

## Kənd təsərrüfatı müəssisələrində istehsal strukturunun iqtisadi-riyazi modeli və optimallaşdırılması

**Rasim Həmid oğlu Şirinov**

*Azərbaycan Universitetinin dosenti,  
riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru*

**E-mail:** rasim.shirinov@gmail.com

**Gülüş Vəli qızı Mustafayeva**

*Azərbaycan Universitetinin baş müəllimi*

**E-mail:** gulus\_163@mail.ru

**Mərdan Nəriman oğlu Bilalzadə**

*Azərbaycan Universiteti*

**E-mail:** bilalzadə23@gmail.com

**Rəyçilər:** r.ü.f.d., dos. B.B. Əzizov,  
r.ü.f.d., dos. Ə.N. Məmmədov

**Açar sözlər:** optimal həll, iqtisadi-riyazi model, istehsal sturuktur

**Ключевые слова:** оптимальное решение, экономико-математическая модель, производственная структура

**Key words:** optimal solution, economic and mathematical model, production structure

Müasir riyaziyyat elmi özünün müxtəlif elm sahələrində intensiv istifadə olunması ilə digər elm istiqamətlərindən fərqlənir. Lakin riyazi üsulların tətbiqi o zaman mümkün olur ki, tədqiq olunan prosesi müəyyən riyazi münasibətlər sistemi şəklində təsvir etmək mümkün olsun. Başqa sözlə, öyrənilən prosesin İRM qurulsun.

Qeyri – neft sektorunun inkişaf etdirilməsi kənd təsərrüfatına olan marağı daha da artıraraq bu sahədə qarşıya qoyulan məsələlərin həll olunmasını aktuallaşdırmışdır. Həmin məsələlərdən biri də südlük istiqamətli heyvandarlıq sahəsində məşğul olan kənd təsərrüfatı müəssisələrinin optimal strukturunun müəyyən olunmasıdır.

Azərbaycan şəraitində heyvandarlıq üzrə ixtisaslaşmaların əsasən aşağıdakı variantlarına rast gəlinir:

- Yalnız iri buynuzlu mal-qara saxlanılır;
- Yalnız qoyun-keçi saxlanılır;
- Yalnız quşçuluqla məşğul olunur.

Tədqiqat məqsədilə həm iri buynuzlu mal – qara, həm də qoyun – keçi saxlayan südlük istiqamətli kənd təsərrüfatı müəssisəsi götürülmüşdür.

Heyvanların yemləndirilməsi həm öz təsərrüfatında əkilən yem bitkilərinin, həm də alınan qarışıq yem hesabına nəzərdə tutulur. Bu məqsədlə təsərrüfatda əkilməsi nəzərdə tutulan aşağıdakı bitkilərdir:

1) Buğda - həm öz ehtiyacları ödəmək üçün, həm də kövşənindən yem məqsədilə istifadə olunur.

2) Yem bitkiləri: arpa, qarğıdalı, yem çuğunduru, yonca və təbii otlaqlardan ibarətdir.

Bu məqsədlə əkilən kənd təsərrüfatı bitkilərinin iqtisadi göstəriciləri cədvəl №1, heyvandarlıq sahəsinin göstəriciləri isə cədvəl №2 verilmişdir.

Məlum olduğu kimi, məhsuldarlıq bir çox amillərdən asılıdır: iqlim (hava) şəraitindən, tor-

pağın münbitliyindən, istehsal texnologiyasından və s. Bu şərtlərdən hər hansı biri və ya bir neçəsi pozulduqda bitkinin məhsuldarlığına öz mənfi təsirini göstərir. Ona görə də tədqiqat obyektini suvarılan əkinçilik şəraitində bütün iqtisadi göstəricilər normal təbii iqlim, münbit torpaq və düzgün texnologiyaya əsaslanan aqrotexnoloji proqram əsasında tərtib olunmuşdur.

Əsas məqsəd növbəti əkin sistemindən istifadə etməklə kənd təsərrüfatı müəssisələrinin elə optimal strukturu müəyyən edilməlidir ki:

— Həm bitkiçilik, həm də heyvandarlıq sahələrinin proporsional inkişafı təmin olunsun;

— Mövcud torpaqlardan səmərəli istifadə etməklə yanaşı, həm də onun münbitliyinə xələl gətirilməməli, əksinə artırılmalıdır;

— Minimum istehsal xərci və maksimum mənfəət olunmalıdır.

