بررسی ماکزیمم شاخص فرسایندگی بارش در استان اصفهان

محمد رضا یزدانی، ستار چاوشی و کورش شیرانی

کارشناسان بخش آبخیزداری- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

مقدمه

فرسایش خاک از جمله فرآیندهائی است که تاثیر نامطلوبی بر منابع آب و خاک کشور دارد. همه ساله عرصه وسیعی از کشور تحت شرایط فرسایش آبی و خاکی قرار گیرد و این سرمایه ملی از بین می رود. استان اصفهان از جمله استان‌های مرکزی ایران است که تحت تاثیر فرسایش، بخصوص فرسایش بادی قرار دارد و همه سالها میلیونها تن خاک با ارزش زراعی از بین می رود. از طرفی رسوبات در بالادست حوزه های آبخیز سد زاینده رود وارد مخزن سد شده و عمرمفید آن را کاهش می دهد. یکی از مهم ترین عوامل در فرسایش آبی، عامل فرسایندگی باران است. باید در نظر گرفت که تاثیر شدت بارندگی همیشه به یک صورت نیست. برای بررسی تاثیر شدت بارندگی بر هدررفت خاک مطالعات زیادی صورت گرفته است و شاخص‌هایی نیز برای تعیین قدرت فرسایندگی خاک تعیین شده است. مناسبترین شاخص از نظر قدرت فرسایش دهی باران کاربرد انرژی جنبشی یا سینتیک قطرات باران است که تابعی است از شدت، مدت، وزن قطرات، قطر و سرعت آنها. ویشمایر و اسمیت بر اساس مطالعات لاوز و پارسونز رابطه زیر را ارائه نمودند:

$$KE=11.87+8.73\log I \qquad (1)$$

که در آن I شدت بارندگی (mm/h) و KE انرژی سینتیک ($J/m^2.mm$ است) (۳و۵و۱۲). هادسون شاخص $KE>25$ را به عنوان شاخص فرسایش در نظر گرفت که برابر است با مجموع انرژی جنبشی در پریودهایی ازبارندگی که درآن شدت بارندگی ۲۵ میلی متر درساعت و یا بیشتر باشد. برای تشخیص چگونگی تغییرات پتانسیل فرسایش از اطلاعات فرسایش دهی می توان استفاده نمود. در بسیاری از کشورهای دنیا آمار باران نگاری به اندازه کافی در اختیار نیست و یا ایستگاه‌های باران نگار محدود و کم می باشند. در چنین شرایطی از ایستگاه‌های دارای آمار باران نگار استفاده نموده و پس از محاسبه شاخص فرسایندگی، بین این شاخص و یکی دیگر از پارامترهای معمول بارندگی همبستگی ایجاد نمود و با استفاده از آن با روش‌هایی مانند معادلات رگرسیون، شاخص فرسایش پذیری را برای دیگر نقاط تعیین کرد(۶و۷و۸و۱۲). طی تحقیقات ویشمایر و همکاران (۱۹۵۵) مشخص گردید که بهترین تخمینگر میزان خاک از دست رفته، حاصلضرب انرژی جنبشی رگبار و شدت رگبار ۳۰ دقیقه ای می باشد(۵و۹و۱۰). هدف از انجام این تحقیق تعیین تغییرات ماکزیمم فرسایش بارش ۳۰دقیقه ای در استان اصفهان می باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه استان اصفهان با وسعت حدوداً ۱۰/۵ میلیون هکتار است که بین ´۳۶°۴۹ تا ´۳۰°۵۵ طول شرقی و ´۴۵°۳۰ تا ´۳۰°۳۴ عرض شمالی واقع شده است. ارتفاعات استان از کمتر از ۵۰۰ تا بیش از ۴۰۰۰ متر متغیر است. بطور کلی آب و هوای استان اصفهان از غرب به شرق گرمتر و خشکتر می شود. هر چه از غرب به شرق استان پیش رویم درجه حرارت هوا افزایش و میزان بارندگی کاهش می یابد. در بیشتر مناطق مانند استان اصفهان تعداد ایستگاه‌ها و پراکنش آنها در سطح منطقه به گونه ای است که نمی توان از آن‌ها در تعیین تغییرات مکانی شاخص R استفاده نمود. برای حل این معضل راهکارهایی نیز ارائه شده است از جمله استفاده از روش‌های تجربی و یا تعیین رابطه فرسایندگی باران با متوسط بارش سالانه. برای انجام این تحقیق و تعیین ماکزیمم قدرت فرسایندگی باران (تک رگبار) از روشی سازمان خوار و بار کشاورزی جهانی (FAO) برای تعیین حداکثر شدت بارندگی، استفاده شد که به صورت زیر می باشد

$$I = \frac{P}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{0.6} \qquad (۲)$$

