

بررسی روابط بین ضریب فرساینده‌گی و پارامترهای مختلف باران در منطقه گرگان

*حسین شریفان

استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۱/۸/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۲/۶

چکیده

امروزه فرسایش آبی به‌عنوان یکی از مسائل مهم در کشاورزی و آبخیزداری مطرح است و محققین با انجام تحقیقات مختلف به دنبال راهکارهایی برای به‌حداقل رساندن آن هستند. مطابق معادله جهانی فرسایش خاک USLE، ضریب فرساینده‌گی باران (R) یکی از عوامل مؤثر بر میزان فرسایش آبی است و برای محاسبه این ضریب، انرژی جنبشی باران مدنظر قرار می‌گیرد. معادله ویشمایر ($R = \sum E.V.I_{30-max}$) یکی از معروفترین روش‌های محاسبه R می‌باشد بطوری‌که در این معادله به میزان باران (V)، انرژی جنبشی در هر میلی‌متر باران (E) و حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای باران (I_{30-max}) نیاز می‌باشد. در این تحقیق از آمار ۱۰ دقیقه‌ای باران‌های موجود از ایستگاه سینوپتیک گرگان (۱۹۷۳-۱۹۸۳) برای محاسبه R در منطقه استفاده شد. سپس با استفاده از نتایج به‌دست آمده روابطی بین R محاسبه شده از روش ویشمایر و پارامترهای مختلف بارندگی نظیر میزان بارندگی، باران روزانه، حداکثر باران روزانه، حداکثر شدت باران یک ساعته، باران ۶ ساعته و باران سالانه مورد بررسی قرار گرفت و معادلاتی برای برآورد ضریب فرساینده‌گی براساس پارامترهای مختلف باران حاصل شد که با توجه به ضریب همبستگی بعضی از این معادلات از دقت بالاتری برخوردار بودند. بنابراین با استفاده از این معادلات و با در اختیار داشتن پارامترهای بارندگی فوق، ضریب فرساینده‌گی در مقیاس‌های مختلف هر باران قابل برآورد می‌باشد. از سوی دیگر میزان R با دوره بازگشت‌های مختلف نیز برآورد شد و مقدار متوسط R منطقه مورد مطالعه برابر ۹۳۸/۱ ($Mj.mm/hr/ha/yr$) برآورد گردید.

واژه‌های کلیدی: فرسایش آبی، فرسایش بارانی، شاخص فرساینده‌گی باران، گرگان.

مقدمه

در نهایت رسوب‌گذاری آنها در نقطه‌ای دیگر اطلاق می‌گردد (مورگان، ۱۹۸۹). برای کنترل فرسایش ابتدا باید عواملی که موجب تولید و افزایش آن می‌شوند شناسایی شده، سپس راه حل مناسبی جهت کاهش اثرات مخرب آنها دنبال شود. مطابق تحقیقات به عمل آمده و معادله

یکی از مشکلات عمده‌ای که امروزه انسان به‌ویژه در امور کشاورزی و آبخیزداری با آن روبروست، مشکل فرسایش خاک و راه‌های کنترل آن می‌باشد. فرسایش خاک به جدا شدن ذرات خاک از سطح خاک و انتقال و

در معادلات ۲ تا ۴: E: انرژی جنبشی ($j/m^2/mm$)
I: شدت بارندگی (mm/hr) است (مورگان، ۱۹۸۹).
برای محاسبه شاخص فرسایش باران، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است از جمله هادسون، مورگان، لال و ویشمایر، که در اکثر تحقیقات روش آخر نسبت به دیگر روش‌ها بیشتر استفاده شده است (مورگان، ۱۹۸۹).
از آنجا که وضعیت بارندگی و اقلیم منطقه مورد مطالعه براساس بررسی‌های انجام شده در تحقیقات قبلی (بی‌نام، ۲۰۰۵) با منطقه مورد نظر در تحقیق ویشمایر مشابه بود، از این رو، از این روش جهت انجام محاسبات استفاده گردید. معادله مزبور عبارت است از:

$$R = \sum E.V.I_{30-max} \quad (5)$$

R = شاخص فرسایش باران ($mm/hr/m^2$)

E = انرژی جنبشی ($j/m^2/mm$)

V = ارتفاع باران (mm)

$I_{30 max}$ = حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای باران (mm/hr)

حکیم خانی و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی با استفاده از شاخص اصلاح شده فورنیه (معادله ۶) براساس آمار بارندگی ماهانه، مقدار ضریب فرسایش باران را برآورد نمودند. نقشه پهنه‌بندی شده این ضریب در کل کشور با استفاده از آمار ۱۳۳۷ ایستگاه تهیه شد.

$$MF = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i}{P} \quad (6)$$

که در آن: MF = شاخص اصلاح شده فورنیه، P_i = باران ماهانه (میلی متر) و P = باران سالانه (میلی متر) است.