Bu məsələnin həlli isə riyaziyyatın və kompüter texnologiyaların tətbiqinə əsaslanır. Əvvəlcə məsələni İRM tərtib edək. Bu məqsədlə aşağıdakı işarələri qəbul edək:

$X_1$  – buğda bitkisinin sahəsi;  $X_2$  – arpa bitkisinin sahəsi;  $X_3$  – qarğıdalı bitkisinin sahəsi;  $X_4$  – yem çuğunduru bitkisinin sahəsi;  $X_5$  – yoncanın yaşıl yem üçün nəzərdə tutulan sahəsi;  $X_6$  – yoncanın quru ot sahəsi;  $X_7$  – yoncanın senaj üçün nəzərdə tutulan sahəsi;  $X_8$  – alınma qarışıq yem (sent);  $X_9$  – təbii otlaq sahəsi;  $X_{10}$  – təsərrüfatda olan iribuynuzlu mal – qaranın sayı;  $X_{11}$  – təsərrüfatda olan qoyun – keçilərin sayı;  $X_{12}$  – il ərzində istehsal olunan südün həcmi (sent);  $X_{13}$  – istifadə olunan qaba yem;  $X_{14}$  – istifadə olunan qüvvəli yem;  $X_{15}$  – istifadə olunan sulu – şirəli yem;  $X_{16}$  – humusun balansı;  $X_{17}$  – tələb olunan azot gübrəsinin miqdarı;  $X_{18}$  – tələb olunan fosfor gübrəsinin miqdarı;  $X_{19}$  – tələb olunan kalium gübrəsinin miqdarı;

$X_{20}$  – istehsal olunan yem vahidi (y.v);  $X_{21}$  – tələb olunan yem vahidi;  $X_{22}$  – il ərzində tələb olunan əmək şərti (ə/ş);  $X_{23}$  – il ərzində tələb olunan istehsal xərci (AZN);  $X_{24}$  – il ərzində istehsal olunan məhsulun ümumi dəyəri (AZN).

Cədvəl 1

№	Bitkinin adı	Məhsuldarlıq (sent / ha)	Y.V. (kq)	h.o.p. (q)	Kalsium (q)	y.v.	h.o.p.	kalsium	Humusun minerallaşma norması (ton)		Məsariflər				Ümumi məhsulun dəyəri (AZN)
									1s	1ha	Əmək məsrəfləri (a/s)		İstehsal xərci (AZN)		
											1s	1ha	1s	1ha	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Buğda	32,5	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	220	21,5	700	980
	Küləsi	30	0,2	8	2,6	6	0,24	0,018	0,0243	0,79	0,5	15	2,67	80	140
2	Arpa	35	1,21	81	1,2	42,25	0,028	0,042	-0,02	-0,84	6	210	19,14	670	890
	Küləsi	32	0,36	12	3,7	10,8	0,36	0,111	38		0,5	15	2,67	80	170
3	Qarğıdalı (sibos)	150	0,2	14	1,5	30	2,1	0,225	-0,0027	-0,405	2	300	5,33	800	1100
4	Yem çuğunduru	250	0,12	9	0,4	32	2,25	0,1	-0,0093	-2,33	1,68	420	4,4	1100	1250

5	Yonca (yaşıl yem)	750	0,22	27	3,8	165	20,25	2,85	0,0041	3,08	0,53	400	0,67	500	600
	Yonca (quru ot)	95	0,48	79	9,3	45,6	7,505	0,8835	0,0182	1,54	1,89	180	6,32	600	900
	Yonca (senaj)	180	0,32	44	7,4	57,6	7,92	1,332	0,00178	0,32	1,39	250	3,61	650	960
6	Təbii otlaq	50	0,25	21	6	12,5	1,05	0,3	0,0036	0,12	0,2	10	0,3	15	-

