

بررسی و تعیین الگوی توزیع زمانی بارش در استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از روش محاسباتی پیل گریم

علی ملائی^۱، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد
عبدالرسول تلوری، دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۰۲/۳۱

دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۱۰/۲۹

چکیده

اولین گام در برآورد سیلاب طراحی یک حوضه، تهیه باران یا رگبار طراحی است. باران طراحی که خود مولد سیلاب طراحی است، دارای ویژگی‌هایی نظیر چگونگی توزیع زمانی مقدار باران در طول مدت بارندگی است. در این تحقیق، با استفاده از داده‌های باران‌نگار چهار ایستگاه باران‌سنجی ثابت در استان کهگیلویه و بویراحمد به منظور تعیین الگوی توزیع زمانی بارش از روش محاسباتی Pilgrim استفاده شده است. برای این منظور کلیه رگبارهای شدید با تداوم کم‌تر از ۳۰ ساعت هر ایستگاه به رگبارهای یک، دو، سه، شش، نه، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعته تقسیم و سپس اقدام به تهیه الگوی توزیع زمانی برای استان شد. روش محاسباتی فوق مبتنی بر تجزیه بارندگی‌های شدید به اجزاء یا بلوک‌های بارندگی و شمارش فراوانی وقوع بزرگ‌ترین جزء بارش در موقعیت‌های مختلف زمانی در طول مدت بارش است. نتایج نشان می‌دهد که در بارش‌های با تداوم ۱، ۲، ۳ و ۹ ساعته حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد دوم به وقوع پیوسته است. در بارش‌های شش، ۱۲ و ۱۸ ساعته حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد سوم و در بارش‌های با تداوم ۲۴ ساعته حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد چهارم به وقوع پیوسته است. در واقع با افزایش مدت تداوم بارش، حداکثر مقدار بارش از ۲۵ درصد دوم مدت زمان تداوم به سمت انتهای مدت تداوم (۲۵ درصد چهارم) انتقال می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: تداوم، روش رتبه‌بندی، رگبار طراحی، حوضه، سیلاب طراحی

مقدمه

برای برآورد سیلاب طراحی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. یکی از روش‌های معمول و رایج، تبدیل باران طراحی به سیلاب طراحی است. باران طراحی باید دارای ویژگی‌هایی باشد که یکی از این ویژگی‌ها نحوه توزیع مقدار آن در طول مدت بارندگی است. تعیین الگوی توزیع زمانی بارش برای برآورد سیلاب، خصوصاً سیلاب‌های شهری و روستایی به منظور طراحی سامانه‌های دفع روان‌آب و آب‌گذرها و همچنین مطالعات فرسایش خاک و تعیین پتانسیل سیل‌خیزی رگبارها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هیتوگراف باران طراحی به‌طور قابل توجهی بر روی شکل و مقدار اوج هیدروگراف روان‌آب مؤثر است.

برای تهیه الگوی توزیع زمانی بارش تاکنون روش‌های متعددی ارائه شده است. در این رابطه می‌توان به روش توزیع زمانی احتمالاتی Huff (۱۹۶۷) روش میانگین ترسیمی و محاسباتی Pilgrim و Cordery (۱۹۷۵)، استفاده از روابط شدت - مدت - فراوانی (IDF)، استفاده از ضریب بزرگ‌نمایی ثابت (در کشور ژاپن) و یا متغیر (در کشور چین)

^۱ molaei_ali36@yahoo.com

برای داده‌های محلی و استفاده از الگوهای تیپ موجود (ایالات متحده و انگلستان) برای باران طراحی اشاره نمود. تا کنون به‌طور جدی استخراج الگوهای توزیع زمانی بارش در ایران انجام نگرفته است.

در تحقیقی Pilgrim و Cordery (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 را به روش ترسیمی و محاسباتی ارائه نمودند. Huff (۱۹۶۷) به روش توزیع احتمالاتی، الگوی توزیع زمانی بارش در منطقه‌ای به‌وسعت ۱۰۳۲ کیلومتر مربع در شرق Illinois و به‌کمک داده‌های ۴۹ ایستگاه باران سنجی استخراج نمود.

بزرگ‌زاده (۱۳۷۴)، نحوه استخراج الگوی توزیع زمانی باران طراحی ۲۴ ساعته را بر اساس داده‌های بارندگی در منطقه شمال کشور تشریح نموده و تناسب برخی از الگوهای تیپ بارندگی ۲۴ ساعته را با شرایط منطقه فوق‌الذکر بررسی کرده است. به‌این منظور داده‌های بارندگی حداکثر سالیانه یک، دو، شش، ۱۲ و ۲۴ ساعته مربوط به ایستگاه‌های بابلسر، رامسر، سنگده، رشت، و انزلی را طی یک دوره مشترک آماری استخراج نموده و پس از تحلیل فراوانی، مقادیر بارندگی را با دوره‌های بازگشت دو تا ۲۰۰ سال برآورد نموده است. وی برای سهولت مقایسه این ارقام با یک‌دیگر، نتایج تحلیل فراوانی را به‌صورت نسبت بارش t ساعته به بارش ۲۴ ساعته تبدیل کرده است. نسبت بارش‌های کوتاه مدت به بارندگی ۲۴ ساعته برای نواحی شرقی منطقه بابلسر و رامسر بیش‌تر از نسبت‌های نظیر آن‌ها در نواحی غربی (رشت و انزلی) گزارش شده است. نسبت‌های حاصل از داده‌های منطقه بین تیپ‌های I و IA قرار گرفته، تیپ I منحنی پوش نسبت‌های منطقه تلقی می‌شود و تیپ II برای این منطقه مناسب نیست.

