

ЧИЗИҚЛИ ДАСТУРЛАШ УСУЛИНИНГ АҲОЛИНИ СУВ БИЛАН ОПТИМАЛ ТАЪМИНЛАШ МАСАЛАСИГА ҚЎЛЛАНИЛИШИ

¹Сафаров Р., ²Худойбердиев С. И.

¹Сафаров Рахмон - т.ф.н., доцент, Самарқанд давлат арихтекура қурилиш университети.
Самарқанд ш. Ўзбекистон Республикаси.

²Худойбердиев Сардор Исмоилович - докторант, Самарқанд давлат арихтекура қурилиш университети. Самарқанд ш. Ўзбекистон Республикаси. E-mail: sardorxudoyberdiyev2604@mail.ru

Аннотация: Мақолада аҳолини сув билан оптимал таъминлаш мақсадида, сув захираларини аниқлаш ва ундан фойдаланиш учун чизикли дастурлаш усуллари кўллаш масаласи қаралган. Масаланинг математик модели тузилиб у симплекс жадвал асосида ечилган.

Калит сўзлар: босим, скважина, лойқа, оптимал, модел, узлуксиз, чизикли дастурлаш, харажат, захира, пласт, таннарх.

Abstract: In order to optimally supply the population with water, the issue of applying linear programming methods for determining and using water reserves is considered in the work. A mathematical model of the problem was created and solved on the basis of a simplex table.

Keywords: pressure, well, fuzzy, optimal, model, continuous, linear programming, cost, reserve, plastic, cost.

Чизикли дастурлаш усули сув иншоотларини лойиҳалашда, сув захираларидан оптимал фойдаланишда ҳамда таҳлил қилишда кенг қўлланилмоқда [5,6,8]. Шунингдек, аҳолини сув билан таъминлаш, хусусан маълум участкаларда турли хилдаги оптимал таъминотни ташкил қилишда чизикли дастурлаш масалаларидан фойдаланишга тўғри келмоқда [1,2,3,4].

Бундай масалалардан айримларини кўриб чиқамиз. Сув захираларини аниқлаш ва ундан фойдаланишнинг самарали усуллари бири – босим бериш билан, сувни ҳайдаш натижасида скважинада сувни фавворалаш имконини бериш усулидир. Лекин босим бериш технологиясидан қатъий назар, шундай давр келадикки, ҳайдалаётган сув эксплуатация қилинаётган скважина томонга оқа бошлайди. Бундай пайтда скважинада кулаш пайдо бўлиши мумкин. Кейинчалик бу сувни қайта ишлаш натижасида ундан тоза сувни ажратиш зарур бўлади. Бундай ҳолда сувнинг таннархи ошади.

Масаланинг математик моделини тузиш учун зарур бўлган тушунчаларни киритамиз. Фараз қилайлик, j – скважинадаги йиғинди дебит $x_j = x_j^c + x_j^l$ йиғиндидан иборат бўлсин. Бундаги x_j^c – сув миқдори, x_j^l – лойқа миқдори. Босим бериш коэффициенти деб, $\alpha_j = \frac{x_j^c}{x_j}$ муносабатга айтилади. Ҳар бир скважина ўзининг босим бериш коэффициенти α_j билан характерланиб, бу миқдорлар олдиндан берилган, деб ҳисоблаймиз.

Скважинанинг нормал ишлаши учун: 1) ҳар бир скважинанинг босими P_i , тўйиниш босими деб аталувчи босим, P_i^* дан кам бўлмаслиги керак. 2) скважинани фавворали қилиш учун динамик босим q_i , берилган босим q_i^* , дан юқори бўлиши лозим.

Пластининг сув босими режимида фильтрациянинг чизикли қонунига бўйсинувчи суяқлик ҳаракати P_i ва q_i миқдорлар скважина дебети x_j нинг чизикли функцияси бўлади

$$P_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j, \quad q_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} x_j, \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

бунда n – скважиналар сони, a_{ij} ва b_{ij} эксплуатациянинг конкрет шароитларига боғлиқ бўлган миқдорлари.

Тоза сув миқдори

$$Q = \sum_{j=1}^n x_j^l = \sum_{j=1}^n (x_j - x_j^c) = \sum_{j=1}^n (1 - \alpha_j) x_j \quad (2)$$

орқали аниқланади.

Босим бериш шароитидаги эксплуатация харажати икки қисмга бўлиш мумкин. Биринчи қисм, топилган тоза сув дебитга боғлиқ эмас. Бу жиҳозлар харажатлари, иш ҳақи,

капитал таъмирлаш ва бошқа харажатлардир. Биринчи турдаги харажатларни S_1 орқали белгиласак, у ҳолда

$$S_1 = \sum_{j=1}^n S_{1j},$$

бу ерда S_{1j} – скважина қатлам бўйича бўладиган биринчи тур харажатлари.

