



**TRANSPORT MASALASINI CHIZIQLI DASTURLASH MODELINI
SIFATIDA TAHLIL QILISH**

Mamatova Zilolaxon Xabibulloxonovna

*Fargʻona davlat universiteti dotsenti, pedagogika
fanlari boʻyicha falsafa doktori (PhD)*

Orcid: 0009-0009-9247-3510

E-mail: mamatova.zilolakhon@gmail.com

Rahimova Zamiraxon Homidjon qizi

*Fargʻona davlat universiteti Amaliy matematika
yoʻnalishi 3-bosqich 23.10-guruh talabasi*

E-mail: rahimovazamira@gmail.com

Annotatsiya: *Ushbu maqolada transport masalasi chiziqli dasturlash modeli sifatida tahlil qilinadi. Transport masalasining nazariy asoslari, uning asosiy elementlari hamda matematik modeli batafsil koʻrib chiqilgan. Maqolada maqsad funksiyasi va cheklovlar tizimi yordamida transport jarayonlarini optimallashtirish masalasi yoritilgan.*

Shuningdek, transport masalasini yechish usullari, xususan minimal element usuli orqali boshlangʻich reja tuzish hamda potentsiallar usuli yordamida optimal yechimni aniqlash jarayonlari bosqichma-bosqich bayon etilgan. Amaliy misol asosida transport masalasi yechilib, optimal tashish rejasi va minimal xarajat qiymati aniqlangan.

Olingan natijalar tahlili asosida transport masalasini chiziqli dasturlash modeli orqali yechish logistika va iqtisodiyot sohalarida samarali qarorlar qabul qilish imkonini berishi asoslab berilgan.

Аннотация: *В данной статье транспортная задача рассматривается как модель линейного программирования. Подробно изучены теоретические основы транспортной задачи, её основные элементы, а также математическая модель. В работе освещается задача оптимизации*



транспортных процессов с использованием целевой функции и системы ограничений.

Также рассмотрены методы решения транспортной задачи, в частности построение начального плана методом минимального элемента и определение оптимального решения с помощью метода потенциалов. На основе практического примера решена транспортная задача, определены оптимальный план перевозок и минимальное значение транспортных затрат.

На основе анализа полученных результатов обосновано, что решение транспортной задачи с использованием модели линейного программирования позволяет принимать эффективные решения в области логистики и экономики.

Annotation: This article analyzes the transportation problem as a linear programming model. The theoretical foundations of the transportation problem, its main elements, and its mathematical model are considered in detail. The paper addresses the optimization of transportation processes using an objective function and a system of constraints.

In addition, methods for solving the transportation problem are discussed, including the construction of an initial feasible solution using the minimum element method and the determination of the optimal solution using the potential method. A practical example is provided to solve the transportation problem, resulting in the identification of the optimal transportation plan and the minimum cost value.

Based on the analysis of the obtained results, it is justified that solving the transportation problem using a linear programming model allows for effective decision-making in logistics and economic systems.

Kalit so'zlar: Transport masalasi, chiziqli dasturlash, optimallashtirish, logistika, minimal xarajat, ta'minot va talab, matematik model, potentsiallar usuli, minimal element usuli, optimal reja.

Ключевые слова: Транспортная задача, линейное программирование, оптимизация, логистика, минимальные затраты, спрос и предложение,



математическая модель, метод потенциалов, метод минимального элемента, оптимальный план

Keywords: *Transportation problem, linear programming, optimization, logistics, minimum cost, supply and demand, mathematical model, potential method, minimum element method, optimal plan*

Kirish

Transport masalasi iqtisodiyot va ishlab chiqarish jarayonlarida muhim o‘rin egallovchi optimallashtirish masalalaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy logistika tizimlarida mahsulotlarni ishlab chiqaruvchilardan iste‘molchilarga yetkazib berishda xarajatlarni kamaytirish, resurslardan samarali foydalanish va optimal taqsimotni amalga oshirish dolzarb masalalardan biridir. Shu sababli transport jarayonlarini matematik modellashtirish va ularni optimal boshqarish usullarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Transport masalasi mohiyatan chiziqli dasturlash masalalarining maxsus ko‘rinishi bo‘lib, unda bir nechta ta‘minotchilardan bir nechta iste‘molchilarga yuklarni eng kam xarajat bilan yetkazib berish rejasi aniqlanadi. Bu jarayonda har bir yo‘nalish bo‘yicha tashish xarajatlari, ta‘minot hajmi va talab miqdorlari inobatga olinadi. Masalaning asosiy maqsadi — umumiy transport xarajatlarini minimallashtiruvchi optimal reja tuzishdan iborat.