طالب‌بیدختی (۱۳۷۴)، با استفاده از روش‌های ارائه شده به‌وسیله Pilgrim و Huff، الگوی توزیع زمانی بارش در هفت ایستگاه استان سمنان را استخراج کرده است. در روش Pilgrim بارش‌های شدید برای پنج پایه زمانی یک، سه، شش، ۱۲ و ۲۴ ساعته انتخاب نمود و نمودار تجمعی بی‌بعد آن‌ها را ترسیم کرد و منحنی متوسط در هر تداوم را استخراج کرد. بر اساس نتایج حاصل از این روش درصد بیش‌تری از مقدار بارش در بخش میانی زمان تداوم بارش اتفاق می‌افتد. در روش Huff رگبارها به چهار چارک تقسیم‌بندی شده است. این تقسیم‌بندی بر اساس این‌که شدیدترین قسمت بارش در کدام یک از چارک‌های اول، دوم، سوم و چهارم به‌وقوع پیوسته است، استوار است. در این روش بیش‌ترین احتمال وقوع برای چارک سوم و کم‌ترین فراوانی برای چارک‌های اول و چهارم گزارش شده است.

اسکندری (۱۳۷۷)، با استفاده از روش محاسباتی الگوی زمانی Pilgrim، الگوی توزیع زمانی بارش را در ایستگاه سینوپتیک مهرآباد به‌دست آورد. الگوهای به‌دست آمده نشان می‌دهند که موقعیت زمانی وقوع بلوک بیشینه رگبار در بارندگی‌های با زمان تداوم مختلف متفاوت است. بلوک بیشینه بارش‌های هشت ساعته در انتهای بارندگی مشاهده شده‌اند، در صورتی‌که این وضعیت برای بارندگی با تداوم ۱۲ ساعته در ابتدای بارش رخ داده است. در بارندگی‌های کوتاه مدت‌تر دو، سه و چهار ساعته بارندگی بیشینه در میانه تداوم زمانی بوقوع پیوسته است.

امین و همکاران (۱۳۷۹)، الگوی توزیع زمانی بارش در چهار ایستگاه استان فارس را با استفاده از روش احتمالاتی Huff استخراج نمودند. آن‌ها با بررسی ۳۸۷ بارندگی در استان فارس نتیجه گرفتند که به‌علت تنوع آب و هوایی در استان امکان برآزش یک منحنی به کل داده‌ها به‌عنوان منحنی معرف برای استان میسر نیست.

رضیئی (۱۳۷۹) الگوی توزیع زمانی بارش را در ۱۳ ایستگاه باران‌نگاری استان تهران با استفاده از روش‌های احتمالاتی Huff و محاسباتی Pilgrim برای بارش‌های یک، دو، شش و ۱۲ ساعته مورد بررسی قرار داد. در این بررسی حداکثر مقدار بارش 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. نتایج روش احتمالاتی Huff و روش محاسباتی یک‌سان بود. تلوری و همکاران (۱۳۸۱)، الگوی توزیع زمانی بارش را برای حوضه‌های شرقی و غربی دریای خزر با استفاده از روش‌های Huff و Pilgrim تهیه کردند و نتایج آن را با الگوهای SCS مقایسه کردند. آن‌ها گزارش نمودند که الگوهای میانگین بارش‌های با تداوم بیش از ۱۲ ساعته دارای توزیع زمانی نسبتاً یک‌نواخت بوده و در بارش‌های کم‌تر از

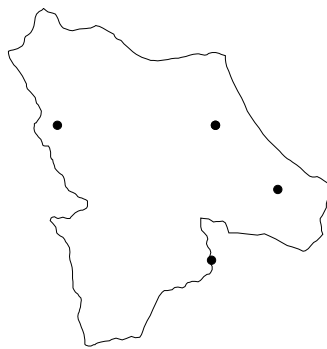
۱۲ ساعت بیش از ۵۰ درصد از مقدار بارش در یک دوم مرکز بارش به وقوع می‌پیوندد. الگوهای احتمالاتی نیز نشان می‌دهد که اکثر رگبارهای شدید به ترتیب جزو بارش‌های چارک سوم و دوم است.

بنی‌اسدی و همکاران (۱۳۸۲)، الگوی توزیع زمانی بارش را به روش ترسیمی Pilgrim برای استان کرمان استخراج نمودند. آن‌ها حداکثر مقدار بارش را برای تداوم‌های یک و دو ساعته در ۲۵ درصد اول تداوم، برای تداوم‌های شش، نه و ۱۲ ساعته حداکثر مقدار بارش را در ۲۵ درصد دوم، برای تداوم ۱۸ و ۲۴ ساعته حداکثر مقدار بارش را به ترتیب در ۲۵ درصد چهارم و سوم گزارش نمودند. در این بررسی نیز الگوی توزیع زمانی بارش در چهار ایستگاه باران‌نگاری استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از روش Pilgrim به صورت منطقه‌ای تهیه شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: منطقه مورد تحقیق در محدوده استان کهگیلویه و بویراحمد با وسعتی حدود ۱۶۲۶۴ کیلومتر مربع و مختصات جغرافیائی ۵۲° و ۴۹° تا ۵۴° و ۵۱° طول شرقی و ۴۶° و ۲۹° تا ۲۸° و ۳۱° عرض شمالی در جنوب غربی ایران است. بلندترین نقطه استان با ارتفاع ۴۴۰۷ متر نسبت به سطح دریا قله دنا و پایین‌ترین نقطه آن با ارتفاع ۱۵۰ متر از سطح دریا در منطقه حیدرکرار در گچساران است.

