پژوهش‌های جغرافیای طبیعی – شماره۶۵، پاییز ۱۳۸۷
صص ۱۰۸ – ۹۳

بررسی توزیع مکانی بارندگی فصلی و سالانه در غرب ایران

طیب رضیئی*- استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
قاسم عزیزی- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران
پذیرش مقاله: ۱۳۸۵/۸/۱۵ تایید نهایی: ۱۳۸۶/۲/۲۶

چکیده

در این پژوهش توزیع مکانی بارندگی سالانه و فصلی در منطقه کوهستانی غرب ایران با استفاده از داده‌های ۱۷۰ ایستگاه هواشناسی پراکنده در سطح منطقه در دوره آماری ۱۹۹۹/۰۰- ۱۹۶۵/۶۶ مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین چگونگی توزیع بارندگی در طی سال با استفاده از نمایه تمرکز بارندگی محاسبه و تفاوت‌های مکانی بررسی گردید. نتیجه این پژوهش نشان داد که رژیم بارندگی بخش‌های شمالی کشور با بیشینه بارندگی در فصل بهار متفاوت از بخش‌های مرکزی و جنوبی منطقه مورد مطالعه می‌باشد که بیشتر بارندگی خود را در زمستان دریافت می کنند. بطور کلی پائیز و زمستان فصل‌های اصلی بارندگی در بخش‌های میانی و جنوبی منطقه مورد مطالعه می باشد. فصل تابستان فصل خشک منطقه به شمار می‌رود و تنها در برخی نقاط ممکن است در اثر ارتفاع بارندگی‌های همرفتی ایجاد گردد. شباهت نقشه بارندگی سالانه با بارندگی فصل زمستان و پائیز نشان می‌دهد که عرض جغرافیایی و ناهمواری‌ها عامل اصلی کنترل کننده بارندگی در منطقه می‌باشند. این شباهت همچنین بیانگر این نکته است که عوامل و مکانیسم‌های ایجاد بارندگی در منطقه مورد مطالعه یکسان می باشند. همچنین مشخص گردید که توزیع بارندگی در طی سال در منطقه تابع عرض جغرافیایی است و پراکنش بارندگی در طی سال در نیمه شمالی منطقه نسبت به نیمه جنوبی آن از نظم بیشتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: بارندگی، توزیع مکانی، نمایه تمرکز بارندگی، غرب ایران، PCI

مقدمه

تغییرپذیری شدید درون‌سالی و بین سالی بارندگی یکی از ویژگی‌های آب و هوایی ایران به شمار می رود. به طور کلی آب و هوای ایران به ویژه از نظر بارندگی دارای تغییرات مکانی بسیاری است(دمروس و همکاران، ۱۹۹۸). شناخت تفاوت‌های مکانی بارندگی از پیش نیازهای اساسی برنامه‌ریزی‌های ملی و منطقه‌ای است. غیور و مسعودیان (۱۳۷۵) با بررسی الگوی تغییرات مکانی و زمانی بارندگی کشور به این نتیجه رسیدند که تغییرات مکانی بارش در ایران از الگوی ناهمواری‌ها پیروی می کند. ذوالفقاری و ساری صراف(۱۳۷۸) نیز نشان دادند که ناهمواری‌ها و جهت‌گیری آن‌ها نقش تعیین کننده‌ای در انتقال توده‌های هوا و چگونگی توزیع مکانی بارندگی در آذربایجان دارند.

*نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۶۷۱۴۵۵۱
E-mail: tayebrazi@scwmri.ac.ir

جهانبخش اصل و همکاران(۱۳۷۸) با استفاده از نقشه‌های سینوپتیک و آمار بارندگی روزانه، ویژگی‌های سیستم‌های مختلفی که وارد شمال غرب ایران می شوند را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که در ۵۰ درصد موارد بارندگی‌های شمال غرب ایران به وسیله کم فشارهای مدیترانه‌ای ایجاد می‌شوند. بعد از کم فشارهای مدیترانه‌ای، کم فشارهای شمال آفریقا و شمال اروپا در ۲۱ درصد موارد موجب ایجاد بارندگی‌های مهمی در منطقه می‌شوند. علیجانی و زاهدی(۱۳۸۱) با بررسی بارش روزانه ایستگاه تبریز به عنوان نمادی از منطقه آذربایجان و ارتباط آن با الگوهای سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال نشان دادند که ۱) بارش‌های با تداوم دو روزه بیشترین فراوانی را در این منطقه دارند ۲) بارش‌های با تداوم بیش از سه روز بیشتر در فصل زمستان روی می‌دهند و ۳) بیشتر بارش های یک روزه در دوره گرم سال رخ می دهند. آن‌ها همچنین با تعیین تیپ های هوای موثر بر آب و هوای منطقه مشخص کردند که تیپ مداری و تیپ پرفشار غربی بیشترین فراوانی را در میان تیپ های هوایی دارند.

روش‌هایی تحلیل مولفه های اصلی و خوشه‌بندی از جمله روش‌هایی است که به علت کارایی بالا برای منطقه‌بندی‌های اقلیمی بسیار مورد استفاده قرار می گیرد. حیدری و علیجانی(۱۳۷۸) با انجام تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی بر روی ۴۹ متغییر اقلیمی دیده‌بانی شده در ۴۳ ایستگاه سینوپتیک پراکنده در سطح کشور، ایران را به شش منطقه و ۱۲ زیر منطقه همگن اقلیمی تقسیم کردند. مسعودیان(۱۳۸۲) نیز با انجام تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی بر روی میانگین سالانه ۲۷ عنصر اقلیمی، ایران را به ۱۵ ناحیه همگن اقلیمی تقسیم کرد. جهانخش اصل و ذولفقاری(۱۳۸۱) پس از منطقه‌بندی غرب کشور با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی الگوهای سینوپتیکی حاکم بر منطقه‌های به دست آمده را به کمک نقشه‌های سینوپتیک شناسایی نمودند. آن‌ها نشان دادند که الگوهای بارندگی روزانه در غرب کشور از گونه‌گونی زیادی برخوردار است و می‌توان آنرا به پنج منطقه همگن تقسیم نمود. دومروئس و همکاران (۱۹۹۸) با استفاده از ۷۱ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم شناسی با پراکنش نامنظم در سطح کشور اقدام به منطقه بندی ایران از نظر رژیم بارندگی نمودند. آن‌ها با بهره‌گیری از روش تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی ایران را از نظر ویژگی‌های بارندگی ماهانه به پنج منطقه همگن اقلیمی تقسیم بندی نمودند. دین پژوه و همکاران (۲۰۰۴) نیز با استفاده از همین شیوه توانستند ایران را از نظر اقلیمی تقسیم بندی کنند. آن‌ها از میان ۵۷ متغییر اقلیمی در ۷۷ ایستگاه سینوپتیک و اقلیم شناسی پراکنده در سطح کشور، ۱۲ مورد را انتخاب و با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با بکار گیری این شیوه بر روی ۱۲ متغییر انتخابی توانستند کل کشور را به ۷ منطقه همگن از نظر ویژگی‌های بارندگی تقسیم‌بندی نمایند. علیجانی و هارمان (۱۹۸۵) بارندگی ایستگاه‌های سینوپتیک پراکنده در سطح کشور را به اغتشاش‌های تروپسفر بالایی، اغتشاش‌های سطح زمین، گرمایش سطح زمین و اثرات منابع بزرگ آبی نسبت دادند و نتیجه گرفتند که اغتشاش‌های تروپسفر بالایی مهمترین عامل ایجاد بارندگی در کشور می‌باشند. بارث و استینکل(۲۰۰۴) نیز نشان دادند که تقویت توده‌های هوای مرطوب مدیترانه‌ای به علت فعالیت‌های فرارفتی در کشور عراق و نیز اثر رشته کوه‌های زاگرس در فصل سرد سال نقش بسیار

مهمی در تغییرات زمانی و مکانی بارندگی در ایران دارند. علیجانی(۲۰۰۲) با بررسی ارتباط توپوگرافی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال با بارندگی و دمای ایستگاه‌های هواشناسی در کشور به این نتیجه رسید که موقعیت و عمق فرود مدیترانه نقش مهمی را در کنترل اقلیم ایران بازی می‌کند. او نشان داد که فرود سوریه نقش مهمی به ویژه در بارندگی‌های غرب کشور ایفا می‌کند.

