



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر  
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال پانزدهم، شماره‌ی ۵۰  
تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۸۱-۵۹

سعید جهانبخش اصل<sup>۱</sup>  
وحیده ابطحی<sup>۲</sup>  
محمدعلی قربانی<sup>۳</sup>  
معصومه تدینی<sup>۴</sup>  
اکرم والایی<sup>۵</sup>

## بررسی توزیع زمانی و مکانی بارش شهرستان تبریز با روش تحلیل خوشه‌ای<sup>۶</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۱۲

### چکیده

بارش عنصری است که به عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر آب و هوایی از دیدگاه‌های مختلف مورد بحث و پژوهش‌های زیادی قرار گرفته است. در این میان بررسی توزیع زمانی و مکانی بارش در یک مکان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این نوع بررسی، منجر به آگاهی از نحوه توزیع آب باران در مقاطع زمانی معین به منظور استفاده بهینه از آن در زمینه‌های کشاورزی، صنعتی و مصارف جوامع انسانی می‌گردد. برآورد مقادیر سیلاب، تعیین پتانسیل سیل‌خیزی رگبارها و همچنین طراحی سیستم‌های زهکشی، از جمله کاربردهای توزیع زمانی و مکانی بارش

۱- استاد گروه اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز.

۲- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تبریز.

۳- دانشیار گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۴- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد، سمنان.

۵- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه تبریز.

۶- برگرفته از قسمتی از طرح تحقیقاتی شرکت سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی تحت عنوان: بررسی توزیع زمانی و مکانی بارش در سطح شهرستان تبریز طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸.

E-mail: vahideh.abtahi@gmail.com

محسوب می‌شوند. در این پژوهش، به منظور بررسی توزیع زمانی و مکانی بارش در سطح شهرستان تبریز از آمار و اطلاعات روزانه ۱۱ ایستگاه در طی دوره آماری ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ استفاده شد. برای رسیدن به اهداف فوق و پهنه‌بندی منطقه از لحاظ بارش، ابتدا اقدام به تهیه نقشه‌های روزانه گردید و سپس این نقشه‌ها به داده تبدیل شد. آن‌گاه پس از ویرایش یاخته‌ها و حذف یاخته‌های خارج از مرز، ماتریس اصلی داده‌ها که حاوی مقادیر روزانه بارش بود، مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت یک تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی با روش ادغام وارد بر روی ماتریس داده‌ها که دارای ۴۰۱۸ ستون برای نشان دادن تعداد روزهای دوره آماری و ۸۶ سطر برای نشان دادن یاخته‌های استخراج شده از نقشه‌های روزانه می‌باشد اعمال گردید. نتایج پژوهش نشان می‌دهند که شهرستان تبریز از لحاظ بارش به سه گروه مجزای، بارش کم، متوسط و زیاد قابل تفکیک است.

**کلید واژه‌ها:** بارندگی، توزیع مکانی، توزیع زمانی، شهرستان تبریز.

#### مقدمه

بارندگی یکی از عناصر مهم آب‌وهوایی بوده و از عوامل تاثیرگذار در چرخه هیدرولوژیکی محسوب می‌شود. بارندگی در سطح کره زمین دارای تغییرات مکانی و زمانی زیادی است. میانگین بارندگی در سطح کره زمین بین ۷۰۰ تا ۹۰۰ میلی‌متر تخمین زده شده است. ولی تغییرات بارندگی در دنیا به نحوی است که برخی کویرها ممکن است در چند سال متوالی هیچ‌گونه بارندگی دریافت نکرده باشند. به‌طور کلی بارندگی در روی اقیانوس‌ها زیاد بوده و با دور شدن از آن‌ها از مقدار بارندگی سالانه کاسته می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۶: ۱۶۵). بر اساس یک قاعده عمومی هر چه آب‌وهوا خشک‌تر باشد، میزان اطمینان به ریزش‌های جوی کاهش می‌یابد. تغییرپذیری و نوسان شدید بارندگی در نواحی خشک و نیمه‌خشک از جمله در فلات ایران به هیچ وجه دور از انتظار نیست. خشک‌سالی‌های شدید که خسارت‌های سنگینی بر محیط‌زیست و اقتصاد کشور تحمیل می‌کنند از یک‌سو و بارش‌های شدید رگباری که منجر به بروز سیل‌های بسیار مخرب می‌گردند از سوی دیگر، در گوشه و کنار این سرزمین از جمله پدیده‌های طبیعی آشنا به حساب می‌آیند (ذوالفقاری، ۱۳۷۹: ۵). کشور ایران به لحاظ عرض جغرافیایی و هم‌جواری با پرفشار جنب حاره، علاوه بر کمبود بارش، رژیم بارندگی پرنوسانی نیز دارد. بارش‌های سالانه اندک، نوسان‌های شدید سالانه و فصلی، کوتاه بودن دوره بارش و نزول بارش‌ها به صورت رگبارهای شدید و ناگهانی از ویژگی‌های بارز رژیم‌های بارندگی کشور محسوب می‌شوند (بابائی فینی و فرج زاده، ۱۳۸۱: ۲). استان آذربایجان شرقی و به تبع آن شهرستان

تبریز نیز از این قاعده کلی مستثنی نبوده و از آن جا که جزو مناطق کوهستانی کشور محسوب می‌شود بارندگی آن می‌تواند توزیع زمانی و مکانی متفاوتی داشته باشد، چرا که بارندگی هر محل می‌تواند از آرایش ارتفاع محل تأثیر پذیرد.

تعیین الگوی توزیع زمانی بارش به منظور برآورد سیلاب، تعیین پتانسیل سیل‌خیزی رگبارها و همچنین طراحی سیستم زهکشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طراحی بیش‌تر تاسیسات مهندسی نیازمند درک جامع و کامل از میزان نزولات جوی و نیز توزیع زمانی آن‌ها می‌باشد. یکی از اصلی‌ترین عوامل مورد نیاز در تهیه و توسعه مدل هیدرولوژیکی حوضه‌های آبریز شناخت توزیع زمانی بارش می‌باشد (خاک سفیدی و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۶-۴۵).

از آنجا که توزیع زمانی و مکانی بارندگی بسیار ناموزون می‌باشد، توزیع منابع آب کشور نیز یکنواخت نیست. از این رو برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب تحت تأثیر میزان تغییرپذیری بارش است. بنابراین بارش یکی از متغیرهای اساسی برای ارزیابی مهبایی بالقوه منابع آب در مناطق مختلف ایران می‌باشد (اشرفی، ۱۳۸۹: ۲).

به دلیل اهمیت بررسی توزیع زمانی و مکانی بارش، پژوهشگران متعدد داخلی و خارجی هر کدام با روش‌های خاصی اقدام به بررسی این موضوع کرده‌اند. طراحی مدل‌های هیدرولوژیکی، مدیریت بهینه در منابع آب، کنترل سیلاب و... از دلایلی است که نظر پژوهشگران را به این گونه بررسی‌ها جلب کرده است. همچنین با اطلاع از میزان بارندگی و زمان ریزش آن در یک منطقه می‌توان به برنامه‌ریزی‌های زراعی، باغی و دامی مبادرت ورزید.

استانلی چانگن<sup>۷</sup> (۲۰۰۳) توزیع زمانی بارش مناطق غربی ایالت ایلی نویز در طول قرن ۲۰ را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان می‌دهند که در سال‌های ۱۹۲۸ تا ۱۹۴۲، ۹۸ درصد بارندگی کم‌تر از میانگین نرمال منطقه بوده است. در طول سال‌های ۱۹۵۸ تا ۱۹۷۲ بارندگی به میانگین نرمال منطقه نزدیک‌تر شده و در سال‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۲ به شدت شرایط مرطوبی را سپری کرده است، طی این سال‌ها بارش حدود ۹۱ درصد بالاتر از میانگین کل منطقه بوده است. دلویز و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۰۰) در بررسی ویژگی‌های مکانی و زمانی بارش منطقه والنسیا، غرب مدیترانه از ۹۷ ایستگاه باران سنجی در طول دوره آماری ۱۹۹۰-۱۹۶۱ استفاده کردند. در مطالعه مذکور از روش درون‌یابی کریجینگ استفاده شد و نتیجه نشان داد که در مناطق خیلی مرطوب، کاهش قابل توجهی در بارندگی