بارندگی‌های این ناحیه متأثر از دو توده باران‌زا است. توده‌های مرطوب و باران‌زای مدیترانه‌ای که از سمت غرب وارد کشور می‌شود و توده باران‌زائی که از جنوب وارد کشور می‌شود که نسبت به توده مدیترانه‌ای سهم کم‌تری را در ریزش‌های جوی دارد. وجود ارتفاعات در شمال و شمال شرقی استان و قرار گرفتن دشتهای پست در نواحی جنوب و جنوب غربی استان باعث شده که در جهت شمال و شمال شرقی به طرف جنوب و جنوب غربی، میزان بارندگی کاهش یافته و درجه حرارت افزایش می‌یابد. این مسئله سبب تقسیم استان به دو ناحیه سردسیری نیمه‌مرطوب و گرم‌سیری خشک با زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم شده است. موقعیت مکانی ایستگاه‌های باران‌سنج ثابت استان در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه‌های باران‌سنج ثابت در استان کهگیلویه و بویراحمد

منابع آماری: به منظور استخراج الگوهای توزیع زمانی بارش نیاز به استخراج آمار بارش‌های ساعتی ایستگاه‌های باران‌سنج ثابت است، لذا در این تحقیق ایستگاه‌های باران‌سنج ثابت وزارت نیرو موجود در منطقه مورد استفاده قرار گرفته است. منابع آماری مورد استفاده، بارش‌های ساعتی ارائه شده به وسیله وزارت نیرو است که داده‌های بارش به فواصل ۱۵ دقیقه ارائه شده است.

روش تجزیه و تحلیل رگبارها: به منظور تهیه الگوهای توزیع زمانی بارش، بارش‌های منفرد با تداوم‌های مختلف استخراج شد و هر یک از وقایع بارش بر اساس مدت واقعی آن با استفاده از جدول ۲ و داشتن شرایط رابطه (۱) در یکی از گروه‌های بارش یک، دو، سه، شش، نه، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعته قرار گرفت (تلوری و همکاران، ۱۳۸۱).

$$D_f > \frac{1}{N} * D \quad (1)$$

که در آن، D_f مدت زمان وقفه بین دو واقعه بارش، D مدت کل بارش و N ضریب مربوط به هر گروه تداوم بارش است.

به منظور افزایش تعداد مشاهدات و دقت در تجزیه و تحلیل داده‌ها با شرط برقرار نبودن رابطه (۱)، از درون رگبارهای با تداوم بزرگ‌تر، تعدادی رگبار با تداوم کوتاه‌تر استخراج شد.

جدول ۱- محدوده زمانی مورد قبول برای گروه‌های تداوم بارش (تلوری و همکاران، ۱۳۸۱)

ردیف	محدوده مورد قبول (hr)	تداوم بارش (hr)
۱	< ۱/۵	۱
۲	۱/۵ - ۲/۵	۲
۳	۲/۵ - ۴	۳
۴	۴ - ۷/۵	۶
۵	۷/۵ - ۱۰/۵	۹
۶	۱۰/۵ - ۱۴	۱۲
۷	۱۴ - ۲۰	۱۸
۷	۲۰ - ۲۸	۲۴

به این ترتیب، در مجموع تعداد ۱۲۴۵ رگبار منفرد مربوط به چهار ایستگاه باران‌سنج ثبات استخراج شد و در تداوم‌های فوق دسته‌بندی شد و در هر تداوم بارش‌های شدید انتخاب شد و به صورت منحنی‌های بدون بعد تبدیل شد. در این منحنی‌ها، محور عرض درصد بارش از کل مقدار آن و محور طول درصد مدت بارش از کل تداوم است. به این منظور، ابتدا از کلیه مقادیر بارندگی‌های به‌وقوع پیوسته در یک تداوم مشخص میانگین گرفته و بارش‌هایی که بیش‌تر از میانگین باریده‌اند، به‌عنوان بارندگی‌های شدید انتخاب شد. در مواردی که تعداد مشاهدات اندک بوده، از این اقدام صرف‌نظر شد. تعداد بارش‌های انتخاب شده نهائی که الگوهای توزیع زمانی بارش بر پایه آن‌ها تهیه شده است، در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- بارش‌های انتخاب شده برای استخراج الگوی توزیع زمانی بارش

جمع	مدت بارش (hr)								ایستگاه
	۲۴	۱۸	۱۲	۹	۶	۳	۲	۱	
۱۸۰	۸	۲۱	۱۷	۲۳	۳۸	۲۵	۱۹	۲۹	یاسوج
۱۱۰	-	۱۲	۱۲	۱۷	۲۱	۲۰	۱۵	۱۳	پاتاوه
۱۳۰	۳	۱۵	۹	۱۶	۲۸	۱۸	۱۹	۲۲	تنگ بریم
۲۹۵	۲۳	۳۵	۳۶	۴۹	۴۴	۴۲	۳۷	۲۹	ایدنک