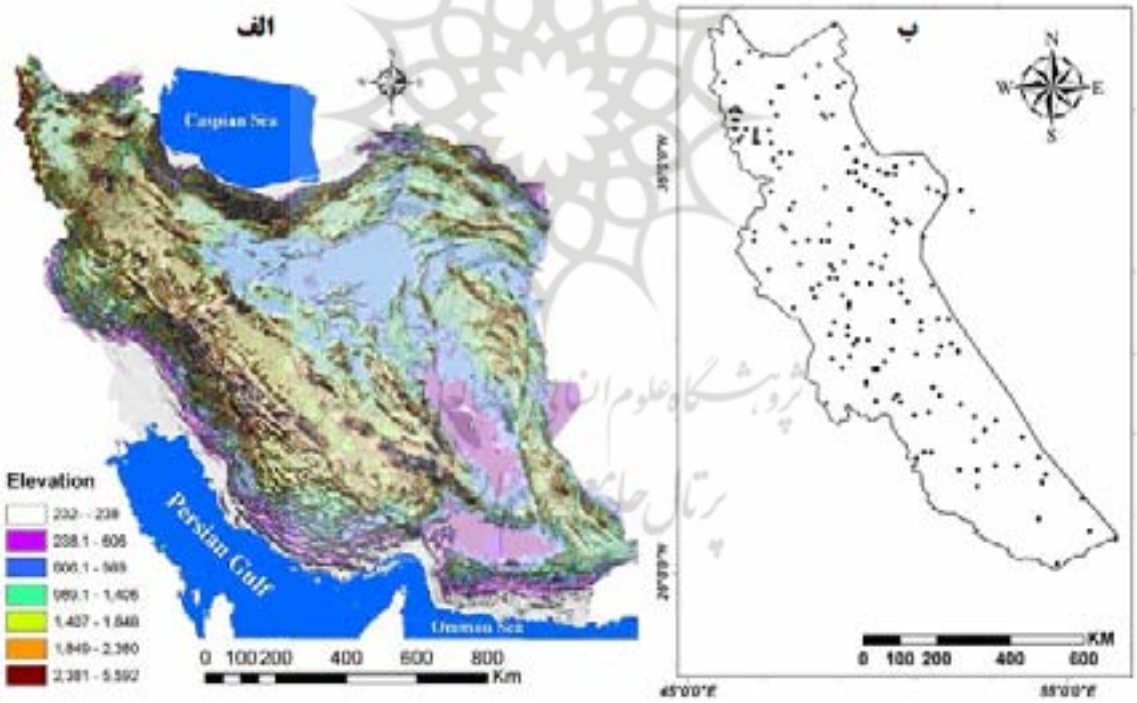
در تمامی پژوهش‌های انجام شده در ایران، مناطق همگن اقلیمی بر مبنای تغییرات مکانی یک و یا چند عنصر اقلیمی شناسایی شده‌اند. روش‌های که برای این منظور مورد استفاده قرار گرفته‌اند اغلب روش‌های تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی هستند که از کارایی بسیاری بالایی در این زمینه برخوردار می باشند(رضیئی و عزیزی(۱۳۸۶). این روش‌ها اگرچه از جمله روش‌های ارزشمند و موثر در شناخت و تعیین مناطق همگن اقلیمی هستند اما جزو روش‌های پیچیده به شمار می آیند و استفاده از آن‌ها نیازمند مهارت کافی پژوهشگر می‌باشد. در مقابل با روش ساده تهیه نقشه‌های هم ارزش و تحلیل آن‌ها که اساس پژوهش حاضر را تشکیل می‌دهد می‌توان الگوی تغییرات مکانی متغیرهای اقلیمی را شناسایی و تحلیل نمود.

ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی وابسته به سازمان هواشناسی ایران به پیروی از پراکنش نقاط شهری در سطح کشور توزیع شده‌اند. بدیهی است که در این شبکه ایستگاهی مساحت‌های بزرگ بین شهری فاقد ایستگاه می‌باشد. ایستگاه های وابسته به وزارت نیرو نیز اغلب در حوضه‌های آبخیز و مناطق روستایی قرار گرفته‌اند. بررسی توزیع جغرافیایی این دو شبکه از ایستگاه‌ها نشان‌دهنده پراکنش نامناسب هریک از این شبکه‌ها در سطح کشور می‌باشد. پژوهش‌های پیشین در زمینه بررسی توزیع مکانی بارندگی در ایران و یا بخش‌هایی از آن اغلب بر مبنای استفاده از یکی از این دو شبکه به انجام رسیده است. بدیهی است که در این‌گونه مطالعات وضعیت بارندگی نقاط فاقد ایستگاه به ویژه در مناطق مرتفع با استفاده از درون‌یابی انجام پذیرفته است که با خطای زیادی همراه است. از اینرو هدف از تحقیق حاضر ارائه تحلیلی نو از توزیع مکانی بارندگی با استفاده از ترکیبی از ایستگاه‌های وابسته به سازمان هواشناسی و وزارت نیرو و مقایسه و ارزیابی نتایج آن با پژوهش‌های پیشین در غرب ایران است. در این پژوهش همچنین با معرفی نمایه تمرکز بارندگی[1] (PCI) (برای اولین بار در ایران) چگونگی توزیع بارندگی در طی سال در غرب کشور شناسایی و روند تغییرات مکانی آن مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

رشته کوه‌های زاگرس که از شمال غرب به جنوب شرق کشیده شده است مهمترین ویژگی غرب ایران به شمار می رود. رشته کوه زاگرس تامین کننده آب مناطق کوهپایه‌ای و پست شرقی و جنوبی کشور به شمار می رود و نقش مهمی در فعالیت‌های کشاورزی و اقتصادی غرب کشور و مناطق پیرامون خود دارد. رودهای بزرگ کرخه، دز، کارون، جراحی و زاینده رود که زندگی را به استان‌های خوزستان، فارس و اصفهان بخشیده است از این کوهستان سرچشمه می‌گیرند. با این حال، نیاز شدید و روزافزون به آب به سبب افزایش جمعیت به همراه افزایش وقوع

[1] - Precipitation Concentration Index

خشکسالی‌ها در سال‌های اخیر موجب کمبود آب و شدت یافتن بحران آب در این منطقه و بویژه منطقه خشک پیرامون آن شده است. از این رو بررسی تغییرات مکانی و زمانی بارندگی در این منطقه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد. منطقه کوهستانی غرب کشور دارای یک شبکه مناسب از ایستگاه‌های هواشناسی با طول دوره آماری بلند مدت از ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۰ می باشد که امکان مطالعه ویژگی‌های بارندگی در این منطقه از کشور را فراهم آورده است در این راستا، رضیئی و عزیزی(۱۳۸۶) با استفاده از ۱۷۰ ایستگاه هواشناسی با پراکنش منظم و به کمک روش‌های تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی اقدام به ناحیه‌بندی این بخش از کشور نمودند. آن‌ها با انجام تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی ۱۰ پارامتر اقلیمی و گروه بندی ایستگاه‌های مورد استفاده بر اساس مقدار بارگویه مولفه‌های انتخابی به کمک خوشه‌بندی سلسله مراتبی منطقه مورد مطالعه را به پنج زیر منطقه همگن تقسیم نمودند. هدف از پژوهش حاضر نیز ارائه تحلیلی نو از توزیع مکانی بارندگی سالانه و فصلی با استفاده از این شبکه متراکم ایستگاهی در ناحیه کوهستانی غرب کشور است که نتایج آن برای استفاده در برنامه ریزی ها ملی و منطقه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار می باشد.



