

Изчисляване на ерозионността на дъждовете чрез средногодишните им количества

Илия Малинов, Диляна Илиева

ИПАЗР „Н. Пушкиarov” София

E-mail: iliamalinov@yahoo.com, dilyana_gi@abv.bg

Резюме

Трудоемкостта при изчисляване на ерозионния индекс на отделните дъждове и R фактор в универсалното уравнение за прогнозиране на ерозионите почвени загуби на Wischmeier (USLE). Това затруднява приложението на този метод при определяне на средногодишните почвени загуби от водна ерозия. В статията е представен опростен модел ($R_w=2P-90$) за изчисляване на годишните стойности на R фактор от данни за средногодишните стойности на дъждовете. Извършена е статистическа оценка на моделите. Връзката между годишните стойности на изследваните характеристики се характеризира с корелационен коефициент $R=0.741$. Определени са стойностите на ерозионността на дъждовете (R фактор) за 299 Метеорологични станции (в това число и за планинските територии над 1200 m н.в.). Това дава възможност да се прогнозира почвените ерозионни загуби от плоскостна водна ерозия на територията на цялата страна.

Ключови думи: водна ерозия, ерозионност на дъждовете, USLE.

Rainfall erosivity estimation from their annual amount

Iliya Malinov, Dilyana Ilieva

Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “N. Poushkarov”, Sofia

E-mail: iliamalinov@yahoo.com, dilyana_gi@abv.bg

Abstract

Malinov, I., Ilieva, D. (2019). Rainfall erosivity estimation from their annual amount. *Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, **53**(1), 3-9

The computation of the R factor in the Universal Soil Loss Equation (USLE) is time-consuming and requires a continuous record of single rainfall intensity. This makes it difficult for the application of this method in the determination of average annual erosion soil losses. The article presented simplified model for the calculation of the annual values of R factor ($R_w=2P-90$) from data on average annual rainfall values. Carried out a statistical evaluation of the models. The relationship between the annual values of the studied characteristics are characterized by the correlation coefficient $R = 0.741$. Certain are the values of rainfall erosivity (R factor) for 299 weather stations (including

mountain areas above 1200 m above sea level). This makes it possible to predict sheet water erosion losses throughout the territory of the whole country.

Keywords: water erosion, rainfall erosivity, USLE.

В универсалното уравнение за прогнозиране (USLE) на средно годишните ерозионни почвени загуби, ерозионността на дъждовете (R фактор) се определя като средногодишна стойност от сумата от ерозионните индекси на отделните ерозионни дъждове, паднали за съответния период. За такива се приемат дъждове с количество над 13 mm, с времетраене между тяхното изваляване не по-малко от 6 часа. В нашата страна Onchev (1983) приема за ерозионни интензивните дъждове по Kalcheva. (1962), но с количество по-голямо или равно на 9.5 mm.

Ерозионността на дъждовете в България е определена за териториите с надморска височина до 1200 m (Rousseva, 2002; Malinov, 2003). Трудоемкостта при изчисляване на ерозионния индекс на отделните дъждове и R фактор в уравнението на Wischmeier, както и ограничените възможности за ползване на плювиографни записи за интензивните дъждове, затрудняват приложението на този метод при определяне на средногодишните почвени загуби (Yu and Rosewell, 1998; Malinov, 1999; 2003; Rouseva, 2002; Hye-Jin Kim and al., 2012). По тези причини Richardson, et al., 1983; Douglas, et al., 1987; Selker, et al., 1990; Elsenbeer, et al., 1993; Bagarello, and Asaro, 1994; Malinov, 1999; Rouseva, 2002), и някои от по-горе изброените автори предлагат опростени модели за изчисляване на ерозионния индекс на дъждовете само от данни за тяхното количество (денонощно, или на отделния дъжд). Други автори (Foster, et al., 1982; Ulsaker, and Onstad., 1984; Bagarello, and Asaro, 1994), предлагат уравнения за изчисляване на този индекс от количеството и максималната тридесет минутна интензивност на отделните дъждове, а Hye-Jin Kim et al., (2012), предлагат определяне на R фактор само от годишната, или средногодишната сума на дъждовете за съответната метеорологична станция (МС),

таблица 1.

