلاف اساسی در توزیع مکانی و زمانی بارش شده است. از آن‌جایی که آب و هوا ماهیتاً یک پدیده‌ی چندمتغیره است. بنابراین، استفاده از روش‌های کامل‌تر و جامع‌تر برای ناحیه‌بندی این پدیده امری ضروری به‌شمار می‌رود. به همین دلیل، روش‌های آماری چندمتغیره از جمله، تحلیل خوشه‌ای کاربرد وسیعی در طبقه‌بندی و ناحیه‌بندی آب و هوایی پیدا کرده است و شاید هیچ روشی به اندازه‌ی تحلیل خوشه‌ای، آب و هواشناسان را مجذوب خود نساخته است؛ روش آماری چندمتغیره کارایی و توان بالایی در ناحیه‌بندی و تحلیل‌های فضایی دارد [Griffith & Amrhein, 1977، به نقل از ساری صراف، ۱۳۸۲ : ۲۵۰].

در روش خوشه‌بندی، گروه‌بندی مشاهدات براساس فاصله‌ی بین آن‌ها انجام می‌گیرد؛ یعنی مشاهدات یا اجزایی که از همدیگر فاصله‌ی کمتری دارند، در یک گروه قرار می‌گیرند. برای تعیین فاصله‌ی بین دو عضو، فاصله‌ی آن‌ها از همدیگر براساس معیارهای مورد نظر (مثلاً دما)، از طریق «هندسه‌ی اقلیدسی»[9] محاسبه می‌شود. فرایند خوشه‌بندی، تمام مشاهدات را به اندازه‌ی فاصله‌ی آن‌ها گروه‌بندی می‌کند [علیجانی، ۱۳۸۱]. در تحلیل خوشه‌ای، پژوهشگر داده‌های چندمتغیری را برای اختصاص مشاهده‌های طبقه‌بندی‌نشده به گروه‌ها به‌کار می‌برد. این ویژگی آن را از سایر روش‌های چندمتغیری متمایز می‌سازد [هومن، ۱۳۸۵ : ۴۵۹].

برای انجام این تحلیل، مقادیر ٪ بارش سالانه، بارش فصول چهارگانه، بارش فصل مرطوب و خشک انتخاب شده‌اند و چون



نمودار ۱ . دندروگرام حاصل از روش متوسط بین گروهی

تعداد روش‌های تحلیل خوشه‌ای و معیارهای تعیین فاصله (مشابهت[10] و عدم مشابهت[11]) در نرم‌افزار SPSS زیاد است، باید با بررسی‌های متعدد و مقایسه‌ی روش‌های متفاوت، مناسب‌ترین روش و معیار فاصله انتخاب شود. در این مطالعه نیز پس از بررسی تعدادی از روش‌های تحلیل خوشه‌ای موجود در نرم‌افزار SPSS، روش ادغام بر حسب متوسط گروه و معیار مجذور فاصله‌ی اقلیدسی، بهتر از روش‌های دیگر تشخیص داده شد. نمودار ۱، دندروگرام حاصل از روش ادغام متوسط بین گروهی را نشان می‌دهد. براساس این نمودار، حداقل سه ناحیه‌ی بارشی متفاوت در استان کردستان قابل تشخیص است.

نتیجه‌گیری

با استناد به نقشه‌ی پراکندگی مکانی بارش استان کردستان که براساس نمرات استاندارد بارش سالانه ترسیم شده است، می‌توان اظهار داشت که حدود نیمی از مساحت استان کردستان (نیمه‌ی شرقی) در حد فاصله‌ی متغیر استاندارد ۱- تا ۰/۳۸- قرار دارد و این فاصله، محدوده‌ی بارش کم و یا نیمه خشک را نشان می‌دهد. متغیر استاندارد بین ۰/۲۳ تا ۱/۵ مناطق با بارش متوسط به بالا را نشان می‌دهد و متغیر استاندارد بالاتر از ۱/۵ تا ۲/۷، معرف مناطق مرطوب با بارش سالانه‌ی زیاد (بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر) است. بر این اساس، ارتفاعات غربی استان شامل شاهو، اورامانات، آربابا و نیز دشت مریوان، مرطوب تا خیلی مرطوب است. بقیه‌ی مناطق دارای بارش متوسط و به طرف منتهاالیه شرق استان، نیمه خشک است.