شکل ۱ الف) موقعیت جغرافیایی و ویژگی های کوه نگاری ایران **ب)** پراکنش ایستگاه های هواشناسی در غرب ایران

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه که در برگیرنده نیمه کوهستانی غرب کشور می باشد از ′۳۰ ،°۲۶ تا ′۴۸، °۳۹ عرض جغرافیایی و ′۲۷ ،°۴۵ تا ′۳۰ ،°۵۱ طول جغرافیایی امتداد دارد و دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است. این منطقه که در ناحیه انتقالی مسیر اصلی بادهای غربی و موقعیت اصلی پرفشار جنب حاره‌ای قرار دارد عمدتاً به وسیله ناهمواری‌های زاگرس که در مسیر عبور بادهای باران‌زای غربی قرار گرفته است پوشیده شده و بارندگی سالانه آن بین ۲۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر می‌باشد(دومروس و همکاران، ۱۹۹۸، دین پژوه و همکاران، ۲۰۰۴). به علت گسترش و وسعت قابل ملاحظه منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی(۲۶ تا ۴۰ درجه) و نیز تنوع ناهمواری‌ها، مقدار و توزیع بارندگی در منطقه از تغییرات مکانی زیادی برخوردار می باشد. شکل(۱) نقشه توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی ایران را نشان می‌دهد.

داده‌ها و روش تحقیق

برای انجام این تحقیق از داده‌های بارندگی ۱۹۶ ایستگاه هواشناسی وابسته به سازمان مدیریت منابع آب ایران (تماب) و سازمان هواشناسی کشور بهره‌گیری شده است. به علت در دسترس بودن داده‌های روزانه ایستگاه‌های وابسته به وزارت نیرو، داده‌های این ایستگاه‌ها به تاریخ میلادی تبدیل تا با داده‌های وابسته به سازمان هواشناسی هم تقویم گردند. سپس داده‌های بارندگی سالانه همه ایستگاه‌ها از نظر آماری مورد آزمون قرار گرفت. همگنی داده‌ها از نظر میانه و واریانس با استفاده از آزمون همگنی من_ویتنی مورد آزمون قرار گرفت. روند و استقلال داده‌ها نیز به ترتیب با استفاده از آزمون من_ کندال و خود همبستگی کندال بررسی شد(هلسل و هیرش، ۱۹۹۲). در نتیجه این بررسی، ۲۶ ایستگاه به علت کفیت پائین داده‌ها و نیز داشتن داده‌های گم شده زیاد(بیش از ۵ درصد) حذف گردید. تعداد ۱۷۰ ایستگاه باقی مانده (شکل ۱- ب) که در بر گیرنده ۳۵ سال آبی از اکتبر ۱۹۶۵ تا سپتامبر ۲۰۰۰ می باشند برای تجزیه و تحلیل بیشتر انتخاب گردید. این تعداد ایستگاه در برگیرنده یک شبکه با توزیع مناسب از ایستگاه‌ها در سطح منطقه مورد مطالعه می باشد.

داده‌های گم شده در هر ایستگاه با استفاده از روش Move4 برآورد گردید. این روش یگ مدل رگرسیونی است که در آن پارامترهای α و β طوری تعیین می‌شود که داده‌های برآوردی تغییری در واریانس داده‌های ایستگاه مورد بازسازی ایجاد ننماید و یا به عبارتی واریانس سری حفظ گردد(هیرش، ۱۹۸۲، وگل و استدینگر، ۱۹۸۵).

برای بررسی تغییرات مکانی بارندگی در منطقه مورد مطالعه، میانگین ۳۵ ساله بارندگی سالانه و فصل‌های پائیز، زمستان، بهار و تابستان برای همه ایستگاه‌ها محاسبه گردید. همچنین به منظور بررسی چگونگی توزیع بارندگی در طی سال، نسبت مشارکت هرفصل در بارندگی سالانه به صورت درصد محاسبه گردید. سپس نقشه توزیع مکانی آن‌ها با استفاده از روش درون‌یابی وزنی عکس فاصله[2] در محیط GIS تهیه و تفاوت‌های مکانی موجود به تفسیر کشیده شد.

[2] -Inverse Distance Weighted Method

بررسی‌ها نشان می‌دهند که روش‌های TPSS[3] و کریجینگ برای مناطق هموار و دارای تراکم مناسب ایستگاهی نتیجه مناسبی به دست می‌دهند. در حالیکه برای مناطق ناهمواری مانند غرب ایران این روش‌ها با خطای زیادی همراه است. در مقابل، روش کوکریجینگ و روش وزنی عکس فاصله مناسب‌ترین روش‌های درون‌یابی برای مناطق ناهموار به شمار می‌روند. بررسی‌های ثقفیان و همکاران(۱۳۸۴) نشان داد که به علت پراکنش نامناسب ایستگاه‌های هواشناسی در جنوب غرب ایران نمی توان روش خاصی را برای این منطقه انتخاب نمود. ثقفیان و رحیمی بندر آبادی(۱۳۸۴) نیز به این تیجه رسیدند که دقت برآورد بارندگی برای نقاط فاقد ایستگاه در روش‌های پیچیده کریجینگ و کوکریجینگ تفاوت معنی داری با روش ساده عکس فاصله ندارد و به همین علت می توان روش‌های ساده تر را بر روش‌های پیچیده تر ترجیح داد.

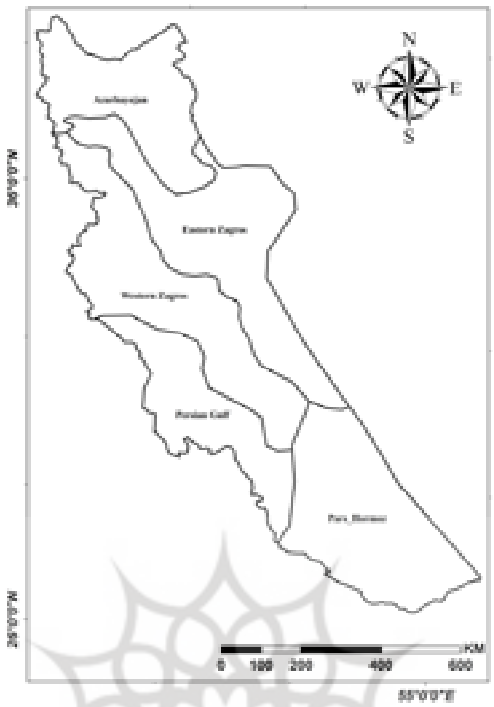
به منظور شناسایی چگونگی توزیع بارندگی در طی ماه‌های مختلف سال، نمایه تمرکز بارندگی برای همه ایستگاه‌ها محاسبه گردید. این نمایه که در سال ۱۹۸۰ بوسیله اولیور معرفی شد در واقع تغییرات درون سالی بارندگی و یا توزیع بارندگی در طی سال را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. نمایه تمرکز بارندگی در سال‌های اخیر بوسیله د لوئیس و همکاران (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) اصلاح و به کار برده شد. در این پژوهش از شکل اصلاح شده این نمایه که به صورت رابطه (۱) نشان داده می شود استفاده شده است.

