Archive of SID

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد هفدهم، شماره اول، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

الگوی توزیع زمانی بارش در استان سیستان و بلوچستان

*عباس خاک‌سفیدی[۱]، نادر نورا[۲]، نادر بیرودیان[۳] و علی نجفی‌نژاد[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۱

چکیده

انتخاب بارش طرح گامی مقدماتی در استفاده از روش‌های معمول به‌منظور برآورد سیلاب‌های طرح است. تعیین الگوی توزیع زمانی بارش به‌منظور برآورد سیلاب، تعیین پتانسیل سیل‌خیزی رگبارها و همچنین طراحی سیستم زه‌کشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در این پژوهش، برای تعیین الگوی توزیع زمانی بارش در استان سیستان و بلوچستان از گراف‌های ۹ ایستگاه باران‌سنج ثبات پراکنده در سطح استان (مربوط به سازمان هواشناسی و وزارت نیرو طی سال‌های آماری ۱۳٤۷ تا ۱۳۸۵) استفاده شده که کلیه رگبارهای شدید هر ایستگاه (در جمع ۱۱۳٦ رگبار) در تداوم‌های ۱، ۲، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۸ و ۲٤ ساعته قرار گرفته است. روش کار مبتنی بر تجزیه رگبارها به چهار چارک و محاسبه درصد مقدار بارش در هر چارک و رتبه‌دهی به چارک‌ها بوده و سپس با میانگین‌گیری رتبه‌ها در هر چارک رتبه شاخص مشخص و در نهایت الگوی نهایی هر تداوم به‌دست آمد. به‌منظور ارزیابی آماری داده‌های توزیع، بعد از تشکیل جدول توافقی از آزمون کای‌اسکوئر استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که: الف: مقدار بارش حداکثر در تداوم‌های ۲ ساعته در همه ایستگاه‌ها در ۲۵ درصد اول می‌باشد. ب: در تداوم‌های ۱ ساعته مقدار حداکثر بارش در چارک اول و دوم رخ می‌دهد. ج: به‌طورکلی در استان سیستان و بلوچستان که دارای آب و هوای بیابانی و خشک می‌باشد حدود ۸۰ درصد بارش در تداوم‌های

* مسئول مکاتبه: a_khaksafidi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

کوتاه‌مدت (۱، ۲، ۳ و ٦ ساعته) در ۲۵ درصد اول و دوم زمان بارندگی و در تداوم‌های بلندمدت (۹، ۱۲، ۱۸ و ۲٤ ساعته) در ۲۵ درصد سوم اتفاق می‌افتد.

واژه‌های کلیدی: الگوی توزیع زمانی، روش رتبه‌بندی، بارندگی رگباری، استان سیستان و بلوچستان

مقدمه

طراحی بیشتر تأسیسات مهندسی نیازمند درک کامل و جامع از میزان نزولات جوی به اضافه توزیع زمانی آنها می‌باشد. کاربرد الگوهای توزیع زمانی بارش موجب افزایش دقت در شبیه‌سازی هیدرولوژیکی حوزه‌های آب‌خیز می‌شود. یکی از اصلی‌ترین عوامل مورد نیاز در تهیه و توسعه مدل هیدرولوژیکی حوزه‌های آب‌خیز شناخت توزیع زمانی بارش می‌باشد. ساخت سدها و تأسیسات آبی برای توسعه طرح‌های آب و خاک و تأمین آب شرب و کشاورزی نیازمند مطالعات وسیع هیدرولوژیکی است. برخی از این مطالعات برای برآورد و پیش‌بینی سیلاب و رسوب می‌باشد که در طراحی مخازن و سرریز سدها اهمیت فراوان دارند. یکی از راه‌های ممکن در برآورد سیلاب طراحی در یک حوزه، استفاده از آمار بارش در انتخاب باران طراحی می‌باشد. باران طراحی با چند خصیصه از قبیل: مقدار کل باران، تداوم کل، توزیع زمانی باران، معرفی و مشخص می‌شود. الگوی توزیع زمانی بارش که در واقع نحوه تغییر شدت بارش در طول مدت بارندگی است، تأثیر مستقیمی بر حجم، دبی اوج سیلاب و حجم رسوب می‌گذارد.

گام نخست در برآورد سیلاب طرح در یک حوزه آب‌خیز از طریق استفاده از آمار بارش، انتخاب یک رگبار ویژه می‌باشد. باران طرح که خود مولد سیلاب طرح در حوزه‌های آب‌خیز است دارای ویژگی‌هایی نظیر چگونگی توزیع زمانی مقدار باران در طول مدت بارندگی است.

در زمینه توزیع زمانی بارش‌های رگباری و تعیین الگوی توزیع زمانی در پایه‌های زمانی متفاوت مطالعات و تحقیق‌های گوناگونی صورت پذیرفته که برخی از این مطالعات به شرح زیر می‌باشند:

– هرشفیلد (۱۹٦۲) با استفاده از داده‌های ۵۰ ایستگاه هواشناسی که در سراسر ایالات متحده آمریکا پراکنده بودند ۳۰۰ رگبار شدید را انتخاب و به تفکیک، مجموعه بارش‌های ٦، ۱۲، ۱۸ و ۲٤ ساعت را استخراج کرده و یک الگوی میانگین برای هر پایه زمانی تهیه کرد. به لحاظ تشابه این الگو در ٤ پایه

www.SID.ir

Archive of SID

زمانی، هرشفیلد با جداسازی آنها یک نمودار شاخص برای سراسر ایالات متحده آمریکا ارایه نمود و بیان داشت که با توجه به شرایط متفاوت هوا و اقلیم در مناطق مختلف، تیپ‌های توزیع زمانی بارش یکسان نمی‌باشد.

– پیل گریم و کردری (۱۹۷۵) الگوی توزیع زمانی بارش در منطقه سیدنی استرالیا را با استفاده از ۵۰ رگبار شدید با پایه‌های زمانی مختلف مربوط به ۵۱ سال آماری به روش ترسیمی و محاسباتی ارایه نمودند.

– کیفر و چو (۱۹۷۵) با استفاده از منحنی‌های شدت– مدت– فراوانی اقدام به تعیین الگوی زمانی رگبار طراحی شهر شیکاگو نمودند. آنها برای تعیین نقطه اوج بارندگی هیتوگراف رگبار طراحی خود، از داده‌های بارندگی شهر شیکاگو استفاده نموده و با تحلیل‌های فراوانی، پارامتر محل اوج رگبار طراحی (r) را برای این شهر معادل ۰/۳۷۵ (در این الگو زمان تداوم رگبار واحد می‌باشد) محاسبه کردند.

