



ՀՈՂԵՐԻ ՄԻԱՎՈՐՄԱՆ ԵՎ ԲԵՐՔԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ԿԱՆԽԱՏԵՍՄԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐ

Գուրգեն Եղիազարյան^{ID} *գ.գ.դ.*, Աղավարդ Խաչատրյան^{ID} *ֆ.մ.գ.դ.*, Գևիկ Դավուդի^{ID}, Ռազմիկ Դանիելյան^{ID}

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան

yeghiazaryangurgen@gmail.com, aghavard59@mail.ru, gevick.icare@gmail.com, razmikdanielyan@gmail.com

ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆ

Բանալի բառեր՝

բերքատվության կանխատեսում,
հողերի միավորում,
մաթեմատիկական մոդելավորում,
շահույթ,
օպտիմալացում

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Հողերի միավորումը և բարձր բերքատվության կանխատեսումը ներկայումս կարևոր նշանակություն ունեն Հայաստանի գյուղատնտեսության ոլորտում: Առաջարկվող մաթեմատիկական նոր մոդելը հնարավորություն է տալիս վերլուծել և պարզել, թե ինչպես կարելի է հողերի միավորմամբ բարձրացնել հողօգտագործման արդյունավետությունը: Չմշակվող հողերի օգտագործման ներկայացված մեթոդով նախատեսվում է միավորել անմշակ և մշակվող հողերը: Գծային ծրագրավորման օպտիմալ մոդելով առաջարկվում է հողերի ընդհանուր մակերեսը, ըստ մշակաբույսերի, բաժանել այնպես, որ հնարավոր լինի կանխատեսել և ապահովել առավելագույն բերքատվություն: Ուսումնասիրության արդյունքների վերլուծությամբ և թվային օրինակներով հիմնավորվել է, որ առաջարկվող նոր մոդելներն ունիվերսալ են և կարող են հաջողությամբ կիրառվել նաև այլ երկրներում:

Նախաբան

Մաթեմատիկական մոդելավորումը ներկայումս աննախադեպ կիրառություն ունի գիտության բոլոր բնագավառներում և գյուղատնտեսությունում (Егнәзарян и др., 2021, Danielyan, 2021, Mahak, 2019, Rani, et al., 2009, Sirotenko, Romanenkov, 2009, Venu, et al., 2023, Yeghiazaryan, et al., 2022): Հարկ է նշել, որ գյուղատնտեսությունում առաջնային խնդիր է, թե ինչպես մշակել, զարգացնել և կիրառել մաթեմատիկական մոդելները հողերի միավորման (կոնսոլիդացիա) ու մշակաբույսերի բերքատվության կանխատեսման նպատակով:

Հայաստանի Հանրապետությունում 1991-1993 թթ. հողերի սեփականաշնորհման բացասական հետևանքները դեռևս ակնառու են: Ընդ որում՝ հողերի մոտ 40 %-ը մինչ օրս տարբեր պատճառներով չի մշակվում: Ուստի հողերի միավորումը կարևոր է և արդիական: Հողերի միավորման եղանակներից մեկը մի քանի տնտեսավարողների ինքնա-

կամ միավորվելն է, երբ միավորվում են նաև չմշակվող հողակտորները և նախապես պայմանագիր է կնքվում դրանց սեփականատերերի հետ: Այս դեպքում մաթեմատիկական մոդելի կիրառումը հնարավորություն է տալիս հիմնավորել հողերի միավորման արդյունավետությունը:

Հողերի միավորումից հետո խնդիր է առաջանում ինչպես դրանց ընդհանուր մակերեսը բաժանել ըստ մշակաբույսերի, որպեսզի ապահովվի առավելագույն բերքատվություն: Ուստի փորձ է կատարվել գծային ծրագրավորման մոդելի միջոցով լուծել նշված խնդիրը: Տարբեր կիրառական օրինակների դիտարկումով ներկայացվել է առաջարկված մոդելների արդյունավետությունը:

Նյութը և մեթոդները

1. Հողերի միավորման մաթեմատիկական մոդել

Առաջարկվող մաթեմատիկական մոդելի միջոցով ցույց է

տրվում, թե ինչպես կարելի է գյուղատնտեսական մշակվող և չմշակվող հողերի միավորման արդյունքում բարձրացնել հողերի օգտագործման արդյունավետությունը, մասնավորապես բերքատվությունը: Միաժամանակ հիմնավորվում է, որ ֆերմերները և ներդրողները ոչ միայն կորուստ չեն կրի, այլև ավելի մեծ շահույթ կստանան, ինչն էլ կխթանի հողերի արագ միավորումը:

Դիցուք համայնքում առկա է $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ մակերեսներով (հա) և $y_1, y_2, \dots, y_n$ միջին բերքատվությամբ (տ/հա) n հողակտոր: k -րդ ֆերմերի արտադրած համախառն բերքը նշանակենք $\omega_k y_k$, իսկ մեկ հեկտարի հաշվով ծախսերը՝ l_k : Ընդ որում՝ այդ ծախսերը ներառում են աշխատուժի, ոռոգման ջրի, մեքենայացման և վառելիքի համար կատարված ծախսերը, սերմնանյութերի գնման, պարարտանյութերի համար նախատեսված գումարը, հողի գույքահարկը և այլ ծախսեր:

Մեր նպատակն է առավելագույնի հասցնել $\sum_{k=1}^n \omega_k y_k$ մեծությունը, իսկ $\sum_{k=1}^n l_k \omega_k$ ծախսերը նվազեցնել: Քանի որ ծախսերը պայմանավորված են շուկայական արժեքով, մենք կդիտարկենք հողերի միավորման արդյունքում արտադրված պատրաստի բերքն առավելագույնի հասցնելու պայմանը՝ ընդունելով, որ ծախսերը հայտնի են և հաստատուն: Միավորված հողերի մակերեսը կկազմի՝ $\omega = \omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n = \sum_{k=1}^n \omega_k$: Միավորված հողակտորում ստացված բերքատվությունը նշանակենք y և խնդիր դնենք, որ այդ հողակտորի վրա ստացված բերքը գերազանցի մասնատված հողակտորների վրա ստացված բերքի ցուցանիշը: Այսպես՝

$$\omega y > \sum_{k=1}^n \omega_k y_k : \quad (1)$$

Միջին բերքատվությունները $y_k (k=1, 2, \dots, n)$ հողակտորների վրա $p_k = \frac{\omega_k}{\omega}$ հավանականություններով պատահական մեծություններ են:

$$p_k \leq 1, \quad \sum_{k=1}^n p_k = 1, \quad (2)$$

հետևաբար, ըստ (1) հավասարման՝

$$y > \sum_{k=1}^n \frac{\omega_k}{\omega} y_k = \sum_{k=1}^n p_k y_k = m_y : \quad (3)$$

Վերջինս պատահական միջին բերքատվությունների համար $m_y = \sum_{k=1}^n p_k y_k$ մաթեմատիկական սպասում է (Piskunov, 1985):

Եթե միավորված հողերում ստացված բերքատվությունն ավելի բարձր է, քան պատահական միջին բերքատվությունների մաթեմատիկական սպասումը, ապա վստահորեն կարող ենք պնդել, որ հողերի միավորման արդյունքում համախառն բերքն ավելի բարձր կլինի, քան առանձին հողակտորներից ստացված բերքը:

Միջին բերքատվությունները (y_k) դիտարկելով որպես պատահական մեծություններ՝ կարող ենք նաև դիսպերսիան (շեղումը միջինից) գնահատել որպես պատահական մեծության քառակուսու մաթեմատիկական սպասման և

դրա մաթեմատիկական սպասման քառակուսու տարբերություն՝

$$\Delta_y = m_{y^2} - m_y^2 = \sum_{k=1}^n p_k y_k^2 - \left(\sum_{k=1}^n p_k y_k \right)^2 : \quad (4)$$

Միջին քառակուսային շեղումը կկազմի՝ $\sigma_y = \sqrt{\Delta_y}$:

Իսկ ինչպիսին կլինի միջին բերքատվությունը, երբ ֆերմերները պայմանագրային հիմունքներով միավորեն նաև չմշակվող m հողակտորները: Ակնհայտ է, որ այդ միավորումը կնպաստի միջին բերքատվության բարձրացմանը՝

$$\bar{y} = y + z,$$

$$z = \left(\sum_{k=1}^m \frac{p_k S_k}{S} \right) \frac{1-r}{100} = \left(\sum_{k=1}^m q_k z_k \right) \frac{1-r}{100} = m_z \frac{1-r}{100},$$

որտեղ r -ը պայմանագրով կնքված տոկոսադրույքն է, որը պետք է փոխանցվի չմշակվող հողակտորի սեփականատիրոջը, $S_1, S_2, \dots, S_m$ -ը՝ չմշակված հողակտորների մակերեսները, z_k -ն՝ k -րդ հողակտորից ստացված միջին բերքատվությունը: Չմշակվող k -րդ հողակտորի z_k բերքատվությունը $q_k = \frac{S_k}{S}$ հավանականությամբ պատահական մեծություն է, $S = S_1 + S_2 + \dots + S_m$:

Այժմ դիտարկենք, թե ինչպես կարելի է ստացված եկամուտը բաշխել ֆերմերների միջև՝ միաժամանակ խուսափելով նրանց դժգոհություններից:

Յուրաքանչյուր k տնտեսավարող կստանա այն եկամուտը, որը ստանում էր մինչև հողերի միավորումը՝ $\omega_k y_k$, իսկ հավելածը՝

$$\omega y - \sum_{k=1}^n \omega_k y_k > 0,$$

կբաժանվի համամասնության սկզբունքով (յուրաքանչյուրին իր հողակտորի $\frac{\omega_k}{\omega}$ մասով): Չմշակվող հողերից ստացված z բերքը ֆերմերներին կբաժանվի հավասարապես՝ յուրաքանչյուրին $\frac{z}{n}$ չափով:

Դիտարկենք նաև ստորև ներկայացված երեք հնարավոր դեպքերը:

1. Եթե $y > \sum_{k=1}^n \frac{\omega_k y_k}{\omega}$, ապա արտադրված բերքը առավելագույնն է՝

$$\delta = zS + \omega y - \sum_{k=1}^n \omega_k y_k > 0:$$

2. Եթե $y = \sum_{k=1}^n \frac{\omega_k y_k}{\omega}$, ապա հավելածը կլինի չմշակված հողերի հաշվին և հավասարապես կբաժանվի ֆերմերների միջև:

3. Եթե $y < \sum_{k=1}^n \frac{\omega_k y_k}{\omega}$ և $y > \sum_{k=1}^n \frac{\omega_k y_k}{\omega} - \frac{zS}{\omega}$:

Վերջին դեպքում միավորված հողակտորներից ստացված բերքը մինչև միավորումը ստացված բերքից ավել չի լինում: Հարկ է նշել, որ չմշակված հողակտորների մշակումը (տույնիսկ ցածր բերքատվության ապահովմամբ)

և երկրորդ նախապայմանը նույնպես կապահովեն լրացուցիչ եկամուտ:

2. Բերքատվության կանխատեսման մաթեմատիկական մոդել

Ինչպես հայտնի է, բերքատվությունը պայմանավորված է մի շարք գործոններով՝ հողի հատկություններով և որակով (pH, ֆոսֆոր, կալիում), մշակաբույսերի որակով, միջավայրի մի շարք գործոններով (գոլորշիացում, տեղումներ, օդի խոնավություն և ջերմաստիճան), ոռոգման ջրի ապահովմամբ, հողի՝ ագրոտական պարարտանյութերով հարստացմամբ և միավոր հեկտարի վրա կատարված ծախսերով (աղ. 2):

