

Աշխարհագրություն

УДК 631:551.49.5

Ա. Վ. ԽՈՅԵՑՅԱՆ, Գ. Վ. ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, Վ. Ս. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ

ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԵՐԿՐՆԵՐՈՒՄ ՀՈՂԵՐԻ ԷՐՈՉԻՈՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ
ՍԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄ

Ներածություն: Հողի էրոզիան երկրի մակերևույթին տեղի ունեցող արտաձին պրոցեսներից է, որին մասնակցում է գործոնների մի ամբողջ համալիր: Այդ գործոնների էներգիայի աղբյուրը արեգակն է: Հողի էրոզիայի ժամանակ երկրի մակերևույթից տեղատարվում է հողի վերին բերրի շերտը: Հողը աստիճանաբար գրկվելով բերրի հումուսային շերտից ոչ միայն կորցնում է իր սննդանյութերի պաշարները, այլև վատթարանում են նրա ֆիզիկական հատկությունները: Բնական պայմաններում 2–3 սմ հաստության բերրի հողաշերտի զոյացման համար պահանջվում է 200–1000 տարի: Մինչդեռ արագացված էրոզիան կարող է այդ հողաշերտը քշել տանել մի քանի օրվա ընթացքում:

Հողի էրոզիան մեծագույն չարիք է հատկապես լեռնային երկրների համար, ինչպիսին է մեր հանրապետությունը: Դաշտային ուսումնասիրությունների տվյալներով՝ հողատարման ենթարկված տարածություններում գյուղատնտեսական մշակաբույսերի բերքատվությունը 2–6 անգամ ցածր է [1]: Հանրապետության վարելահողերի և արոտավայրերի շուրջ 60 %-ը այս կամ այն չափով ենթակա են հողատարման կամ գտնվում են այդ վտանգի տակ [2]:

Հողի էրոզիայի ինտենսիվությանը նպաստող գործոնները բազմաթիվ են, լեռնային երկրների համար առաջնային են տեղանքի ձևաչափական տարրերը՝ լանջի թեքությունը, կողմնադրությունը, մասնատման խտությունը և այլն: Էրոզիայի գործընթացում մեծ է նաև կլիմայական, ջրագրական, հողաբուսական գործոնների դերը:

Ստորև (աղյ. 1) ներկայացված է Հայաստանի Հանրապետության մակերևույթի թեքությունների բնութագիրը և հողերի տեղատարման գնահատականը [3]:

Էրոզիոն պրոցեսի ժամանակ մեծանում է հատկապես հողագրունտի դերը, քանի որ էրոզիոն ռիսկի գնահատման ժամանակ հողագրունտի ինֆիլտրացիոն հատկությունը ծառայում է որպես առաջնային ցուցանիշ: Որքան ցածր է հողագրունտի ինֆիլտրացիոն գործակիցը, այնքան մեծ է սելավային

հոսքերի առաջացման հավանականությունը, հետևաբար բարձր է հողերի էրոզիոն ռիսկը:

Աղյուսակ 1

Հայաստանի մակերևույթի թեքությունների բնութագիրը և հողերի տեղատարման գնահատականը

Մակերևույթի թեքությունը (աստիճան)	Մակերեսը, կմ ²	Մակերեսը, %	Հողի տեղատարման աստիճանը
մինչև 3	8345,56	29,9	չտեղատարված թույլ միջին բարեխառն ուժեղ շատ ուժեղ
3–7	7946,59	27,3	
7–12	4919,21	17,3	
12–20	4346,56	15,3	
20–30	2180,58	7,7	
30 և ավելի	725,80	2,5	

Կլիմայի խիստ ցամաքային պայմաններում մթնոլորտային տեղումները տարվա տաք սեզոնին ունենում են տեղատարափ բնույթ և հանդիսանում են ինտենսիվ էրոզիոն և սելավային հոսքերի առաջացման պատճառ:

Անձրևային ջրերի հաշվեկշիռը արտահայտվում է $X = W + Z + Y$ բանաձևով, որտեղ W -ն հոսքն է, Z -ը՝ գոլորշիացումը, Y -ը՝ ինֆիլտրացիան [4]: Տեղատարափ անձրևների ժամանակ գոլորշիացումը այնքան փոքր է, որ կարելի է անտեսել, արդյունքում կունենանք հետևյալ պատկերը՝ $X = W + Y$ կամ $W = X - Y$: Այսինքն՝ եթե հայտնի է ինֆիլտրացիան, ապա այս բանաձևով կարելի է որոշել հոսքը: Հետևաբար, կարող ենք պատկերացում կազմել տեղանքի էրոզիայի ինտենսիվության վերաբերյալ:

Յուրաքանչյուր հողատիպի ինֆիլտրացիոն հատկությունը առանձնահատուկ ձևով է դրսևորվում [4-5]:

Կիսասանապատային գոտի: Այս գոտու հարթավայրային շրջաններում հողերի ինֆիլտրացիոն գործակիցը բարձր է, որի շնորհիվ սելավային երևույթները բացակայում են: Այլ պատկեր է մույն գոտու նախալեռնային հատվածներում, որտեղ մաս կտրուկ տարբերվում են հրաբխային շրջանները ծալքաբեկորավոր շրջաններից: Հրաբխային շրջաններում տարածված հողերում կայցիումի կարբոնատի ազդեցությամբ ցեմենտացված է կմախքային զանգվածը, և ինֆիլտրացիոն հատկությունը կտրուկ վատանում է, սելավագոյացման հավանականությունը մեծանում: Իսկ ծալքաբեկորավոր լեռներում տարածված հողերի վերին շերտը պնդացված է, բուսականությունը գրեթե բացակայում է: Այնտեղ, որտեղ հողերը կեղևակալած են, մթնոլորտային տեղումները արագ հոսք են տալիս, հետևաբար հոսքի գործակիցը մեծ է:

Չոր տափաստանային գոտի: Այստեղ տարածված հողազրուհուները բազմազան են, մի դեպքում կարող են կլանել 1 ժամում 360 մմ ջուր, իսկ մեկ այլ դեպքում՝ միայն 10–15 մմ: Սակայն բավականին ընդարձակ տարածք են զբաղեցնում կարծրացած հողերը, որտեղ 1 ժամում ներծծվում է 30 մմ ջուր (ճնշումնային մեթոդով): Ուստի 40–50 մմ (1 ժամում) տեղումների դեպքում կարող են առաջանալ ուժեղ սելավային հոսքեր:

Լեռնատափաստանային գոտի: Դաշտային հետազոտությունների արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ սելավների առաջացման համար պայմանները ավելի անբարենպաստ են, քան վերը նշված գոտում: Այս

գոտու ծալքաբեկորավոր լեռներում հողերը ավելի շատ են ենթարկվում էրոզիայի, քան հրաբխային շրջաններում, ինչը պայմանավորված է լանջերի մեծ թեքությամբ:

Լեռնասանտառային գոտի: Անտառային կենսացենոզները մեծացնում են հողերի ինֆիլտրացիոն հատկությունը, և մթնոլորտային տեղատարափ տեղումները հազվադեպ են առաջացնում մակերևութային հոսք:

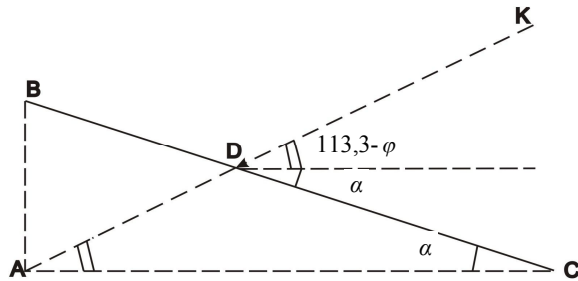
Մերձալպյան և ալպյան գոտի: Այս գոտու հողերը սակավ հզորությամբ են, հաճախ քարքարոտ, կմախքային, սակայն բնութագրվում են լավ ինֆիլտրացիոն հատկությամբ, այդ պատճառով մերձալպյան և ալպյան գոտիներում սելավային հոսքերը քիչ են: Միայն որոշ օջախներում (էրոզիոն) կարող են դիտվել սելավային հոսքեր, որոնք պայմանավորված են հիմնականում անթրոպոգեն գործոնով:

Ամփոփելով վերը նշվածը՝ կարելի է ասել, որ հողագրունների հակաէրոզիոն հատկությունը ենթարկվում է որոշակի օրինաչափության: Հողագրունտի ինֆիլտրացիան փոփոխվում է ըստ բարձրադիր գոտիականության՝ տեղանքի բացարձակ բարձրության մեծացման գույքնթաց ինֆիլտրացիան մեծանում է, հետևաբար փոքրանում է էրոզիայի վտանգը: Առավել ինտենսիվ է ինֆիլտրացիան հրաբխային շրջանների բարձր լեռնային գոտիներում, իսկ համեմատաբար թույլ ինֆիլտրացիա է դիտվում նախալեռնային և միջին լեռնային շրջաններում, որտեղ հողերի վերին շերտը կարծրացած է և շատ արագ առաջանում են սելավային հոսքեր: Առավել փոքր ինֆիլտրացիոն հատկությամբ են բնութագրվում ծալքաբեկորավոր լեռներում տարածված բեդլենդները [4]:

Ինչպես երևում է աղ. 1-ից, էրոզիայի հետևանքով տեղատարված հողի զանգվածը ուղիղ համեմատական է լանջի թեքությանը: Տեղանքի ստացված ջերմության քանակը, որը պայմանավորված է արեգակնային էներգիայով, նույնպես ազդում է էրոզիայի ինտենսիվության վրա: Իսկ արեգակնային էներգիայի մեծությունը կախված է տեղանքի աշխարհագրական լայնությունից:

Վերը նշված դատողությունների հիման վրա աշխատանքում առաջարկվում է մաթեմատիկական մոդել, որը հնարավորություն է տալիս մակերևութի թեքության անկյան փոփոխության դեպքում հաշվել տեղատարված նյութի զանգվածը տվյալ աշխարհագրական լայնությունում:

Մաթեմատիկական մոդելը: Տեղանքի մակերևութի թեքության անկյունը նշանակենք α -ով, աշխարհագրական լայնությունը φ -ով (տես նկարը):



Տարբեր աշխարհագրական լայնություններում և տարբեր տարեկան սեզոններում արեգակի KD ճառագայթի անկման անկյունը տարբեր է: Հայտնի է, որ ամառային սեզոնին հյուսիսային լայնությունում $\angle KAC = 113,3 - \varphi$,

ձմեռային սեզոնին՝ $66,5-\varphi$, աշնանային և գարնանային սեզոններին՝ $90-\varphi$:
 Լանջի վրա ճառագայթի անկման անկյունը կլինի $\angle KDC=113,3-\varphi+\alpha$:

Ընդունենք, որ լանջի մակերևույթից տեղատարված հողի զանգվածի փոփոխման արագությունը ըստ α -ի ուղիղ համեմատական է այդ զանգվածին, ինչպես նաև թեքության անկյան սինուսին և արեգակի ճառագայթի անկման անկյան կոսինուսին: Ուստի կարող ենք դիտարկել հետևյալ դիֆերենցիալ հավասարումը.

$$\frac{dx}{d\alpha} = kx \sin \alpha \cos(113,3 - \varphi + \alpha), \quad (1)$$

որտեղ $k > 0$ համեմատականության գործակից է: $x(\alpha_1) = x_1$ և $x(\alpha_2) = x_2$ սկզբնական պայմաններում լուծենք (1) հավասարումը և գտնենք $x(\alpha)$ -ի փոփոխման օրենքը:

Ինտեգրելով (1)-ը և օգտագործելով

$$\sin \alpha \cos(113,3 - \varphi + \alpha) = \frac{1}{2}(\sin(113,3 - \varphi + 2\alpha) - \sin(113,3 - \varphi))$$

բանաձևը՝ կստանանք.

$$\int \frac{dx}{x} = k \int \sin \alpha \cos(113,3 - \varphi + \alpha) d\alpha \Rightarrow . \quad (2)$$

$$\ln x = \frac{k}{2} \left(-\frac{1}{2} \cos(113,3 - \varphi + 2\alpha) - \alpha \sin(113,3 - \varphi) \right) + c ,$$

$$x = \exp \left\{ -\frac{k}{4} (\cos(113,3 - \varphi + 2\alpha) + 2\alpha \sin(113,3 - \varphi)) \right\} e^c , \quad (3)$$

