

# ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОЧИКИСТОН

ВБД:51+53+004.45+621.2+621.311(575.3)  
ТКБ:22.12+22.311+31.261+31+277(2Точ)  
М-13

Бо ҳуқуқи дастнавис



**МАВЛОНЗОДА САФАРАЛИ ҲИКМАТУЛЛО**

**МОДЕЛСОЗИИ МАТЕМАТИКӢ ВА КОМПЮТЕРИИ БОРКАШОНИИ  
НАҚЛИЁТИ ҶУМҲУРИИ ТОЧИКИСТОН ДАР МИСОЛИ НБО РОҒУН  
БО ИСТИФОДАБАРИИ МЕТОДҲОИ БАРНОМАСОЗИИ ХАТӢ**

## ДИССЕРТАЦИЯ

барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои физикаю математика аз рӯи  
ихтисоси 1.1.10. Моделсозии математикӣ, методҳои ададӣ ва комплекси  
барномаҳо

### **Роҳбари илмӣ:**

**Одинаев Раим Назарович** - доктори  
илмҳои физикаю математика, профессори  
кафедраи моделсозии математикӣ ва  
компютерии Донишгоҳи миллии  
Тоҷикистон

Душанбе-2026

## МУНДАРИҶА

Номгӯи ихтисораҳо .....	3
Муқаддима .....	4
<b>БОБИ 1. ТАҲЛИЛИ АДАБИЁТ ДОИР БА МОДЕЛСОЗИИ МАТЕМАТИКИИ МАСЪАЛАИ НАҚЛИЁТ БО ИСТИФОДА АЗ БАРНОМАСОЗИИ ХАТТӢ.....</b>	<b>12</b>
1.1. Моделсозии математикии масъалаҳои нақлиёт: шарҳи усулҳо ва таҳлили татбиқи барномасозии хаттӣ .....	12
1.2. Таҳқиқи равандҳои кашондани бор дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар мисоли НБО Роғун. ....	26
Хулосаи боби якум .....	32
<b>БОБИ 2. ОПТИМИЗАТСИЯИ РАВАНДҲОИ БОРКАШОНӢ БО УСУЛҲОИ БАРНОМАСОЗИИ ХАТТӢ.....</b>	<b>35</b>
2.1. Моделсозӣ ва оптимизатсияи равандҳои логистикии боркашонӣ барои НБО Роғун	35
2.2. Минимизатсияи хароҷоти вақт дар логистикаи нақлиётӣ .....	52
2.3. Модели регрессионии вобастагии нархи сӯзишворӣ ва арзиши кашондани маҳсулотҳои сохтмонӣ ба объекти асосии гидроэнергетикаи Тоҷикистон .....	60
2.4. Таҳия ва истифодаи моделҳои математикии масъалаи нақлиёт барои баланд бардоштани самаранокии иқтисодии НБО Роғун.....	66
2.5. Истифодаи усули аппроксиматсияи Фогел барои ҳалли масъалаи нақлиёт .....	75
Хулосаи боби дуюм .....	86
<b>БОБИ 3. ҲАЛЛИ MASЪАЛАИ НАҚЛИЁТ БО ТАРИФҲОИ НОСАҲЕҲ ВА ТАҲИЯИ МАҚМУӢИ БАРНОМАҲОИ КОМПЮТЕРӢ .....</b>	<b>89</b>
3.1. Гузориши математикии масъалаи нақлиётӣ барномасозии хаттӣ бо тарифҳои носаҳеҳ .....	89
3.2. Натиҷаҳои комплекси барномаҳои компютерӣ ба мушкилот нигаронидашуда ва силсилаи таҷрибаҳои ҳисоббарорӣ. ....	103
Хулосаи боби сеюм.....	118
<b>БОБИ 4. МУҲОКИМАИ НАТИҶАҲОИ ТАҲҚИҚОТ .....</b>	<b>121</b>
4.1. Таҳлили комплекси натиҷаҳои таҳқиқот.....	121
4.2 Татбиқи амалии натиҷаҳои таҳқиқот .....	131
Хулосаи боби чорум .....	134
Хулосаҳо.....	137
Адабиёт.....	139
<b>ФЕҲРИСТИ ИНТИШОРОТИ МУАЛЛИФ ДОИР БА МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ .....</b>	<b>157</b>

## **Номгӯи ихтисораҳо**

НБО – Неругоҳи барқӣ – обӣ

КОА – Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон

ДМТ – Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

ҶДММ - Ҷамъияти дорои масъулияти маҳдуд

ҶСК - Ҷамъияти саҳомии кушода

ҶСП — Ҷамъияти саҳомии пӯшида

ФҶСП – Фонди ҷамъияти саҳомии пӯшида

## МУҚАДДИМА

**Мубрамии мавзӯи таҳқиқот.** Соҳаи нақлиёт дар таъмини рушди устувори иқтисодиёти ҷумҳурӣ мавқеи муҳимро ишғол мекунад ва яке аз самтҳои афзалиятноки кишвар ба ҳисоб меравад. Он на танҳо ба фаъолияти ҳамаи соҳаҳои дигар ва соҳаи иҷтимоӣ бевосита таъсир мерасонад, балки амалан тамоми ҳаёти кишвар, қобилияти мудофиавии он, тамомияти иқтисодӣ ва амниятро таъмин менамояд. Вазорати нақлиёти ҷумҳурӣ бо мақсади саривақт ва босифат иҷро намудани дастуру супоришҳои Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ-Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ва Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон чӣ ҳақиқати таъмини нишондиҳандаҳои макроиқтисодии соҳа ва татбиқи тадбирҳои таҳиягардида корҳои муайян анҷом дода истодаанд. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон намуди асосии нақлиёти хушкӣгард нақлиёти автомобилӣ мебошад.

Дар ҳаҷони муосир идоракунии самараноки кашондани бор яке аз ҷанбаҳои асосии рушди иқтисодиёт ва инфрасохтори кишвар ба ҳисоб меравад. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки иқтисодиёти босуръат рушдбанди дорои иқтисодии баланд дар соҳаи энергетика мебошад, ба беҳсозии интиқоли бор, бахусус дар доираи сохтмон ва истифодабарии иншооти азим, ба монанди Нерӯгоҳи барқи обии Роғун (НБО Роғун) диққати махсус дода мешавад.

Ҳангоми ҳалли масъалаҳои банақшаگیرӣ ва ҳамлу нақли бор тавассути нақлиёти автомобилӣ моделҳои асосии иқтисодии математикӣ — ин модели масъалаи нақлиётӣ ва масъалаи масирсозӣ ба ҳисоб мераванд.

Ҳамин тариқ, мубрамияти таҳқиқоти диссертатсионӣ дар самти беҳсозии ҳамлу нақли борҳо дар Нерӯгоҳи барқи обии Нерӯгоҳи барқи обии Роғун бо зарурати истифодаи моделсозии математикӣ ва усулҳои барномасозии ҳақиқӣ ифода меёбад, ки барои рушди бахши энергетика ва иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон аҳамияти муҳим дорад.

**Дарачаи коркарди илмӣ мавзӯи мавриди омӯзиш.** Моделсозии математикии масъалаҳои нақлиётӣ аз солҳои 1930 оғоз гардида, ба омӯзиши бисёр масъалаҳои иқтисодӣ ва муҳандисӣ алоқаманд буд. Соли 1930

иктисоддони шӯравӣ А.Н. Толстой [139] аввалин маротиба барномасозии хаттии масъалаи нақлиётро пешниҳод намуд, инчунин аз ҷониби Л.В. Канторович [68-70] усулҳои умумии ҳал ва таҳқиқоти математикии масъалаи барномасозии хаттӣ пешниҳод гардиданд. «Соли 1947 Ҷорҷ Дантсиг барои ҳалли ин масъала алгоритми самаранокро пешниҳод намуд, ки ба усули потенциалҳо асос ёфта буд» [43]. Ин усул ҳангоми ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ бо истифода аз МЭҲ ба усули асосӣ табдил ёфт. Аз ҳамон вақт моделсозии математикӣ дар соҳаҳои гуногуни марбут ба логистика, ҳамлу нақли бор ва тақсимои захираҳо истифода мешавад. Яке аз аввалин масъалаҳои, ки бо ёрии моделсозии математикӣ ҳал гардид, масъалаи тақсимои захираҳои анборӣ буд. Баъдан масъалаҳои нави дигар, аз ҷумла оптимизатсияи масирҳои интиқоли мол ва банақшагирии чадвали ҳамлу нақл ба миён омаданд.

«Масъалаи кам намудани хароҷоти нақлиётӣ бо истифода аз усулҳои моделсозии математикӣ дар таҳқиқоти илмӣ васеъ баррасӣ мегардад. Дар кори Л.А. Гладков ва Н.В. Гладкова равиши нави ҳалли масъалаҳои динамикии нақлиётӣ пешниҳод шудааст, ки самаранокӣ ва маҳсулнокии системаҳои минтақавии нақлиётро баланд мебардорад» [34]. «Масъалаҳои динамикии нақлиётӣ ва масъалаҳои масирбандии воситаҳои нақлиёт, ки бо маҳдудияти вақт алоқаманданд, инчунин ҳалли онҳо бо усулҳои нав дар кори» [102] муфассал баррасӣ шудаанд, ки дар он масъалаи нақлиётӣ дар мисоли ҷабҳаҳои объекти роҳи оҳан таҳлил мегардад. Дар кори [21] ҳалли масъалаи нақлиётӣ бо истифода аз усули Фогел барои ҳисоб намудани арзиши минималии ҳамлу нақли бор оварда шудааст.

«Маълум аст, ки масъалаи нақлиётӣ барномасозии хаттӣ модели математикӣ барои масъалаҳои муҳими амалӣ мешавад, ки дар тамоми соҳаҳои ҷабҳаҳои инсон дучор мешаванд.

Дар замони ҳозира барои ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ алгоритмҳои зиёде таҳия гардидаанд, аммо мақолаҳои илмӣ вобаста ба ин мавзӯ ҳама дар сатҳи миллӣ ва ҳама байналмилалӣ мунтазам нашр мешаванд. Ин ба аҳамияти бузурги амалии ҷунин масъалаҳо ва хусусиятҳои онҳо вобаста аст, ки

имкониятҳои нави татбиқи алгоритмии усулҳои гуногуни ҳисоббарориро фароҳам меоранд. Рағишҳои асосии ҳалли ин масъалаҳо дар китобҳо ва бисёр корҳои дигари илмӣ ба таври мунтазам шарҳ дода шудаанд» [9,102,140]. Масъалаи ҳамлу нақли бор, махсусан дар давоми 75 соли охир, ба таври васеъ таҳқиқ шудааст. Омилҳо, маҳдудиятҳо ва ҳадафҳои гуногун имконият медиҳанд, ки масъала ба шаклҳои гуногун гузошта шавад.

### **Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва ё мавзӯҳои илмӣ.**

Кори диссертатсионӣ дар доираи татбиқи нақшаҳо ва барномаҳои давлатии зерин анҷом дода шудааст: «Бистсолаи омӯзиш ва рушди илмҳои табиӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илм ва маориф» барои солҳои 2020–2040, «Барномаи давлатии мақсадноки рушди илмҳои риёзӣ, дақиқ ва табиӣ барои солҳои 2021–2025», нақшаи дарозмуддати корҳои илмӣ-таҳқиқотии кафедраи моделсозии математикӣ ва компютери факултети механикаю математикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон барои солҳои 2020-2025 дар мавзӯи «Таҳияи моделҳои математикӣ ва компютерӣ, алгоритмҳо, комплекси программаҳо ва методҳои таълими информатика, математика ва табиатшиносӣ», гузаронида шудааст.

### **ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ**

**Мақсади таҳқиқот.** Таҳқиқот ба таҳияи маҷмӯи моделҳои математикии оптимизатсияи боркашонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар мисоли соҳтмони НБО Роғун бо истифода аз усулҳои барномасозии хаттӣ равона шудааст.

**Вазифаҳои таҳқиқот:** Вазифаҳои асосии таҳқиқи кори диссертатсионӣ аз инҳо иборат аст:

- таҳқиқи имкониятҳо ва хусусиятҳои истифодаи масъалаи оптимизатсияи барномасозии хаттӣ барои моделсозии математикии тақсимои боркашонӣ;
- таҳқиқи маҷмӯи усулҳои ҳалли масъалаи нақшаи оптималии боркашонӣ аз рӯи критерияи арзиш, критерияи вақт ва усули аппроксиматсияи Фогел;

- таҳқиқи алгоритмҳои ҳалли масъалаҳои нақлиёт бо тарифҳои номуайяни боркашонӣ дар асоси назарияи маҷмӯҳои носаҳеҳ барои оптимизатсияи логистикаи сохтмони НБО Роғун дар шароити омилҳои берунии босуръат тағйирёбанда;
- таҳияи комплекси барномаҳои компютерӣ барои усулҳои математикии пешниҳодшуда ва гузаронидани якқатор таҷрибаҳои ҳисоббарорӣ барои санҷиши самаранокии онҳо дар ташаккули нақшаҳои оптималии боркашонӣ.

**Объекти таҳқиқот.** Боркашонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ва кашондани мавод ва таҷҳизот барои сохтмони НБО Роғун мебошад.

**Предмети таҳқиқот.** Моделсозии математикии боркашонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар мисоли НБО Роғун бо истифода аз усулҳои барномасозии ҳаттӣ.