7- Changnon

8- Deluis et.al

سالانه وجود دارد همچنین در مناطق داخلی کل بارندگی سالانه کاهش یافته است. گونزالیزهیدالگو و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۰۱) در بررسی توزیع مکانی بارندگی فصلی غرب مدیترانه از تکنیک‌های غیرپارامتری (آزمون اسپیرمن) و تکنیک‌های پارامتریک (مدل خطی) استفاده کردند. در پژوهش مذکور از داده‌های ۹۷ ایستگاه باران‌سنجی در طی دوره آماری ۱۹۶۱-۱۹۹۰ استفاده شده است. کاهش در میزان بارندگی فصل زمستان و خشکی قابل توجه در فصل پاییز از نتایج این پژوهش است. لوکانداهام و گاپیل<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۸) با تجزیه و تحلیل داده‌های ۲۶ ایستگاه به این نتیجه رسیده‌اند که ایستگاه‌های کولابا و سانتاکروز که به عنوان نماینده ایستگاه‌های داخل شهر بمبئی و حومه آن انتخاب شده بودند به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۶/۶ درصد از بارندگی را دریافت می‌کنند. شهرکی (۱۳۸۴) جهت تحلیل توزیع مکانی بارش‌های غرب ایران، از روش کریجینگ استفاده کرده و مقادیر متوسط بارش در این منطقه را به دست آورده است. همچنین در این پژوهش، روش صحت سنجی حذفی جهت به دست آوردن خطای برآورد به کار گرفته شده و در نهایت از نتایج مقادیر خطای به دست آمده و همچنین واریانس خطای محاسبه شده توسط روش فوق برای مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های باران سنجی و همچنین ارزیابی شبکه‌های موجود در منطقه استفاده شده است. مسعودیان (۱۳۸۴) با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به شناسایی رژیم‌های بارشی کشور پرداخت. در این پژوهش از داده‌های بارش ماهانه طی سال‌های ۱۹۵۱-۱۹۹۹ استفاده شده است. نتیجه پژوهش نشان داد که در کشور سه رژیم بارش اصلی قابل شناسایی است، رژیم‌های مذکور عبارتند از: رژیم بارش زمستانی، رژیم بارش زمستانی-بهاری و رژیم بارش پاییزی. ملائی و همکاران (۱۳۸۵) به منظور بررسی توزیع مکانی بارش در استان کهگیلویه و بویراحمد بارش‌های حداکثر ۲، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعته در محدوده این استان را جمع‌آوری و مورد مطالعه قرار دادند. با توجه به این که در هر رگبار، نحوه پراکنش مکانی مقادیر بارش متفاوت می‌باشد، الگوی مکانی هر یک از رگبارهای مشاهداتی با سه روش زمین آماری کریجینگ، کوکریجینگ و عکس فاصله مورد تحلیل قرار گرفت. با ارزیابی و مقایسه نتایج روش‌های ذکر شده، الگوی بهینه در هر یک از رگبارهای مورد نظر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تعیین گردید و رابطه عمق، سطح و تداوم بارش‌های حداکثر در تداوم های مذکور در محدوده مورد مطالعه ارائه شد. منتظری (۱۳۸۸) در تحلیل زمانی-مکانی بارش‌های حداکثر روزانه در ایران از داده‌های بارش ماهانه ایستگاه‌های هواسنجی ایران از بدو تاسیس تا سال ۲۰۰۵ استفاده کرده است. در این پژوهش با اعمال تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی با روش ادغام وارد بر روی ۵۷۹۶ داده این ضریب، مشخص شد که می‌توان کشور ایران را به چهار قلمرو از لحاظ نسبت بارش حداکثر روزانه

9- Gonza 1ez-hidalgo et.al

10- Lokandaham &amp; Kapil

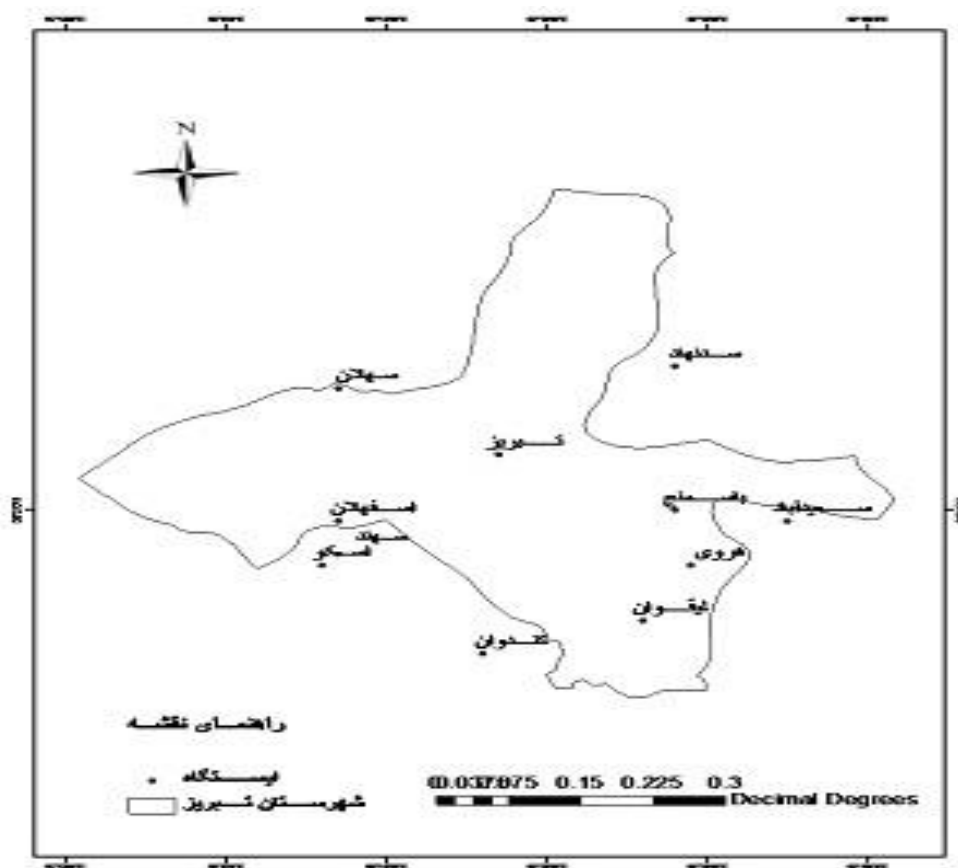
به بارش سالانه تفکیک نمود. قلمروهایی که می‌توانند به ترتیب بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد و ۱۰۰ تا ۱۷۰ درصد بارش سالانه در یک شبانه روز در آن‌ها رخ دهد، بیش‌تر در معرض خطر قرار دارند. این دو قلمرو نیمه‌جنوبی کشور در امتداد سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان را در بر می‌گیرند. اشرفی (۱۳۸۹) در پهنه‌بندی بارش شمال‌غرب ایران از روش‌های تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی استفاده کرده است. در پژوهش مذکور بارش شمال‌غرب کشور با استفاده از هشت مشخصه‌ی بارشی و بهره‌گیری از روش‌های تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی طبقه‌بندی گردید. نتایج به‌دست آمده نشان داد که تحلیل ممیزی در ۹۷/۶ درصد از مساحت منطقه با نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای مطابقت می‌کند. صداقت (۱۳۸۹) در بررسی توزیع زمانی-مکانی بارش با استفاده از GIS در استان ایلام به این نتیجه رسید که الگوی زمانی بارندگی در این استان از حداکثر بارش در فصل زمستان و حداقل آن در فصل تابستان پیروی می‌کند و به علاوه هر ماه الگوی بارشی متفاوتی را ارائه می‌دهد. مسعودیان و همکاران (۱۳۹۰) جهت پهنه‌بندی بارش غرب و شمال‌غرب ایران از تحلیل خوشه‌ای استفاده کردند. در پژوهش مذکور از داده‌های روزانه ۱۶۹ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی و باران سنجی در طی دوره آماری ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۴ استفاده شده است. نتیجه پژوهش نشان داد که با استفاده از روش خوشه‌بندی وارد منطقه مورد مطالعه بر حسب مقدار و زمان دریافت بارش به سه ناحیه بارشی متمایز تقسیم می‌شود. مناطق مذکور با توجه به وضعیت بارشی آن‌ها شامل منطقه کم بارش، پربارش و متوسط می‌باشد. مسعودیان و مسترشد (۱۳۹۱) در پژوهشی دیگر با عنوان بررسی مکانی-زمینی کشور افغانستان، برای بررسی وضعیت مکانی-زمانی این کشور با استفاده از داده‌های روزانه پایگاه داده‌ی Aphrodite's Water Resorce با تفکیک مکانی  $0/25 \times 0/25$  درجه قوسی یک دوره‌ی زمانی ۵۸ ساله را مورد مطالعه قرار دادند. ابتدا برای تحلیل مکانی، با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایگی در نرم افزار سورفر نقشه‌های هم‌بارش سالانه، فصلی و ماهانه تهیه گردید. در بررسی نقشه‌های سالانه میانگین بارش سالانه افغانستان ۲۵۶ میلی‌متر به‌دست آمد. میزان بارش در بخش‌های شرقی و شمال‌شرقی این کشور بیش از دیگر بخش‌هاست. در الگوی فصلی، فصل زمستان دارای بیشینه بارش است، در مقابل، فصل تابستان کمینه بارش را داراست. همچنین نتایج نشان می‌دهند که برای کاهش سیل‌های شهری لازم است مقادیر بارندگی در هر زیرحوضه و حوضه‌های کوچک نیز تخمین زده شود.

## مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر داده‌های بارش روزانه برای ایستگاه‌های تبریز، سهند، اسفهان و ایستگاه باسمنج از سازمان هواشناسی و برای سایر ایستگاه‌ها از سازمان آب منطقه‌ای اخذ شد. البته به دلیل متفاوت بودن زمان تاسیس ایستگاه‌های منطقه و اختلاف در تعداد سال‌های آماری، ایستگاه‌هایی که دارای دوره آماری مشترک بودند جهت پژوهش انتخاب شدند. بنابراین در این پژوهش از دوره آماری ۱۳۷۸ لغایت ۱۳۸۸ (به مدت ۱۱ سال) استفاده شده است. سپس با استفاده از روش‌های آماری مختلف، الگوهای زمانی و مکانی بارش‌های روزانه در سطح شهرستان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. نام ایستگاه‌ها و مشخصات آن‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است. همچنین توزیع مکانی ایستگاه‌ها در شکل شماره ۱ دیده می‌شود.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

| ردیف | نام ایستگاه | نوع ایستگاه         | عرض جغرافیایی | طول جغرافیایی | ارتفاع ایستگاه (m) |
|------|-------------|---------------------|---------------|---------------|--------------------|
| ۱    | تبریز       | سینوپتیک            | ۳۸ ۰۵         | ۴۶ ۱۷         | ۱۳۶۱               |
| ۲    | سهند        | سینوپتیک            | ۳۷ ۵۶         | ۴۶ ۰۷         | ۱۶۴۱               |
| ۳    | اسفهان      | سینوپتیک            | ۳۷ ۵۹         | ۴۶ ۰۷         | ۱۴۰۰               |
| ۴    | باسمنج      | سینوپتیک            | ۳۸ ۰۰         | ۴۶ ۲۸         | ۱۷۰۰               |
| ۵    | لیقوان      | تبخیر<br>سنجی       | ۳۷ ۵۰         | ۴۶ ۲۶         | ۲۲۰۰               |
| ۶    | کندوان      | بارانسنجی<br>معمولی | ۳۷ ۴۷         | ۴۶ ۱۶         | ۲۰۰۴               |
| ۷    | اسکو        | بارانسنجی<br>معمولی | ۳۷ ۵۵         | ۴۶ ۰۶         | ۱۵۰۰               |
| ۸    | سهلان       | تبخیر<br>سنجی       | ۳۸ ۱۱         | ۴۶ ۰۷         | ۱۳۵۰               |
| ۹    | سد نهند     | تبخیر<br>سنجی       | ۳۸ ۱۳         | ۴۶ ۲۸         | ۱۵۷۲               |
| ۱۰   | سعیدآباد    | بارانسنجی<br>معمولی | ۳۷ ۵۹         | ۴۶ ۳۵         | ۱۸۷۵               |
| ۱۱   | هروی        | بارانسنجی<br>معمولی | ۳۷ ۵۵         | ۴۶ ۲۹         | ۱۹۴۰               |