Այսպես՝ ինչպես տրոհել $\Pi = \omega + S$ տարածքն ըստ n մշակաբույսերի, որպեսզի ստացվի առավելագույն բերք: Կատարենք հետևյալ նշանակումները. c_k -ն k -րդ մշակաբույսի բերքատվությունն է, տ/հա, x_k -ն՝ k -րդ մշակաբույսի հատկացվող առայժմ անհայտ տարածքը, հա, b_k -ն՝ k -րդ մշակաբույսի աճեցման համար առկա ռեսուրսները, e_k -ն՝ k -րդ մշակաբույսի իրացման միջին արժեքը, դրամ, l_k -ն՝ k -րդ մշակաբույսի աճեցման ընդհանուր ծախսերը մեկ հեկտարի հաշվով, դրամ/հա:

Ակնհայտ է, որ ստացված բերքի նպատակային ֆունկցիան կկազմվի՝

$$F = \sum_{k=1}^n c_k x_k, \quad (5)$$

իսկ եկամուտը և ծախսերը՝

$$\begin{aligned} F' &= \sum_{k=1}^n e_k x_k c_k, \\ G &= \sum_{k=1}^n x_k l_k : \end{aligned} \quad (6)$$

Շահույթը, որը սահմանվում է ստացված եկամտի և կատարված ծախսերի տարբերությամբ, կկազմվի՝

$$P = F' - G = \sum_{k=1}^n x_k (c_k e_k - l_k):$$

Մեր նպատակն է որոշել P ֆունկցիայի մաքսիմումը հետևյալ սահմանափակումների դեպքում.

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (\text{կամ } \geq b_i), \quad (8)$$

$$i=1, 2, \dots, m,$$

որտեղ a_{ij} մատրիցի էլեմենտները ցույց են տալիս յուրաքանչյուր մշակաբույսի համար անհրաժեշտ գործոնները (ոռոգում, պարարտանյութեր, մեքենայացում և այլն): Այդ մատրիցի առաջին տողը միավոր վեկտոր տող է՝ $a_{ij} = (1, 1, \dots, 1)$, քանի որ $x_1 + x_2 + \dots + x_n \leq \Pi = b_1$:

Ներկայացված մեթոդը գրականության մեջ հայտնի է որպես գծային ծրագրավորման խնդիր (Mahak, 2019, Paly, 2025):

Արդյունքները և վերլուծությունը

Թվային օրինակ 1

Կիրառելով վերևում ներկայացված տեսական արդյունքները՝ կատարենք թվային հաշվարկ:

Պարզության համար դիտարկենք երկու ֆերմերների հողակտորների միավորումը՝ ենթադրելով, որ առաջին ֆերմերի հողակտորի մակերեսը $\omega_1 = 2$ հա է, իսկ երկրորդինը՝ $\omega_2 = 3$ հա (աղ. 1): Այդ հողակտորների հարևանությամբ գտնվում է ևս $S = 1$ հա չմշակված հողակտոր, որի միջին բերքատվությունը, ենթադրենք, ավելի ցածր է՝ $z_1 = 8$ տ/հա, քան յուրաքանչյուր մենատնտեսի հողակտորինը: Պայմանագրային տոկոսը պայմանականորեն ընդունենք՝ $r = 20\%$:

Աղյուսակ 1. Ելակետային տվյալներ*

	$\omega_1 = 2$		$\omega_2 = 3$	
y	$y_1 = 12$ տ/հա	$y_2 = 10$ տ/հա	$y_1^2 = 144$	$y_2^2 = 100$
p	$p_1 = 2/5$	$p_2 = 3/5$	$p_1 = 2/5$	$p_2 = 3/5$

*Կազմվել է հեղինակների կողմից:

Դիցուք, մաթեմատիկական սպասումն է՝ $m_y = \sum_{k=1}^2 p_k y_k = 10,8$, դիսպերսիան՝ $A_y = m_{y^2} - m_y^2 = 0,96$, միջին քառակուսային շեղումը՝ $\sigma_y = 0,98$:

1. $y = 11,5 > 10,8$ տ/հա դեպքում ընդհանուր բերքը 54 տոննայի փոխարեն կկազմի 57,5 տ: Ֆերմերները համապատասխանաբար կստանան իրենց հասանելի 24 և 30 տ բերքը, իսկ հավելյալ 3,5 տ բերքը կբաժանվի 2,5 և 3,5 տ համամասնությամբ: Չմշակված հողից ստացված 6,4 տ բերքը կբաժանվի հավասարապես (1,6 տոննա 20 %-ով տրվում է հողի սեփականատիրոջը):