– چاو و ین (۱۹۸۰) در استرالیا برای ۸ ناحیه اصلی آب و هوایی، علاوه‌بر رسم منحنی‌های شدت– مدت– فراوانی، الگوهای توزیع زمانی بارش را برای بارش‌های ۱، ۱۲، ۷۲ ساعته و برای دوره بازگشت ۲۰ و ۵۰ سال در قالب نقشه‌هایی تهیه کرده‌اند.

– دفتر عمران ایالت متحده[1] (۱۹۸۹) ضمن بررسی موقعیت زمانی شدیدترین جزء بارندگی در عظیم‌ترین بارش‌های ثبت شده در آمریکا، بیان داشته که شدیدترین جزء بارش به‌جای وسط، در فاصله یک سوم از انتهای بارندگی (یا دو سوم از زمان شروع بارش) قرار دارد و چنین الگویی را الگوی بیش‌ترین بارش محتمل تلقی کرده که برای محاسبه بیش‌ترین سیلاب محتمل به‌کار می‌رود.

– بزرگ‌زاده (۱۹۹۵) نحوه استخراج الگوهای توزیع زمانی بارش‌های ۲٤ ساعته چند ایستگاه باران‌نگار شمال کشور را براساس روش SCS تشریح نموده و الگوهای تیپ منطقه را به‌طور عموم بین تیپ‌های I و IA گزارش کرد.

– طالب‌بیدختی (۱۹۹۵) با استفاده از روش‌های پیل گریم و هاف، الگوی توزیع زمانی بارش در ۷ ایستگاه استان سمنان را استخراج کرده است. در روش پیل گریم بارش‌های شدید برای ۵ پایه زمانی ۱، ۳، ٦، ۱۲ و ۲٤ ساعته انتخاب و نمودار تجمعی بی‌بعد آنها ترسیم و منحنی متوسط در هر تداوم استخراج گردیده است. براساس نتایج به‌دست آمده از این روش درصد بیشتری از مقدار بارش در

1- USBR

www.SID.ir

Archive of SID

بخش میانی زمان تداوم بارش اتفاق می‌افتد. در روش هاف رگبارها به چهار چارک تقسیم‌بندی شده است. این تقسیم‌بندی براساس این‌که شدیدترین قسمت بارش در کدام یک از چارک‌ها به‌وقوع پیوسته است استوار می‌باشد در این روش بیش‌ترین احتمال وقوع برای چارک سوم و کم‌ترین فراوانی برای چارک‌های اول و چهارم گزارش شده است.

- ملایی و تلوری (۱۹۹۵) الگوی توزیع زمانی بارش برای ٤ ایستگاه باران‌سنج استان کهکیلویه و بویراحمد را به‌صورت منطقه‌ای با استفاده از روش محاسباتی پیل گریم به‌دست آوردند و نتیجه گرفتند که در بارش‌های با تداوم ۱، ۲، ۳ و ۹ ساعته، حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد دوم بوده و در بارش‌های ٦، ۱۲ و ۱۸ ساعته، حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد سوم و در بارش‌های با تداوم ۲٤ ساعته حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد چهارم به‌وقوع پیوسته است و با افزایش مدت تداوم بارش، حداکثر مقدار بارش از ۲۵ درصد دوم زمان تداوم به‌سمت انتهای مدت تداوم (۲۵ درصد چهارم) انتقال می‌یابد.

- رضیئی (۲۰۰۰) الگوی توزیع زمانی بارش را در ۱۳ ایستگاه باران‌نگار استان تهران با استفاده از روش‌های احتمالاتی هاف و محاسباتی پیل گریم برای بارش‌های ۱، ۲، ٦ و ۱۲ ساعته مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفت که در رگبارهای ۱ ساعته حداکثر مقدار بارش در چارک اول و یا دوم، در رگبارهای ۲ ساعته حداکثر در چارک دوم و سوم و در پایه‌های زمانی ٦ و ۱۲ ساعته حداکثر در چارک دوم و سوم می‌باشد. در این بررسی مقدار بارش حداکثر در چارک‌های دوم و سوم رگبارها گزارش شده و تعداد رگبارهایی که حداکثر مقدار بارش در آنها در چارک‌های اول و چهارم قرار دارند اندک بود و با افزایش پایه زمانی رگبار نقطه اوج بارندگی به انتهای رگبار میل پیدا می‌کند.

- بنی‌اسدی و همکاران (۲۰۰۳) الگوی توزیع زمانی بارش را به روش ترسیمی پیل گریم برای استان کرمان استخراج کردند. آنها مقدار بارش حداکثر را برای تداوم‌های ۱ و ۲ ساعته در ۲۵ درصد اول تداوم، برای تداوم‌های ٦، ۹ و ۱۲ ساعته، حداکثر مقدار بارش را در ۲۵ درصد دوم، برای تداوم ۱۸ و ۲٤ ساعته، حداکثر مقدار بارش را به‌ترتیب در ۲۵ درصد چهارم و سوم گزارش نمودند.

- تلوری و همکاران (۲۰۰۳) الگوی توزیع زمانی بارش را برای حوزه‌های شرقی و غربی دریای خزر با استفاده از روش‌های هاف و پیل گریم تهیه کردند و گزارش نمودند که الگوهای میانگین بارش‌های با تداوم بیش از ۱۲ ساعته دارای توزیع زمانی به‌نسبت یکنواخت بوده و در بارش‌های کمتر از ۱۲ ساعت بیش از ۵۰ درصد از مقدار بارش در یک دوم مرکز بارش به‌وقوع می‌پیوندد.

www.SID.ir

Archive of SID

- حاتمی‌یزد و همکاران (۲۰۰۵) برای تعیین الگوی توزیع زمانی بارش در پایه‌های زمانی ۱، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۸ و ٢٤ ساعته در استان خراسان بزرگ با استفاده از گراف‌های باران‌نگار ۱۸ ایستگاه باران‌سنج ثبات و تعیین عمق بارش در فواصل زمانی مشخص و تقسیم‌بندی به چهار چارک (چارک اول، دوم، سوم و چهارم) و اعمال روش رتبه‌بندی به نتایج زیر دست یافت:

الف- در اغلب بارش‌های کوتاه‌مدت که زمان بارندگی کمتر از ٤ ساعت است شدت بارندگی در ۲۵ درصد اول (چارک اول) حداکثر می‌باشد. ب- در بارش‌های بلندمدت (مدت زمان بیش از ٤ ساعت)، بیش‌ترین شدت بارش در ۲۵ درصد دوم (چارک دوم) به‌وقوع می‌پیوندد. ج- به‌طورکلی در استان خراسان بزرگ که از نظر اقلیمی خشک و نیمه‌خشک می‌باشد، در نیمه اول بارندگی بیش از ۵۰ درصد بارش اتفاق می‌افتد.