**Навгони илмӣ таҳқиқот.** Дар кори диссертатсионӣ натиҷаҳои асосии зерин ба даст оварда шудаанд:

1. усулҳои инноватсионии оптимизатсияи барномасозии ҳаттӣ барои моделсозии математикии тақсимои боркашонӣ бо назардошти талаботи муосир ба самаранокӣ ва устувории системаҳои логистикӣ таҳқиқ ва таҳия карда шудаанд, ки имкон медиҳанд, боркашонӣ дар муҳити динамикӣ дақиқтар ва самараноктар моделсозӣ ва идора карда шавад;
2. усулҳои ҳалли масъалаи банақшагирии оптималии боркашонӣ, ки ба критерияҳои арзиш ва вақт асос ёфтааст, интиқоли ғаврии бор талаб карда мешавад, таҳқиқ карда шуданд ва усули аппроксиматсияи Фогел барои ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ бо хусусиятҳои муайян истифода шудааст;
3. алгоритмҳои ҳалли масъалаҳои нақлиёт бо тарифҳои номуайяни боркашонӣ дар асоси назарияи маҷмӯҳои носаҳеҳ барои оптимизатсияи логистикаи сохтмони НБО Роғун дар шароити омилҳои динамикии тағйирёби беруна таҳқиқ карда шуданд;

4. комплекси барномаҳои компютерӣ барои усулҳои математикии пешниҳодшуда таҳия гардида, як қатор таҷрибаҳои ҳисоббарорӣ барои санҷиши самаранокии онҳо, ҳангоми ташаққули нақшаҳои оптималии боркашонӣ гузаронида шуданд.

**Аҳамияти назариявӣ ва илмию амалии таҳқиқот.** Аҳамияти назариявии кори диссертатсионӣ аз таҳия ва мутобиқсозии моделҳои математикӣ иборат аст, ки хусусияти системаи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон, инчунин хусусиятҳои фаъолияти НБО Роғунро ба назар мегиранд. Таҳқиқот усулҳои таҳлил ва оптимизатсияи тақсимои боркашониро пешниҳод мекунад, ки онҳоро на танҳо дар минтақаи мазкур, балки дар дигар минтақаҳо низ татбиқ кардан мумкин аст.

Аҳамияти амалии кори диссертатсионӣ дар қобилияти потенциалии он барои рушд ва татбиқи минбаъда дар шароити воқеӣ мебошад. Натиҷаҳо ва усулҳои таҳқиқот метавонанд барои таҳияи қарорҳои инноватсионӣ дар соҳаи логистика, нақлиёт ва энергетика, мусоидат ба рушди инфрасохтор ва баланд бардоштани сатҳи хизматрасонӣ дар Ҷумҳурии замина гузоранд.

**Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:**

- рушди усулҳои сифатӣ ва таҳлилии таҳқиқи моделҳои математикии масъалаҳои нақлиёт аз рӯи критерияҳои арзиш ва вақт, инчунин истифодаи онҳо дар ҳалли масъалаҳои иқтисодӣ;
- таҳқиқи самаранокии усули аппроксиматсияи Фогел ва алгоритм барои ҳалли масъалаи нақлиёт бо хусусиятҳои муайян. Таҳқиқи имконияти истифодаи назарияи маҷмӯаҳои носаҳеҳ барои ҳалли масъалаи нақлиёт бо тарифҳои номуайян, ки имкон медиҳад омили номуайяни ё маълумоти тахминиро дар банақшагирии боркашонӣ ба назар гирад;
- таҳияи комплекси барномаҳои компютерӣ барои оптимизатсияи нақшаи боркашонӣ аз рӯи критерияи арзиш, критерияи вақт ва истифодаи усули аппроксиматсияи Фогел бо тарифҳои носаҳеҳ муайяншуда.

**Эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсия** бо истифодаи асосҳои муосири методологии таҳқиқот, татбиқи усулҳои моделсозии математикӣ,

барномасозии хаттӣ ва усулҳои оптимизатсионӣ таъмин карда шудааст. Дар чараёни таҳқиқот назарияҳои илмӣ эътирофшуда оид ба масъалаҳои нақлиётӣ, моделсозии математикӣ ва оптимизатсияи равандҳои боркашонӣ истифода гардидаанд. Асоснокии натиҷаҳои бадастомада бо таҳлили маълумоти воқеии марбут ба равандҳои боркашонӣ дар Нерӯгоҳи барқи обии Роғун, гузаронидани ҳисоббарорихҳои таҷрибавӣ ва муқоисаи натиҷаҳои моделҳои пешниҳодшуда таъмин мегардад. Барои ҳалли масъалаҳои гузошташуда усулҳои барномасозии хаттӣ, усули аппроксиматсияи Фогел ва унсурҳои назарияи маҷмӯаҳои носоҳеҳ истифода шудаанд, ки дурустӣ ва самаранокии моделҳоро тасдиқ менамоянд. Натиҷаҳои таҳқиқот дар шакли мақолаҳои илмӣ ва маърузаҳо дар конференсияҳои илмӣ пешниҳод гардида, аз ҷониби мутахассисони соҳа мавриди арзёбӣ қарор гирифтаанд. Ҳамчунин натиҷаҳои бадастомада метавонанд дар фаъолияти амалии ташкилотҳои нақлиётӣ ва логистикӣ барои оптимизатсияи чараёни боркашонӣ истифода шаванд. Самаранокии амалии моделҳо ва алгоритмҳои таҳияшуда тавассути ҳисоббарорихҳои таҷрибавӣ ва таҳияи барномаҳои компютерӣ барои интихоби нақшаҳои оптималии боркашонӣ тасдиқ карда шудааст.

**Мутобиқати диссертатсия бо шиносномаи ихтисоси илмӣ (бо шарҳ ва соҳаи таҳқиқот).** Кори диссертатсионӣ мувофиқи бахшҳои зерини шиносномаи ихтисоси 1.1.10. Моделсозии математикӣ, усулҳои ададӣ ва комплекси барномаҳо анҷом дода шудааст (бандҳои 1,3,5,7,11):

*банди 1.* Коркарди усулҳои нави математикии амсиласозии объектҳо, системаҳо, равандҳо ва ҳодисаҳо;

*банди 3.* Коркард ва асосноккунии методикаҳо ва қоидаҳои мутобиқгардонии амсилаҳои компютерӣ, истифодаи самараноки онҳо дар пешгӯии таҳаввулоти объектҳо, системаҳо, равандҳо ва ҳодисаҳо;

*банди 5.* Татбиқи усулҳои ададӣ ва алгоритмҳои самарабахш барои гузаронидани таҷрибаҳои ҳисоббарорӣ, дар намуди комплекси барномаҳои масъалагаро;

*банди 7.* Коркарди усулҳои нави математикӣ ва алгоритмҳои санчиши дурустии амсилаҳои математикии объектҳо, системаҳо, равандҳо ва ҳодисаҳо дар асоси додаҳои таҷрибавии воқеӣ;

*банди 11.* Гузаронидани таҳқиқоти назариявӣ, амалӣ ва таҷрибавӣ барои сохтан, санчиш ва татбиқи амсилаҳои математикии ҳалли масъалаҳои рӯзмарра доир ба лоиҳасозии худкор, банақшагирӣ ва идоракунии.

**Саҳми шахсии довталаби дарёфти дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот.** Мундариҷаи диссертатсия ва муқаррароти асосии ҳимоя саҳми шахсии муаллифро дар корҳои нашршуда инъикос мекунанд. Ҳамаи натиҷаҳои дар диссертатсия пешниҳодшуда, ки дар корҳо бо ҳаммуаллифон нашр шудаанд, шахсан аз ҷониби довталаб ба даст оварда шудаанд. Довталаб мустақилона адабиёти илмиро дар мавзӯи таҳқиқот таҳлил намуда, навгониҳои илмӣ ва аҳамияти амалии натиҷаҳои бадастомадаро асоснок кардааст. Инчунин, ҳамаи барномаҳои компютерӣ дар доираи таҳқиқоти диссертатсионӣ шахсан аз ҷониби довталаб таҳия шудаанд, аз ҷумла алгоритмҳои коркарди маълумот, татбиқи усулҳои барномасозии хаттӣ, усули апроксиматсияи Фогел, ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ аз рӯи критерияҳо арзиш, вақт ва бо тарифҳои номуайян ва сохтани вобастагиҳои регрессионӣ.

Кори [4-М] аз ҷониби довталаб шахсан иҷро карда шудааст ва ҳамаи натиҷаҳои дигари кори диссертатсионӣ, ки дар ҷараёни иҷрои таҳқиқот ба даст оварда шудаанд ва дар корҳо бо ҳаммуаллифон нашр шудаанд, дар якҷоягӣ бо роҳбари илмӣ иҷро карда шудаанд.

**Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия.** Натиҷаҳои асосии дар кори диссертатсионӣ ба даст овардашуда дар конференсияҳои байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ пешниҳод ва муҳокима карда шудааст: конفرонси илмӣ-амалии ҷумҳуриявии ҳайати профессорон ва омӯзгорони ДМТ бахшида ба 30-солагии истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон, 110-солагии шоири халқии Тоҷикистон, Қаҳрамони Тоҷикистон Мирзо Турсунзода, 110-солагии нависандаи халқии Тоҷикистон Сотим Улуғзода ва «Бистсолагии омӯзиш ва рушди илмҳои табиӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-

2040)» Душанбе соли 2021; Конфронси байналмилалии илмӣ-амалӣ «Таҳлили компютери проблемҳои илму технология» бахшида ба «Солҳои 2020-2040, 20-солагии омӯзиш ва рушди илмҳои табиӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф» ва «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон» шаҳри Душанбе соли 2023; конфронси байналмилалии илмӣ бахшида ба 75-солагии ДМТ, 20-солагии рушди илмҳои дақиқ, табиӣ ва риёзӣ солҳои 2020-2040 ва 85-солагии академики АМИТ Раҷабов Нусрат шаҳри Душанбе 2023 сол; XII конфронси байналмилалии илмӣ-амалӣ проблемҳои Муосири моделсозии математикӣ ва татбиқи он, бахшида ба эълон шудани солҳои 2020-2040, 20-солагии омӯзиш ва рушди илмҳои табиӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илм ва маориф ва 75-солагии Донишгоҳи Миллии Тоҷикистон (Душанбе, 18 майи Соли 2024); конфронси байналмилалии илмӣ-амалӣ XIV «Ломоносовские чтения» нақши филиали Донишгоҳи давлатии Москва Ба номи М.В. Ломоносов дар шаҳри Душанбе дар рушди илм ва маориф. Душанбе 2024.

**Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия.** Натиҷаҳои таҳқиқоти муаллиф дар мавзӯи кори диссертатсионӣ дар 12 кори илмӣ, аз он ҷумла 6 мақола дар нашрияҳои, ки ба рӯйхати амалкунандаи ҚОА – и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дохил шудаанд, ва 6 мақола дар маводҳои конфронсҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ нашр шудаанд.

**Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия.** Кори диссертатсионӣ мазкур аз муқаддима, чор боб, рӯйхати адабиёти истифодашуда иборат мебошад. Ҳаҷми умумии диссертатсия аз 159 саҳифа иборат буда, дар он 15 расм, 28 ҷадвал ва рӯйхати адабиёти истифодашуда 159 - торо ташкил медиҳад. Рақамгузориҳои формулаҳо, расму ҷадвалҳо барои ҳар як боб алоҳида мебошад.

«Роғун» ояндаи ободи халқи тоҷик, сари баланду  
рӯи сурхи ҳар фарди Ватан ва кафили болоравии  
нуфузу обрӯи давлати озоду соҳибхитиёри тоҷикон аст.

**Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ - Пешвои миллат,  
Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон**

## **БОБИ 1. ТАҲЛИЛИ АДАБИЁТ ДОИР БА МОДЕЛСОЗИИ МАТЕМАТИКИИ МАСЪАЛАИ НАҚЛИЁТ БО ИСТИФОДА АЗ БАРНОМАСОЗИИ ХАТӢ**

### **1.1. Моделсозии математикии масъалаҳои нақлиёт: шарҳи усулҳо ва таҳлили таҷрибаи барномасозии хатӢ**

Моделсозии математикии масъалаи нақлиёт ба принципҳои барномасозии хатӢ асос ёфтааст. Дар ҳолати классикӣ масъала аз он иборат аст, ки тақсимои молҳои маҳсулот байни таъминкунандагон ва истеъмолкунандагон, ки хароҷоти нақлиётро кам кунанд, бо назардошти чунин параметрҳо, ба монанди ҳаҷми боркашонӣ аз ҳар як таъминкунанда, талаботи ҳар як истеъмолкунанда ва хароҷоти кашондани як воҳиди мол дар ҳар як самт мебошад. Ҳамин тариқ, масъаларо метавон ҳамчун як масъалаи оптимизатсияи хатӢ таҳия кард, ки дар он функсияи мақсад арзиши умумии кашондани бор ва маҳдудиятҳо, ҳаҷми таъминот ва талаботҳои истеъмолкунандагонро ташкил медиҳад.

Масъалаи нақлиёт одатан дар шакли системаи муодилаҳои хатӢ ва нобаробарӣ таҳия карда мешавад, ки дар он шумораи борҳои, ки дар ҳар як хатсайр кашонида мешаванд, тағйирёбанда буда ва хароҷоти боркашонии коэффитсиенти ин тағйирёбанда мебошад. Масъаларо бо истифода аз усулҳои барномасозии хатӢ, ба монанди усули симплекс ҳал кардан мумкин аст ва ин имкон медиҳад, ҳалли оптималиро дар масъалаҳои, ки шумораи зиёди тағйирёбандаҳо ва маҳдудиятҳо доранд, самаранок муайян карда шаванд.

Таърихи масъалаи нақлиёт бо инкишофи назарияи барномасозии хатӢ зич алоқаманд аст. Дар солҳои 1940-ум олимони ба коркарди ғайрибарнома

усулҳои ҳалли чунин масъалаҳо шурӯъ карданд, ки ба пайдоиши аввалин алгоритмҳо барои ёфтани роҳҳои оптималии ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ пешбинӣ шудаанд. Бо рушди технологияҳои ҳисоббарор, ин усулҳо барои ҳалли масъалаҳои доираи васеътар ва мураккабтар дастрас гардиданд.

Хусусияти асосии масъалаи нақлиёт, сохтори он мебошад. Агар арзиши ҳамаи боркашонӣ ба арзиши ҳамаи талаботҳо баробар бошад, пас масъала кушода номида мешавад ва барои он ҳамеша ҳалли оптималӣ вуҷуд дорад. Ин ҳалли масъаларо осон мекунад ва кафолат медиҳад, ки ҳолатҳои ба амал намеоянд ва кашондани маҳсулот аз сабаби номувофиқии ҳаҷм ғайриимкон гардад.

