



Course name: *Algorithm of calculating methods*

Course language: **Uzbek**

Instructor: **Muhtorjon Yusupov**

Lecture 16: *Transport issue*

Fan nomi: *Hisoblash usullarini algoritmlash*

Fan o'qituvchisi: **Muhtorjon Yusupov**

16-mavzu: *Transport masalasi*

## 16-mavzu. Transport masalasi

### Reja:

1. Transport masalasi
2. Transport masalasining tayanch yechimi haqida tushuncha

### Tayanch iboralar:

Transport masalasi, tayanch yechim, optimallik, minimal xarajatlar usuli

Chiziqli programmalash masalalaridan bir turi “transport masalasi” nomi bilan ma'lum bo'lgan matematik masalalarga keltiriladigan iqtisodiy masalalardan iborat bo'ladi. Ma'lumki, ishlab chiqaruvchi bilan iste'molchi orasidagi mol almashinuvi ya'ni ishlab chiqarilgan mahsulot yoki tayyorlangan homashyoni korxonalariga yetkazib berish transport vositalari va ularga sarflanadigan moliyaviy harajatlar bilan bog'liq. Bu harajatlarni minimallashtiruvchi variantlarni tanlash transport masalasining asosiy muammosi hisoblanadi.

Transport masalasining matematik modelini ifodalashda umumiyatni cheklamagan holda sxematik tarzda quyidagi muammoni tahlil qilamiz. Faraz qilaylik ma'lum homashyo turi zaxiralari saqlanuvchi yoki tayyorlanuvchi  $n$  ta punkt bo'lsin. Bu punktlardagi homashyo miqdorlari mos ravishda  $b_1, b_2, \dots, b_n$  birliklardan iborat bo'lsin. Bu yerda homashyo turiga ko'ra ma'lum bir o'lchov birligi (tonna, metr, ...) tanlangan bo'ladi. Shuningdek, keltirilgan homashyo asosida ishlaydigan  $m$  ta korxonalar bo'lib, bu korxonalar shu homashyoga bo'lgan ehtiyojlari mos ravishda  $d_1, d_2, \dots, d_m$  birliklardan iborat bo'lsin. Shuningdek homashyo punktlari hamda korxonalar orasidagi yo'l sifati va masofasiga ko'ra homashyoni yetkazish uchun ketadigan yo'l harajatlari koeffisintlari ma'lum bo'lsin. Ularni  $C = (C_{ij}) \quad 1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq n$ ; matritsa ko'rinishida ifodalaymiz. Bunda matritsaning har bir elementi  $C_{ij}$  mos ravishda  $i$ -korxonaga  $j$ -punktdan bir birlik homashyo yetkazish uchun ketadigan transport harajatlarini ifodalaydi. Aksariyat hollarda ishlab chiqarish korxonalarini va homashyo yetkazib beruvchi punktlar muqobil, ya'ni moslashtirilgan holda ishlaydi deb hisoblanadi. Homashyo zaxiralari va korxonalar shu homashyoga bo'lgan ehtiyojlari bir-biriga to'la mos keladi. Matematik tarzda bu shart

$$\sum_{j=1}^n b_j = \sum_{i=1}^m d_i \quad (1)$$

ko'rinishda ifodalanadi. Ayrim juz'iy chetlashishlarni hisobga olmaganda korxonalar to'liq quvvat bilan ishlaganda homashyolar to'liq sarflanadi. Faqat bu homashyolarni korxonalariga yetkazib berish kerak.

Masalaning matematik modelini ifodalash uchun yuqorida keltirilgan barcha shartlarni matematik munosabatlar bilan ifodalaymiz. Avvalo topilishi kerak bo'lgan optimal reja komponentlari  $j$ -punktdan  $i$ -korxonaga yetkazilishi kerak bo'lgan homashyo miqdorini  $X_{ij}$  deb belgilaymiz. Shartga ko'ra  $i$ -korxonaga yetkaziladigan barcha homashyo miqdori korxonaga ehtiyoji  $b_i$  ga teng bo'lishi kerak. Bu shartni

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = b_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

ko'rinishda ifodalash mumkin, ya'ni barcha  $m$  ta korxonaga uchun bu shart bajarilishi kerak. Bunday shartni homashyo punktlari uchun ham ifodalash mumkin, ya'ni  $j$ -homashyo punktdan chiqarilgan jami homashyo miqdori  $d_j$  ga teng bo'lishi kerak.