- گلکار (۲۰۰٦) برای تعیین الگوهای توزیع زمانی در شهرهای بم، تهران، شیراز و گرگان با تداوم‌های ۱، ۳، ٦، ۱۲، ٢٤، ٤٨ ساعته از روش‌های پیل گریم و هاف استفاده کرد و نتیجه گرفت که: همه الگوهای ۵۰ درصد چارک‌های مختلف تهران و گرگان بسیار شبیه به‌هم بوده و می‌توان این الگوها را در صورت نبود یکی به‌جای دیگری جایگزین کرد. با مقایسه نمودار احتمال تجربی ۵۰ درصد روش هاف مشاهده کردند که به‌جز تداوم ٤٨ ساعته تهران، سایر تداوم‌های ایستگاه‌های تحت بررسی شباهت زیادی به‌هم ندارند.

براساس نتایج به‌دست آمده از تحقیق‌های انجام شده توسط محققان، ملاحظه می‌شود که روش‌های مختلفی جهت تعیین الگوی توزیع زمانی رگبارها وجود داشته که در هر منطقه با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، اهمیت در طرح‌های منابع آب و همچنین آمار موجود، نتایج با هم اختلاف داشته و نتایج به‌دست آمده در حوزه‌های دیگر کاربرد ندارد. با توجه به آب و هوای خشک و بیابانی استان سیستان و بلوچستان، هدف از تهیه این مقاله به‌کارگیری روش محاسباتی پیل گریم، برای تعیین مناسب‌ترین الگوی توزیع زمانی بارش‌های رگباری در استان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: استان سیستان و بلوچستان با مساحتی حدود ۱۸۱٤۷۱ کیلومترمربع (اندکی بیش از ۱۱/٤ درصد مساحت کشور) در حد فاصل بین ´۰۳ °۲۵ تا ´۲۷ °۳۱ عرض شمالی و ´۵۰ °۵۸ تا ´۲۱ °٦۳ طول شرقی واقع شده است. این استان در جنوب‌شرقی کشور و در جوار دریای عمان و همسایگی پاکستان و افغانستان قرار داشته و دارای ۳۰۰ کیلومتر مرز آبی با دریای عمان در جنوب و ۱۸۰۰ کیلومتر

www.SID.ir

Archive of SID

مرز خاکی با کشورهای پاکستان و افغانستان (در شرق) و نیز استان‌های خراسان (در شمال)، کرمان و هرمزگان (در غرب) می‌باشد و از نظر جمعیتی جزو کم تراکم‌ترین استان‌های کشور محسوب می‌شود. موقعیت جغرافیایی استان به گونه‌ای است که متأثر از چهار جریان متفاوت آب و هوایی مدیترانه‌ای، مانسون، خلیج عمانی و سیبری می‌باشد. آب و هوای استان از نوع آب و هوای بیابانی است. کم‌ترین ارتفاع استان از سطح دریا ۷ متر در شهرستان چابهار و بیش‌ترین ارتفاع ۱٤۰۰ متر از سطح دریا مربوط به شهرستان خاش می‌باشد (شکل ۱).

روش تحقیق: به‌منظور استخراج الگوهای توزیع زمانی بارش نیاز به استخراج آمار بارش‌های ساعتی ایستگاه‌های باران‌سنج می‌باشد که در این تحقیق از داده‌های ٤ ایستگاه ثبات سازمان هواشناسی با ثبت دوره‌های ۱۰ دقیقه‌ای و ۵ ایستگاه وزارت نیرو با ثبت دوره‌های ۱۵ دقیقه‌ای استفاده[۱] شده که کم‌ترین تعداد رگبار مربوط به سراوان با ۵۷ رگبار می‌باشد (جدول‌های ۱ و ۳).

در انتخاب رگبارها جهت تجزیه و تحلیل و تعیین الگوهای توزیع زمانی، ابتدا رگبارهایی که باران در طول مدت بارندگی پیوسته بوده (هیچ قطع‌شدگی در طول بارش اتفاق نیفتاده باشد) مشخص و سپس همه رگبارهای منفرد با توجه به پایه زمانی اتفاق افتاده استخراج شدند. هر یک از رگبارها براساس مدت واقعی رگبار و محدوده زمانی مورد قبول (جدول ۲) و همچنین دارا بودن شرط رابطه (۱) در یکی از گروه‌های بارش با تداوم‌های ۱، ۲، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۸ و ۲٤ ساعته قرار گرفت. در ضمن در صورتی‌که رابطه (۱) برقرار نباشد دو رگبار یک واقعه در نظر گرفته می‌شوند (ملایی و تلوری، ۱۹۹۵).

$$D_f > 1/(N*D) \qquad (۱)$$

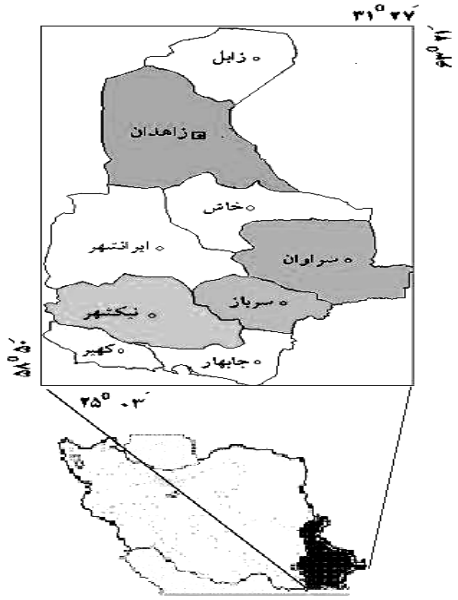
که در آن، D_f: مدت زمان وقفه بین دو واقعه بارش، D: مدت کل بارش، N: ضریب مربوط به هر گروه تداوم (جدول ۲).