الگوی میانگین به روش محاسباتی: در این بررسی به‌منظور استخراج الگوهای توزیع زمانی بارش در استان کهگیلویه و بویراحمد از دو روش رایج الگوی متوسط توزیع زمانی بارش (محاسباتی) ارائه شده به‌وسیله Pilgrim و Cordery (۱۹۷۵) استفاده شده است. استخراج الگوی میانگین به‌طریق محاسباتی مبتنی بر تجزیه بارندگی‌های شدید به اجزاء یا بلوک‌های بارندگی و شمارش فراوانی وقوع بزرگ‌ترین جزء بارش در موقعیت‌های مختلف زمانی در طول مدت بارش است. همین کار برای دومین بلوک از نظر بزرگی و نیز سایر بلوک‌ها تکرار می‌شود و نهایتاً میانگین

فراوانی وقوع اجزاء یا بلوک‌های مختلف در طول مدت بارندگی تعیین می‌شود و الگوی مورد نظر به دست می‌آید. برای این کار ابتدا رگبارهای انتخابی هر پایه زمانی به ترتیب نزولی مرتب شده، سپس پایه زمانی به چهار دوره کوچک‌تر (چهار جزء) تقسیم شده است و مقدار بارش در هر دوره ثبت شده است (ستون‌های ۴ تا ۷ جدول ۳). دوره‌های مختلف هر رگبار بر اساس مقدار بارش دریافتی دسته‌بندی شده است. به طوری که برای بیش‌ترین مقدار بارش، رتبه ۱ و برای کم‌ترین مقدار بارش رتبه ۴ اختصاص داده می‌شود (ستون‌های ۸ تا ۱۱ جدول ۳). نکته قابل توجه این‌که مجموع اعداد ردیف نباید از عدد ۱۰ تجاوز نماید. در مواردی که مقدار بارش دریافتی در دو یا چند دوره مساوی باشد، متوسط رتبه‌های مربوطه برای همه دوره‌ها در نظر گرفته شده است. درصد بارش در هر دوره نسبت به کل بارندگی نیز محاسبه و از صعودی به نزولی برای هر رگبار تنظیم شده است. رتبه شاخص هر دوره از میانگین رتبه‌های مربوط به هر دوره به دست می‌آید. برای تعیین رتبه شاخص عکس روش رتبه‌بندی ردیف‌ها عمل شده است. به طوری که از میان رتبه‌های میانگین و نهائی دوره‌های مختلف به عدد میانگین که از همه کوچک‌تر است، رتبه شاخص ۱ و به دومین عدد کوچک‌تر رتبه شاخص ۲ و الی آخر داده شده است. در صورتی که رتبه‌های میانگین دو یا چند قسمت مساوی باشند، با توجه به انحراف معیار آن‌ها تصمیم‌گیری شده است. به این ترتیب، برای دوره‌ای که از انحراف معیار کوچک‌تری برخوردار باشد، رتبه شاخص بالاتری در نظر گرفته شده است و در نهایت الگوی میانگین بارندگی از روی میانگین مقادیر درصد بارش (ستون‌های ۱۷ تا ۲۰ جدول ۳) تعیین شده است.

همان‌گونه که Corderly و Pilgrim (۱۹۷۵) برای اطمینان از دقت الگوهای به دست آمده، نتایج را مورد آزمون قرار دادند، در این تحقیق نیز برای آزمون دقت الگوهای استخراج شده از آزمون مربع کای (X^2) استفاده شد. از آنجایی که الگوهای توزیع زمانی بارش که به روش رتبه‌بندی استخراج می‌شوند، باید شرایط یک جامعه آماری با توزیعی کاملاً تصادفی از رتبه‌ها در درون دوره‌های مختلف رگبارها را داشته باشند، آزمون معنی‌دار بودن الگوهای به دست آمده ضروری است. برای این کار، یک جدول احتمالاتی تشکیل شده است. این جدول بر مبنای داده‌های جدول رتبه‌بندی تنظیم می‌شود. در این جدول فراوانی وقوع هر رتبه در دوره‌های مختلف کلیه رگبارها محاسبه و از طریق آزمون مربع کای مورد آزمایش قرار می‌گیرد. چنانچه مقدار معینی از بارش در بیش از یک دوره (زمان جزئی) باریده باشد، کسری مساوی از احتمال وقوع به‌عنوان فراوانی رتبه‌ها به هر یک از دوره‌ها داده می‌شود. نظریه بی‌معنی بودن که بر اساس آن دو متغیر (رتبه و دوره) از هم مستقل هستند را می‌توان از طریق معادله آماری زیر مورد آزمون قرار داد.

$$X^2 = \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^C \{ [N_{ij} - (N_i N_j / n)]^2 / (N_i N_j / n) \} \quad (2)$$

