

تعیین الگوی توزیع زمانی بارندگی در ایستگاه‌های منتخب استان خراسان

سهراب حجام* و فاطمه مالکی فرد*

*موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، صندوق پستی ۴۴۶۶-۱۴۱۵۵

دریافت مقاله: ۸۱/۳/۱۸ پذیرش مقاله: ۸۱/۷/۸

چکیده

پیشرفت‌های دهه‌های اخیر موجب تغییر الگوی شهرنشینی و گسترش شهرها و کاهش حریم‌های طبیعی (جنگل‌ها، مراتع و ...) شده است که کاهش سطح پوشش گیاهی، افزایش فرسایش خاک، افزایش مقدار ضریب جریان سطحی و در نتیجه افزایش دبی حاصل از بارندگی و سیلاب را به دنبال داشته است. این تغییرات بررسی سیلاب‌ها را در طراحی زهکش‌ها و کانال‌های آبروی شهرها و به‌طور کلی تمام پروژه‌های منابع آب اجتناب ناپذیر ساخته است. برای برآورد سیلاب طرح ابتدا باید رگبار طرح برآورد شود. استفاده از رگبار طرح در روش‌های برآورد سیلاب نیاز به بررسی توزیع زمانی مقدار بارش در طول دوره بارش دارد. در این مقاله پس از معرفی چند روش تعیین الگوی توزیع زمانی بارش، دو روش ترسیمی پیل گریم و هاف که در آنها از داده‌های محلی استفاده می‌شود، برای تعیین الگوی توزیع زمانی بارش در برخی ایستگاه‌های منتخب استان خراسان مورد استفاده قرار گرفت. ملاحظه شد که در روش پیل گریم تغییر تداوم رگبار تقریباً تأثیری روی الگوی توزیع زمانی بارش نمی‌گذارد، اما در روش هاف این تغییر به خوبی مشاهده شد. لذا نتیجه گرفته شد که روش پیل گریم، روش مناسبی برای تعیین الگوی توزیع زمانی بارش در ایستگاه‌های استان خراسان نیست. در انتها الگوی توزیع زمانی بارش استان خراسان با استان ایلینویز امریکا مقایسه گردید. علت این مقایسه اولاً هم‌عرض بودن تقریبی آن با منطقه مطالعاتی است و افزون بر آن عمده پژوهش‌های محققین شناخته شده جهانی در آن منطقه صورت پذیرفته است و در بیشتر موارد الگوی مناطق مطالعه نشده قرار می‌گیرد. مشاهده شد که این دو الگو کاملاً با هم متفاوت‌اند و نمی‌توان از الگوی استان ایلینویز امریکا برای استان خراسان استفاده کرد.

کلیدواژه: الگوی توزیع زمانی بارندگی، بارندگی، رواناب، باران طرح، سیلاب طرح

۱ مقدمه

جبهه‌های توفان‌زا به درون حوضه، خصوصیات توپوگرافی و جریان‌های محلی حاکم بر منطقه مشخص شود (وزیری، ۱۳۷۶). بحث تفصیلی در مورد چگونگی تعیین مقدار کل، تداوم کل و توزیع مکانی بارش خارج از دامنه موضوع این مقاله است. باران طراحی با تداوم t و مقدار کل p دارای شدت ثابت و یکنواخت نیست و در عمل دارای شدت‌های متفاوت است. برای تعیین توزیع شدت باران طرح باید از الگویی مناسب استفاده کرد که این الگو چگونگی ریزش باران در طی زمان بارندگی را تعیین می‌کند (علیزاده، ۱۳۷۶). این الگوها، نمودارهای متعدد توزیع زمانی باران را برای هر تداوم با دوره برگشت‌ها و یا احتمالات متفاوت ارائه می‌کنند (هاف، ۱۹۶۷). با استفاده از این الگوها می‌توان نقطه اوج، زمان رسیدن به نقطه اوج بارندگی و همچنین

یکی از مهم‌ترین مطالعات پروژه‌های منابع آب، به‌ویژه در طرح‌های سدسازی، برآورد سیلاب طراحی است. گام نخست در برآورد سیلاب طراحی، انتخاب باران طرح است (وایزمن، ۱۹۹۶). باران طراحی که پایه سیلاب طراحی است با چند خصوصیت معرفی و مشخص می‌شود که عبارت‌اند از تداوم کل، مقدار کل، توزیع مکانی و توزیع زمانی باران. مقدار کل باران طراحی بر اساس درجه ایمنی مورد نیاز پروژه تعیین می‌شود (مقدار کل باران طراحی را معمولاً از طریق منحنی‌های شدت - مدت - فراوانی برای یک دوره بازگشت خاص و طول بارش معین برآورد می‌کنند). تداوم کل با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی حوضه و قدرت تعدیل یا ظرفیت ذخیره حوضه انتخاب می‌شود. در توزیع مکانی باران طراحی باید مسیر ورود رطوبت و