Повечето от използваните модели имат следния вид:

$$R = a P^b \quad (1), \quad R = a P + b \quad (2), \quad \text{където}$$

R – ерозионност на дъждовете по Wischmeier W. H. (R фактор - MJ.mm/ha.h.y);

a и b – коефициенти;

P – годишна сума (количество) на дъждове за дадена МС (mm).

Ерозионността на дъждовете за териториите в страната с надморска височина над 1200 m не е определена (Rousseva, 2002; Malinov, 2003). У нас съществуват подробни многогодишни данни за средна месечна, средна сезонна и средна годишна сума на валежите (Koleva, et al., 1990), но връзката между стойностите на R фактор и средните годишни количества на дъждовете не е изследвана. Получаването на подобна информация ще даде възможност за определяне на R фактор за МС в планинските територии на страната с надморска височина над 1200 m и допълни наличната такава за страната. Това ще спомогне при определяне на R фактор, а от тук и за потенциалния и действителен риск от плоскостна водна ерозия на почвата и картографирането им по водосборни области и за територията на цялата страна.

Материали и методи

Обект на анализ са публикувани данни за средно-годишната стойност на R фактор за вегетационния период на 57 метеорологични станции (Malinov, 2003) и средната годишна сума на дъждовете (P) през вегетационния период (април-октомври), определена за същите МС от данни в климатичния справочник (Koleva, et al., 1990), където:

$$R_w = a R_o^b - \quad (\text{MJ.mm/ha.h.y}) \quad (\text{Malinov, 2003}), \quad \text{където (3)}$$

R_w - фактор на дъждовете по Wischmeier (MJ.mm/ha.h.y)

$$R_0 = \sum (P/t^{0.5})/N \text{ където, (4)}$$

R_0 – ерозионност на дъждовете по Ончев (mm.min^{-0.5});

$\sum (P.t^{0.5})$ – сбор от ерозионността на отделните дъждове за целия период на изследване (mm.min^{-0.5});

P – количество на отделния дъжд с $q \geq 9.5$ mm и $I \text{ ср.} \geq 0.180$ mm/min;

t – времетраене на отделния дъжд (min);

N – брой години с наблюдения.

a и b – коефициенти.

Анализирана е връзка от вида $F(R_w) = f(a.P^b)$ и $f(a+P.b)$ между стойностите на R фактор и средната годишна сума на дъждовете през вегетационния период за горе посочения брой метеорологичните станции. Статистическите характеристики на получените модели и редици от данни е определена с помощта на програма „STATISTICA 8”. От данни за средните годишни количества на дъждовете по МС в страната (Koleva et al., 1990) през вегетационния период (април-октомври) чрез използване на получения модел, отразяващ най-добре връзката между изследваните характеристики е определен и R фактор за МС в страната.

Целта на изследването е да определи и анализира връзката (от вида $F_{(R_w)} = f(aP^b)$ и $f(a+Pb)$) между стойностите на R фактор (Malinov, 2003) и наличната информация за средната годишна сума на дъждовете (P) през вегетационния период (от април до октомври включително) от данни в Климатичен справочник на валежите (Koleva, et al., 1990) за метеорологичните станции в страната.

Резултати и обсъждане

Резултатите от обработката на данните, статистическата оценка на редиците за 57 метеорологични станции в страната и функционалността на изследваната връзка между R_w фактор на дъждовете и средногодишното им количество са представени в 4 таблици и 3 фигури.

Статистическите характеристики на редиците от стойностите на R (таблица 2 и фигура 1) за двата изследвани линейни модели $F_1(R_w)$

$= 2 P-90$ и $F_2(R_w) = 1.0627 P^{1.0854}$ където P_{mm} е средното годишно количество на дъждовете, не се различават значимо от стойностите за редицата на R фактор получен за 57 МС по модела $R_w = 71.7 R_0^{1.011}$ (Malinov, 2003), където R_0 (mm.min^{-0.5}) е годишен ерозионен фактор по Onchev.