Илова бар ин, якчанд вариантҳои имконпазири масъалаи нақлиёт вуҷуд дорад, ки метавонад унсурҳои иловагиро дар бар гирад. Масалан, масъала бо хароҷоти тағйирёбанда, ки арзиши боркашонӣ вобаста ба ҳаҷми кашондани маҳсулот метавонад фарқ кунад ё масъала бо маҳдудиятҳои иловагӣ, ба монанди имконияти маҳдуди боркашонӣ, яъне аз вақт вобаста бошад. Ин тағйиротҳо модели математикиро мураккаб мегардонанд, вале дар асл онҳо ба масъалаи асосии нақлиёт наздик мегардонанд ва бо истифода аз усулҳои стандартии барномасозии ҳаттӣ ҳал карда мешаванд.

Истифодаи масъалаи нақлиётӣ аз доираи таҳқиқоти назариявӣ берун рафта, дар соҳаҳои логистика, идоракунии занҷирҳои таъминот, банақшагирии истеҳсолот ва ғайра фаъолона истифода мешавад. Масалан, дар логистика, масъалаи нақлиёт ба оптимизатсияи ҳатсайрҳои кашондани маҳсулот мусоидат мекунад, ки на танҳо хароҷоти боркашониро коҳиш медиҳад, балки таҷрибаи муштариёнро беҳтар мекунад. Дар соҳаи идоракунии занҷири таъминот, масъала имкон медиҳад, ки захираҳо самаранок тақсим карда шуда, хароҷот кам карда шаванд ва талаботи ҳамаи иштирокчиёни занҷир қонеъ карда шаванд.

Яке аз самтҳои асосии рушди масъалаи нақлиёт омӯзиши васеъшавии модели асосӣ бо назардошти омилҳои иловагӣ мебошад. Масалан, масъалае,

ки намудҳои гуногуни мол ё таъминкунандагони гуногунро бо хароҷоти гуногуни боркашонӣ талаб мекунад, моделҳои мураккабтареро ташкил медиҳанд, ки параметрҳо ва маҳдудиятҳои иловагиро дар бар мегиранд. Дар чунин мавридҳо усулҳои анъанавии барномасозии хатиро барои ҳалли масъалаҳои мураккаб мутобиқ кардан мумкин аст.

«Дар мақола пешниҳод мегардад, ки технологияи нақлиётӣ аз нуқтаи назари умумитар баррасӣ карда шавад, зеро дар ин ҳолат ҳам моҳияти қарорҳои технологӣ ва ҳам қонуниятҳои онҳо беҳтар зоҳир мегарданд. Равиши нави системавӣ ҳамчун методологияи сохтани системаҳои самаранок ва устувори нақлиётӣ муаррифӣ шудааст.

Нишон дода шудааст, ки мутобиқшавии системавӣ захираҳои ба истилоҳ динамикиро ба вуҷуд меорад, ки устувории системаро бидуни мавҷудияти захираҳои бузурги воқеӣ таъмин менамоянд. Моҳияти ҳамкориҳои унсурҳои сохторӣ мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Исбот шудааст, ки ҳисоб намудани параметрҳои онҳо бидуни ба назар гирифтани таъсири мутақобила, инчунин чудо аз вазифаи ба онҳо воғузуршуда, ғайриимкон мебошад.

Ҳамчунин, асоснок карда шудааст, ки инъикоси сохтор, вазифа ва ҳамкориҳои равандҳои тасодуфӣ ва идорашаванда танҳо бо истифода аз моделсозии тақлидӣ ҳамчун усули нисбатан дақиқ ва мувофиқи ҳисоббарорӣ имконпазир аст» [157].

Масъалаи нақлиётро инчунин дар равандҳои мураккабтар истифода бурдан мумкин аст, ба монанди оптимизатсияи бисёркритерия, ки дар он бояд на танҳо кам кардани хароҷот, балки омилҳои дигар, ба монанди вақти боркашонӣ, эътимоднокии таъминот ва дигар нишондиҳандаҳои қор ба назар гирифта шаванд. Ҳалли ин гуна масъалаҳо истифодаи усулҳои мураккабтар, аз қабيلي усулҳои масъалаи дугона ва усулҳои оптимизатсияи бисёрмақсаднокро талаб мекунад.

Масъалаи барномасозии хатӣ воситаи муҳими ҳалли масъалаҳои тақсимоти оптималии захираҳо ва кам кардани хароҷот мебошад. Татбиқи он дар соҳаҳои гуногуни иқтисодиёт аҳамияти ин моделро барои банақшагирии

самаранок ва ташкили равандҳо дар шароити маҳдуди захираҳо тасдиқ мекунад. Технологияҳо ва усулҳои, ки барои ҳалли масъалаи нақлиёт таҳия шудаанд, идома меёбанд ва имкон медиҳанд, ки масъалаҳои мураккаб ва гуногунҷабҳа дар шароити реалӣ ҳал карда шаванд.

Боркашонии нақлиётӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар таъмини фаъолияти иқтисодии мамлакат нақши калидӣ дошта, ҷузъи муҳими инфрасохтори миллӣ ба ҳисоб меравад. Ҷумҳурии Тоҷикистон дар Осиёи Марказӣ ҷойгир буда, мавқеи хоси мураккаби ҷуғрофӣ дорад, ки хусусиятҳои ташкили боркашонии нақлиётиро муайян мекунад.

Намуди асосии боркашонӣ дар Тоҷикистон нақлиёти автомобилӣ мебошад, ки боркашониро тавассути хатсайрҳои дохилӣ ва байналмилалӣ таъмин менамояд. Дар солҳои охир тамоюли афзоиши ҳаҷми нақлиёт ба назар мерасад, ки бо афзоиши талаботи дохилӣ ва рушди савдои хориҷӣ алоқаманд аст.

Масъалаи асосии бахши нақлиётии кишвар таъмини тақсимои самараноки борҳо ҳам дар бозори дохилӣ ва ҳам дар доираи таъминоти байналмилалӣ мебошад. Тоҷикистон иқтисодии транзитиро тавассути ҷойгиршавии ҳудудии худ фаъолона рушд дода, Осиёи Марказиро бо минтақаҳои ҳамсоя, аз ҷумла Афғонистон, Чин, Ўзбекистон ва Қирғизистон мепайвандад. Ҷанбаи муҳим -ин рушди инфрасохтори роҳҳои автомобилӣ мебошад, ки ба беҳтар шудани робитаҳои логистикӣ ва суръат бахшидани боркашонӣ мусоидат мекунад.

Солҳои охир ба рушди хатсайрҳои автомобилӣ ва роҳи оҳан диққати махсус дода мешавад, ки ба беҳтар кардани ҳамроҳангсозии равандҳои логистикӣ ва кам кардани хароҷоти нақлиётӣ имкон медиҳад. Борҳои асосии дар Тоҷикистон кашондашаванда маводи сохтмонӣ, маҳсулоти кишоварзӣ, сӯзишворӣ ва маҳсулоти саноати кӯҳӣ мебошанд. Нақлиёт дар таъмини соҳаи кишоварзӣ нақши муҳим мебозад, ки кашондани маҳсулотро ба минтақаҳои гуногуни кишвар ва содирот таъмин мекунад.

Хусусиятҳои боркашонӣ дар Тоҷикистон, инчунин бо зарурати ба назар гирифтани хусусиятҳои релейфи кӯҳӣ ва шароити иқлимӣ, ки истифодаи нақлиёт ва технологияҳои махсусро талаб мекунад, алоқаманд аст. «Бо вучуди мушкилоти муайяне, ки бо топографияи кишвар алоқаманданд, рушди шабакаи нақлиётӣ ба беҳтар гардидани робитаҳои иқтисодӣ ва рушди савдои хориҷӣ мусоидат менамояд, ки ин омили муҳим дар рушди иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошад» [107].

Моделсозии математикӣ дар соҳаҳои гуногуни илм ва техника, ба монанди физика, биология, иқтисод, экология, тиб, сотсиология ва ғайра васеъ истифода мешавад. Дар ҳар яке аз ин соҳаҳо, моделҳои математикӣ ҳамчун воситаи таҳлили маълумот, пешгӯӣ ва қабули қарорҳо нақш мебозанд.

Яке аз вазифаҳои асосии моделсозии математикӣ истифодаи он барои қабули қарорҳо мебошад. «Моделҳои математикӣ имкон медиҳанд, ки вариантҳо ва сценарияҳои гуногунро таҳлил карда, самаранокии онҳоро арзёбӣ кунанд ва ҳалли оптималиро дар шароити захираҳои маҳдуд ва номуайянии интиҳоб намоянд» [106].

Моделсозии математикӣ дар таҳқиқоти илмӣ ва муҳандисӣ нақши калидӣ дошта, таҳлил, пешгӯӣ ва қабули қарорҳоро дар соҳаҳои гуногуни дониш таъмин менамояд. Рушди минбаъдаи ин соҳа, ҳамгирии фанҳои гуногун, таҳияи усулҳо ва равишҳои нав ва амиқтар фаҳмидани системаҳо ва равандҳои мураккабро талаб мекунад.

«Ҳалли масъала ба сохтани маҷмӯи оптималии ансамблҳои ба ҳам нобархӯрдаи қуллаҳои графӣ самтдор оварда мешавад, ки шартҳои додасударо қонеъ мегардонанд. Барои баҳодиҳии сифати маҷмӯи ансамблҳои зикршуда назарияи маҷмӯаҳои носаҳеҳ истифода бурда мешавад. Алгоритми ҳалли масъалаи баррасишаванда пешниҳод шудааст, ки умумисозии алгоритми дар [1, 2, 3] пешниҳодгардида буда, методҳои ҳалли масъалаи чараёни максималиро истифода мебарад. Натиҷаҳои нав ҳам гузориши масъала ва ҳам методи ба масъалаи чараёни максималӣ овардани он мебошанд» [31].

Моделсозии математикӣ аз ибтидои худ то имрӯз роҳро тай кардааст, ки на танҳо рушди илмро тезонида, балки дар такмили технологияҳо, пешгӯии равандҳо ва ҳалли мушкилоти амалӣ саҳми бузург гузоштааст. Рушди минбаъдаи ин методология аз ҳамкориҳои наздики илмҳои гуногун, такмили моделҳои муосир ва истифодаи васеи технологияҳои рақамӣ вобаста хоҳад буд.

«Таҳияи методологияи сохтани системаҳои самараноки тақсимшудаи нақлиётию анборӣ бо идоракунии логистикӣ чараёнҳои бор, аз ҷумла муайян намудани мафҳуми «ғунҷоиши самаранок»-и системаи нақлиётию анборӣ ҳамчун қобилияти қабул ва ба вуҷуд овардани афзоишҳои ногаҳонии чараёнҳо ва таҳқиқи омилҳои, ки ба он таъсир мерасонанд; омӯзиши табиати захираҳои динамикии дохили система, ки дар натиҷаи намудҳои гуногуни идоракунии логистикӣ ба вуҷуд омада, хусусиятҳои демпферии онро ба таври назаррас баланд мебардоранд, инчунин пешниҳоди роҳҳои фаъолгардонии онҳо; таҳияи методологияи истифодаи моделҳои оптимизатсионӣ ва тақлидӣ барои такмили параметрҳои сохторӣ ва технологияи фаъолияти системаҳои нақлиётию анборӣ; муайян намудани принципҳои фаъолияти оқилонаи система дар шароити мавҷудияти парокандагии тасодуфӣ дар истеъмол.

Принципҳои сохтани системаҳои самараноки тақсимшудаи нақлиётию анборӣ бо ҳамкориҳои мутобиқшавандаи унсурҳо, ки ба идоракунии логистикӣ чараёнҳои бор асос ёфтаанд, пешниҳод шудаанд. Табиат ва принципҳои фаъолгардонии захираҳои динамикии чунин системаҳо, ки дар натиҷаи идоракунии мутобиқшаванда ба вуҷуд омада, аз рӯйи вазифа ҷойгузини захираҳои анборӣ мегарданд, таҳқиқ ва асоснок карда шудаанд» [158].

Моделсозии математикии масъалаи нақлиётӣ барномасозии хаттӣ воситаи калидии оптимизатсияи боркашонӣ мебошад. Дар баррасии адабиётҳо вазъи кунунии таҳқиқот дар ин мавзӯ, алалхусус истифодаи усулҳои барномасозии хаттӣ барои оптимизатсияи боркашонӣ баррасӣ карда мешавад. Масъалаи нақлиёт як ҳолати махсуси масъалаи барномасозии хаттӣ мебошад, ки ҳадафи он кам ё зиёд кардани хароҷоти кашондани бор аз

нуқтаҳои истеҳсоли ба нуқтаҳои истеъмолӣ мебошад. Унсурҳои асосии масъалаи нақлиёт манбаъҳо, истеъмолкунандагон, арзиши боркашони ва ҳаҷми мавҷудаи борро дар бар мегиранд. Усулҳои барномасозии хатӣ бо сабаби самаранокӣ ва дақиқии худ барои ҳалли масъалаҳои нақлиёт васеъ истифода мешаванд. Онҳо ба мо имкон медиҳанд, ки хатсайрҳои тақсимооти борҳоро беҳтар карда харочоти нақлиётро кам кунем.