در مجموع تعداد ۱۱۳٦ رگبار مربوط به ۹ ایستگاه باران‌سنج ثبات استخراج گردید و در تداوم‌های متفاوت ذکر شده در بالا دسته‌بندی (جدول ۳) و به منحنی‌های بدون بعد تبدیل گردیدند. در این منحنی‌ها، محور عرض درصد بارش از کل مقدار آن و محور طول درصد مدت بارش از کل تداوم می‌باشد برای تهیه منحنی‌های بدون بعد، ابتدا از همه مقادیر بارندگی‌های به‌وقوع پیوسته در یک تداوم مشخص میانگین گرفته و بارش‌هایی که بیشتر از میانگین باریده‌اند به‌عنوان بارندگی شدید انتخاب شدند.

۱- آمار مربوطه از واحد آمار سازمان هواشناسی و سازمان آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان اخذ گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان سیستان و بلوچستان.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های باران‌نگار موجود در استان سیستان و بلوچستان.

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	دوره آماری	تعداد سال آماری	سازمان مربوطه
۱	زاهدان	۶۰° ۵۳´	۲۹° ۲۸´	۱۳۷۰/۰	۶۱-۷۸	۱۷	هواشناسی
۲	زابل	۶۱° ۲۹´	۳۱° ۰۲´	۴۸۹/۲	۴۷-۷۸	۳۱	هواشناسی
۳	ایرانشهر	۶۰° ۴۲´	۲۷° ۱۲´	۵۹۱/۱	۵۹-۷۲	۱۴	هواشناسی
۴	چابهار	۶۰° ۳۷´	۲۵° ۱۷´	۸/۰	۶۱-۷۷	۱۷	هواشناسی
۵	خاش	۶۱° ۰۰´	۲۸° ۳۴´	۲۱۰۰/۰	۷۳-۸۵	۱۳	وزارت نیرو
۶	سراوان	۶۲° ۱۹´	۲۷° ۲۵´	۱۱۹۵/۰	۶۴-۸۳	۲۰	وزارت نیرو
۷	نیکشهر	۶۰° ۲۸´	۲۶° ۱۲´	۴۸۰/۰	۶۲-۸۵	۲۴	وزارت نیرو
۸	سرباز	۶۱° ۱۵´	۲۶° ۳۸´	۸۷۰/۰	۶۴-۸۵	۲۰	وزارت نیرو
۹	کهیر	۶۰° ۰۸´	۲۵° ۰۳´	۲۴/۰	۶۲-۸۴	۲۳	وزارت نیرو

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- محدوده زمانی مورد قبول (ملایی و تلوری، ۱۹۹۵).

تداوم بارش (ساعت)	محدوده مورد قبول (ساعت)	N (ضریب گروه تداوم جهت استفاده در رابطه (۱))
۱	<۱/۵	۱
۲	۱/۵-۲/۵	۲
۳	۲/۵-٤	۳
٦	٤-۷/۵	٤
۹	۷/۵-۱۰/۵	۵
۱۲	۱۰/۵-۱٤	٦
۱۸	۱٤-۲۰	۷
۲٤	> ۲۰	۸

جدول ۳- پراکنش رگبارها در تداوم‌های مختلف ایستگاه‌های استان سیستان و بلوچستان.

ردیف	ایستگاه	تداوم بارندگی (ساعت)								جمع
		۱	۲	۳	٦	۹	۱۲	۱۸	۲٤	
۱	زاهدان	۸٦	٤٤	٤۰	۳۰	۳	۲	۱	۱	۲۰۷
۲	زابل	٤۰	۳۰	۲۳	٤۵	۲۹	۱۵	۱۲	۱۱	۲۰۵
۳	خاش	۳٤	۱۷	۲۰	۱٤	٦	۳	۲	۵	۱۰۱
٤	سراوان	۲٦	۹	۹	۱۱	–	۱	۱	–	۵۷
۵	ایرانشهر	۳۹	۱۳	۱۷	۳۰	۹	٦	۲	۲	۱۱۸
٦	چابهار	۵٤	۲۰	۲۳	۲۹	۱۰	۱۰	٤	۳	۱۵۳
۷	نیکشهر	۵۹	۲۳	۱۲	۱۰	۱	۳	–	–	۱۰۸
۸	سرباز	۷۳	۲۲	۱۱	۱٦	۳	۱	۲	–	۱۲۸
۹	کهیر	۳۷	۷	۵	٦	۲	۱	–	۱	۵۹
	جمع	٤٤۸	۱۸۵	۱٦۰	۱۹۱	٦۳	٤۲	۲٤	۲۳	۱۱۳٦

تعیین الگوی توزیع زمانی به روش محاسباتی: استخراج الگوی زمانی میانگین به روش محاسباتی مبتنی بر تجزیه بارندگی‌های شدید به اجزاء یا بلوک‌های بارندگی بوده که برای این کار ابتدا رگبارهای انتخابی در هر پایه زمانی به‌ترتیب نزولی مرتب و تاریخ وقوع، مقدار کل بارش در رگبار ثبت شده (ستون‌های ۳-۱ در جدول ٤)، بعد طول دوره بارندگی در هر پایه زمانی به چهار دوره زمانی کوچک‌تر (چارک) تقسیم و مقدار بارش‌های هر جزء، به‌ترتیب زمان وقوع رگبار به‌دست می‌آید

www.SID.ir

Archive of SID

(ستون‌های ٤ تا ٧)، مقدار بارندگی در چارک‌ها براساس میزان بارش دریافتی، در ستون‌های ٨ تا ١١ جدول ٤ رتبه‌بندی می‌شوند که به بیش‌ترین بارندگی رتبه ١ و به کم‌ترین رتبه ٤ داده می‌شود از آنجایی‌که مجموع رتبه‌ها باید ١٠ باشد در صورتی‌که در چند چارک بارندگی مساوی باشد رتبه باقی‌مانده از ١٠ به نسبت مساوی بین آن چارک‌ها تقسیم شده و به‌عنوان رتبه چارک ثبت می‌شود. برای مثال اگر چارک ١ (ستون ٤ در جدول ٤) دارای کم‌ترین مقدار بارندگی در چارک‌ها، و چارک ٤ (ستون ٧ در جدول ٤) دارای بیشترین مقدار و چارک‌های ٢ و ٣ دارای بارندگی مساوی باشند در ستون‌های مربوط به شماره رتبه (ستون‌های ١١–٨)، در ستون ٨ رتبه ٤ و در ستون ١١ رتبه ١ و ستون‌های ٩ و ١٠ (به‌دلیل مساوی بودن بارش) دارای رتبه مساوی یعنی ٢/٥=(٤+١)–١٠ خواهند داشت. درصد بارش در هر جزء نسبت به کل بارش رگبار محاسبه و به‌ترتیب رتبه ١ الی ٤ از صعودی به نزولی در هر ردیف در ستون‌های ١٢ تا ١٥ جدول ٤ ثبت می‌شوند. میانگین، انحراف معیار و درصد بارندگی در هر رتبه (ستون‌های ٣ الی ١٥) محاسبه و در ردیف‌های پایین جدول ثبت می‌شوند و برای تعیین رتبه شاخص به کم‌ترین مقدار میانگین شماره رتبه بارش (ستون‌های ١٥–٨)، عدد ١ و به بیش‌ترین مقدار، عدد ٤ داده و با توجه به رتبه شاخص و درصد بارش در هر رتبه، الگوی توزیع زمانی بارش به‌دست می‌آید.