که در آن I حداکثر شدت بارندگی بر حسب میلیمتر بر ساعت با دوره بازگشت ۱۰ساله، t پایه زمانی مورد نظر به ساعت و P حداکثر بارندگی ۲۴ساعته با دوره بازگشت ۱۰ساله که با توزیع آماری مناسب بدست می آید(۴). جهت انجام این تحقیق از آمار حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته۸۸ ایستگاه متعلق به سازمان هواشناسی و سازمان آب منطقه‌ای در دوره آماری ۳۰ساله(۱۳۴۸تا۱۳۷۸) استفاده شد.پس از تعیین دوره آماری مشترک، آزمون ران جهن همگنی آمار مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس این آزمون آمار تمام ایستگاهها همگن بودند. سپس آمار ناقص ایستگاهها با توجه به بالاترین ضریب همبستگی ایستگاه‌های مجاور بازسازی گردید. با استفاده از نرم افزار HYFA برازش آماری بر روی داده های هر ایستگاه انجام گرفت و مناسبترین توزیع آماری تعیین گردید و بر اساس آن ماکزیمم بارندگی ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ساله تعیین گردید. با توجه به تغییرات مکانی و عدم همگنی ایستگاه‌های مختلف استان از لحاظ بارش، از روش خوشه بندی جهت تفکیک ایستگاه‌های همگن استفاده گردید. برای کلیه ایستگاههای منتخب پارامترهای میانگین، حداکثر، حداقل، چولگی، کشیدگی، انحراف معیار و روند از روی آمار حداکثر بارندگی ۲۴ساعته استخراج گردید. با استفاده از این پارامترها آزمون کلاستر انجام شد. پس از تعیین حداکثر شدت بارندگی ۳۰ دقیقه ای از رابطه (۲) میزان انرژی جنبشی حاصل از آن از رابطه(۱) محاسبه گردید. در مرحله بعد از رابطه زیر میزان فرسایندگی ماکزیمم باران محاسبه شد:

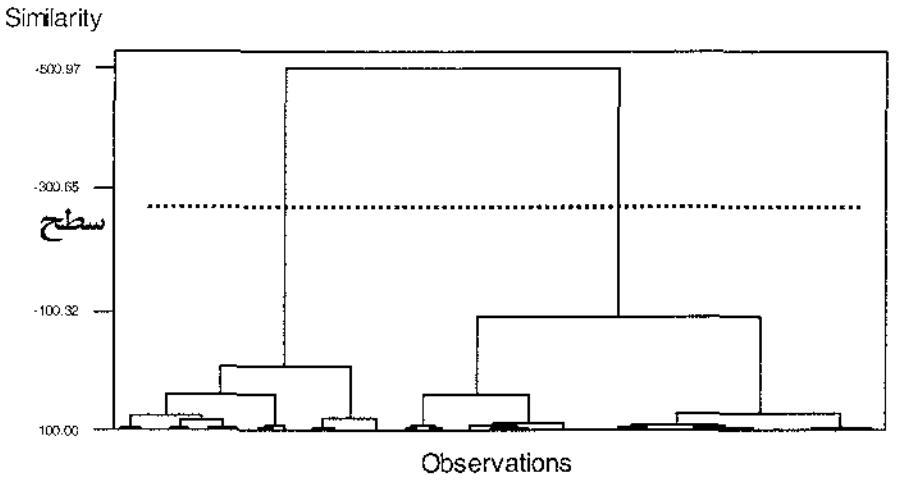
$$R = KE.I_{30} \qquad (۳)$$

که در آن R میزان فرسایندگی باران بر حسب ژول بر متر مربع، KE انرژی سینتیکی بارش و I_{30} ماکزیمم شدت بارندگی در زمان ۳۰ دقیقه می باشد (۵و۱۳). با استفاده از روابط فوق حداکثر فرسایندگی بارش ۳۰ دقیقه ای با دوره بازگشت ۱۰سال برای کلیه ایستگاه‌های منتخب محاسبه گردید. روش مورد استفاده برای میانیابی روش کریگینگ بود. پس از نرمال نمودن داده ها، تحلیل واریوگرافی انجام گرفت و با توجه به شباهت دو نوع واریوگرام کروی و گوسی، میزان خطا برای هر دو نوع محاسبه گردید و با استفاده از واریوگرام مناسب، مقادیر آستانه، اثر قطعه ای و دامنه موثر آن مشخص گردید. با استفاده از نرم افزار ILWIS3 و پارامترهای استخراج شده از واریوگرام، داده ها میانیابی شدند و نقشه حداکثر فرسایندگی بار ش ۳۰ دقیقه ای با دوره بازگشت ۱۰ساله تهیه گردید.