**Cədvəl 2****Heyvandarlıqda əsas göstəricilər. (bir baş üçün, il ərzində)**

N	Göstəricilər	Ölçü vahidi	İri – buynuzlu mal – qara	Qoyun və keçilər
1.	Bir başdan çıxış; Süd	sentner	13,54 _ 17,6	0,27 – 0,38
2.	Tələb olunan yem vahidi (y.v)	Sentner	20 -25	2,8 – 3,5
	O cümlədən: Qüvvəli		1,9 – 5,2	0,3 -1,12
	Qaba		4,2 – 6,8	0,7 – 1,8
	Sulu – şirəli		10,7 – 14,3	1,4 – 2,6
3.	Həzm olunan protein (h.o.p)	Sentner	2,2 – 2,7	0,17 – 0,28
4.	Kalsium (C)	Sentner	0,15 – 0,18	0,012 – 0,024
5.	Əmək məsarifi	Adam-saat	95	20,5
6.	Maddi pul məsarifi	AZN	600,5	54,36
7.	Ümumi məhsulun dəyəri	AZN	1260,8	170,63

Məsələnin İRM-ni tərtib edək.

Məqsəd funksiyası – kənd təsərrüfatı müəssisəsinin illik gəliri maksimum olmalıdır. Başqa sözlə məqsəd funksiyasını riyazi şəkildə aşağıdakı kimi yazmaq olar.

$$Z = X_{24} - X_{23} \rightarrow \max$$

Məhdudiyyət şərtləri:

I. Kənd təsərrüfatı bitkilərinin əkin sahələrinin cəmi, təsərrüfatın əkin sahəsində çox ola bilməz;

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 \leq S$$

Burada S – təsərrüfatın əkinə yararlı torpaq sahəsidir.

1.2.Növbəli əkin sisteminin şərtlərini nəzərə alınmalıdır.

$$X_1 = X_2 = X_3 = X_4 = S/5$$

1.3.Yoncaya görə məhdudiyyət şərti

$$X_5 + X_6 + X_7 = S/5$$

1.4. Təbii otlağın minimum sahəsinə görə

$$X_9 - 0,25 X_{10} - 0,02 X_{11} \geq 0$$

1.5. Təbii otlağın maksimum sahəsinə görə;

$$X_9 - 0,5 X_{10} - 0,04 X_{11} \leq 0$$

1.6. Yoncada yaşıl yem 10% -dən az olmamalıdır.

$$X_6 \geq 0,1(X_5 + X_6 + X_7) \text{ və ya } -0,1X_5 + 0,9X_6 - 0,1X_7 \geq 0$$

II. Zootexniki tələblərə görə məhdudiyət şərtləri.

2.1. İstehsal olunan yem vahidinə görə:

$$6X_1 + 10,8X_2 + 30X_3 + 32X_4 + 165X_5 + 45,6X_6 + 57,6X_7 + 0,9X_8 + 12,5X_9 - X_{20} = 0$$

2.2. Tələb olunan y.v. görə:

$$2,45X_{10} + 0,225X_{11} - X_{21} = 0$$

2.3. İstehsal olunan y.v. , tələb olunan y.v. – dən az ola bilməz.

$$X_{20} - X_{21} \geq 0$$

2.4. Həzm olunan proteinə (h.o.p.) görə:

$$0,24X_1 + 0,388X_2 + 2,7X_3 + 2,25X_4 + 20,25X_5 + 7,505X_6 + 7,92X_7 + 0,015X_8 + 0,3X_9 \geq 2,45X_{10} + 0,225X_{11}$$

2.5. Kalsiuma görə:

$$0,078X_1 + 0,153X_2 + 0,225X_3 + 0,1X_4 + 2,85X_5 + 0,8835X_6 + 1,332X_7 + 0,015X_8 + 0,3X_9 \geq 0,165X_{10} + 0,018X_{11}$$

III. Zootexniki tələblərə əsaslanaraq ayrı – ayrı qrup yemlərin münasibətinə görə məhdudiyət şərtləri:

3.1. İstehsal olunan qaba yemə görə:

$$30X_1 + 32X_2 + 95X_6 - X_{14} = 0$$

3.2. İstehsal olunan qaba yem tələbatı ödəməlidir:

$$X_{13} \geq 5,5 X_{10} + 1,25X_{11} \text{ və ya } -5,5 X_{10} - 1,25X_{11} + X_{13} \geq 0$$