Корелационните коефициенти, характеризиращи значимостта на връзката между R фактор и средните годишни количества на дъждовете за двата изследвани модела имат стойност $R=0.741$. Това обяснява над 50% от случаите представени на фигура 2 и позволява моделът да бъде използван при изчисляване на ерозионността на дъждовете (R фактор) чрез данни за средно-годишните им количества с достатъчна за прогнозиране на ерозионните почвени загуби точност.

Близките до 1-ца стойности на коефициента (b) (таблица 1) и незначителното му вариране (таблица 3) показват, че разпределението на редицата от стойности може да се опише много добре от функция на права линия $F(R_w) = f(a+P.b)$.

Представените на таблица 4 и фигура 3 данни отразяват характеристиките на коефициентите (a) и (b), и резултатите за R_w фактор, изчислен от средните годишни количества на дъждовете за 299 МС по предлагания от нас модел $F(R_w)=2P-90$. Получените стойности дават възможност за подробно картографиране на стойностите на R_w фактор за цялата страна, не само за териториите с надморска височина до 1200 m, както до сега.

Таблица 1. Емпирични уравнения за изчисляване на R фактор по Hye-Jin Kim et al., (2012).
Table 1. Empirical equations for the calculation of R factor by Hye-Jin Kim et al., (2012).

Уравнение / Equation	Параметри / Parameters
$R = 38.46 + 3.48 P$; R ($N h^{-1} yr^{-1}$)	P – ср. г. к-во на дъждовете (mm) P – average amount of rainfalls (mm)
$R = 0.04830 P^{1.61}$	P – ср. г. к-во (mm); За $P < 850$ mm
$R = 587.8 - 1.219 P + 0.004105 P^2$	P – average y. amount (mm); for $P < 850$ mm R ($N h^{-1} yr^{-1}$)

Таблица 2. Статистически характеристики на редиците.
Table 2. Statistical characteristics of ranks

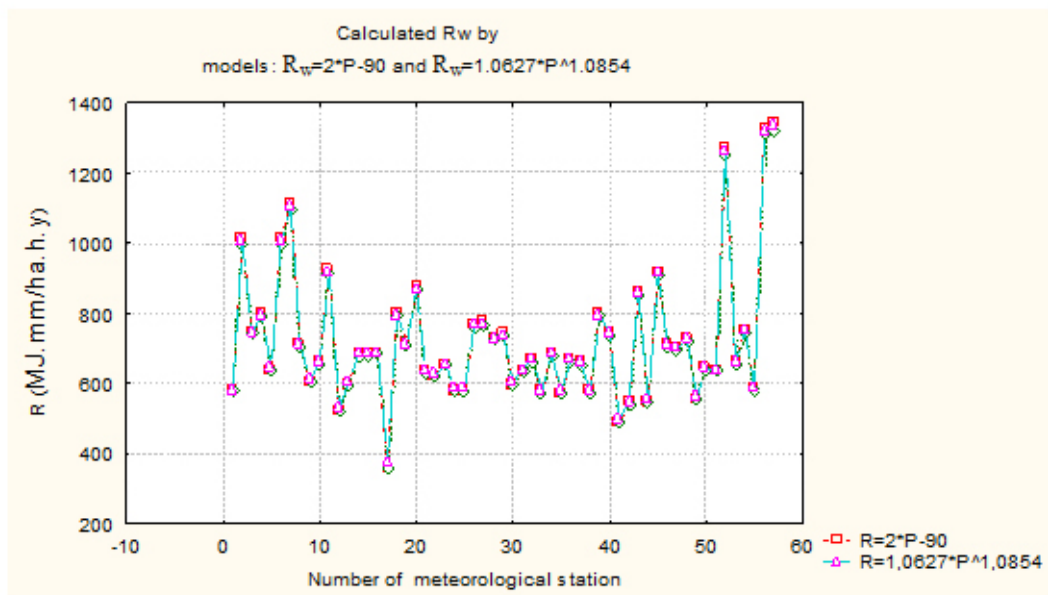
Променливи / Variables	N	средна / average	минимална / minimum	максимална / maximum	Ст. отклонение / Standard deviation	Cor. coef.
R_w действително $R_w = 71.7 R_0^{1.011}$	57	723.0023	341.9248	1370.874	256.5416	0.851
$R_w = 2 P - 90$	57	722.8070	356.0000	1340.000	193.6860	0.741
$R_w = 1.0627 P^{1.0854}$	57	723.1162	376.0631	1331.909	188.9227	0.741