Иккинчи тур харажатлар S_2 умумий дебитга ҳамда ҳар бир скважинадаги сув ва лойқа миқдорига боғлиқ:

$$S_2 = \sum_{j=1}^n S_{2j} = \sum_{j=1}^n (a_j x_j + b_j x_j^c + c_j x_j^l),$$

бу ерда, $a_j - j$ – скважинада пласт босимини таъминлаш учун бўладиган харажатлар; $b_j - j$ – скважинада ифлосланган сувни чиқариб ташлаш учун бўладиган харажатлар, $c_j - j$ – скважинадан лойқани олиш учун бўладиган харажатлар. Иккинчи гуруҳ харажатлари олинadиган $1 m^3$ суюқлик ҳисобига берилади.

Умумий харажат

$$S = S_1 + S_2 = \sum_{j=1}^n \{S_{1j} + [a_j + b\alpha_j + c_j(1 - \alpha_j)]x_j\}$$

ёки

$$S = \sum_{j=1}^n (S_{1j} + k_j x_j),$$

бундан $k_j = a_j + b\alpha_j + c_j(1 - \alpha_j)$

$1 m^3$ сувнинг таннархи қуйидагига тенг:

$$M = \frac{S}{Q} = \frac{\sum_{j=1}^n (S_{1j} + k_j x_j)}{\sum_{j=1}^n (1 - \alpha_j) x_j} \quad (3)$$

Ҳар бир скважинанинг дебитини олиш ($x_j \geq 0$), сувнинг таннархини (3) минимумга келтирувчи ва режа топшириғини бажариш шarti ($Q \geq Q^*$) ҳамда технологик шартнинг ($P_i \geq P_i^*$, $q_i \geq q_i^*$) бажарилиши каср-чизикли дастурлаш масаласига олиб келади. Буни чизикли дастурлаш масаласига келтириб ечиш мумкин.

Айрим ҳолларда энг кам харажатлар йўли билан берилган ҳажмда лойқадан ҳоли бўлган сувни олишни скважиналарга оптимал тақсимлаш масаласи мақсадга мувофиқ масала ҳисобланади. Бунда технологик шартлар бажарилиши кафолатланган бўлиши керак.

Бу масаланинг математик модели

$$S_2 = S - S_1 = \sum_{j=1}^n k_j x_j \rightarrow \min \quad (4)$$

Чизикли функцияга минимум қиймат берувчи ҳамда

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n (1 - \alpha_j) x_j &\geq Q^*, \\ \sum_{j=1}^n x_j a_{ij} &\geq P_i^*, \\ \sum_{j=1}^n x_j b_{ij} &\geq q_i^*, \\ x_j &\geq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

тенгсизликлар системасини қаноатлантирувчи x_j қийматларни топишга олиб келади.

Учта сув скважиналаридан сувни етказиб бериш учун харажатлар А, В, С ларга тенг. Ҳар бир скважинадаги сув захиралари мос равишда 360, 192 ва $180 m^3$ дан иборат. Бир бирлик сувни ишлаб чиқариш учун ҳар бир скважинага қилинадиган харажат сарфи, ҳамда ҳар бир скважинадан олинadиган сув билан максимал таъминланиши қуйидаги жадвал билан берилган (1-жадвал).

1-жадвал

Бир бирлик сувни ишлаб чиқариш учун ҳар бир скважинага қилинадиган харажат

Скважиналар	Ҳар бир скважинага қилинадиган харажат			Скважиналардаги сув захиралари m^3
	A	B	C	
I	18	15	12	360
II	6	4	8	192
III	5	3	3	180
Ҳар бир скважинадан олинадиган самара	9	10	16	

Максимал миқдорда сув билан таъминлаш режасини тузамиз

$$\begin{cases} 18x_1 + 15x_2 + 12x_3 \leq 360 \\ 6x_1 + 4x_2 + 8x_3 \leq 192 \\ 5x_1 + 3x_2 + 3x_3 \leq 180 \\ x_j \geq 0, \quad j = 1,2,3 \end{cases}$$

$$S = 9x_1 + 10x_2 + 16x_3 \rightarrow \max$$

2-жадвал

Симплекс жадвали

i	Bazis	S_{baz}	P_0	9	10	16	0	0	0
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
1	P_4	0	360	18	15	12	1	0	0
2	P_5	0	192	6	4	8	0	1	0
3	P_6	0	180	5	3	3	0	0	1
$n+1$	$\Delta_j = S_j - C_j$		0	-9	-10	-16	0	0	0
1	P_4	0	72	9	9	0	1	$-\frac{3}{2}$	0
2	P_3	16	24	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	0	$\frac{1}{8}$	0
3	P_6	0	108	$\frac{11}{4}$	$\frac{3}{2}$	0	0	$-\frac{3}{8}$	1
$n+1$	$\Delta_j = S_j - C_j$		384	3	-2	0	0	2	0
1	P_2	10	8	1	1	0	$\frac{1}{9}$	$-\frac{1}{6}$	0
2	P_3	16	20	$\frac{1}{2}$	0	1	$-\frac{1}{18}$	$\frac{5}{24}$	0
3	P_6	0	96	$\frac{5}{4}$	0	0	$-\frac{1}{6}$	$-\frac{1}{8}$	1
$n+1$	$\Delta_j = S_j - C_j$		400	5	0	0	$\frac{2}{9}$	$\frac{5}{3}$	0