نقشه‌ی حاصل از نمرات استاندارد بارش فصل تابستان تفاوت زیادی با نقشه‌ی بارش سالانه دارد. بارزترین اختلاف آن‌ها نحوه‌ی پراکندگی مکانی بارش است که در فصل تابستان برعکس بارش سالانه، مناطق پرباران در نیمه‌ی شرقی استان متمرکز شده‌اند. به طور کلی چنین استنباط می‌شود که نمی‌توان استان کردستان را در فصول متفاوت و در مکان‌های گوناگون دارای یک نظام بارشی دانست، بلکه در مکان‌ها و زمان‌های متفاوت، عوامل متعددی بر بارش استان تأثیر می‌گذارند و نتیجه‌ی آن وجود حداقل سه ناحیه‌ی بارشی است که در نمودار ۱ مشاهده می‌شوند.

پی‌نوشت

1. Cluster Analysis
2. Geographical Information System
3. Thompson
4. Diagnostic
5. Gosvami
6. Garen
7. Mark Sinclair
8. Stefano
9. Squard Euclidian Distance
10. Similarity
11. Disimilarity

منابع

۱. اسماعیلیان، مهدی (۱۳۸۴). **راهنمای جامع SPSS12**. انتشارات ناقوس.

۲. ایرانی و همکاران (۱۳۸۶). **جغرافیای استان کردستان**. وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی.

۳. حیدری، حسن (۱۳۸۴). «**ناحیه‌بندی بارش در شمال غرب و غرب ایران بر مبنای تحلیل مؤلفه‌های اصلی مقادیر کوارپانس**». پژوهش‌های جغرافیایی. شماره‌ی ۵۲.

۴. ساری صراف، بهروز (۱۳۸۹). «**مطالعه‌ی بارش‌های شمال غرب با تأکید بر تحلیل خوشه‌ای**». مجله‌ی دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی مشهد. شماره‌ی اول و دوم.

۵. علیجانی، بهلول (۱۳۷۴). **نقش کوه‌های البرز در تنوع مکانی بارش**. نشریه‌ی دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت معلم تهران. شماره‌های ۴ و ۵.

۶. علیجانی، بهلول و محمدرضا کاویانی (۱۳۸۲). **مبانی آب و هواشناسی**. انتشارات سمت. تهران.

۷. علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). **اقلیم‌شناسی سینوپتیک**. انتشارات سمت. تهران.

۸. علیزاده، امین (۱۳۸۳). **اصول هیدرولوژی کاربردی**. انتشارات دانشگاه امام رضا.

۹. محمدی، نبی (۱۳۸۶). «**مطالعه‌ی آگروکلیمای استان کردستان در رابطه با کشت سیب زمینی**». پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشکده‌ی علوم انسانی و اجتماعی. دانشگاه تبریز.

۱۰. هومن، حیدرعلی (۱۳۸۵). **تحلیل داده‌های چندمتغیری در پژوهش رفتاری**. مؤسسه‌ی چاپ و انتشارات پیک فرهنگ.

11. Garen Marzban (2005). "Cluster Analysis For Verification of Precipitation". Applied Physics Laboratory, University of Washington, seattle, WA 98195.

12. Stefano Serafin (2006). "Application Of Cluster Analysis Techniques To The Verification Of Quantitative Precipitation Forecasts", Department of Civil And Environmental Engineering, University of Trento.

13. Goswami, B. N. (2003). "Clustering of synoptic activity by Indian summer monsoon intraseasonal oscillations". Geographical Research Letters, vol. 30, no, 8.

14. Thompson, c. Sinclair, M. Gray. W. (1997). "Estimation of Long term Annual precipitation in a mountainous region from a diagnostic mode". Inter. J. of Climatology. 17: 997-1007.