که در آن، R تعداد سطرهای جدول، C تعداد ستون‌های جدول، N_{ij} تعداد رخدادها خاص (فراوانی‌ها) در ردیف i ام و ستون j ام، N_i تعداد رخدادها در ردیف i ام، N_j تعداد رخدادها در ستون j ام، n تعداد کل رخدادها (فراوانی‌ها) است. با این رابطه می‌توان پی برد که آیا n (تعداد رگبارها) به اندازه کافی بزرگ است و نظریه معنی دار بودن صحیح است یا خیر؟ این کمیت یک توزیع Chi-square با $(C-1)$ یا $(R-1)$ درجه آزادی است که در این تحقیق درجه آزادی ۹ است. مربع کای (X^2) جدول احتمالاتی برای هر تداوم محاسبه می‌شود و با مقدار X^2 جدول آماری با سطح معنی دار پنج درصد مقایسه شده است. چنانچه مقدار X^2 محاسبه شده بزرگ‌تر از مقدار X^2 جدول آماری باشد، رابطه معنی‌داری میان ترتیب قرارگرفتن اعداد در سطرها و ستون‌ها در سطح پنج درصد وجود دارد و الگوی توزیع زمانی بارش استخراج شده قابل اطمینان بوده و می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در غیر این صورت، الگوی توزیع زمانی بارش حقیقی نیست. جدول ۳ چگونگی استخراج الگوی توزیع زمانی بارش به روش رتبه‌بندی را نشان می‌دهد.

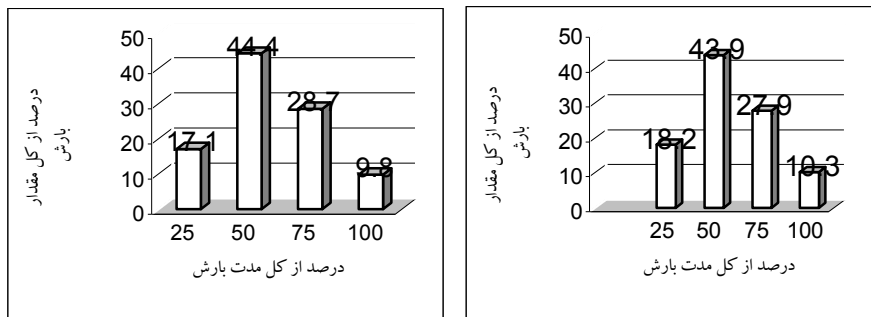
نتایج و بحث

نتایج آزمون مربع کای (X^2) الگوهای تیپ توزیع زمانی بارش برای تداوم‌های یک، دو، سه، شش، نه، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعته نشان می‌دهد که مربع کای محاسبه شده از جدول احتمالاتی برای کلیه تداوم‌ها نسبت به مقدار X^2 جدول آماری با نه درجه آزادی در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است، یعنی رابطه معنی‌داری میان ترتیب قرار گرفتن اعداد

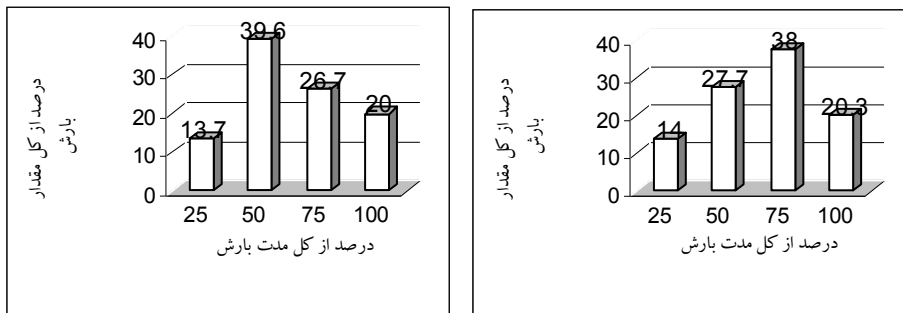
در سطرها و ستون‌ها در سطح پنج درصد وجود دارد و الگوهای توزیع زمانی بارش استخراج شده قابل اطمینان بوده و می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. جدول ۴ نتایج آزمون مربع کای محاسبه شده برای تداوم‌های مختلف را نشان می‌دهد.

هیستوگرام الگوی تیپ توزیع زمانی بارش تداوم‌های مذکور در شکل‌های ۱ تا ۶ نشان داده شده است. با توجه به این نمودارها با افزایش زمان تداوم، تقریباً حداکثر مقدار بارش در انتهای زمان بارش اتفاق می‌افتد. در تداوم یک، دو و سه ساعته، حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد دوم و به ترتیب برابر با ۴۴/۴، ۴۳/۹ و ۴۱/۶ درصد است و در تداوم نه ساعته حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد دوم و برابر با ۳۹/۶ است.

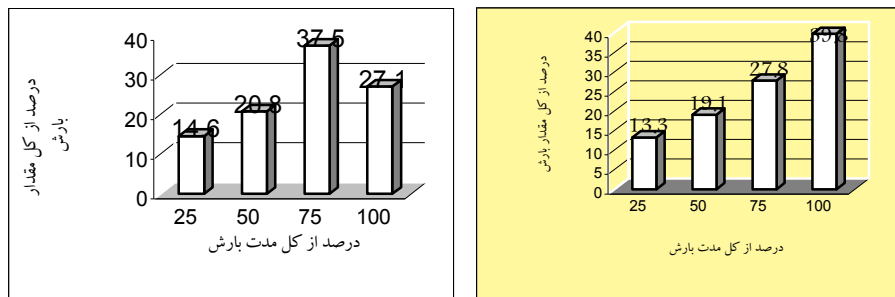
در این رگبارها شدت بارش در ابتدا به‌طور سریع افزایش یافته تا به نقطه اوج برسد، سپس شدت بارش به آرامی کاهش می‌یابد. در تداوم شش، ۱۲ و ۱۸ ساعته حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد سوم به ترتیب برابر با ۴۰/۳، ۳۸ و ۳۷/۵ درصد است و در تداوم ۲۴ ساعته حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد چهارم برابر با ۳۹/۸ درصد است. در این رگبارها شدت بارش در نیمه اول زمان تداوم به آرامی افزایش می‌یابد و در انتهای زمان بارش به‌طور سریع کاهش می‌یابد.



