Archive of SID

دکتر حسن ذوالفقاری، استادیار گروه جغرافیای دانشگاه رازی
دکتر رضا هاشمی، استادیار گروه آمار دانشگاه رازی
مهدی فشی، کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه رازی
شماره مقاله: ۷۵۵
شماره صفحه پیاپی ۱۵۵۷۱-۱۵۵۹۴

H. Zolfaghari, Ph.D
R. Hashemi, Ph.D
M. Fashi, M.A Student
E.mail: h_zolfaghariy2002@yahoo.com…

بررسی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه درایران

چکیده

نسبت بارش یک روزه به بارش سالانه، معیاری برای شناسایی شدت بارش‌های روزانه است. بالا بودن این نسبت بیانگر آن است که احتمال دارد تمام و یا بیشتر بارش سالانه در مدت فقط چند روز اتفاق افتد؛ به عبارت دیگر، بالا بودن این نسبت، نشان می‌دهد که بیشتر بارندگی‌ها اکثراً شدید و رگباری هستند و بر عکس پایین بودن این نسبت حاکی از وقوع بارندگی‌های ملایم و فراوانی بیشتر روزهای بارانی است. در این تحقیق، داده‌های بالاترین بارش روزانه ۴۶ ایستگاه سینوپتیک ایران طی سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵، با هدف بررسی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. ابتدا از روش‌های آماری شامل آزمون‌های همبستگی، رگرسیون دومتغیره و چندگانه، آنالیز واریانس و آزمون ناپارامتری فریدمن استفاده شد تا تأثیر عوامل مستقل ارتفاع، عرض و طول جغرافیایی بر این نسبت و همچنین داری تغییرات نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه درطول دورهٔ آماری بررسی شود. سپس برای بررسی مشاهداتی از نمودارها و نقشه‌ها استفاده شد. در نهایت، با روش خوشه‌بندی وارد، پهنه‌بندی اقلیمی ایستگاه‌های مورد مطالعه از نظر نسبت بارش ارائه شد. در بررسی تأثیر عرض جغرافیایی بر نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه ایران، نتایج نشان داد که با کاهش عرض جغرافیایی از شمال به جنوب کشور میزان این نسبت

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش می‌یابد. بررسی تغییرات نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه در طول دوره آماری در هر یک از ایستگاه‌ها نشان داد که این تغییرات تنها در ایستگاه سنندج معنی‌دار است. تغییرات این نسبت در گسترهٔ ایران نشان داد که دهه اول با دهه دوم تفاوت معنی‌داری ندارد؛ اما تغییرات دهه سوم نسبت به دهه اول به صورت معنی دار افزایش پیدا کرده است. همچنین نتایج نشان داد بین حداکثر بارش روزانه ایستگاه‌ها و بارش سالانه آنها رابطه معنی داری وجود دارد؛ یعنی با افزایش بارش سالانه میزان حداکثر بارش روزانه ایستگاه‌ها افزایش می‌یابد. در نهایت، پهنه‌بندی اقلیمی ایستگاه‌ها وجود پنج طبقهٔ اقلیمی را از نظر نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه در کشور نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بارش روزانه، رگرسیون چندگانه، آنالیز واریانس، پهنه‌بندی اقلیمی، تحلیل خوشه‌ای، ایران

مقدمه

متوسط بارندگی سالانه ایران ۲۵۰ میلیمتر محاسبه شده است که کمتر از یک سوم متوسط بارش جهانی است. بر اساس نتایج بسیاری از طبقه‌بندی‌های آب و هوایی، این سرزمین دارای آب وهوای خشک و نیمه خشک است. پایین بودن میزان ریزش‌های جوی، تغییر پذیری بالا، نوسانات شدید بارندگی ازسالی به سال دیگر، از ویژگی‌های بارز آب وهوایی ایران به شمار می‌رود. علاوه بر ویژگی‌های فوق، توزیع فضایی بارش در این سرزمین نیز همگون نبوده و از غرب به شرق و از شمال به جنوب از میزان آن کاسته می‌شود (ذوالفقاری، ۱۳۷۹). ویژگی عمده بارندگی در ایران، آن است که بارش سالیانه در سطح کشور هم از نظر مکانی و هم از نظر زمانی اختلاف فاحشی را نشان می‌دهد. در حالی که میزان بارش در سواحل خزر، زاگرس و البرز به ترتیب حدود ۱۵۶۰ میلی متر، ۹۳۰ میلی متر، ۵۳۰ میلی متر است، در مناطق مرکزی به ۶۲ میلی متر می‌رسد که علاوه بر توزیع ناهمگن مکانی، نوسانات شدید زمانی نیز درآن به چشم می‌خورد؛ به گونه‌ای که ضریب تغییرات بارندگی درتعداد زیادی از ایستگاه‌ها به بیش از۴۰ درصد می‌رسد. این

www.SID.ir

Archive of SID

توزیع زمانی و مکانی بارش در ایران متأثر از توزیع سیستم‌های گردش جهانی است که کمترین تغییر در الگوی آن، ناهنجاری‌های شدید آب و هوایی را به دنبال می‌آورد. بنابراین، ناهنجاری‌های مکانی و زمانی بارش و تغییرات شدید در شدت بارش و تفاوت در نوع بارش، از عمده‌ترین ویژگی‌های بارش‌های ایران می‌باشد (بابایی و فرج زاده، ۱۳۸۰).

ایران کشوری وسیع و پهناور با تنوع اقلیمی زیاد است و به علت اختلاف عرض جغرافیایی نسبتاً زیاد بین شمال تا جنوب کشور، توپوگرافی متعارض و ناهمگون و همچنین سیستم‌های جوی متعددی که بر آب و هوای ایران تأثیر می‌گذارند، نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در گسترهٔ ایران متفاوت است. با مقایسه این نسبت می‌توان توزیع زمانی و مکانی بارندگی را در مناطق مختلف کشور مشخص و رژیم‌های حاکم بر نواحی مختلف را تعیین نمود. با توجه به نتایج کاربردی استفاده از داده‌های بارش روزانه در زمینه‌های مختلف، در این مطالعه سعی بر آن است که ابتدا با استفاده از مدل‌های آماری نسبت بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه محاسبه و تجزیه و تحلیل گردد و سپس یک الگوی توزیع فضایی از این نسبت ارائه شود و در نهایت، با استفاده از روش‌های آماری نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه در ایران ناحیه‌بندی گردد.

نسبت بارش یک روزه به بارش سالانه، معیاری برای شناسایی شدت بارش‌های روزانه است. بالا بودن این نسبت بیانگر آن است که احتمال دارد، تمام و یا بیشتر بارش سالانه در مدت فقط چند روز اتفاق افتد. به عبارت دیگر، بالا بودن این نسبت نشان می‌دهدکه وقوع بارندگی‌های شدید و رگباری کاملا طبیعی است. بر عکس، پایین بودن این نسبت، حاکی از وقوع بارندگی‌های ملایم و فراوانی بیشتر روزهای بارانی است (جهانبخش و ذوالفقاری، ۱۳۷۹). الگوی کلی این تحقیق بررسی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه در گسترهٔ ایران به صورت تحلیلی با استفاده از روش‌های آماری است

www.SID.ir

Archive of SID

که در نهایت نیزپهنه‌بندی اقلیمی از نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه ارائه می گردد.