شکل ۱: نقشه پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه

در این پژوهش برای بررسی توزیع بارش شهرستان تبریز از روش تحلیل خوشه‌ای استفاده گردید. بدین منظور ابتدا برای هر روز یک نقشه بارش در نرم افزار Surfer کشیده شد که در مجموع برای کل داده‌ها حدود ۱۸۸۳ نقشه تهیه گردید (در طی دوره مورد بررسی ۲۱۳۵ روز فاقد بارش بود که برای این روزها نقشه تهیه نشده است). این کار با استفاده از روش‌های بهینه زمین آمار (کریجینگ) انجام شد. بدین ترتیب داده‌های آب و هوایی که بر روی نقطه (ایستگاه) اندازه گیری شده بودند به پهنه‌های گسترده تعمیم یافتند. بنابراین میان‌یابی به عنوان یک مرحله ضروری برای تبدیل داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای پذیرفته شد. بدین منظور برای پهنه‌ای نمودن داده‌های مورد استفاده از روش کریجینگ عمومی استفاده شد. این روش تکنیک بهینه است که بدون پیش فرض، برای پهنه‌ای کردن متغیرهای نقاط در مناطق بدون نمونه تخمین‌های لازم را انجام می‌دهد. بدین منظور ابتدا با استفاده از نرم افزار Surfer/win، ۱۸۸۳ نقشه روزانه بارشی تولید شد. بعد از تبدیل کلیه نقشه‌ها به داده و پس از ویرایش یاخته‌ها و

حذف یاخته‌های خارج از مرز، برای هر روز ۸۶ داده حاصل شد که برای هر سال در قالب ماتریس جداگانه مرتب سازی شد. ماتریس‌های مذکور دارای ۸۶ سطر و ۳۶۵ ستون (برای سال‌های کیبسه ۳۶۶ ستون) بوده‌اند. در مرحله بعد با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از مرحله قبل مجموع بارش ماهانه برای هر سال محاسبه گردید و در قالب ماتریسی جداگانه برای هر ماه طراحی شد که در کل شامل ۱۲ ماتریس می‌شود. ماتریس‌های مذکور شامل ۸۶ سطر و ۱۱ ستون (تعداد سال‌های آماری) هستند و برای هر یک از ماتریس‌ها میانگین به‌دست آمد. در نهایت بعد از مرتب سازی داده‌ها، برای همه داده‌ها، ماتریس جداگانه‌ای طراحی گردید که ماتریس مذکور دارای ۴۰۱۸ ستون و ۸۶ سطر بوده است. برای گروه‌بندی منطقه از لحاظ بارش و انجام تحلیل خوشه‌ای، این ماتریس (داده‌های روزانه) در نرم افزار Matlab وارد شده و تحلیل خوشه‌ای روی آن‌ها انجام گرفت. سپس جهت یافتن تعداد گروه‌های بارشی در سطح شهرستان تبریز، ماتریس مذکور وارد نرم افزار spss گردید و هر یک از پارامترهای یک گروه با گروه دیگر از طریق تفاضل میانگین‌ها مورد مقایسه قرار گرفت. در نهایت با بررسی میزان خطاهای بین گروه‌ها، ۳ گروه بارشی مجزا در سطح شهرستان مشخص گردید (چون تعداد خطاهای کم‌تر از ۵ درصد در گروه ۳ تایی بیش‌تر از گروه‌های دیگر بود).

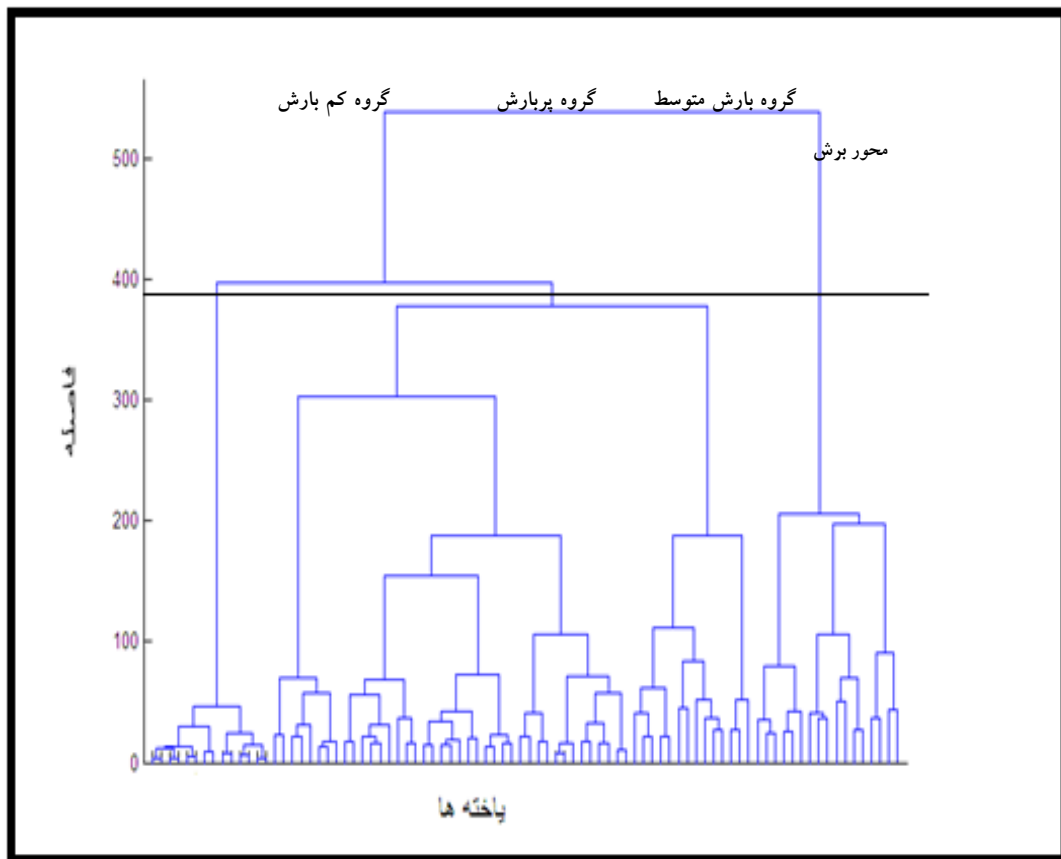
#### تحلیل خوشه‌ای

یکی از تکنیک‌های بسیار با ارزش در تحلیل‌های مکانی، روش تحلیل خوشه‌ای است. به کمک این روش می‌توان بر پایه اصول علمی مبادرت به تفکیک مکانی نمود و پهنه‌های مشابه را مرزبندی و از سایر پهنه‌های ناهمگن جدا کرد (منتظری، ۱۳۸۸: ۱۲۸).

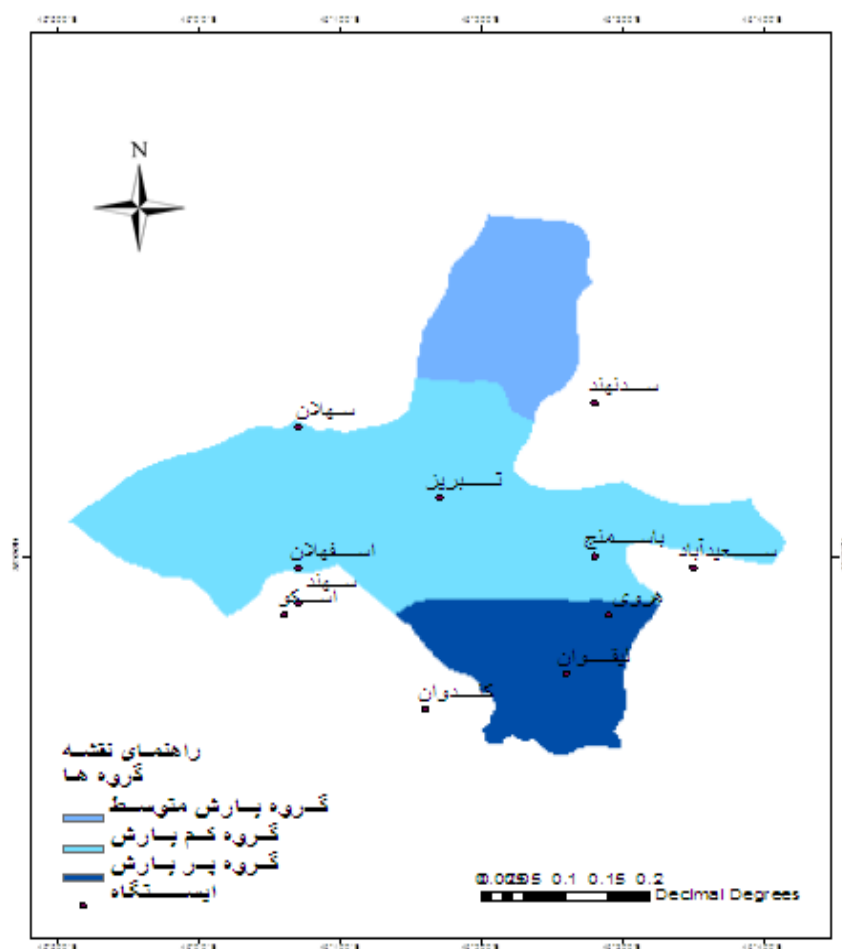
تجزیه خوشه‌ای یک عنوان کلی برای یک سری از روش‌های ریاضی است که برای پیدا کردن شباهت بین مواد در یک مجموعه به‌کار می‌رود. اهداف بسیاری از فعالیت‌های پژوهشی پی بردن به شباهت و یا متفاوت بودن مواد موجود در یک مجموعه هستند. بدین منظور بهترین روش استفاده از طبقه‌بندی است. روش‌های تجزیه خوشه‌ای عمل طبقه‌بندی را با استفاده از فرمول‌های ریاضی انجام می‌دهند. علاوه بر عمل طبقه‌بندی از تجزیه کلاستر (خوشه‌ای) برای پی بردن به شباهت‌ها و برنامه‌ریزی و مدیریت نیز استفاده می‌شود، بنابراین تجزیه کلاستر اصولی‌ترین روش برای برآورد شباهت بین افراد در یک مجموعه است (فرشادفر، ۱۳۸۴: ۵۵۱).

