



توزیع‌های فراوانی بهینه عامل فرساینده باران در ایران

محسن ذبیحی^۱، *سیدحمیدرضا صادقی^۲ و مهدی وفاخواه^۳

^۱ دانشجوی دکتری گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس،

^۲ دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۶

چکیده

سابقه و هدف: اقلیم به‌عنوان یک عامل مؤثر بر فرسایش خاک اهمیت ویژه‌ای در ارزیابی و مدیریت فرسایش خاک دارد. در این میان، نقش باران در شروع و ایجاد فرسایش آبی انکارناپذیر است. از طرفی ارزیابی توزیع‌های فراوانی برای تحلیل عامل فرساینده باران کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین و ارزیابی توزیع‌های فراوانی مختلف برازش‌یافته بر مقادیر عامل فرساینده باران در مقیاس‌های مختلف زمانی در ایران برنامه‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور انجام پژوهش حاضر، پس از تحلیل همه رگبارهای موجود در دوره آماری ۲۰ سال در ۷۰ ایستگاه مطالعاتی، عامل فرساینده باران Wischmeier و Smith محاسبه شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار EasyFit توزیع‌های فراوانی مختلف بر داده‌ها در هر یک از مقیاس‌های زمانی برازش داده شد. به‌منظور تعیین نکویی برازش از آزمون مربع کای در مقیاس‌های زمانی مختلف در هر ایستگاه استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج، توزیع گمبل حداکثر در اکثر ماه‌ها و فصول به‌عنوان بهترین توزیع فراوانی برازش‌یافته انتخاب شده و توزیع‌های لوگ‌نرمال سه‌پارامتری، گاما و لوگ‌نرمال دوپارامتری نیز رتبه نخست در بین توزیع‌های فراوانی برازشی بر مقادیر عامل فرساینده باران سالانه را به‌خود اختصاص دادند. هم‌چنین، ایستگاه‌هایی با رژیم بارش یکنواخت‌تر و متأثر از نظام‌های بارشی مشابه از تغییرپذیری کم‌تری در نوع توزیع‌های برازشی در مقیاس‌های زمانی مختلف برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری: طبق یافته‌های پژوهش حاضر، تغییرات مکانی و هم‌چنین مقیاس‌های زمانی داده‌های عامل فرساینده بر انتخاب توزیع‌های فراوانی تأثیر داشته و توزیع‌های به‌دست آمده در ایستگاه‌های مختلف و هم‌چنین مقیاس‌های زمانی مطالعاتی، متفاوت بوده‌اند. این پژوهش می‌تواند کمک مؤثری در ارائه راه‌کارهای صحیح و مناسب برای مدیریت منابع خاک و آب کشور داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل فراوانی، توزیع آماری، توزیع مکانی فرساینده، فرساینده، طرح، مقیاس زمانی

* مسئول مکاتبه: sadeghi@modares.ac.ir

مقدمه

اگرچه استفاده از داده‌های هیدرولوژیکی بلندمدت برای بیان احتمال وقوع پدیده‌های هیدرولوژیکی مثل بارش، سیل و خشکسالی به‌خوبی شناخته شده است (۱۱، ۱۲)، ولی استفاده از تحلیل فراوانی وقوع و تعیین توزیع‌های فراوانی بهینه در مطالعات مرتبط با فرسایش خاک نسبتاً محدود است. فرسایش خاک باران^۱ به قابلیت بالقوه باران در ایجاد فرسایش خاک اطلاق می‌گردد (۵، ۱۰). نیروی فرسایش حاصل از باران با پاشمان^۲ ذرات خاک از بستر اصلی خود و ایجاد روان‌آب سطحی مهم‌ترین تأثیر در پدیده فرسایش آبی را دارد (۳، ۸). در بین تمامی روابط ذکر شده برای محاسبه عامل فرسایش باران، رابطه ویشمایر و اسمیت مورد استفاده در معادله جهانی فرسایش خاک به‌عنوان بهترین رابطه در شرایط کشور ایران می‌باشد (۷). عامل فرسایش باران به‌دلیل تغییرپذیری زمانی و مکانی زیاد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