شکل ۱- الگوی تیپ محاسباتی بارش سه ساعته منطقه شکل ۲- الگوی تیپ محاسباتی بارش شش ساعته منطقه



شکل ۳- الگوی تیپ محاسباتی بارش ۹ ساعته منطقه شکل ۴- الگوی تیپ محاسباتی بارش ۱۲ ساعته منطقه



شکل ۵- الگوی تیپ محاسباتی بارش ۱۸ ساعته منطقه شکل ۶- الگوی تیپ محاسباتی بارش ۲۴ ساعته منطقه

جدول ۳- روش محاسباتی الگوی توزیع زمانی بارش منطقه با تداوم زمانی ۲۴ ساعت

۱	۲	۳	مقدار بارندگی در هر دوره				رتبه در هر دوره				درصد بارندگی در هر رتبه			
			۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴
تاریخ	بارش (mm)	ردیف												
۷۳/۱۱/۱۵	۱۴۲/۳	۱	۳۷/۲	۳۳/۸	۴۶/۰۸	۲۵/۲۳	۲	۳	۱	۴	۳۲/۴	۲۶/۱	۲۳/۸	۱۷/۷
۷۱/۹/۲۲	۱۱۶/۹	۲	۱۵	۲۶/۱	۳۲	۴۳/۸	۴	۳	۲	۱	۳۷/۴	۲۷/۴	۲۲/۳	۱۲/۸
۷۱/۱۰/۱۷	۱۱۱/۱	۳	۱۰/۷۵	۲۴/۳۵	۵۱/۵۵	۲۴/۵	۴	۳	۱	۲	۴۶/۴	۲۲	۲۱/۹	۹/۷
۶۰/۱۱/۸	۱۰۸/۲	۴	۱۸/۳	۳۶/۶	۲۷/۶	۲۵/۷	۴	۱	۲	۳	۳۳/۸	۲۵/۵	۲۳/۸	۱۶/۹
۶۹/۱۲/۱۴	۱۰۰/۴	۵	۱۶/۱	۳۳/۹	۳۶/۴	۱۴	۳	۲	۱	۴	۳۶/۳	۳۳/۸	۱۶	۱۳/۹
۶۸/۹/۱۲	۹۹/۴	۶	۱۷/۵۳	۹/۶۸	۲۱/۸۳	۵۰/۴	۳	۴	۲	۱	۵۰/۷	۲۲	۱۷/۶	۹/۷
۷۱/۱۰/۱۷	۹۷/۸	۷	۹/۵	۲۷/۸	۱۹/۸	۴۰/۳	۴	۲	۳	۱	۴۱/۶	۲۸/۴	۲۰/۲	۹/۷
۷۴/۱۰/۲۵	۹۶/۳	۸	۶/۶۳	۲۴/۵۳	۴۷/۷۵	۱۷/۳	۴	۲	۱	۳	۴۹/۶	۲۵/۵	۱۸	۶/۹
۷۱/۱۲/۱	۸۷	۹	۲۰/۳۵	۱۱/۵۵	۲۸/۲	۲۷	۳	۴	۱	۲	۳۲/۴	۳۱	۲۳/۳	۱۳/۳
۶۸/۱۱/۱۵	۸۶/۶	۱۰	۱۵/۸۵	۲۴/۵۵	۱۵/۷	۳۰/۵	۳	۲	۴	۱	۳۵/۲	۲۸/۳	۱۸/۳	۱۸/۱
۷۱/۱۰/۱۷	۸۴/۹	۱۱	۱۴/۴	۱۹	۳۸	۱۳/۵	۳	۲	۱	۴	۴۴/۸	۲۲/۴	۱۷	۱۵/۹
۷۱/۱۱/۱۰	۷۸/۷	۱۲	۲۵/۴	۲۲/۹	۲۰/۵	۱۰	۱	۲	۳	۴	۳۲/۲	۲۹/۱	۲۶	۱۲/۷
۶۱/۱۲/۲۴	۷۷/۸	۱۳	۷/۵	۲۰/۱	۸/۹	۴۱/۳	۴	۲	۳	۱	۵۳/۱	۲۵/۸	۱۱/۴	۹/۶
۷۱/۱۲/۲	۷۶/۵	۱۴	۱۶/۰۵	۱۲/۶۵	۳۲/۹۳	۲۴/۹	۳	۴	۲	۱	۳۲/۵	۳۰	۲۰/۹	۱۶/۵
