

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22845523>

UDK 519.85:338.242

MATRITSALI ALGEBRA VA CHIZIQLI DASTURLASH YORDAMIDA TRANSPORT MASALASINI IQTISODIY MODELLASHTIRISH

¹Matqurbanov Ganjaboy Batir o'g'li

TATU akademik litseyi, Toshkent, O'zbekiston

Bosh o'qituvchi

matqurbanovganjaboy@gmail.com +998505996821

²Moshoribova Qunduzoy Sherimmat qizi

International School Finance Technology and science,

Toshkent, O'zbekiston

o'qituvchi

qunduzoym1998@gmail.com +998903336821

Annotatsiya: Ushbu maqolada transport masalasi iqtisodiy modellashtirishning muhim vositasi sifatida o'rganiladi. Tadqiqotning maqsadi cheklangan resurslarni bir nechta manbadan iste'molchilarga optimal taqsimlash orqali umumiy transport xarajatlarini minimallashtirishning matritsali va chiziqli-dasturlash modelini shakllantirishdan iborat. Maqolada xarajatlar matritsasi, ta'minot va talab vektorlari, maqsad funksiyasi hamda cheklovlar tizimi yoritiladi. Uchta ombor va to'rtta do'kondan iborat balanslangan amaliy misol asosida boshlang'ich reja va optimal reja taqqoslanadi. Hisoblash natijasida xarajat 1670 shartli birlikdan 1410 birlikka kamayib, 260 birlik yoki 15,57 foiz tejalishi ko'rsatiladi.

Kalit so'zlar: transport masalasi; matritsali algebra; iqtisodiy modellashtirish; chiziqli dasturlash; optimallashtirish; transport xarajatlari; logistika; resurslarni taqsimlash; potentsiallar usuli.

Аннотация: В статье рассматривается транспортная задача как инструмент экономического моделирования. Представлены матрица затрат, векторы предложения и спроса, целевая функция и ограничения линейного программирования. На примере трех складов и четырех магазинов определяется начальный и оптимальный планы распределения. Получено снижение условных транспортных затрат с 1670 до 1410 единиц, что соответствует экономии 260 единиц или 15,57%.

Ключевые слова: транспортная задача; матричная алгебра; экономическое моделирование; линейное программирование; оптимизация; транспортные затраты; логистика; распределение ресурсов; метод потенциалов.

Abstract: This paper considers the transportation problem as an instrument of economic modeling. A matrix-based linear programming model is presented for allocating limited resources from several sources to several consumers while minimizing total transportation costs. A balanced example with three warehouses and four stores is analyzed. The calculations show a reduction in total transportation costs from 1670 to 1410 conventional units, yielding a saving of 260 units or 15.57%.



Keywords: transportation problem; matrix algebra; economic modeling; linear programming; optimization; transportation costs; logistics; resource allocation; potential method.

KIRISH

Iqtisodiy tizimlarda mavjud resurslarning cheklanganligi va ularga bo'lgan talabning o'sishi optimal taqsimlash masalalarini dolzarb qiladi. Ishlab chiqaruvchi korxona mahsulotni bir nechta omborda saqlashi, omborlar esa turli hududlardagi iste'molchilarga xizmat ko'rsatishi mumkin. Bunday sharoitda faqat talabni qondirish emas, balki mahsulotni qaysi manbadan qaysi iste'molchiga qancha miqdorda yuborish masalasini ham hal qilish zarur. Transport masalasi chiziqli dasturlashning klassik maxsus ko'rinishi bo'lib, unda har bir yo'nalishdagi birlik tashish xarajati va tashiladigan miqdor o'zaro bog'lanadi. Asosiy maqsad barcha talablarni qondirgan holda jami xarajatni minimallashtirishdir. Matritsali algebra esa ko'p sonli manba, iste'molchi va yo'nalishlarni ixcham matematik shaklda ifodalash imkonini beradi.