تحلیل خوشه‌ای به دلیل پیدا کردن گروه‌های واقعی و نیز کاهش داده‌ها مفید و ارزشمند است، هدف پایه‌ی تحلیل خوشه‌ای یافتن گروه‌های طبیعی است، که می‌توانند شامل تمامی یا برخی افراد نمونه باشند (اشرفی، ۱۳۸۹: ۶). در پژوهش حاضر جهت انجام تحلیل خوشه‌ای از روش فاصله اقلیدسی و روش ادغام وارد استفاده شده است. شکل

شماره ۲ حاصل انجام عملیات خوشه‌ای بر روی پایگاه داده‌های این پژوهش است. این نمودار که به نمودار درختی (دارنما) معروف است، قادر است فاصله‌ی ادغام (محور عمودی) را برای تمامی ۴۰۱۸ یاخته (محور افقی) نشان دهد. با استفاده از روش‌های آزمون و خطا و به‌کارگیری آزمون‌های معتبر آماری برای مقایسه‌ی گروه‌های حاصل از محل‌های متفاوت برش دارنما، در نهایت با استفاده از برنامه‌نویسی در نرم افزار متلب و نوشتن برنامه‌ای که دندروگرام مربوطه را در سه گروه مجزا نشان دهد، محل برش دارنما با خط افقی، در شکل شماره ۲ تعیین گردید. همان‌طور که از محل تقطیع این نمودار می‌توان مشاهده نمود، مشخصات بارش شهرستان تبریز به سه گروه تقسیم شده است. مشخصات این گروه‌ها در جدول‌های شماره (۱ و ۲) و موقعیت این یاخته‌ها بر روی شکل شماره ۳ ارائه گردیده است.



شکل ۲: نمودار درختی حاصل از انجام تحلیل خوشه‌ای



شکل ۳: نقشه گروه‌های بارشی شهرستان تبریز با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای

## یافته‌ها و بحث

### مشخصات توصیفی گروه‌ها

گروه اول (گروه بارش متوسط): این گروه در بین سه گروه بارشی، بارش متوسط منطقه را تشکیل می‌دهد. میانگین بارندگی روزانه این گروه  $۰/۷۸$  میلی متر است که در بین محدوده مورد مطالعه کوچک‌ترین پهنه را نسبت به دو گروه دیگر به خود اختصاص داده است.

گروه دوم (گروه کم بارش): این گروه با میانگین بارندگی روزانه  $۰/۷۰$  میلی متر کم بارش‌ترین قسمت شهرستان تبریز را تشکیل می‌دهد. این گروه بزرگ‌ترین پهنه را نسبت به دو گروه دیگر به خود اختصاص می‌دهد. چولگی و

کشیدگی این گروه نسبت به دو گروه دیگر در تمامی فصول ضرایب بالایی را نشان می‌دهد که بیانگر خارج شدن توزیع مجموع بارش ماهانه در این گروه از توزیع نرمال است.

گروه سوم (گروه پر بارش): این گروه بالاترین میزان بارش را در سطح شهرستان دریافت می‌کند. میانگین بارندگی روزانه این گروه ۰/۹۱ میلی‌متر است. تمرکز بارش در فصول بهار و پاییز و کاهش قابل توجه آن در فصل تابستان موجب بالا بودن ضریب تغییرات این گروه و تباین شدید فصلی شده است.

جدول ۲- مشخصات مکانی روزانه مجموع بارش و بزرگ‌ترین بارش روزانه گروه‌ها

| گروه‌ها                 | شاخص‌های آماری | مجموع بارش روزانه (میلی‌متر) |
|-------------------------|----------------|------------------------------|
| گروه ۱: گروه بارش متوسط | میانگین        | ۰/۷۸                         |
|                         | تغییرپذیری     | ۱/۱۵                         |
|                         | چولگی          | ۱/۸۸                         |
|                         | کشیدگی         | ۴/۰۴                         |
|                         | پیشینه         | ۴/۷                          |
|                         | کمینه          | ۰                            |
| گروه ۲: گروه کم بارش    | میانگین        | ۰/۷۰                         |
|                         | تغییرپذیری     | ۱/۰۷                         |
|                         | چولگی          | ۱/۷۹                         |
|                         | کشیدگی         | ۳/۵۲                         |
|                         | پیشینه         | ۴/۱                          |
|                         | کمینه          | ۰                            |
| گروه ۳: گروه پربارش     | میانگین        | ۰/۹۱                         |
|                         | تغییرپذیری     | ۰/۹۴                         |
|                         | چولگی          | ۱/۷۶                         |
|                         | کشیدگی         | ۴/۰۴                         |
|                         | پیشینه         | ۵/۲                          |
|                         | کمینه          | ۰                            |

مقایسه‌ی مشخصات روزانه پهنه‌های بارش

همان‌طور که در جدول شماره (۲) دیده می‌شود، گروه سوم در میان گروه‌ها، بزرگ‌ترین مجموع بارش روزانه و بزرگ‌ترین بیشینه بارش روزانه را به خود اختصاص داده است. در صورتی که گروه دوم کوچک‌ترین مجموع بارش روزانه و کوچک‌ترین بیشینه بارش روزانه را در بین گروه‌ها دارد. با این وجود کم‌ترین تغییرپذیری مجموع بارش روزانه به گروه سوم و بیش‌ترین مقدار آن به گروه اول اختصاص دارد.

مشخصات فصلی پهنه‌های بارش

برپایه‌ی ویژگی‌های ارائه شده در جدول ۳ تفاوت‌های ویژه بارش پهنه‌های سه‌گانه به منظور مقایسه و تحلیل شباهت-اختلاف آن‌ها ارائه می‌گردند:

بهار

فصل بهار در تمامی گروه‌ها، پرباران‌ترین فصل سال محسوب می‌شود، با این وصف و طبق جدول (۳)، میزان بارش گروه‌ها در این فصل متفاوت است. به عنوان مثال گروه دوم کم‌ترین و گروه سوم بیش‌ترین میزان بارش فصل بهار را دریافت می‌کنند. تفاوت این دو گروه  $35/4$  میلی‌متر است. با این وجود سهم بارندگی فصل بهار در گروه سوم بیش از سهم سایر گروه‌ها می‌باشد به تعبیر دیگر ایستگاه‌های واقع در این گروه نسبت بزرگی ( $42/5$ ) از مجموع سالانه‌ی بارش را در فصل بهار دریافت می‌کنند.

تابستان

فصل تابستان در تمامی گروه‌ها کم باران‌ترین فصل سال است. البته در این فصل نیز مانند فصل بهار میزان بارش گروه‌ها با یکدیگر متفاوت می‌باشد. مانند فصل بهار، گروه سوم بیش‌ترین بارش فصل تابستان را دریافت می‌کند. این گروه در قسمت‌های جنوبی پهنه‌ی مورد بررسی و در یک ناحیه کوهستانی قرار گرفته است. موقعیت جغرافیایی این منطقه امکان ریزش بارش‌های تابستانه را در طی این فصل مهیا می‌سازد. ایستگاه ليقوان به عنوان یک منطقه کوهستانی که در این گروه قرار گرفته است دلیلی بر این ادعا است. گروه دوم در این فصل همانند فصل بهار کم‌ترین بارش را دارد. با این وصف گروه سوم، بیش‌ترین سهم بارندگی فصلی را به خود اختصاص داده است. ضرایب چولگی و کشیدگی در گروه دوم بیش از سایر گروه‌هاست که گویای تفاوت بارندگی در این گروه است.