محققانی نظیر خالدیان و شاهویی (۲۰۰۵) در کردستان، بهبهانی برای شهرهای شمال این ضریب را بین ۱۲۰۰ (در بابل) و ۴۴۰۰ ژول بر مترمربع (در نوشهر)، شاهویی و رفاهی برای مناطق غرب کشور و کیهو برای جمهوری کره مقدار R سالانه را محاسبه نمودند (نقل از خالدیان و شاهویی، ۲۰۰۵). از سوی دیگر، یزدانی و همکاران (۲۰۰۵)، ضریب فرسایش باران را در استان اصفهان به روش هادسون محاسبه و آن را به روش کریجینگ پهنه‌بندی نمودند. مقدار R در این منطقه بین

جهانی فرسایش خاک (USLE)¹ عواملی نظیر قدرت فرسایش باران (R)، فرسایش پذیری خاک (K)، شیب و طول زمین (LS)، مدیریت پوشش گیاهی (C) و مدیریت اراضی (P) بر روی فرسایش آبی تأثیر دارند (مورگان، ۱۹۸۹)، به عبارت دیگر:

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

قدرت یا شاخص فرسایش باران عبارت از ضریبی است که نشان‌دهنده توان فرسایش‌زایی خاک توسط باران بوده و از روش‌های مختلفی محاسبه می‌شود. به‌طورکلی شاخص‌های فرسایش باران را می‌توان در قالب دو گروه تقسیم‌بندی کرد. در دسته اول شاخص‌های مبتنی بر آمار سهل الوصول بارندگی مانند آمار روزانه و ماهانه بارندگی (شاخص فورنیه در این دسته قرار می‌گیرد) و در دسته دوم شاخص‌هایی مبتنی بر انرژی جنبشی و شدت بارندگی قرار دارند. از معروف‌ترین شاخص‌هایی که در این گروه قرار می‌گیرند، می‌توان به EI_{30} (معادله ویشمایر و اسمیت) و $KE > 1$ (معادله هادسون) اشاره نمود و از این میان شاخص EI_{30} از مقبولیت بیشتری برخوردار است و یکی از محدودیت‌های این دسته، نیاز آنها به آمار شدت بارندگی (با فواصل کوتاه مدت) می‌باشد (حکیم خانی و همکاران، ۲۰۰۵). برای محاسبه این ضریب، برآورد انرژی جنبشی قطرات باران مورد نیاز است و با توجه به این نکته که انرژی جنبشی یک قطره باران در حال سقوط بیش از صد برابر انرژی جنبشی همان قطره به صورت روان‌آب می‌باشد (هادسون، ۱۹۹۰)، از این رو، انرژی باران در فرسایش خاک سهم عمده‌ای را داراست. برای برآورد این انرژی، محققین روابط مختلفی را ارائه کرده‌اند از جمله:

$$E = 11.87 + 8.73 * \log(I) \quad (2)$$

$$E = .81 + 11.25 * \log(I) \quad (3)$$

$$E = 29.8 - \frac{127.5}{I} \quad (4)$$

را بین باران متوسط سالانه و R ذکر کردند. در آمریکا رنارد و همکاران (۱۹۹۷) از میانگین بارندگی سالانه، شاخص تغییر یافته فورنیه برای تخمین R استفاده نمودند. دی سانتوس لوریرو و دی آزودو کوتینو (۲۰۰۱) در تحقیقی شاخص EI_{30} را با استفاده از داده‌های ماهانه بارندگی در جنوب پرتغال برآورد نمودند. دیودیتو (۲۰۰۴) در تحقیقی در منطقه مدیترانه‌ای ایتالیا، با استفاده از داده‌های ۵ ایستگاه، مقادیر شاخص فرساینده‌گی باران را برآورد نموده و رابطه بین این ضریب (به‌طور سالانه)، را با پارامترهای بارندگی نظیر باران سالانه، حداکثر باران روزانه، حداکثر باران یک ساعته مورد بررسی قرار داده و معادلاتی را به‌دست آورد. به‌طوری‌که از این معادلات و مقادیر بارندگی در مقیاس‌های فوق، ضریب فرساینده‌گی سالانه باران تخمین زده می‌شود. در ایران، شریفان و همکاران (۲۰۰۰) برای منطقه مشهد و همچنین قربان پور و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیق دیگری برای ایستگاه باران سنجی بابلسر، ضریب فرساینده‌گی باران را از روش ویشمایر برآورد نموده و بین این ضریب و پارامترهای مختلف بارندگی، زوابط ۲۰-۱۴ را مورد بررسی قرار دادند:

