

QISHLOQ XO'JALIGI UCHUN TRANSPORT MASLASI USULLARI

Mamatova Zilolaxon Xabibulloxonovna

Farg'ona davlat universiteti dotsent,
pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (phd)

Orcid: 0009-0009-9247-3510

E-mail: mamatova.zilolakhon@gmail.com**Usmonaliyev Ulug'bek Ismoiljon o'g'li**

Farg'ona Davlat Universiteti Amaliy
matematika yo'nalishi 3-kurs talabasi

E-mail: uusmonaliyev04@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada transport masalasi nazariy va amaliy jihatdan keng yoritiladi. Farg'ona viloyatining qishloq xo'jaliklari mahsulotlarini viloyat markazidagi bozorga eng kam xarajat bilan yetkazish muammosi tahlil qilinadi. Masala bosqichma-bosqich minimal baholi usul orqali yechiladi. Real misol asosida optimal reja tuziladi va umumiy xarajatlar kamaytiriladi.

Kalit so'zlar: Transport masalasi, yopiq modeli transport masalasi, band katakchalar, bo'sh katakchalar, xarajatlar matrisasi, potensiallar, potensial tenglama, yopiq kontur.

Kirish. Transport masalasi — iqtisodiyotning eng muhim va amaliy masalalaridan biridir. Ushbu masala logistika, ta'minot zanjiri va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishga qaratilgan. Har bir korxona yoki ishlab chiqarish tizimi uchun mahsulotni ta'minotdan iste'molchiga etkazishdagi xarajatlar katta ahamiyatga ega bo'ladi. Bunda tashish xarajatlarini kamaytirish va resurslardan

samarali foydalanish iqtisodiy jihatdan muhimdir. Transport masalasining nazariy yechimi orqali, shuningdek, muvozanatni ta'minlash, iste'molchilar ehtiyojini qondirish, ta'minotchilar tomonidan ishlab chiqarilgan mahsulotlar yetkazib berish samaradorligini oshirish mumkin. Transport masalasi, odatda, chiziqli dasturlashga oid bo'lib, u o'zida resurslarni maksimal darajada samarali taqsimlashni nazarda tutadi. Har bir ta'minotchi va iste'molchining mahsulotlari, shuningdek, ularning o'rtasidagi tashish xarajatlari mavjud. Ushbu masala ko'plab sohalarda keng qo'llaniladi, jumladan, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini bozorga yetkazib berishda, sanoat ishlab chiqarishlari o'rtasida materiallarni transport qilishda va hatto xalqaro savdoda.

Ushbu masala, ayniqsa, cheklangan resurslar mavjud bo'lgan sharoitda, iqtisodiy samaradorlikni oshirish uchun juda muhimdir. Masalani yechishda minimal baholi usul va potentsiallar usuli kabi alohida metodlar ishlatiladi. Bu metodlar orqali, transport xarajatlarini optimallashtirish, mahsulotni samarali taqsimlash va ta'minotchi va iste'molchilar o'rtasida samarali muloqotni ta'minlash imkoniyatlari o'rganiladi.

Tahlil va natijalar

Faraz qilaylik, $A_1, A_2, \dots, A_m$ punktlarda bir xil mahsulot ishlab chiqarilsin. Ma'lum bir vaqt oralig'ida har bir A_i ($i = \overline{1, m}$) punktda ishlab chiqariladigan mahsulot miqdori a_i birlikka teng bo'lsin. Ishlab chiqariladigan mahsulotlar $B_1, B_2, \dots, B_n$ punktlarda iste'mol qilinsin hamda har bir B_j ($j = \overline{1, n}$) iste'molchining ko'rilyotgan vaqt oralig'ida mahsulotga bo'lgan talabi b_j ($j = \overline{1, n}$) birlikka teng bo'lsin.

