

## گزارش فنی

واژه‌های کلیدی: بارندگی، توزیع زمانی، رتبه دهی، پیلگریم، ناحیه بندی و ایران

## مقدمه

آمار بارندگی نشان می‌دهد که بارندگی در سطح کره زمین پراکنش یکنواختی ندارد و در زمان و مکان تغییر می‌کند. در مطالعات آبخیزداری، سدسازی، عمران و مهندسی زهکشی توزیع زمانی بارندگی لازم بوده به گونه‌ای که توزیع زمانی بارندگی عامل مهمی در طراحی فاضلاب شهری، کنترل سیلاب، پتانسیل سیلابی و فرسایش خاک است. همچنین چگونگی توزیع زمانی بارندگی در مدت مشخص بارش یا بارندگی‌های مولد سیلاب‌های بیشینه یکی از داده‌های ورودی مدل‌های شبیه‌سازی حوزه‌ی آبریز را تشکیل می‌دهند. روش‌های گوناگونی برای تهیه‌ی الگوی توزیع زمانی بارش ارائه شده است (مثلاً نگاه کنید به حاتمی‌یزد، [۳]). به دلیل تسهیل در طراحی، الگوهای تیپ بارندگی متعددی برای این منظور پیشنهاد شده است. از جمله‌ی آنها می‌توان به الگوهای تیپ رسته‌ی مهندسی ارتش [۱۴] (یک تیپ) و تیپ‌های ۶ و ۲۴ ساعته‌ی دفتر حفاظت خاک ایالات متحده [۱۳] اشاره کرد. این قبیل الگوها برای شرایط جغرافیایی و اقلیمی ویژه و معینی تهیه شده‌اند و علی‌القاعده فقط در همان مناطق کاربرد دارند، مگر آن که سنجش و ارزیابی آنها با داده‌های موجود در نقاط دیگر جهان نشان دهد که استفاده از آنها در پروژه‌ی مورد نظر مجاز است. مطالعات انجام شده در ایران حاکی از این است که تعیین الگوهای زمانی توزیع بارش به گونه‌ی عمده بر اساس روش‌های پیشنهادی هاف [۹]، پیلگریم و کوردی [۱۱] و دفتر حفاظت خاک ایالات متحده [۱۳] در پاره‌ای از نقاط کشور به صورت موردی انجام شده است [۱۲، ۸، ۶، ۵، ۴، ۲، ۱]. این مطالعات به هیچ وجه با هم قابل مقایسه نیستند زیرا عامل‌های شخصی متعددی (برای مثال انتخاب معیاری برای مستقل فرض کردن دو بارندگی متوالی با یک زمان وقفه‌ی مشخص) دخیل هستند. با این حال با وجود این که ناحیه بندی الگوی توزیع بارش در سایر نقاط دنیا انجام شده است (مثلاً لین و همکاران [۱۰] برای کره)، هیچ مطالعه‌ای در این مورد برای ایران انجام نشده است. این پژوهش به این مقوله پرداخته است.

## مواد و روش‌ها

از تمامی هایتوگراف‌های استخراج شده‌ی موجود گراف‌های

## تعیین الگوهای توزیع زمانی بارش و ناحیه بندی

## آن در ایران

ابوذر حاتمی‌یزد<sup>۱</sup>، بیژن قهرمان<sup>۲</sup> و سعیدرضا خداشناس<sup>۳</sup>  
تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۳

## چکیده

تأثیر الگوی توزیع زمانی بارش در طراحی تمامی سازه‌های آبی و مطالعات فرسایش خاک از اهمیتی ویژه برخوردار است. برای تعیین الگو در ایران از گراف‌های باران‌نگاری ۱۴۶ ایستگاه باران‌نگاری استفاده شد. عمق بارش در فاصله‌های زمانی مشخص از گراف‌های باران‌نگاری به ازای هر پایه‌ی زمانی استخراج و بارش به چهار چارک تقسیم شد. با اعمال روش رتبه بندی، الگو در پایه‌های زمانی کمتر از ۳، ۳ تا ۶، ۶ تا ۱۲ و بیشتر از ۱۲ ساعت به دست آمد. با میانگین‌گیری از رتبه‌های دریافتی توسط چارک‌ها و درصد عمق بارش رخ داده در هر رتبه، ضمن تعیین رتبه‌ی شاخص، الگوی نهایی هر تداوم مشخص شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار بارش در ۳۵ درصد بارش‌های ایران در چارک دوم رخ می‌دهد. کمترین تعداد بارش‌ها، در چارک چهارم دارای بیشترین مقدار بارش بودند. با استفاده از روش وارد ۵، ۹، ۹ و ۸ ناحیه‌ی همگن به ترتیب برای زمان‌های تداوم بارش‌های کوتاه مدت (<۳)، میان مدت (۳-۶) و بلند مدت (۶-۱۲ و ساعت >۱۲) به دست آمد. برای هر ناحیه‌ی همگن یک الگوی توزیع زمانی بارش استخراج شد. تعدد این الگوها خطر استفاده از الگوهای تیپ سازمان حفاظت خاک و مهندسی ارتش آمریکا را که به گونه‌ی گسترده‌ای در نرم‌افزارهای یارانه‌ای بارش - روان آب استفاده می‌شود را خاطر نشان می‌کند.

۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲ نویسنده مسئول و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،

bijangh@ferdowsi.um.ac.ir

۳ استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

بین ۳ و ۶ ساعت، بین ۶ و ۱۲ ساعت و بیشتر از ۱۲ ساعت) یکسان نبود (جدول ۲). بنابراین برای تمامی مدت‌های تداوم، روی هم ۳۱ الگوی بارندگی مستقل وجود دارد. این الگوها به دلیل محدودیت اندازه‌ی مقاله در این جا آورده نشد. داده‌های بیش تر در حاتمی یزد [۳] موجود است.

نتایج نشان داد که تفاوت زیادی بین الگوهای مربوط به نواحی گوناگون وجود داشت که نشان می‌دهد نخست، خوشه بندی مناسب است و دوم، نمی‌توان این الگوها را با هیچ کدام از الگوهایی که به عنوان "تیپ" و "استاندارد" شناخته می‌شوند [۱۳، ۱۴] و به گونه‌ای گسترده در نرم افزارهای رایانه‌ای کاربرد دارد شبیه سازی کرد. بنابراین، این یافته از نقطه نظر کاربردی دارای اهمیت است که بایستی از ویژگی‌های منطقه‌ای و نه ویژگی‌های مناطق دیگر، استفاده کرد.

### نتیجه‌گیری

الگوهای توزیع زمانی بارش در ۱۴۶ ایستگاه باران نگاری در کل کشور، از روی آمار استخراج شده از باران نگارها استخراج گردید. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار بارش در ۳۵ درصد بارش‌های

۱۴۶ ایستگاه ثابت وزارت نیرو (باران سنج‌های لامبرشت) با طول دوره‌ی آماری بیش از ۸ سال استفاده شده است. روش رتبه بندی [۱۱] برای تعیین الگوی توزیع زمانی بارش به کار رفت. به منظور ناحیه بندی الگوهای توزیع زمانی بارشی در ایران از روش "خوشه‌ای کردن سلسله مراتبی متراکم" (روش وارد) [۷] در محیط نرم افزار SPSS90 استفاده شد. برای هر ایستگاه به روش تیسن محدوده‌ای به عنوان منطقه‌ی موثر آن ایستگاه در نظر گرفته شد. با خوشه بندی، نواحی مشابه تعیین می‌شود. شباهت ایستگاه‌ها از لحاظ الگوی توزیع زمانی بارش به این معنی است که چارک بیشینه در تمام ایستگاه‌ها یکی است. همچنین ترکیب قرار گرفتن مقادیر درصد بارش در چارک‌ها یکسان است، بنابراین برای ایستگاه‌های قرار گرفته در یک ناحیه می‌توان الگویی واحد ارائه داد.

### بحث و نتایج

تعداد رگبارهای ثبت شده از ۵۷ رگبار در ایستگاه تصفیه خانه زاهدان تا ۱۲۷۳ رگبار در ایستگاه سنگده استان تهران متغیر و برابر با تعداد کل ۱۹۷۱۲۳۵۰ رگبار است. هرچه تداوم اضافه می‌شود تعداد بارش‌ها نیز افزایش می‌یافت به گونه‌ای که تعداد بارش‌های

جدول ۱- فراوانی وقوع چارک حداکثر در الگوهای به دست آمده

تداوم	بارش‌های کمتر از ۳ ساعت		بارش‌های ۳ تا ۶ ساعت		بارش‌های ۶ تا ۱۲ ساعت		بارش‌های بیش از ۱۲ ساعت		جمع	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
چارک ۱	۳۸	۲۶	۴۹	۳۴	۲۸	۲۰	۱۴۹	۲۶		
چارک ۲	۷۰	۴۹	۴۴	۳۱	۳۷	۲۶	۱۹۹	۳۵		
چارک ۳	۳۴	۲۴	۴۳	۳۰	۵۳	۳۷	۱۷۵	۳۱		
چارک ۴	۲	۱	۷	۵	۲۴	۱۷	۴۹	۹		
جمع	۱۴۴	۱۰۰	۱۴۳	۱۰۰	۱۴۳	۱۰۰	۵۷۲	۱۰۰		

ایران در چارک دوم رخ می‌دهد و ۳۱ درصد در چارک سوم و ۲۶ درصد در چارک نخست واقع می‌شوند. کمترین تعداد بارش‌ها، در چارک چهارم دارای بیشترین مقدار بارش بودند. با انجام ناحیه بندی، ۵، ۹، ۹ و ۸ ناحیه‌ی همگن به ترتیب برای زمان‌های