آزمون معنی‌داری الگوهای توزیع زمانی: با توجه به این‌که الگوهای توزیع زمانی بارش از یک جامعه آماری با توزیع کاملاً تصادفی از رتبه‌ها و چارک‌ها در هر رگبار تشکیل شده است انجام آزمون معنی‌داری الگوهای به‌دست آمده ضروری به‌نظر می‌رسد برای اطمینان از دقت الگوهای به‌دست آمده، نتایج را در همه تداوم‌ها و تمام ایستگاه‌ها مورد آزمون قرار می‌دهند که در این تحقیق از آزمون کای‌اسکوئر (X^2) برای تعیین دقت الگوهای استخراج شده استفاده گردید. برای این کار، از یک جدول توافقی (جدول ٥) که بر مبنای داده‌های جدول ٤ تنظیم شده استفاده می‌شود. در این جدول، فراوانی وقوع هر رتبه در چارک‌های مختلف رگبارهای تداوم ١٢ ساعته را محاسبه و با استفاده از اعداد این جدول، آزمون مربع کای‌اسکوئر مورد آزمایش قرار می‌دهد (جدول ٦). هدف این است که روشن شود آیا رابطه‌ای میان دو معیار مورد نظر (رتبه‌ها و چارک‌ها) وجود دارد یا از هم مستقل می‌باشند و نتیجه نهایی هیچ ارتباطی با جابجا نمودن جای رتبه‌ها یا چارک‌ها ندارد. بنابراین فرض صفر، مستقل بودن دو پارامتر (رتبه و چارک) را به‌وسیله رابطه (٢) در جدول ٥ مورد آزمون قرار می‌دهد:

www.SID.ir

Archive of SID

$$X^2 = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\frac{(N_{ij} - \frac{N_i.N_j}{n})^2}{\frac{N_i.N_j}{n}} \qquad (۲)$$

که در آن، r= تعداد ردیف‌ها، c= تعداد ستون‌ها، N_{ij} = تعداد رخدادهای (فراوانی‌ها) خاص در ردیف i ام و ستون j ام، N_i = تعداد رخدادها (فراوانی‌ها) در ردیف i ام، N_j = تعداد رخدادها (فراوانی‌ها) در ستون j ام، n= تعداد کل رخدادهای (فراوانی‌ها) (جدول ۵).

این کمیت یک توزیع کای‌اسکوئر با درجه آزادی (r–۱)(c–۱) است که توسط آن می‌توان پی برد که آیا n (تعداد رگبارها) به اندازه کافی بزرگ است و فرض صفر در آن صحت دارد یا خیر. در این تحقیق درجه آزادی ۹=(۱–٤)(۱–٤) می‌باشد (در جدول ۵، r=٤ و c=٤). مربع کای جدول توافقی با استفاده از رابطه ۲ برای هر تداوم محاسبه و با مقدار X^2 جدول آماری با سطح معنی‌دار ۵ درصد مقایسه گردیده است. چنان‌چه مقدار X^2 محاسبه شده بزرگ‌تر از مقدار X^2 جدول آماری باشد رابطه معنی‌داری میان ترتیب قرار گرفتن اعداد در ردیف‌ها و ستون‌ها در سطح ۵ درصد وجود دارد و الگوی توزیع زمانی استخراج شده قابل استفاده در طراحی‌های هیدرولوژیکی بوده و از قابلیت اعتماد زیادی برخوردار است در غیر این صورت، الگوی توزیع زمانی به‌دست آمده واقعی نبوده و نمی‌توان از آن در طراحی‌ها استفاده کرد.

نتایج و بحث

در این تحقیق رگبارهای ۹ ایستگاه به تداوم‌های ۱، ۲، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲٤ ساعته تفکیک شده و نتایج زیر در تهیه الگوی توزیع زمانی با استفاده از روش محاسباتی پیل گریم به‌دست آمد.

شکل‌های ۲، ۳ و ٤ به‌ترتیب منحنی‌های رگبارهای ۱۲ ساعته و رگبار متوسط، هیستوگرام و منحنی تجمعی الگوی نهایی تداوم ۱۲ ساعته زابل را نشان می‌دهد که الگوی نهایی توزیع زمانی مشتق از ۱۵ رگبار در تداوم ۱۲ ساعته در چهار چارک ۳ ساعته شهرستان زابل به‌ترتیب ۸/۸۱ درصد، ٤۹/۳۲ درصد، ۲٦/٦۸ درصد و ۱۵/۱۹ درصد به‌دست آمده که بیش‌ترین مقدار در چارک دوم می‌باشد. با توجه به الگوهای توزیع زمانی به‌دست آمده برای تداوم‌های مختلف ایستگاه‌های استان، در جدول ۷ چارک دارای بیش‌ترین عمق بارش در تداوم‌های مختلف مشخص و در جدول ۸ تعداد وقوع چارک حداکثر در تداوم‌های مختلف ایستگاه‌های مورد مطالعه استان با توجه به جدول ۷ به‌دست آمده و مشخص می‌شود که در همه ایستگاه‌ها، چارک اول و دوم دارای بیش‌ترین فراوانی و چارک چهارم

www.SID.ir

Archive of SID

کم‌ترین فراوانی وقوع را دارند که نشان‌دهنده این است که بیشتر بارش‌های ثبت شده در این ایستگاه‌ها، کوتاه‌مدت و بارش‌های با تداوم زیاد، کمتر اتفاق افتاده و یا ثبت شده است. در استان سیستان و بلوچستان به‌دلیل شرایط اقلیمی منطقه، بارندگی‌ها به‌صورت رگباری و کوتاه‌مدت هستند بنابراین در چنین شرایط اقلیمی، محدوده زمانی مورد قبول برای الگوهای زمانی براساس جدول ۲ در نظر گرفته می‌شود.