پیشینه تحقیق

استفاده از داده‌های بارش روزانه با هدف مطالعه ویژگی‌های بارش در نواحی مختلف در حال گسترش روزافزون است. تحقیقات متعددی از زوایای گوناگون در داخل و خارج از کشور پیرامون بارش‌های روزانه و نسبت بارش‌های روزانه به بارش‌های بلند مدت انجام شده است که در زیر به تعدادی از این پژوهش‌ها اشاره می گردد :

رابینیک[1] و ازانیک[2] (۲۰۰۶) در پژوهشی به تجزیه و تحلیل نسبت میان بارش‌های روزانه شدید و بارش سالانه در منطقه کوهستانی جرسکی کوتار و منطقه ساحلی کرواسی طی دوره آماری ۱۹۵۰ الی ۱۹۸۳ پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که همبستگی شدیدی میان مقدار بارش سالانه و بارش‌های روزانه بین ۲۰ تا ۱۰۰ میلی متر وجود دارد، اما بین بارش‌های شدید بیش از ۱۰۰ میلی متر و بارش سالانه همبستگی شدیدی وجود ندارد.

کهنوا[3] و پاراجکا[4] (۲۰۰۵) در تحقیقی به بررسی برآورد عمق حداکثر بارش روزانه کوه‌های منطقه اسلواکی طی دوره آماری ۱۹۵۱ الی۲۰۰۰ برای ۲۵ ایستگاه باران سنجی پرداخته و عمق حداکثر بارش روزانه را برای چند محل برآورد کرده‌اند. یی گانگ[5] و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی با عنوان بارش روزانه منطقه نیمه خشک شمال چین طی

1- Rubinic
2- Ožanic
3- kohnova
4- parjka
5- yiGong

www.SID.ir

Archive of SID

دوره آماری ۱۹۵۶ الی ۲۰۰۰ به این نتایج رسیده‌اند که در سال ۱۹۹۰ روزهای بارانی در حدود ۸ روز کاهش داشته است و حداکثر بارش روزانه روند معلوم و قابل درکی را نشان نمی دهد، ولی میانگین حداکثر بارش روزانه از سال ۱۹۷۹ تا ۱۹۹۰ کاهش یافته است.

علیجانی (۱۳۸۳) در بررسی بالاترین بارش روزانه طی دوره آماری (۱۹۶۱-۱۹۸۵) درایران به این نتیجه رسیده است که توزیع زمانی بارندگی در شمال یکنواخت تر از جنوب است و وضعیت جنوب به یک رژیم نامنظم بیابانی شباهت دارد. در بین همه نقاط ایران، بارش‌های روزانه نوار انارک تا قائن از همه کمتر است و نشان می دهدکه دوری از منابع رطوبتی سبب این وضعیت شده است.

جهانبخش و ذوالفقاری (۱۳۷۹) در بررسی حداکثر بارش‌های روزانه از شمال غرب تا جنوب غرب ایران طی یک دوره آماری ۱۰ ساله (۱۹۹۶-۱۹۸۷) به این نتایج رسیده‌اند که توزیع فضایی نسبت بارش یکروزه به سالانه همگون نیست و بین بارش‌های سالانه و بارش یک روزه نسبت مستقیمی وجود دارد. هر جا که مقدار بارندگی زیاد است، میزان بارش یک روزه نیز بالاست. ناحیه‌بندی حداکثر بارش‌های روزانه براساس روش وارد نیز بیانگر وجود نواحی بارش متعدد در منطقه مورد مطالعه است.

همچنین جهانبخش وذوالفقاری (۱۳۸۱) در پژوهشی دیگر الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران طی یک دوره آماری ۲۰ ساله (۱۹۷۱تا۱۹۹۰) را بررسی نموده‌اند وپنج ناحیه بارش روزانه به نام‌های مرکزی، شمال غربی، جنوب غربی، خزری (شمال شرقی) و ناحیه شرقی مشخص کرده‌اند. نتایج این بررسی حاکی از وجود اختلافات معنی‌دار در الگوی مراکز کم ارتفاع، فرود موج کوتاه، محور فرود (سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال) و مراکز کم فشار شدت فعالیت، فراوانی وقوع و مسیر حرکت آنها (سطح زمین) در بین نواحی بارشی است. ایران نژاد و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی با عنوان سهم تغییرات فراوانی وشدت بارش روزانه در روند بارش در ایران، طی دورهٔ ۱۹۶۰تا۲۰۰۱ برای ۳۸ ایستگاه منتخب به این نتایج رسیده‌اند که روند بارش کل سالانه در ۱۰ ایستگاه و تعداد روزهای بارانی در ۲۱ ایستگاه، معنی‌دار (حداقل در سطح اعتماد ۹۰٪)

www.SID.ir

Archive of SID

است. اغلب ایستگاه‌های واقع در منطقه غرب و شمال غرب دارای روند بارش سالانه کاهشی و بیشتر ایستگاه‌های واقع در نواحی جنوبی و مرکزی ایران دارای روند افزایشی‌اند. روند بارش فصل زمستان شبیه به روند بارش سالانه است. روند بارش فصل بهار در اغلب ایستگاه‌ها کاهشی و فصل پاییز افزایشی است. در پاره ای از ایستگاه‌ها سیر صعودی از روند کاهشی در بارش‌های خفیف به سمت روند افزایشی بارش‌های سنگین ملاحظه می شود که با روند افزایشی قوی و اغلب معنی‌دار بارش کل سالانه یا فصلی مطابقت دارد. در بعضی ایستگاه‌ها نیز سیر نزولی از روند افزایشی در بارش‌های خفیف به سمت روند کاهشی در بارش‌های سنگین دیده می شود که با روند کاهشی قوی و غالبا معنی دار بارش کل سالانه یا فصلی هماهنگ است.

مسعودیان (۱۳۷۹) در تحقیقی به بررسی تغییرات توزیع فراوانی بارش‌های روزانه حوضه کارون از دیدگاه آب شناسی پرداخته و به این نتیجه رسیده است که طی چند دهه گذشته در ۷۵ درصد مساحت حوضه کارون تغییر معناداری در توزیع فراوانی بارش‌های روزانه، دیده نشده است، در حالی که دبی‌های حداکثر لحظه ای در این حوضه روند افزایشی داشته است. رادمنش و همکاران (۱۳۸۵) با هدف تعیین نسبت بین بارندگی‌های فراتر از ۲۴ ساعته به بارندگی‌های روزانه در مقاله ای به بررسی این نسبت‌ها برای احتمال‌های مختلف از ۱۰ تا ۹۰ درصد پرداخته‌اند. قنبرپور و همکاران (۱۳۷۹) در پژوهشی نسبت بارندگی‌های کوتاه مدت (۱۵ دقیقه الی ۱۲ ساعتی) به بارندگی حداکثر روزانه را محاسبه و روند تغییرات مقادیر نسبت‌ها و اختلاف منطقه‌ای این مقادیر را به صورت خطوط هم نسبت بر روی نقشه ایران ترسیم کرده‌اند. قنبرپور و تلوری (۱۳۸۲) در پژوهشی دیگر با عنوان الگوی توزیع زمانی بارش‌های رگباری در ایستگاه‌های سینوپتیک شمال ایران به مطالعه ومقایسه توزیع زمانی بارش‌های ۲۴ ساعته و الگوهای تیپ توزیع زمانی پرداخته است؛ که نتیجه آن عدم همخوانی بین آنها است. هدایتی(۱۳۸۲) در پژوهشی نسبت مقادیر حداکثر بارش و مجموع بارش هر ماه را طی دوره آماری(۱۹۹۸-۱۹۵۱) بررسی نموده و نتایج آن حاکی از این است که روند، برای ماه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

اواخر پاییز و زمستان به شکل کاهشی و از بهار به بعد افزایشی است. فـرزان (۱۳۷۷) در مقاله‌ای با عنوان بررسی الگوی بارندگی روزانه در اقالیم مختلف فلات ایران بـه بررسـی پراکندگی بارش‌های ۲۴ساعته در شش ایستگاه نمونه پرداخته است.