Bundan tashqari $A_1, A_2, \dots, A_m$ punktlarda ishlab chiqariladigan mahsulotlarning umumiy miqdori $B_1, B_2, \dots, B_n$ punktlarning mahsulotga bo'lgan talablarining umumiy miqdoriga teng, ya'ni

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

tenglik o'rinli bo'lsin deb faraz qilamiz . Faraz qilaylik, har bir ishlab chiqarish punktidan hamma iste'mol qiluvchi punktga mahsulot tashish imkoniyati mavjud, hamda A_i punktdan B_j punktga mahsulotni olib borish uchun sarf qilinadigan xarajat C_{ij} pul birligiga teng bo'lsin.

x_{ij} bilan rejalashtirilgan vaqt oraligida A_i punktdan B_j punktga olib boriladigan mahsulotning umumiy miqdorini belgilaymiz.

Transport masalasining berilgan parametrlarini va belgilangan noma'lumlarni quyidagi jadvalga joylashtiramiz.

1-jadval

B_j A_i	B_1	B_2		B_n	i/ch mahsulotlar miqdori
A_1	C_{11} x_{11}	C_{12} x_{12}	...	C_{1n} x_{1n}	a_1
A_2	C_{21} x_{21}	C_{22} x_{22}	...	C_{2n} x_{2n}	a_2
...	...	...	...	...	...
A_m	C_{m1} x_{m1}	C_{m2} x_{m2}	...	C_{mn} x_{mn}	a_m

talab miqdori	b_1	b_2	$\dots$	b_n	
------------------	-------	-------	---------	-------	--

Masalaning iqtisodiy ma’nosi yuk tashishning shunday rejasini tuzish kerakki: 1) har bir ishlab chiqarish punktidagi mahsulotlar to’la taqsimlansin; 2) har bir iste’molchining mahsulotga bo’lgan talabi to’la qanoatlantirsin va shu bilan birga sarf qilinadigan yo’l xarajatlarining umumiy qiymati minimal bo’lsin.

Masalaning birinchi shartini quyidagi tenglamalar sistemasi orqali ifodalash mumkin:

[illegible]

Masalaning ikkinchi sharti esa quyidagi tenglamalar sistemasi ko'rinishida ifodalanadi:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m_1} = b_1, \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m_2} = b_2, \\ \\ x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{m_n} = b_p. \end{cases} \quad (2)$$

Masalaning iqtisodiy ma'nosiga ko'ra noma'lumlar manfiy bo'lmasligi kerak,
ya'ni

$$x_{ji} > 0 \quad (i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}). \quad (3)$$

i – ishlab chiqarish punktidan j – iste'mol qiluvchi punktga rejadagi x_{ij} birlik

mahsulotni yetkazib berish uchun sarf qilinadigan yo'l xarajati $c_{ij}x_{ij}$ pul birligiga teng bo'ladi.

Rejadagi barcha mahsulotlarni tashish uchun sarf qilinadigan umumiy yo'l xarajatlari

$$Y = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{1n}x_{1n} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + \dots + c_{2n}x_{2n} + \dots + c_{m1}x_{m1} + c_{m2}x_{m2} + \dots + c_{mn}x_{mn} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij}$$

funksiya orqali ifodalanadi. Masalaning shartiga ko'ra bu funksiya minimumga intilishi kerak, ya'ni

$$Y = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min \quad (4)$$

(1) – (4) munosabatlar birgalikda transport masalalasining matematik modeli deb ataladi.

Transport masalasining matematik modelini quyidagi yig'indi ko'rinishda ham yozish mumkin.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, (i = \overline{1, m}) \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, (j = \overline{1, n}) \quad (6)$$

$$x_{ij} \geq 0, (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}) \quad (7)$$

$$Y = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min \quad (8)$$

Masaladagi har bir a_i, b_j va c_{ij} nomanfiy sonlar ya'ni $a_i \geq 0, b_j \geq 0, c_{ij} \geq 0$.

Agar (5) – (8) masalada

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j = A$$

tenglik o'rinli bo'lsa, ya'ni ishlab chiqarilgan mahsulotlar yig'indisi o'nga bo'lgan talablar yig'indisiga teng bo'lsa, u holda bu masalani yopiq modeli transport masalasi deb aytamiz.

1-teorema. Har qanday yopiq modeli transport masalasi yechimga ega.