در تداوم‌های ۱ ساعته حداکثر مقدار بارش در چارک اول و دوم رخ می‌دهد. رگبارهای غالب در این تداوم رگبارهای چارک اولی و دومی می‌باشند. مقدار بارش حداکثر تداوم‌های ۲ ساعته در همه ایستگاه‌ها در ۲۵ درصد اول می‌باشد.

آن‌چه از جدول آماری به‌دست آمد نشان می‌دهد که مقدار کای‌اسکوئر با درجه آزادی ۹ در سطح ۵ درصد برابر ۱۶/۹ می‌باشد که در مقایسه با مقدار محاسبه شده در تداوم ۱۲ ساعته ایستگاه زابل (جدول ٦) رابطه معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین ترتیب قرار گرفتن اعداد در ردیف‌ها و ستون‌ها وجود داشته و الگوی به‌دست آمده جهت استفاده در طراحی‌ها و مدل‌های مختلف هیدرولوژیکی، دارای قابلیت اعتماد بالایی می‌باشد. از الگوهایی که X^2 محاسباتی آنها کوچک‌تر از X^2 جدول آماری باشد نباید استفاده کرد و در صورت نیاز از الگوهای پایه‌های زمانی نزدیک به تداوم مورد نیاز که دارای X^2 محاسباتی بزرگ‌تر از X^2 جدول آماری است استفاده شود.

بارش‌هایی که نقطه اوج بارش در نیمه دوم تداوم بارش می‌باشد در حالتی‌که رگبارها مشابه باشند به‌علت اشباع بودن خاک و پایین بودن سرعت نفوذپذیری، می‌توانند سیلاب بیشتری نسبت به بارش‌هایی که نقطه اوج آنها در نیمه اول می‌باشد ایجاد نمایند. در ضمن بارش‌های طولانی‌مدت (تداوم‌های ۱۸ و ٢٤ ساعته به‌علت اشباع کامل خاک) سبب وقوع سیلاب‌های شدید در استان می‌شوند.

در استان سیستان و بلوچستان که دارای آب و هوای بیابانی و خشک می‌باشد در تداوم‌های کوتاه‌مدت (۱، ۲، ۳ و ٦ ساعته)، حدود ۸۰ درصد بارش در ۲۵ درصد اول و دوم بارندگی و در تداوم‌های بلندمدت (۹، ۱۲، ۱۸ و ٢٤ ساعته) در ۲۵ درصد سوم اتفاق می‌افتد که قسمت اول با نتایج بنی‌اسدی و همکاران (۲۰۰۳) مبنی بر این‌که حداکثر مقدار بارش در کرمان در تداوم‌های ۱ و ۲ ساعته در ۲۵ درصد اول تداوم است مطابقت دارد.

در همه ایستگاه‌ها هرچه تداوم بارندگی بیشتر شود مقدار بارش حداکثر به سمت چارک‌های سوم و چهام پیش می‌رود که با نتایج طالب‌بیدختی (۱۹۹۵) مبنی بر این‌که در رگبارهای بلندمدت بیش‌ترین شدت بارش در استان سمنان در حدود وسط و متمایل به آخر می‌باشد، مطابقت دارد.

www.SID.ir

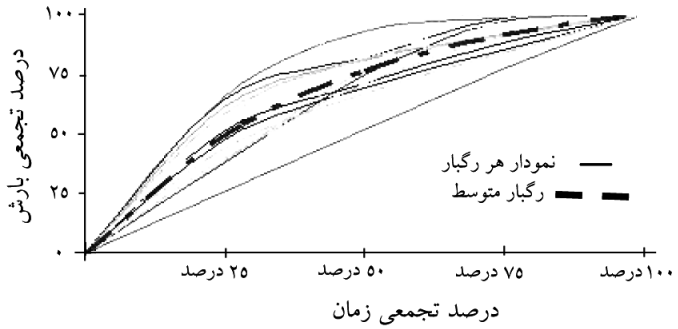
Archive of SID

جدول ٤- روش محاسباتی الگوی توزیع زمانی بارش با تداوم زمانی ۱۲ ساعته زابل.