3.3. İstehsal olunan və alınan qüvvəli yemə görə

$$35X_2 + X_8 - X_{14} = 0$$

3.4. İstehsal olunan və alınan qüvvəli yem tələbatı ödəməlidir.

$$X_{14} \geq 3,55 X_{10} + 0,71X_{11} \text{ və ya } -3,55 X_{10} - 0,71X_{11} + X_{14} \geq 0$$

3.5. İstehsal olunan sulu – şirəli yemə görə:

$$150X_3 + 250X_4 + 750X_5 + 180X_7 + 50X_9 - X_{15} = 0$$

3.6. İstehsal olunan sulu – şirəli yem tələbatı ödəməlidir.

$$X_{15} \geq 12,5 X_{10} + 2,1 X_{11} \text{ və ya } -12,5 X_{10} - 2,1X_{11} + X_{15} \geq 0$$

3.7. Yem istehsalında zootexniki tələblərə görə qüvvəli yem 9%-25% arasında olmalıdır

$$0,9X_{20} \leq X_{14} \leq 0,25X_{20}$$

3.8. Yem istehsalında zootexniki tələblərə görə qaba yem 20%-35% arasında olmalıdır.

$$0,2X_{20} \leq X_{13} \leq 0,35X_{20}$$

3.9. Yem istehsalında sulu – şirəli yem 39%-56% arasında olmalıdır.

$$0,39X_{20} \leq X_{15} \leq 0,56X_{20}$$

3.10. Kökümeyvəli yemlər 6% -15% arasında olmalıdır.

$$0,06X_{20} \leq 32X_4 \leq 0,15X_{20}$$

IV. Humusun miqdarının balans tələbatına görə məhdudiyət şərti.

$$-0,79 X_1 - 0,84X_2 - 0,403X_3 - 2,33X_4 + 3,08X_5 + 1,54X_6 + 0,32X_7 + 0,18X_9 + 0,74X_{10} + 0,85X_{11} - X_{16} = 0$$

V. Mineral gübrələrin tələb olunan miqdarına görə məhdudiyət şərtləri:

5.1. Azot gübrəsinə görə:

$$0,9 X_1 + 0,9X_2 + 0,85X_3 + 0,8X_4 + 0,5X_5 + 0,5X_6 + 0,55X_7 - X_{17} = 0$$

5.2. Fosfor gübrəsinə görə:

$$1,01 X_1 + 0,7X_2 + 0,46X_3 + 0,65X_4 + 0,37X_5 + 0,65X_6 + 0,24X_7 - X_{18} = 0$$

5.3. Kalium gübrəsinə görə :

$$0,6 X_1 + 0,5X_2 + 0,3X_3 + 0,2X_4 + 0,15X_5 + 0,21X_6 + 0,25X_7 - X_{15} = 0$$

VI. Süd istehsalı, əmək ehtiyatı, istehsal xərci, ümumi məhsulun dəyərinə görə:

6.1. Süd istehsalına görə:

$$15,57X_{10} + 0,325X_{11} - X_{12} = 0$$

6.2. Heyvanların nisbi məhdudiyətinə görə:

$$4X_{10} - X_{11} \leq 0$$

6.3. Əmək ehtiyatlarına görə:

$$235 X_1 + 225X_2 + 300X_3 + 420X_4 + 400X_5 + 180X_6 + 250X_7 + 10X_9 + 95X_{10} + 20,5X_{11} - X_{22} = 0$$

6.4. İstehsal xərcinə görə:

$$780 X_1 + 750X_2 + 800X_3 + 1100X_4 + 500X_5 + 600X_6 + 650X_7 + 50X_8 + 15X_9 + 600,5X_{10} + 54,38X_{11} - X_{23} = 0$$

6.5. Ümumi məhsulun dəyərinə görə:

$$1120 X_1 + 1060X_2 + 1200X_3 + 1250X_4 + 700X_5 + 960X_6 + 1170X_7 + 1260,8X_{10} + 170,63X_{11} + 87,2X_{12} - X_{24} = 0$$

VII. Dəyişənlər iqtisadi mənalara görə mənfəətli ola bilməzlər.

$$X_j \geq 0, \quad j=1,2,4$$

Alınan riyazi məsələ xətti proqramlaşdırma məsələsidir. Simpleks üsul standart proqramından istifadə etməklə məsələ həll edilmiş və optimal həll tapılmışdır. Müxtəlif ölçüyə malik torpaq sahəsi olan kənd təsərrüfatı müəssisələri üçün alınan nəticələr № 3 – də verilmişdir.