روش‌ها دارای ویژگی‌های خاص خود هستند و از نقاط قوت و ضعفی نیز برخوردارند. مروری اجمالی بر تعدادی از روش‌های ترسیمی و محاسباتی که در نقاط مختلف جهان رایج است نشان می‌دهد، که در جریان تهیه الگوی باران طراحی، نظرهای کارشناسی به درجات متنوعی مطرح می‌شود. اگر چه این امر ایرادی ندارد اما از یکدستی و یکنواختی نتایج می‌کاهد و امکان رسوخ اشتباهات و یا ضعف‌های تجربه فردی در محاسبات سیلاب طراحی را افزایش می‌دهد. بدیهی است در مواردی که پروژه‌های بسیار مهم و حساس مطرح باشند، ویژگی این گونه طرح‌ها ایجاب می‌کند که انواع روش‌های مناسب مورد توجه قرار گیرند و هیچ‌گونه محدودیتی درباره روش کار برقرار نشود (بزرگ زاده، ۱۳۷۴). به طور کلی در هر دو روش رایج در ژاپن و چین یکی از الگوهای ثبت شده در منطقه را به عنوان مبنای کار استفاده می‌کنند و با اعمال ضریب یا ضرایبی در الگوی منتخب، الگوی باران طراحی را به دست می‌آورند، در حالی که در روش کار استرالیا به جای استفاده از الگوی ثبت شده، سعی می‌شود یک الگوی میانگین از میان مجموعه‌ای از بارش‌های مهم منطقه استخراج شود. هاف مدل‌های توزیع زمانی را به صورت توزیع احتمالی ارائه کرده است (هاف، ۱۹۹۰ و ۱۹۶۷). چون تغییرات زیادی در توزیع زمانی بارش از یک رگبار به رگبار دیگر وجود دارد، معرفی کردن این الگوها به صورت احتمالات با اهمیت است. روش‌های مبتنی بر استفاده از روابط شدت - مدت - فراوانی به علت غیر واقعی بودن نتایج به دست آمده، از قابلیت اعتماد خوبی برخوردار نیستند. زیرا در این روش دید کارشناسی متفاوت است به طوری که کارشناس می‌تواند با سلیقه خود، شدیدترین قسمت رگبار را در طول توزیع زمانی جابه‌جا کند، مثلاً بعضی افراد آن را در ابتدای توزیع زمانی قرار می‌دهند و بعضی در میانه توزیع زمانی و ... استفاده از روش‌های نظری نیز به علت نیاز به ارزیابی و مقایسه نتایج با الگوهای واقعی بارش، نیازمند زمان و مطالعه بیشتری هستند.

توزیع این بارندگی در تداوم مورد نظر را تعیین کرد. الگوی توزیع زمانی باران که در واقع نحوه تغییر شدت بارش در طول مدت بارندگی را معرفی می‌کند، تاثیر مستقیمی بر حجم و اوج سیلاب می‌گذارد. این الگوها باید برای هر حوضه با استفاده از داده‌های بارندگی همان حوضه تهیه شود زیرا برای مناطقی که اقلیم متفاوت دارند این الگوها یکسان نخواهد بود (پانی و هاراگان، ۱۹۸۱).

۲ روش‌های استخراج الگوی باران طراحی

از آنجا که توزیع زمانی بارندگی تاثیر مستقیمی بر حجم و اوج سیلاب می‌گذارد، تعیین یا انتخاب الگوی توزیع بارندگی مناسب، نیز با اهمیت است (ماکسیموویک، ۱۹۹۶). روش‌های متفاوتی برای تعیین الگوی توزیع زمانی باران طراحی وجود دارد. چند روش رایج عبارت‌اند از:

- ۱- استخراج الگوی میانگین به روش ترسیمی (استرالیا - آمریکا)
- ۲- انتخاب یکی از الگوهای "تپ" موجود برای منطقه (آمریکا - انگلستان)
- ۳- استفاده از ضریب بزرگنمایی ثابت برای داده‌های محلی (ژاپن)
- ۴- استفاده از ضریب بزرگنمایی متغیر برای داده‌های محلی (چین)
- ۵- ترسیم الگوی پوش بارش‌های شدید ثبت شده (پیشینه‌سازی ترسیمی)
- ۶- استفاده از رابطه شدت - تداوم - فراوانی برای تهیه الگوهای محلی یا منطقه‌ای (بین‌المللی)
- ۷- تعیین الگوی زمانی بارش با استفاده از احتمال تجربی (هاف، ۱۹۹۰؛ پیل‌گریم و همکاران، ۱۹۹۱؛ وزیری، ۱۳۷۶).

۳ انتخاب روش تعیین الگوی توزیع زمانی بارش

همان‌طور که در بند قبل عنوان شد، روش‌های متعددی برای تعیین الگوی توزیع زمانی بارندگی در دنیا رایج است. هر یک از این

در مرحله بعد، الگوی میانگین تمام ایستگاه‌ها در نمودار رسم شد (شکل ۱). ملاحظه می‌شود که الگوی میانگین تمام ایستگاه‌های منتخب استان خراسان تقریباً بر هم منطبق شده است و در نتیجه یک الگوی میانگین توزیع زمانی بارش کلی (با استفاده از روش ترسیمی پیل‌گریم) به صورت منطبقه‌ای برای استان خراسان ارائه شد (شکل ۲).

جدول ۱. تعداد رگبارهای انتخابی (در تداوم‌های مختلف) در ایستگاه‌های مورد مطالعه.

مجموع	۴۸ ساعته	۲۴ ساعته	۱۲ ساعته	۶ ساعته	۳ ساعته	۱ ساعته	نام ایستگاه
۵۲	۰	۲	۱۰	۱۰	۱۶	۱۴	بجنورد
۹۹	۰	۶	۱۴	۲۲	۲۹	۲۸	بیرجند
۲۲۳	۰	۷	۴۰	۵۶	۷۷	۴۳	تربت‌حیدریه
۱۶۴	۱۱	۳۸	۳۳	۳۱	۳۳	۱۸	سبزوار
۶۴	۰	۱	۸	۱۴	۱۶	۲۵	گلمکان