جدول ۳- شاخص های آماری مجموع بارش ماهانه گروه ها

| گروه‌ها                       | شاخص              | بهار    |          |       | تابستان |       |        | پاییز |       |          | زمستان |       |       |    |
|-------------------------------|-------------------|---------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|----------|--------|-------|-------|----|
|                               |                   | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر     | مرداد | شهریور | مهر   | آبان  | آذر      | دی     | بهمن  | اسفند |    |
| گروه ۱:<br>گروه بارش<br>متوسط | میانگین           | ۵۳/۴    | ۴۹/۰۸    | ۱۵    | ۸/۸     | ۴/۱۲  | ۵/۶۴   | ۱۱/۲  | ۳۷/۸  | ۱۵<br>۲۳ | ۲۱/۸   | ۲۷/۹  | ۲۹/۳  |    |
|                               | انحراف معیار      | ۱/۵۸    | ۰/۸۳     | ۰/۵۱  | ۰/۶۲    | ۰/۴۰  | ۰/۲۸   | ۰/۱۴  | ۰/۹۸  | ۰/۶۲     | ۰/۶۸   | ۰/۶۶  | ۰/۳۸  |    |
|                               | ضریب تغییرات      | ۰/۰۲    | ۰/۰۱     | ۰/۰۳  | ۰/۰۷    | ۰/۰۹  | ۰/۰۵   | ۰/۰۱  | ۰/۰۲  | ۰/۰۲     | ۰/۰۳   | ۰/۰۲  | ۰/۰۱  |    |
|                               | چولگی             | -۰/۲۱   | -۰/۷۳    | ۰/۳۵  | ۰/۱۳    | ۰/۴۵  | -۰/۰۰۵ | ۰/۳۱  | ۱/۰۰۵ | ۰/۳۵     | ۰/۶۵   | ۰/۶۰  | ۰/۸۹  |    |
|                               | کشیدگی            | -۱/۰۷   | ۰/۰۸     | -۰/۹۲ | -۰/۳۴   | -۰/۳۶ | -۰/۸۷  | ۱/۲۳  | -     | -۰/۷     | ۰/۰۳   | -۰/۱  | ۰/۳۲  |    |
|                               | بارندگی فصلی      | ۱۱۷/۴۸  |          |       | ۱۸/۵۶   |       |        | ۷۲/۱۵ |       |          | ۷۹     |       |       |    |
|                               | سهم فصلی          | ۴۰      |          |       | ۶       |       |        | ۲۵    |       |          | ۲۷     |       |       |    |
|                               | ضریب تغییرات فصلی | ۰/۰۲    |          |       | ۰/۰۷    |       |        | ۰/۰۲  |       |          | ۰/۰۲   |       |       |    |
|                               | میانگین           | ۴۴/۹    | ۴۶/۲۷    | ۱۵/۵۱ | ۸/۱۱    | ۳/۹   | ۶/۰۵   | ۱۱    | ۳۵/۴  | ۱۹/۵     | ۱۶     | ۱۶    | ۲۴    | ۲۵ |
|                               | انحراف معیار      | ۲/۷۳    | ۲/۴      | ۴/۱   | ۳/۰۴    | ۲/۲۳  | ۱/۲۵   | ۰/۴۳  | ۱/۲۷  | ۱/۵۶     | ۱/۷۴   | ۱/۴۳  | ۱/۹۱  |    |
| ضریب تغییرات                  | ۰/۰۶              | ۰/۰۵    | ۰/۲۶     | ۰/۳۷  | ۰/۵۷    | ۰/۲۰  | ۰/۰۴   | ۰/۰۳  | ۰/۰۸  | ۰/۱۰     | ۰/۰۵   | ۰/۰۷  |       |    |
| چولگی                         | ۰/۶۷              | -۰/۱۷   | ۰/۸۶     | ۱/۴   | ۱/۷۸    | ۰/۷۱  | ۰/۶    | ۲/۱۸  | ۰/۶۶  | ۰/۳۲     | ۰/۹    | -۰/۹  |       |    |
| کشیدگی                        | ۰/۰۳              | -۱/۱    | ۰/۴      | ۱/۰۵  | ۲/۷۷    | -۰/۵۵ | -۰/۳   | ۶/۸   | ۰/۶۴  | ۰/۰۶     | ۰/۴    | ۱/۰۱  |       |    |
| بارندگی فصلی                  | ۱۰۶/۷             |         |          | ۱۸/۰۶ |         |       | ۶۵/۹   |       |       | ۶۶/۳۷    |        |       |       |    |
| سهم فصلی                      | ۴۱/۵              |         |          | ۷/۰۲  |         |       | ۲۵/۶   |       |       | ۲۵/۸     |        |       |       |    |
| ضریب تغییرات فصلی             | ۰/۰۷              |         |          | ۰/۳۴  |         |       | ۰/۰۴   |       |       | ۰/۰۶     |        |       |       |    |
| میانگین                       | ۵۷/۷              | ۵۵/۸    | ۲۸/۶     | ۱۸/۳  | ۱۰/۱۵   | ۱۴/۶۲ | ۱۲     | ۳۸    | ۱۳    | ۱۸       | ۱۷     | ۲۷    | ۲۹    |    |
| انحراف معیار                  | ۸/۰۸              | ۴/۴۳    | ۳/۵۷     | ۳/۷۱  | ۲/۹     | ۲/۹   | ۱/۳۷   | ۲/۹   | ۲/۹   | ۴/۵      | ۲/۰۲   | ۴/۲   | ۵/۵۷  |    |
| ضریب تغییرات                  | ۰/۱۳              | ۰/۰۸    | ۰/۱۲     | ۰/۲۰  | ۰/۲۸    | ۰/۲۰  | ۰/۱۰   | ۰/۰۶  | ۰/۲۰  | ۰/۱۳     | ۰/۱۵   | ۰/۱۸  |       |    |
| چولگی                         | -۰/۲۳             | -۰/۳۷   | -۰/۸۵    | -۰/۳۸ | -۰/۰۹   | -۰/۰۴ | -      | ۰/۰۲  | ۰/۱۷  | ۰/۴۷     | ۰/۵۶   | ۰/۷۶  |       |    |
| کشیدگی                        | -۰/۸۷             | -۰/۶۸   | -۰/۲۳    | -۰/۹  | -۱/۲۴   | -۱/۲۷ | ۰/۴۸   | -۱/۴  | ۰/۷۳  | -۰/۷     | ۰/۴۴   | ۱/۰۰۹ |       |    |
| بارندگی فصلی                  | ۱۴۲/۱             |         |          | ۴۳/۰۷ |         |       | ۷۶/۹۷  |       |       | ۷۲/۲۳    |        |       |       |    |
| سهم فصلی                      | ۴۲/۵              |         |          | ۱۲/۸  |         |       | ۲۳/۰۲  |       |       | ۲۱/۶     |        |       |       |    |
| ضریب تغییرات فصلی             | ۰/۰۹              |         |          | ۰/۲۰  |         |       | ۰/۱۰   |       |       | ۰/۱۶     |        |       |       |    |

## پاییز

بر اساس جدول ۳ در فصل پاییز، علی‌رغم افزایش بارش نسبت به فصل تابستان و با وجود تفاوت پهنه‌ها، دومین فصل کم بارش در تمامی گروه‌ها به شمار می‌آید. به‌عنوان مثال گروه سوم بیش‌ترین و گروه دوم کم‌ترین بارش این فصل را دارند. در صورتی که سهم بارندگی فصل پاییز در گروه دوم بیش‌تر از سایر گروه‌هاست و گروه سوم کم‌ترین سهم بارش فصل پاییز را به خود اختصاص داده است. ضرایب چولگی و کشیدگی در این فصل همانند فصل تابستان در گروه دوم بیش از سایر گروه‌هاست که گویای تفاوت بارندگی در این گروه می‌باشد.

زمستان بجز گروه سوم که در این گروه فصل پاییز دومین فصل پربارش محسوب می‌شود، فصل زمستان پس از بهار دومین فصل پربارش در دو گروه بعدی به حساب می‌آید. اما بر خلاف فصل بهار، گروه اول در مقایسه با گروه‌های دوم و سوم، بارش بسیار بالاتری را دریافت می‌کند. همانند فصول قبلی، ضرایب چولگی و کشیدگی در گروه دوم بزرگ‌تر از گروه‌های بعدی است که نشانگر تفاوت بارندگی در این گروه است.

در این مرحله با استفاده از ماتریس اصلی داده‌ها، برای هر کدام از سال‌ها ماتریسی جداگانه طراحی گردید، سپس با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از مرحله قبل مجموع بارش ماهانه برای هر سال محاسبه شد و در قالب ماتریسی جداگانه برای هر ماه طراحی گردید که در کل شامل ۱۲ ماتریس است. ماتریس‌های مذکور شامل ۸۶ سطر و ۱۱ ستون (تعداد سال‌های آماری) هستند، برای هر یک از ماتریس‌ها میانگین به‌دست آمد و با استفاده از آن‌ها نقشه‌ی بارشی برای هر کدام از ماه‌ها ترسیم گردید و مشخصات آماری برای هر کدام از ماه‌ها به‌دست آمد.

نقشه‌های میانگین مجموع بارش ماهانه‌ی پهنه‌ی مورد مطالعه

برای تهیه نقشه‌های میانگین مجموع بارش ماهانه منطقه مورد مطالعه از نرم افزار سورفر استفاده شده و نتایج به شرح ذیل به‌دست آمده است:

الف) فصل بهار

- ماه فروردین

شکل الف (۴) نقشه میانگین مجموع بارش فروردین ماه شهرستان تبریز را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل نیز به وضوح مشاهده می‌شود، قسمت‌های جنوبی منطقه بیش‌ترین میزان بارش را دریافت کرده‌اند که در این میان ایستگاه ليقوان با بارش دریافتی ۶۰ میلی‌متر بیش‌ترین سهم را به خود اختصاص داده است. کم‌ترین میزان بارش مربوط به قسمت‌های مرکزی شهرستان است که خود شهر تبریز در این مجموعه قرار دارد. میانگین مکانی بارش در این ماه ۴/۸ میلی‌متر می‌باشد که با منحنی میزان ضخیم در نقشه قابل مشاهده است. چارک اول در این ماه مقدار

۴۳/۶۷ را نشان می‌دهد یعنی ۲۵ درصد ایستگاه‌های شهرستان بارشی پایین‌تر از این مقدار و ۷۵ درصد مقادیر بالاتر دریافت کرده‌اند. چولگی مثبت داده‌ها در این ماه (۱/۲۳) بیانگر این است که اکثر ایستگاه‌های منطقه، بارشی پایین‌تر از بارش میانگین منطقه دریافت کرده‌اند.

- ماه اردیبهشت

با دقت در شکل میانگین مجموع بارش اردیبهشت ماه شهرستان (ب ۴) می‌توان دریافت که در این ماه قسمت‌های جنوبی شهرستان بارش بیشینه را دریافت کرده‌اند که در این میان نقش ایستگاه‌های ليقوان و کندوان چشم‌گیرتر است. میانگین مکانی بارش در این ماه ۴۸/۶ است که تقریباً در امتداد شهرهای باسمنج و هروی می‌باشد. همچنین در این ماه انحراف معیار و ضریب تغییرات بارش اعداد پایینی را نشان می‌دهند که بیانگر توزیع مناسب بارش در سطح شهرستان است. چارک سوم در این ماه عدد ۴۹/۶ را نشان می‌دهد که بیانگر پایین‌تر بودن بارش ۷۵ درصد منطقه از این مقدار و ۲۵ درصد بالاتر از مقدار فوق است. چولگی داده‌ها که عدد مثبتی را نشان می‌دهد گویای این است که فراوانی داده‌های پایین‌تر از میانگین بیش‌تر بوده ایستگاه‌های منطقه در این ماه عمدتاً بارشی پایین‌تر از میانگین را دریافت کرده‌اند.