Cədvəl № 3

Optimal varianta görə kənd təsərrüfatı müəssisəsinin istehsal strukturunun quruluşu						
N	Dəyişən	Məzmun	Ölçü vahidi	S = 60 ha	S = 100 ha	S = 150
1	X <sub>1</sub>	Buğdanın sahəsi	ha	12	20	30
2	X <sub>2</sub>	Arpanın sahəsi	Ha	12	20	30
3	X <sub>3</sub>	Qarğıdalının sahəsi	Ha	12	20	30
4	X <sub>4</sub>	Yem çuğundurunun sahəsi	Ha	12	20	30
5	X <sub>5</sub>	Yonca yaşıl yem	Ha	4,5	12,284	21,936
6	X <sub>6</sub>	Yonca quru ot	Ha	1,2	2	3
7	X <sub>7</sub>	Yonca senaj	Ha	6,3	5,716	5,064
8	X <sub>8</sub>	Alınma (qarışıq) yem	Sent	66,8	89,75	96,76
9	X <sub>9</sub>	Təbii otlaq	ha	24,528	31,536	41,16
10	X <sub>10</sub>	İri buynuzlu mal-qaranın sayı	Baş	28	36	50
11	X <sub>11</sub>	Qoyun – keçilərin sayı	baş	112	144	150

12	X <sub>12</sub>	İl ərzində istehsal olunan südün həcmi	Sent	472,36	607,32	727,25
13	X <sub>13</sub>	Istehsal olunan qaba yem	Sent	858	1430	2149
14	X <sub>14</sub>	İstehsal olunan qüvvəli yem	sent	486,8	789,75	1146,76
15	X <sub>15</sub>	İstehsal olunan sulu – şirəli yem	sent	7496,5	12202,5	172195
16	X <sub>16</sub>	Humusun balansı	ton	0,05	0,189	1,382
17	X <sub>17</sub>	Tələb olunan azot gübrəsi	sent	47,715	79,286	118,75
18	X <sub>18</sub>	Tələb olunan fosfor gübrəsi	sent	37,797	63,517	95,88
19	X <sub>19</sub>	Tələb olunan kalsium gübrəsi	sent	21,702	35,692	53,19
20	X <sub>20</sub>	İstehsal olunan y.v.	sent	2473,09	4498,84	7013,3
21	X <sub>21</sub>	Tələb olunan y.v.	sent	938,7	1206,5	156,25
22	X <sub>22</sub>	Tələb olunan əmək sərfi	a/s	239000,3	36989,9	54216,3
23	X <sub>23</sub>	Tələb olunan istehsal xərci	AZN	74835,2	114063	162598
24	X <sub>24</sub>	Ümumi məhsulun dəyəri	AZN	162836	232724	323831
25	X <sub>25</sub>	Mənfəət	AZN	88000,401	118660,601	161233

İRM-dən görüldüyü kimi alınan məsələ xətti proqramlaşdırma məsələsidir. Başqa sözlə, Məqsəd funksiyası;

$$Z = \sum_j^n c_j x_j \rightarrow \max \quad (1)$$

Məhdudiyyət şərtləri:

$$\sum_j^n a_{ij} x_j = b_i, (i = \overline{1, m})$$

$$X_j \geq 0, (j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

Burada \* - işarəsi aşağıdakı münasibətlərdən biri ola bilər ; >, ≥, =, <, ≤.