2-teorema. Transport masalasining shartlaridan tuzilgan matritsaning $r(A)$ rangi $m+n-1$ ga teng.

3-teorema. Agar masaladagi barcha a_i va b_i lar butun sonlardan iborat bo'lsa, transport masalasining yechimi butun sonli bo'ladi.

4-teorema. Ixtiyoriy transport masalasining optimal rejasi mavjuddir.

Transport masalasining optimal yechimini topish uchun potentsiallar usuli

Potentsiallar usuli transport masalasini yechish uchun qo'llangan birinchi aniq usul bo'lib, u 1949 yilda rus olimlari L.V .Kantorovich va M.K.Gavurin tomonidan yaratilgan. Bu usulning asosiy g'oyasi transport masalasiga moslashtirilgan simpleks usuldan iborat bo'lib, birinchi marta chiziqli dasturlash masalalarini yechish usullariga bog'liq bo'lmagan holda tasvirlashgan. Keyinroq, xuddi shunga o'xshash usul Amerika olimi Dansig tomonidan yaratildi. Dansing usuli chiziqli dasturlashning asosiy g'oyalariga asoslangan bo'lib, Amerika adabiyotda bu usul modifisirlangan taqsimot usuli deb yuritiladi.

Potentsiallar usuli yordami bilan boshlang'ich bazis rejadan boshlab, optimal yechimga yaqinroq bo'lgan yangi bazis rejalariga o'tib borib, chekli sondagi iteratsiyadan so'ng masalaning optimal yechimi topiladi. Har bir iteratsiyada

topilgan bazis reja optimal reja ekanini tekshirish uchun har bir ishlab chiqaruvchi (A_i) va iste'mol qiluvchi (B_j) punktga uning potentsiali deb ataluvchi u_i va v_j miqdor mos qo'yiladi. Bu potentsiallar shunday tanlanadiki, bunda o'zaro bog'langan A_i va B_j punktlarga mos keluvchi potentsiallar yigindisi c_{ij} ga A_i dan B_j ga birlik mahsulotni tashish uchun sarf qilinadigan transport xarajatiga) teng bo'lishi kerak.

5-teorema. Agar $X^* = (x_{ij}^*)$ reja transport masalasining optimal rejasi bo'lsa, u holda unga

$$u_i^* + v_j^* = c_{ij} \quad (x_{ij}^* > 0) \quad (9)$$

$$u_i^* + v_j^* \leq c_{ij} \quad (x_{ij}^* = 0) \quad (10)$$

shartlarni qanoatlantiruvchi $n + m$ ta u_i^* va v_j^* potentsiallar mos kelishi zarur va yetarlidir.

Isbot. Yetarliligi. Faraz qilaylik, $X^* = (x_{ij}^*)$ reja uchun (9), (10) shartlar o'rinli bo'lsin. U holda ixtiyoriy $X' = (x'_{ij})$ reja uchun

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x'_{ij} &\geq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (u_i^* + v_j^*) x'_{ij} = \sum_{i=1}^m u_i^* \sum_{j=1}^n x'_{ij} + \sum_{j=1}^n v_j^* \sum_{i=1}^m x'_{ij} = \sum_{i=1}^m a_i u_i^* + \sum_{j=1}^n b_j v_j^* = \\ &= \sum_{i=1}^m u_i^* \sum_{j=1}^n x_{ij}^* + \sum_{j=1}^n v_j^* \sum_{i=1}^m x_{ij}^* = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}^* \end{aligned}$$

Demak, X^* rejadagi chiziqli funksiyaning qiymati uning ixtiyoriy X' rejadagi qiymatidan kichik bo'lyapti. Shuning uchun X^* reja optimal bo'ladi.