$$R_d = 0.085P_d^{1.75} \quad (۱۴)$$

$$R_m = 0.0082P_m^{1.49} \quad (۱۵)$$

$$R_{yr} = 0.0002P_{yr}^{2.31} \quad (۱۶)$$

$$R_{yr} = 37.95I_{60}^{1.04} \quad (۱۷)$$

$$R_{yr} = 0.11P_{24}^2 - 11.84P_{24} + 1372.4 \quad (۱۸)$$

$$R_{yr} = 77.77P_{60}^{1.04} \quad (۱۹)$$

$$R_{yr} = 5.05P_{yr} + 4.87T - 3511.43 \quad (۲۰)$$

پارامترهای موردنظر در معادلات فوق، در جدول ۱ معرفی شده‌اند. بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی روابط بین شاخص فرساینده‌گی باران و پارامترهای مختلف بارندگی در منطقه گرگان بود.

۱۸۱۹/۷ تا ۳۴۲۲ ژول بر مترمربع برآورد گردید. همچنین، در تحقیقات زیادی روابط بین شاخص فرساینده‌گی باران (R) و پارامترهای مختلفی که به مقدار شدت و دوره بازگشت بارندگی وابسته هستند، مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله رنارد و فریموند (۱۹۹۳) در آمریکا برای باران‌های تیپ IA (S.C.S) بین R سالانه و باران ۶ ساعته با دوره بازگشت دو ساله (برحسب میلی‌متر) رابطه زیر را به‌دست آوردند:

$$R_{yr} = 10.2 * P_6^{2.2} \quad (۷)$$

در تحقیقی که مورگان (۱۹۸۹) بر روی باران‌های مالزی انجام داد بین R روزانه و مقدار باران روزانه (برحسب میلی‌متر) رابطه زیر را به‌دست آورد:

$$R_d = 16.64 * P_d - 173.82 \quad (۸)$$

آتشین (۱۹۷۴) تحقیقاتی روی باران‌های هاوایی و آلاسکا انجام داد و با به‌دست آوردن انرژی جنبشی از رابطه ویشمایر، توانست برای دو تیپ بارندگی، روابط ۹ و ۱۰ را ارائه نماید:

$$\frac{EI}{100} = 2.176(P_{24})^{2.2} \quad (۹)$$

تیپ I

$$\frac{EI}{100} = 24.365(P_{24})^{2.2} \quad (۱۰)$$

وی همچنین بین R سالانه (Ft. ton. in / ac / yr) و مقدار باران ۶ ساعته با دوره بازگشت دو ساله (برحسب اینچ) روابط ۱۱ و ۱۲ را ارائه نمود:

$$R = 27P_{6-2yr}^{2.2} \quad (۱۱)$$

$$R = 16.55P_{6-2yr}^{2.2} \quad (۱۲)$$

رز در افریقای غربی بین R متوسط سالانه رابطه ۱۳ را ارائه کرد (رنارد و فریموند، ۱۹۹۳):

$$R_{yr} = [(0.5P_{yr} \pm 0.05)] \quad (۱۳)$$

همچنین آرنولدز (۱۹۷۷) بین R سالانه و یکسری شاخص به نام شاخص فورنیه روابطی را به‌دست آورد. از سوی دیگر لو و همکاران (۱۹۸۵) نیز در تحقیقی رابطه‌ای

جدول ۱- معرفی پارامترهای موردنظر در معادلات.