مساعدی و همکاران (۲۰۰۶) اثر توپوگرافی را روی حداکثر بارش روزانه در استان گلستان طی یک دوره سی ساله برای بیست ایستگاه باران سنجی تجزیه و تحلیل نموده و به این نتیجه رسیده‌اند که مقدار حداکثر بارش روزانه تابعی از ارتفاع نیست، در حالی که در مناطق مرتفع بین مقدار حداکثر بارش روزانه و ارتفاع محل ارتباطی وجود دارد و در بعضی مناطق این رابطه معنی دارتر است. لشکری (۱۳۷۵) با استفاده از بارش‌های روزانه ۲۷ ایستگاه هواشناسی طی یک دوره هفده ساله بارش‌های شدید را شناسایی و سپس الگوهای حاکم بر آنها را تحلیل نموده است. بر اساس نتایج تحقیق، وقوع بارش‌های سنگین و سیل آسا در جنوب غرب ایران، نتیجهٔ تقویت و تشدید فعالیت مرکز کم فشار سودانی و منطقه همگرایی دریای سرخ و تبدیل آن به سیستم دینامیکی و ترمودینامیکی است.

در این تحقیق، سعی شده است که با استفاده ازداده‌های بارش حداکثر روزانه به بررسی این نسبت پرداخته شود و رابطه این شاخص مهم اقلیمی با عوامل اقلیمی عرض و طول جغرافیایی و ارتفاع تحلیل گردد. امید است گامی هر چند کوچک در راستای توسعه اطلاعات اقلیمی کشورمان باشد و مورد استفاده محققان واقع شود.

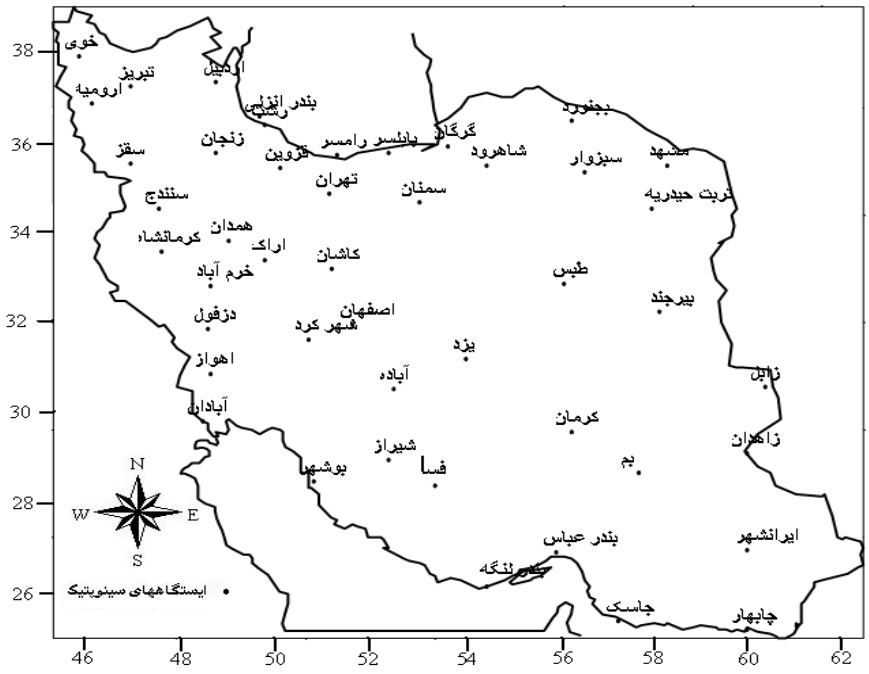
روش تحقیق

داده‌های بارش روزانه ۴۶ ایستگاه هوا شناسی سینوپتیک و کلیماتولوژی برای یک دوره سی ساله از سال ۱۹۷۶ الی ۲۰۰۵ از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد و داده‌های حداکثر بارش روزانه و بارش سالانه از طریق این داده‌ها استخراج گردید. ایستگاه‌هایی که دارای بیشترین آمار در طی سی سال مورد مطالعه بودند و همچنین پراکنش مناسب در تمام عرض‌های جغرافیایی و ارتفاعات را داشتند، انتخاب شدند تا نتایج قابل قبولی از

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیق به‌دست آید. در شکل شماره ۱ موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه ارائه شده است.



شکل شماره ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها در گسترهٔ ایران

با توجه به این اصل کلی که قبل از شروع هر گونه تحلیل آماری ازجمله تحلیل روابط بین متغیرها باید تصادفی بودن داده‌ها مورد آزمون قرار گیرد، لذا ابتدا با استفاده از آزمون گردش، تصادفی بودن و همگن بودن داده‌ها مورد آزمون قرار گرفت. نظر به اینکه برای استفاده از تحلیل‌های رگرسیونی، به نرمال بودن نسبت بارش‌های حداکثر روزانه به بارش‌های سالانه ایستگاه‌ها (به عنوان متغیر وابسته) نیاز داریم، با استفاده از روش نموداری (Q-Q Plot) اقدام به یافتن مناسبترین تبدیل نرمال کننده شد که در این تبدیل ریشه دوم به دست آمد. با استفاده از این تبدیل، نسبت‌ها طی سه دهه به صورت جداگانه برای داده‌ها محاسبه گردید. برای بررسی شدت رابطه حداکثر بارش روزانه و

www.SID.ir

Archive of SID

بارش سالانه هر کدام از ایستگاه‌های مورد مطالعه از آزمون معنی داری ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

برای بررسی روابط بین متغیر وابستهٔ نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه و متغیرهای مستقل ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی و همچنین برآورد نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در نقاط مختلف کشور که فاقد ایستگاه هواشناسی هستند، مدل‌های رگرسیونی چندگانه به‌کار برده شد.

برای اطمینان از معنی‌دار بودن تفاوت مقادیر میانگین متغیر نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در دهه‌های مورد بررسی برای هر ایستگاه از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد. تحلیل واریانس برای آزمودن این فرضیه به‌کار می‌رود که آیا میانگین‌های چند گروه مختلف با هم مساوی هستند؟ علاوه بر تعیین وجود اختلاف بین میانگین‌ها، ممکن است بخواهیم بدانیم که کدام دسته‌ها اختلاف دارند، با شرط همگنی واریانس‌ها از آزمون‌هایی، نظیر LSD یاDuncan استفاده می‌شود، اما اگر شرط همگنی وجود نداشته باشد، از روش‌هایی مانند Dunnet استفاده می‌شود. مجموعهٔ این روش‌ها در دستهٔ آزمون‌های Post hoc قرار دارند. شرط استفاده ازآنالیز واریانس، همگنی واریانس‌هاست. به همین منظور، برای تمام ایستگاه‌ها آزمون همگنی واریانس‌ها (Leven's Test) انجام شد. در پایان نیز به عنوان بخشی از اهداف این پژوهش، پهنه‌بندی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه با استفاده ازتحلیل خوشه‌ای و روش وارد (Ward) صورت گرفت.

نتایج و بحث

عوامل مؤثر در نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه

نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه، یکی از شاخص‌های مهم بارندگی در مقایسه مناطق مختلف اقلیمی با یکدیگر و بررسی ویژگی‌های سری‌های بارندگی در ایستگاه‌های مختلف به شمار می‌رود. بدیهی است این نسبت یک شاخص ساده نبوده، به

www.SID.ir

Archive of SID

علت ماهیت چند متغیره بودن آن با عوامل گوناگونی در ارتباط است و معمولاً با عواملی، از قبیل ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی رابطه نشان می‌دهد. به همین منظور، در این قسمت از مطالعه با روش رگرسیون چندگانه به بررسی رابطهٔ بین ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی به عنوان متغیرهای مستقل و نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه به عنوان متغیر وابسته پرداخته می‌شود.