پژوهش‌های متعددی در خصوص تغییرات مکانی و زمانی توزیع‌های فراوانی متغیرهای مختلف هیدرولوژیکی در دنیا صورت گرفته است. حال آن‌که تنها کاپولونگو و همکاران (۲۰۰۸) روند عامل فرسایش باران اقلیمی در ایتالیا را بررسی کردند. همچنین پناهی (۱۹۹۶) توزیع‌های فراوانی عامل فرسایش باران سالانه ۳۱ ایستگاه با بیش از ۱۰ سال آمار در ایران را بررسی و توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ را بهترین توزیع برازش یافته معرفی نمود. صادقی و غضنفرپور (۲۰۰۷) نیز به ارزیابی مقایسه‌ای زمانی و مکانی توزیع‌های فراوانی برازش شده بر عامل فرسایش باران در شش ایستگاه منتخب در ایران پرداختند و توزیع‌های لوگ نرمال سه پارامتری و گمبل در تمامی مقیاس‌های زمانی برتر بودند.

بر اساس پیشینه پژوهش، بررسی‌های اندکی در خصوص استفاده از توزیع‌های آماری در مطالعات مرتبط با عامل فرسایش باران در مقیاس‌های مختلف زمانی انجام شده است. به‌همین سبب، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی توزیع‌های فراوانی مختلف برازش‌یافته بر عامل فرسایش باران در مقیاس‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه با حداکثر تعداد ۷۰ ایستگاه مطالعاتی قابل استفاده و طول دوره آماری مشترک در ایران صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در کشور ایران و مساحتی حدود ۱/۸ میلیون کیلومتر مربع (۶) انجام پذیرفت. برای این منظور، نخست آمار و اطلاعات مورد نیاز، شامل تمامی رگبارهای ثبت شده در ایستگاه‌های سازمان‌های متولی ثبت داده‌های باران‌نگاری، از مراجع و مراکز ذیربط اخذ شد. در این راستا داده‌های ۲۶۶ ایستگاه در اکثر استان‌های کشور در مرحله نخست جمع‌آوری گردید. سپس با بررسی صحت و درستی داده‌ها، اقدام به ترسیم هیستوگرام طول دوره آماری ایستگاه‌های مورد مطالعه شد. نهایتاً با لحاظ استخراج حداکثر دوره آماری ممکن از داده‌های موجود و هم‌چنین پراکنش مکانی مناسب ایستگاه‌ها در اقلیم‌های مختلف، ۱۹۶ ایستگاه به‌ناچار حذف و ۷۰ ایستگاه مطالعاتی با دوره مشترک آماری از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۲ در سرتاسر کشور انتخاب شد. پس از آماده‌سازی اولیه اطلاعات رگبارهای همه ایستگاه‌های کشور در محیط نرم‌افزار Excel، عامل فرسایش باران رابطه جهانی فرسایش خاک (۱۳) محاسبه شد. سپس برای تعیین بهترین توزیع برازش‌یافته بر داده‌ها، مقادیر عامل فرسایش باران در هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه، به‌طور جداگانه برای مقاطع زمانی ماهانه، فصلی و سالانه به نرم‌افزار EasyFit به‌سبب سهولت استفاده و ارائه شاخص ارزیابی مناسب (۲) معرفی شد.

- 1- Rainfall Erosivity
- 2- Splash Erosion

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از اولویت بندی توزیع های فراوانی برازش یافته بر مقادیر عامل فرساینده گی باران در مقیاس های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه در کشور در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده و تغییر پذیری زیاد مقادیر، مشخص شد که در مقیاس ماهانه توزیع گمبل حداکثر در اکثر ماه ها به عنوان بهترین توزیع فراوانی برازش یافته انتخاب شده و تنها در ماه های اردیبهشت، تیر و بهمن به ترتیب توزیع های نرمال، گاما، گمبل حداکثر و گمبل حداقل، بهترین توزیع فراوانی انتخابی بودند که با نتایج صادقی و غضنفرپور (۲۰۰۷) برای عامل فرساینده گی باران و امیر عطایی و منتصری (۲۰۱۳) برای داده های بارندگی هم خوانی ندارد. این امر احتمالاً می تواند به دلیل استفاده از ایستگاه های مختلف در بررسی توزیع های فراوانی، رفتارها و خصوصیات