علامت اختصاصی	نام پارامتر	واحد اندازه‌گیری	علامت اختصاصی	نام پارامتر	واحد اندازه‌گیری
P	باران	میلی‌متر	I_{60}	باران	میلی‌متر در ساعت
P_{max}	حداکثر باران در طول سال	میلی‌متر	R	فرساینده‌گی باران	Mj.mm/ha/hr
$P_{60}=P_{60-max}$	باران یک‌ساعته	میلی‌متر	R_{max}	فرساینده‌گی در سال	Mj.mm/ha/hr
P_{6-2}	باران ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله	میلی‌متر	R_d	فرساینده‌گی روزانه	Mj.mm/ha/hr/day
P_6	باران ۶ ساعته متوسطه	میلی‌متر	R_m	فرساینده‌گی ماهانه	Mj.mm/ha/hr/month
$P_d=P_{24}=P_{max-24}$	حداکثر باران روزانه	میلی‌متر	R_{yr}	فرساینده‌گی سالانه	Mj.mm/ha/hr/yr
P_m	باران ماهانه	میلی‌متر	T	دوره بازگشت	سال
P_{yr}	باران ماهانه	میلی‌متر			

مواد و روش‌ها

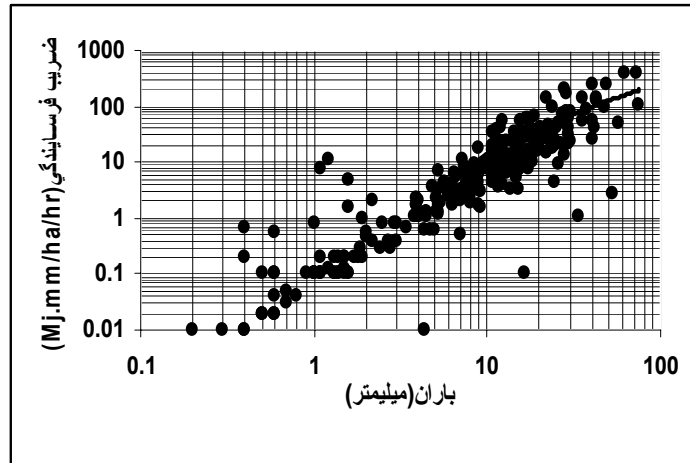
در این تحقیق ضریب فرساینده‌گی باران برای ایستگاه سینوپتیک گرگان از معادله ویشمایر (معادله ۵) محاسبه گردید. از آنجا که برای محاسبه R از روش فوق به میزان بارندگی و حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای باران مزبور نیاز بود، بنابراین آمار ۱۰ دقیقه‌ای ایستگاه موردنظر (سال‌های ۱۹۸۳-۱۹۷۳ میلادی) مورد استفاده قرار گرفت. این ایستگاه در حدود ۱۰ کیلومتری شهر گرگان و در نزدیکی روستای هاشم‌آباد و در موقعیت جغرافیایی ۵۱-۳۶ عرض شمالی و ۱۶-۵۴ طول شرقی واقع شده است. برای حصول نتایج با اعتبار بیشتر پس از انجام آزمون‌هایی نظیر همگنی، کفایت داده‌ها بر روی آمار فوق، با استفاده از برنامه رایانه‌ای تهیه شده به زبان کوئیک بیسیک، مقادیر انرژی جنبشی و حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای هریک از باران‌های مورد نظر و همچنین مقدار R هر یک از باران‌های فوق برآورد گردید. از مجموع R باران‌های فرو باریده در یک روز، ماه و سال به ترتیب R روزانه، R ماهانه و R سالانه به دست آمد. از آنجا که برای محاسبه R از آمار ۱۰ دقیقه‌ای باران‌های گرگان استفاده شد و ممکن است همه باران‌های فروباریده در دوره مشاهداتی به‌عللی از جمله خرابی دستگاه بارانسنج ثبات، نبودن گراف و دلایل دیگر ثبت نشده باشند، در حالی که توسط باران سنج معمولی همه باران‌های فروباریده در سال اندازه‌گیری شده است، بنابراین با توجه به آمار بارندگی روزانه، ماهانه و سالانه ثبت شده در گزارش‌های هواشناسی (اندازه‌گیری شده توسط باران سنج) و آمار

بارندگی ۱۰ دقیقه‌ای (مستخرج از گراف‌ها) و همچنین با استفاده از روابط همبستگی، مقادیر R تصحیح شده و در تجزیه و تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. همچنین با توجه به مقدار شاخص فرساینده‌گی باران در سال‌های مختلف برآورد شده، پارامتر فوق به روش توزیع نرمال برای دوره بازگشت‌های مختلف به دست آمد. سپس ارتباط بین مقادیر R به دست آمده با پارامترهای مختلف بارندگی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل با تحقیقات قبلی مقایسه گردید.