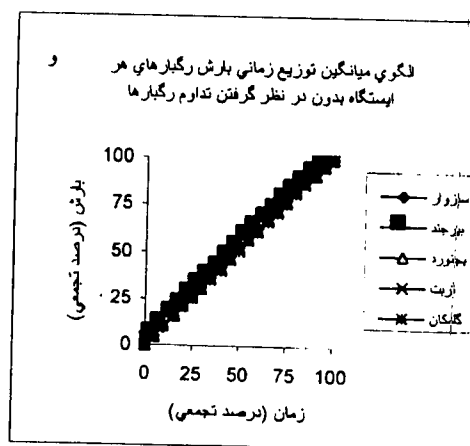
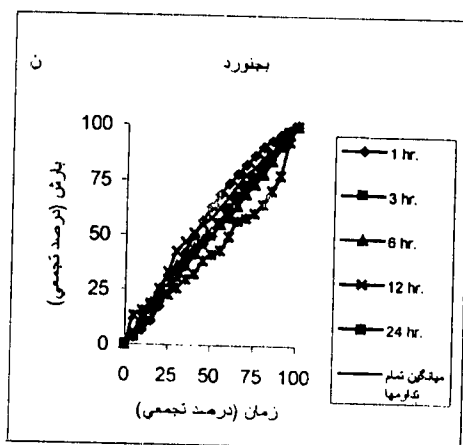
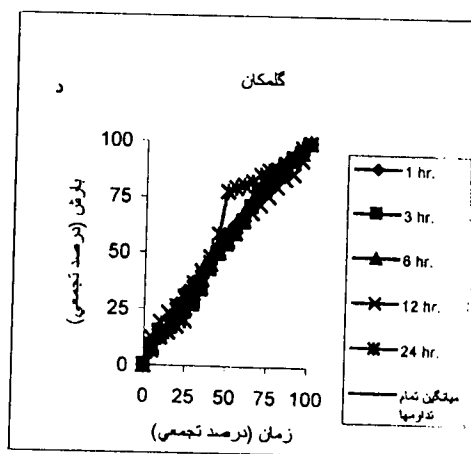
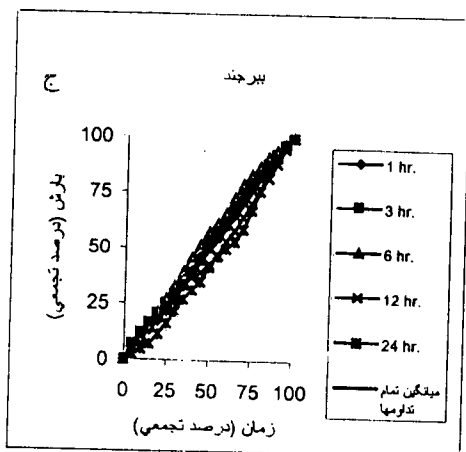
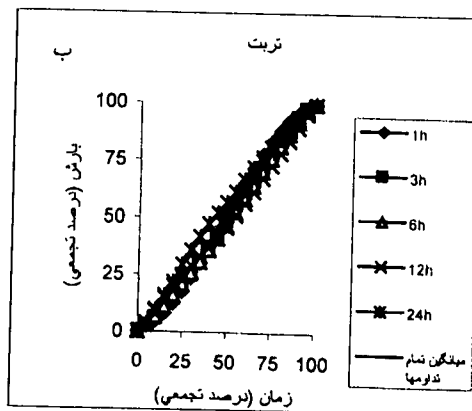
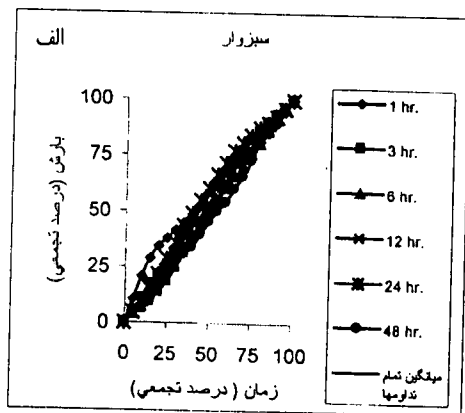
۲-۴ روش هاف

در این روش ابتدا کلیه رگبارهای هر تداوم (هر ایستگاه به طور جداگانه) بر اساس این که بیشترین شدت بارش در ۲۵ درصد اول، دوم، سوم و چهارم از تداوم رگبار بوده به ترتیب در رگبارهای چارک اول، دوم، سوم و چهارم تقسیم‌بندی شد (هاف ۱۹۹۰؛ هاف و انجل، ۱۹۸۹). سپس احتمالات تجربی (۱۰، ۲۰، ... و ۹۰ درصد) میزان بارش رگبارها (در تمام تداوم‌ها و برای هر ایستگاه به طور جداگانه) در چارک‌های مختلف محاسبه شد. بعد از آن برای هر تداوم الگوی توزیع زمانی بارش در چارک‌های اول، دوم، سوم و چهارم به صورت احتمالات ۱۰ تا ۹۰ درصد ترسیم شد. احتمال ۵۰ درصد، مناسب‌ترین احتمال برای هر تداوم در نظر گرفته شده است. در این روش الگوی توزیع زمانی بارش به صورت احتمالات تجربی و برای دو حالت ایستگاهی و منطقه‌ای به شرح زیر محاسبه شده است.

۴ تعیین الگوی توزیع زمانی بارش در استان خراسان به دو روش ترسیمی پیل‌گریم و هاف

در این تحقیق پس از ارزیابی و بررسی اطلاعات موجود در منطقه مورد مطالعه، دو روش پیل‌گریم و هاف جهت بررسی انتخاب گردید. علت انتخاب روش‌های یاد شده، گستردگی استفاده از آن در دیگر نقاط جهان و مقالات نظیر بوده است.