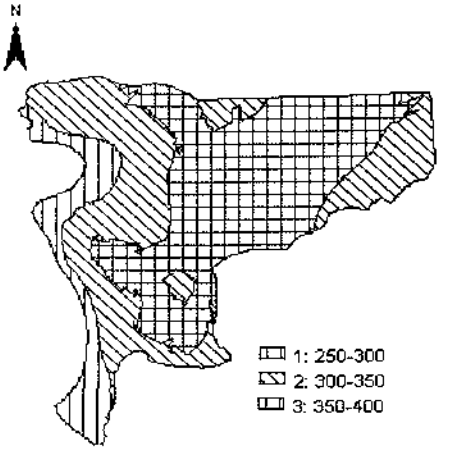
نتایج و بحث

داده های حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته در منطقه مورد مطالعه عمدتاً از توزیع لوگ پیرسون ۳ متغیره و لوگ نرمال دو متغیره تبعیت می‌کردند. تحلیل خوشه ای ایستگاه‌های منتخب نشان داد که تفکیک مناطق همگن از لحاظ بارش حداکثر روزانه دارای پیچیدگی می باشد. برای کاهش خطا و دستیابی به نتایج بهتر و با توجه به تحلیل خوشه ای دو منطقه همگن تفکیک گردید. در منطقه ۱، ۵۵ایستگاه و در منطقه ۲، ۳۳ ایستگاه قرار دارند. دندروگرام مربوط به آنالیز خوشه ای در شکل(۲) آمده است.

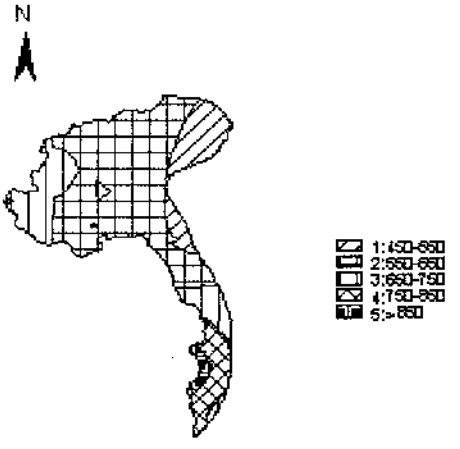
با توجه به روابط (۱) تا (۳) شاخص فرسایندگی ماکزیمم بارش۳۰ دقیقه‌ای در تداوم ۱۰ساله محاسبه گردید.با توجه به عدم تبعیت داده‌های هر منطقه از توزیع نرمال، داده ها در این راستا تبدیل شدند و از آنها در تحلیل واریوگرافی استفاده شد.با توجه به میزان خطای واریوگرام‌های مختلف مشخص گردید که مدل کروی دارای خطای کمتری می باشد، لذا، از این مدل در میانیابی استفاده شد. دامنه تاثیر در منطقه(۱) در حدود ۱۵۰۰۰۰ کیلومتر و در منطقه ۲حدود ۲۲۰۰۰۰ کیلومتر می باشد.با استفاده از نرم افزار ILWIS.3 توزیع مکانی شاخص حداکثر بارندگی بارش($I_{30,T=10}$) در اندازه پیکسل ۵۰۰ * ۵۰۰ مترمربع در دو منطقه تفکیک شده بدست آمد. در شکل‌های (۳)و(۴) دامنه تغییران این پارامترها ارائه شده اند.



شکل(۱) دندروگرام آنالیز کلاستر



شکل (۲) میزان فرساید گی ماکزیمم بارش ۳۰دقیقه ای(T=10) به ژول بر متر مربع در منطقه ۱(شرق استان اصفهان)



شکل(۳) میزان فرسایندگی ماکزیمم بارش ۳۰دقیقه ای(T=10) به ژول بر متر مربع در منطقه ۲ (غرب استان اصفهان)