Bu shart matematik tarzda

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

ko'rinishini oladi. Bu shartlar bajarilgan holda shunday  $x_{ij}$  larni topish kerakki jami yo'l harajatlari minimal bo'lsin. Keltirilgan normativlarga ko'ra  $i$ -korxonaga  $j$ -punktdan  $x_{ij}$  birlik homashyo keltiriladigan bo'lsa, yo'l xarajatlari bir birlik homashyo miqdori uchun  $C_{ij}$  ga teng ekanligi ma'lum bo'lgani uchun jami  $C_{ij} \times x_{ij}$  pul birligiga teng bo'ladi. Bu xarajatlarni barcha korxonalar va homashyo bazalari bo'yicha qo'shib chiqsak jami xarajatlar kelib chiqadi va u quyidagicha ifodalanadi.

$$L(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{mn}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \times x_{ij} \rightarrow \min \quad (4)$$

Tabiiy, barcha chiziqli programmalash masalalarida bo'lganidek, bu yerda ham  $x_{ij} \geq 0$  bo'lishi kerakligi qayd etiladi.

Shunday qilib (1), (2), (3) shartlar bajarilgan holda (4) maqsad funksiyasining minimal qiymatini ta'minlovchi plan matritsasi  $X=(x_{ij})$  ni topish masalasi transport masalasi deyiladi. Bu yerda  $b_1, b_2, \dots, b_m, d_1, d_2, \dots, d_n$  berilgan miqdorlar ;  $C=(C_{ij})$  ham ma'lum matritsa.  $C(m \times n)$  to'g'ri to'rtburchakli matritsa ham ma'lum matritsa deb hisoblanadi. Aksariyat hollarda  $x_{ij}$  noma'lumlar soni  $m \times n$  shartlar soni  $m+n$  dan katta bo'lib, (1), (2), (3) shartlar bilan berilgan chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi cheksiz ko'p yechimga ega bo'ladi. Ana shu cheksiz ko'p yechimlar orasidan (4) maqsad funksiyasining minimumini ta'minlovchi variant, ya'ni optimal plan (reja)ni tanlashni talab qilinadi.

Keltirilgan transport masalasining matematik modeli (1) – (4) ko'rinishiga qarab ortiqcha tafsilotlarsiz shuni qayd etishimiz mumkinki, kommunikatsion tizimlar : ular avtomobil, poyezd yo'li bo'ladimi, gaz yoki suv yetkazuvchi quvurlar bo'ldimi, elektr quvvatini yetkazuvchi yuqori kuchlanishli elektr uzatish tizimlari bo'ladimi barchasida shartli ravishda yetkazuvchi, iste'molchi va “transport” harajatlarini kiritish mumkin. Bu holda ham aynan (1) – (4) ko'rinishdagi optimallashtirish masalasini hosil qilishimiz mumkin.