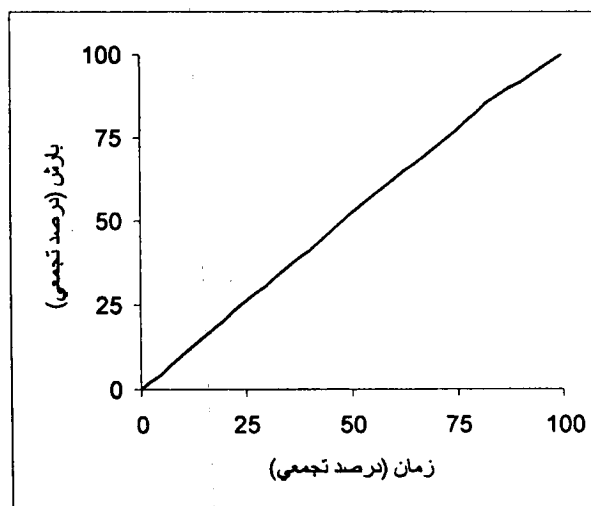
۱-۴ روش ترسیمی پیل‌گریم (پیل‌گریم و همکاران، ۱۹۹۱) ابتدا مجموعه‌ای از بارش‌های شدید ثبت شده در ۵ ایستگاه باران‌سنج ثابت موجود در استان در ۶ پایه زمانی (۱، ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعته) انتخاب شد (جدول شماره ۱). دوره آماری ایستگاه‌های بجنورد و گلمکان به ترتیب ۹ و ۵ سال و بیرجند، تربت و سبزوار به ترتیب ۲۹، ۲۵ و ۲۷ سال است. سپس با توجه به فاصله زمانی تجزیه رگبارها، مقادیر بارندگی رگبارها با فاصله زمانی ۱۰ دقیقه برای کلیه رگبارهای انتخابی محاسبه شد. رگبارهای موجود در هر تداومی به صورت بی‌بعد در آمد، و مقادیر بارندگی جمع‌ی بی‌بعد برای تمام رگبارهای هر تداوم در فاصله‌های ۵ درصد زمانی از طریق درونیابی به دست آمد. در پی آن (در هر تداوم بطور مجزا) میانگین بارندگی تمام رگبارها از صفر درصد زمانی تا ۱۰۰ درصد زمانی در بازه‌های ۵ تایی محاسبه شد. سپس در یک نمودار، مقادیر میانگین بارندگی بی‌بعد بر حسب مقادیر زمانی بی‌بعد (۰، ۵، ۱۰، ... و ۱۰۰) ترسیم شد. بدین ترتیب الگوی میانگین توزیع زمانی بارندگی در هر تداوم به دست آمد (مالکی‌فرد، ۱۳۸۱). در مرحله بعد الگوی میانگین توزیع زمانی هر یک از تداوم‌های هر ایستگاه و همچنین میانگین تمام تداوم‌های آن ایستگاه در یک نمودار رسم شد (شکل ۱). همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود الگوی میانگین توزیع زمانی تمام تداوم‌های هر ایستگاه، تقریباً یکسان است. می‌توان نتیجه گرفت که الگوی توزیع زمانی بارش به دست آمده از روش ترسیمی پیل‌گریم در این ایستگاه‌ها تقریباً مستقل از تداوم است.



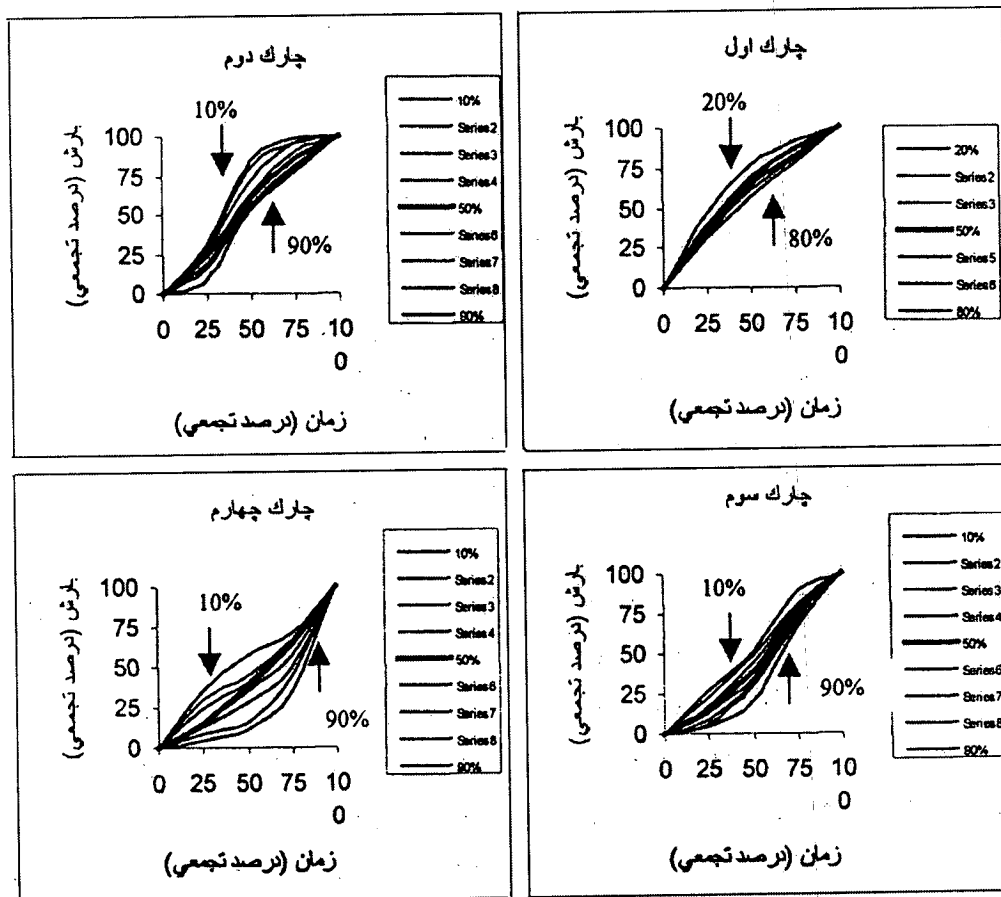
شکل ۱. الگوی توزیع زمانی بارش تداوم‌های مختلف ایستگاه‌های مطالعاتی با استفاده از روش پیل گریم. الف) سبزوار، ب) آرت-حیدریه، ج) بیرجند، د) گلمکان، ه) بجنورد، و) الگوی میانگین.