Shunday qilib, potentsiallar usulining algoritmi quyidagidan iborat:

1. Yuqoridan qurilgan usullarning biridan foydalanib, boshlang'ich bazis reja topiladi.
2. Topilgan rejani optimal reja ekanligini tekshirish uchun potentsiallar

системasi tuziladi. Buning uchun (15) formuladan foydalanib, har bir to'ldirilgan katakcha uchun (17) ko'rinishda potensial tenglamalar tuziladi. Ma'lumki, transport masalasining rejasidagi 0 dan farqli bo'lgan o'zgaruvchilar soni $n+m-1$ ta. Demak, potensial tenglamalar sistemasi $n+m$ ta noma'lumli $n+m-1$ tenglamalar sistemasidan iborat bo'ladi. Bu sistemada noma'lumlar soni tenglamalar sonidan ortiq bo'lgani sababli potenciallarning son qiymatini topish uchun ulardan ixtiyoriy bittasiga aniq bir qiymat, masalan nol qiymat berib, qolganlarini birin-ketin topish mumkin. Faraz qilaylik, u_i ma'lum bo'lsin, u holda (15) dan v_j topiladi:

$$v_j = c_{ij} - u_i$$

Agar v_j ma'lum bo'lsa, u holda u_i quyidagicha topiladi:

$$v_j = c_{ij} - u_i$$

Barcha potenciallarning son qiymatini aniqlab bo'lgach, hamma bo'sh katakchalar uchun

$$\Delta_{ij} = (u_i + v_j - c_{ij})$$

hisoblanadi. Agarda barcha i va j lar uchun

$$\Delta_{ij} \leq 0, \quad (i=1, \dots, m; j=1, \dots, n)$$

o'rinli bo'lsa, topilgan boshlang'ich bazis reja optimal reja bo'ladi.

3. Agar i va j larning kamida bir qiymati uchun A_i bo'lsa, boshlang'ich bazis reja almashtiriladi. Buning uchun

$$\max_{\Delta_{ij} > 0} \Delta_{ij} = \Delta_{lk}$$

shartni qanoatlantiruvchi (l,k) katakcha to'ldiriladi (x_{lk} noma'lum bazisga kiritiladi). $x_{lk} = \theta$ deb faraz qilib (l,k) katakchaga θ kiritiladi. So'ngra soat

strelkasi bo'yicha (l,k) katakchadan boshlab harakat qilib, to'ldirilgan katakchalarga tartib bilan $(-)$ va $(+)$ ishoralari qo'yilib boriladi. Natijada yopiq K kontur hosil bo'ladi

$$K = K^- \cup K^+$$

bu yerda K^- , K^+ – $(-)$ va $(+)$ ishorali katakchalarni o'z ichiga oluvchi yarim konturlar.

Quyidagi formula orqali θ ning son qiymati topiladi.

$$\theta = \min_{x_{ij} \in K} x_{ij} = x_{pq} \quad (11)$$

4. Yangi bazis reja hisoblanadi:

$$\left. \begin{aligned} x'_{lk} &= \theta, \\ x'_{pq} &= 0, \\ x'_{ij} &= x_{ij}, \quad \text{agar } x_{ij} \notin K, \\ x'_{ij} &= x_{ij} + \theta, \quad \text{agar } x_{ij} \in K^+, \\ x'_{ij} &= x_{ij} - \theta, \quad \text{agar } x_{ij} \in K^-. \end{aligned} \right\}$$

Yangi bazis rejadagi to'ldirilgan katakchalar soni $n+m-1$ ta bo'lganligi uchun (19) shartni qanoatlantiruvchi katakchalar birdan ortiq bo'lsa, ulardan bittasini bo'sh katakchaga aylantirib, qolgan katakchalardagi taqsimotni 0 ga teng deb qabul qilinadi. Topilgan yangi bazis reja uchun yana qaytadan potentsiallar sistemasi topiladi va yangi rejaning optimal reja bo'lishlik sharti tekshiriladi. Agar yangi bazis reja optimal reja bo'lmasa, u holda yana qaytadan 3, 4 punktlarda qilingan ishlar takrorlanadi. Jarayon optimal yechim topilguncha, ya'ni barcha bo'sh katakchalar uchun

$$\Delta_{ij} = u_i + v_j - c_{ij} \leq 0$$

shart bajarilguncha takrorlanadi.