Таблица 3. Статистически характеристики на коефициентите на модел $R_w = 1.063 P^{1.085}$.
Table 3. Statistical characteristics of model coefficients $R_w = 1.063 P^{1.085}$

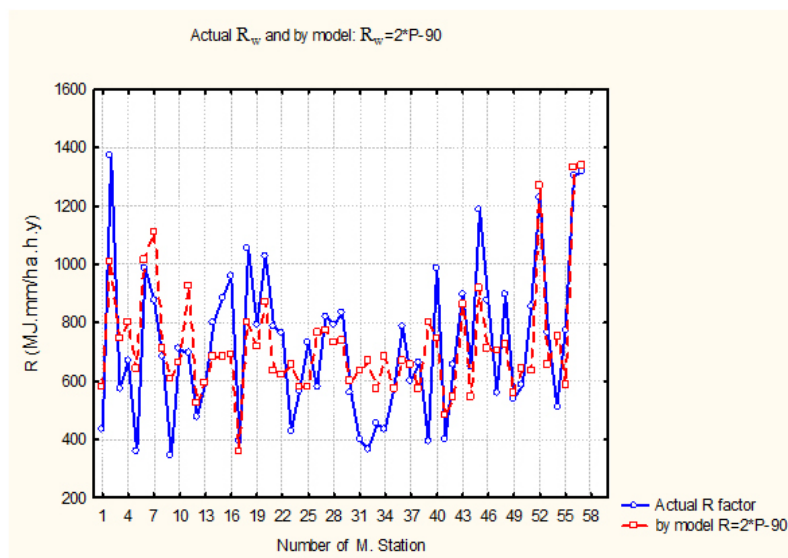
Coef.	Estimate	Standard error	t-value df = 57	p-level	Lo. Conf Limit	Up. Conf Limit
a	1.062688	0.782610	1.357876	0.180048	-0.505698	2.631074
b	1.085444	0.120563	9.003137	0.000000	0.843831	1.327058

Таблица 4. Статистически характеристики на коефициентите на модел $R_w = 2 P - 90$.
Table 4. Statistical characteristics of model coefficients $R_w = 2 P - 90$

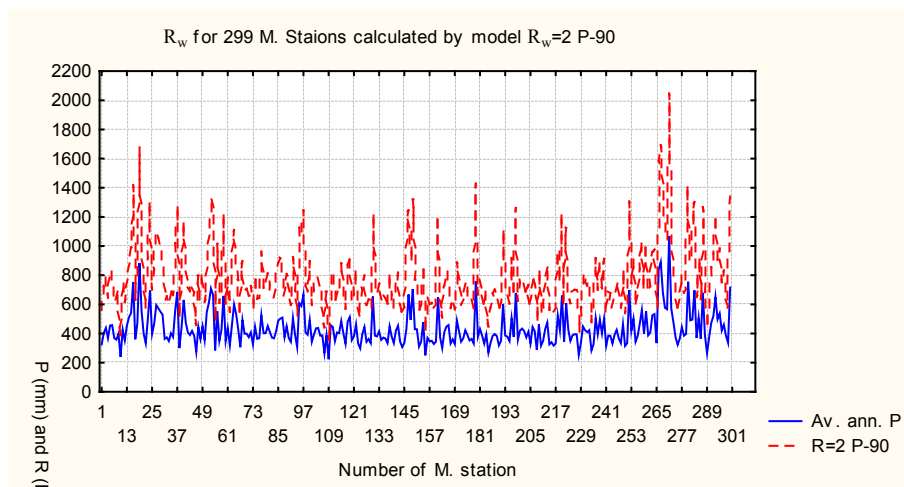
Coef.	Estimate	Standard error	t-value df = 57	p-level	Lo. Conf Limit	Up. Conf Limit
a	-90	22.80308	-3.93827	0.000230	-135.485	-44.1247
b	2.0	0.054607	36.59936	0.00	1.889178	2.107959



Фиг. 1. Стойности на R_w фактор по моделите.
Fig. 1. Values of R factor models.