۱-۲-۴ بررسی ایستگاهی

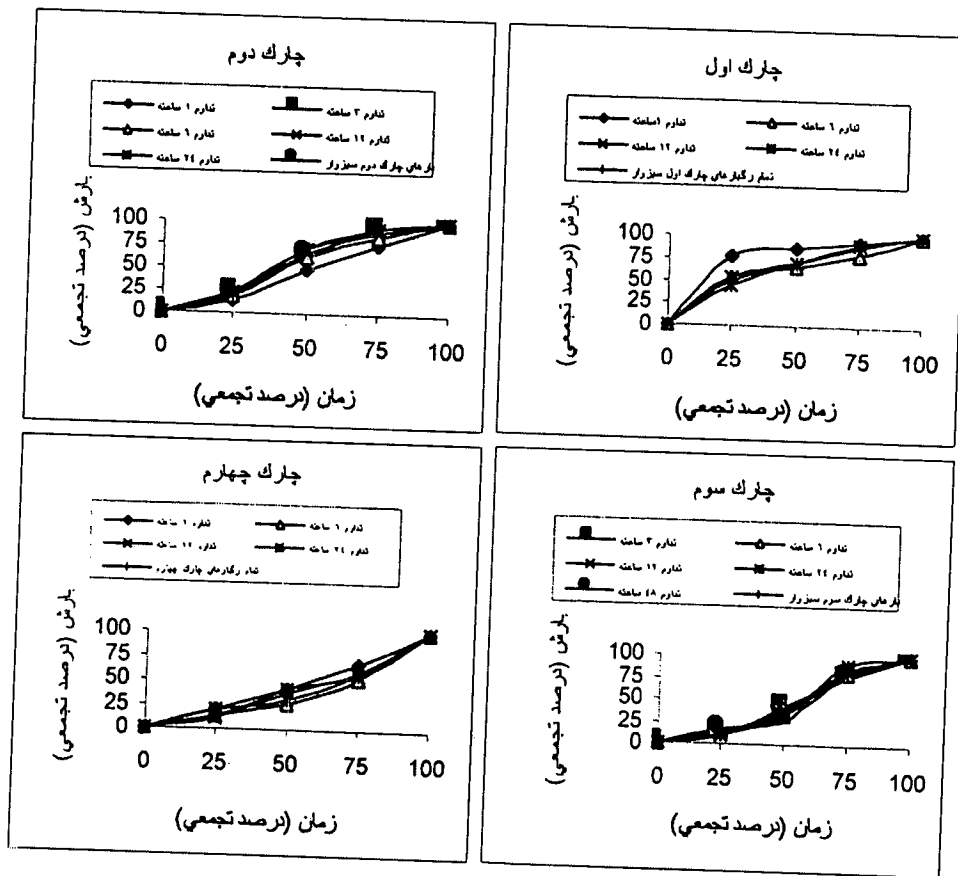
در این روش هر ایستگاه به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. در روش ایستگاهی الگوی توزیع زمانی بارش برای همه تداوم‌های ایستگاه رسم شد. شکل ۳ به عنوان نمونه الگوی توزیع زمانی بارش تداوم ۳ ساعته ایستگاه تربت حیدریه را در چارک‌های اول، دوم، سوم و چهارم به صورت احتمالات ۱۰ تا ۹۰ درصد نشان می‌دهد. برای پاسخ به این سوال که آیا تداوم رگبار روی احتمالات ۱۰ تا ۹۰ درصد الگوی توزیع زمانی بارش هر ایستگاه تاثیر می‌گذارد یا خیر؟، احتمال ۵۰ درصد تداوم‌های مختلف هر ایستگاه و احتمال ۵۰ درصد تمام رگبارهای آن ایستگاه (در چارک‌های اول، دوم، سوم و چهارم) صرف نظر از تداوم رگبار) در یک نمودار رسم شد (شکل ۴). مقایسه انجام



شکل ۲. الگوی میانگین توزیع زمانی بارش تمام رگبارها صرف نظر از نوع ایستگاه و تداوم رگبار (با استفاده از روش ترسیمی پیل‌گرم).



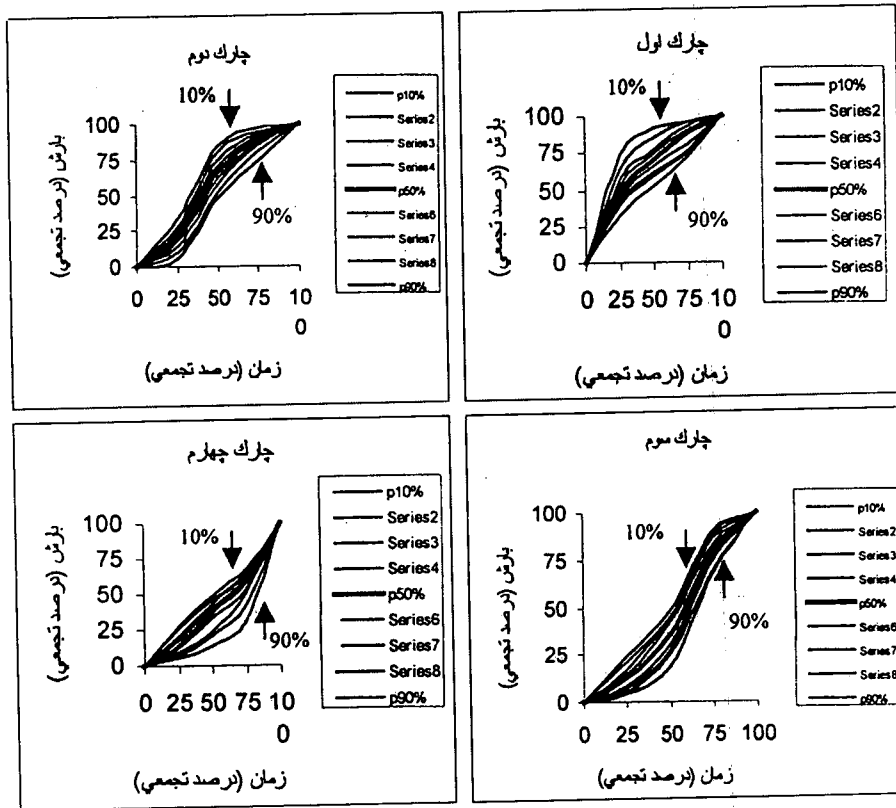
شکل ۳. توزیع زمانی بارش رگبارهای با تداوم ۳ ساعته تربت حیدریه در چارک‌های مختلف.



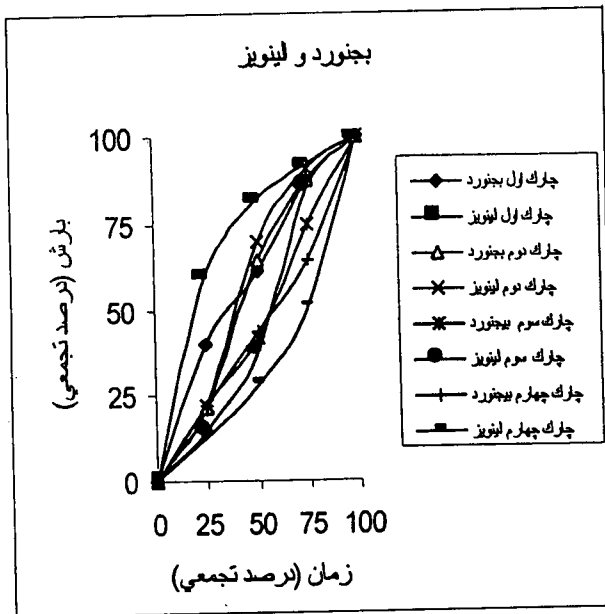
شکل ۴. مقایسه احتمال ۵۰ درصد تداوم‌های مختلف رگبارهای سبزواری در چارک‌های مختلف (در هر چارک تمام رگبارهای آن چارک ایستگاه تنها با تداوم‌هایی که رگبارهای قابل ملاحظه (بیش از ۴ عدد) داشته‌اند مقایسه شده است).