Гузориши қатъии якуми масъалаи нақлиёт ба олими амрикоӣ Хичкок тааллуқ дошта, бинобар ин дар адабиётҳои хориҷа онро баъзан муаммои Хичкок меноманд. Масъаларо бори нахуст математики фаронсавӣ Гаспар Монж ба расмият дароварда буд. Таърихи модели математикии масъалаи нақлиёти боркашонӣ дар асри 19 оғоз ёфт. Соли 1856 математики фаронсавӣ Гаспар Монж усули ҳалли масъаларо дар асоси истифодаи муодилаҳои хатӣ пешниҳод кард. Усули Монж аввалин усули математикии ҳалли масъалаи нақлиётӣ буд ва он то ҳол дар баъзе замимаҳо истифода мешавад. Гаспар Монж дар бораи масъалаи нақлиёт дар қорҳои худ, навиштааст, ки усули ҳалли масъаларо дар асоси истифодаи муодилаҳои хатӣ пешниҳод кардан мумкин аст. Ҷ масъалаи кашондани борҳоро байни ду нуқта баррасӣ мекард. Монж тахмин мекунад, ки арзиши кашондани як воҳиди бор аз як нуқта ба нуқтаи дигар маълум аст. Масъала аз он иборат буд, ки чунин масири нақлиётро пайдо кунем, то арзиши умумии боркашонӣ минималӣ бошад. Монж ин масъаларо бо истифода аз системаи муодилаҳои хатӣ ҳал кард. Вай инчунин тавассути  $x_{ij}$  шумораи воҳидҳои борро, ки аз нуқтаи  $i$ -юм ба нуқтаи  $j$ -юм кашонда мешаванд, нишон дод. Вай инчунин арзиши кашондани воҳиди борро аз нуқтаи  $i$ -юм ба нуқтаи  $j$ -юм тавассути  $c_{ij}$  нишон дод [43, 147].

Дар солҳои 1930 математики амрикоӣ Форрест Уоллес усули нави ҳалли масъалаи нақлиётро пешниҳод кард, ки ба истифодаи масъалаи дугона асос ёфтааст. Масъалаи дугона масъалаи математикӣ мебошад, ки бо масъалаи асосӣ алоқаманд аст ва метавонад барои ҳалли он истифода шавад. Усули Уоллес нисбат ба усули Монж самараноктар буд ва он зуд ба усули стандартии ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ табдил ёфт [43].

«Назарияи хизматрасонии оммавӣ аввал ҳамчун қисми назарияи равандҳои тасодуфӣ инкишоф меёфт, аммо бо пайдоиши назарияи маҷмӯаҳои носаҳеҳ ин назария низ барои таҳқиқи масъалаҳои хизматрасонии оммавӣ истифода бурда шуд. Мавзӯи назарияи хизматрасонии оммавӣ таҳлили системаҳоест, ки барои қонеъ гардонидани талаботи оммавӣ ба хизматрасонии навъи муайян пешбинӣ шудаанд. Ҳадафи он таҳияи методҳое мебошад, ки имконияти баҳодиҳии сифати ташкили раванди ғайриҷамъияти чунин системаҳоро фароҳам меоранд» [30].

Леонид Канторович масъалаи нақлиётро, ки дар адабиёти [69] оварда шудааст, масъаларо дар асоси истифодаи масъалаи дугона пешниҳод кард. Канторович масъалаи кашондани борҳоро байни якчанд нуқтаҳо баррасӣ ва пешниҳод намуд. Вай тахмин мекунад, ки арзиши кашондани як воҳиди бор аз як нуқта ба нуқтаи дигар маълум аст. Масъала аз он иборат буд, ки чунин масири нақлиётро пайдо кунем, то арзиши умумии боркашонӣ минималӣ бошад. Канторович ин масъаларо низ бо истифода аз масъалаи дугона ҳал кард. Масъалаи дугона масъалаи математикӣ мебошад, ки бо масъалаи аслии алоқаманд аст ва метавонад барои ҳалли он истифода шавад. Ӯ нишон дод, ки ҳалли масъалаи дугона, ҳалли оптималии масъалаи нақлиётӣ мебошад. Усули Канторович аввалин усули математикӣ ба ҳалли масъалаи нақлиётӣ буд, ки дугонагиро ба назар мегирифт. Он то ҳол дар баъзе барномаҳо истифода мешавад [66, 67, 68].

Соли 1941 математики бритониёӣ Ч.Ф. Дансиг усули дигари ҳалли масъалаҳои нақлиётро дар асоси истифодаи усули симплекс пешниҳод кард.

Усули Симплекс, усули ҳалли барномасозии хаттӣ буда, он яке аз усулҳои самараноки ҳалли масъалаҳои нақлиёт мебошад. Ин усул дар айни замон васеъ истифодашаванда буда, яке аз усулҳои самараноки ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ ҳисобида мешавад [43].

«Баъзе масъалаи мувозинатӣ таҳқиқ карда мешавад, ки ҳолати хусусии он масъалаи ёфтани нуқтаи Нэши бозии бисёршахсии ғайрикоалитсионӣ мебошад. Алгоритми адабии ҳалли ин масъала тавсиф шудааст. Талабот

нисбат ба масъала муайян карда шудаанд, ки ҳангоми риояи онҳо баҳодиҳии суръати ҳамгароии алгоритм ба ҳалли ягонаи масъала ба даст оварда шудааст. Натиҷаҳои бадастомада барои таҳлили адабии бозиҳои ғайрикоалитсионӣ истифода шудаанд» [38].

Дар адабиёти [83] татбиқи масъалаи дугона оид ба масъалаҳои тақсимот сухан меравад. Татбиқи масъалаи дугона, ба масъалаҳои тақсимот воситаи муҳими назарияи барномасозии хаттӣ мебошад. Масъалаи дугона ба мо имкон медиҳад, ки тафсириҳои муфиди иқтисодӣ ба даст орем, хассосияти ҳалли худро ба тағйирёбии параметрҳо арзёбӣ кунем ва алгоритмҳои ҳалли онро тақмил диҳем. Дар ин замина, масъалаи асосии тақсимот, ки ҳамчун масъалаи нақлиёт маъруф аст ва шакли дугонаи он баррасӣ мешавад. Мақсади таҳқиқот кам кардани хароҷоти боркашонӣ аз якҷанд таъминкунандагон ба якҷанд истеъмолкунандагон мебошад. Истифодаи тағйирёбандаҳои дугона барои арзёбии аҳамияти иқтисодии захираҳо ва талаботҳо, инчунин барои тақмил додани алгоритмҳои ҳалли масъалаҳои нақлиёт кӯмак мекунад.

Яке аз масъалаҳои асосии нақлиётӣ-ин масъалаи нақлиётии бисёриндексӣ мебошад, ки дар адабиётҳои [15, 48, 52, 65, 112, 129] оварда шудааст. Масъалаи нақлиётии бисёриндексӣ ҳамбасти масъалаи нақлиётии классикӣ мебошад, ки дар он якҷанд индексҳо барои шумораи зиёди параметрҳо ва шартҳо ворид карда мешаванд. Чунин масъалаҳо аксар вақт дар системаҳои мураккаби логистикӣ пайдо мешаванд, ки дар онҳо омилҳои васеътарро ба назар гирифтани лозим аст, ба монанди намудҳои гуногуни нақлиёт, якҷанд анборҳои мобайнӣ, давраҳои гуногун ва ғайра. Масъалаҳои бисёриндексии нақлиёт, моделҳои мураккаби системаҳои логистикӣ мебошанд, ки имкон медиҳанд омилҳо ва параметрҳои зиёд ба назар гирифта шаванд. Ҳалли ин гуна масъалаҳо истифодаи усулҳои гуногуни барномасозии математикӣ ва истифодаи воситаҳои пуриқтидори ҳисоббарориро талаб мекунад. Самаранок ҳал намудани масъалаҳои бисёриндексии нақлиёт метавонад равандҳои таъминоти логистикиро хеле беҳтар намуда, хароҷотро кам кунад.

Адабиётҳои [17, 29, 35, 117] оиди оптимизатсияи хатсайрҳои боркашонӣ, раванди банақшагири ва такмил додани хатсайрҳои логистикӣ барои самараноктар кардани кашондани маҳсулот аз ҷиҳати хароҷот, вақт ва захираҳо мебошад, бахшида шудааст. «Ин як қисми муҳими логистика мебошад, ки истифодаи усулҳо ва технологияҳои гуногунро барои кам кардани вақти боркашонӣ ва хароҷоти боркашонӣ, ҳангоми таъмини сатҳи баланди хизматрасонӣ ба мизочон дар бар мегирад» [122].

Оптимизатсияи нақшаи боркашонии ҷӯб дар минтақаи шимолу ғарбии Русия як кори мураккабест, ки омилҳои зиёдеро ба мисли масофа, хароҷоти нақлиёт, мавҷудияти захираҳо, тағйироти мавсимӣ ва дигар маҳдудиятҳои логистикӣ дар бар мегирад, ки дар адабиётҳои [46-56] дар ин бора таҳқиқот анҷом дода шудааст. Барои ҳалли ин масъала аз усулҳои барномасозии хатӣ ва ғайрихаттӣ, барномасозии стохастикӣ ва маҷмуҳои носаҳеҳ истифода бурда шудааст.

«Методи навъи оракулӣ барои минимизатсияи функсияи квазибарҷастаи Липшице ҳангоми мавҷуд будани хатогиҳо дар ҷавобҳои оракул тавсиф шудааст. Метод ба схемаи буришҳо асос ёфтааст, ки дар он ҷустуҷӯи маркази буришҳо ба ҳалли масъалаҳои барномасозии хаттӣ ва квадратӣ оварда мешавад. Дар натиҷа, дар ҳар як итератсия бисёркунҷаи ёрирасон сохта мешавад, ки васеъшавии муайяни он, вобаста ба хатогиҳои оракул, минимуми ҷустуҷӯшавандаро дар бар мегирад. Арзёбии шумораи итератсияҳои муайян карда шудааст, ки барои ёфтани нуқтаи  $\varepsilon$ -минимуми функсияи таҳқиқшаванда заруранд ва ин арзёбӣ аз хусусиятҳои синфи функсияҳои минимизатсияшаванда ва оракул вобаста мебошад. Инчунин, мушаххассозии метод барои функсияҳои барҷаста ва дифференциалшавандаи квазибарҷаста пешниҳод шудааст» [37].

«Дар доираи таъминоти моддӣ нақшаи кашондани воситаҳои моддӣ, ки дар шакли маҷмуи ҷуфтҳои «анбор – истеъмолкунанда» ифода мегардад, инчунин масирҳои интиқоли воситаҳои банақшагирифташуда мавриди омӯзиш қарор гирифтаанд.

Пешбинӣ шудааст, ки нишондиҳандаи эътимоднокии нақшаи интиқоли воситаҳои моддӣ ҳамчун бузургии номуайян муайян карда мешавад. Барои ҳалли масъала равишҳои пешниҳод шудаанд, ки ба назарияи маҷмӯҳои носоҳеҳ, мантиқи носоҳеҳ ва алгоритми хулосабарории носоҳеҳи Мамданӣ асос ёфтаанд.

Нишон дода шудааст, ки навгонии ин равишҳо дар имконияти истифодаи ду ва ё зиёда меъёр ҳангоми банақшагирии интиқоли воситаҳои моддӣ ифода меёбад, дар ҳоле ки моделҳои анъанавии математикӣ одатан танҳо ба як меъёр таъяс мекунад. Муайян гардидааст, ки истифодаи хулосабарории мантиқии носоҳеҳ ҳангоми таҳияи моделҳои системавӣ нисбат ба усулҳои анъанавии математикӣ сатҳи зарурии устуворӣ нисбат ба нодурустӣ ва шаффофияти моделҳоро таъмин менамояд. Қоидаҳои назариявии пешниҳодшуда бо мисоли мушаххас шарҳ дода шудаанд» [150].

Таҳқиқотҳои, ки ба моделсозии шароити боркашонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бахшида шудаанд, метавонанд таҳлили инфрасохтор, шабакаҳои роҳҳо, хусусиятҳои ҳудудӣ ва шароити иқлимиро дар бар гиранд. Ин имкон медиҳад, ки дар вақти тартиб додани моделҳои математикӣ ва усулҳои оптимизатсия хусусиятҳои хоси минтақа ба назар гирифта шаванд. Ҳангоми аз ҷиҳати математикӣ моделсозии масъалаҳои нақлиётӣ ҷанбаҳои экологии боркашониро ба назар гирифтани муҳим аст. Ин баҳодиҳии таъсири муҳити зист, интиҳоби самтҳо ва воситаҳои нақлиётӣ аз ҷиҳати экологӣ самараноктар ва кам кардани партовҳо ва ифлоскуниро ба назар мегирад.

Муаллифи дигар Зак Ю.А. дар адабиёти [59] масъалаҳои қабули қарорҳоро дар шароити маълумоти номуайян бо истифода аз технологияҳои fuzzy баррасӣ мекунад. Истифодаи ин технологияҳо дар таҳлили маълумотҳои носоҳеҳ, оптимизатсия, ва тасмимгирӣ дар системаҳои гуногун метавонад натиҷаҳои беҳтар ба даст орад.

Дар мақолаи дигар Зак Ю.А. [60] усулҳо ва меъёрҳои муқоисаи маҷмӯҳои носоҳеҳро таҳлил мекунад. Мақола ба муқоисаи параметрҳои

мачмӯъҳо бо истифода аз методҳои алгебравӣ ва геометрии истифода карда, барои таҳлилгарон методҳои муфидро фароҳам меорад.

«Таъсири корхонаи асосии шахрсоз ба фаъолияти нақлиёти шахрӣ баррасӣ шудааст, ки ташкили шабакаи мунтазами хатсайрҳоро аз нуктаи назари тавозуни манфиатҳои мусофирон ва соҳибони тичорати нақлиётӣ мушкил мегардонад. Нишон дода шудааст, ки ҷойгиршавии минтақаҳои саноатӣ дар ҳудуди шахр ба бартарии ҳаракатҳои маятникӣ меҳнатӣ таъсир мерасонад, ки онҳо ритми фаъолияти нақлиёти шахрӣ ва топологияи шабакаи хатсайрҳоро муайян менамоянд. Ин шабака бо шумораи зиёди хатҳои радиалӣ ва такроршавии хатсайрҳо тавсиф мешавад. Бо истифода аз таснифоти фазой-замонии ҳолатҳои хизматрасонии нақлиётӣ сокинони шахр, талаботи онҳо ба ҳаракат муайян ва хатсайрҳои нақлиёти шахрӣ низомнок карда шудаанд. Тавсияҳо оид ба оптимизатсияи шабакаи мунтазами хатсайрҳои мусофиркашонӣ дар шаҳри Магнитогорск пешниҳод гардидаанд, ки манфиатҳои мусофирон ва интиқолдиҳандагонро ба назар мегиранд» [97].