Фиг. 2. Стойности на R_w фактор, определени по моделите за 57 метеорологични станции.
Fig. 2. Values of R_w factor, defined as the models for 57 weather stations.



Фиг. 3. R фактор – изчислен по модела ($R=2 P-90$) за 299 м. станции.
Fig. 3. R-factor calculated by the model ($R = 2 P-90$) for 299 m Stations.

Заклучение

В резултат от изследването е получен емпиричен модел $R_w = 2 P-90$ за изчисляване на ерозионността на дъждовете (Rw фактор) за 299 Метеорологични станции в страна от данни за средногодишните количества на дъждовете. Моделът има корелационен коефициент $R=0.741$ и отразява тясната корелационна връзка между изследваните характеристики.

Получените резултати за Rw фактор за 299 метеорологични станции дават възможност да се картографира подробно ерозионността на дъждовете в страната. Данните могат да се ползват за прогнозиране на плоскостната водна ерозия на почвата и оптимизиране на противоерозионните практики.

Литература

- Kalcheva, R.** (1962). The intensive rains in Bulgaria. Proceedings IHM, XIII. Sofia.
- Koleva, E and Peneva, R.** (1990). Climate Guide in Bulgaria. Precipitation in Bulgaria. BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES, IMH. Sofia. 169 p.
- Malinov, I.** (1999). Estimation of rainfall erosivity of individual rain. Forestry ideas. Sofia, yr. 1/1999 (18), 80-87.

Malinov, I. (2003). Estimation on W. Wischmeier's R factor by rainfall erosivity on Onchev. *Forest science*, XL(1), 83-91.

Onchev, N. (1983). Predicting sheet water erosion in the PRB and the optimization of the erosion control measures. AA, Sofia. 204 p.

Rouseva, S. (2002). Informational basis of geographic database for sheet water erosion. Habilitation to award the scientific title of "Senior Research Associate I degree. ISS "N. Poushkarov", 198 p.

Bagarello, V., & D'Asaro, F. (1994). Estimating single storm erosion index. *Transactions of the ASAE*, 37(3), 785-791.

Diodato, N. (2005). Predicting RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) monthly erosivity index from readily available rainfall data in Mediterranean area. *The Environmentalist*, 26, 63-70.

Haith, D. A., & Merrill, D. E. (1987). Evaluation of a daily rainfall erosivity model. *Transactions of the ASAE*, 30(1), 90-0093

Elsenbeer, H., Cassel, D. K., Tinner, W. (1993). A daily rainfall erosivity model for Western Amazonia. *J Soil and Water Conservation*, 48(5), 439-444.

Kim, H. J., Song, J. A., Lim, Y. J., & Chung, D. Y. (2012). Evaluation of Erosivity Index (EI) in Calculation of R Factor for the RUSLE. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 45(1), 112-117.

Richardson, C. W., Foster, G. R. Wright, D. A. (1983). Estimation of Erosion Index from Daily Rainfall Amount, *Transactions of the ASAE*, 26(1), 153-156.

Selker, J. S., Haith, D. A., Reynolds, J. E. (1990). Calibration and testing of a daily rainfall erosivity model.

Transactions of the ASAE. **33**(5), 1612-1618.

Wischmeier, W.H. (1959). A rainfall erosion index for a Universal Soil-Loss Equation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **23**, 246-249.

Wischmeier, W., and Smith, D. (1978). Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. USDA, Handbook N 527.

Renard, K. G., & Freimund, J. R. (1994). Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. *Journal of hydrology*, **157**(1-4), 287-306.

Lo, A., El-Swaify, S.A., Dangler, E.W. and Shinshiro, L. (1985). Effectiveness of EI30 as an erosivity index in Hawaii. In: S.A. El-Swaify, W.C. Moldenhauer and A. Lo (Editors), *Soil Erosion and Conservation*. Soil Conservation Society of America, Ankeny, pp. 384-392.