با توجه به کمبود ایستگاههای بارانگار در سطح استان اصفهان جهت تعیین شاخص فرسایندگی ماکزیمم بارش از رابطه ارائه شده توسط فائو و ویشمایر استفاده شد. با توجه به تنوع اقلیم در استان اصفهان، آنالیز خوشه ای جهت تفکیک مناطق همگن از لحاظ بارش حداکثر ۲۴ ساعته انجام گرفت و دو منطقه همگن تعیین گردید. با توجه به نتایج در منطقه غرب میزان تغییرات شاخص فرسایندگی ماکزیمم بارش از ۴۵۰ تا بیشتر از ۸۵۰ ژول بر متر مربع تغییر می کند. بیشترین میزان R در این منطقه دامنه ۵۵۰ تا ۶۵۰ ژول بر متر مربع می باشد. متوسط شاخص فرسایندگی ماکزیمم در نیمه غربی استان در حدود ۶۲۷/۷ ژول بر متر مربع می باشد. در منطقه شرق استان میزان تغییرات فرسایندگی ماکزیمم از ۲۵۰ تا۴۰۰ ژول بر متر مربع متغیر است. بیشترین میزان R در این منطقه دامنه ۲۵۰-۳۰۰ ژول بر متر مربع می باشد. متوسط شاخص فرسایندگی در این ناحیه ۲۷۱/۵ ژول بر متر مربع می باشد. در منطقه ۱ یا منطقه شرق اصفهان میزان بارش کم و قدرت فرسایندگی باران نیز کم است. فرسایش غالب در این منطقه از نوع بادی می باشد. در منطقه ۲ یا نیمه غربی استان اصفهان، میزان بارش زیادتر از نیمه شرقی می باشد و فرسایندگی باران از قدرت بیشتری برخوردار است و فرسایش غالب، فرسایش آبی است. شاخص فرسایندگی باران در این منطقه از اهمیت ویژه ای برخوردار است و می توان علاوه بر بررسی وضعیت کلی فرسایندگی در پروژه های مربوط به حفاظت خاک از آن استفاده نمود و مناطق بحرانی تر را با در نظر گرفتن شرایط و عوامل دیگر مشخص و کارهای حفاظتی را انجام داد. با استفاده از شاخص فرسایندگی می‌توان تغییرات سالانه و فصلی میزان فرسایش را در کوتاه ترین زمان تعیین نمود. همچنین فرسایندگی باران‌های مختلف را محاسبه کرد. برای دستیابی به نتایج کاربردی تر می توان رابطه فرسایندگی و باران سالانه را در منطقه مشخص و میزان فرسایندگی را بصورت سالانه تعیین کرد.

منابع مورد استفاده

۱-رفاهی، حسینقلی، ۱۳۷۵، فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- خراسانی زاده، علی، ۱۳۷۵، مقدمه ای بر کاربرد نرم افزار spss در پژوهشهای آماری، انتشارات قائم.

۳- علیزاده، امین، ۱۳۶۸، فرسایش و حفاظت خاک، مولف :آر.پی.سی مورگان، انتشارات معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی.

۴- مهدوی، محمد، ۱۳۷۴، هیدرولوژی کاربردی، ج ۱، انتشارات دانشگاه تهران.

۵- غدیری، حسین،۱۳۷۲، حفاظت خاک، مولف: نورمن هادسون، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

6-Hua, L. 2002. Predicting soil erosion over the Australian continent, 17th WCSS, Paper No.1476, Tailand.

7-Lorito, S. 2004. Introduction of GIS-based RUSLE model for land planning and environmental management in three different Italian ecosystems, Bolonga University, Italy.

8-Raghunath, J. 2002. Potential erosion map for Baghmati basin using GRASS GIS, proceeding of the open source GIS-GRASS Users Conference 2002, Trento, Italy.

9-Roswell, C.J. 2002. Potential sources of sediments and nutrients: sheet and rill erosion and phosphorus sources, State of the environmental, Technical paper series, Australia.

10-Stratuss, P. and E. Klaghhofer. 2003. Scale consideration for the estimation of soil erosion by water in Australia, Federal agency for water, Austria.

11-Toy,T.J. and G.R. Foster. 1998. Guidelines for the use of revised universal soil loss equation (RUSLE) version1.01 on mined lands, construction sites and reclaimed lands, university of Denver, Department of Geography.

12-Van der Knijff, J.M., R.J.A. Jones, and L. Montanarella. 1999. Soil Erosion risk assessment in Italy, European Soil Bureau.

13-Van dijk, J.i.J.M, L.A, Bruijnzeel, and C.J. Roswcel. 2002. Rainfall intensivity-kinetic energy relationships: a critical literature appraisal, Journal of Hydrology, 261:1-23.