Rommelfanger H.J. [5] дар китоби «Entscheiden bei Unschärfe. Fuzzy Decision Support-Systeme» принципҳои системаҳои дастгирии қабули қарор дар шароити номуайяно пешниҳод менамояд. Дар ин асар технологияҳои fuzzy барои оптимизатсия ва ҳалли масъалаҳои қарорگیرӣ дар иқтисод ва техника васеъ шарҳ дода шудаанд.

«Равиши концептуалӣ оид ба арзёбии ҳудудҳои устувории қарорҳои оптималии масъалаҳои тағйирдодашудаи нақлиётӣ дар шароити вазъияти ғавқулодаи миқёси минтақавӣ пешниҳод шудааст. Масъалаҳои ташаккули вариантҳои рақобатпазири ташкили таъминоти моддию техникаи қувва ва воситаҳои Вазорати ҳолатҳои ғавқулодаи Русия ҳангоми бартарафсозии оқибатҳои вазъияти ғавқулода мавриди баррасӣ қарор гирифтаанд.

Равиши пешниҳодшуда метавонад барои ҳалли масъалаҳои амалии марбут ба баланд бардоштани самаранокии системаҳои идоракунии таъминоти моддию техникаи қувва ва воситаҳои Вазорати ҳолатҳои

фавқулодаи Русия ҳангоми бартараф намудани оқибатҳои вазъиятҳои фавқулода аҳамияти муҳим дошта бошад» [149].

Duboi D. ва Prade H. [3] дар китоби «Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications» назарияи маҷмӯъҳои fuzzy ва татбиқи онҳоро дар таҳлили системаҳо баррасӣ мекунад. Ин китоб ба усулҳои асосӣ, ба монанди операторҳои fuzzy ва инчунин истифодаи онҳо дар моделсозии системаҳои динамикӣ равона шудааст.

Chang Y.H. [1] дар мақолаи «Hybrid fuzzy least-squares regression analysis and its reliability measures» усулҳои омехтаи регрессияи fuzzy-ро таҳлил мекунад. Мақола ба татбиқи ин метод барои таҳлили маълумоти номуайян ва боэътимод пешниҳод кардани моделҳо равона шудааст.

Poleshuk O.M. ва Komarov E.G. [5, 6] дар таҳқиқоти худ «New defuzzification method based on weighted intervals» усули нави defuzzification-ро пешниҳод мекунад, ки дар асоси интервалҳои вазноқ сохта шудааст. Ин таҳқиқот усулҳои муосирро барои амалӣ гардонидани методҳои fuzzy пешниҳод менамояд.

«Методи муайян намудани ҷойгиршавии оптималии гиреҳи бисёрнамудии нақлиётӣ-ивазкунӣ дар шабакаи кӯчаю роҳҳои шаҳр пешниҳод шудааст. Таҳлили тағйирёбии шумораи аҳолии шаҳри Волгоград гузаронида шуда, аз рӯйи ноҳияҳои маъмурии шаҳр ҷойгиршавии гиреҳҳои пешниҳодшавандаи бисёрнамудии нақлиётӣ-ивазкунӣ муайян карда шудааст. Модели бисёрнамудӣ сохта шудааст, ки графӣ ҳамворро бо қуллаҳо дар гиреҳҳои бисёрнамудии нақлиётӣ-ивазкунӣ ва робитаҳои нақлиётӣ, ки бо масофаҳо дар шабакаи кӯчаю роҳҳои шаҳр тавсиф мешаванд, ифода менамояд» [96].

«Асоси раванди нақлиётию технологияи комплекси хоҷагии ҷангалро ҷараёнҳои моддӣ ва ҷараёнҳои вобастаи иттилоотию молиявӣ ташкил медиҳанд. Ҷараёнҳои моддӣ дар натиҷаи истеҳсол, интиқол, анборкунӣ ва иҷрои дигар амалиётҳои моддӣ бо ашёи хом, аз корхонаҳои омодаسازیи ҷӯб то истеъмолкунандаи ниҳой ба вучуд меоянд. Ҷустуҷӯи роҳҳои эҳтимолии

баланд бардоштани самаранокӣ ва идоракунии муттасили чараёнҳои моддӣ ҳадафи асосии равиши логистикӣ ба ҳисоб меравад.

Раванди нақлиётию технологии комплекси хочагии ҷангал як низоми мураккаб буда, зерсистемаҳои зеринро дар бар мегирад: корхонаҳои омодаسازی чӯб, нуқтаҳои борфарорӣ ё терминалҳо, корхонаҳои коркарди чӯб, истеъмолкунандагони ниҳонии бор ва шабакаи алоқаҳои нақлиётӣ байни ҳамаи таъминкунандагон ва истеъмолкунандагон. Ҳар яке аз ин зерсистемаҳо бо параметрҳои махсуси фаъолияти худ тавсиф карда мешаванд.

Дар қор модели логистикӣ-математикӣ раванди нақлиётию технологии комплекси хочагии ҷангал пешниҳод шудааст, ки имконияти ҳалли масъалаҳои сатҳи минтақавӣ ва байниминтақавиро фароҳам меорад. Аз ҷумла: интиҳоби масирҳои интиқоли чӯб, интиҳоби таъминкунандагон ва истеъмолкунандагон, муайян намудани ҳаҷми интиқол дар як сол, муайян намудани ҳаҷми интиқол бо тақсимот аз рӯи моҳҳо, инчунин ба ҳисоб гирифтани намудҳои воситаҳои нақлиёт (роҳҳои автомобилгард, роҳи оҳан ва нақлиёти обӣ)» [133].

Tanaka H., Uejima S., ва Asai K. [8] дар мақолаи «Linear regression analysis with fuzzy model» таҳлили регрессияи хаттӣ бо моделҳои fuzzy-ро баррасӣ мекунад. Ин мақола ба имкониятҳои истифодаи методҳои fuzzy барои ҳалли масъалаҳои воқеӣ дар таҳлил равона шудааст.

Пегат А. [115] дар китоби худ «Нечеткое моделирование управления» методҳои моделسازیи fuzzy-ро барои идоракунии системаҳои гуногун пешниҳод мекунад. Китоб намунаҳои муфассали татбиқи системаҳои идоракунии fuzzy-ро фаро мегирад ва барои муҳандисону таҳлилгарон муфид аст.

«Хатҳои чараёндор дар корхонаҳои комплекси саноати ҷангал ва шабакаи механизмҳо, агрегатҳо ва мошинҳои нақлиётӣ ҳаҷм ва сифати муайяни маҳсулотро мутобиқ ба талаботи бозор таъмин менамоянд. Бояд қайд кард, ки қисми зиёди амалиётҳои нақлиётӣ бо коркарди аввалияи ашёи хоми чӯб ба таври инфиродӣ алоқаманд мебошанд, яъне байни хатҳои чараёндор

(масалан, хатҳои буридани танаи дарахт) ва амалиётҳои ҷудокунии навҳо, пӯсттозакунии, интиқол ба сеҳи арракашӣ ва ғайра робитаи зич вучуд дорад.

Дар чунин ҳолат зарур мегардад, ки на танҳо хатҳои ҷараёнҳои буридани танаи дарахт, балки таҷҳизоти ба онҳо пайваст низ ба таври инфиродӣ тарҳрезӣ карда шаванд. Ин таҷҳизот дар аксари ҳолатҳо параметрҳои ғайристандартӣ дошта, метавонад ҳамчун як ҷараёни алоҳида баррасӣ гардад» [46].

## **1.2. Таҳқиқи равандҳои кашондани бор дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар мисоли НБО Роғун.**

Боркашонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон системаи мураккаби бисёрсоҳавӣ буда, барои рушди иқтимоию иқтисодии мамлакат аҳамияти стратегӣ дорад. Мувофиқи таҳқиқоти Мирзоев Ш.М. ва Курбанов А.К., ҳолати муосири инфрасохтори нақлиётӣ бо як қатор мушкилоти ҷиддӣ, ки ҳалли ғаврии онро талаб мекунад, тавсиф карда мешавад. Масъалаҳои ташкили ҷараёни нақлиёт дар шароити татбиқи лоиҳаҳои васеи инфрасохторӣ аҳамияти махсус пайдо мекунад, ки дар байни онҳо сохтмони НБО Роғун яке аз муҳимтарин объектҳои энергетикӣ дар минтақаи Осиёи Марказӣ ҷойгоҳи калидӣ дорад [94].

Тавре Сафаров Х.А. дар монографияи худ қайд мекунад, системаи нақлиёти Тоҷикистон дар шароити беназири ҷуғрофӣ фаъолият мекунад, ки аз аксари минтақаҳои дигари ҷаҳон ба қуллӣ фарқ мекунад. Тақрибан 93% қаламрави кишварро массивҳои кӯҳӣ ишғол мекунад, ки ин барои рушди инфрасохтори нақлиётӣ маҳдудиятҳои ҷиддӣ эҷод мекунад. Қуллаҳои Помир ва Ҳисор, ки ба баландии зиёда аз 7000 метр мерасанд, монеаҳои табииро барои коммуникатсияҳои нақлиётӣ ташкил медиҳанд, ки сохтмони иншооти мураккаби муҳандисӣ нақбҳо, пулҳо ва роҳҳоро талаб мекунад [127].

Тавре ки таҳқиқоти Farahani R.Z. ва ҳамкорони ӯ нишон медиҳанд, сохтмони НБО Роғун ба ташкили боркашонӣ талаботи махсус дорад. Миқёси лоиҳа, ки кашондани миллионҳо тонна масолеҳи сохтмонӣ, таҷҳизоти

калонҳаҷм ва техникаро дар бар мегирад, таҳияи схемаҳои махсуси логистикиро талаб мекунад. Дар айни замон, муносибатҳои анъанавӣ ба ташкили нақлиёт аксар вақт дар шароити релейфи кӯҳии минтақа самаранок нестанд [4].

Тибқи гузориши Бонки Ҷаҳонӣ, инфрасохтори боркашонӣ низ бо як қатор мушкилоти системавӣ рӯ ба рӯ мешавад. Шумораи нокифояи марказҳои муосири логистикӣ, шабакаи дар ҳоли рушдёфтаи терминалҳои боркаш ва анборҳои нигоҳдории муваққатӣ имкониятҳои ташкили самараноки чараёнҳои нақлиётро хеле маҳдуд мекунанд. Махсусан норасоии майдончаҳои махсус барои боркунӣ ва нигоҳдории муваққатии маводи сохтмонӣ дар наздикии объектҳои калони инфрасохторӣ ба назар мерасад.

Тавре ки муҳаққиқони муосир қайд мекунанд, технологияҳои иттилоотӣ дар оптимизатсияи боркашонӣ нақши махсус доранд. Татбиқи системаҳои автоматикунонидашудаи идоракунии чараёни нақлиёт, мониторинги моҳвораии мошинҳои боркаш ва системаҳои электронии гардиши ҳуччатҳо метавонад самаранокии логистикаро ба таври назаррас афзоиш диҳад. Аммо, ин навсозии ҷиддии инфрасохтори телекоммуникатсионӣ ва тайёр кардани кадрҳои баландсифатиро талаб мекунад.

Тавре ки таҳқиқоти байналмилалӣ нишон медиҳанд, рушди кашондани бор дар Тоҷикистон бояд ба ташкили системаи ҳамгирошудаи нақлиёту логистика равона карда шавад. «Чунин система бояд ҳамаи намудҳои нақлиёт, технологияҳои муосири иттилоотӣ ва усулҳои самараноки идоракуниро ба як маҷмааи ягона муттаҳид созад, ки қодир аст ба талаботи иқтисоди миллӣ хизматрасонии боэътимод ва камхарчро таъмин кунад. Дар ин ҳолат бояд ба устувории экологии системаи нақлиёт ва мутобиқшавии он ба тағйирёбии иқлим диққати махсус дода шавад» [122].

Боркашонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон унсури муҳимтарини рушди иқтисодии кишвар, хусусан дар шароити татбиқи лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ мебошад, ки дар байни онҳо сохтмони НБО Роғун ҷойгоҳи махсус дорад. Ташкили самараноки чараёни нақлиёт, интихоби оқилонаи

хатсайрҳои боркашонӣ ва кам кардани хароҷоти логистикӣ вазифаҳои муҳим мебошанд, ки таҳлили ҳамаҷонибаи илмӣ ва таҳияи қарорҳои амалиро талаб мекунанд. Дар даҳсолаҳои охир ин масъалаҳо мавриди таваҷҷӯҳи муҳаққиқон қарор гирифтанд, ки ба оптимизатсияи равандҳои боркашонӣ, аз ҷумла истифодаи усулҳои муосири модели математикӣ, равишҳои гуногуни методологӣ пешниҳод мекунанд.

Системаи нақлиёти Тоҷикистон дар шароити релейфи мураккаби кӯҳӣ фаъолият мекунад, ки ба рушди инфрасохтори нақлиётӣ ва ташкили кашондани бор маҳдудиятҳои ҷиддӣ мегузорад. Массирҳои кӯҳӣ, ки тақрибан 93% қаламрави кишварро ишғол мекунанд, барои сохтмон ва нигоҳдории роҳҳои автомобилӣ монеаҳои ҷиддӣ эҷод мекунанд ва қобилияти кашондани артерияҳои нақлиётро маҳдуд мекунанд. Илова бар ин, Тоҷикистон, ки ба баҳр баромад надорад, аз хатсайрҳои транзитӣ тавассути қаламрави давлатҳои ҳамсоя вобаста аст, ки ин равандҳои логистикиро боз ҳам мушкилтар мекунад. Ин омилҳо махсусан ҳангоми ташкили кашондани борҳои калонҳаҷм ва вазнин, ки барои татбиқи лоиҳаҳои энергетикӣ ва сохтмонӣ, ба монанди НБО Роғун заруранд, ба таври шадид зоҳир мешаванд.