Юқорида берилган масalani ҳар доим қуйидаги кўринишга келтириш мумкин

$$\begin{cases} 18x_1 + 15x_2 + 12x_3 + x_4 = 360 \\ 6x_1 + 4x_2 + 8x_3 + x_5 = 192 \\ 5x_1 + 3x_2 + 3x_3 + x_6 = 180 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3$$

$$S = 9x_1 + 10x_2 + 16x_3 \rightarrow \max$$

Системани вектор кўринишда ёзиб оламиз.

$$x_1 P_1 + x_2 P_2 + x_3 P_3 + x_4 P_4 + x_5 P_5 + x_6 P_6 = P_0,$$

бунда

$$P_1 = \begin{pmatrix} 18 \\ 6 \\ 5 \end{pmatrix}, P_2 = \begin{pmatrix} 15 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}, P_3 = \begin{pmatrix} 12 \\ 8 \\ 3 \end{pmatrix}, P_4 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, P_5 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, P_6 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, P_0 = \begin{pmatrix} 360 \\ 192 \\ 180 \end{pmatrix}$$

$$C = (9, 10, 16, 0, 0, 0), \quad S_{baz} = (0, 0, 0)$$

Кейинги ҳисоблаш жараёнларини қуйидаги симплекс жадвалда бажарамиз.

Учинчи қадамда $(n + 1)$ – сатрларда $\Delta_j = S_j - C_j \geq 0$ оптималлик шарти бажарилганлиги учун $X^* = (0, 10, 20,)$ режа оптимал бўлиб, унга $S_{max} = 400$ қиймат мос келади.

Хулоса. Шундай қилиб, сув захираларини аниқлаш ва ундан фойдаланиш усулларидан бири бўлган сувни қайта ишлаш натижасида ундан тоза сувни ажратиш усулининг математик модели тузилди. Шу билан биргаликда сувни ишлаб чиқариш учун ҳар бир скважинага қилинадиган харажат сарфи, ҳамда ҳар бир скважинадан олинадиган сув билан истемолчини максимал таъминлаш масаласи симплекс усул билан ечилди.

АДАБИЁТЛАР

1. Иванюшко М.С. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. - М.: Стройиздат, 2011.
2. Бейко И. В., Бублик Б. Н., Зинько П. Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации / Киев: Вища школа, 1983. – 511 с.
3. Гудков А.Г. Механическая очистка сточных вод. Учебное пособие. - Вологда: ВоГТУ, 2003. - 152с.
4. A. K. Sharma and P. K. Swamee Application of linear programming for looped water supply pipe network design Water Science & Technology: Water Supply 13.5 2013.
5. Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Проблемы распределения водных ресурсов. <https://www.sworld.com.ua/simpoz8/78.pdf>
6. Matyakubov B. et al. Improving water resources management in the irrigated zone of the Aral Sea region //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 264. – С. 03006.
7. Эшев С.С., Авлакулов М., Бобомуродов Ф.Ф. Боғланган грунтларнинг физик хусусиятларини ўзан ювилиш жараёнига таъсирини баҳолаш // Инновацион технологиялар . 2022. №3 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bo-langan-gruntlarning-fizik-hususiyatlarini-zan-yuvilish-zharayoniga-tasirini-ba-olash> (дата обращения: 29.10.2022).
8. Муродов Н. К., Авлакулов М. Гидродинамическая модель управления режимом влагопереноса в верхних слоях зоны аэрации //European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences. – 2016. – С. 95-100.
9. Eshev, S., Rahmatov, M., Khazratov, A., Mamatov, N., Sagdiyev, J. and Berdiev, M., 2021. Critical flow velocities in cohesive saline soils. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 03071). EDP Sciences.
10. Авлакулов, М. and Хазратов, А.Н., 2017. Закономерности динамики процессов влаги-соли переноса в почво-грунтах. Инновационное развитие, (5), pp.9-10.
11. Khazratov, A.N., 2021. Hydraulic Calculations of Earthen Channels for Reconstruction. Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 14(4), pp.472-481.
12. Эшев, С.С. and Хазратов, А.Н., 2016. К вопросу моделирование нарушенной структуры связных грунтов в лабораторных условиях. Инновационное развитие, (5), pp.25-28.