نتایج و بحث

یکی از پارامترهای معادله جهانی فرسایش USLE (معادله ۱) شاخص فرساینده‌گی باران می‌باشد، این شاخص از معادله ویشمایر (معادله ۵) محاسبه گردید و با جمع مقدار R باران‌های هر سال، R سالانه به دست آمد. بنابر این با توجه به آمار بارندگی ماهانه و سالانه ثبت شده در سالنامه‌ها و آمار موجود و با استفاده از معادلات همبستگی، مقادیر R تصحیح شد. در ادامه روابط بین شاخص فرساینده‌گی (R) در مقیاس‌های مختلف با بعضی از پارامترهای بارندگی بررسی شده است.

رابطه R و میزان بارندگی: پس از محاسبه انرژی جنبشی هر باران با تداوم بزرگتر از ۳۰ دقیقه‌ای، مقدار R برآورد گردید. تعداد نمونه‌های مورد آنالیز بیش از ۲۵۰ نمونه باران فرو باریده در دوره مشاهداتی بود که پس از آنالیز رگرسیونی بین دو پارامتر فوق بهترین معادله نوع توانی تشخیص داده شد (شکل ۱).



شکل ۱- نمودار تغییرات ضریب فرساینده‌گی باران و میزان بارندگی.

$$R_d = 0.166P_d^{1.597} \quad r = \%80 \quad (22)$$

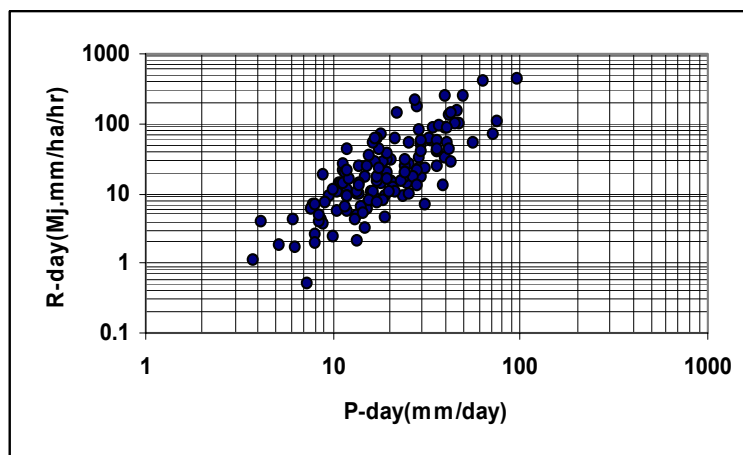
رابطه بین R حداکثر و باران حداکثر ۲۴ ساعته: با توجه به باران‌های مختلفی که در طول یکسال فرو باریده‌اند، مقادیر R نظیر آنها برآورد گردید. از طرفی رابطه بین حداکثر میزان بارندگی و R حداکثر در طول سال مورد ارزیابی قرار گرفت. در معادله ۲۳ این ارتباط نشان داده شده است:

$$R_{\max} = 1.51P_{\max}^{1.304} \quad r = \%84 \quad (23)$$

$$R = 0.1P^{1.843} \quad r = \%95 \quad (21)$$

با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌شود که با افزایش میزان بارندگی مقدار R هم افزایش می‌یابد. با استفاده از این معادله میزان R هر بارانی که در گرگان می‌بارد، قابل برآورد است. از سوی دیگر معادله ۲۱ مشابه معادله ۱۴ (قربان پور و همکاران، ۲۰۰۵) است.

رابطه R روزانه و باران روزانه: از جمع باران‌های فرو باریده در یک روز و R باران‌های همان روز، به ترتیب P و R روزانه برآورد گردید، سپس رابطه‌ای بین تغییرات R و P حاصل شد. بنابراین با توجه به معادله (۲۲) مقدار R روزانه قابل برآورد است (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار تغییرات ضریب فرساینده‌گی روزانه باران و میزان بارندگی روزانه.

همچنین براساس تجزیه و تحلیل‌های رگرسیونی بین R حداکثر روزانه و حداکثر باران ۲۴ ساعته در طول یکسال معادله ۲۴ به دست آمد. به عبارت دیگر، با توجه به این معادله و مقدار حداکثر باران روزانه بیشترین مقدار R در طول سال تخمین زده می‌شود:

$$R_{\max} = 0.57P_{\max-24}^{1.473} \quad r = \%80 \quad (24)$$

رابطه R سالانه و باران سالانه: پس از محاسبه R سالانه از روی باران‌های فروباریده در ایستگاه سینوپتیک گرگان در هر سال رابطه بین R سالانه و مقدار باران سالانه مورد بررسی قرار گرفت (به تعداد سال‌های آماری موجود) تا توسط آن برای هر سال به‌طور جداگانه، شاخص فرساینده‌گی باران قابل برآورد باشد. البته با توجه به ضریب همبستگی مزبور مقدار R سالانه برآورد شده از این معادله باید با نتایج دیگر معادلات مورد ارزیابی قرار گیرد تا نتایج به دست آمده از دقت بیشتری برخوردار شود و مقدار R دقیق‌تری برآورد گردد.