$a_{ij}$ ,  $b_j$ ,  $c_i$  - verilən həqiqi ədədlərdir;  $X_j$  - axtarılan məchullardır. (1) – (2) məsələsinin həlli üçün DELPHİ alqoritmik dilində tərtib olunmuş “Simpleks üsul” standart proqramından istifadə olunmuşdur. Bu məqsədlə  $a_{ij}$ ,  $b_j$ ,  $c_i$  - həqiqi ədədləri kompüterin yaddaşına daxil edilmiş və SP–Simpleks üsuldan istifadə edərək (1)–(2) məsələsi həll edilmiş və optimal həll tapılmışdır.

Ədədi iqtisadi – riyazi modeldə müəyyən dəyişikliklər etməklə müxtəlif sahələr üçün optimal variant tapmaq mümkündür. Alınan optimal həll S=60 ha, S= 100 ha, S= 150 ha sahələr üçün kənd təsərrüfatı müəssisələrinin optimal istehsal strukturu müəyyən edilmiş və nəticələr N3 – də öz əksini tapmışdır. Qurulan riyazi model hər bir konkret sahə üçün müəyyən dəyişikliklər etməklə tətbiq oluna bilər.

**Məqalənin aktuallığı.** Aqrar sahəyə diqqət və qayğı, qeyri – neft sektorunun inkişafı, ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsi məsələsi kənd təsərrüfatına olan marağı daha da artırmışdır. Ona görə də kənd təsərrüfatına aid olan hər bir məsələnin optimal həllinin tapılması və bu sahədə aparılan elmi-tədqiqat işləri öz aktualılığını ilə diqqəti cəlb edir.

**Məqalənin elmi yeniliyi.** Təsərrüfatın istehsal strukturunun müəyyən edilməsi həm heyvandarlıq, həm də əkinçilik sahəsi ilə birlikdə kompleks şəkildə nəzərdə tutulmuş və optimal variant tapılmışdır.

**Məqalənin praktik əhəmiyyəti və tətbiqi.** Hər bir sahibkar və ya fermer düzgün texnologiyaya əməl etməklə alınan optimal həlldən bəzi parametrlərin ədədi qiymətlərini müəyyən edə bilər. Bu isə perspektiv kəndli (fermer) təsərrüfatının istehsal strukturunun ekoloji və iqtisadi cəhətdən davamlı kənd təsərrüfatının qurulması istiqamətində mühüm rol oynaya bilər.

## Ədəbiyyat

1. S.Ö.Bəbirov və başqaları. Kənd təsərrüfatında məsrəflərin uçotu və məhsulların maya dəyərinin kalkulyasiya edilməsinə dair tövsiyə. Bakı, 2003.
2. İ. İbrahimov. Aqrar iqtisadiyyatın aktual problemləri. Bakı, 2002.
3. A. Babayev. Azərbaycan torpaqlarının münbitliyinin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması. Bakı, 2005.
4. P. T. Paşayev və başqaları. Xətti proqramlaşdırma. Bakı, 1996.
5. Валков С.Н. Землеустройство. Экономико-математические методы и модели. Москва, 2001.

**Р.Г. Ширинов, Г.В. Мустафаева, М.Н. Билалзаде**

### **Экономико-математическая модель и оптимизация структуры производства в сельскохозяйственных предприятиях**

#### **Резюме**

Статья посвящена определению производственной структуры сельскохозяйственного предприятия, занимающегося молочным животноводством. Объектом исследования было выбрано хозяйство, в котором содержатся как крупный рогатый скот, так и овцы и козы.

Разработана экономико-математическая модель задачи и на базе программного продукта "Симплекс" найдено оптимальное решение поставленной математической задачи. Для найденного оптимального решения, по хозяйству были даны интересные предложения и результаты.

**R.H. Shirinov, G.V. Mustafayeva, M.N. Bilalzada**

### **Economic-mathematical model and optimization of production structure in agricultural enterprises**

#### **Summary**

The article is devoted to the definition of the production structure of an agricultural enterprise engaged in dairy farming. The object of research was a farm that keeps both cattle and sheep and goats.

The IRM of the problem was compiled and the optimal solution of the obtained mathematical problem was found on the computer using the standard program "Simplex" method. Interesting proposals and results for the farm were given for the optimal solution.

**Redaksiyaya daxil olub: 11.11.2021**