Transport masalasi ifodalanishiga ko'ra nisbatan soddadek tuyulishi mumkin. Haqiqatdan ham barcha shartlar koeffitsientlari faqat birlardan iborat tenglamalar bo'ladi. Transport masalasining murakkabligi noma'lumlarni ko'pligida bo'lib unga odatdagi oddiy simpleks usulini tatbiq qilish ham imkoniyat darajasidan ancha yuqori bo'lib ketar ekan. Masalan  $n=10$ ,  $m=10$  bo'lgan holda ham noma'lumlar soni  $n \times m=100$ , shartlar soni esa  $m+n-1=19$  ta bo'lib, shartlar matritsasining rangi 19 bo'lgan holda (1) – (3) shartlar bo'yicha kelib chiqadigan tayanch yechimlar soni  $C_{100}^{19}$  ta bo'ladi. Simpleks usul esa tayanch yechimlaridan optimal yechimni ajratishga imkoniyat beradi. Bu holda simpleks usul bo'yicha necha qadam qo'yilishi kerak, buni tasavvur qilish ham qiyin. Agar transport masalasini biror tuman (miqyosida, masshtabida) qaralganda ham yetarlicha murakkab bo'ladi. Viloyat yoki respublika (miqyosida, masshtabida) qaraladigan bo'lsa masala yanada murakkablashib ketishi aniq.

Biz bu yerda transport masalasi ham odatdagi ChPM ekanligini, hamda unga ham simpleks usulni tatbiq qilish mumkinligini namoyish qilish maqsadida oddiy bir masalani ko'rib chiqamiz va tahlil qilamiz. Faraz qilaylik 2ta g'isht zavodi bo'lib ularning ishlab chiqarish quvvatlari mos ravishda 35 mashina va 45 mashina g'ishtga teng bo'lsin. Shuningdek bu g'ishtlarga talabgor 2 ta qurilish bo'lib, ularga mos ravishda 30 mashina va 50 mashina g'isht kerak bo'lsin. Talab va taklif muvozanati saqlangan. Agar 1 – qurilishga 1 – zavoddan 1 mashina keltirish narxi (yo'l xarajati) 15ming so'm, 2 – zavoddan keltirish narxi esa 12ming so'm; shuningdek 2 – qurilishga 1-, 2-zavoddan 1 mashina g'isht keltirish narxi mos ravishda 20ming va 18 ming so'm bo'lsin. Zavodlardan qurilishlarga g'isht yetkazib berish shunday rejasini tuzingki, transport harajatlari minimal bo'lsin. Transport masalasining shartlarini jadval ko'rinishida ifodalash tahlil uchun qulay bo'lganligi uchun odatda ularni jadval ko'rinishida ifodalagan ma'qul. Xususan yuqorida keltirilgan masala shartlarini quyidagi jadval ko'rinishida ifodalash mumkin.

zav qur	1	2	$\Sigma$
1	15 $x_1$	12 $x_2$	30
2	20 $x_3$	18 $x_4$	50
$\Sigma$	35	45	80

jadvaldagi raqamlar masala mohiyatini aks ettiradi. So'nggi qatorda zavodlar quvvatlari, so'nggi ustunda esa qurilishlar ehtiyojlari aks etgan. Ichki kataklar tepa burchagida yo'l harajatlari koeffitsienti aks etgan. Bu yerda qulaylik uchun noma'lumlarni  $x_1, x_2, x_3, x_4$  deb belgilangan, aslida  $x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22}$  bo'lishi kerak edi.

Bu yerda maqsad, masalani simpleks usulga tushirish qulay bo'lishi uchun shu yo'l tanlangan. Shartlarning matematik ifodasiga o'tamiz.

$$x_1 + x_2 = 30 \quad \langle 1 \rangle$$

$$x_3 + x_4 = 50 \quad \langle 2 \rangle$$

$$x_1 + x_3 = 35 \quad \langle 3 \rangle$$

$$x_2 + x_4 = 45 \quad \langle 4 \rangle$$

$$L = 15x_1 + 12x_2 + 20x_3 + 18x_4 \rightarrow \min$$

$\langle 1 \rangle - \langle 4 \rangle$  shartlar orasidan chiziqli erklilari tanlanadi. Bevosita tekshirish yo'li bilan  $\langle 1 \rangle - \langle 3 \rangle$  shartlardan  $\langle 4 \rangle$  shart kelib chiqishini ko'rishimiz mumkin. Sxematik tarzda tengliklar ustida amallar bajarish qoidasiga ko'ra  $\langle 1 \rangle + \langle 2 \rangle - \langle 3 \rangle = \langle 4 \rangle$  ekanligini ko'ramiz. Demak, bu yerda ChPMni