$$r = \%70 \quad R_{yr} = 4.7 * 10^5 * P_{yr}^{2.246} \quad (25)$$

معادله مزبور مشابه معادله (۱۶) ارائه شده توسط قربان پور و همکاران (۲۰۰۵) می‌باشد و ضریب همبستگی هر دو معادله تقریباً یکی است.

رابطه بین R سالانه و حداکثر باران روزانه: یکی از پارامترهای قابل دسترسی، حداکثر باران روزانه در هر ماه یا سال می‌باشد، به طوری که برای هر سال یک باران حداکثر روزانه وجود دارد. بنابراین با توجه به تجزیه و تحلیل‌های رگرسیونی بر روی مقادیر حداکثر باران روزانه ایستگاه گرگان و R سالانه، معادله ۲۶ حاصل گردید. این معادله عبارت است از:

$$r = \%67 \quad \log R_{yr} = 35.4P_{24-\max} \quad (26)$$

با استفاده از معادله فوق و میزان باران حداکثر روزانه که معمولاً در دسترس می‌باشد، مقدار R سالانه قابل برآورد است. لیکن با توجه به بررسی‌های فوق، این معادله دارای همبستگی بالایی نمی‌باشد و باید نتایج آن را با نتایج به دست آمده از معادلات دیگر مقایسه کرد و در صورت عدم تفاوت زیاد با نتایج سایر معادلات، از معادله

(۲۶) برای برآورد مقادیر (R) سالانه استفاده نمود. همچنین معادله مزبور با معادله درجه دوم به دست آمده در تحقیق قربان‌پور و همکاران (۲۰۰۵) متفاوت است. این تفاوت می‌تواند به علت نوع باران‌های حداکثر روزانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر و تحقیق ایشان باشد.

رابطه بین حداکثر شدت یک ساعته و R سالانه: با بکارگیری آمار بارندگی ۱۰ دقیقه‌ای و با استفاده از نرم افزار Excel برای هر باران، مقدار حداکثر شدت ۶۰ دقیقه‌ای به دست آمد، سپس بر روی این نتایج آنالیز رگرسیونی انجام گرفته و مناسب‌ترین معادله که به صورت نمایی بود، حاصل شد:

$$r = \%87 \quad R_{yr} = 109.4I_{60-\max}^{0.719} \quad (27)$$

رابطه بین R سالانه و باران متوسط ۶ ساعته: براساس تحقیقات زیادی که بر روی روابط بین باران‌های ۶ ساعته با دوره بازگشت دو ساله و R سالانه انجام شده است (قربان‌پور و همکاران، ۲۰۰۵) سعی شده است تا رابطه‌ای بین آن دو به دست آید. از آنجا که فقط آمار یک ایستگاه در دسترس بود و از طرفی دوره بازگشت دو ساله به معنای وقوع پارامتر با احتمال ۵۰ درصد است، از این رو، متوسط آمار باران‌های ۶ ساعته هر سال و R همان سال نظیر، مورد تجزیه و تحلیل رگرسیونی قرار گرفت. معادله ۲۸ حاصل این بررسی‌هاست.

$$r = \%70 \quad R_{yr} = 435.51P_6^{0.341} \quad (28)$$

در ضمن بین R سالانه و شاخص‌هایی نظیر فورنیه، فورنیه اصلاح شده و ... که از نسبت بارندگی حداکثر ماهانه، باران حداکثر ۲۴ ساعته و باران سالانه به دست می‌آید تجزیه و تحلیل‌های رگرسیونی انجام گرفت اما از ضریب همبستگی بالایی برخوردار نبودند.