جدول ۲- تعداد ناحیه‌های همگن در محدوده‌های گوناگون بارش در ایران

محدوده زمانی بارش (ساعت)	> ۳	۳-۶	۶-۱۲	< ۱۲
تعداد نواحی همگن	۵	۹	۹	۸

موجود در تداوم بیشتر از ۱۲ ساعت بیش از ۳/۵ برابر تعداد بارش‌های موجود در تداوم کمتر از ۳ ساعت می‌باشد. تعداد وقوع چارک حداکثر در تداوم‌های گوناگون ایستگاه‌های تحت مطالعه (جدول ۱) نشان می‌دهد که تعداد بارش‌های چارک دوم و سوم بیشترین فراوانی وقوع را دارند. در حالی که در چارک چهارم کمترین فراوانی وقوع در میان چارک‌ها رخ داده است. همچنین در تداوم‌های کمتر از ۳ ساعت و همچنین ۶ تا ۱۲ ساعت چارک دوم، چارک بیشینه است و در تداوم ۳ تا ۶ ساعت چارک نخست، چارک حداکثر بوده در حالی که در تداوم بیش از ۱۲ ساعت چارک سوم، چارک بیشینه است. تعداد نواحی همگن برای ۴ محدوده‌ی بارش (کمتر از ۳ ساعت،

سمنان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.  
۷- نیرومند، ح.ع. ۱۳۷۹. تحلیل آماری چند متغیره کاربردی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ اول، ۷۴۰ ص.  
۸- وزیری، ف. ۱۳۷۶. تعیین الگوی توزیع زمانی بارندگی های ۲۴ و ۴۸ ساعته در جنوب غرب ایران، گزارش طرح تحقیقاتی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی.

9- Huff, F.A. 1967. Time distribution of rainfall in heavy storms, *Water Resources Research*, 3(4), 1007-1019.

10- Lin, G.F., Chen, L.H. and Kao, S.C. 2005. Development of regional design hyetographs. *Hydrological Processes* 19, 937-946.

11- Pilgrim, D.H. and Cordery, I. 1975. Rainfall temporal patterns for design flood". *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 101(HY1), 81-95.

12- Telvari, A.R. and Ghanbarpour, M.R. 2002. Rainfall temporal pattern in synoptic meteorological stations in North of Iran. *Third International Conference on Water Resources and Environment Research, Dresden University of Technology*.

13- SCS, 1986. *Urban hydrology for small watersheds*, Tech. Bul. 55, Appendix B.

14- US Army, Corps of Engineers (USACE). HEC. 1982. *Hydrologic Analysis of ungagged Watersheds Using HEC- 1*. T, D. 15, Davis, CA.

تداوم بارش های کوتاه مدت ( $<3$ )، میان مدت (۳-۶) و بلند مدت (۶-۱۲ و ساعت  $>12$ ) به دست آمد. برای هر ناحیه ی همگن و هر مدت تداوم، الگوی تیپ استخراج شد. این یافته ها برای نخستین بار برای ایران به دست آمد. تعدد تیپ های به دست آمده خطر امکان استفاده از تیپ های متداول سازمان حفاظت خاک و مهندسی ارتش آمریکا را که به گونه ی گسترده در نرم افزارهای رایانه ای بارش- روان آب استفاده می شود را خاطر نشان می سازد.

## منابع

۱- امین، س. و سپاسخواه، ع.ر. ۱۳۷۵. بررسی نوع توزیع شدت در مدت رگبارها در شرایط آب و هوایی فارس. گزارش طرح تحقیقاتی به شماره ۷۳۹۴-۷۲۸-۷۱-AG، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲- بزرگ زاده، م. ۱۳۷۴. توزیع زمانی بارش برای محاسبه سیلاب طراحی، فصلنامه آب و توسعه، سال سوم، شماره ۱، ص ۳۵-۴۹.

۳- حاتمی یزد، ا. ۱۳۸۴. تهیه الگوی توزیع زمانی بارش ایران و پهنه بندی کشور بر اساس الگوهای حاصل. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۸۴ ص.

۴- حاتمی یزد، ا.، قهرمان، ب. و تقوائی، ع.ا. ۱۳۸۴. تعیین الگوی توزیع زمانی بارش استان خراسان بزرگ، مجله علوم و مهندسی منابع آب ایران، سال اول، شماره ۳، ۵۴-۶۴.

۵- رضیئی، ط. و علیجانی، ب. ۱۳۸۱. تعیین الگوی توزیع زمانی بارش های کوتاه مدت در استان تهران، مجله نیوار، سازمان هواشناسی.

۶- طالب بیدختی، م. ۱۳۷۴. الگوی توزیع زمانی بارش استان