$$PCI = 100 \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{(\sum_{i=1}^{12} p_i)^2} \quad (۱)$$

که در آن Pi مقدار بارندگی ماه I ام در هر ایستگاه است. نمایه تمرکز بارندگی نشان می‌دهد که بارندگی ماهانه در طی سال چگونه توزیع شده است. دامنه تقسیمات این نمایه از صفر تا ۱۰۰ می باشد. مقادیر کمتر از ۱۰ بیانگر توزیع یکنواخت بارندگی در همه ماهها و مقدار ۱۰۰ بیانگر تمرکز کل بارندگی سالانه در یک ماه خاص می‌باشد. مقدار تمرکز بارندگی ۱۱ تا ۲۰ نشان می‌دهد که بارندگی در ایستگاه مورد بررسی دارای رژیم فصلی مشخص و مقادیر بالاتر از ۲۰ نیز نمایانگر تغییرات شدید درون سالی بارندگی و تمرکز بارندگی در چند ماه محدود از سال می‌باشد(دلوئیس و همکاران، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰).

در این پژوهش همچنین کوشش شده است که تفاوت‌های مکانی بارندگی در منطقه مورد مطالعه در غالب منطقه‌بندی ارائه شده بوسیله رضیئی و عزیزی(۱۳۸۶) تفسیر و ارائه شود. آن‌ها در این بررسی غرب ایران را با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی به پنج زیرمنطقه همگن تقسیم و با استفاده از نام‌های محلی و جغرافیایی زیر منطقه‌های بدست آمده را به نام‌های آذربایجان (AZ)، زاگرس غربی(WZ)، زاگرس شرقی(EZ)، خلیج فارس (PG) و پارس- هرمز(PH) نامگذاری کردند(شکل ۲).

[3] - Thin Plate Smoothing Surface

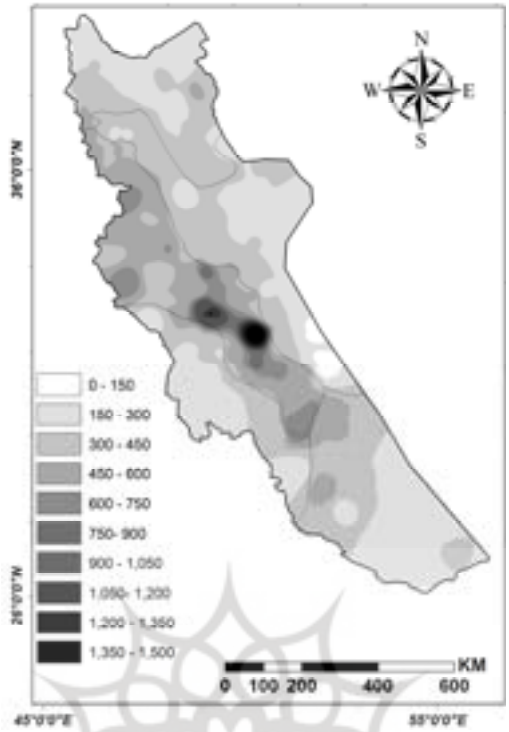


شکل ۲ مناطق همگن اقلیمی غرب کشور (رضیئی و عزیزی، ۱۳۸۶)

یافته‌های تحقیق

توزیع مکانی مقدار بارندگی

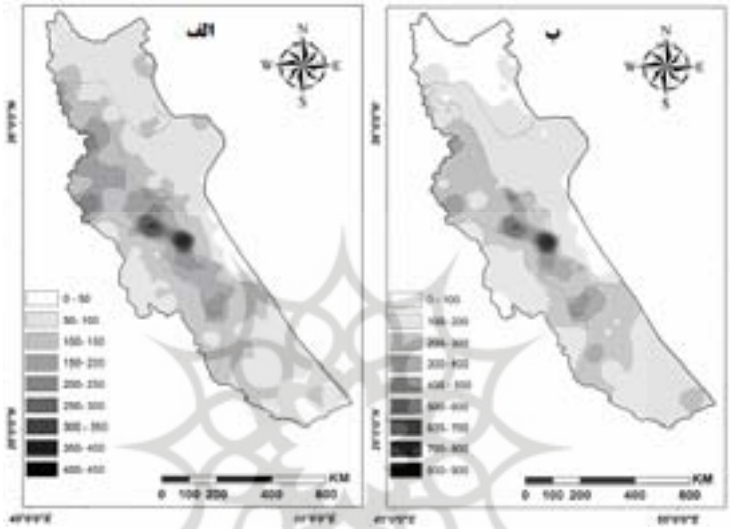
میانگین بارندگی ۳۵ ساله ایستگاههای پراکنده در شکل(۱-ب) در مقیاسهای زمانی سالانه و فصلی محاسبه و با استفاده از سامانهGIS نقشه توزیع مکانی آن ها ترسیم گردید. شکل (۳) نشان می دهد که کمترین مقدار بارندگی سالانه با ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلیمتر در کوهپایه های البرز و زاگرس در شرق، جنوب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه ریزش می کند. بر خلاف عرض جغرافیایی بالا، به سبب کاهش ارتفاع، اثر کوهنگاری و ویژگی بادپناهی مقدار بارندگی بخشی از منطقه آذربایجان به ۱۱۰ تا ۲۵۰ میلی متر در سال کاهش می یابد. به پیروی از ناهمواریهای منطقه، مقدار بارندگی سالانه در منطقه مورد مطالعه به سمت ارتفاعات نوار زاگرس افزایش می‌یابد. مقدار بارندگی سالانه در این بخش به بالاترین مقدار خود می رسد و موجب پیدایش یک هسته بیشینه بارندگی با ۱۵۰۰ میلی متر در سال می‌شود. این بیشینه بارندگی به علت استفاده نکردن از داده‌های ارتفاعات بالاتر در مطالعات قبلی(دومروس و همکاران، ۱۹۹۸ و دین پژوه و همکاران، ۲۰۰۴) در حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر گزارش شده است.