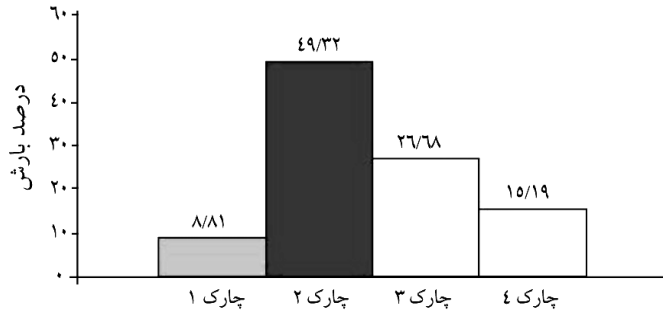
۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥
ردیف	تاریخ وقوع رگبار (ه.ش)	کل بارش (میلی‌متر)	مقدار بارش در هر چارک (میلی‌متر)				شماره رتبه بارش در هر چارک				درصد بارش در هر رتبه			
			چارک ۱	چارک ۲	چارک ۳	چارک ٤	چارک ۱	چارک ۲	چارک ۳	چارک ٤	رتبه ۱	رتبه ۲	رتبه ۳	رتبه ٤
۱	٦٦/۱۲/۲۰	۳۰/۷۰	٦/۰۳	٥/۲۲	۱٥/۷۷	۳/٦۸	۲	۳	۱	٤	٥۱/۳٥	۱۹/٦٤	۱۷/۰۰	۱۱/۹۹
۲	۷۰/۹/۲۷	۱۲/۸۰	۸/۳۷	۰/۲۱	۰/۷۲	۳/٥۰	۱	٤	۳	۲	٦٥/۳۹	۲۷/۳٤	٥/٦۳	۱/٦٤
۳	٤۹/۱۰/۲٦	۱۰/۸۰	٤/٥۰	٦/۰۰	۰/۱٦	۰/۱٤	۲	۱	۳	٤	٥٥/٥٥	٤۱/٦۷	۱/٤۸	۱/۳۰
٤	٤۷/۱۰/۱٦	۱۰/٤۰	۳/۹٥	٤/۰۰	۰/۹۰	۱/٥٥	۲	۱	٤	۳	۳۸/٤٦	۳۷/۹۸	۱٤/۹۱	۸/٦٥
٥	۷۰/۱/۲٦	۱۰/۰۰	۳/۷۸	۲/۲۲	۳/۷۷	۰/۳۳	۲	۳	۱	٤	۳۷/۷۰	۳٦/۸۰	۲۲/۲۰	۳/۳۰
٦	۷٥/۱/۲۸	۸/۱۰	۱/٤۲	۰/۱۷	۱/۳۱	٥/۲۰	۲	٤	۳	۱	٦٤/۲۰	۱۷/٥۳	۱٦/۱۷	۲/۱۰
۷	۷٥/۱۲/۲۳	۷/٦۰	۱/۷۳	۱/۹٦	۱/۹٥	۱/۹٦	٤	۱/٥	۳	۱	۲٥/۷۹	۲٥/۷۹	۲٥/٦٦	۲۲/۲٦
۸	٤۸/۱۲/۱٦	٦/۰۰	۱/۳۰	۲/۸٥	۰/۹٥	۰/۹۰	۲	۱	۳	۲	٤۷/٥۰	۲۱/۷۷	۱٥/۸۳	۱٥/۰۰
۹	٦۹/۱/۱۲	٥/٤۰	۰/٥٦	۱/۰٤	۳/۳۳	۰/٤۷	۳	۲	۱	۲	٦۱/٦۷	۱۹/۲٦	۱۰/۳۷	۸/۷۰
۱۰	۷۳/۱۲/۲٥	٥/۲۰	۰/۸٤	۲/۱٦	۱/۰٤	۱/۱٦	٤	۱	۳	۱	٤۱/٥۳	۲۲/۳۲	۲۰/۰۰	۱٦/۱٥
۱۱	٥٥/۱/۲۰	٥/۱۰	۰/۱۸	۲/۸٦	۱/۳۱	۰/۷٥	٤	۱	۲	۳	٥٦/۰۷	۲٥/٦۹	۱٤/۷۱	۳/٥۳
۱۲	٦۲/۱/٤	٥/۱۰	۰/۱۳	۲/٦۷	۱/۳۹	۰/۹۱	٤	۱	۲	۳	٥۲/۳٥	۲۷/۲٥	۱۷/۸٤	۲/٥٦
۱۳	٦٦/۱۰/۲۰	٤/۸۰	۰/٤٥	۰/۹٥	۱/۹۰	۱/٥۰	٤	۳	۱	۲	۳۹/٥۸	۳۱/۲٥	۱۹/۷۹	۹/۳۸
۱٤	۷٤/۱۲/۲۳	۲/۸۰	۰/٦٥	۰/٤٥	۰/٤۷	۱/۲۳	۲	٤	۳	۱	٤۳/۹۳	۳۳/۲۱	۱٦/۷۹	۱٦/۰۷
۱٥	۷٥/۲/۲۹	۲/۲۰	۰/٥۰	۰/۲۰	۰/۲۱	۱/۲۹	۲	٤	۳	۱	٥۸/٦٤	۲۲/۷۳	۹/٥٤	۹/۰۹
	جمع	۱۲۷/۰۰	۳٤/۲۹	۳۲/۹٦	۳٥/۱۸	۲٤/٥۷	٤۰/۰۰	۳٤/٥۰	۳٦/۰۰	۳۹/٥۰	۷۳۹/۷۳	٤۰۰/۱۳	۲۲۷/۹۲	۱۳۲/۲۲
	میانگین	۸/٤۷	۲/۲۹	۲/۲۰	۲/۳٥	۱/٦٤	۲/٦۷	۲/۳۰	۲/٤۰	۲/٦۳	٤۹/۳۲	۲٦/٦۸	۱٥/۱۹	۸/۸۱
	رتبه شاخص						٤	۱	۲	۳				
	شماره ترتیب (ردیف) چارک دوره زمان						۱	۲	۳	٤				
	الگوی نهایی توزیع زمانی بارندگی (درصد از کل بارش)						۸/۸۱	٤۹/۳۲	۲٦/٦۸	۱٥/۱۹				

www.SID.ir

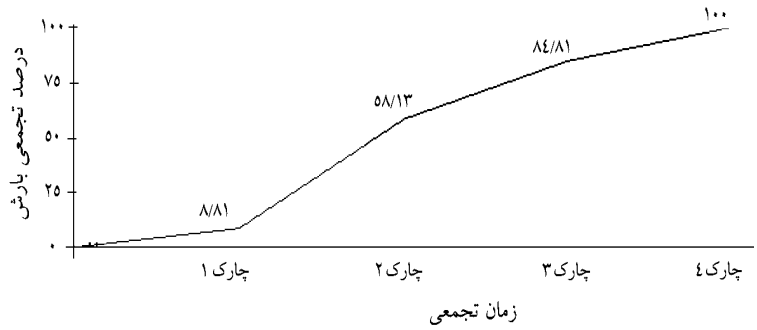
Archive of SID



شکل ۲- منحنی تجمعی متوسط رگبارهای ۱۲ ساعته زابل.



شکل ۳- هیستوگرام الگوی توزیع زمانی ۱۲ ساعته زابل.



شکل ٤- منحنی تجمعی الگوی نهایی تداوم ۱۲ ساعته زابل.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- چگونگی ارتباط رتبه‌ها و چارک‌ها در رگبارهای تداوم ۱۲ ساعته زابل.

چارک / رتبه	چارک ۱	چارک ۲	چارک ۳	چارک ٤	جمع
رتبه ۱	۱	۷	٤	٤	۱٦
رتبه ۲	۸	۱	۲	۳	۱٤
رتبه ۳	۱	۳	۸	۳	۱۵
رتبه ٤	۵	٤	۱	۵	۱۵
جمع	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	٦۰

جدول ٦- آزمون معنی‌داری رگبارهای تداوم ۱۲ ساعته زابل.