$$x_1 + x_2 = 30$$

$$x_3 + x_4 = 50$$

$$x_1 + x_3 = 35$$

$$L = 15x_1 + 12x_2 + 20x_3 + 18x_4 \rightarrow \min$$

ko'rinishda ifodalash mumkin. Bu masalaga simpleks usulni tatbiq qilish uchun ChPM shartlaridan bazislarni ajratish (ustunlari orasida birlik vektorlarni hosil qilish) jarayonini namoyish etamiz. Sistemadagi  $x_1, x_2, x_3, x_4$  ga mos koeffitsientlar  $A_1, A_2, A_3, A_4$  vektorlarni hosil qiladi. Ulardan tuzilgan matritsa ozod hadlar ustuni bilan to'ldirilsa

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 30 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 50 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 35 \end{pmatrix}_{(-1)}$$

matritsa hosil bo'ladi. Bu matritsaning 2-,4-ustunlari bazis holatida  $A_2^T = (1; 0; 0; 0)$  ekanligini ko'ramiz. Agar 3 – qatorini -1 ga ko'paytirib 2 – qatorga qo'shsak 3 – ustun ham bazis ko'rinishini oladi.

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 30 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 15 \\ 1 & \underbrace{0 & 1 & 0}_{\text{bazis}} & 35 \end{pmatrix}$$

Bu matritsa berilgan shartlarning shakl almashtirilib

$$\begin{cases} x_1 + x_2 & = 30 \\ -x_1 & + x_4 = 15 \\ x_1 + x_3 & = 35 \end{cases}$$

ko'rinishga keltirilganligini aks ettiradi. Bu ko'rinishdan simpleks jadvalga o'tamiz va bu jadvalga mos plani optimallikka tekshiramiz.

$C_j$			15	12	20	18	
$C$							
	baz	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$\Theta_i$
12	$A_2$	30	1	1	0	0	
18	$A_4$	15	-1	0	0	1	
20	$A_3$	35	1	0	1	0	
	$\Delta_j$		-1	0	0	0	

Bu yerda  $\Delta_1 = C_{baz} \times A_1 - C_1 = 12 \times 1 + 18 \times (-1) + 20 \times 1 - 15 = -1$  formula bo'yicha hisoblangan. Qolganlari ham shunga o'xshash hisoblanadi. Masala minimumini topishga mo'ljallangan bo'lsa,  $\Delta_j$  lar orasida musbatlari yo'q bo'lsa, jadvalga mos plan optimal plan bo'ladi. Bizda ana shunday hol kuzatilyapti. Demak bu masalada optimal plan  $x_1 = 0; x_2 = 30; x_3 = 35; x_4 = 15$  bo'lar ekan. Bu holda harajatlar minimal bo'lib,  $L = 12 \times 30 + 18 \times 15 + 20 \times 35 = 1330$  ming so'm bo'lar ekan. Masala shartlari va yechimini ifodalovchi jadval

Zav	1	2	$\Sigma$
qur			
1	15 0	12 30	30
2	20 35	13 15	50
$\Sigma$	35	45	80

ko'rinishda bo'ladi.

Tahlil to'laqonli ko'rinishni olishini namoyish qilish uchun yuqoridagi masalada faqat bitta narx 1 – zavoddan 2 – qurilishga 1 mashina g'isht olib borish narxi 30ming so'mga o'zgarigan bo'lsin deb faraz qilamiz. Bunda faqat maqsad funksiyasi ko'rinishi o'zgaradi, ya'ni

$$L = 15x_1 + 12x_2 + 30x_3 + 18x_4 \rightarrow \min$$

ko'rinishni oladi. Simpleks jadvalda ham faqat narxlar  $C_i$  ga mos qator va ustunlarga o'zgaradi va quyidagi ko'rinishni oladi