Tadqiqotning maqsadi — transport masalasini matritsali algebra va chiziqli dasturlash asosida modellash, boshlang'ich tayanch rejani shakllantirish, optimal reja olish va iqtisodiy samaradorlikni miqdoriy baholash. Vazifalar: matematik model tuzish, xarajatlar matritsasini shakllantirish, talab-taklif balansini tekshirish, boshlang'ich reja olish, optimalikni tekshirish va natijalarni iqtisodiy talqin qilish.

TADQIQOT METODOLOGIYASI VA MATEMATIK MODEL

M ta manba va n ta iste'molchi mavjud bo'lsin. i -manbaning taklifi a_i , j -iste'molchining talabi b_j , i -manbadan j -iste'molchiga bir birlik mahsulotni tashish xarajati c_{ij} , tashiladigan mahsulot miqdori x_{ij} bilan belgilanadi. Xarajatlar $C=(c_{ij})$ matritsasi, tashishlar $X=(x_{ij})$ matritsasi orqali ifodalanadi.

Balanslangan transport masalasida jami taklif jami talabga teng:

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

Maqsad funksiyasi

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \rightarrow \min.$$

Manbalar bo'yicha

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m)$$

iste'molchilar bo'yicha

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad \text{va} \quad x_{ij} \geq 0$$

cheklovlari bajariladi.

Agar jami taklif talabga teng bo'lmasa, modelga soxta manba yoki soxta iste'molchi kiritib, masalani balanslash mumkin. Bu yondashuv ochiq transport masalalarini standart shaklda yechishga imkon beradi. Endi ularni bitta misol yordamida ko'rib chiqamiz:



Korxonaning A_1 , A_2 , A_3 nomli uchta ombori mavjud. Ularning takliflari mos ravishda 80, 70 va 50 birlik. B_1 , B_2 , B_3 , B_4 do'konlarning talabi mos ravishda 40, 50, 60 va 50 birlik. Jami taklif va talab 200 birlikdan bo'lib, masala balanslangan.

Ombor	B_1	B_2	B_3	B_4	Taklif
A_1	8	6	10	9	80
A_2	9	12	13	7	70
A_3	14	8	7	6	50
Talab	40	50	60	50	200

Xarajatlar matritsasi $C=[[8,6,10,9],[9,12,13,7],[14,8,7,6]]$, taklif vektori $a=(80,70,50)$, talab vektori $b=(40,50,60,50)$.

Shimoliy-g'arbiy burchak usulida yuqori chap katakdan boshlanadi. A_1 dan B_1 ga 40 birlik, A_1 dan B_2 ga 40 birlik, A_2 dan B_2 ga 10 birlik, A_2 dan B_3 ga 60 birlik va A_3 dan B_4 ga 50 birlik yuboriladi. Natijada $x_{11}=40$, $x_{12}=40$, $x_{22}=10$, $x_{23}=60$, $x_{34}=50$, qolgan $x_{ij}=0$.

Boshlang'ich xarajat $Z_0=40 \cdot 8 + 40 \cdot 6 + 10 \cdot 12 + 60 \cdot 13 + 50 \cdot 6 = 1670$ shartli birlik. Boshlang'ich rejaning mumkin bo'lishi uning optimal ekanini anglatmaydi. Potensiallar usulida bazis kataklar uchun $u_i + v_j = c_{ij}$ tengliklari ishlatiladi. $u_1=0$ deb olinib, boshlang'ich bazisdan $v_1=8$, $v_2=6$, $u_2=6$, $v_3=7$, $u_3=-1$ topiladi. Bazisga kirmagan kataklar uchun $\Delta_{ij}=c_{ij}-(u_i+v_j)$ hisoblanadi.

(2,4) katak uchun $\Delta_{24}=7-(6+6)=-5$. Manfiy qiymat boshlang'ich rejaning optimal emasligini bildiradi. Qayta taqsimlash sikllari orqali reja takomillashtiriladi va yakunda $x_{11}=30$, $x_{12}=50$, $x_{21}=10$, $x_{24}=50$, $x_{33}=60$ qiymatlariga ega optimal reja olinadi. Optimal reja bo'yicha $Z^*=30 \cdot 8 + 50 \cdot 6 + 10 \cdot 9 + 50 \cdot 7 + 60 \cdot 7 = 1410$ shartli birlik. Tejash $E=1670-1410=260$ birlik. Nisbiy tejash $\eta=(260/1670) \cdot 100\% \approx 15,57\%$. Demak, tanlangan shartli ma'lumotlar uchun optimallashtirish transport xarajatlarini 15,57 foizga kamaytiradi.