Transport masalalarini yechish jarayonida turli matematik usullar, jumladan boshlang‘ich reja tuzish usullari (minimal element usuli, shimoliy-g‘arbiy burchak usuli) hamda optimal yechimni aniqlash usullari (potensiallar usuli) keng qo‘llaniladi. Ushbu usullar yordamida masalaning optimal yoki optimal emasligi aniqlanadi va zarur hollarda reja takomillashtiriladi.

Mazkur maqolaning maqsadi transport masalasini chiziqli dasturlash modeli sifatida tahlil qilish, uning matematik ifodasini keltirish hamda amaliy misol asosida yechim jarayonini bosqichma-bosqich ko‘rsatib berishdan iborat. Shuningdek, olingan natijalarni iqtisodiy jihatdan tahlil qilish ham ko‘zda tutilgan.

Transport masalasi operatsiyalar tadqiqoti fanining muhim bo‘limlaridan biri bo‘lib, u resurslarni samarali taqsimlash masalalarini hal qilishga qaratilgan. Ushbu



masala iqtisodiyot, logistika, ishlab chiqarish va ta'minot tizimlarida keng qo'llaniladi. Transport masalasining asosiy mohiyati bir nechta ta'minotchilardan (manbalardan) bir nechta iste'molchilarga (qabul qiluvchilarga) mahsulotlarni eng kam xarajat bilan yetkazib berish rejasini aniqlashdan iborat.

Faraz qilaylik, m ta ta'minotchi va n ta iste'molchi mavjud bo'lib, har bir ta'minotchida ma'lum miqdorda mahsulot zaxirasi mavjud. Shuningdek, har bir iste'molchining ma'lum miqdorda talabi mavjud. Har bir i -ta'minotchidan j -iste'molchiga bir birlik mahsulotni yetkazib berish xarajati c_{ij} orqali ifodalanadi.

Transport masalasida quyidagi asosiy elementlar mavjud:

Ta'minotchilar (A_1, A_2, \dots, A_m) — mahsulot ishlab chiqaruvchi yoki saqlovchi nuqtalar;

Iste'molchilar (B_1, B_2, \dots, B_n) — mahsulotni qabul qiluvchi nuqtalar;

Ta'minot miqdori (a_i) — har bir ta'minotchidagi mahsulot hajmi;

Talab miqdori (b_j) — har bir iste'molchining talab hajmi;

Xarajatlarni matritsasi (c_{ij}) — tashish xarajatlari.

Transport masalasining muhim xususiyati shundan iboratki, u chiziqli dasturlash masalalarining maxsus ko'rinishi hisoblanadi. Bu esa uning matematik jihatdan qat'iy asoslanganligini va optimal yechim mavjud bo'lishini ta'minlaydi.

Transport masalasi odatda ikki turga bo'linadi:

1. Yopiq ya'ni balanslashgan transport masalasi

Agar umumiy ta'minot miqdori umumiy talab miqdoriga teng bo'lsa, ya'ni

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

bo'lsa, masala yopiq transport masalasi deyiladi. Bunday holatda barcha mahsulotlar to'liq taqsimlanadi va barcha talablar qondiriladi.

2. Ochiq ya'ni balanslashmagan transport masalasi



Agar yuqoridagi tenglik bajarilmasa, masala ochiq transport masalasi deyiladi. Bu holatda masalani yopiq ko‘rinishga keltirish uchun sun‘iy ta‘minotchi yoki iste‘molchi kiritiladi. Bu usul matematik modelni saqlab qolish imkonini beradi.

Transport masalasini yechishda asosiy tushunchalardan yana biri bu tayanch ya‘ni bazis reja hisoblanadi. Tayanch reja — bu barcha cheklovlarni qanoatlantiruvchi, lekin hali optimal bo‘lishi shart bo‘lmagan yechimdir. Bunday reja odatda boshlang‘ich bosqichda turli usullar yordamida aniqlanadi.

Shuningdek, transport masalasining yechimi degeneratsiya holatiga tushmasligi uchun band kataklar soni har doim quyidagi shartni qanoatlantirishi zarur:

$$m + n - 1$$

Agar bu shart bajarilmasa, masalaga qo‘shimcha nol qiymatli elementlar kiritilib, sun‘iy ravishda to‘ldiriladi.