۷۷/۱۰/۲۵	۷۳/۶	۱۵	۲۵/۰۸	۳۳/۵۳	۱۳/۷۸	۱۱/۳	۱	۲	۳	۴	۳۴/۱	۳۲	۱۸/۷	۱۵/۳
۶۰/۱۰/۲۷	۶۹/۶	۱۶	۶/۶۳	۳۳/۶۸	۲۷/۳	۲	۳	۱	۲	۴	۴۸/۴	۳۹/۲	۹/۵	۲/۹
۷۱/۹/۲۴	۶۸/۶	۱۷	۹/۸۳	۹/۱۸	۱۵/۴۵	۳۴/۲	۳	۴	۲	۱	۴۹/۸	۲۲/۵	۱۴/۳	۱۳/۴
۶۹/۱۲/۱	۶۷/۹	۱۸	۱۹/۶۵	۱۳/۶۵	۹/۰۵	۲۵/۶	۲	۳	۴	۱	۳۷/۶	۲۸/۹	۲۰/۱	۱۳/۳
۶۰/۱۰/۱۶	۶۶/۳	۱۹	۶/۳	۱۷/۴	۱۷/۴	۲۵/۲	۴	۲/۵	۲/۵	۱	۳۸	۳۶/۲	۲۶/۲	۹/۵
۶۹/۱۰/۲۸	۶۶/۳	۲۰	۴/۶۳	۱۰/۴۸	۲۵/۴۳	۲۵/۸	۴	۳	۲	۱	۳۸/۹	۳۸/۳	۱۵/۸	۷
۷۳/۱۰/۲۲	۶۵/۳	۲۱	۲۳/۰۵	۱۸/۷۵	۱۳/۱۳	۱۰/۴	۱	۲	۳	۴	۳۵/۳	۲۸/۷	۲۰/۱	۱۵/۹
۶۰/۱۱/۸	۶۲/۲	۲۲	۱۰/۵	۱۸/۴	۲۲/۳	۱۱	۴	۲	۱	۳	۳۵/۹	۲۹/۶	۱۷/۷	۱۶/۹
۶۰/۱۲/۱۰	۵۸/۶	۲۳	۱۷/۷	۳۱/۲	۴/۷۳	۴/۹۸	۲	۱	۴	۳	۵۳/۲	۳۰/۲	۸/۵	۸/۱
۷۸/۱۱/۷	۵۱/۴	۲۴	۵/۱۵	۱۱	۱۲/۵۵	۲۲/۷	۴	۳	۲	۱	۴۴/۲	۲۴/۴	۲۱/۴	۱۰
۷۰/۱۲/۲۵	۵۱	۲۵	۷/۳	۱۰/۰۵	۱۴/۳۳	۱۹/۵	۴	۳	۲	۱	۳۸/۳	۲۸/۹	۱۹/۷	۱۴/۱
۶۱/۱۰/۲۸	۴۹/۸	۲۶	۸/۷	۲۰/۴	۱۰	۱۰/۷	۴	۱	۳	۲	۴۱	۲۱/۵	۲۰/۱	۱۷/۴
۷۰/۹/۲۲	۴۹/۱	۲۷	۹/۳	۸/۹	۲۰/۷	۱۰/۳	۳	۴	۱	۲	۴۲/۲	۲۰/۸	۱۸/۹	۱۸/۱
۶۰/۸/۳۰	۴۷/۵	۲۸	۱۱/۷۵	۷/۱	۲۴/۹۵	۳/۷	۲	۳	۱	۴	۵۲/۵	۲۴/۷	۱۴/۹	۷/۸
۷۳/۸/۱۶	۴۲	۲۹	۱۱/۷۸	۱۲/۵۸	۱۰/۱	۷/۵۵	۲	۱	۳	۴	۲۹/۹	۲۸	۲۴	۱۸
۷۱/۱۰/۱۳	۳۹	۳۰	۷/۵۸	۱۲/۲۸	۵/۸۸	۱۳/۳	۳	۲	۴	۱	۳۴	۳۱/۵	۱۹/۴	۱۵/۱
۷۳/۱۱/۱۳	۳۹	۳۱	۷/۵۸	۱۲/۱۳	۵/۶۵	۱۳/۷	۳	۲	۴	۱	۳۵	۳۱/۱	۱۹/۴	۱۴/۵
۷۴/۱۰/۲۱	۳۶/۷	۳۲	۱۸/۱۸	۴/۲۸	۴/۶۸	۹/۵۸	۱	۴	۳	۲	۴۹/۵	۳۶/۱	۱۲/۷	۱۱/۶
۷۱/۹/۲۳	۳۵/۲	۳۳	۷/۹	۵/۶	۱۰/۵	۱۱/۳	۳	۴	۲	۱	۳۱/۸	۲۹/۸	۲۲/۴	۱۵/۹
۷۹/۸/۲۷	۲۵/۷	۳۴	۵	۶/۷	۸	۶	۴	۲	۱	۳	۳۱/۱	۲۶/۱	۲۳/۳	۱۹/۵
			متوسط				۳	۲/۵۶	۲/۲۴	۲/۲	۳۹/۸	۲۷/۸	۱۹/۱	۱۳/۳
			انحراف معیار				۱	۱/۰۱	۱/۰۳	۱/۲۸	۷/۱۵	۴/۲۵	۴/۳۸	۴/۰۱
			رتبه شاخص				۴	۳	۲	۱				
			دوره				۱	۲	۳	۴				
			الگوی نهایی (درصد از کل بارش)				۱۳/۳	۱۹/۱	۲۷/۸	۳۹/۸				