- ماه خرداد

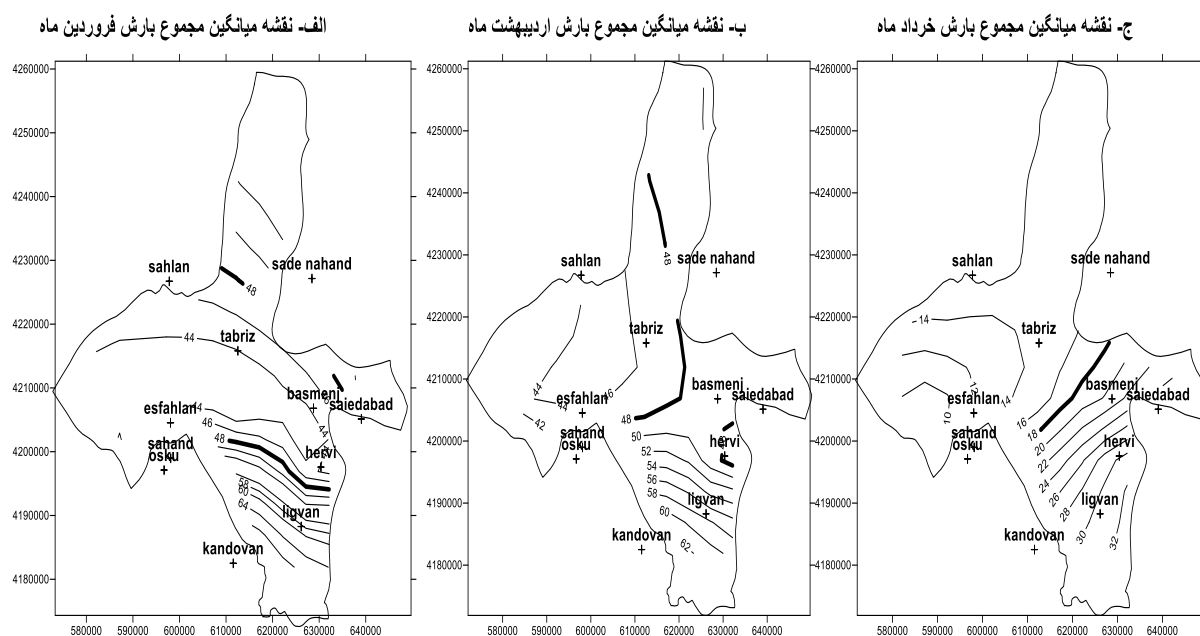
همان‌طور که در شکل قسمت ج (۴) دیده می‌شود، این ماه کم بارش‌ترین ماه در فصل بهار محسوب می‌شود. بیش‌ترین میزان بارش مربوط به مناطق جنوبی شهرستان بوده و مناطق غربی آن کم‌ترین بارش دریافتی را داشته‌اند. میانگین مکانی بارش ۱۸/۲ میلی‌متر می‌باشد که با منحنی میزان ضخیمی در نقشه قابل مشاهده است. چولگی مثبت داده‌ها در این ماه نشان دهنده پایین‌تر بودن مقادیر بارش از میانگین منطقه در اکثر ایستگاه‌ها است.

(ب) فصل تابستان

- ماه تیر

شکل الف (۵) میانگین مجموع بارش تیر ماه را نشان می‌دهد. این ماه پربارش‌ترین ماه فصل تابستان به حساب می‌آید. چارک اول داده‌ها یعنی عدد ۶/۹ نشان دهنده‌ی پایین‌تر بودن مقادیر بارش ۲۵ درصد از ایستگاه‌ها از مقدار مذکور بوده و اینکه ۷۵ درصد ایستگاه‌ها بارشی بالاتر از این مقدار را دریافت کرده‌اند. همچنین با بررسی چارک

سوم به این نتیجه می‌رسیم که ۷۵ درصد ایستگاه‌های منطقه بارشی پایین‌تر از ۱۳/۱۷ و ۲۵ درصد آن‌ها بارشی بالاتر از این مقدار را دریافت کرده‌اند. همچنین چون ضریب تغییرات داده‌ها عدد ۰/۴۹ را نشان می‌دهد، تغییرات بارشی ایستگاه کم است و بارش منطقه در این ماه دارای توزیع مناسبی است.



شکل ۴: نقشه میانگین مجموع بارش فصل بهار شهرستان تبریز (میلی متر)

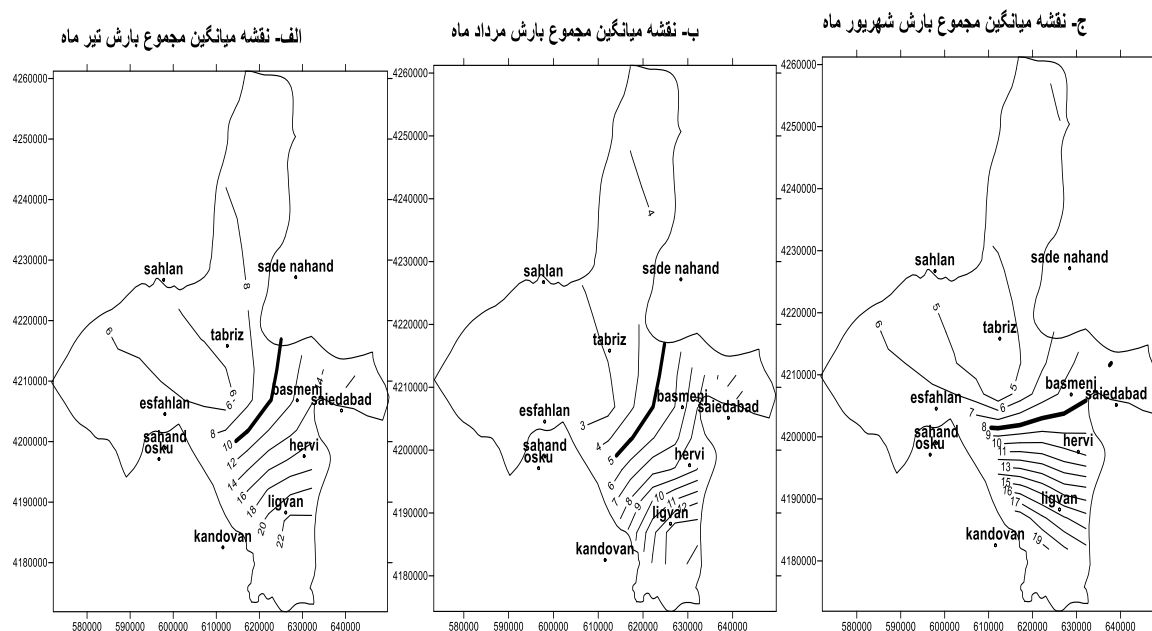
– ماه مرداد

با دقت در نقشه مرداد ماه مشاهده می‌شود که از میزان بارش این ماه به نسبت بارش ماه‌های قبل کاسته شده است و در واقع کم باران‌ترین ماه در فصل تابستان در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه محسوب می‌شود. در این ماه نیز مانند ماه‌های پیشین قسمت‌های جنوبی شهرستان، بیش‌ترین بارش دریافتی را دارند. در این ماه بارش بیشینه شهرستان از آن ایستگاه‌های لیقوان و سعیدآباد، و کم‌ترین بارش مربوط به ایستگاه‌های تبریز و سهلان می‌باشد. میانگین مکانی بارش ۵/۱۸ میلی‌متر است که در نقشه نیز قابل مشاهده می‌باشد. چولگی مثبت در داده‌ها نشانگر این است که ایستگاه‌های منطقه عمدتاً بارشی پایین‌تر از حد میانگین داشته‌اند. همچنین با توجه به اینکه ضریب کشیدگی عدد مثبتی می‌باشد، از پراکندگی بارشی ایستگاه‌ها کاسته شده و داده‌ها حول میانگین متمرکز شده‌اند.

– ماه شهریور

در این ماه، میانگین مکانی بارش، عدد ۷/۶۸ را نشان می‌دهد (شکل ج ۵). ایستگاه‌های لیقوان، کندوان، هروی و سعیدآباد از جمله ایستگاه‌هایی هستند که در سطح شهرستان در طی این ماه بارشی بالاتر از میانگین را دریافت کرده

اند. ایستگاه تبریز نیز از جمله ایستگاه‌هایی است که بارشی پایین‌تر از میانگین منطقه را داشته است. کمینه بارش در این ماه ۴/۲۳ و بیشینه آن ۱۹/۳۸ میلی‌متر است.



شکل ۵: نقشه میانگین مجموع بارش فصل تابستان شهرستان تبریز (میلی‌متر)

### ج) فصل پاییز

#### – ماه مهر

شکل الف (۶) میانگین مجموع بارش سه ماه فصل پاییز را نشان می‌دهد. کم‌بارش‌ترین ماه در طی فصل پاییز مربوط به ماه مهر است. کم‌ترین میزان بارش ۹/۹ میلی‌متر است که تقریباً مربوط به قسمت‌های جنوب‌شرقی شهرستان می‌باشد، همچنین با توجه به این‌که منحنی میزان ۱۴/۶۴ میلی‌متر از قسمت‌های جنوبی شهرستان می‌گذرد، این مناطق بیش‌ترین میزان بارش را از آن خود کرده‌اند. مقادیر انحراف معیار و ضریب تغییرات گویای این است که توزیع بارش در سطح شهرستان در طی این ماه مناسب بوده است.