Дар адабиёти илмӣ мушкилоти боркашонии Тоҷикистон дар ҷанбаҳои гуногун баррасӣ мешавад. Мирзоев Ш.М. ва Қурбонов А.К. дар кори худ, ки соли 2021 нашр шудааст, таҳлили комплекси ҳолати муосири инфрасохтори нақлиётӣ ҷумҳуриро анҷом медиҳанд. Муаллифон хусусиятҳои техникӣ ва имкониятҳои истифодаи роҳҳои автомобилӣ ва роҳи оҳанро муфассал омӯхта, рушди нокифояи онҳоро барои таъмини ҳаҷми афзояндаи ҷараёни бор қайд мекунанд. Таҳқиқот ба мушкилоти кашондани маводи сохтмонӣ, ки мушкилоти асосии он арзиши баланди боркашонӣ, бо релейфи мураккаби маҳал вобаста аст ва хароҷоти зиёди вақти боркашонӣ мебошад, диққати махсус медиҳад. Олимони зарурати ҷорӣ намудани усулҳои муосири математикиро барои оптимизатсияи масири ҳаракати борҳо ва тақсими оқилонаи захираҳои нақлиётӣ, ки махсусан барои шароити Тоҷикистон муҳим аст, таъкид менамоянд [94].

«Методикаи пешгӯии омилҳои хавф ба системаи логистикӣ корхонаи ҷангалтайёркунӣ оварда шудааст, ки ба абзорҳои мантиқи носоҳеҳ (усули сценарияҳо) ва моделсозии иқтисодӣ-математикӣ асос ёфтааст. Ҳамчун абзори асосии методологии арзёбии сатҳи пешгӯишавандаи хавфҳои корхонаҳои соҳаи ҷангал, ки дар натиҷаи таъсирҳои ташвишовари омилҳои муҳити беруна ва дохилӣ ба вучуд меоянд, истифодаи назарияи мантиқи носоҳеҳ, ки ба он усули сценарияҳо дохил мешавад, мақсаднок мебошад, зеро он имконият медиҳад номуайянии ҳолати муҳити беруна, инчунин шумораи зиёди омилҳои гуногуни дорои хусусияти сифатӣ ба ҳисоб гирифта шаванд.

Мантиқи носоҳеҳ имконият медиҳад бузургҳои дорои асоси сифатӣ шакли расмӣ гиранд, робитаҳои сабабию натиҷавӣ байни параметрҳои танзимшаванда ва бузургҳои ба онҳо таъсиррасон муайян карда шаванд ва баҳодихии носоҳеҳи вазъият ифода гардад.

Моҳияти назарияи мантиқи носоҳеҳ ба чунин ҳолат оварда мешавад: дар он тағйирёбандаҳои лингвистӣ (ба ҷойи тағйирёбандаҳои оддӣ ададӣ) истифода мешаванд; муносибатҳои оддӣ байни тағйирёбандаҳо бо ёрии изҳороти носоҳеҳ тавсиф карда мешаванд; муносибатҳои мураккаб тавассути алгоритмҳои носоҳеҳ муайян мегарданд» [51].

Сафаров Х.А. дар монографияи худ таҳқиқи амиқи таъсири омилҳои логистикӣ ба рушди иқтисодии Тоҷикистонро анҷом медиҳад. Муаллиф муносибати байни самаранокии боркашонӣ ва нишондиҳандаҳои макроиқтисодиро ба таври мунтазам таҳлил намуда, нишон медиҳад, ки чӣ гуна ташкили ғайримантикӣи равандҳои нақлиётӣ ба талафоти назарраси молиявӣ дар сатҳи миллӣ оварда мерасонад. Бахшҳои қор, ки ба хусусиятҳои таъминоти нақлиётӣ дар минтақаҳои кӯҳии кишвар бахшида шудаанд, тавачҷӯҳи хоса доранд, ки дар он ҷо равишҳои анъанавии логистикӣ аксар вақт бесамар мебошанд. Муаллиф пешниҳод мекунад, ки усулҳои барномасозии хаттиро барои ҳисоб кардани схемаҳои оптималии қашондани бор истифода баранд, ки на танҳо хароҷоти нақлиётро коҳиш медиҳад, балки эътимоднокии ва саривақтии боркашониро баланд мебардорад [127].

Таҳлили корҳои илмӣ мавҷуда имкон медиҳад, ки як қатор мушкилоти мубрами таҳқиқоти боркашонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон беҳтар карда шаванд. Бо вуҷуди шумораи зиёди нашрияҳо дар ин мавзӯ, бисёр таҳқиқотҳо асосан хусусияти тавсифӣ доранд, ки бо муайян кардани мушкилоти мавҷуда ба таҳияи усулҳои мушаххаси ҳалли онҳо маҳдуд карда мешаванд. Тавсияҳои амалӣ оид ба оптимизатсияи равандҳои логистикӣ аксар вақт бо ҳисобҳои дақиқи математикӣ дастгирӣ карда намешаванд ва тамоми мураккабии системаи нақлиёти кишварро ба назар намегиранд. Махсусан норасоии таҳқиқот оид ба таҳияи моделҳои махсуси математикӣ, ки хусусиятҳои беназири боркашониро дар шароити кӯҳии Тоҷикистон ба инобат мегиранд, ба назар мерасад. Усулҳои комплексӣ мавҷуд нестанд, ки таҳлили омилҳои иқтисодӣ, маҳдудиятҳои ҷуғрофӣ, тағирёбии мавсимии дастрасии нақлиёт ва хусусиятҳои ҷараёни борро, ҳангоми татбиқи лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ муттаҳид кунанд.

«Қайд карда шудааст, ки ҳиссаи ангишт дар истеҳсоли ҷаҳонии неруи барқ зиёда аз 36 %-ро ташкил медиҳад. Ин талаботи зиёд ба онро дар иқтисоди муосир тасдиқ менамояд. Норасоии истихроҷи дохилии ангишт тавассути воридот ҷуброн карда мешавад, аз ҷумла дар ҷунин кишварҳо, ба монанди Олмон, Ҷопон, Кореяи Ҷанубӣ, Тайван ва Туркия. Дар баробари ИМА, Канада, Австралия, Индонезия, Нидерландия ва як қатор кишварҳои дигар, Русия низ ба даҳгонаи бузурғтарин содиркунандагони ангишт дохил мешавад. Масъалаҳои интиқоли ангишт барои содирот ва роҳҳои ҳалли онҳо бо мақсади таъмини рақобатпазирии муваффақонаи Русия дар бозорҳои байналмилалӣ баррасӣ шудаанд» [95].

Истифодаи усулҳои барномасозии ҳатӣ барои моделсозии равандҳои боркашонӣ дар Тоҷикистон коркарди амиқи илмиро талаб мекунад. Моделҳои мавҷуда, ки барои минтақаҳои ҳамвор ё системаҳои пешрафтаи нақлиётӣ таҳия шудаанд, на ҳамеша метавонанд бевосита дар шароити Тоҷикистон бидуни мутобиқсозии назаррас истифода шаванд.

Самти ояндадори таҳқиқот, таҳияи моделҳои интегралӣ мебошад, ки усулҳои барномасозии хаттиро бо дигар равишҳои математикӣ, ба монанди назарияи графҳо, усулҳои банақшагирии шабакавӣ ва системаҳои дастгирии қабули қарорҳо омезиш медиҳанд. «Чунин моделҳои мураккаб на танҳо ҷанбаҳои алоҳидаи боркашониро оптимизатсия мекунанд, балки нақшаҳои стратегияи рушди инфрасохтори нақлиётро бо назардошти дурнамои рушди иқтисодии кишвар ва татбиқи лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ таҳия мекунанд» [106]. Таҳқиқотҳое, ки ба таҳияи моделҳои мутобиқшавӣ нигаронида шудаанд метавонанд ба тағйироти шароити беруна, ба монанди тағйирёбии талабот ба хизматрасониҳои нақлиётӣ, тағйирёбии сиёсати тарифӣ ё ҷорӣ кардани хатсайрҳои нави логистикӣ зуд вокуниш нишон диҳанд, аҳамияти махсус пайдо мекунанд.

Таҳлилҳо ва таҳқиқотҳои илмӣ нишон медиҳад, ки аҳамияти масъалаи мутобиқгардонии боркашонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, хусусан дар доираи татбиқи лоиҳаҳои муҳими стратегӣ, ба монанди сохтмони НБО Роғун муҳим аст.

Истифодаи усулҳои барномасозии хаттӣ, ки бо дигар воситаҳои математикӣ пурра карда шудаанд, метавонад омили асосии баланд бардоштани самаранокии равандҳои логистикӣ ва кам кардани хароҷоти нақлиёт, ҳангоми татбиқи лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон гардад. Таҳқиқоти минбаъда дар ин самт бояд ба сохтани моделҳои ба амал нигаронидашуда равона карда шавад, ки метавонанд бевосита аз ҷониби ширкатҳои нақлиётӣ ва хадамоти логистикии корхонаҳои калони саноатӣ истифода шаванд.

«Бунёди НБО Роғун, ки меваи даврони истиқлолият аст барои кишвари соҳибистиклоли мо ба кохи мухташамӣ нур баробар буда, инчунин ба рушди босуръати иқтисодӣ ва ба маротиб беҳтар шудани сатҳи зиндагии шаҳрвандон нақши калидӣ хоҳад гузошт. Аз ҷониби дигар татбиқи лоиҳаҳои дорои аҳамияти миллӣ дар самти энергетика барои расидан ба яке аз ҳадафҳои стратегияи давлат-таъмини истиқлолияти энергетикӣ заминаи мустақаме

фароҳам оварда ҳамчун санги маҳаки номуси миллӣ ба манбаи нуру рӯшноӣ мубаддал хоҳад ёфт» [24].

«Такмили идоракунии раванди нақлиёти ҷангал яке аз захираҳои муҳими баланд бардоштани самаранокии таъминоти нақлиёти истеҳсолоти саноати ҷангал ба ҳисоб меравад. Идоракунии раванди нақлиёти ҷангал, мисли ҳар як истеҳсолоти дигар, ҳалли масъалаҳои банақшагирии дурнамо ва идоракуниро дар бар мегирад.

Системаҳои нақлиёти ҷангал системаҳои логистикӣ мебошанд ва ҳамаи хосиятҳои хоси ба онҳо мансубро доро мебошанд. Равиши идоракунӣ дар чунин системаҳо аз идоракунии муттасили ҷараёнҳои моддӣ иборат аст, ки дар натиҷаи интиқол, анборкунӣ ва иҷрои дигар амалиётҳои моддӣ бо ашёи хоми ҷангал, нимтайёр ва маҳсулоти тайёр ба вучуд меоянд — аз манбаи аввалини ашё то истеъмолкунандаи ниҳоӣ.

Ҳолати муосири корхонаҳои комплекси саноати ҷангал зарурати амиқсозии таҳқиқоти назариявӣ ва пеш аз ҳама таҳияи равишҳои нави банақшагириро тавассути сохтани моделҳои нави раванди интиқол бо дарназардошти хусусиятҳои соҳа талаб менамояд» [48].

Дар маҷмӯъ, таҳия ва амалисозии стратегияи дурусти логистикӣ, ки бо назардошти омилҳои иқтисодӣ, технологӣ ва экологӣ қарор гирад, барои рушди соҳаи кашондани бор ва баланд бардоштани рақобатпазирии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар минтақа ва ҷаҳон аҳамияти калон дорад.

### **Хулосаи боби якум**

Моделсозии математикӣ яке аз усулҳои асосӣ ва васеъ истифодашаванда дар таҳлили масъалаҳои мураккаб ба ҳисоб меравад, ки барои фаҳмидан, пешгӯӣ ва ҳалли масъалаҳои гуногун дар соҳаҳои мухталиф истифода мешавад. Ин таҳқиқот ба истифодаи моделсозии математикӣ ва компютери масъалаҳои нақлиётӣ равона шуда, назария ва татбиқи амалию инноватсионии онро фаро мегирад. Бо дарназардошти рушди босуръати технологияҳои

иттилоотӣ ва афзоиши талабот ба қарорҳои самаранок дар идоракунии низомҳои нақлиётӣ, аҳамияти ин соҳа рӯз то рӯз меафзояд.

Нахуст, дар кори мазкур таърихи моделсозии математикӣ ва таҳаввулоти он баррасӣ гардид. Маълум шуд, ки истифодаи усулҳои моделсозӣ аз қадим то ба имрӯз аз усулҳои одии ҳисоббарорӣ то алгоритмҳои мураккаби рақамӣ, монанди барномасозии ҳаттӣ ва алгоритмҳои зеҳни сунъӣ, такмил ёфтааст. Моделсозӣ ҳамчун воситаи тавоноии илмӣ ба олимони ва муҳандисон имкон медиҳад, ки равандҳои мураккабро фаҳманд ва равандҳои амалӣ барои ҳалли мушкилоти воқеӣ таҳия намоянд.

Дар ин таҳқиқот усулҳои барномасозии ҳаттӣ барои ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ таҳқиқ шуданд. Барномасозии ҳаттӣ яке аз воситаҳои асосии оптимизатсионӣ мебошад, ки ба таҳияи моделҳои муосир ва самаранок равона гардидааст. Бо истифода аз ин методология, масъалаҳое, ки ба банақшагирии роҳҳо, идоракунии тарифҳо ва тақсимоли захираҳо вобастаанд, ҳалли ҳурро меёбанд. Таҳқиқот нишон дод, ки истифодаи барномасозии ҳаттӣ барои ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ, аз қабилӣ оптимизатсияи ҳатсайрҳо, қоҳиши сарбории роҳҳо ва идоракунии ҳаракати нақлиёт, имконияти беҳтарин пешниҳод мекунад.

Таҳлили мавҷуда собит кард, ки истифодаи технологияи рақамӣ дар яқҷоягӣ бо моделсозии математикӣ имкон медиҳад, ки қарорҳои дақиқтар ва стратегӣ қабул карда шаванд. Масалан, истифодаи маълумотҳои калон дар моделсозии нақлиёт ба таҳлили амиқи маълумотҳо мусоидат мекунад.

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон медиҳанд, ки моделсозии математикӣ на танҳо воситаи таҳлилӣ, балки воситаи қавии тасмимگیرӣ дар системаҳои нақлиётӣ мебошад. Ба туфайли ин моделҳо, муассисаҳо метавонанд қарорҳои стратегиро бо назардошти маҳдудиятҳо ва талаботҳо қабул кунанд.