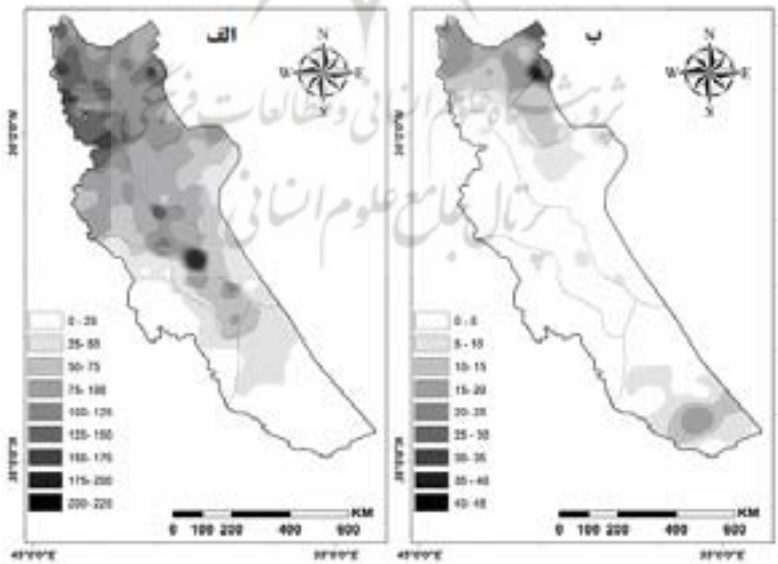
شکل ۳ نقشه بارندگی سالانه غرب کشور

شکل(۴ و ۵) توزیع مکانی مقدار بارندگی فصل‌های مختلف سال را نشان می‌دهند. با توجه به شکل(۴) ملاحظه می‌شود که مقدار بارندگی پائیز و زمستان در نوار زاگرس به بالاترین مقدار می‌رسد. به پیروی از ناهمواری‌ها از نوار زاگرس به اطراف و در همه جهت‌ها از مقدار بارندگی کاسته می‌شود. بیشینه بارندگی پائیزه و زمستانه به ترتیب با رقم۴۷۰ و ۷۲۰ میلیمتر در منطقه زاگرس غربی دیده می‌شود. این شکل ها همچنین نشان می‌دهند که مناطق خلیج فارس، پارس–هرمز و آذربایجان پائینترین مقدار بارندگی را در این فصل‌ها دریافت می کنند. شکل(۵) نشان می‌دهد که بارندگی بهاره و تابستانه در منطقه مورد مطالعه فراگیر نیست و در محدوده‌های خاصی اتفاق می‌افتد. در آذربایجان و بخشی از زاگرس غربی بیشینه بارندگی در بهار روی می‌دهد. بالاترین میزان بارندگی فصل بهار در مناطق آذربایجان با رقمی بین ۱۰۰ تا ۱۰۷ میلیمتر و در زاگرس غربی با بیش از ۲۰۰ میلیمتر دیده می شود. تابستان خشک‌ترین فصل سال در منطقه مورد مطالعه است. توقف و پس کشیدن بادهای غربی از منطقه و استقرار پیوسته پرفشار جنب حاره آزور بر روی آن دلیل اصلی کمبود یا نبود بارندگی در این فصل به شمار می رود. از این رو در این فصل به دلیل نشست شدید هوای پرفشار جنب حاره، هوا پایدار، آفتابی و بسیار گرم و خشک می باشد(علیجانی، ۱۳۷۶). این وضعیت در بیشتر سال‌ها از چند ماه قبل از تابستان شروع و تا چند ماه پس از آن نیز ممکن است ادامه داشته باشد و به همین علت تابستان واقعی به ویژه در مناطق جنوبی تر اغلب طولانی تر از تابستان تقویمی است.

استقرار این پر فشار در عرض های بالاتر پیوسته و شدید نیست و گاه گاهی بادهای غربی رطوبت دریای مدیترانه را به منطقه می آورند و به کمک صعود همرفتی سبب ریزش های تابستانه می شوند(علیجانی، ۱۳۷۶). به جز بخش کوچکی از شمال منطقه مورد مطالعه در آذربایجان، مقدار بارندگی تابستانه به ویژه در بخش های جنوبی کمتر از ۱۰ میلی متر می باشد. اثر کوه نگاری و گرمایش زمینی عامل اصلی تولید بارندگی قابل توجه تابستانه در بخش شمالی منطقه به شمارمی رود.