متفاوت متغیرهای هیدرولوژیک و همچنین تفاوت در طول دوره آماری مورد مطالعه باشد. توزیع های نرمال و گاما، لوگ نرمال ۲ پارامتری و گمبل حداقل نیز در رتبه های بعدی قرار گرفتند.

در مقیاس فصلی نیز توزیع گاما به عنوان بهترین توزیع برازش یافته در فصل زمستان معرفی شد و در سایر فصول هم سو با نتایج صادقی و غضنفرپور (۲۰۰۷) توزیع گمبل حداکثر به عنوان توزیع مناسب انتخاب گردید. نتایج هم چنان نشان داد که هم چون اکثر ماه ها، در فصول مختلف نیز توزیع های حدی برازش یافتند. دلیل این امر را می توان در میزان چولگی داده های به دست آمده در پایه های زمانی مطالعاتی و همچنین الگوی احتمالی حاکم بر توزیع ها جستجو نمود.

جدول ۱- اولویت توزیع های فراوانی برازش یافته بر مقادیر عامل فرساینده گی باران ماهانه، فصلی و سالانه در ایران.

Table 1. Ranking of frequency distributions fitted to the amount of rainfall erosivity factor for monthly, seasonal and annual scales in Iran.

رتبه (Rank)	اول (First)	دوم (Second)	سوم (Third)	چهارم (Fourth)	مقیاس (Scale)
فروردین Apr.	گمبل حداکثر Gumbel Max	نرمال، گاما Normal, Gamma	گمبل حداقل، لوگ نرمال دو پارامتری Gumbel Min, Lognormal 2p	-	
اردیبهشت May.	نرمال Normal	گمبل حداقل، گمبل حداکثر Gumbel Min, Gumbel Max	گاما Gamma	لوگ نرمال دو پارامتری Lognormal 2p	
خرداد Jun.	گمبل حداکثر Gumbel Max	نرمال، گاما Normal, Gamma	گمبل حداقل Gumbel Min	لوگ نرمال دو پارامتری Lognormal 2p	
تیر Jul.	گاما Gamma	لوگ نرمال دو پارامتری، گمبل حداکثر Lognormal 2p, Gumbel Max	گمبل حداقل Gumbel Min	-	
مرداد Aug.	گمبل حداکثر Gumbel Max	گاما Gamma	نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری Normal, Lognormal 2p	گمبل حداقل Gumbel Min	
شهریور Sep.	گمبل حداکثر Gumbel Max	نرمال، گاما Normal, Gamma	لوگ نرمال دو پارامتری Lognormal 2p	گمبل حداقل Gumbel Min	
مهر Oct.	گمبل حداکثر Gumbel Max	گاما، نرمال Gamma, Normal	لوگ نرمال دو پارامتری Lognormal 2p	گمبل حداقل Gumbel Min	

ادامه جدول ۱-۱

Continue Table 1.