کلی ایستگاه استفاده کرد. برای ارائه یک الگوی توزیع زمانی بارش کلی برای هر ایستگاه صرف نظر از تداوم رگبار، رگبارهای تمام تداوم‌های ایستگاه با هم در نظر گرفته شد و احتمالات ۱۰ تا ۹۰ درصد برای چارک‌های مختلف هر ایستگاه، محاسبه شد. شکل ۵ الگوی توزیع زمانی بارش ایستگاه سبزواری را در چارک‌های مختلف به صورت احتمالات ۱۰ تا ۹۰ درصد نشان می‌دهد. به طور نمونه احتمال ۵۰٪ توزیع زمانی بارش ایستگاه بجنورد و یک ایستگاه در استان ایلینویز آمریکا (هاف، ۱۹۹۰) در چارک‌های مختلف مقایسه شد (شکل ۶). دلیل انتخاب استان ایلینویز آمریکا این بوده است که اولاً استان خراسان و ایلینویز تقریباً هم عرض جغرافیایی هستند و از طرف دیگر هاف که یکی

شده در شکل ۴ به طور نمونه برای رگبارهای ایستگاه سبزواری می‌باشد. از مقایسه احتمال ۵۰ درصد تداوم‌های مختلف هر ایستگاه این نتیجه به دست می‌آید که این احتمالات در تداوم‌های مختلف هر ایستگاه کمی با هم فرق دارند. در نتیجه بهتر است که این الگوها برای هر تداوم به‌طور جداگانه به دست آید. این الگوها برای رگبارهای با تداوم ۱، ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعته برای هر ایستگاه به‌طور جداگانه به دست آمده است. اما از آنجا که تداوم رگبارهای ایستگاه‌ها بسیار متنوع است، ضرورت ایجاد می‌کند که یک الگوی کلی برای ایستگاه مربوطه در چارک‌های مختلف، صرف نظر از تداوم رگبار ترسیم شود تا برای تداوم‌هایی که این الگوها برای آنها به دست نیامده است، بتوان از الگوی



شکل ۵. توزیع زمانی بارش تمام رگیارهای سبزواری بدون در نظر گرفتن تداوم رگیارها در چارک‌های مختلف.

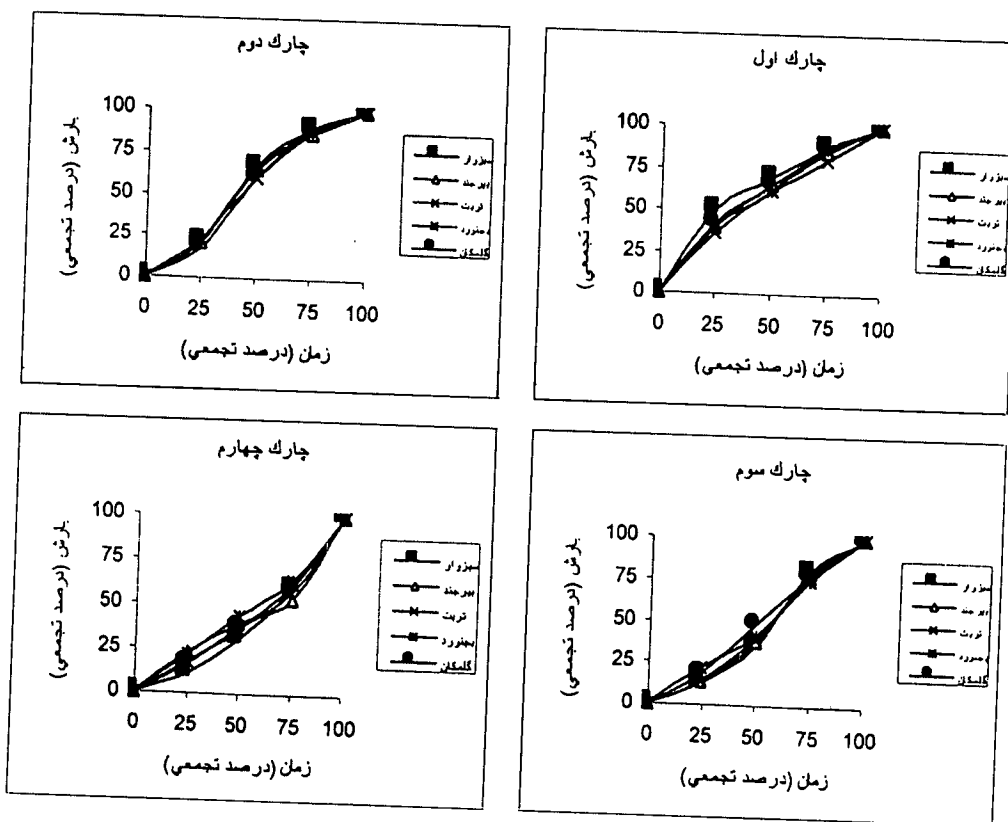


شکل ۶. مقایسه احتمال ۵۰٪ چارک‌های مختلف ایستگاه‌های ایلی‌نویز و بجنورد.