جدول شماره ۱: نتایج رگرسیون چند متغیره بین عوامل جغرافیایی و نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه

مدل		ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	T	معنی داری
		B	میزان خطا	Beta		
1	(ضریب ثابت)	/۷۹۲	/۰۴۵		۱۷/۶۸۷	/۰۰۰
	عرض جغرافیایی	-/۰۱۹	/۰۰۱	-/۵۹۴	-۲۶/۴۰۱	/۰۰۰
	طول جغرافیایی	/۰۰۴	/۰۰۱	/۱۶۶	۷/۵۸۹	/۰۰۰
	ارتفاع	-/۰۰۹	/۰۰۳	-/۰۵۳	-۲/۶۹۶	/۰۰۷

با توجه به نتایج جدول شماره ۱، مشاهده می‌شود که تأثیر عرض جغرافیایی و ارتفاع، منفی و معنی دار است که نشان می‌دهد افزایش عرض جغرافیایی از جنوب به شمال کشور و افزایش ارتفاع سبب کاهش نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه می‌شود؛ به این معنی که میزان این نسبت به فرض ثابت بودن طول جغرافیایی و ارتفاع به ازای هر درجه افزایش عرض جغرافیایی، ۱/۹ درصد و نیز به فرض ثابت بودن طول و عرض جغرافیایی به ازای افزایش هر۱۰۰۰ متر ارتفاع، ۰/۹ درصد کاهش می‌یابد. همچنین مشاهده می‌گردد که ضریب رگرسیونی برای طول جغرافیایی مثبت و معنی دار است که این نشان می‌دهد با افزایش هر درجه طول جغرافیایی میزان این نسبت ۰/۴ درصد افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

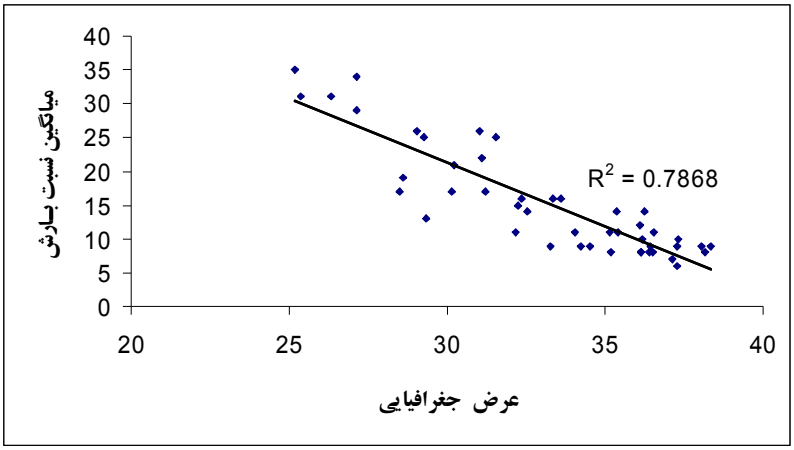
Archive of SID

معادله رگرسیونی زیر از جدول۱ استخراج شده است:

$$P= 0.792-0.019\varphi+ 0.004\lambda- 0.009h$$

که در آن p جذر نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه، λ و φ عرض و طول جغرافیایی و h ارتفاع بر حسب کیلومتر است. با استفاده از این معادله می‌توان مقدار نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه را برای محل‌های فاقد ایستگاه و همچنین ایستگاه‌های فاقد آمار برآورد کرد.

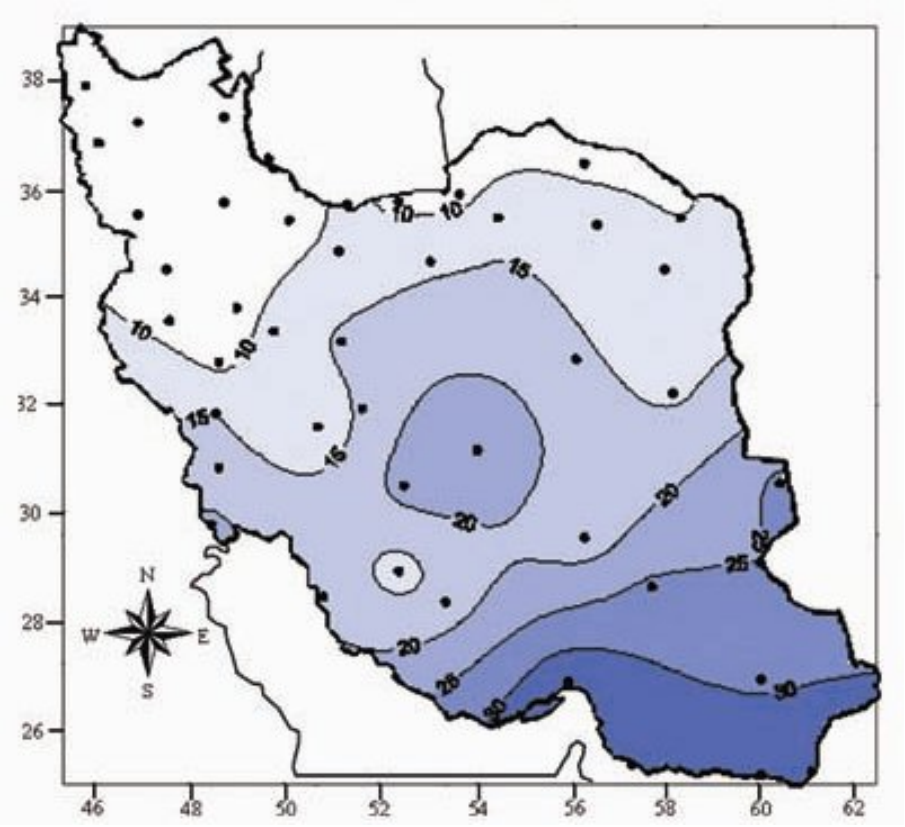
با استفاده از نمودار پراکنش(شکل ۲) روابط متغیرها بررسی شد که از طریق برازش خط کمترین مربعات نسبت به موقعیت نقاط به‌دست می‌آید. شیب منفی خط رگرسیونی نشان دهنده رابطه معکوس بین میانگین نسبت بارش و عرض جغرافیایی است. نقاط نیز پراکنش نسبتا مناسبی در اطراف خط دارند که مؤید اعتبار و قوت رابطه خطی است. ضریب تعیین رگرسیون مشخص می‌کند که تقریباً ۷۹٪ تغییرات توسط رابطه خطی تبیین می‌گردد و این درصد با زیاد شدن تعداد متغیرهای مستقل افزایش می‌یابد. چابهار با ۳۵ و بندرانزلی با ۶ درصد به ترتیب بیشترین وکمترین میانگین نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه را دارند.شکل ۳ نیز توزیع مکانی میانگین درصد نسبت بالاترین بارش روزانه به بارش سالانه را در گستره ایران نشان می‌دهد.



شکل۲:نمودارپراکنش عرض جغرافیایی و میانگین نسبت حداکثربارش‌های روزانه به بارش سالانه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳ : نقشه توزیع مکانی میانگین درصد نسبت بالاترین بارش روزانه به بارش سالانه

تغییرات نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه

ابتدا به منظور بررسی تفاوت‌های موجود در نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه و نیز برای بررسی وجود ناهمگنی زمانی در این نسبت، دورهٔ آماری به سه دههٔ جداگانه شامل سال‌های (۱۹۸۵-۱۹۷۶)، (۱۹۹۵-۱۹۸۶) و(۲۰۰۵-۱۹۹۵) تقسیم شد. سپس برای بررسی تغییرات مقدار نسبت بارش‌های روزانه به بارش سالانه از روش آنالیز واریانس استفاده شد، چون این روش نیازمند استقلال آماری بین تیمارها؛ یعنی سه دههٔ مورد بررسی است. به همین دلیل در قدم اول این فرض باید بررسی شود. بنابراین، یک آزمون معنی داری همبستگی بین سه دهه در ایستگاه‌های مختلف اجرا شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج این همبستگی حاکی از این است که به استثنای ایستگاه‌های کرمانشاه، آبادان، شاهرود، زابل و اردبیل هیچ یک از ایستگاه‌ها همبستگی معنی داری نداشتند؛ یعنی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در سه دهه رابطه‌ای با یکدیگر ندارند. سپس برای تعیین وجود تفاوت معنی داری بین دهه‌ها برای ایستگاه‌های کرمانشاه، آبادان، شاهرود، زابل و اردبیل به‌دلیل وجود همبستگی معنی دار از آزمون ناپارامتری فریدمن برای بررسی اختلاف‌ها استفاده شد که نتیجهٔ آن عدم تفاوت معنی داری بین دهه‌ها را نشان داد؛ به این معنی که در سه دهه از نظر نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه تفاوتی دیده نمی‌شود. نتایج آزمون ناپارامتری فریدمن در جدول۲ ارائه شده است.