رتبه (Rank)	مقیاس (Scale)	اول (First)	دوم (Second)	سوم (Third)	چهارم (Fourth)
آبان Nov.	گمبل حداکثر Gumbel Max	گاما، نرمال Gamma, Normal	گمبل حداقل Gumbel Min	لوگ نرمال دوپارامتری Lognormal 2p	
آذر Dec.	گمبل حداکثر Gumbel Max	نرمال Normal	گاما Gamma	گمبل حداقل، لوگ نرمال دوپارامتری Gumbel Min, Lognormal 2p	
دی Jan.	گمبل حداکثر Gumbel Max	گاما، نرمال Gamma, Normal	گمبل حداقل Gumbel Min	لوگ نرمال دوپارامتری Lognormal 2p	
بهمن Feb.	گمبل حداکثر، گمبل حداقل Gumbel Max, Gumbel Min	نرمال، گاما Normal, Gamma	لوگ نرمال دوپارامتری Lognormal 2p	-	
اسفند Mar.	گمبل حداکثر Gumbel Max	نرمال، گمبل حداقل، گاما Normal, Gumbel Min, Gamma	لوگ نرمال دوپارامتری Lognormal 2p	-	
بهار Spring	گمبل حداکثر Gumbel Max	گاما، نرمال Gamma, Normal	لوگ نرمال دوپارامتری، گمبل حداقل Lognormal 2p, Gumbel Min	-	
تابستان Summer	گمبل حداکثر Gumbel Max	گاما، نرمال Gamma, Normal	گمبل حداقل Gumbel Min	لوگ نرمال دوپارامتری Lognormal 2p	
پاییز Autumn	گمبل حداکثر Gumbel Max	گمبل حداقل، گاما Gumbel Min, Gamma	نرمال Normal	لوگ نرمال دوپارامتری Lognormal 2p	
زمستان winter	گاما Gamma	گمبل حداکثر، لوگ نرمال دوپارامتری Gumbel Max, Lognormal 2p	نرمال Normal	گمبل حداقل Gumbel Min	
سالانه Annual	لوگ نرمال سه پارامتری، گاما، لوگ نرمال دوپارامتری Lognormal 3p, Gamma, Lognormal 2p	لوگ پیرسون تیپ ۳، گمبل حداکثر Log-Pearson 3, Gumbel Max	نرمال Normal	پیرسون تیپ ۳ Pearson 3	

برازش یافته بر داده‌های عامل فرساینده‌گی باران در مقیاس‌های ماهانه و فصلی در ایستگاه‌های موجود در نقاط مختلف کشور نیز متفاوت بوده، به طوری که

در این راستا، صادقی و غضنفرپور (۲۰۰۷) نیز بر برازش بهتر توزیع‌های حدی برای داده‌های دارای چولگی هیدرولوژیک تأکید داشته‌اند. توزیع‌های

خاک در ایران صورت گرفت. نتایج نشان داد که تغییرات مکانی و هم‌چنین مقیاس‌های زمانی داده‌های عامل فرساینده‌گی بر انتخاب توزیع‌های فراوانی تأثیر داشته و توزیع‌های به‌دست آمده در ایستگاه‌های مختلف و هم‌چنین مقیاس‌های زمانی مطالعاتی، متفاوت بوده‌اند. این پژوهش می‌تواند کمک مؤثری در ارائه راه‌کارهای صحیح و مناسب برای مدیریت منابع خاک و آب کشور داشته باشد.

توزیع‌های گمبل حداکثر، گاما، گمبل حداقل، لوگ نرمال ۲ پارامتری و نرمال جزء توزیع‌های برتر در ایستگاه‌های مختلف برگزیده شدند. مقادیر عامل فرساینده‌گی سالانه نیز از توزیع‌های لوگ نرمال ۳ پارامتری، گاما، لوگ پیرسون تیپ ۳، پیرسون تیپ ۳ و بعضاً گمبل حداکثر تبعیت کردند.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تعیین توزیع‌های فراوانی بهینه عامل فرساینده‌گی باران به‌عنوان پتانسیل فرسایش