որտեղ c -ն ինտեգրման հաստատունն է:

Այժմ որոշենք c և k հաստատունները:

Օգտագործելով $x(\alpha_1) = x_1$ պայմանը՝ (3)-ից կունենանք.

$$e^c = x_1 \exp \left\{ -\frac{k}{4} (\cos(113,3 - \varphi + 2\alpha) + 2\alpha_1 \sin(113,3 - \varphi)) \right\} ,$$

որը տեղադրելով (3) բանաձևի մեջ՝ կստանանք.

$$x = x_1 \exp \left\{ -\frac{k}{4} (\cos(113,3 - \varphi + 2\alpha) + 2\alpha \sin(113,3 - \varphi) - \cos(113,3 - \varphi + 2\alpha_1) - 2\alpha_1 \sin(113,3 - \varphi)) \right\} \Rightarrow$$

$$x = x_1 \exp \left\{ \frac{k}{2} (\sin(113,3 - \varphi + \alpha + \alpha_1) \sin(\alpha - \alpha_1) - (\alpha - \alpha_1) \sin(113,3 - \varphi)) \right\} : \quad (4)$$

k գործակիցը որոշելու համար օգտվենք $x(\alpha_2) = x_2$ պայմանից և (4)-ից կունենանք.

$$x_2 = x_1 \exp \left\{ \frac{k}{2} (\sin(113,3 - \varphi + \alpha_2 + \alpha_1) \sin(\alpha_2 - \alpha_1) - (\alpha_2 - \alpha_1) \sin(113,3 - \varphi)) \right\} \Rightarrow$$

$$e^{k/2} = \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^{1/(\sin(113,3-\varphi+\alpha_2+\alpha_1)\sin(\alpha_2-\alpha_1)-(\alpha_2-\alpha_1)\sin(113,3-\varphi))} : \quad (5)$$

Տեղադրելով (5)-ը (4) բանաձևի մեջ, կստանանք.

$$x = x_1 \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^{\frac{\sin(113,3-\varphi+\alpha_2+\alpha_1)\sin(\alpha_2-\alpha_1)-(\alpha_2-\alpha_1)\sin(113,3-\varphi)}{\sin(113,3-\varphi+\alpha_2+\alpha_1)\sin(\alpha_2-\alpha_1)-(\alpha_2-\alpha_1)\sin(113,3-\varphi)}} : \quad (6)$$

Ստացված (6) բանաձևը հնարավորության է տալիս հաշվել տեղատարված նյութի զանգվածը տվյալ աշխարհագրական φ լայնության և լանջի α թեքության համար:

Հետազոտության արդյունքները: Այժմ կատարենք հաշվարկներ մեր հանրապետության կոնկրետ տարածքի համար: Վերցնենք աշխարհագրական լայնությունը հս.լ. $40,5^0$, այն անցնում է հանրապետության գրեթե միջին հատվածով՝ հատելով Գեղամա լեռնաշղթան և Արագածի լեռնազանգվածը: Ըստ [6]-ում ներկայացված փորձարարական տվյալների՝ այստեղ $\alpha_1 = 10^0$ -ի դեպքում 1 քառակուսի մետրից տեղատարված հողի զանգվածը՝ $x_1 = 290$ գ է, իսկ $\alpha_2 = 20^0$ -ի դեպքում՝ $x_2 = 465$ գ:

Այդ տվյալները տեղադրելով (6) բանաձևի մեջ՝ կստանանք.

$$x = 290 \left(\frac{465}{290} \right)^{\frac{\sin(113,3-40,5+10+\alpha)\sin(\alpha-10)-(\alpha-10)\sin(113,3-40,5)}{\sin(113,3-40,5+20+10)\sin(20-10)-(20-10)\sin(113,3-40,5)}} \Rightarrow$$

$$x = 290(1,6034482758)^{\frac{\sin(82,8+\alpha)\sin(\alpha-10)-0,9552783621(\alpha-10)}{-9,3834507128}} : \quad (7)$$

(7) բանաձևի օգնությամբ կարող ենք որոշել տեղատարված նյութի զանգվածը ցանկացած α -ի դեպքում:

Աղյուսակ 2

Էրոզիայի հետևանքով տեղատարված հողի զանգվածը (q/m^2)՝ տեղանքի տարբեր թեքությունների պայմաններում