مقدار R سالانه با دوره بازگشت‌های مختلف: با مشخص شدن مقدار R سالانه در دور بازگشت‌های مختلف می‌توان در امور مدیریتی، برنامه‌ریزی دقیقتری اعمال نمود. بدین منظور با استفاده از نرم افزار آماری LST مقادیر R سالانه در دوره بازگشت‌های مختلف با

توزیع نرمال (به دلیل کوچکترین ضریب چولگی و واریانس) برآورد گردید (جدول ۲).

$$r = 98\% \quad R_{yr} = 1.22 * 10^{-3} * \frac{P^{2.116}}{T^{0.122}} \quad (29)$$

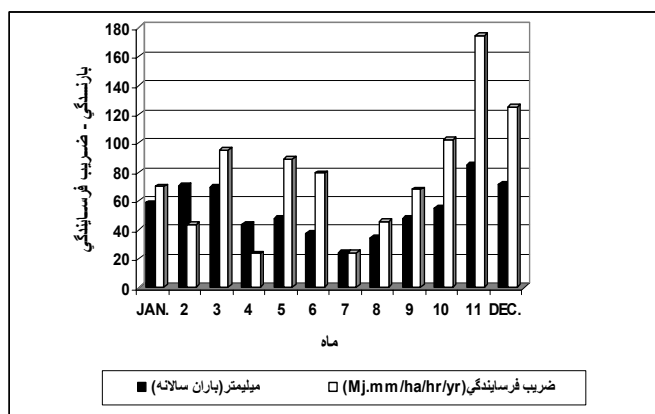
با استفاده از این معادله به ازاء مقدار باران سالانه و دوره بازگشت موردنظر مقدار R سالانه قابل برآورد است. **توزیع R در ماه‌های مختلف سال:** یکی دیگر از پارامترهای مؤثر بارندگی بر ضریب R ، مقادیر باران ماهانه می‌باشد، که از اهمیت خاصی برخوردار است چون با توجه به چگونگی پوشش گیاهی، فصل کشت و زمان بارندگی می‌توان مقدار R را مورد بررسی قرار داد و برای

کاهش فرسایش، تمهیدات لازم را به کار بست. بهمین منظور تغییرات شاخص فرسایندهی باران در ماه‌های مختلف سال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به شکل ۳ در اولین ماه‌های سال شمسی، شیب بارندگی و ضریب R نسبتاً زیاد و در ماه‌های تابستان به علت کاهش بارندگی، شیب تغییرات R هم کاهش می‌یابد. البته ذکر این نکته مهم است که مقدار R تنها به میزان بارندگی بستگی ندارد بلکه به شدت بارندگی هم وابسته است (شکل‌های ۳ و ۴).

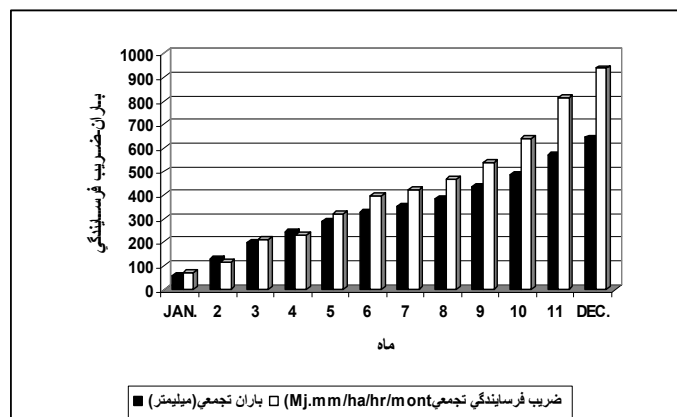
جدول ۲- مقادیر شاخص فرسایندهی سالانه باران بازای دوره بازگشت‌های مختلف برحسب (Mj.mm/hr/ha/yr) ایستگاه سینوپتیک گرگان.

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
R سالانه	۹۳۸/۹	۱۱۶۴/۲	۱۲۸۲/۱	۱۳۷۹/۵	۱۴۰۷/۸	۱۴۸۹	۱۵۶۲

همچنین با توجه به مقادیر باران سالانه (P) به ازاء دوره بازگشت‌های مختلف رابطه زیر حاصل شد.



شکل ۳- نمودار تغییرات R ماهانه و P ماهانه در ایستگاه گرگان.



شکل ۴- نمودار تغییرات تجمعی R ماهانه و P تجمعی ماهانه در ایستگاه گرگان.

که با در اختیار داشتن این پارامترهای بارندگی، ضریب فرساینده‌گی در هر مقیاس بارندگی نظیر حداکثر روزانه، ۶ ساعته و سالانه قابل برآورد است. از سوی دیگر با توجه به ضریب همبستگی، بعضی از این روابط نظیر معادلات ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۷ و ۲۹ از دقت بالاتری برخوردار بودند.