جدول۲ :نتایج آزمون ناپارامتری فریدمن

ردیف	ایستگاه	سطح معنی داری	ردیف	ایستگاه	سطح معنی داری
۱	کرمانشاه	۰/۲۰۲	۴	زابل	۰/۰۶۱
۲	آبادان	۰/۲۷۳	۵	اردبیل	۰/۹۰۵
۳	شاهرود	۰/۴۰۷			

برای سایر ایستگاه‌ها به‌علت معنی دار نبودن همبستگی‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد. چون یکی از پیش فرض‌های مورد نیاز در آنالیز واریانس، همگنی واریانس جوامع است، در این آزمون ابتدا فرض همگنی واریانس بررسی شد. نتایج این آزمون بیانگر این موضوع است که به استثنای ایستگاه‌های اراک، خرم آباد، خوی،کاشان، رامسر و تربت حیدریه در سایر ایستگاه‌ها فرض همگنی واریانس پذیرفته شد که با مقادیر معنی داری بیشتر از ۰/۰۵ مشخص می‌شود؛ به این معنی که ایستگاه‌ها از نظر نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه همگن هستند. در نهایت، براساس آنالیز واریانس، تنها در ایستگاه سنندج تفاوت بین دهه‌ها در سطح ۰/۰۵ معنی دار است؛ به این معنی که در همه ایستگاه‌ها، به استثنای سنندج، در سه دهه مورد بررسی میزان این نسبت تغییر معنی داری پیدا نکرده است. در خصوص ایستگاه سنندج وجود تفاوت معنی‌داری بین سه دهه بررسی شد و با استفاده از یک آزمون LSD (کمترین اختلاف

www.SID.ir

Archive of SID

معنی دار) مشخص شد که نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در دهه سوم بیشترین مقدار را دارا بوده است.

همچنین برای بررسی تغییرات نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در گسترهٔ ایران (۴۶ ایستگاه) از یک مدل خطی عمومی استفاده شد. در این مدل عامل مورد بررسی به عنوان فاکتور اصلی (سی سال دوره آماری) به صورت سه رده؛ یعنی دهه اول، دهه دوم و دهه سوم رده‌بندی شده‌اند. سپس با استفاده از سطح معنی داری ضریب تاثیر این عامل در مدل خطی، مشخص شد که دهه اول با دهه دوم تفاوت معنی داری ندارد، اما تغییرات دهه سوم نسبت به دهه اول در سطح ۰/۰۵ معنی دار است؛ به این معنی که در دهه سوم به صورت معنی داری نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در سراسر ایران افزایش پیدا کرده است(جدول۳). میانگین نسبت بارش کل ایستگاه‌ها در دهه اول ۱۴/۹ و دهه دوم ۱۵/۵ درصد است؛ اما میانگین این نسبت دردهه سوم به ۱۷ درصد رسیده است و میزان این تفاوت به ۲/۱ درصد، نسبت به دهه اول رسیده است.در شکل ۴، نمودار میانگین نسبت بارش کل ایستگاه‌ها در سه دهه مورد مطالعه و در شکل‌های ۵ تا ۷، توزیع مکانی درصد نسبت بالاترین بارش روزانه به بارش سالانه در سه دهه مورد مطالعه ارائه شده است.

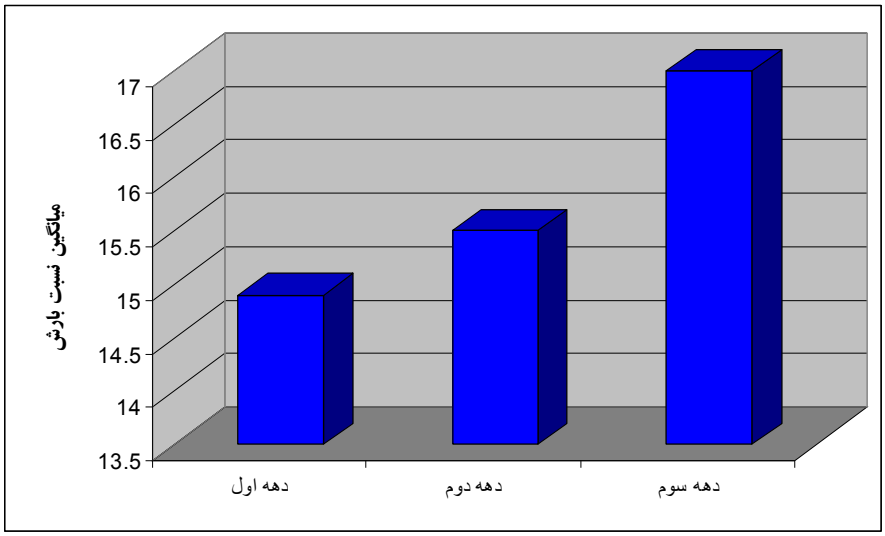
جدول ۳ :آزمون Dunnett C برای کل ایستگاه‌های مورد مطالعه، متغیر وابسته : نسبت بارش

فاکتور ( )	فاکتور (J)	اختلاف میانگین (I-J)	میزان خطا	فاصله اطمینان ۹۵٪	
				حد پایین	حد بالا
۱	۲	-۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۶۵۲	-۰/۰۲۱۳	۰/۰۰۹۳
	۳	-۰/۰۲۱۰*	۰/۰۰۷۳۳	-۰/۰۳۸۲	-۰/۰۰۳۸
۲	۱	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۶۵۲	-۰/۰۰۹۳	۰/۰۲۱۳
	۳	-۰/۰۱۵۰	۰/۰۰۷۴۳	-۰/۰۳۲۵	۰/۰۰۲۵
۳	۱	۰/۰۲۱۰*	۰/۰۰۷۳۳	۰/۰۰۳۸	۰/۰۳۸۲
	۲	۰/۰۱۵۰	۰/۰۰۷۴۳	-۰/۰۰۲۵	۰/۰۳۲۵

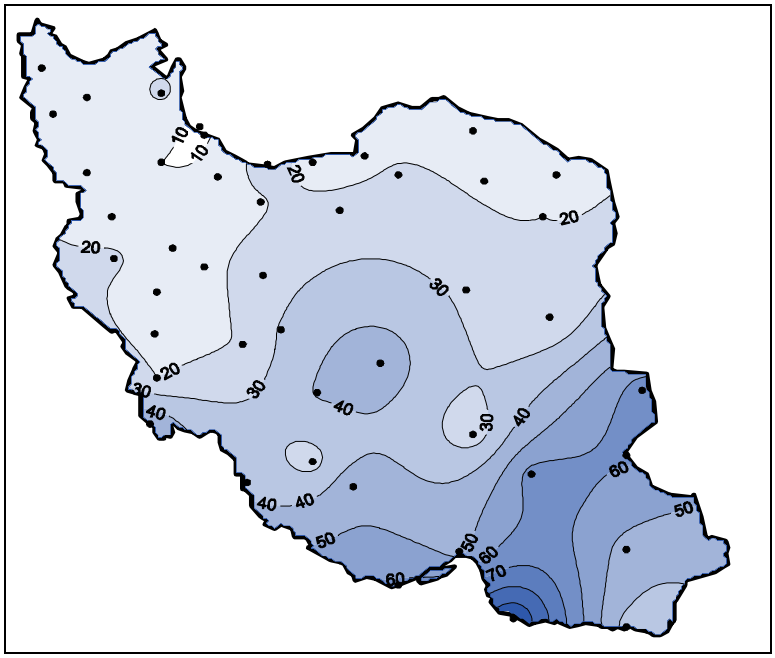
* اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۵ معنی دار است