Ko'rsatkich	Boshlang'ich	Optimal	Farq
Umumiy xarajat	1670	1410	260
Tejash	—	—	15,57 %

Transport masalasini yechishda Shimoliy-g'arbiy burchak usuli, minimal xarajatlar usuli, Vogel yaqinlashish usuli, potensiallar usuli va chiziqli dasturlashning simpleks algoritmidan foydalanish mumkin. Shimoliy-g'arbiy burchak usuli tez boshlang'ich reja beradi, minimal xarajatlar usuli arzon yo'nalishlarga ustuvorlik beradi, Vogel usuli esa qator va ustunlardagi xarajatlar farqidan foydalanadi.

Amaliyotda Excel Solver va boshqa optimallashtirish dasturlaridan foydalanish mumkin. Biroq dasturiy vosita matematik modelning o'rnini bosa olmaydi: maqsad funksiyasi va cheklovlar iqtisodiy jarayonni to'g'ri aks ettirishi kerak.

Optimal reja korxonaga omborlar quvvatidan foydalanish, iste'molchilarning manbalarga bog'lanishi va xarajati yuqori yo'nalishlarni aniqlash imkonini beradi. Alohida eng arzon yo'nalishlarni tanlash har doim ham butun tizim uchun optimal bo'lmasligi mumkin; transport modeli barcha cheklovlarni bir vaqtda hisobga oladi.



Modelga tashish quvvati, yo'l uzunligi, yetkazib berish vaqti, yoqilg'i xarajati, ombor sig'imi va ekologik cheklovlarni kiritish mumkin. Bunday kengaytirish modelni real logistika tizimlariga yaqinlashtiradi.

NATIJALAR

Uch ombor va to'rtta do'kon misolidagi 200 birlik mahsulotni taqsimlash masalasi shuni ko'rsatadiki, amaliy logistikada keng tarqalgan "eng yaqin manbadan yetkazib yetkazib berish" yoki "dastlabki tayyor marshrut bo'yicha taqsimlash" yondashuvi moliyaviy nuqtai nazardan jiddiy yo'qotishlarga olib keladi.

Boshlang'ich reja (Shimoliy-g'arbiy burchak usuli) bo'yicha hisob-kitob qilinganda, transport xarajatlarining umumiy summasi 1670 shartli birlikni tashkil etdi. Ushbu bosqichda A_2 omboridan B_3 do'koniga mahsulot yuborish hajmi $x_{23}=60$ birlikni tashkil qildi. Biroq bu yo'nalishdagi bir birlik tashish tarifining o'zi $C_{23}=13$ ga teng bo'lib, butun matritsadagi eng qimmat marshrutlar sirasiga kiradi.

Potensiallar usulidan foydalanib, erkin kataklar uchun baholash ko'rsatkichlari

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

hisoblanganda, (2,4) katak bo'yicha $\Delta_{24} = -5$ qiymat kelib chiqdi. Manfiy bahoning chiqishi dastlabki rejaning samarasizligini va tizimda "yashirin imkoniyatlar" mavjudligini ko'rsatdi. Qayta taqsimlash sikllari o'tkazilgach, umumiy xarajat 1410 shartli birlikkacha pasaytirildi. Natijada tahlillardan ko'rinib turibdiki, chiziqli dasturlash usullarini qo'llash hisobiga 260 shartli birlik (15,57%) mablag' tejaldi. Bu tejamkorlik qanday mexanizm evaziga yuzaga kelganini tushunish uchun manbalar va iste'molchilar o'rtasidagi yuk oqimlarining qayta guruhlanishi quyidagi amaliy natijalarni ko'rib chiqamiz:

Samarasiz marshrutlarni yopish: Dastlabki rejadagi qiymat $A_2 \rightarrow B_3$ ($C_{23}=13$) yo'nalishi to'liq bekor qilindi. B_3 do'konining 60 birlik talabi do'konga eng yaqin va arzon bo'lgan A_3 ombori ($C_{33}=7$) hisobiga birlashtirildi ($x_{33}=60$).