C \ C			15	12	30	18	
	Baz	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	Θ <sub>i</sub>
12	A <sub>2</sub>	30	1	1	0	0	30
18	A <sub>4</sub>	15	-1	0	0	1	
30	A <sub>3</sub>	35	1	0	1	0	35
			9	0	0	0	

Bu jadvalga mos plan  $x_1 = 0; x_2 = 30; x_3 = 35; x_4 = 15$  optimal emas, chunki  $\Delta_1 = 9 > 0$ . Bu planga ko'ra  $L = 12 \times 30 + 18 \times 15 + 30 \times 35 = 1680$  ming. Planni yaxshilash uchun jadvaldan

$\theta_i = \frac{a_{i0}}{a_{i1}}$  larni hisoblaymiz (faqat  $a_{i1} > 0$  lar uchun).  $\min \theta_i$  ga mos 1 – qatorni hal qiluvchi qator deb belgilaymiz. Uning yordamida 1 – ustunni bazis ustunga aylantiramiz. Buning uchun 1 – qatorni 2 – qatorga qo'shamiz, hamda (-1) ga ko'paytirib 3 – qatorga qo'shamiz. Natijada yangi simpleks jadvalni hosil qilamiz

C \ C			15	12	30	18	
	Bazis	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	Θ
15	A <sub>1</sub>	30	1	1	0	0	
18	A <sub>4</sub>	45	0	1	0	1	
30	A <sub>3</sub>	5	0	-1	1	0	
			0	-17	0	0	

Bu jadvalda  $\Delta_j > 0$  lari yo'q bo'lgani uchun bu jadvalga mos tayanch yechim  $x_1 = 30; x_2 = 0; x_3 = 5; x_4 = 45$  optimal plan bo'ladi. Bu plan bo'yicha ketadigan transport harajatlari

$L = 15 \times 30 + 18 \times 45 + 30 \times 5 = 450 + 810 + 150 = 1410$  ming so'm bo'lib avvalgisidan 270 ming so'mga kam bo'lar ekan.

Bu usul bilan ixtiyoriy transport masalasini ham odatdagi ChPM ko'rinishiga keltirish mumkin ekan. Faqat shartli ravishda  $n$  ta ishlab chiqaruvchi va ularga bog'langan  $m$  ta iste'molchi bo'lgan transport masalasini tasavvur qilsak, bu unchalik oson ish emas ekanligini to'la tasavvur qilishimiz mumkin. Transport

masalasini ba'zi kichik hajmdagi hollarda mantiqiy muhokamalar asosida ham yechish mumkin ekan. Bunga misol

T n	1	2	$\Sigma$	
1	15 $x_1$	20 $x_2$	20	
2	18 $x_3$	13 $x_4$	60	
3	14 $x_5$	18 $x_6$	40	
$\Sigma$	70	50	12	

sifatida jadvalda keltirilgan 2 ta ta'minotchi va 3ta iste'molchi bilan bog'liq transport masalasi namunasi keltirilgan. Unda bo'sh qolgan yarim kataklar aynan topilishi kerak bo'lgan ta'minot rejasini aks ettiruvchi 6 ta noma'lum  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$  larga mos keladi. Mantiqan dastlab eng arzon yo'nalish tanlanishi kerak. Demak avvalo yo'l harajati 13 bo'lgan katakka iloji boricha ko'proq jo'natish miqdorini qo'ygan ma'qul. Bu qiymat 50 ekanligi ko'rinib turibdi. U holda shu qatorning birinchi katagiga 10 qo'yishimiz kerak bo'ladi. Shuningdek ikkinchi ustun qolgan ikki katagi 0 bo'lishi kerakligi ko'rinib turibdi. Qolgan kataklar ham o'z - o'zidan bir qiymatli to'ldirilishi mumkin bo'lib qoladi. Xulosa qilib aytganda  $x_1 = 20; x_2 = 0; x_3 = 10; x_4 = 50; x_5 = 40; x_6 = 0$  ekanligini topamiz. Bunda transport harajatlari  $L = 15 \times 20 + 20 \times 0 + 18 \times 10 + 13 \times 50 + 14 \times 40 + 18 \times 0 = 1770$  bo'lishini ko'ramiz. Natijada masala shartlari va yechimini ifodalovchi jadvalni hosil qilamiz