Լանջերի թեքությունները աստիճաններով	Ըստ փորձարարական տվյալների [6], q/m^2	Ըստ մեր հաշվարկների, q/m^2	Շեղման չափը
3	185	208,41	+23,41
5	200	229,27	+29,27
15	375	367,19	-7,81
25	593	589,04	-3,96
30	760	746,48	-13,52
35	900	946,49	+46,49

Աղյ. 2-ում բերված են [6]-ում ստացված փորձարարական տվյալները և մաթեմատիկական մոդելի միջոցով մեր հաշվարկումների արդյունքները:

Ինչպես երևում է այս աղյուսակից, մակերևույթի թեքության մեծացմանը զուգընթաց մեծանում է տեղատարված նյութի զանգվածը: Քանի որ տեղանքի թեքության մեծությունը ուղիղ համեմատական է այդ տեղանքի

բացարձակ բարձրության ցուցանիշին և, ինչպես վերևում նշեցինք, հողատիպերի հակաէրոզիոն ցուցանիշը (ինֆիլտրացիոն գործակիցը) մեծ է ցածր և բարձր լեռնային գոտիներում, փոքր է միջին լեռնային գոտում, ապա կարող ենք ենթադրել, որ այդ հանգամանքը հաշվի առնելիս՝ շեղման չափը կձգտի գրոյի: Վերջնական արդյունքում կարող ենք ստանալ իրականությանը ավելի մոտ տվյալներ:

Ամփոփելով աշխատանքը՝ նշենք, որ էրոզիոն պրոցեսի մաթեմատիկական մոդելը, որի ճշտության աստիճանը բավականին բարձր է, կարող է օգտագործվել դաշտային և փորձարարական հետազոտությունների ժամանակ: Մասնավորապես գյուղատնտեսական շրջանացման դեպքում փոքր տարածքային միավորներ առանձնացնելիս՝ կարելի է որոշել էրոզիայի թափը ցանկացած աշխարհագրական լայնության համար:

*Ֆիզիկական աշխարհագրության ամբիոն
ֆունկցիաների տեսության ամբիոն*

Ստացվել է 11.07.2007

Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. **Հայրապետյան Է.**, Հողի էրոզիան և լեռնային հողագործությունը: Եր., 1976, 93 էջ:
2. **Երոյան Մ.Պ.**, Հողային ռեսուրսների և դրանց արդյունավետության բարձրացման հիմնախնդիրները ՀՀ-ում: Եր., 2001, 67 էջ:
3. **Погосян Д.А.** Сельскохозяйственная оценка природных ресурсов территории Армянской ССР. Ер., 1986, с. 28.
4. **Хоецян А.В.** – Всесоюзный научный журнал АН СССР. География и природные ресурсы. 1991, № 1, с. 61–66.
5. **Хоецян А.В.** Всесоюзная научно-техническая конференция «Вопросы водохозяйственного строительства, мелиорации, использования и охраны водных ресурсов». Ер., 1991, с. 86–88.
6. **Գաբրիելյան Հ.Գ.**, Գետային էրոզիան Հայկական ՍՍՀ-ում. Եր., 1973, 128 էջ:

А. В. ХОЕЦЯН, Г. В. МИКАЕЛЯН, В. С. МУРАДЯН

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОРНЫХ СТРАНАХ

Резюме

В этой работе предлагается математическая модель, в которой охарактеризован процесс эрозии в горных странах. Она учитывает наклон местности и показатель географической широты.

Результаты, полученные по этой модели, оказались достаточно близки к экспериментальным данным. Замеченные отклонения можно свести к нулю, учитывая противозерозионные (инфильтрационные) свойства почвогрунтов.

A. V. KHOYETSYAN, G. V. MIKAYELIAN, V. S. MURADYAN

MATHEMATICAL MODELING OF LAND EROSION PROCESSES IN
MOUNTAINOUS COUNTRIES

Summary

In this paper a mathematical model is offered, which characterizes the erosion process in mountainous countries. It takes into consideration the inclination and geographical latitude of the area.

The results obtained by this model appeared to be rather close to the experimental data. The observed deviations can be brought to zero taking into account anti-erosion tendency of the ground (the infiltration coefficient).