منابع

1. Amirataee, B., and Montaseri, M. 2013. Evaluation of L-moment and PPCC method to determine the best regional distribution of monthly rainfall data-case study northwest of Iran. *J. Urban Environ. Engin.* 7: 2. 247-252.
2. Artoosh, K., and Moustafa, A. 2012. An estimation of the probability distribution of Wadi Bana flow in the Abyan Delta of Yemen. *J. Agric. Sci.* 4: 6. 80-89.
3. Bennet, H.H. 2001. *Soil Conservation*. Agrobis, India, 993p.
4. Capolongo, D., Diodato, N., Mannaerts, C.M., Piccarreta, M., and Strobl, R.O. 2008. Analyzing temporal changes in climate erosivity using a simplified rainfall erosivity model in Basilicata (southern Italy). *J. Hydrol.* 356: 1. 119-130.
5. Meusburger, K., Steel, A., Panagos, P., Montanarella, L., and Alewell, C. 2012. Spatial and temporal variability of rainfall erosivity factor for Switzerland. *J. Hydrol. Earth Syst. Sci.* 16: 1. 167-177.
6. Nami, M.H., and Heidaripour, E. 2012. New Method for exact calculate of the area and borders length in Islamic Republic of Iran. *Quarterly of Geography (Regional Planning)*. 2: 229-248. (In Persian)
7. Nikkami, D., and Mahdian, M.H. 2015. Rainfall erosivity mapping in Iran. *J. Water. Engin. Manage.* 6: 4. 364-376. (In Persian)
8. Nyssen, J., Vandenreyken, H., Poessen, J., Deckers, J., Haile, M., Salles, C., and Govers, G. 2005. Rainfall erosivity and variability in the northern Ethiopian highlands. *J. Hydrol.* 311: 172-187.
9. Panahi, J. 1996. Determination of rainfall erosivity index in Islamic Republic of Iran. M.Sc. Thesis. Shiraz University, Shiraz. (In Persian)
10. Sadeghi, S.H.R., and Ghazanfarpour, N. 2007. Comparative evaluation of temporal and spatial frequency distribution for rainfall erosivity in few Iranian climatological stations. *Agric. Technol. Sci. J.* 21: 2. 55-66. (In Persian)
11. Saghafian, B., Ghasemi, A., and Golian, S. 2013. Frequency analysis of flood discharge based on rainfall-runoff model simulation and statistical distributions. *Iran. J. Soil Water Res.* 44: 1. 21-32. (In Persian)
12. Vogel, R.M., McMahon, T.A., and Chiew, F.H.S. 1993. Flood flow frequency model selection in Australia. *J. Hydrol.* 146: 421-444.
13. Wischmeier, W.H., and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. *Agriculture handbook*, No. 537, Washington, DC. United States.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 23(1), 2016
<http://jwsc.gau.ac.ir>

Short Technical Report

Optimum frequency distributions of rainfall erosivity factor in Iran

M. Zabihi¹, *S.H.R. Sadeghi² and M. Vafakhah³

¹Ph.D. Student., Dept. of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University,

²Professor, Dept. of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University,

³Associate Prof., Dept. of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University

Received: 03/24/2014; Accepted: 04/26/2015

Abstract

Background and Objectives: Climate as one of the affecting factor on soil erosion has special importance in the assessment and management of soil erosion. Among climatic factors, role of the rain as water erosion beginner is undeniable. On the other hand, evaluation of frequency distributions for rainfall erosivity factor analysis has been less considered. Thus, the present study aimed to identify and evaluate different frequency distributions fitted to the amount of rainfall erosivity factor in monthly, seasonal and annual scales in Iran.

Materials and Methods: The entire available rainfall events reported for 20 years in 70 stations were analyzed based on the Wischmeier and Smith erosivity index. The different frequency distributions were then fitted to data in each time scale and station using the EasyFit software with the help of chi-square test.

Results: According to the results, the maximum Gumble distribution was selected as the best fitted distribution in most of months and seasons and 3-parameter lognormal, gamma and 2-parameter lognormal frequency distributions stood in the first rank group among the fitted frequency distributions for annual scale. In addition, stations with more stable rainfall regime and influenced by similar rainfall regimes had less variability in the type of fitted distributions in different time scales.

Conclusion: According to the findings of the present study, the selection of frequency distributions was influenced by the spatial variations and temporal scales of the rainfall erosivity factor. The selected frequency distributions were therefore dissimilar in different scales and stations. The findings of the present study can effectively facilitate drawing appropriate strategies for soil and water resources management in Iran.

Keywords: Design erosivity, Frequency analysis, Spatial distribution of erosivity, Statistical distribution, Time scale

* Corresponding Author; Email: sadeghi@modares.ac.ir