چارک / رتبه	چارک ۱	چارک ۲	چارک ۳	چارک ٤	جمع
رتبه ۱	۲/۲۵۰	۲/۲۵۰	--	--	٤/۵۰۰
رتبه ۲	۵/۷۸٦	۱/۷۸٦	۰/٦٤۳	۰/۰۷۱	۸/۲۸٦
رتبه ۳	۲/۰۱۷	۰/۱۵۰	٤/۸۱۷	۰/۱۵۰	۷/۱۳٤
رتبه ٤	۰/٤۱٦	۰/۰۱۷	۲/۰۱۷	۰/٤۱٦	۲/۸٦٦
جمع	۱۰/٤٦۹	٤/۲۰۳	۷/٤۷۷	۰/٦۳۷	۲۲/۷۸٦

جدول ۷- چارک دارای حداکثر عمق بارش در تداوم‌های مختلف.

ردیف	ایستگاه	۱ ساعته	۲ ساعته	۳ ساعته	٦ ساعته	۹ ساعته	۱۲ ساعته	۱۸ ساعته	۲٤ ساعته
۱	زاهدان	۲	۱	٤	۱	٤	۲	۲	۲
۲	زابل	۱	۱	۱	۱	۱	۲	٤	۳
۳	خاش	۲	۱	۲	۱	۳	۲	۳	۲
٤	سراوان	۱	۱	۱	۱	–	۱	٤	–
۵	ایرانشهر	۱	۱	۱	۱	٤	۱	٤	۱
٦	چابهار	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲
۷	نیکشهر	۲	۱	۱	۱	۲	۳	–	–
۸	سرباز	۲	۱	۱	۲	۱	۳	٤	–
۹	کهیر	۳	۱	۱	۳	۱	۱	–	۳

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- تعداد وقوع چارک حداکثر در تداوم‌های مختلف.

تداوم (ساعت)	چارک				جمع
	یک	دو	سه	چهار	
۱	٤	٤	۱	–	۹
۲	۹	–	–	–	۹
۳	۷	۱	–	۱	۹
٦	۷	۱	۱	–	۹
۹	٤	۱	۱	۲	۸
۱۲	٤	۳	۲	–	۹
۱۸	۱	۱	۱	٤	۷
۲٤	۱	۳	۲	–	٦
جمع	۳۷	۱٤	۸	۷	٦٦

منابع

1.Baniasadi, M., Mehdipoor, A., and Maadanchi, P. 2003. Rainfall temporal pattern in Kerman province, P 645-662. In: Proceeding of the eighty national conference of Irrigation and reduction of Evaporation, Kerman.

2.Bozorgzade, M. 1995. Rainfall temporal pattern for estimation of flood. Journal of water & development, 1: 3. 35-49.

3.Chow, V.T., and Yen, B.C. 1980. Design Hyetograph for small Drainage Structures. ASCE, Journal of Hydraulics Division, 106: 6. 1055-1076.

4.Golcar, F. 2006. To study frequency distribution of storm and determination of temporal pattern of rainfall in some parts of Iran (Bam, Tehran, Shiraz, and Gorgan). P 1478-1486. Water management conference (Isfahan), (In Persian)

5.Hatami-Yazd, A., Taghvaii-Abrishami, A.A., and Ghahreman, B. 2005. Rainfall temporal pattern in big Khorasan province. Journal of iranian water resources research, 1: 3. 54-64. (In Persian)

6.Hirschfield, D.M. 1962. Extreme Rainfall Relationships. ASCE, Journal of Hydraulics Division, 88: 6. 73-92.

7.Keifer, C.J., and Chu, H.H. 1975 Synthetic storm pattern for drainage design, Journal of Hydraulics Division, ASCE, 88: 4. 1-25.

8.Mollaei, A., and Telvari, A. 1995. To study and determination of rainfall temporal pattern in Kohkilouiea & Bovirahmad province using Pilgrim method. Journal of water and Watershed, 2: 55-49.

9.Pilgrim, D.H., and Cordery, I. 1975. Rainfall Temporal Patterns for Design Floods, Journal of Hydraulic- Division, ASCE, 101: 1. 81-95.

www.SID.ir

Archive of SID

10.Razeei, T. 2000. Determination of spatial and temporal pattern of rainfall in Tehran province. M.Sc. Thesis of hydroclimetology. Tarbiat Modarres University. Natural geography Dep. 294p. (In Persian)
11.Taleb-Baidokhti, M. 1995. Determination of 24 hours rainfall temporal pattern in semnan province. M.Sc. Thesis of Watershed management, Tarbiat Modarres University, 193p. (In Persian)
12.Telvari, A., Ghanbarpoor, M., Gheyasi, N., Abbasi, A., and Arabkhedri, M. 2003. Rainfall temporal pattern in the north of country. Soil and watershed research center, second report of a research project, Tehran, 316p. (In Persian)
13.USBR. 1989. Flood Hydrology Manual, GPO, Washington, 1: 2. 324-343.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 17(1), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Rainfall Temporal Distribution Patterns in Sistan & Balouchestan Province (Iran)

***A. Khaksafidi[1], N. Noura[2], N. Biroudian[3] and A. Najafi Nejad[2]**

[1]Former M.Sc. Student, Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Choice of a design rainfall is a basic step in many commonly used methods for estimation of design floods. Determination of rainfall temporal pattern is of particular importance to estimate flood specially for urban and rural floods, design of runoff excrement systems, culverts and drains, and also soil erosion studies and estimation of storms flooding potential. In this research, 9 rain gauges' graphs were used to determine rainfall temporal pattern in Sistan and Baluchestan province scattered throughout the province (From Meteorology organization and Energy ministry for scince 1968-2006 years). All intensive storms for each station were studied with 1-hour, 2-hour, 3-hour, 6-hour, 9-hour, 12-hour, 18-hour and 24-hour durations (1136 storms in addition). The method used was based on storms separation into four quarters and estimation of rainfall percentage for each quartile and quartile ranking, then ranks averaging in each quartile, specifying index rank and at last, obtaining final pattern for each duration.To statistically evaluate obtained patterns with durations of interest, Chi square test was used after establishing a contingency table. Results show that in all stations, maximum 1-hour and 2-hour precipitation occur in first and second quartiles and first quartile, respectively. In addition, in Sistan and Baluchestan province with hot and dry climate, almost 80 percent of short-term (1, 2, 3, 6-hour) precipitation takes place in first and second quartiles while long-term (9, 12, 18, 24-hour) precipitation occurs in third quartile.

***Keywords**:* Temporal distribution pattern, Sistan & Balouchestan Province, Ranking Method, Rainfall Storm

* Corresponding Author; Email: a_khaksafidi@yahoo.com

www.SID.ir