جدول ۴- نتایج آزمون مربع کای (X^2) برای تداوم‌های مختلف

مدت تداوم (hr)	۱	۲	۳	۶	۹	۱۲	۱۸	۲۴
X^2 مقدار	۶۴	۶۴۸/۶	۹۶۹/۵	۱۵۶۰/۶	۹۰۹/۱	۳۶۵/۴	۵۴۱/۷	۲۴/۵

در این تحقیق به منظور استخراج الگوهای توزیع زمانی بارش در استان کهگیلویه و بویراحمد به صورت منطقه‌ای از روش میانگین محاسباتی پیل‌گریم استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که در بارش‌های با تداوم یک، دو و سه ساعته، حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد دوم به‌وقوع پیوسته و در بارش‌های با تداوم نه ساعته حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد دوم اتفاق افتاده است. در بارش‌های ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعته، حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد سوم و در بارش‌های با تداوم ۲۴ ساعته حداکثر مقدار بارش در ۲۵ درصد چهارم به‌وقوع پیوسته است. در مجموع با افزایش زمان تداوم حداکثر مقدار بارش از ۲۵ درصد دوم به سمت ۲۵ درصد چهارم مدت زمان بارش انتقال می‌یابد. از آنجایی که،

محل وقوع نقطه اوج بارش اثرات متفاوتی روی حجم سیلاب به خصوص در حوضه‌های کوچک دارد، در بارش‌هایی که نقطه اوج بارش در نیمه دوم تداوم بارش است، به علت اشباع بودن خاک و پایین بودن سرعت نفوذپذیری آن می‌توانند سیلاب بیش‌تری نسبت به بارش‌هایی که نقطه اوج آن‌ها در نیمه اول است، ایجاد نمایند، بارش‌های طولانی مدت می‌توانند باعث وقوع سیلاب‌های شدید در استان گردند.

منابع مورد استفاده

۱. اسکندری، ع. ۱۳۷۷. تعیین الگوی توزیع زمانی بارش با کاربرد تجزیه X^2 و کاربرد آن در یکی از شهرهای ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد عمران آب، دانشگاه صنعتی شریف.
۲. امین، س.، ع. سپاسخواه و ب. کشمیری‌پور. ۱۳۷۹. بررسی الگوی توزیع زمانی بارش در پایه‌های زمانی مختلف در استان فارس. دومین همایش ملی فرسایش و رسوب، صفحه ۲۴۱-۲۵۵.
۳. بزرگ‌زاده، م. ۱۳۷۴. توزیع زمانی بارش برای محاسبه سیلاب طراحی. آب و توسعه شماره ۱، سال سوم.
۴. بنی‌اسدی، م.، ا. مهدی‌پور و پ. معدنچی. ۱۳۸۲. الگوی توزیع زمانی بارش به روش ترسیمی Pilgrim برای استان کرمان. هشتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. صفحه ۶۴۵-۶۶۲.
۵. تلوری، ع.، م. قنبرپور، ن. غیاثی، ع. عباسی و م. عرب‌خدری. ۱۳۸۱. الگوی توزیع زمانی باران در شمال کشور. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، جلد دوم، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
۶. رضیعی، ط. ۱۳۷۹. تعیین الگوی توزیع زمانی و مکانی بارش‌های کوتاه مدت در استان تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۷. طالب‌بیدختی، م. ۱۳۷۴. الگوی توزیع زمانی بارش در استان سمنان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس.
8. Huff, F.A. 1967. Time distribution of rainfall in heavy storm. *Water Resources Research*, 3(4):1007-1019.
9. Pilgrim, D.H and I. Cordery. 1975. Rainfall temporal patterns for design floods. *Journal of Hydraulic Division, Am. Soc. Civ. Eng.*, 101:81-95.

Determination of rainfall temporal pattern in Kohkiluyeh and Boyerahmad province by Pilgrim method

Ali Mollaie¹, Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Kohkiluyeh and Boyerahmad, Iran

Abdol Rasoul Telvari, Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran

Received: 18 January 2009

Accepted: 20 May 2009

Abstract

The first step for design flood estimation of a watershed is determination of the design rainfall characteristics. One of rainfall characteristics is its distribution over the rainfall duration. This is known as the temporal pattern of the design rainfall. In the present study, the data of four synoptic stations in Kohkiluyeh and Boyerahmad province have been used to determine the temporal pattern of rainfall, using the Pilgrim (ranking) method. Rainfalls of various durations less than 30 hours were classified into 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18, and 24 hour durations, and then dimensionless temporal pattern were derived. In ranking method, each event is divided into a number of equal periods. Then, each individual burst is ranked according to the amount of rainfall in that period. The percentages of rain in all periods could be then ranked. The average percentages of rainfall among all recorded rainfall are estimated. The results show that, short duration rainfalls have maximum intensity in the second quarter, while longer duration rainfalls (12, 18, 24 hours) have maximum intensities in the third and fourth quarters. Thus, as rainfall duration increases, the maximum rainfall intensity moves towards the second half of time duration.

Key words: Design flood, Design rainfall, Duration, Ranking method, Watershed

¹ molaei_ali36@yahoo.com