Дар маҷмӯъ, моделсозии математикӣ ва барномасозии ҳаттӣ дар соҳаи нақлиёт на танҳо аҳамияти назариявӣ, балки татбиқоти амалии бузург доранд. Таҳқиқоти мазкур заминаи қавӣ барои рушди минбаъдаи ин соҳа фароҳам меорад ва имконият медиҳад, ки системаи нақлиётӣ бо истифода аз

методологияи самаранок ва ҳалли ададӣ такмил дода шавад. Аз ин рӯ, рушди минбаъдаи таҳқиқот бо истифодаи технологияҳои нав ва усулҳои инноватсионӣ зарур ва муфид мебошад.

## **БОБИ 2. ОПТИМИЗАТСИЯИ РАВАНДҲОИ БОРКАШОНӢ БО УСУЛҲОИ БАРНОМАСОЗИИ ХАТӢ**

### **2.1. Моделсозӣ ва оптимизатсияи равандҳои логистикии боркашонӣ барои НБО Роғун**

Соҳаи нақлиёт дар таъмини рушди устувори иқтисодиёти ҷумҳурӣ мавқеи муҳим дошта, яке аз соҳаи афзалиятноки кишвар маҳсуб меёбад.

«Вазорати нақлиёти кишвар ба мақсади иҷрои саривақтӣ ва сифатноки дастуру супоришҳои Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ, Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ва Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷиҳати таъмини нишондиҳандаҳои макроиқтисодии соҳа ва татбиқи тадбирҳои тарҳрезӣшуда, дар ин давра корҳои муайянеро ба анҷом расониданд» [159].

«Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон намуди асосии нақлиёти хушкгард нақлиёти автомобилӣ мебошад. Аз ҳисоботҳои солонаи Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон бар меояд, дар нимсолаи якуми соли 2018 тавассути ҳама намудҳои нақлиёт 37 млн 430,7 ҳазор тонна бор, аз ҷумла бо нақлиёти автомобилӣ 34 млн 801,5 ҳазор тонна (93,0%), роҳи оҳан 2 млн 628,4 ҳазор тонна (7,0%) ва нақлиёти ҳавоии ватанӣ 780 тонна бо гардиши умумии 3 млрд 6,9 млн. тонна/км зиёд шудааст» [3-М].

Масъалаи нақлиёт яке аз моделҳои асосии иқтисодӣ–математикӣ дар банақшагири ва ташкили қашондани борҳо тавассути роҳи автомобилӣ ба ҳисоб меравад. Ин модел барои муайян намудани нақшаи беҳтарини қашондани бор аз нуқтаҳои истеҳсоли ба нуқтаҳои истеъмолӣ истифода мешавад, то ки хароҷоти умумии нақлиётӣ минималӣ гардад.

Вобаста аз масъала ва стратегияи истеҳсолкунанда, интиҳоби нақлиёт барои расондани маҳсулот иҷро шуда стратегия, ҳаҷми бор ва хатсайри боркашонӣ муайян мешавад. Иловатан, ҷойгиркунии истеҳсолот, хусусиятҳои техникаю истеҳсолии намудҳои гуногуни нақлиёт, доираи муайянкунандаи истифодаи рационалии он, талабот ба истеҳсоли маҳсулот дар нуқтаҳои истеъмолӣ, арзиши боркашонӣ ва ғайра ба эътибор гирифта мешавад.

Масъалаи нақлиёт дар ҳолатҳое ба вучуд меояд, ки зарурати муайян кардани тарзи кашондани бор аз як нукта ба нуктаи дигар мавҷуд бошад. Агар кашондани бор танҳо байни ду нукта амалӣ гардад, дар он сурат бояд роҳи мувофиқ, навъи воситаи нақлиёт ва муҳлати иҷрои боркашонӣ муайян карда шавад. Аммо бо зиёд шудани шумораи нуктаҳо ва ҳачми қабули бор, масъалаи интихоби муносибати байни таъминкунандагон ва истеъмолкунандагон пайдо мегардад. Яъне, зарурати таҳияи схемаи боркашонӣ ба миён меояд.

Моҳияти асосии масъалаи нақлиёт аз муайян кардани варианти оптималии кашондани бор аз таъминкунандагон ба истеъмолкунандагон вобаста ба критерия ё критерияи интихобшуда иборат мебошад. Агар шумораи таъминкунанда ва истеъмолкунанда калон набошад, он гоҳ имкони барзиёди ҳамаи вариантаҳои боркашонӣ дида шуда, байни онҳо муқоиса карда, варианти оптималӣ ёфта мешавад.

Соҳтмони НБО Роғун як лоиҳаи бузурги инфрасохторӣ мебошад, ки татбиқи бомуваффақияти он аз ташкили самараноки боркашонӣ вобаста аст. Дар шароити релейфи мураккаби кӯҳӣ, қобилияти маҳдуди гузариши шабакаи роҳҳо ва зарурати кашондани таҷҳизоти вазнин ва калонҳаҷм, омилҳои муваққатӣ буда, яке аз меъёрҳои асосии арзёбии логистикаи нақлиётӣ мегардад. Таҳлили сарфаи вақти кашондани борҳо барои НБО Роғун имконият медиҳад, ки самаранокии тамоми низоми логистикӣ ба таври амиқ омӯхта шавад ва омилҳое, ки боиси зиёд шудани вақти боркашонии мегарданд, муайян карда шаванд. Дар чараёни чунин таҳлил марҳилаҳои асосии ҳаракати бор — аз омодаسازی ва боркунӣ то борфиристонӣ, фаровардан ва расонидан ба нуктаи таъинот — мавриди омӯзиш қарор мегиранд. Ин раванд барои муайян намудани нуктаҳои логистикӣ, аз ҷумла таъхир дар ҳаракати нақлиёт, норасоии техника, мушкилоти роҳҳо, зиёд будани вақти интизорӣ ва истифодаи ғайрисамараноки захираҳо мусоидат менамояд.

Кашондани маводи соҳтмонӣ, конструксияҳо ва техникаи махсус ба соҳтмони НБО бо як қатор сарфаи зиёди вақт, ки аз омилҳои зиёд иборат аст, алоқаманд мебошад. Пеш аз ҳама, амалиёти боркунӣ ва борфарорӣ таъсири

назаррас доранд, ки истифодаи техникаи махсус ва риояи қатъии чораҳои бехатариро талаб мекунад, алалхусус, ҳангоми кор бо борҳои калонҳаҷм ва вазнин. Ин амалиётҳо метавонанд то 15-20% вақти умумии боркашониро талаб кунанд, хусусан вақте ки сухан дар бораи кашондани бор байни намудҳои гуногуни нақлиёт меравад.

Нақлиёти автомобилӣ дар шароити кӯҳистон, ки инфрасохтори роҳ аксар вақт барои ҳаракати нақлиёти гаронвазн пешбинӣ нашудааст, мушкилоти махсус дорад. Маҳдудиятҳои, ки ба қобилияти борбардории пулҳо вобастаанд, инчунин таъсири омилҳои мавсимӣ, аз ҷумла бориши шадиди барф, лағжиши роҳҳо, сел ва обҳезиҳо, метавонанд раванди кашондани борҳоро душвор гардонид, муҳлати иҷрои боркашониро ба таври назаррас зиёд менамоянд. Дар чунин шароит ҳаракати воситаҳои нақлиёт маҳдуд гардида, дар баъзе мавридҳо басташавии муваққатии роҳҳо низ ба вучуд меояд, ки ин ба таъхири расонидани бор таъсири манфӣ мерасонад.

Ҳамзамон, кашондани борҳои калонҳаҷм ва вазнин, риояи талаботҳои махсуси техникӣ ва бехатариро талаб мекунад. Барои чунин намуди борҳо аксар вақт зарурати ҷалби нақлиёти махсус ва мувофиқа намудани хатсайр бо ҳадамоти роҳу нақлиёт ба миён меояд. Иҷрои ин чорабиниҳо вақти иловагӣ талаб намуда, метавонад муҳлати умумии боркашониро бештар гардонад. Аз ин рӯ, ҳангоми банақшагирии боркашонӣ ба ин омилҳо диққати ҷиддӣ додан зарур аст.

Яке аз масъалаҳои муҳими дигар дар раванди логистика бекористии нақлиётӣ ба ҳисоб меравад, ки асосан бо вақти интизорӣ дар нуқтаҳои истеҳсоли ва истеъмоли вобаста аст. Дар шароити сохтмони НБО Роғун истифодаи нақлиёти роҳи оҳан ва автомобилӣ зарурати ҳамоҳангсозии дақиқи фаъолияти онҳоро ба миён меорад. Дар сурати номувофиқ будани ҷадвалҳои боркашонӣ, ба таъхир афтодани расмиёти иҷозатдиҳӣ ё набудани ҳайати ҳаракаткунандаи озод, раванди кашондани бор метавонад ба мушкилот рӯ ба рӯ шавад. Чунин омилҳо боиси зиёд гардидани вақти умумии боркашонӣ гардида, дар баъзе ҳолатҳо онро то 25–30 фоиз афзоиш медиҳад.

Расмиёти маъмурӣ ва гумрукӣ, махсусан ҳангоми ворид намудани таҷҳизот ва техника аз давлатҳои хориҷӣ, яке аз омилҳои муҳиме ба ҳисоб мераванд, ки ба муҳлати умумии иҷрои корҳои сохтмонӣ ва интиқоли бор таъсири бевосита мерасонанд. Ҳангоми амалӣ намудани лоиҳаҳои бузурги саноатӣ ва энергетикӣ, аз ҷумла барои НБО Роғун, қисми зиёди таҷҳизоти техникӣ, мошинҳои махсус ва конструкцияҳои муҳандисӣ аз хориҷи кишвар ворид карда мешаванд. Аз ин рӯ, раванди барасмиятдарории гумрукӣ ва иҷрои талаботи маъмурӣ аҳамияти махсус пайдо мекунад.

Илова ба оптимизатсияи хатсайрҳо ва равандҳои логистикӣ, вазъи инфрасохтори нақлиётӣ ба нишондиҳандаҳои муваққатии боркашонӣ барои НБО Роғун таъсири назаррас мерасонад. Аз ҷумла, таҳлили шабакаи роҳҳо дар минтақаи сохтмон зарурати навсозии роҳҳои калидиро, аз ҷумла тақвияти сохтмонҳои пулӣ ва васеъ кардани қисми роҳро дар қитъаҳои серодам ошкор кард. Набудани шоҳроҳҳои муосир, ки ба стандартҳои байналмилалии кашондани борҳои вазнин мувофиқат мекунанд, боиси коҳиши маҷбурии суръати ҳаракати нақлиёт, афзоиши истеъмоли сӯзишворӣ ва дар натиҷа афзоиши сарфаи вақт мегардад. Дар ин замина, ҳамкорӣ бо ширкатҳои байналмилалии нақлиётӣ, ки таҷрибаи татбиқи чунин лоиҳаҳоро дар шароити мураккаби ҷуғрофӣ доранд, самти ояндадор мебошад.

Чанбаи дигари муҳим, ки ба баррасии муфассал ниёз дорад, вобастагии мавсимии боркашонӣ мебошад. Хусусиятҳои иқлими минтақаҳои кӯҳӣ, ки дар он ҷо сохтмони НБО Роғун идома дорад, ба тағйирёбии назарраси дастрасии нақлиётӣ дар тӯли сол оварда мерасонад. Масалан, дар фасли баҳор обшавии барф ва обхезиҳо метавонанд қитъаҳои алоҳидаи роҳҳоро пурра банд кунанд, дар ҳоле ки барфҳои зимистона барои тоза кардани роҳҳо ҷалби техникаи иловагии махсусро талаб мекунад. Ин омилҳо бояд ҳангоми банақшагирии дарозмуддати чараёни бор ба назар гирифта шаванд, ки таъсиси хатсайрҳои захиравии мавсимӣ ва ташаккули захираҳои стратегии маводи муҳим дар майдони сохтмон пеш аз фарорасии давраҳои номусоиди обу ҳаворо пешбинӣ мекунанд.

Масъалаи ҳамоҳангсозии байни иштирокчиёни гуногуни раванди нақлиёт ба диққати махсус сазовор аст. Тавре ки таҷриба нишон медиҳад, қисми зиёди талафоти вақт аз сабаби ҳамкориҳои нокифояи самаранок байни борфиристонандагон, интиқолдиҳандагон, ширкатҳои экспедиторӣ ва хадамоти қабул дар сохтмон ба амал меояд. Татбиқи платформаи ягонаи рақамӣ барои идоракунии занҷирҳои таъминот метавонад мубодилаи ғаврии иттилоотро байни ҳамаи пайвандҳои занҷири логистикӣ таъмин намуда, равандҳои гардиши ҳуччатҳоро автоматӣ кунад ва таъхирҳои маъмуриро ба таври назаррас коҳиш диҳад.

Таҷрибаи татбиқи чунин лоиҳаҳо собит менамояд, ки истифодаи чунин системаҳо метавонад вақти мувофиқасозӣ ва ҳамоҳангсозии равандҳоро то 30–40 фоиз кам намояд. Дар натиҷа, вақти умумии сохтмон чандин моҳ сарфа гардида, самаранокии иҷрои корҳои сохтмонӣ баланд мегардад.

Самти ояндадори такмили логистикаи нақлиётӣ – ин рушди парки махсуси воситаҳои нақлиёт мебошад. Платформаҳо, ки одатан барои кашондани борҳои вазнин истифода мешаванд, аксар вақт ба талаботи боркашонии кӯҳӣ пурра ҷавобгӯ нестанд. Таҳия ва ҷорӣ кардани нақлиёти махсус бо хусусиятҳои такмилёфтаи кашондан, системаҳои тормози мутобиқшуда ва ҳаракати баланд имкон медиҳад, ки суръати миёнаи ҳаракат дар қисматҳои мураккаби роҳ зиёд карда шавад. Дар баробари ин, масъалаи таъсиси марказҳои хизматрасонии нақлиёти махсус дар тӯли хатсайрҳои калидӣ, ки вақти бекоршавии вобаста ба нигоҳдорӣ ва таъмиро коҳиш медиҳад, бояд баррасӣ карда шавад.