www.SID.ir

Archive of SID



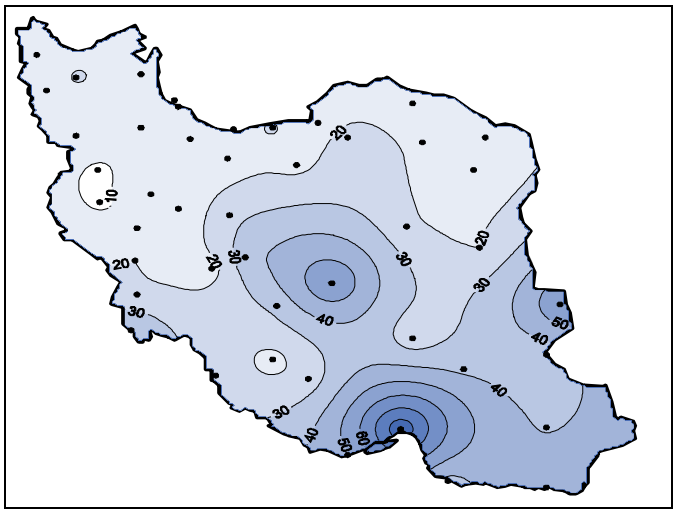
شکل ۴ :نمودار میانگین نسبت بارش کل ایستگاه‌ها در سه دهۀ مورد مطالعه



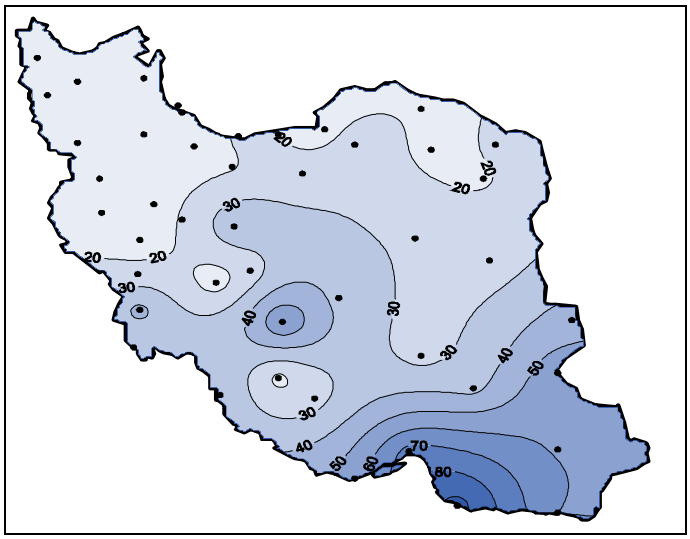
شکل ۵: توزیع مکانی درصد نسبت بالاترین بارش روزانه به بارش دهۀ دوم (۱۹۹۵-۱۹۸۶)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: توزیع مکانی درصد نسبت بالاترین بارش روزانه به بارش دهۀ اول (۱۹۸۵-۱۹۷۶)



شکل ۵:نقشه توزیع مکانی درصد نسبت بالاترین بارش روزانه به بارش سالانه دردهۀ سوم (۲۰۰۵-۱۹۹۶)

بررسی ارتباط بین حداکثر بارش روزانه وبارش سالانه

به منظور بررسی رابطه بین حداکثر بارش روزانه وبارش سالانه آنها برای هر ایستگاه به طور جداگانه همبستگی‌ها محاسبه گردیدکه نتیجه این همبستگی‌ها نشان داد که به جز

www.SID.ir

Archive of SID

ایستگاه‌های انزلی، سنندج و خرم آباد در سایر ایستگاه‌ها بین حداکثر بارش روزانه و بارش سالانه آنها همبستگی معنی داری وجود دارد؛ یعنی رابطه معنی داری بین این متغیرها مشاهده می‌شود. جدول ۴ ضریب همبستگی پیرسون بین حداکثر بارش روزانه و بارش سالانه را نشان می‌دهد.

جدول ۴:ضریب همبستگی پیرسون بین حداکثر بارش روزانه وبارش سالانه آنها

ردیف	ایستگاه	ضریب همبستگی	ردیف	ایستگاه	ضریب همبستگی	ردیف	ایستگاه	ضریب همبستگی
۱	آبادان	۰/۶۱۳**	۱۷	فسا	۰/۶۱۸**	۳۳	سقز	۰/۴۴۰*
۲	آباده	۰/۷۶۲**	۱۸	قزوین	۰/۴۹۱**	۳۴	سنندج	۰/۲۲۲
۳	اهواز	۰/۵۱۷**	۱۹	گرگان	۰/۴۷۲**	۳۵	سمنان	۰/۵۳۸**
۴	اراک	۰/۳۷۴*	۲۰	همدان	۰/۶۴۳**	۳۶	شهرکرد	۰/۵۴۸**
۵	اردبیل	۰/۵۱۲**	۲۱	ایرانشهر	۰/۶۲۸**	۳۷	شاهرود	۰/۶۷۴**
۶	بابلسر	۰/۶۲۲**	۲۲	جاسک	۰/۷۶۷**	۳۸	شیراز	۰/۵۷۰**
۷	بم	۰/۶۴۷**	۲۳	کاشان	۰/۷۳۶**	۳۹	طبس	۰/۵۵۱**
۸	بندرعباس	۰/۶۳۰**	۲۴	کرمان	۰/۵۷۲**	۴۰	تبریز	۰/۶۵۹**
۹	بندرانزلی	۰/۳۳۸	۲۵	کرمانشاه	۰/۵۱۲**	۴۱	تهران	۰/۵۶۱**
۱۰	بندرلنگه	۰/۷۶۵**	۲۶	خرم آباد	۰/۱۹۴	۴۲	تربت	۰/۴۷۸**
۱۱	بیرجند	۰/۴۱۴*	۲۷	خوی	۰/۴۰۴*	۴۳	یزد	۰/۷۰۰**
۱۲	بجنورد	۰/۵۱۱**	۲۸	مشهد	۰/۵۸۹**	۴۴	زابل	۰/۷۹۷**
۱۳	بوشهر	۰/۶۷۰**	۲۹	ارومیه	۰/۵۴۱**	۴۵	زاهدان	۰/۵۳۷**
۱۴	چابهار	۰/۸۰۹**	۳۰	رامسر	۰/۶۹۰**	۴۶	زنجان	۰/۴۷۳**
۱۵	دزفول	۰/۵۲۷**	۳۱	رشت	۰/۳۹۹*			
۱۶	اصفهان	۰/۵۹۵**	۳۲	سبزوار	۰/۵۰۶**			

* اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۵ معنی دار است ** اختلاف میانگین در سطح ۰/۰۱ معنی دار است