شکل ۴ مقدار بارندگی الف) فصل پائیز، ب) فصل زمستان

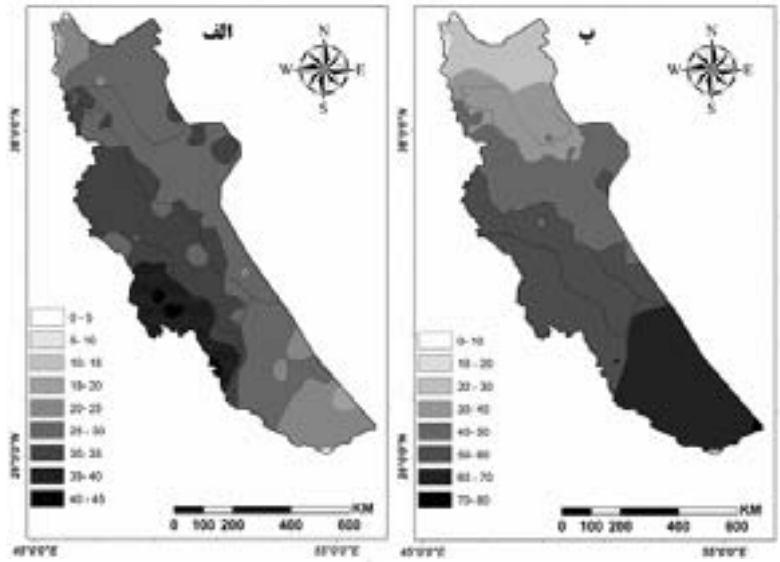


شکل ۵ مقدار بارندگی الف) فصل بهار، ب) فصل تابستان

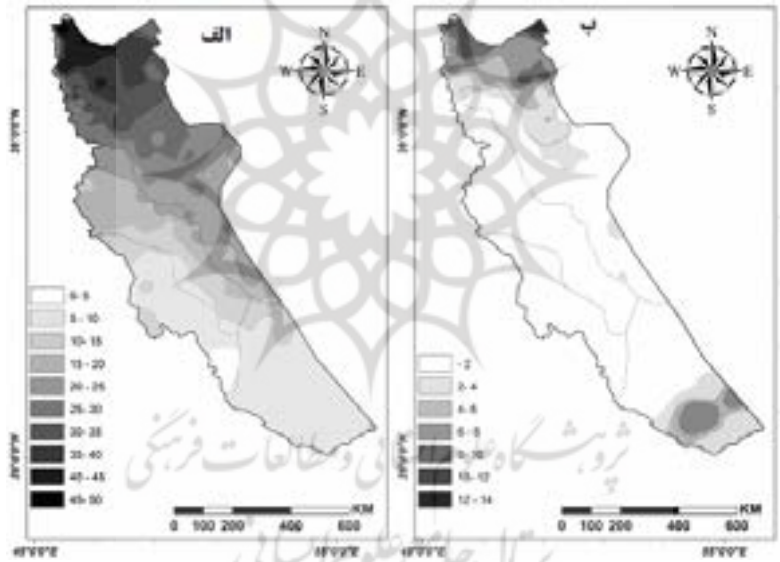
توزیع مکانی درصد بارندگی فصلی

به منظور شناخت و ارزیابی توزیع بارندگی ایستگاه‌ها در طی سال، درصد بارندگی هر فصل از کل بارندگی سالانه محاسبه و نقشه‌های مربوطه ارائه شده است. شکل (۶) درصد بارندگی پائیز و زمستان را نشان می‌دهد. بادهای غربی عرض میانه که به طور معمول از اوخر پائیز فعالیت خود را آغاز می کنند و نیز سیکلون‌های عبوری عامل اصلی ایجاد بارندگی‌های پائیزه در منطقه مورد مطالعه به شمار می روند. سهم بارندگی پائیزه در بیشتر بخش‌های منطقه کمتر از ۲۰ تا ۳۰ درصد از بارندگی سالانه را در بر می گیرد. تنها بخش کوچکی از منطقه اقلیمی خلیج فارس از بارندگی قابل توجهی(۳۵ تا ۴۵ درصد) در این فصل بهره مند می‌شود(۶-الف). شکل (۶-ب) نشان می‌دهد که بجز منطقه آذربایجان، در بیشتر بخش‌های منطقه مورد مطالعه زمستان فصل اصلی بارندگی است. این بارندگی‌ها عمدتاً به وسیله سیکلون‌های مدیترانه‌ای تولید می شود. فعالیت این سیکلون‌ها و بدنبال آن مقدار بارندگی از غرب به شرق کاهش می‌یابد(دومروس و همکاران، ۱۹۹۸). از شمال به جنوب بر میزان مشارکت بارندگی زمستانه افزوده می گردد. سهم بارندگی زمستانه در منطقه‌های آذربایجان و زاگرس شمالی در حدود ۳۵ درصد می باشد که به سمت جنوب به سرعت افزایش یافته و در منطقه پارس – هرمز به ۵۵ تا ۷۰ درصد می رسد. بارندگی زمستانه در آذربایجان به پائین‌ترین میزان یعنی ۴۰ تا ۲۵ درصد بارندگی سالانه می رسد. منطقه آذربایجان بیشتر بارندگی خود را در بهار دریافت می کند. شکل (۷-الف) نشان می دهد که مقدار بارندگی فصل بهار در مناطق خلیج فارس و پارس-هرمز کمتر از ۱۵ درصد بارندگی سالانه است. با افزایش عرض جغرافیایی بر مقدار بارندگی فصل بهار افزوده می‌شود و در منطقه آذربایجان به ۴۰ تا ۴۵ درصد می رسد. عامل اصلی افزایش بارندگی بهاره در این منطقه افزایش دمای سطح زمین و فعالیت‌های همرفتی است. این عامل علاوه بر آذربایجان و زاگرس شرقی در جنوب کشور در مناطق خلیج فارس و پارس- هرمز نیز موجب ایجاد بارندگی های قابل توجهی می شود(علیجانی و هارمان، ۱۹۸۵).

شکل(۷- ب) نشان می دهد که تابستان فصل خشک منطقه مورد مطالعه می باشد. در این فصل به علت عقب نشینی بادهای غربی و گسترش پرفشار جنب حاره، بارندگی ها متوقف می گردد. به همین علت توزیع مکانی بارندگی منطقه مورد مطالعه در این فصل تقریباً یکدست و یکنواخت می باشد. درصد بارندگی تابستانه در زاگرس غربی و زاگرس شرقی کمتر از ۱۵ درصد بارندگی سالانه می باشد. با این حال ممکن است در برخی از مناطق مثل آذربایجان و پارس-هرمز مقدار بارندگی تابستانه در برخی از سال‌ها به علت فعالیت‌های همرفتی قابل توجه باشد.



شکل۶ نقشه درصد بارندگی غرب ایران الف) پائیز، ب)زمستان

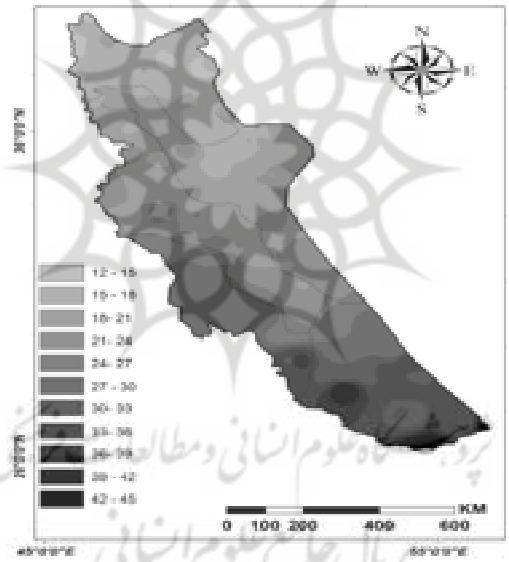


شکل ۷ نقشه درصد بارندگی غرب ایران الف) بهار، ب)تابستان

نمایه تمرکز بارندگی

نمایه تمرکز بارندگی برای تمامی ایستگاه‌های مورد استفاده در این پژوهش با بهره‌گیری از رابطه(۱) محاسبه و تغییرات درون سالی بارندگی در منطقه مورد مطالعه با استفاده این نمایه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شکل(۸) نقشه تمرکز بارندگی را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به این نقشه ملاحظه می‌شود که کل منطقه مورد مطالعه دارای تغییرات درون سالی زیادیمی باشد. کمتر از نیمی از منطقه مورد مطالعه در شمال دارای نمایه تمرکز بارندگی بین ۱۴ تا ۲۰ می باشد که بیانگر فصلی بودن بارندگی در این منطقه است. نیمه جنوبی منطقه

مورد مطالعه دارای نمایه تمرکز بارندگی بیش از ۲۰ می باشد که نشان‌دهنده تغییر پذیری درون سالی بارندگی و تمرکز بارندگی در ماه‌های محدودی از سال است. نمایه تمرکز بارندگی دارای یک گرادیان شدید از شمال به جنوب است. بدین معنی که هرچه به سمت جنوب پیش رویم مقدار شاخص افزایش می‌یابد و یا به عبارت دیگر از یکنواختی توزیع بارندگی در طی سال کاسته می شود. مقدار بالای نمایه تمرکز بارندگی در منطقه خلیج فارس و پارس–هرمز با رقمی بین ۳۸ تا ۴۵ نشانگر آن است که در این مناطق سهم زیادی از بارندگی سالانه در ماه‌های محدودی از سال ریزش می کند. از این رو بجز منطقه آذربایجان با نمایه تمرکز بارندگی بین ۱۴ تا ۱۷ که نشان از تغییر پذیری ملایم و یا توزیع تقریباً متعادل بارندگی در طی سال دارند، در بیشتر بخش‌های منطقه مورد مطالعه بخش بسیار زیادی از بارندگی سالانه در تعداد محدودی از ماه‌های فصل سرد(زمستان و پائیز) ریزش می‌نماید و به همین علت دارای یک اقلیم مدیترانه‌ای با دو فصل مشخص خشک و مرطوب می‌باشد. با توجه به شکل (۸) ملاحظه می‌شود که شدت فصلی بودن و تمرکز بارندگی از شمال به جنوب افزایش می‌یابد. افزایش شدت فصلی بودن و تمرکز بارندگی در بخش‌های جنوبی بر تغییر پذیری و بی‌نظمی آن می‌افزاید و سبب افزایش کم آبی، بحران آب و ریسک خشکسالی می‌گردد.



شکل ۸ نقشه نمایه تمرکز بارندگی غرب ایران

بحث و نتیجه‌گیری

تغییرات مقدار بارندگی در منطقه مورد مطالعه تابعی از عرض جغرافیایی و ناهمواری‌هاست. از این رو در صورت وجود رطوبت کافی، مکانیسم صعود مقدار بارندگی را تعیین می کند. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد که رژیم بارندگی در بخش شمالی منطقه مورد مطالعه(آذربایجان) متفاوت از بقیه بخش‌های جنوبی می‌باشد. به علت فعالیت‌های سیکلونیک و فراوانی مکانیسم همرفت دامنه‌ای به دلیل افزایش دمای سطح زمین، بیشینه بارندگی در آذربایجان در فصل بهار روی می‌دهد. در این فصل بادهای غربی به تدریج از ایران خارج می‌شوند. این فرایند ابتدا از