از صاحب‌نظرترین افراد در زمینه تعیین الگوی توزیع زمانی بارش است، مطالعات خود را در این زمینه متمرکز کرده است و اکثر پژوهشگران نیز در مطالعات خود به نتایج هاف استناد می‌کنند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود منحنی احتمال ۵۰٪ چارک‌های مختلف ایلی‌نویز با منحنی احتمال ۵۰٪ چارک‌های مختلف بجنورد کاملاً متفاوت است و لذا نمی‌توان از منحنی‌های به دست آمده برای ایلی‌نویز امریکا در بجنورد استفاده کرد. لازم به ذکر است که اختلاف منحنی ۵۰٪ چارک اول و چهارم ایلی‌نویز با منحنی ۵۰٪ چارک اول و چهارم بجنورد به مراتب بیشتر از اختلاف آنها در چارک‌های دوم و سوم است.

۴-۳-۲ بررسی منطقه‌ای

با توجه به نبود آمار بارش به صورت ۱۰ درصدی زمانی در تمام



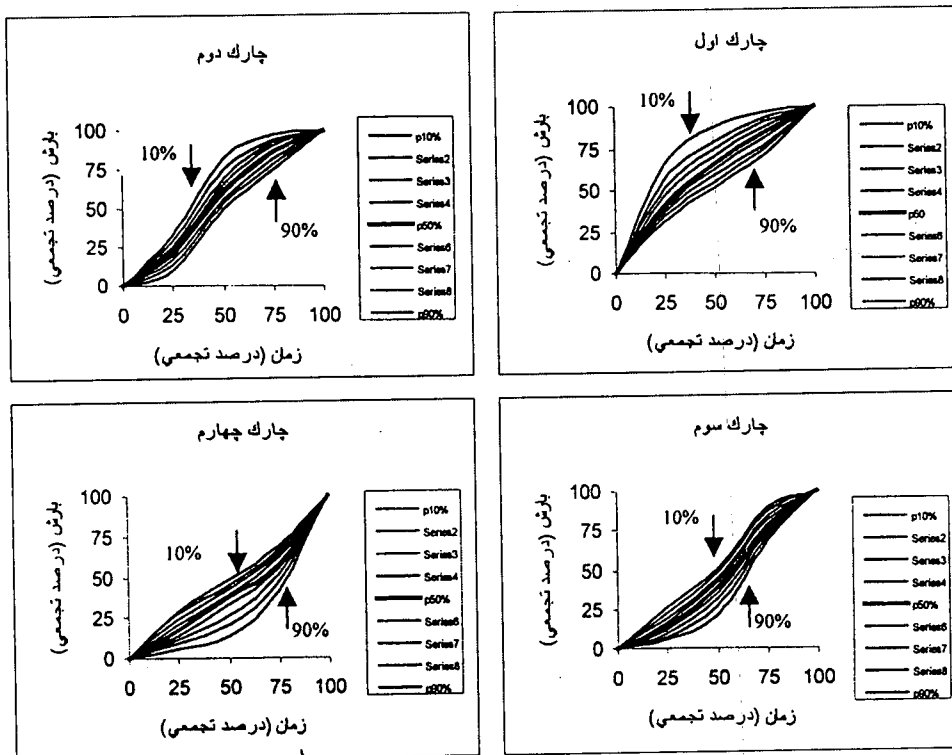
شکل ۷. مقایسه احتمال ۵۰٪ چارک‌های اول، دوم، سوم و چهارم ایستگاه‌های سبزوار، بیرجند، تربت، بجنورد، گلمکان.

ایستگاه‌های بجنورد، بیرجند، تربت، سبزوار و گلمکان ارائه شد (شکل ۸). این الگو با الگوی منطقه‌ای که هاف برای استان ایلینویز امریکا ارائه داده (هاف، ۱۹۹۰) در شکل ۹ مقایسه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود الگوی توزیع زمانی بارش استان خراسان با استان ایلینویز امریکا، که تقریباً در یک عرض جغرافیایی قرار دارند، کاملاً متفاوت است و نمی‌توان از این الگوها به جای یکدیگر استفاده کرد.

۵ نتیجه‌گیری

گرچه یافته‌هایی که در شکل‌های ۱ تا ۹ آورده شد، در زمره نتایج اصلی مقاله حاضر است، با این حال در این قسمت برخی نکات دیگر در این ارتباط آورده می‌شود. در این بررسی، الگوی توزیع زمانی بارش برای ایستگاه‌های منتخب استان خراسان و الگوی کلی برای تمام استان خراسان به دو روش ترسیمی پیل‌گرم و

ایستگاه‌های خراسان ضرورت ایجاد می‌کند که یک الگوی کلی در چارک‌های مختلف صرف‌نظر از نوع ایستگاه، ترسیم شود تا برای مناطقی که این الگوها برای آنها به دست نیامده است، بتوان از الگوی کلی استان استفاده نمود. در این روش ابتدا احتمال ۵۰٪ چارک‌های مختلف تمام ایستگاه‌ها در نمودار رسم شد (شکل ۷). ملاحظه می‌شود که احتمال ۵۰٪ چارک‌های اول و چهارم ایستگاه‌ها با هم تفاوت کمی دارند و اختلاف احتمال ۵۰٪ چارک‌های دوم و سوم بسیار ناچیز است. لذا از نوع ایستگاه صرف‌نظر شد و رگبارهای تمام ایستگاه‌ها با هم در نظر گرفته شده و احتمالات ۱۰ تا ۹۰ درصد برای تمام رگبارها رسم شد. شکل ۸، الگوی توزیع زمانی بارش منطقه‌ای را در چارک‌های متفاوت به صورت احتمالات ۱۰ تا ۹۰ درصد در استان خراسان نشان می‌دهد. بدین ترتیب یک الگوی توزیع زمانی بارش منطقه‌ای برای تمام استان خراسان با استفاده از آمار بارش



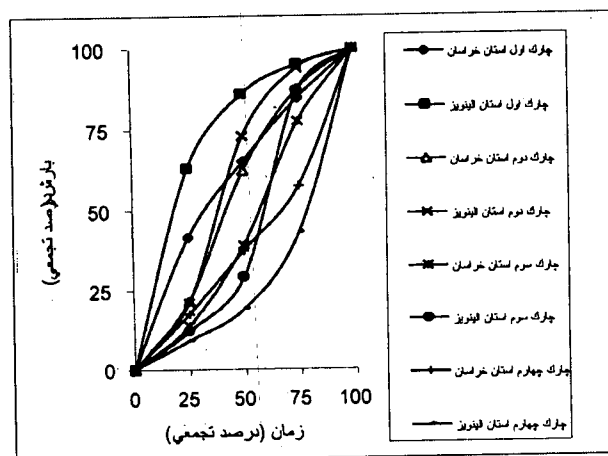
شکل ۸. توزیع زمانی بارش بصورت منطقی در استان خراسان در چارک‌های اول، دوم، سوم و چهارم (برگرفته از داده‌های ایستگاه‌های بیرجند، بجنورد، تربت، سبزوار و گل‌مکان).