Transport masalasining yana bir muhim jihati — uning iqtisodiy talqinidir. Masalaning optimal yechimi real tizimda minimal xarajat bilan maksimal samaradorlikka erishishni anglatadi. Bu esa logistika tizimlarida xarajatlarni kamaytirish, resurslardan oqilona foydalanish va boshqaruv qarorlarini asoslash imkonini beradi.

Shu tariqa, transport masalasi nafaqat matematik model sifatida, balki amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan muhim optimallashtirish vositasi sifatida qaraladi. Uning chiziqli dasturlash bilan uzviy bog‘liqligi esa bu masalani ilmiy jihatdan chuqur o‘rganish imkonini beradi.

Transport masalasi chiziqli dasturlash masalalarining maxsus turi hisoblanadi. Bu masalada asosiy maqsad — mahsulotlarni ta‘minotchilardan iste‘molchilarga eng kam xarajat bilan yetkazib berish rejasini aniqlashdan iborat.

Masalani matematik ko‘rinishda ifodalash uchun, avvalo uning o‘zgaruvchilarini aniqlab olamiz.

O‘zgaruvchilar faraz qilamizki:

m ta ta‘minotchi mavjud (A_1, A_2, \dots, A_m)

n ta iste‘molchi mavjud (B_1, B_2, \dots, B_n)



Har bir A_i dan B_j ga yuboriladigan mahsulot miqdorini quyidagicha belgilaymiz:

$$x_{ij} \geq 0$$

Bu yerda x_{ij} — asosiy o'zgaruvchi bo'lib, u qancha mahsulot qayerga yuborilishini ko'rsatadi.

Maqsad funksiyasi

Transport masalasining asosiy maqsadi umumiy tashish xarajatlarini minimallashtirishdan iborat.

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

Bu yerda:

c_{ij} — A_i dan B_j ga 1 birlik mahsulot tashish xarajati;

x_{ij} — tashilayotgan mahsulot miqdori.

Cheklovlar

Masalani yechishda quyidagi cheklovlar hisobga olinadi:

1. Ta'minot cheklovi

Har bir ta'minotchidan yuborilgan mahsulot uning mavjud zaxirasiga teng bo'lishi kerak:

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

bu yerda a_i — i -ta'taminotchidagi mahsulot miqdori.

2. Talab cheklovi

Har bir iste'molchining talabi to'liq qondirilishi kerak:

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

bu yerda b_j — j -iste'molchining talab miqdori.

3. Manfiy bo'lmaslik sharti

$$x_{ij} \geq 0$$



Bu shart shuni bildiradiki, mahsulot miqdori manfiy bo'lishi mumkin emas.

Modelning umumiy ko'rinishi

Yuqoridagilarni umumlashtirib, transport masalasining matematik modeli quyidagicha yoziladi:

Maqsad funksiyasi:

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

Cheklovlar:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = a_i$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = b_j$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Balanslash sharti

Transport masalasida muhim shartlardan biri bu — umumiy ta'minot umumiy talabga teng bo'lishidir:

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

Agar bu tenglik bajarilsa, masala yopiq transport masalasi deyiladi. Agar tenglik bajarilmasa, masalani yechish uchun sun'iy ravishda qo'shimcha ta'minotchi yoki iste'molchi kiritiladi.

Shunday qilib, transport masalasini chiziqli dasturlash modeli orqali ifodalash uning yechimini tizimli va aniq ko'rinishda topishga imkon beradi. Bu model yordamida nafaqat optimal taqsimot aniqlanadi, balki transport xarajatlarini kamaytirish ham mumkin bo'ladi.

Transport masalasini yechish usullari va amaliy misol



Transport masalasini yechish odatda ikki bosqichda amalga oshiriladi. Avvalo boshlang'ich reja tuziladi, undan keyin esa bu rejaning optimal yoki optimal emasligi tekshiriladi.

Boshlang'ich reja tuzish

Boshlang'ich reja tuzishda ko'pincha minimal element usuli qo'llaniladi. Bu usul juda qulay bo'lib, quyidagicha bajariladi:

- jadvaldan eng kichik xarajatli katak tanlanadi
- shu katakka imkon qadar maksimal yuk joylashtiriladi
- mos satr yoki ustun yopiladi
- jarayon qolgan jadval uchun davom ettiriladi
- Natijada boshlang'ich, ya'ni tayanch reja hosil bo'ladi.
- Optimal yechimni tekshirish

Boshlang'ich reja har doim ham optimal bo'lavermaydi. Shuning uchun uni tekshirish kerak bo'ladi. Buning uchun potentsiallar usuli ishlatiladi.