جنوب آغاز می گردد و به همین علت است که مقدار بارندگی بهاره در بخش‌های جنوبی کمتر از آذربایجان است. از سوی دیگر در این فصل اتمسفر هنوز سرد است و هر جایی که سطح زمین بیشتر گرم شود صعود همرفتی انجام می‌گیرد(علیجانی، ۱۳۷۶). این ناپایداری‌ها موجب ایجاد بارندگی‌های شدید همرفتی در این منطقه می‌گردد که در بسیاری از موارد به صورت تندر و همراه با بارش تگرگ می باشند(دمروس و همکاران، ۱۹۹۸). کاهش بارندگی بهاره در بخش‌های زاگرس غربی و زاگرس شرقی و نیز بخش‌های جنوبی تر به دلیل پس روی بادهای غربی به طرف شمال و از بین رفتن و یا کاهش عوامل صعود و رطوبت می‌باشد. در حالی که افزایش بارندگی بهاره در آذربایجان نسبت به فصل‌های دیگر به جهت وجود بادهای غربی و امکان ورود رطوبت دریای مدیترانه است. به طور کلی می‌توان بادهای غربی و سیکلون‌های عبوری را عامل اصلی ایجاد بارندگی‌های فصل بهار و زمستان در منطقه آذربایجان به شمار آورد. هرچند که بیشترین مقدار بارندگی این منطقه در فصل بهار ریزش می کند، اما عملکرد این عوامل در فصل زمستان قوی‌تر می باشد. همچنین بسته شدن راه کم فشارهای رانده شده به عرض‌های بالاتر بوسیله پرفشار روی دریای خزر را می‌توان یکی دیگر از عوامل ایجاد بارندگی‌های بهاره در این منطقه بر شمرد. فصل پائیز آغاز دوره نفوذ بادهای غربی بر محدوده ایران است. در این فصل مرکز پرفشار جنب حاره جای خود را به بادهای غربی می‌دهد و شرایط ایجاد بارندگی از شمال به جنوب افزایش می‌یابد. در این فصل برخلاف عرض جغرافیایی بالاتر، بارندگی آذربایجان به علت نفوذ توده هوای سرد از منطقه قفقاز کمتر از دامنه‌های غربی زاگرس است. دامنه‌های غربی زاگرس به جهت قرار گرفتن در مسیر گذر سیکلون‌های مدیترانه و نیز بهره بردن از توده‌های هوای معتدل و مرطوب مدیترانه و رطوبت خلیج فارس از بارندگی‌های بیشتری در این فصل برخوردار می‌باشد. در این منطقه عامل توپوگرافی در تغییر حرکت سامانه‌های سینوپتیکی تاثیر گذاشته و موجب تفاوت‌های مکانی قابل توجه می‌شود. نصیری(۱۳۸۵) اختلاف مقدار و توزیع بارندگی‌های حوضه‌های کرخه و دز در زاگرس را به نقش توپوگرافی در کنترل حرکت سامانه‌های سینوپتیک نسبت می‌دهد. آذربایجان فقط می‌تواند از سیکلون‌های مدیترانه باران بگیرد در حالی که در زاگرس کم فشارهای سودانی نیز رگبارهای شدیدی را ایجاد می کنند(علیجانی، ۱۳۷۶). نصیری(۱۳۷۸)، عقیده دارد که سامانه‌های بارانزایی که در زاگرس موجب ایجاد بارندگی می‌شوند از حوضه‌ای به حوضه‌ای دیگر متفاوت می‌باشند. وی بر این باور است که در حوضه کرخه سامانه‌های مدیترانه‌ای بیشترین نقش را در ایجاد بارندگی دارند در حالیکه بیشترین سامآن‌های کم فشاری که در حوضه دز موجب بارندگی می‌شوند از نوع سودانی می‌باشند. سامانه‌های سودانی به علت دمای بالا و تغذیه مناسب از رطوبت، نسبت به سامانه‌های مدیترانه‌ای از پتانسیل بیشتری برای بارندگی برخوردار می‌باشند.

با جابجایی و گسترش جبهه قطبی و مسیر سیکلون‌های خاورمیانه به عرض‌های پائین‌تر، بیشینه بارندگی در بخش‌های جنوبی‌تر در فصل زمستان روی می‌دهد. در زمستان تمام ایران و منطقه مورد مطالعه زیر نفوذ بادهای غربی و اغتشاشات آن‌ها قرار می گیرند. از سوی دیگر در سطح زمین نیز مسیرهای سیکلونی تشکیل می‌گردند. زاگرس

غربی و شرقی به جهت قرار گرفتن در مسیر سیکلون‌های ایران بیشترین بارندگی خود را در این فصل دریافت می‌کند. سیکلون‌هایی که از شمال خلیج فارس می گذرند از رطوبت آن استفاده کرده و سبب ایجاد هسته بیشینه بارش در زاگرس غربی می‌شوند. در این فصل نیز به مانند فصل پائیز به علت نفوذ توده‌های هوای سرد و نسبتاً خشک و دوری از مسیرهای سیکلونی، بارندگی آذربایجان کمتر از زاگرس غربی است(علیجانی، ۱۳۷۶). استقرار فشار زیاد در نواحی شمال غرب و غرب کشور و نفوذ آن تا قسمت‌های مرکزی حوضه‌های کرخه در نیمه سرد سال که حالت بلوکینک را در این مدت به وجود می آورد مانع از ورود سامانه های سودانی به بخش‌های شمالی‌تر می‌شود(نصیری، ۱۳۷۸).

تشابه بسیار زیاد الگوی توزیع مکانی بارندگی فصل پائیز و زمستان با توزیع مکانی بارندگی سالانه نشان می‌دهد که بیشتر بخش‌های منطقه مورد مطالعه به وسیله سامانه‌های سینوپتیکی مشابهی که در این فصل‌ها فعال هستند تغذیه می‌شوند. از این مقایسه همچنین می‌توان چنین برداشت نمود که پائیز و زمستان بیشترین سهم را در بارندگی سالانه منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشند. این نتیجه گیری با یافته‌های علیجانی و هارمان(۱۹۸۵) و علیجانی(۲۰۰۲) مبنی بر اینکه بیشتر بارندگی‌های ایران زمین به وسیله سامانه‌های بزرگ مقیاس سینوپتیک تولید می‌شوند همخوانی دارد. از این رو می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که تغییرات درون سالی و بین سالی بارندگی و دوره های خشک و تر در این منطقه تابعی از تغییرات الگوی سامانه‌های بزرگ مقیاس سینوپتیکی است. بر این اساس می‌توان گفت که بجز آذربایجان بیشتر بارندگی‌های منطقه مورد مطالعه از منبع و سامانه‌های همسانی سرچشمه می‌گیرد که کل منطقه را با شدت‌های متفاوت تحت تاثیر قرار می‌دهد. برخی سامانه‌ها مناطق جنوبی را و برخی دیگر مناطق شمالی را بیشتر تحت تاثیر قرار می‌دهند. در این دوره از سال آرایش سیستم‌های فشار به گونه‌ای است که نفوذ سامانه‌های باران‌زا را به کشور ممکن می‌سازند مرادی(۱۳۸۰). چگونگی قرار گرفتن و آرایش پشته پرفشار سیبری را در نفوذ و یا عدم نفوذ سامانه‌های بارانزا به درون کشور موثر می‌داند. به نظر می‌رسد شکل قرار گیری این پشته در این دوره از سال بگونه‌ای است که شرایط ایجاد بارندگی مساعدتر می‌باشد، هرچند این آرایش از قانون‌مندی و نظم معینی پیروی نمی کند و ممکن است از سالی به سال دیگر تغییر یابد و این ناهنجاری‌ها به زمستان‌های کم بارش و یا پر بارش منجر شود. علیجانی و هارمان(۱۹۸۵) نیز با تعیین مسیرهای سیکلونی خاورمیانه این موضوع را ثابت کرده ند. فتح نیا(۱۳۸۴) در بررسی مسیر و فراوانی سامانه‌های بارن‌زا در غرب ایران به این نتیجه رسید که بیشترین تعداد سامانه‌های سودانی در فصل‌های پائیز، زمستان و بهار غرب ایران را تحت تاثیر قرار می‌دهند که این موضوع در شکل‌های ۵ و ۶ خود را نشان می‌دهد. در شکل ۶ به خوبی دیده می‌شود که درصد بارندگی پائیز و زمستان در نیمه جنوبی زاگرس و به ویژه دامنه غربی آن نسبت به دیگر مناطق کشور از مقدار قابل توجهی برخوردار است که این مسئله با نتایج فتح نیا(۱۳۸۴) هماهنگ و موافق می باشد.