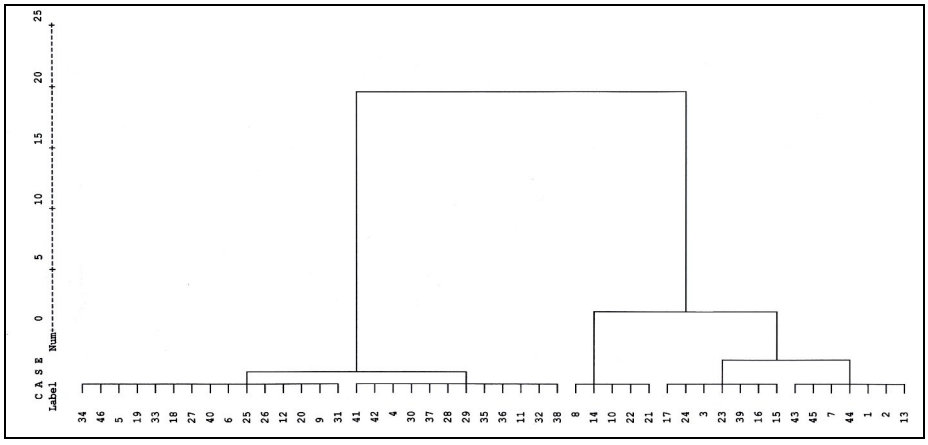
www.SID.ir

Archive of SID

پس از مشخص شدن وجود همبستگی‌های خطی معنی دار بین حد اکثر بارش روزانه و سالانه، برای تک تک ایستگاه‌ها یک رگرسیون خطی بین دو متغیرحداکثر بارش روزانه وبارش سالانه آنها انجام شد که نتایج آن نشان داد که در سه ایستگاه انزلی، سنندج و خرم آباد متغیر مستقل بارش سالانه تاثیری در حداکثر بارش روزانه به عنوان متغیر وابسته ندارد؛ به این معنی که در این ایستگاه‌ها علی رغم انتظار در سال‌هایی که بارش سالانه زیاد است، دلیلی وجود ندارد که حتماً بارش‌های شدید روزانه وجود داشته باشد. به عبارتی، درسال‌های پر باران حتماً انتظار وقوع سیلاب‌ها وجود ندارد. درسایر ایستگاه‌ها با توجه به جداول رگرسیونی در قسمت ضرایب استاندارد شده (Beta) مشاهده می‌شود که تأثیر بارش سالانه مثبت و معنی دار است؛ به این معنی که افزایش بارش سالانه سبب افزایش حداکثر بارش روزانه می‌شود. به عبارت دیگر، بین حداکثر بارش روزانه و بارش سالانه آنها نسبت مستقیمی وجود دارد؛ یعنی هرجا که مقدار بارندگی سالانه زیاد باشد میزان حداکثر بارش روزانه نیز بالاست.

پهنه‌بندی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه

برای مشخص شدن الگوی مکانی توزیع نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در ایران از روش تحلیل خوشه‌ای (وارد) استفاده شد(شکل ۶).



شکل ۶:نمودار شاخه درختی توزیع نسبت حداکثر بارش روزانه به بارش سالانه در ایران براساس روش خوشه‌بندی وارد

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۷ پهنه‌بندی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه ایران را بر اساس روش خوشه‌بندی وارد، نشان می‌دهد.با توجه به نقشه ۷، در ایران می‌توان پنج ناحیه با نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه متمایز از یکدیگر شناسایی نمود.

ناحیه یک: شامل ایستگاه‌های سنندج، زنجان، اردبیل، گرگان، سقز، قزوین، خوی، تبریز، بابلسر، کرمانشاه، خرم آباد، بجنورد، همدان، انزلی و رشت است. در مجموع، میانگین نسبت بالاترین بارش‌های روزانه به سالانه در ناحیه ۸/۲ درصد است. میانگین بارش سالانه و میانگین حداکثر بارش روزانه به ترتیب ۵۷۴/۶ و۴۶/۴ میلی متر است. بالاترین بارش یک روزه ناحیه ۲۴۰ میلی متر در انزلی اتفاق افتاده است.در این ایستگاه میانگین نسبت بارش ۸ درصد است. درسال ۱۹۷۸میزان حداکثر بارش روزانه ۸۶ میلیمتر بوده است که ۱۸ درصد بارش سالانه است.

ناحیه دو: شامل ایستگاه‌های تهران، تربت حیدریه، اراک، رامسر، شهرکرد، مشهد، ارومیه، سمنان، شاهرود، بیرجند،سبزوار و شیراز است. میانگین نسبت بالاترین بارش‌های روزانه به سالانه در این ناحیه ۱۱/۸ درصد است. میانگین بارش سالانه ۳۳۵/۹ میلی متر و میانگین حداکثربارش روزانه ۴۰/۵ میلی متر است. بالاترین بارش یک روزه ناحیه ۳۴۰/۲ میلی متر در رامسر اتفاق افتاده است.میانگین نسبت بالاترین بارش‌های روزانه به سالانه در سبزوار ۱۲ درصد است.

ناحیه سه: این ناحیه ایستگاه‌های بندرعباس، چابهار، بندرلنگه، جاسک و ایرانشهر را دربر می‌گیرد. میانگین نسبت بالاترین بارش‌های روزانه به سالانه در این ناحیه ۳۲ درصد است. متوسط بالاترین بارش روزانه درکل ناحیه ۳۸/۹ میلی متر است. همچنین متوسط بارش سالانه ۱۴۷/۶ میلی متر است.در سال ۲۰۰۱، حدود ۷۲ درصد بارش سالانه در یک روز اتفاق افتاده است که حاکی از وجود عامل صعود بسیارقوی نسبت به سایر روزها در منطقه است.

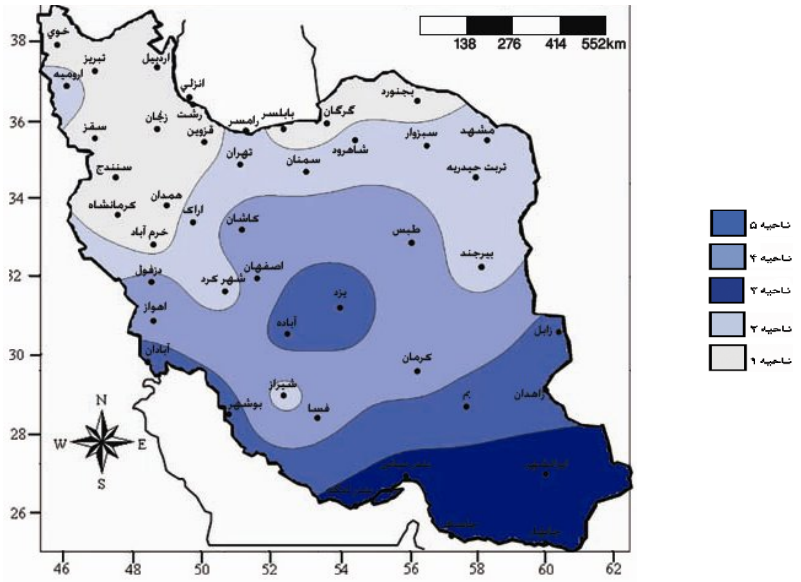
ناحیه چهار: ایستگاه‌های فسا، کرمان، اهواز، کاشان، طبس، اصفهان ودزفول در این رده یا ناحیه واقع شده‌اند. میانگین نسبت بالاترین بارش‌های روزانه به بارش سالانه در این ناحیه ۱۶درصد است. متوسط بالاترین بارش روزانه ۳۴/۳ میلی متر و بارش سالانه ۲۱۳/۴ میلی متر است. میزان تغییرات نسبت بالاترین بارش‌های روزانه به بارش سالانه در طول

www.SID.ir

Archive of SID

دوره آماری اندک است فقط در سال ۱۹۷۸ میزان این نسبت افزایش قابل توجهی داشته است که میزان آن به ۴۰/۹ درصد رسیده است.

ناحیه پنج: ایستگاه‌های یزد، زاهدان، بم، زابل، آبادان، آباده و بوشهر در این ناحیه قرار دارند. ۲۳/۴ درصد بارش سالانه این ناحیه در یک روز اتفاق می‌افتد. بالاترین بارش یک روزه ناحیه ۱۴۴ میلی متر در بوشهر اتفاق افتاده است. متوسط بارش سالانه ۱۲۱ میلی متر است.تغییرات این نسبت در ایستگاه زاهدان بسیار زیاد است؛ به طوری که در سال۱۹۸۲ میزان این نسبت ۱۰/۲ درصد بوده است، در حالی‌که در سال ۲۰۰۴ به ۵۸/۵ درصد رسیده است.