الگوی کلی استان خراسان با استان ایلینویز امریکا مقایسه شد (شکل‌های ۶ و ۹). از این بررسی نتایج زیر نیز حاصل می‌شود.

۱- در ایستگاه‌های بیرجند و سبزوار و تربت بیشترین فراوانی وقوع رگبارها، در چارک‌های دوم و سوم است ولی در ایستگاه‌های بجنورد و گل‌مکان بیشترین فراوانی وقوع رگبارها، در چارک‌های اول و دوم است.

۲- تعیین الگوی توزیع زمانی بارش به روش منحنی‌های تجمعی بی‌بعد (روش ترسیمی پیل‌گریم) روش مناسبی برای استان خراسان نیست زیرا در این روش، تغییر تداوم، هیچ اثری بر روی الگوی توزیع زمانی بارش نمی‌گذارد.

۳- تعیین الگوی توزیع زمانی بارش به روش هاف الگوی مناسبی است زیرا تغییر تداوم روی شکل الگوها تاثیر می‌گذارد و چون این الگوها به صورت احتمالات بیان می‌شود برای طرح‌های عمرانی بسیار مناسب است. به طور مثال اگر طرح از نظر مالی پر



شکل ۹. مقایسه احتمال ۵۰٪ چارک‌های اول، دوم، سوم و چهارم استان خراسان و استان ایلینویز امریکا.

هاف ارائه شد و در نهایت الگوی توزیع زمانی بارش ایستگاه‌های خراسان جداگانه با الگوی استان ایلینویز امریکا و همین‌طور

هزینه باشد می توان از احتمالات پایین تر استفاده نمود ولی اگر در طرح هزینه ها مهم نباشند می توان از احتمالات بالاتر استفاده کرد. ولی به طور کلی احتمال ۵۰ درصد به عنوان بهترین احتمال در نظر گرفته می شود.

۴- اختلاف احتمال ۵۰٪ الگوی توزیع زمانی بارش ایستگاه های مختلف استان خراسان در چارک های اول و چهارم بیشتر از چارک های دوم و سوم است و این احتمال در چارک های دوم و سوم ایستگاه های مختلف تقریباً یکسان است. ولی به طور کلی الگوی توزیع زمانی بارش ایستگاه های مختلف استان تقریباً یکسان است.

۵- احتمال ۵۰٪ الگوی توزیع زمانی بارش استان خراسان در چارک های مختلف با احتمال ۵۰٪ الگوی توزیع زمانی بارش استان ایلی نویز امریکا، که تقریباً در یک عرض جغرافیایی قرار دارند، کاملاً متفاوت بود و نمی توان از اطلاعات استان ایلی نویز امریکا برای استان خراسان ایران استفاده کرد. اختلاف احتمال ۵۰٪ الگوی توزیع زمانی بارش در چارک های اول و چهارم این دو منطقه به مراتب بیشتر از چارک های دوم و سوم است.

۶- برای استخراج الگوی باران طراحی باید از اطلاعات محلی استفاده کرد. در مواردی که اطلاعات لازم در محدوده مطالعات وجود نداشته یا کافی نیست، باید از داده های موجود در نواحی مجاور و مشابه استفاده کرد. این عمل به مراتب بهتر از آن است که از الگوهای "تپ" بدون آن که صحت آنها برای منطقه مورد مطالعه احراز شود، استفاده کرد.

۷- قرار گرفتن شدیدترین بخش بارندگی در اواسط مدت کل بارش که سابقاً به عنوان یک فرض معقول و منطقی توجیه می شد، مورد تردید است و برای کاهش تردیدها باید از داده های محلی استفاده کرد و نتیجه گیری در این زمینه را به شکل مستند و قابل قبولی درآورد.

منابع

- بزرگ زاده، م.، ۱۳۷۴، توزیع زمانی بارش برای محاسبه سیلاب طراحی: فصلنامه امور آب وزارت نیرو، سال سوم، ۱۳۷۴، شماره ۱.
- علیزاده، ا.، ۱۳۷۶، هیدرولوژی کاربردی: انتشارات آستان قدس رضوی.
- مالکی فرد، ف.، ۱۳۸۱، تعیین الگوی توزیع زمانی بارندگی در ایستگاه های منتخب استان خراسان: پایان نامه کارشناسی ارشد، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- وزیری، ف.، ۱۳۷۶، تعیین الگوی توزیع زمانی بارندگی ۲۴ و ۴۸ ساعته در جنوب غرب ایران: انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.
- Huff, F. A., 1967, Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms: Water Resources Research, 3, 1007-1019.
- Huff, F. A., 1990, Time Distribution of Heavy Rainstorms in Illinois: Department of Energy and Natural Resources.
- Huff, F. A., and Angel, J. R., 1989, Frequency Distributions and Hydroclimatic Characteristics of Heavy Rainstorms in Illinois: Illinois State Water Survey Bulletin 70, 77 p.
- Maksimovic, C., 1996, Rain and flood in our cities: World Meteorology Organization (WMO).
- Pani, E. A., and Haragan, D. R., 1981, A Comparison of Texas and Illinois Temporal Rainfall Distributions: Preprints, 4th Conference on Hydrometeorology, American Meteorology Society, Boston, MA, 76-80.
- Pilgrim, D. H., Kennedy, M. R., and Rowbottom, I. A., 1991, Temporal Patterns of Rainfall Bursts: Australian Rainfall and Runoff, 1, 43-53.
- Viessman, W., 1996, Introduction to Hydrology: 4th edition, Addison wesley Pub Co.