با به‌کارگیری آمار ۱۰ دقیقه‌ای بارندگی و معادله معروف ویشمایر، ضریب فرساینده‌گی سالانه باران در ایستگاه سینوپتیک گرگان ۹۳۸/۹ (Mj.mm/ha/hr/yr) برآورد گردید. همچنین با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده در این تحقیق معادلاتی برای برآورد ضریب فرساینده‌گی براساس پارامترهای مختلف باران حاصل شد.

منابع

1. Arnolds, H.M.J. 1977. Predicting soil losses Due to sheet and rill erosion. FAO conservation Guide. 1:99-124.
2. Astecshian, J.K.H. 1974. Estimation of rainfall erosion index. Journal of Irrig. And Drain. Div., ASCE, 100(IR3):293-307.
3. Biname. 2002. The study of meteorology and hydrology in Golestan Province, Ass. Eng. Com. Tehran Sahab. 1: 345p.
4. De Santos Loureiro, N., and de Azevedo Couthino, M. 2001. A new procedure to estimate the RUSLE EI30 index, based on monthly rainfall data applied to the Algarve region. Portugal. J. Hydrol., 250: 12-18.
5. Diodato, N. 2004. Estimating RUSLE's rainfall factor in the part of Italy with a Mediterranean rainfall regime. Hydrology and Earth System Science, 8(1):103-107.
6. Ghorbanpor, D., Mirnia, M., Kh., Ahmadian, S.H., and Dehghani, M. 2005. Evaluation of kinetic erosivity index using rainfall parameters in Babolsar region, 3th conf., of erosion and sediment. Tehran, pp: 733-736.
7. Hakimkhani, Sh., Mahdian, M.H., Arab Khadry, M., and Gorbanpoor, D. 2005. Evaluation rainfall index in Iran country, 3th conf. of erosion and sediment. Tehran, Iran, pp: 281-288.
8. Hudson, N. 1990. Soil conservation, Chamran University, Press. (Translator: Ghadiri, H.), 470 P.
9. Khaledian, H., and Shahoe, S.S. 2005. Investigation of relation of rainfall intensity with rainfall kinetic energy and estimate of annually rainfall erosivity index in Kordestan province, 3th conf. of erosion and sediment. Tehran, pp: 289-296.
10. Lo, A., El-Swaify, S.A., Dangler, E.W., and Shinshiro, L. 1985. Effectiveness of EI₃₀ as an erosivity index in Hawaii. Soil erosion and conservation, pp: 384-392.
11. Morgan, R.P.C. 1989. Erosion and soil conservation, Astan-e-Ghods Press. (Translator: Alizadeh, A.), 255P.
12. Renard, K.G., and Freimund, R. 1993. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE, J. Hydrology. 157: 287-306.
13. Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Mc Cool, D.K., and Yoder, D.C. 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA Agricultural Handbook 703, 384 p.
14. Sharifan, H., Alizadeh, A., and Mirlatif, S.M. 2000. Study of rainfall erosivity index in Mashhad. 2th conf. of erosion and sediment, Khorram Abad, pp: 277-286.
15. Yazdani, M., Cavosshi, R., Shirani, S., and Eskandary, Z. 2005. Investigation rainfall erosivity index in USLE model (Isfahan), pp: 461-466.
16. Wischmeier, W.H. 1959. A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation. Soil Sci. proceedings. 23:246-249.

Evaluation of equations erosivity index and parameters of rainfall in Gorgan

***H. Sharifan**

Assistant Prof. Dept. of Water Eng. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

Today's water erosion is one of the most important problems in agriculture. Much research has been done to minimize the effect of erosion. Based on Universal Soil Loss Equation (USLE), one of the effective factors on water erosion is rainfall erosivity index (R). In order to calculate this index the kinetic energy of rain was used as a critical component. To calculate the Wischmeier equation $R = \sum (E.V.I_{30-max})$ is the most popular method. In this equation, parameters are V: amount of rainfall (mm), E: energy kinetic ($j/mm/m^2$) and I_{30-max} (mm/hr). In this study in order to R calculation, data of rainfall-10 minute taken from Gorgan Synoptic station has been used. Using calculated R by Wischmeier method, the different rainfall parameters such as, total rainfall, daily rainfall, maximum daily rainfall have been evaluated. To estimate erosivity index some equations have been introduced, based on coefficient of correlation some of them were more accurate. Erosivity index in different rainfall scale can be estimated by using these equations Rainfall parameters. Also return period of R has been calculated and the region average of $R=938.1$ (Mj.mm/ha/hr/yr) was estimated.

Keywords: Water Erosion; Rainfall Erosion; Rainfall Erosivity Index; Gorgan

* - E-mail: h_sharifan47@yahoo.com