شکل ۷:نقشهٔ پهنه‌بندی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در گسترهٔ ایران

نتیجه گیری

نسبت حداکثر بارش ۲۴ ساعته به بارش سالانه معیار مفیدی برای بررسی شدت و ضعف بارندگی‌ها در یک ایستگاه یا یک منطقه بشمار می‌رود که می‌تواند نقش مؤثری در برنامه‌ریزهای عمرانی،حوادث پیش‌بینی نشده وابسته به اقلیم و غیره ایفا نماید. در همین رابطه، بیشترین بارش‌های ۲۴ ساعته ۴۶ ایستگاه سینوپتیک در گستره ایران برای یک دوره سی ساله از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ از سازمان هواشناسی کشور دریافت و از طریق روش‌های آماری ساده و پیشرفته بررسی و تجزیه و تحلیل شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آزمون همبستگی بین ارقام نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در ارتباط با متغیرهای ارتفاع،عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی، نشان‌دهندهٔ وجود رابطه معنی‌دار میان آنهاست.همچنین نتایج آزمون رگرسیونی نیز نشان داد که به ازای افزایش ارتفاع وعرض جغرافیایی، نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه کاهش می‌یابد، ولی تأثیر طول جغرافیایی مثبت و معنی دار است. همچنین با توجه به معادله رگرسیونی و نقشه‌های توزیع مکانی، نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه، با کاهش عرض جغرافیایی از شمال به جنوب افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، بارش‌های ۲۴ ساعته جنوب کشور نسبت به بارش‌های مشابه نواحی شمالی تر،شدیدتر هستند.

تقسیم دوره آماری به سه دهه مستقل در راستای بررسی احتمال وقوع نوسانات و یا تغییرات اقلیمی طی دهه‌های اخیر و آزمون همبستگی بین دهه‌ها نشان داد که تنها در ایستگاه‌های کرمانشاه، آبادان، شاهرود، زابل و اردبیل ،همبستگی‌ها معنی دارند.نتایج آزمون ناپارامتری فریدمن نیز حاکی از نبود تفاوت معنی دار بین دهه‌ها بود.

آزمون همبستگی بین حداکثرهای بارش روزانه و بارش سالانه ایستگاه‌ها نیز نشان داد که به جز در ایستگاه‌های بندر انزلی، سنندج و خرم آباد، در بقیه ایستگاه‌های مورد مطالعه، تأثیر بارش سالانه به عنوان عامل مستقل، مثبت و معنی‌دار است؛ یعنی با افزایش بارش سالانه، حداکثر بارش روزانه نیز افزایش یافته است. همچنین پهنه‌بندی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه در سطح کشور، وجود پنج ناحیه متفاوت اقلیمی را تأیید نمود.

فهرست منابع

۱- ایران نژاد، پرویز و پری سیما کتیرایی و سهراب حجام. (۱۳۸۶). «سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره ۱۹۶۰ تا۲۰۰۱؛» **نشریه تحقیقاتی فیزیک زمین و فضا**؛ شماره ۳۳؛ صص ۶۷-۸۳.

۲-بابایی فینی، ام السلمه و منوچهر فرج زاده اصل. (۱۳۸۰). «الگوهای تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران» **فصلنامه تحقیقات جغرافیایی**؛ شماره ۶۲ ؛ صص ۱۱۴-۱۲۵

۳- جهانبخش اصل، سعید وحسن ذوالفقاری. (۱۳۷۹). «بررسی حداکثر بارش‌های روزانه از شمال غرب تا جنوب غرب ایران» **نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی(تبریز)**، شماره۱۷۴، صص ۸۷- ۱۱۴

۴- جهانبخش اصل، سعید و حسن ذوالفقاری. (۱۳۸۱). «بررسی الگوهای سینوپتیک در بارش‌های روزانه غرب ایران» **فصلنامه تحقیقات جغرافیایی**، شماره ۶۴-۶۳ ، صص ۲۳۴ - ۲۵۷

www.SID.ir

Archive of SID

۵- ذوالفقاری، حسن. (۱۳۷۹). **تحلیل الگوهای زمانی و مکانی بارش‌های روزانه در غرب ایران با استفاده از روش‌های آماری و سینوپتیک**، پایان نامهٔ دکتری؛ دانشگاه تبریز.

۶- رادمنش، فریدون و عبدالکریم بهنیا و علی محمد آخوندعلی. (۱۳۸۵). «رابطه بارندگی‌های روزانه و بارندگی‌های با تداوم بیش از یک روز در حوضه جنوبی غربی زاگرس» **اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی.**

۷- رحیم زاده، فاطمه. (۱۳۸۴). «بررسی تغییرات مقادیرحدی بارش در ایران» **نیوار**، شماره ۵۸-۵۹؛ صص ۷-۲

۸- رنجبری، رضا و سید طاهر شریعت پناهی. (۱۳۸۴). **خود آموز مبانی SPSS 12**، تهران: انتشارات شرکت غزال جوان؛ چاپ اول.

۹- علیجانی، بهلول. (۱۳۸۳). **آب وهوای ایران**، چاپ ششم؛ انتشارات پیام نور.

۱۰- فرزان، امیر. (۱۳۷۷). «بررسی الگوی بارندگی روزانه در اقالیم مختلف فلات ایران» **آب،خاک و ماشین**، شماره۴۲؛ صص ۴۴-۳۵

۱۱- قنبرپور، محمدرضا و محمد مهدوی و عبدالرسول تلوری. (۱۳۷۹). «مطالعه روابط بارندگی‌های حداکثر روزانه و کوتاه مدت در ایران» **پژوهش و سازندگی**، شماره ۴۹؛ صص ۲۲-۲۶

۱۲- قنبرپور، محمدرضا و عبدالرسول تلوری. (۱۳۸۲). «الگوی توزیع زمانی بارش‌های رگباری در ایستگاه‌های سینوپتیک شمال ایران» **پژوهشی و سازندگی**، شماره ۵۹، صص ۹۶- ۱۰۳

۱۳- لشکری، حسن. (۱۳۷۵). **الگوی سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب غرب ایران**، پایان نامهٔ دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۴- مسعودیان، سیدابوالفضل. (۱۳۷۹). «بررسی تغییرات توزیع و فراوانی مقدار بارش روزانه در حوضه کارون» **مطالعات و پژوهش‌های دانشکده ادبیات و علوم انسانی**، شماره ۲۳-۲۲، صص ۲۰۵-۲۱۶

۱۵- مسعودیان، سیدابوالفضل. (۱۳۸۴). «شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای» **پژوهش‌های جغرافیایی**، شماره ۳۷، صص۴۷-۵۹

۱۶- هدایتی دزفولی، اکرم. (۱۳۸۲). «تحلیلی بر تغییرات تاریخ شروع بارش و روند آن در تهران» **سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم**، صص ۳۱۳-۳۱۶

17-Kohnova S. and Parjka J. (2005) Estimation of Design Maximum Daily precipitation depths in a Mountain Region of Slovakia, Dept. of land and water Resources Management, Slovak university of Technology.

18-Mosaedi A.H, sharifan M. shahabi (2006) Effects of topography on Maximum daily precipitation in Golestan province (Iran), Department of water Eng., Gorgan university of Agricultural sciences and Natural Resources, Iran .

19- Rubinic J. and Ožanic N. (2006) The Relation between Intensive Daily and Annual Precipitation Quantities at the Gorski Kotar Area (Croatia)

20-yiGong , pei – Junshi , Jing – Ai wang(2005) Daily precipitation changes in the semi–arid region over northern china , Beijing Normal university, Beijing100875 , china

www.SID.ir