Masala: Bag'dod shaharchasida 4 dehqon xo'jaligidan bir hafta davomida quyidagicha miqdorda poliz ekini (tarvuz) yig'ib olinadi Shulardan :

1. Dehqon 1 – 250 kg
2. Dehqon 2– 250 tonna
3. Dehqon 3 – 150 tonna
4. Dehqon 4 – 150 tonna

Ushbu hosilni shaharchadagi 5 ta kichik do'konlar tarmog'lariga yetkazib berish rejalashtirilmoqda. Do'konlarning har birida tarvuz mahsuloti uchun quyidagicha talablar mavjud:

1. Dunyo market – 160 kg
2. Korzinka – 160 kg
3. Baraka Market – 160 kg
4. Grand Market – 160 kg
5. Asia market – 160 kg

Qishloq xojaliklaridan do'konlarga 800 kg tarvuz mahsulotini yetkazib berish xarajatlari so'mda quyidagicha

Masalamizda 4 ta poliz ekini dalasi va 5 ta supermarket mavjud. Har bir yetkazib berish yo'nalishi bo'yicha xarajatlar jadvali berilgan. Yechim quyidagicha amalga oshiriladi:

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	Zaxira
A_1	160^{17}	90^{16}	0^{15}	0^{29}	0^9	250
A_2	0^6	70^{27}	160^{20}	20^{25}	0^{20}	250

A_3	0^5	0^{15}	0^{12}	140^8	10^{14}	150
A_4	0^{10}	0^{24}	0^{23}	0^5	150^{22}	150
Talab	160	160	160	160	160	800

$$17 \times 160 + 90 \times 16 + 70 \times 27 + 20 \times 160 + 25 \times 20 + \\ + 140 \times 8 + 14 \times 10 + 150 \times 22 = 12610 \$$$

Xulosa

xo‘jaliklaridan tarvuz mahsulotlarini marketlarga yetkazib berish bo‘yicha tuzilgan ushbu transport masalasi real hayotdagi logistika muammolarini yechishda qanday iqtisodiy yondashuvlar qo‘llanilishini yaqqol ko‘rsatadi. Shimoliy-g‘arbiy burchak usuli yordamida yuk taqsimoti tuzildi va boshlang‘ich reja hisoblab chiqildi. Keyin, minimal elementlar usuli orqali eng arzon tashish xarajatlariga asoslangan taqsimot rejalashtirildi. Har ikki usulning natijalari tahlil qilindi, xarajatlar solishtirildi va potentsiallar usuli yordamida optimal rejalarining shartlari tekshirildi.

Amalda bunday yondashuvlar korxonalar va fermer xo‘jaliklari uchun resurslardan oqilona foydalanish, transport xarajatlarini kamaytirish va logistika samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Ushbu masala orqali talaba yoki mutaxassis transport optimallashtirishda matematik modellashtirishning ahamiyatini anglaydi va real muammolarni tahlil qilish ko‘nikmasini shakllantiradi.

Adabiyotlar

1. L. Kantorovich - "Matematik dasturlash va iqtisodiy tahlil" (1959). Ishlab chiqarish jarayonlarida optimal reja tuzish va resurslarni taqsimlash usullari bayon etilgan.

2. G. N. Nemchinov, "Chiziqli iqtisodiy modellar" (1972). Iqtisodiy tizimlarda chiziqli dasturlash va tahlil usullarining qo'llanilishiga bag'ishlangan.
3. V. M. Zhuravlev, "Chiziqli dasturlash va transport masalalari" (1993). Transport masalasining yechimi va uning amaliy qo'llanilishi haqida batafsil tushuntirishlar berilgan.
4. B. T. Pukinel, "Transport va logistika tizimlarini optimallashtirish" (2002). Transport tizimlarida optimallikni ta'minlash va resurslarni samarali taqsimlash usullari ko'rib chiqilgan.
5. A. K. Kolmogorov, "Chiziqli dasturlash: nazariyasi va amaliyoti" (1985). Chiziqli dasturlash metodlarini turli sohalarda qo'llash, shu jumladan transport masalalarida qo'llanilishi.
6. **Q. Safayeva. Matematik dasturlash. O'quv qo'llanma. TMI-2003y.**