T n	1	2	$\Sigma$
1	15 20	20 0	20
2	18 10	13 50	60
3	14 40	18 0	40
$\Sigma$	70	50	120

Yuqorida keltirilgan masalani planni bosqichma – bosqich yaxshilash usuli bo'yicha simpleks jadvallar asosida ishlab ko'ramiz. Unga mos ChPM quyidagicha ifodalanadi.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 20 \\ x_3 + x_4 = 60 \\ x_5 + x_6 = 40 \\ x_1 + x_3 + x_5 = 70 \\ x_2 + x_4 + x_6 = 50 \end{cases}$$

$$L(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = 15x_1 + 20x_2 + 18x_3 + 13x_4 + 14x_5 + 18x_6 \rightarrow \min$$

Bu masala shartlaridan beshinchisi chiziqli bog'liq. Qolgan qismi uchun kengaytirilgan matritsasini yozamiz va bu matritsada rangi to'rt bo'lganligi uchun to'rtta bazis ustun hosil qilamiz. Masalan qulaylik uchun 1-,3-,4-,6- ustunlarni bazis ustunlarga aylantirish holini ko'ramiz.

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 60 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 40 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 70 \end{pmatrix} \begin{matrix} \times(-1) \\ \downarrow \\ \leftarrow \end{matrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 60 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 40 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 50 \end{pmatrix} \begin{matrix} \leftarrow \\ \downarrow \\ \times(-1) \end{matrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & -1 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 40 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 50 \end{pmatrix}$$

Hosil bo'lgan matritsa ko'rsatilgan tartibda 1 – qatorni (-1)ga ko'paytirib 4 – qatorga qo'shish, so'ngra 4 – qatorni (-1) ga ko'paytirib 2 – qatorga qo'shish yordamida masala shartlarini ekvivalent tarzda o'zgartirishni aks ettiradi. Matritsa ko'rinishidan yana sistema ko'rinishiga o'tilsa u

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 20 \\ x_2 + x_4 - x_5 = 10 \\ x_5 + x_6 = 40 \\ -x_2 + x_3 + x_5 = 50 \end{cases}$$

ko'rinishini oladi. Bevosita tekshirish bilan bazis o'zgaruvchilar

$x_1 = 20, x_3 = 50, x_4 = 10, x_6 = 40$  qolganlari  $x_2 = 0; x_5 = 0$  ekanligini ko'rishimiz

mumkin. Masalaning bu ko'rinishidan dastlabki simpleks jadvalni tuzib, bu jadvalga mos tayanch yechimni optimallikka tekshirishimiz mumkin. Agar yechim optimal bo'lmasa, keyingi bosqichga o'tamiz, ya'ni  $\Delta_j$ lar orasida manfiysi bo'lsa, hal qiluvchi qator va ustunlarini topib bazisni almashtiramiz. Bizning misol uchun simpleks jadval

C \ C			15	20	18	13	14	18	
	baz	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	Θ <sub>i</sub>
15	A <sub>1</sub>	20	1	1	0	0	0	0	
13	A <sub>4</sub>	10	0	1	0	1	-1	0	
18	A <sub>6</sub>	40	0	0	0	0	1	1	40 ←
18	A <sub>3</sub>	50	0	-1	1	0	↑ 1	0	50
	Δ <sub>j</sub>		0	-10	0	0	9	0	

ko'rinishda bo'ladi.