Yuklarni parallel bo'lish: A_1 ombori o'z zaxiralarini ikkita iste'molchiga — B_1 (30 birlik) va B_2 (50 birlik) do'konlariga bo'lib berdi. Bu bilan minimal tarifli ($C_{12}=6$) yo'nalish imkoniyatidan maksimal darajada foydalanildi.

Chiziqli modellashtirishning tizimli effekti: Alohida yo'nalish bo'yicha eng arzon tarifni qidirish har doim ham umumiy tizim uchun maqbul bo'lavermaydi. Masalan, $C_{34}=6$ tarif eng arzonlardan biri bo'lsa-da, optimal reja A_3 omborining butun resursini B_3 do'koniga yo'naltirishni talab qildi. Chunki bu tizim bo'yicha umumiy xarajatni minimallashtiradigan yagona qarordir.

Ushbu amaliy hisob-kitob va oqimlar sxemasi shuni ko'rsatadiki, korxonalar ta'minot zanjirida qaror qabul qilishda intuitiv tajribaga emas, balki qat'iy matematik modellarga tayanmog'i lozim.

XULOSA

Tadqiqot natijalari matritsali algebra va chiziqli dasturlash usullari transport logistikasidagi murakkab taqsimot masalalarini yechishda yuqori samaradorlikka ega ekanini ko'rsatdi. 3×4 o'lchamli amaliy masala misolida o'tkazilgan tahlil boshlang'ich rejadan Potensiallar usuliga o'tish orqali xarajatlarni 1670 birlikdan 1410 birlikka tushirish, ya'ni 15,57 foizlik sof iqtisodiy samaraga erishish mumkinligini isbotladi.



Olingan grafik va mantiqiy modellar resurslarni nuqtalar bo'yicha qayta taqsimlash, yuqori tarifli marshrutlarni cheklash hamda omborlar quvvatidan oqilona foydalanish imkonini berdi. Kelgusida ushbu uslubiyatni vaqt oynalari, transport vositalarining yuk sig'imi hamda yoqilg'i narxining tebranishi kabi dinamik va stokastik omillar bilan boyitish tadqiqotning amaliy qiymatini yanada oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Vanderbei, R. J. Linear Programming: Foundations and Extensions. 5th ed. Springer, 2020.
2. Kallrath, J. Business Optimization Using Mathematical Programming. Springer, 2021.
3. Ortúzar, J. de D., Willumsen, L. G. Modelling Transport. 5th ed. Wiley, 2024.
4. Fox, W. P., Burks, R. E. Modeling Operations Research and Business Analytics. CRC Press, 2024.
5. Gkiotsalitis, K. Public Transport Optimization. Springer, 2023.
6. Bridgelall, R. B. Optimization Problems in Transportation and Logistics: A Practical Guide. MDPI Books, 2024.
7. Atan, M., Altan, Ş. Herkes İçin Yöneylem Araştırması: Modeller, Teknikler ve Uygulama Örnekleri. Holistence Publications, 2024.
8. Hamid, F. (Ed.). Optimization Essentials: Theory, Tools, and Applications. Springer, 2024.
9. Zhang, N. L., Xie, F. R. A Review of Research on the Transportation Problem. Open Journal of Applied Sciences, 15(5), 1168–1177, 2025.
10. Sneha Prabha, A., Bharathi, K., Sundar, T. Recent Developments in Transportation Problem and Solution Techniques. International Journal of Research and Innovation in Social Science, 10(19), 264–274, 2026.
11. Stefanov, S. M. Separable Optimization: Theory and Methods. Springer, 2021.
12. Kutlimuratov, R. R. Iqtisodiyotda matematik tahlilning tutgan o'рни. Oriens Scientific Journal, 61-son, 458–463, 2024.