2. $y = 10,8$ տ/հա դեպքում ֆերմերները համապատասխանաբար կստանան միևնույն հողակտորների միավորումը ստացած 24 և 30 տ բերքը, իսկ չմշակված հողից ստացված բերքը կկիսվի՝ յուրաքանչյուրին 3,2 տ:

3. Եթե $y < 10,8$ տ/հա, իսկ $y > 9,55$ տ/հա, ապա դարձյալ ապահովվում է շահույթ: $y = 10$ տ/հա դեպքում ընդհանուր բերքը կկազմի 50 տ, ֆերմերներից մեկը կստանա 20 տ, իսկ մյուսը՝ 30 տ բերք: Չմշակված հողից ստացված 6,4 տ բերքից 4 տ կլրացնի առաջին ֆերմերի պակասը: Մնացած 2,4 տ բերքը կբաժանվի հավասար՝ յուրաքանչյուրին 1,2 տ, ինչը դարձյալ գերազանցում է միևնույն հողակտորների միավորումը ստացված բերքը:

Աղյուսակ 2. Մշակաբույսերի բերքատվության, արտադրանքի միջինացված գնի, ջրի, պարարտանյութերի և ընդհանուր ծախսերի արժեքները*

Ցուցանիշներ	Հացահատիկ	Կարտոֆիլ	Եգիպտացորեն	Լոլիկ	Տաքդեղ	Վարունգ	Սմբուկ
Բերքատվությունը, c_k (տ/հա)	6	18	6	45	12	28	15
Արտադրանքի միջինացված գինը, e_k (դրամ/կգ)	120	120	200	100	200	150	150
Տարեկան ջրի ծախսը ($մ^3$ /հա)	4500	3500	5000	8000	6000	7000	8000
Ազոտական պարարտանյութ (կգ/հա)	300	400	200	400	300	200	300
Ծախսեր, l_k (հազ. դրամ/հա)	475	1800	950	2500	1600	1800	1400

*Կազմվել է հեղինակների կողմից:

Թվային օրինակ 2

Արարատի մարզում հողերի միավորման արդյունքում 10 հա հողատարածքում անհրաժեշտ է ցանել ցորեն, կարտոֆիլ և եգիպտացորեն: Ցորենի միջին բերքատվությունը կազմում է $x_1=6$ տ/հա, կարտոֆիլինը՝ $x_2=18$ տ/հա, եգիպտացորենինը՝ $x_3=6$ տ/հա (աղ. 2): Բացի այդ՝ աղյուսակ 2-ում ներկայացված են նաև արտադրանքի միջինացված արժեքները, ինչպես նաև ջրի և պարարտանյութերի տարեկան ծախսերը (Տերտերյան և ուրիշ., 2007): Նախատեսվում է օգտագործել 3000 կգ ազոտական պարարտանյութ և 45000 $մ^3$ ոռոգման ջուր: Ֆերմերները ցանկանում են ցանել ավելի շատ ցորեն, քան եգիպտացորեն, միաժամանակ ավելի շատ եգիպտացորեն, քան կարտոֆիլ:

Ըստ համապատասխան սահմանափակումների՝

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 10 \\ 4,5x_1 + 3,5x_2 + 5x_3 \leq 45 \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 30 \end{cases}$$

$$x_1 > 0, x_2 > 0, x_3 > 0,$$

$$x_1 > x_3 > x_2,$$

a_{ij} մատրիցը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$a_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 4,5 & 3,5 & 5 \\ 3 & 4 & 2 \end{pmatrix},$$

իսկ ռեսուրսների սյունը կլինի՝ $b = (10, 45, 30)^T$, որտեղ T -ն տրանսպոնացման նշանն է: Համակարգին, օրինակ, բավարարում է $x_1=4,3$ հա, $x_2=2,7$ հա, $x_3=3$ հա եռյակը:

Հետևաբար նպատակային ֆունկցիան կլինի՝

$$F' = \sum_{k=1}^3 c_k e_k x_k:$$

Հաշվարկելով նաև ծախսերը՝ արտադրողի P շահույթը կկազմի՝

$$P = \sum_{k=1}^n x_k (e_k c_k - l_k) = (1,05 + 0,97 + 0,75)10^6 = 2,77$$

մլն դրամ:

Թվային օրինակ 3

Դիցուք, 5 հեկտարի վրա պետք է ցանել լոլիկ (x_1), տաքդեղ (x_2), վարունգ (x_3) և սմբուկ (x_4): Ենթադրենք՝ նախատեսվում է օգտագործել 35000 $մ^3$ ջուր և 1500 կգ ազոտական պարարտանյութ: Լոլիկի համար նախատեսված հողատարածքը երկու անգամ փոքր է տաքդեղի համար նախատեսված հողատարածքից, իսկ վարունգի և սմբուկի համար նախատեսված հողատարածքների մակերեսները նույնն են: Ըստ համապատասխան սահմանափակումների՝

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 5 \\ 8x_1 + 6x_2 + 7x_3 + 8x_4 \leq 35, \\ 4x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 3x_4 \leq 15 \end{cases}$$

$$x_1 > 0, x_2 > 0, x_3 > 0, x_4 > 0,$$

$$2x_1 \geq x_2, x_3 = x_4:$$

Նշված համակարգին բավարարում է հետևյալ բառյակը.

$x_1 = 1$ հա, $x_2 = 2$ հա, $x_3 = 1$ հա, $x_4 = 1$ հա:

Արտադրողի շահույթը կկազմի՝

$$P = \sum_{k=1}^n x_k (e_k c_k - l_k) = (2 + 1,6 + 2,4 + 0,85)10^6 = 6,85$$

մլն դրամ:

Եզրակացություն

Այսպիսով՝ ներկայումս հողերի միավորումը և բարձր բերքատվության կանխատեսումը կարևոր նշանակություն ունեն Ջայաստանի գյուղատնտեսության ոլորտում: Առաջարկված մաթեմատիկական երկու նոր մոդելները հիմնավորում են մշակվող և չմշակվող վարելահողերի միավորման արդյունավետությունը, ինչպես նաև հողատարածքի այնպիսի բաժանումը, որն ըստ մշակաբույսերի կապահովի առավելագույն շահույթ: Այդ մոդելները ունիվերսալ են, դրանց կիրառումը պայմանավորված չէ վարելահողերի առանձնահատկություններով, ուստի կարող են հաջողությամբ կիրառվել նաև այլ երկրներում:

Գյուղատնտեսական վարելահողերի միավորման համար անհրաժեշտ է՝

- ունենալ ճշգրիտ և թարմացված կադաստրային քարտեզներ (թվայնացված),
- կառավարության կողմից մշակել և ընդունել չմշակվող վարելահողերի վերաբերյալ հատուկ որոշումներ,
- կառավարության կողմից ապահովել գյուղատնտեսական տեխնիկայի և ֆինանսական աջակցության տրամադրումը,
- կառուցել նոր ճանապարհներ,
- հանրային քննարկումների միջոցով համայնքների բնակիչներին տեղեկացնել հողերի միավորման ծրագրի առավելությունների մասին:

Նախատեսվում է ներկայացված նկատառումների շրջանակում կատարել առանձին ուսումնասիրություն:

Գրականություն

1. Տերտերյան Բ., Պետրոսյան Ն., Գրիգորյան Ռ. Գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ոռոգման նորմաներն ու ռեժիմները ՀՀ ոռոգելի

հողատարածքների համար: Ձեռնարկ. - Եր., 2007. - 204 էջ:

2. Егиазарян Г.М., Хачатрян А.Х., Даниелян Р.А. Аналитическая оценка динамики потенциала влажности в зоне аэрации в орошаемых землях / Агронаука и технология. - N 3/75. - 2021. - С. 235-240. <https://doi.org/10.52276/25792822-2021.3-235>.
3. Danielyan, R. A. (2021). Software Package for Determining the Capillary Adsorption Potential in Irrigated lands. *AgriScience and Technology*, 4(76). <https://doi.org/10.52276/25792822-2021.4-336>.
4. Mahak Bhatia (2019). Linear Programming Approach - Application in Agriculture. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, 6(5), 155-157.
5. Rani, N., Bamel, K., Shukla, A., & Singh, N. (2022). Analysis of Five Mathematical Models for Crop Yield Prediction. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 12(1). [https://doi.org/10.38150/sajeb.12\(1\).p46-54](https://doi.org/10.38150/sajeb.12(1).p46-54).
6. Paly, I.A. (2025). *Linear Programming: a textbook for universities (higher education)*. Moscow, 175 p.
7. Piskunov, N. (1974). *Differential and integral calculus*. Moscow: Mir Publishers.
8. Sirotenko, O. D., & Romanenkov, V. A. (2009). Mathematical Models of Agricultural Supply. *Mathematical Models of Agricultural Supply*, 2, 100-109.
9. Venu, V., Sreenath, B., & Ramdas, E. R. (2023). Various mathematical models in agricultural engineering. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 42(41), 13-20. <https://doi.org/10.9734/cjast/2023/v42i414263>.
10. Yegiazaryan, G. M., Khachatryan, A. Kh., Danielyan, R. A. (2022). On one problem of plants growth dynamics. *Bulletin of High Technology*, 3(22), 10-17. <https://doi.org/10.56243/18294898-2022.3-10>.

Математические модели консолидации земель и прогнозирования урожайности

Гурген Егиазарян, Агавард Хачатрян, Гевик Давуди, Размик Даниелян

Национальный аграрный университет Армении

Ключевые слова: консолидация земель, математическое моделирование, оптимизация, прибыль, прогнозирование урожайности

Аннотация. Консолидация земель и прогнозирование высокой урожайности в настоящее время имеют большое

значение в сельскохозяйственной сфере Армении. Предлагаемая новая математическая модель позволяет проанализировать и определить, как путем консолидации земель повысить эффективность землепользования. Представленный метод предполагает объединение неосухокультуренных и уже обрабатываемых земельных участков. Посредством модели линейного программирования предлагается оптимальное распределение общей площади земель между сельскохозяйственными культурами, позволяющее прогнозировать и обеспечивать максимальную урожайность. Результаты исследования и числовыми примерами обосновано, что предложенные новые модели универсальны и могут быть успешно применены и в других странах.

Mathematical Models for Land Consolidation and Crop Yield Prediction

Gurgen Yegiazaryan, Aghavard Khachatryan, Gevik Davoodi, Razmik Danielyan

Armenian National Agrarian University

Keywords: crop yield prediction, land consolidation, mathematical modeling, optimization, profit

Abstract. The current work focuses on the development and application of mathematical models for land consolidation and crop yield prediction in various regions of the Republic of Armenia. Land consolidation is currently a highly important and timely issue for Armenia. The first part of the study introduces a new mathematical model designed to analyze and evaluate improvements in land use efficiency through consolidation. A method is also proposed for incorporating uncultivated lands into cultivated areas to optimize land utilization. A numerical example is provided to illustrate the application of the model. In the second part, a linear programming approach is used to determine the optimal allocation of total land area among different crops, with the goal of predicting the maximum possible yield. Numerical examples are presented to demonstrate the practical application of the theoretical findings for various crop types. The proposed models are novel, versatile, and can be successfully adapted for use in other countries.

Երախտագիտություն

Աշխատանքը իրականացվել է գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության նպատակային N 09-60-2025 ծածկագրով դրամաշնորհային ծրագրի ֆինանսական աջակցության շրջանակներում:

Շահերի հայտարարագիր

Չեղիակաները հայտարարում են, որ այս հոդվածի հետապոտության, հեղինակության և/կամ հրապարակման հետ կապված շահերի բախում առկա չէ:

Ստացվել է՝ 07.01.2025 թ.
Գրախոսվել է՝ 28.02.2025 թ.
Ընդունվել է՝ 28.03.2025 թ.