بر خلاف توزیع مکانی نسبتاً هموار بارندگی و درصد بارندگی در زمستان و پائیز دخالت سامانه‌های کوچک مقیاس محلی باعث تقویت تفاوت‌های مکانی بارندگی به ویژه در فصل بهار می‌شوند. به عنوان مثال گرمایش زمینی

در آذربایجان و سامانه‌های سودانی در مناطقپارس-هرمز و خلیج فارس عامل ایجاد بارندگی در برخی از ماه‌های سال می‌باشند. این گونه بارندگی‌ها ممکن است گستره زیادی را پوشش ندهند و تحلیل مکانی بارندگی را با پیچیدگی روبرو سازند.

نتیجه این بررسی نشان داد که مقدار بارندگی سالانه و فصلی هسته‌های شناخته شده بارش در غرب ایران بسیار بالاتر از آنی است که در پژوهش‌های پیشین گزارش شده است. در بیشتر این پژوهش‌ها، تنها از ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی وابسته به سازمان هواشناسی کشور که به شکلی نامناسب در سطح ایران پراکنده‌اند استفاده شده است و به همین علت اطلاعی از مقدار بارندگی مناطق مرتفع ارائه نشده است. در پژوهش حاضر با استفاده از ترکیبی از ایستگاه های سازمان هواشناسی و وزارت نیرو با آمار بلند مدت در کنار یکدیگر، نقش توپوگرافی و دامنه‌های بادگیر و بادپناه در تعیین الگوی تغییرات مکانی بارندگی در غرب ایران به شکل روشنتری نمایش داده شده است.

منابع

- ثقفیان، ب، رحیمی بندرآبادی، س، طاهری شهر آئینی، ح و ج، غیومیان، ۱۳۸۴، اثر تراکم ایستگاه و تفکیک منطقه‌ای در توزیع مکانی بارندگی روزانه (مطالعه موردی بر روی بارندگی جنوب غرب ایران)، استقلال، سال ۲۴، شماره ۱، جلد ۱، ۵۹-۷۵.
- جهانبخش اصل، س و ح. ذولفقاری، ۱۳۸۱، بررسی الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۶۳ و ۶۴، ۲۳۴-۲۵۸.
- جهانبخش اصل، س، بیاتی خطیبی، م و ج. فرشی فروغ، ۱۳۷۸، تجزیه و تحلیل سینوپتیکی بارش‌های منطقه شمال غرب ایران، دانش کشاورزی، شماره ۱، جلد ۹، ۵۵-۷۰.
- حیدری، حسن و بهلول علیجانی، ۱۳۷۸، طبقه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغییره، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۷، ۷۴-۵۷.
- ذولفقاری، ح و ب. ساری صراف، ۱۳۷۸، بررسی بارش‌های شمال غرب ایران با تاکید بر تحلیل خوشه‌ای، آب و توسعه، سال هفتم، شماره دوم و سوم، ۱۳۴-۱۴۲.
- رحیمی بندر آبادی، س و ب. ثقفیان، ۱۳۸۴، مقایسه روش‌های درون‌یابی و برون‌یابی برای برآورد توزیع مکانی مقدار بارندگی سالانه، منابع آب ایران، جلد ۱، شماره ۲، ۷۴-۸۴.
- رضیئی، ط و ق. عزیزی، ۱۳۸۶، منطقه بندی رژیم بارشی غرب ایران با استفاده از روش‌های تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌بندی، منابع آب ایران، سال سوم، شماره ۱، ۶۲-۶۵.
- علیجانی، ب و م. زاهدی (۱۳۸۱)، تحلیل آماری و سینوپتیکی بارندگی آذربایجان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۶۵ و ۶۶، ۲۰۲-۲۱۷.
- علیجانی. ب، ۱۳۷۶، آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور

– غیور، ح و س. مسعودیان، ۱۳۷۵، بررسی نظام تغییرات مجموع بارش سالانه در ایران زمین. نیوار، شماره ۲۹، ۶-۲۶.
– فتح نیا، ا، ۱۳۸۴، مسیر یابی و فرکانس بندی سامانه های بارشی در غرب ایران(استآن های ایلام و کرمانشاه) در دوره زمانی ۹۹-۱۹۹۰، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
– مرادی، ح. م، ۱۳۸۰، تحلیل سینوپتیکی تاوه قطبی و اثرهای آن بر اقلیم ایران، پایان نامه دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه تربیت مدرس
– مسعودیان، ا، ۱۳۸۲، نواحی اقلیمی ایران، جغرافیا و توسعه، شماره پائیز و زمستان
– نصیری، ب، ۱۳۷۸، تحلیل الگوی سینوپتیکی و دینامیکی بارش ها در حوضه های کرخه و دز، پایان نامه دکترای اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس.

– Alijani, B and Harman, J.R, 1985, Synoptic climatology of precipitation in Iran, Ann Assoc Amer Gorgr, 75: 404-416.
– Alijani, B., 2002, Variation of 500hpa flow patterns over Iran and surrounding areas and their relationship with climate of Iran. Theor. Appl. Climatol. 71, 41-54.
– Barth, H. J and F. Steinkohl, 2004, Origin of winter precipitation in the central coastal lowlands of Saudi Arabia, Journal of Arid Environments 57, 101–115
– De Lui´s, M, J. Raventos, J.C. Gonzalez-Hidalgo, I.R. Sanchez and J. Cortina, 2000, Spatial analysis of rainfall trends in the region of Valencia (East Spain), Int. J. Climatol. 20: 1451–1469
– De Lui´s, M, M francisca Garcia- Cano, J. Cortina, J. Ravaentos, J. Carlos Gonzales-Hidalgo and J.R. Sancheez, 2001, climate trends, disturbances and short-term vegetation dynamics in a Mediterranean shrubland, Forest Ecology and Management 147, 25-37.
– Dinpashoh, Y, Fakheri-Fard, A., Moghaddam, M, Jahanbakhsh, S and M. Mirnia 2004. Selection of variables for the purpose of regionalization of Iran's precipitation climate using multivariate methods. Journal of Hydrology 297, 109–123
– Dinpashoh, Y, Fakheri-Fard, A., Moghaddam, M, Jahanbakhsh, S and M. Mirnia 2004. Selection of variables for the purpose of regionalization of Iran's precipitation climate using multivariate methods. Journal of Hydrology 297, 109–123
– Domroes, M., Kaviani, M and D. Schaefer, 1998, An Analysis of Regional and Intra-annual Precipitation Variability over Iran using Multivariate Statistical Methods. Theor. Appl. Climatol. 61, 151±159
– Domroes, M., Kaviani, M and D. Schaefer, 1998, An Analysis of Regional and Intra-annual Precipitation Variability over Iran using Multivariate Statistical Methods. Theor. Appl. Climatol. 61, 151±159
– Helsel D.R. and R.M. Hirsch. 1992. Statistical Methods in Water Resources. Amsterdam Elsevier.
– Hirsch, R.M, 1982, A. comparison of four record extension techniques, Water Resour. Res., 18(4), 1081-1088.
– Oliver JE. 1980. Monthly precipitation distribution: a comparative index. Professional Geogr 32: 300–309
– Vogel, R.M and J.R Stedinger, 1985, Minimum Variance Strimflow record augmentation procedures, water Resour. Res., 21(5), 715-723.