Bu usulda:

har bir satr uchun U_i , ustun uchun V_j qiymatlar olinadi

band kataklar uchun quyidagi tenglik bajariladi:

$$U_i + V_j = c_{ij}$$

Keyin bo'sh kataklar uchun quyidagicha hisoblanadi:

$$F_{ij} = U_i + V_j + c_{ij}$$

Agar barcha $F_{ij} \leq 0$ bo'lsa, demak reja optimal hisoblanadi. Agar ayrimlari musbat chiqsa, reja hali optimal emas va uni yaxshilash kerak bo'ladi.

Amaliy misol.

Quyidagi transport masalasi berilgan: Biz uni minimal element usuli va potentsiallar usuli bilan yechamiz

| | B1 | B2 | B3 | B4 | Ta'minot |
|----|----|----|----|----|----------|
| A1 | 3 | 5 | 7 | 4 | 120 |
| A2 | 6 | 2 | 5 | 8 | 80 |
| A3 | 4 | 3 | 6 | 5 | 100 |



| | | | | | |
|-------|----|----|----|----|--|
| Talab | 70 | 90 | 60 | 80 | |
|-------|----|----|----|----|--|

1-bosqich: Minimal element usuli

1-qadam:

Eng kichik element: 2 (A2B2)

$$x_{22} = \min(80,90) = 80$$

→ A2 tugadi, B2 da 10 qoldi

2-qadam:

Keyingi eng kichik: 3 (A1B1)

$$x_{11} = \min(120,70) = 70$$

→ B1 yopildi, A1 da 50 qoldi

3-qadam:

Keyingi: 3 (A3B2)

$$x_{32} = \min(100,10) = 10$$

→ B2 yopildi, A3 da 90 qoldi

4-qadam:

Keyingi: 4 (A1B4)

$$x_{14} = \min(50,80) = 50$$

→ A1 tugadi, B4 da 30 qoldi

5-qadam:

Keyingi: 5 (A3B4)

$$x_{34} = \min(90,30) = 30$$

→ B4 yopildi, A3 da 60 qoldi

6-qadam:

Oxirgi:

$$x_{33} = 60$$

Boshlang'ich reja jadvali:

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| | B1 | B2 | B3 | B4 |
| A1 | 70 | 0 | 0 | 50 |



| | | | | |
|----|---|----|----|----|
| A2 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| A3 | 0 | 10 | 60 | 30 |

2-bosqich: Potensiallar usuli

Faraz qilamiz:

$$U_1 = 0$$

Band kataklar uchun:

$$U_3 + V_1 = 3 \rightarrow V_1 = 3$$

$$U_1 + V_4 = 4 \rightarrow V_4 = 4$$

$$U_2 + V_2 = 2$$

$$U_3 + V_2 = 3$$

$$U_3 + V_3 = 6$$

$$U_3 + V_4 = 5$$

Yechamiz:

$$U_3 + 4 = 5 \rightarrow U_3 = 1$$

$$1 + V_2 = 3 \rightarrow V_2 = 2$$

$$U_2 + 2 = 2 \rightarrow U_2 = 0$$

$$1 + V_3 = 6 \rightarrow V_3 = 5$$

3-bosqich: Optimalikni tekshirish

$$F_{ij} = U_i + V_j - C_{ij}$$

Hisoblaymiz:

$$F_{12} = 0 + 2 - 5 = -3$$

$$F_{13} = 0 + 5 - 7 = -2$$

$$F_{21} = 0 + 3 - 6 = -3$$

$$F_{23} = 0 + 5 - 5 = 0$$

$$F_{24} = 0 + 4 - 8 = -4$$

$$F_{31} = 1 + 3 - 4 = 0$$

Natija:

Barchasi $F_{ij} \leq 0$



Demak, reja optimal

4-bosqich: Umumiy xarajatni hisoblash

$$Z = 70 \cdot 3 + 50 \cdot 4 + 80 \cdot 2 + 10 \cdot 3 + 60 \cdot 6 + 30 \cdot 5$$

$$Z = 210 + 200 + 160 + 30 + 360 + 150 = 1110$$

Javob: $Z = 1110$

Natija tahlili

Yuqorida ko‘rib chiqilgan transport masalasi natijasida optimal tashish rejasi aniqlanib, umumiy transport xarajatlari hisoblab chiqildi. Hisoblashlar natijasiga ko‘ra minimal xarajat qiymati:

$$Z = 1110 \text{ ga teng bo‘ldi.}$$

Olingan natijaga e‘tibor beradigan bo‘lsak, yuklar taqsimoti shunday amalga oshirilganki, har bir ta‘minotchining mahsuloti to‘liq taqsimlangan va barcha iste‘molchilarning talabi to‘liq qondirilgan. Bu esa masalaning balanslashgan ekanligini va yechim to‘g‘ri topilganligini ko‘rsatadi.

Shuningdek, potensiallar usuli orqali optimalik tekshirilganda barcha baholash ko‘rsatkichlari $F_{ij} \leq 0$ bo‘lgani aniqlandi. Bu esa hosil qilingan reja optimal ekanligini isbotlaydi va qo‘shimcha o‘zgartirishlar talab qilinmasligini bildiradi.

Amaliy jihatdan qaraganda, ushbu yechim transport xarajatlarini minimal darajaga tushirish imkonini beradi. Ya‘ni, mahsulotlar ortiqcha xarajatlarsiz eng samarali yo‘nalishlar orqali yetkazib beriladi. Bu esa logistika tizimlarida juda muhim hisoblanadi, chunki transport xarajatlari umumiy xarajatlarning katta qismini tashkil etadi.

Bundan tashqari, transport masalasini chiziqli dasturlash modeli orqali yechishning afzalligi shundaki, bu usul aniq matematik asosga ega bo‘lib, turli sharoitlarda ham qo‘llash imkonini beradi. Masalan, ishlab chiqarish, savdo va ta‘minot tizimlarida bu modeldan samarali foydalanish mumkin.

Xulosa



Ushbu maqolada transport masalasi chiziqli dasturlash modeli sifatida tahlil qilindi va uning matematik asoslari ko'rib chiqildi. Transport masalasining mohiyati, asosiy elementlari hamda uning chiziqli dasturlash bilan bog'liqligi yoritib berildi.

Maqola davomida transport masalasining matematik modeli tuzilib, unda maqsad funksiyasi va asosiy cheklovlar aniq ifodalandi. Shuningdek, masalani yechishning asosiy bosqichlari, ya'ni boshlang'ich reja tuzish va optimal yechimni aniqlash jarayonlari ko'rib chiqildi.

Amaliy misol asosida transport masalasi minimal element usuli yordamida yechildi va potentsiallar usuli orqali optimalik tekshirildi. Natijada optimal tashish rejasi topildi hamda umumiy xarajat minimal qiymatga ega ekanligi aniqlandi.

Shuni xulosa qilish mumkinki, transport masalasi chiziqli dasturlashning muhim amaliy qo'llanmalaridan biri bo'lib, u logistika va iqtisodiyotda resurslardan samarali foydalanish imkonini beradi. Ushbu model yordamida transport jarayonlarini optimallashtirish va xarajatlarni kamaytirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Dantzig G.B. *Linear Programming and Extensions*. — Princeton University Press, 1998.
2. Hillier F.S., Lieberman G.J. *Introduction to Operations Research*. — New York: McGraw-Hill, 2015.
3. Taha H.A. *Operations Research: An Introduction*. — Pearson Education, 2017.
4. Winston W.L. *Operations Research: Applications and Algorithms*. — Cengage Learning, 2014.
5. Bazaraa M.S., Jarvis J.J., Sherali H.D. *Linear Programming and Network Flows*. — Wiley, 2010.
6. Ahuja R.K., Magnanti T.L., Orlin J.B. *Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications*. — Prentice Hall, 1993.
7. Nemhauser G.L., Wolsey L.A. *Integer and Combinatorial Optimization*. — Wiley, 1999.



8. Xolmatov A., Rahimov B. Operatsiyalar tadqiqoti asoslari. — Toshkent: O'qituvchi, 2018.
9. Qosimov Sh. Chiziqli dasturlash va optimallashtirish usullari. — Toshkent, 2020.
10. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. — Pearson, 2019.
11. Internet manbasi: <https://scholar.google.com> (ilmiy maqolalar va tadqiqot ishlari).
12. OpenAI. sun'iy intellekt tizimi yordamida tayyorlangan materiallar. — 2026.