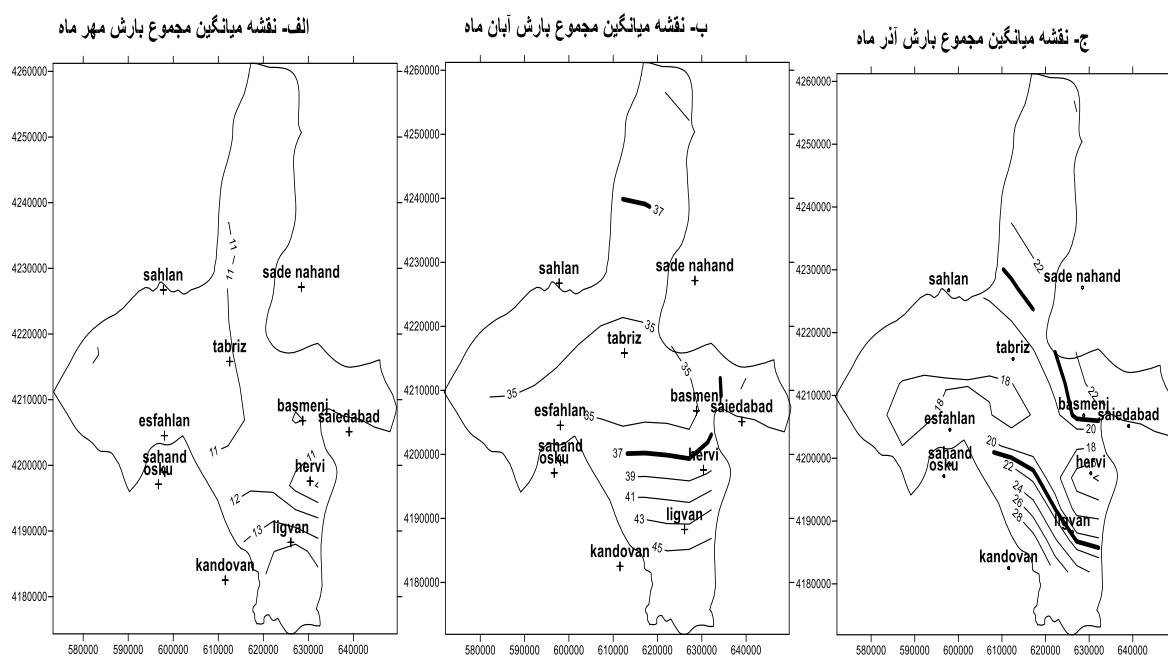
#### – ماه آبان

شکل ب (۶) نشان می‌دهد که این ماه پر باران‌ترین ماه پاییز محسوب می‌شود. قسمت‌های جنوبی شهرستان، بارش‌های بیشینه و بخش‌های مرکزی آن کم‌ترین مقادیر بارش را داشته‌اند. در این میان ایستگاه‌های لیقوان و سهلان به

ترتیب با بارش‌های ۴۳ میلی‌متر و ۳۴ میلی‌متر، بیش‌ترین و کم‌ترین میزان بارش را دریافت کرده‌اند. میانگین مکان بارش ماه آبان ۳۷/۲ میلی‌متر می‌باشد که با منحنی پر رنگ نشان داده شده است. باتوجه به این‌که میزان انحراف معیار و ضریب تغییرات اعداد پایینی را نشان می‌دهند، لذا توزیع بارش در طی این ماه مناسب بوده و نیز چون مقدار چولگی داده‌ها در این ماه عددی بیش از یک (۱/۴۵) را نشان می‌دهد بیانگر بیش‌تر بودن داده‌های پایینی‌تر از میانگین نسبت به داده‌های کم‌تر از میانگین است یعنی در سراسر این ماه اکثر ایستگاه‌های منطقه بارشی پایینی‌تر از میانگین منطقه داشته‌اند. همچنین مثبت بودن ضریب کشیدگی داده‌ها در این ماه بیانگر متمرکز شدن داده‌ها حول میانگین و کاسته شدن از پراکندگی آن‌ها می‌باشد.

– ماه آذر

شکل ج (۶) نشان می‌دهد که در این ماه نیز بارش بیشینه متعلق به قسمت‌های جنوبی شهرستان بوده و قسمت‌های مرکزی آن بارش کمی را دریافت کرده‌اند. چولگی مثبت داده‌ها بیانگر این است که اکثر ایستگاه‌های شهرستان بارشی پایینی‌تر از میانگین را دریافت کرده‌اند. همچنین با توجه به این‌که ضریب کشیدگی نیز عدد مثبت و پایینی را نشان می‌دهد، نشانه کاهش پراکندگی مقدار بارش در این ماه بوده و بارش منطقه حول میانگین منطقه متمرکز پیدا کرده است.



شکل ۶: نقشه میانگین مجموع بارش فصل پاییز شهرستان تبریز (میلی متر)

د) فصل زمستان

ماه دی

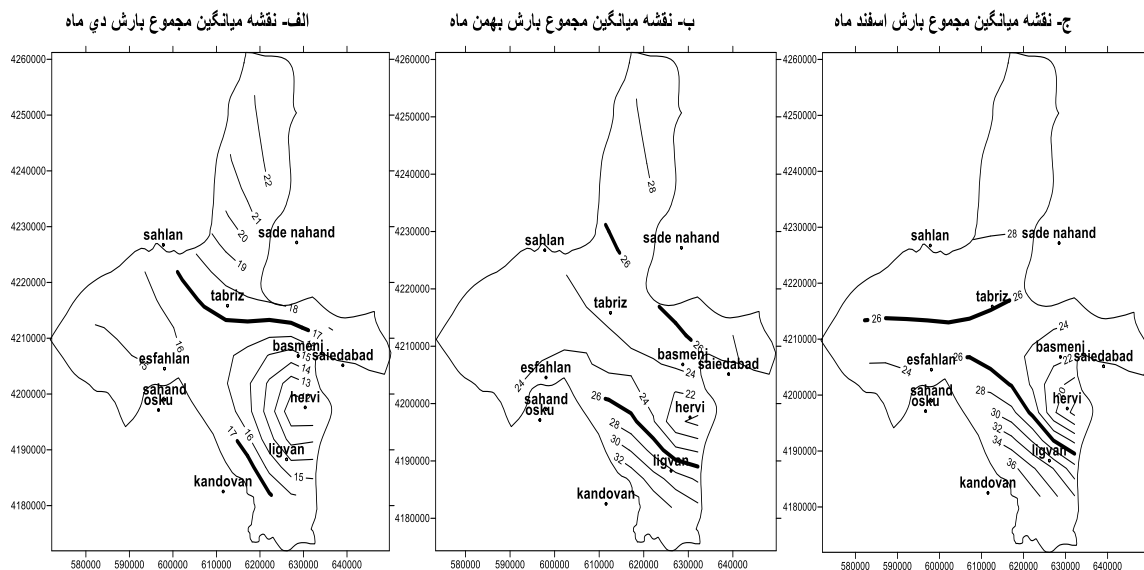
در این ماه (الف ۷) برخلاف ماه‌های قبل قسمت شمالی منطقه پرباران‌ترین قسمت محسوب می‌شود. بیشینه بارش حدود ۲۲/۷۶ میلی‌متر و کمینه آن ۱۱/۱۳ میلی‌متر است. این ماه کم بارش‌ترین ماه فصل زمستان محسوب می‌شود. ضریب کشیدگی منفی نشانگر پراکندگی در بارش منطقه بوده و حول میانگین تمرکز پیدا نکرده‌اند.

ماه بهمن

در این ماه (ب ۷) میزان بارش به نسبت ماه قبل افزایش یافته است. چارک اول که عدد ۲۳/۶۲ را نشان می‌دهد نشانگر این است که ۲۵ درصد ایستگاه‌های شهرستان بارشی پایین‌تر از این مقدار و ۷۵ درصد ایستگاه‌ها بارشی بالاتر از این مقدار را دریافت کرده‌اند همچنین چولگی مثبت بارش این ماه بیانگر این است که اکثر ایستگاه‌ها بارشی پایین‌تر از این مقدار را دریافت کرده‌اند.

ماه اسفند

بیشینه بارش در این ماه (ج ۷) متعلق به ایستگاه‌های کندوان و ليقوان می‌باشد و ایستگاه هروی به عنوان کم باران‌ترین ایستگاه در این ماه شناخته می‌شود. چارک سوم گویای آن است که در این ماه ۷۵ درصد ایستگاه‌ها بارشی پایین‌تر از این مقدار (۲۸/۹۴) و ۲۵ درصد ایستگاه‌های شهرستان، بارشی بالاتر از این مقدار را دریافت کرده‌اند.



شکل ۷: نقشه میانگین مجموع بارش فصل زمستان شهرستان تبریز (میلی‌متر)

جدول ۴- مشخصات آماری میانگین مجموع بارش ماهانه در سطح شهرستان تبریز (میلی‌متر)