Bu jadvalda ChPM minimumga ishlanayotganligi uchun  $\Delta_j > 0$  lar borligi plan optimal emasligini bildiradi.  $\Delta_j = 9 > 0$  ga mos 5 – ustun hal qiluvchi ustun, shu

ustun elementlari yordamida hisoblangan  $\Theta_3 = \frac{a_{30}}{a_{35}} = 40$  va  $\Theta_4 = \frac{a_{40}}{a_{45}} = 50$  lar

orasidan kichigiga mos keluvchi 3 – qator hal qiluvchi qator deb belgilandi va bazisdagi A<sub>6</sub> ustun A<sub>5</sub> ustunga almashtirilishi kerak. Buning uchun jadvalning 3 – qatorini 2 – qatorga qo'shamiz, hamda 3 – qatorni (-1)ga ko'pytirib 4 – qatorga qo'shamiz. Shunda 5 – ustun ham bazis ustun ko'rinishini oladi va quyidagi simpleks jadval hosil bo'ladi.

C \ C									
	Bazis	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	Θ <sub>i</sub>
15	A <sub>1</sub>	20	1	1	0	0	0	0	
13	A <sub>4</sub>	50	0	1	0	1	0	1	
14	A <sub>5</sub>	40	0	0	0	0	1	-1	
18	A <sub>3</sub>	10	0	-1	1	0	0	-1	
	Δ <sub>j</sub>		0	-10	0	0	0	-9	

Bu jadvalga ko'ra  $\Delta_j$  lar orasida musbatlari yo'q bo'lganligi uchun bu jadvalga mos tayanch yechim  $x_1 = 20; x_2 = 0; x_3 = 10; x_4 = 50; x_5 = 40; x_6 = 0$  optimal yechim bo'ladi. Shu masala uchun mantiqiy mulohazalarga ko'ra tanlangan dastlabki yechim ham xuddi shunday bo'lgan edi. Bu natijadan ikki muhim xulosani keltirib chiqarishimiz mumkin ekan. Birinchisi – transport masalasini yechishda mantiqiy mulohazalarga asoslanishimiz mumkin ekan. Bunday usulda tanlangan yechim optimal yechim bo'lib qolishi ham mumkin, bo'lmagan taqdirda ham optimal yechimga yaqin yechim bo'lib simpleks usul yordamida yaxshilash bosqichlari soni kam bo'ladi. Ikkinchidan – transport masalasi ham odatdagi ChPMga keltirilishi mumkin bo'lib, unga ham an'anviy usullarni tatbiq qilish mumkin ekan. Bunda faqat bir narsani unutmasligimiz kerak. Yuqorida ta'kidlanganidek, ta'minotchilar soni  $n$  va iste'molchilar soni  $m$  ortgan sari noma'lumlar soni  $n \times m$  keskin ortib odatdagi usullarni tatbiq qilish mushkullashib boraveradi. Bunday hollarda masalani yechish uchun iteratsion usullardan foydalanish ma'qulroq bo'ladi.

### Masalalar

5. Keltirilgan jadval qiymatlarga mos transport masalasini tuzing. Masala tayanch yechimini minimal harajatlar usuli bo'yicha aniqlang va uni optimallikka tekshiring.

#### 5.1

	1	2	3	$\Sigma$
1	11 $x_{11}$	15 $x_{12}$	13 $x_{13}$	200
2	14 $x_{21}$	12 $x_{22}$	10 $x_{23}$	300
$\Sigma$	150	250	100	500

#### 5.2

	1	2	3	$\Sigma$
1	60	45	60	400
2	55	60	58	500
$\Sigma$	200	400	300	900

5.3

	1	2	3	$\Sigma$
1	30	25	35	500
2	25	35	20	300
$\Sigma$	250	350	200	800

5.4

	1	2	3	$\Sigma$
1	25	20	18	400
2	15	22	24	300
$\Sigma$	250	150	300	700

5.5

	1	2	3	$\Sigma$
1	40	50	30	600
2	30	40	50	400
$\Sigma$	300	500	200	

**Takrorlash uchun savollar:**

1. Transport masalasi qanday?
2. Transport masalasining tayanch yechimi haqida tushuncha bering?
3. Optimallik
4. Minimal xarajatlar usuli