| مشخصات آماری ماه | کشیدگی | چولگی | ضریب تغییرات | انحراف معیار | چارک سوم | چارک اول | میانه | میانگین | بیشینه | کمینه |
|------------------|--------|-------|--------------|--------------|----------|----------|-------|---------|--------|-------|
| فروردین          | ۱/۱۳   | ۱/۲۳  | ۰/۱۴         | ۶/۸۵         | ۵۲/۷۰    | ۴۳/۶۷    | ۳۰/۴۶ | ۴۸/۸۰   | ۶۹/۹۰  | ۳۹/۸۰ |
| اردیبهشت         | ۱/۲۸   | ۱/۱۷  | ۰/۰۹۵        | ۴/۶۳         | ۴۹/۶۳    | ۴۵/۶۱    | ۴۸/۲  | ۴۸/۶    | ۶۲/۴   | ۴۱/۳  |
| خرداد            | -۰/۲۰  | ۰/۹۶  | ۰/۳۶         | ۶/۴۱         | ۱۷/۲۲    | ۱۴/۲۷    | ۱۵/۰۵ | ۱۸/۰۲   | ۳۲/۶۵  | ۸/۸۵  |
| تیر              | ۰/۳۶   | ۱/۲۰  | ۰/۴۹         | ۴/۹۸         | ۱۳/۱۷    | ۶/۴۹     | ۸/۳۳  | ۱۰/۲۴   | ۲۳/۱۲  | ۴/۹۹  |
| مرداد            | ۰/۷۱   | ۱/۳۱  | ۰/۶۴         | ۳/۳۲         | ۶/۴۸     | ۲/۶۳     | ۳/۸۷  | ۵/۱۸    | ۱۴/۳۰  | ۲/۰۶  |
| شهریور           | ۱/۸۰   | ۱/۶۹  | ۰/۵۰         | ۳/۸۴         | ۸/۳۷     | ۵/۲۲     | ۶/۰۳  | ۷/۶۸    | ۱۹/۳۸  | ۴/۲۳  |
| مهر              | ۳/۳۳   | ۱/۸۵  | ۰/۰۹         | ۰/۹۸         | ۱۱/۶۳    | ۱۰/۷۳    | ۱۱/۱۱ | ۱۱/۳۹   | ۱۴/۶۴  | ۹/۹۰  |
| آبان             | ۱/۴۰   | ۱/۴۵  | ۰/۰۸         | ۳/۲۰         | ۳۸/۶۰    | ۳۴/۹۰    | ۳۶/۰۰ | ۳۷/۲۰   | ۴۶/۶۰  | ۳۳/۶۰ |
| آذر              | ۰/۶۵   | ۰/۵۸  | ۰/۱۳         | ۲/۷۶         | ۲۲/۴۴    | ۱۸/۴۳    | ۲۰/۱۵ | ۲۰/۵۴   | ۲۸/۸۵  | ۱۳/۶۷ |
| دی               | -۰/۳۵  | ۰/۴۵  | ۰/۱۶         | ۲/۷۸         | ۱۸/۴۸    | ۱۵/۲۷    | ۱۶/۴۲ | ۱۷/۰۲   | ۲۲/۷۶  | ۱۱/۱۳ |
| بهمن             | ۰/۵۴   | ۰/۷۱  | ۰/۱۱         | ۲/۷۱         | ۲۷/۶۷    | ۲۳/۶۲    | ۲۵/۰۴ | ۲۵/۶۷   | ۳۳/۵۱  | ۱۹/۳۸ |
| اسفند            | ۱/۲۳   | ۰/۳۹  | ۰/۱۳         | ۳/۴۶         | ۲۸/۹۴    | ۲۵/۱۱    | ۲۶/۶۵ | ۲۶/۹۲   | ۳۶/۸۷  | ۱۷/۳۶ |

## نتیجه‌گیری

در این پژوهش جهت انجام تحلیل خوشه‌ای مراتبی، ماتریس اصلی داده‌ها که حاوی مقادیر روزانه بارش بود، مورد استفاده قرار گرفت. ماتریس مذکور دارای ۴۰۱۸ ستون که نشانه تعداد روزهای دوره آماری و ۸۶ سطر که نشان دهنده یاخته‌های استخراج شده از نقشه‌های روزانه می‌باشد. بنابراین در این پژوهش، به جای استفاده از داده‌های روی ایستگاه‌ها از داده‌های برآوردی روی یاخته‌ها استفاده شد و بدین ترتیب داده‌های اقلیمی که بر روی نقطه (ایستگاه) اندازه‌گیری شده بودند به پهنه‌های گسترده تعمیم یافتند. تحلیل خوشه‌ای در نرم افزار Matlab بر روی ماتریس داده‌ها اعمال شد و دارنمای آن تهیه گردید. همچنین شماره گروه هر یاخته نیز استخراج گردید. سپس برای اطمینان از صحت خوشه‌بندی، گروه‌های حاصل از تحلیل خوشه‌ای مورد آزمون قرار گرفت. برای آزمون نتایج تحلیل خوشه‌ای روش مقایسه میانگین گروه‌های به‌دست آمد و همچنین بررسی تفاوت رفتار متغیرهای هر یک از گروه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت ۳ ناحیه‌ی بارشی در شهرستان تبریز که کم‌ترین میزان خطا را داشتند استخراج شد. به این ترتیب با انجام روش تحلیل خوشه‌ای و برطبق یاخته‌های استخراج شده از نقشه‌های روزانه،

منطقه از لحاظ مقدار و زمان دریافت بارش به سه گروه تقسیم شد. سپس مشخصات بارشی و توزیع جغرافیایی این گروه‌ها به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. همچنین مشخصات بارشی هر کدام از ماه‌ها بررسی شد، که به دلیل نبودن فضای کافی و محدودیت تعداد صفحات مقاله به توضیح مختصر در این مورد بسنده شد. بر اساس محاسبات انجام یافته در این پژوهش ویژگی‌های بارشی شهرستان تبریز در طی دوره آماری مورد مطالعه به شرح ذیل می‌باشد:

شهرستان تبریز به طور متوسط  $277/26$  میلی‌متر بارندگی سالانه دارد. از این میزان،  $41/6$  درصد در فصل بهار می‌بارد که بالاترین سهم بارندگی فصلی را به خود اختصاص داده است. کم‌ترین سهم بارش فصلی مربوط به فصل تابستان است که  $8/33$  درصد از بارش سالانه را به خود اختصاص داده است. بیش‌ترین میزان بارندگی مربوط به قسمت‌های جنوبی شهرستان می‌باشد که در این میان سهم ایستگاه‌های ليقوان و هروی چشم‌گیرتر بوده و قسمت‌های غربی شهرستان کم‌ترین میزان بارندگی را دریافت می‌کنند. فصل تابستان بالاترین تغییرپذیری مکانی مجموع بارش ماهانه را دارد و فصل بهار نیز از این لحاظ در رتبه‌ی بعدی قرار می‌گیرد. همچنین کم‌ترین تغییرپذیری مکانی مجموع بارش ماهانه مربوط به فصل پاییز بوده و فصل زمستان از این لحاظ در رتبه‌ی بعدی قرار می‌گیرد. در طی دوره آماری مورد مطالعه، ماه‌های فروردین و مرداد با میانگین مکانی بارندگی  $48/8$  و  $5/18$  میلی‌متر به ترتیب پرباران‌ترین و کم‌باران‌ترین ماه‌های سال محسوب می‌شوند. بزرگ‌ترین بیشینه بارندگی با  $69/9$  میلی‌متر مربوط به ماه فروردین و کوچک‌ترین آن مربوط به ماه مرداد به مقدار  $2/06$  میلی‌متر است.

## منابع

- اشرفی، س (۱۳۸۹)، «پهنه‌بندی بارش شمال‌غرب ایران با استفاده از روش‌های تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی»، *نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*، شماره ۳ و ۴، صص ۲۷-۴۴.
- بابائی فینی، س؛ فرج زاده، م (۱۳۸۱)، «الگوهای تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران»، *مجله مدرس*، شماره چهارم، صص ۷۰-۵۱.
- خاک سفیدی، ع؛ نورا، ن؛ بیرویدیان، ن؛ نجفی نژاد، ع (۱۳۸۹)، «الگوی توزیع زمانی بارش در استان سیستان و بلوچستان»، *مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، شماره ۱، صص ۶۱-۴۵.
- ذوالفقاری، ح (۱۳۷۹)، «تحلیل الگوهای زمانی و مکانی بارش‌های روزانه در غرب ایران با استفاده از روش‌های آماری و سینیوتیک»، پایان‌نامه دکتری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- شهرکی، م (۱۳۸۴)، «تحلیل توزیع مکانی بارش: مطالعه موردی غرب ایران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.
- صداقت، م (۱۳۸۹)، «توزیع زمانی-مکانی بارش در استان ایلام»، *مجله آموزش جغرافیا*، شماره ۳، صص ۳۵-۳۲.
- علیزاده، ا (۱۳۸۶)، «اصول هیدرولوژی کاربردی»، مشهد، انتشارات دانشگاه امام رضا، ص ۸۰۸.
- فرشادفر، ع (۱۳۸۴)، «اصول و روش‌های آماری چند متغیره»، کرمانشاه، انتشارات طاق بستان، ص ۷۳۲.
- مسعودیان، ا (۱۳۸۴)، «شناسایی رژیم‌های بارشی ایران به روش تحلیل خوشه‌ای»، *مجله پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۵۲، صص ۵۹-۴۷.
- مسعودیان، ا؛ دارند، م؛ کارساز، س (۱۳۹۰)، «پهنه‌بندی بارش غرب و شمال‌غرب ایران به روش تحلیل خوشه‌ای»، *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، شماره ۱۱، صص ۴۰-۳۵.
- مسعودیان، ا؛ مسترشد، م (۱۳۹۱)، «بررسی مکانی-زمانی بارش کشور افغانستان»، خلاصه مقالات پنجمین کنگره جغرافیدانان جهان اسلام، ۱۸ تا ۱۹ مهر ۱۳۹۱، تبریز، ص ۱۶۴.
- ملائی، علی؛ تلوری، عبدالرسول؛ شفیعی، اردشیر (۱۳۸۵)، «بررسی توزیع مکانی بارش در استان کهگیلویه و بویراحمد»، *هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه*، ۲۴ تا ۲۶ بهمن ۱۳۸۹، اهواز، صص ۹۵-۸۵.
- منتظری، م (۱۳۸۸)، «تحلیل زمانی-مکانی بارش‌های فرین روزانه در ایران»، *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، شماره دوم، صص ۱۴۰-۱۲۵.

- Lokandaham B., Kapil G., (2008), "Characterization of spatial and temporal distribution of monsoon rainfall in Mumbai' India", 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK,20: 1-10.
- Gonza'lez-hidalgo, J.C., Deluis, M., Ravento, J., Sanchez, J.R., (2001), "Spatial distribution of seasonal rainfall trends in a western Mediterranean area", *Royal Meteorological Society*, 21:843-860.
- Delui's M., Ravento's J., Gonza' lez-hidalgo J.C., Sa'nchez J.R. and Cortina J.,(2000), "Spatial analysis of rainfall trends in the region of valencia(east spain)" , *International Journal of Climatology*, 20:1451-1469.
- Stanley Changnon A., (2003), "Temporal Distribution of Midwestern Precipitation during the 20<sup>th</sup> Century", Midwestern Regional Climate Center Illinois State Water Survey Champaign, IL, 1:1-32.