Дар муддати дароз ҳалли мушкилоти нақлиётӣ НБО Роғун метавонад бо рушди усулҳои алтернативии кашондани борҳо алоқаманд бошад. Аз ҷумла, барои категорияҳои муайяни мавод ва таҷҳизот истифодаи кашондан бо чархболҳо, хусусан дар марҳилаҳои ниҳонии сохтмон, вақте ки кашондани ғаврии ҷузъҳои муҳим зарур аст, баррасӣ карда мешавад. Гарчанде, ки ин усули боркашонӣ сарфи назаррасро дар бар мегирад, дар баъзе ҳолатҳо он

метавонад аз ҳисоби фоидаи назарраси вақт аз ҷиҳати иқтисодӣ асоснок бошад.

Самти дигари ояндадор-ин рушди нақлиёти дарёӣ тавассути магистрالي наздиктарини киштигард бо боркашонии минбаъдаи автомобилӣ мебошад, ки ин махсусан барои конструкцияҳои калонҳаҷм ва кашондани онҳо тавассути роҳҳои автомобилӣ бо мушкилоти калонтарин алоқаманд аст, муҳим мебошад.

Ҷанбаи муҳимтарини оптимизатсияи муваққатии боркашонӣ омили инсонӣ боқӣ мемонад. Таҳассуси ронандагони нақлиёти махсус, доништани хусусиятҳои хатсайрҳои кӯҳӣ ва қобилияти воқуниши ғаврӣ ба ҳолатҳои ғайридавлатӣ бевосита ба суръат ва бехатарии кашондани борҳо таъсир мерасонад. Дар робита ба ин, ташкили системаи омӯзиши доимии кормандон, ки ҳам омодагии ибтидоӣ ва ҳам тақмили мунтазами таҳассусро бо назардошти таҷрибаи ҷамъшуда дар бар мегирад, аҳамияти махсус дорад. Дар баробари ин, ҷорӣ намудани системаи самараноки ҳавасмандгардонӣ, ки интиқолдиҳандагонро ба риояи ҷадвалҳои боркашонӣ безарар ба бехатарии ҳаракат ҳавасманд мекунад, зарур аст.

«Дар марҳилаи муосири рушди иқтисоди бозорӣ зарурати таҳияи равишҳои нави ташкили интиқоли ашёи хоми ҷангал ба миён омадааст, ки ба баланд бардоштани самаранокии раванди нақлиётию технологияи он равона карда шудаанд. Дар ин робита, самти махсусан мубрам масъалаҳои логистикаи нақлиётӣ ба ҳисоб меравад.

Мавзӯи логистикаи нақлиётӣ маҷмӯи масъалаҳои банақшаگیرӣ ва идоракуниро дар бар мегирад, ки ба ҳаракати борҳои ҷангал бо истифодаи намудҳои гуногуни нақлиёт алоқаманд мебошанд, аз ҷумла: таъмини мутобиқати техникӣ ва технологияи иштирокчиёни раванди нақлиёт, ҳамоҳангсозии манфиатҳои иқтисодии онҳо; таъмини ягонагии технологияи хоҷагии нақлиётию анборӣ; банақшагирии якҷояи равандҳои истеҳсолӣ, нақлиётӣ ва анборӣ; интихоби навъи воситаи нақлиёт; интихоби навъи мушаххаси воситаи нақлиёт; муайян намудани масирҳои оқилона; интихоби интиқолдиҳанда ва экспедитор» [52].

Ҳамин тариқ, муносибати комплексӣ ба ҳалли масъалаи нақлиётии НБО Роғун аз рӯи критерияи вақт бояд на танҳо ҷанбаҳои техникӣ ва технологӣ, балки ҷорабиниҳои ташкилӣ, кадрӣ ва инфрасохториро низ дар бар гирад. Татбиқи тадбирҳои пешниҳодшуда сармоягузорию назаррас ва амалҳои ҷамоҳангшудаи ҷамаи иштирокчиёни лоиҳаро талаб мекунад, аммо таъсири эҳтимоли дар шакли кам кардани мӯҳлати сохтмон ва кам кардани хароҷоти умумӣ чунин сармоягузориҳоро комилан асоснок мекунад. Таҳқиқоти минбаъда дар ин самт метавонад ба таҳияи моделҳои математикӣ барои пешгӯии сарфаи вақт дар сценарияҳои гуногуни ташкили боркашонӣ, инчунин таҳлили муқоисавии таҷрибаи байналмилалӣ татбиқи лоиҳаҳои монанд дар шароити муқоисашавандаи ҷуғрофӣ равона карда шавад.

Дар бисёр таҳқиқотҳои соҳаи барномасозии математикӣ, масъалаи нақлиёт ҳамчун яке аз масъалаҳои классикӣ баррасӣ мешавад. Ин масъала одатан дар шакли модели барномасозии хаттӣ ифода мегардад, ки ҳадафи он ёфтани нақшаи оптималии боркашонӣ аз нуқтаҳои истехсолӣ ба нуқтаҳои истеъмоли бо хароҷоти камтарин ё вақти камтарин мебошад [20-28], [40-51].

Маҷмӯи нуқтаҳои истехсолӣ  $m$  ( $A_1, A_2, \dots, A_m$ ), ки мувофиқан ҳаҷми захираи  $a_i$  – ро ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) дорад ҳамчун манбаи асосии таъминот дар модели масъалаи нақлиёт баррасӣ мегардад.

Маҷмӯи нуқтаҳои истеъмолиро бо  $n$  ( $B_1, B_2, \dots, B_n$ ), ки мувофиқан талаботҳои  $b_j$  – ро ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) дорад ишора мекунем.

Матритсаи тарифҳои нақлиётӣ  $C = \{c_{ij}\}$ , ки дар он ҳар як элементи  $c_{ij}$  хароҷоти хоси боркашонии воҳиди маҳсулотро аз нуқтаи истехсолии  $i$ -юм ба нуқтаи истеъмолии  $j$ -юм муайян мекунад.

Миқдори маҳсулоти аз нуқтаи  $A_i$  ба нуқтаи  $B_j$  кашондашавандаро бо  $x_{ij}$  ишора мекунем.

Он гоҳ, функсияи мақсад чунин намуд дорад:

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.1.1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.1.2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.1.3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (2.1.4)$$

«Фарз карда мешавад, ки шартҳои мувозинатӣ иҷро мегардад

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad (2.1.5)$$

яъне ҳаҷми умумии талабот ба миқдори умумии маҳсулоти истехсолшаванда, баробар бошад. Ҳангоми иҷрои шартҳои мувозинатӣ, масъалаи нақлиёт пӯшида номида мешавад» [108].

Агар шартҳои (2.1.5) иҷро нагардад, он гоҳ вобаста аз ҳолати вайроншавии шартҳои мувозинатӣ иловатан нуқтаҳои сунъӣ борфиристонӣ ё борқабулкунӣ бо арзиши нулӣ, дохил карда мешавад.

Маълумоти ибтидоии масъалаи нақлиёт дар шакли ҷадвали зерин, пешниҳод карда мешавад.

**Ҷадвали 2.1.1. – Ҷадвали таъминот бо критерияи арзиш**

$b_j$	$b_1$	...	$b_j$	...	$b_n$
$a_i$	$c_{i1}$	...	$c_{ij}$	...	$c_{in}$
$a_1$	$x_{11}$	...	$x_{1j}$	...	$x_{1n}$
...	...	...	...	...	...
$a_i$	$x_{i1}$	...	$x_{ij}$	...	$x_{in}$
...	...	...	...	...	...
$a_m$	$x_{m1}$	...	$x_{mj}$	...	$x_{mn}$

Нақшаи боркашонии  $X=\{x_{ij}\}$  - ро муайян мекунем, ки маҳдудиятҳои (2.1.2), (2.1.3) ва шартҳои (2.1.4) - ро қаноат мекунад, ва функсияи мақсад (2.1.1) ба минимум мерасад.

Ҳамин тариқ, модели математикии масъалаи нақлиёт ба шакли масъалаи барномасозии хаттӣ оварда мешавад. Яке аз хусусиятҳои муҳими чунин масъалаҳо, аз ҷумла масъалаи нақлиёт, дар он ифода меёбад, ки шумораи тағйирёбандаҳои номаълум одатан аз шумораи муодилаҳо, ки маҳдудиятҳоро муайян мекунанд, зиёд мебошад. Дар ҳолате ки шумораи муодилаҳо ба шумораи номаълумҳо баробар бошад, масъала танҳо як ҳалли имконпазир дошта, хусусияти одӣ мегирад. Ин ҳолат бештар дар масъалаҳои сода, масалан ҳангоми мавҷуд будани танҳо як таъминкунанда ва як истеъмолкунанда мушоҳида мешавад.

Аммо агар шумораи номаълумҳо аз шумораи муодилаҳо зиёд бошад, маҷмӯи ҳалли имконпазир хеле калон мегардад. Дар чунин шароит вазифаи асосӣ аз байни ҳамаи ҳалли имконпазир интихоб намудани он ҳалле мебошад, ки на танҳо ҳамаи маҳдудиятҳоро қонеъ созад, балки қимати беҳтарини функсияи мақсаднокро низ таъмин намояд. Маҳз ҳамин хусусият ба масъалаҳои барномасозии хаттӣ мазмуни оптимизатсионӣ ва экстремалӣ мебахшад.

Масъалаи нақлиёт яке аз шаклҳои хусусии масъалаи умумии барномасозии хаттӣ ба ҳисоб меравад. Аз ин рӯ, барои ҳалли он метавон аз усулҳои гуногуни барномасозии хаттӣ истифода бурд. Аз ҷумла, усулҳои универсалӣ, ба монанди методи симплексӣ ва усули зарбкунандаҳои ҳалкунанда, барои ёфтани ҳалли масъала мувофиқ мебошанд. Бо вучуди ин, барои масъалаҳои нақлиётӣ бештар методҳои махсуси соҳавӣ истифода мешаванд, ки махсус барои содда ва самаранок гардондани равандҳои ҳисоббарорӣ таҳия шудаанд.

Методҳои ҳалли масъалаҳои нақлиётиро шартан ба ду гурӯҳ ҷудо мекунанд. Ба гурӯҳи аввал методҳои дохил мешаванд, ки равандро аз ёфтани ҳалли имконпазир оғоз менамоянд, яъне аввал чунин нақшаи тақсимот муайян

карда мешавад, ки ҳамаи маҳдудиятҳои масъала иҷро гарданд. Баъд аз ин, оптималӣ будани ҳалли бадастомада санҷида мешавад ва агар он оптималӣ набошад, тадричан тақмил дода шуда, ба ҳалли беҳтарин оварда мерасад. Ба ин гурӯҳ методи пайдарпай беҳтар намудани нақша, методи тақсимкунанда ва шаклҳои тақмилёфтаи онҳо, аз ҷумла методи потенциалҳои Л.В. Канторович дохил мешаванд [68-70].

Ба гурӯҳи дуюм методҳои мансубанд, ки дар онҳо пеш аз ҳама ҳалли ба шартҳои оптималӣ наздик ҷустуҷӯ карда мешавад. Дар ин усулҳо раванд бо роҳи тадричан мутобиқ сохтани тақсимот ба маҳдудиятҳои имконпазирӣ анҷом меёбад ва ҳамзамон шартҳои оптималӣ нигоҳ дошта мешавад. Ба ин гурӯҳ методи зарбкунандаҳои ҳалкунанда, методи рентаи дифференциалӣ ва баъзе усулҳои пайдарпай тақмил додани нақша шомил мебошанд.

Барои ҳалли муаммои идоракунии хароҷот дар нақлиёти автомобилӣ масъалаи барномасозии ҳаттӣ васеъ татбиқ карда мешавад. Яке аз масъалаи паҳн шудаи барномасозии математикӣ – ин масъалаи нақлиёт мебошад. Ҳангоми ҳалли масъалаи барномасозии ҳаттӣ пеш аз ҳама мақсад ин ташаккули системаи идоракунанда мебошад. Сипас, миқдоран системаи маҳдудиятҳо аз рӯи захираҳо ташаккул меёбад. Баъди муайян кардани функсияи мақсад ва навишти системаи маҳдудиятҳо ҳалли оптималӣ ёфта мешавад. Азбаски дар масъалаҳои нақлиётии барномасозии ҳаттӣ шумораи номаълумҳо аз шумораи муодилаҳо калон аст ва ҳалли аналитикии он амалан имконнопазир мебошад.

Ҳамин тавр, масъалаи нақлиёт ба минимизатсияи суммаи хароҷоти (2.1.1), ҳангоми шартҳои (2.1.2)-( 2.1.4) оварда мешавад.

Дар масъалаи нақлиёт талаб карда мешавад, ки нақшаи боркашонӣ тартиб дода шавад, ки он бо сарфи минималӣ (яъне, ҳангоми хароҷоти умумии минималӣ) талаботи ҳамаи нуқтаҳои истеъмолиро аз ҳисоби амаликунии ҳамаи нуқтаҳои маҳсулот истеҳсолоткунанда таъмин намояд. Ба ҷои нуқтаҳои истеҳсолот ва истеъмолот, мувофиқан нуқтаҳои фиристонанда ва таъинотро дида баромадан мумкин аст.

Масъалаи нақлиёт -ин масъалаи тартиб додани нақшаи боркашонии маҳсулоти якҷинсаро аз нуқтаи истехсолӣ ба нуқтаи истеъмолӣ бо истифодаи воситаҳои нақлиётии типҳои гуногун, ки амалишавиаш бояд хароҷоти минималии нақлиётро таъмин намояд, мебошад.

**Теорема 2.1.1.** *Масъалаи нақлиёт ҳал дорад, фақат ва фақат дар он ҳолате, ки агар шартҳои мувозинатӣ байни захираҳои мавҷуда ва талабот ба онҳо иҷро карда шавад. (2.1.5) [24].*

**Теорема 2.1.2.** *Барои системаи муодилаҳои мувозинатӣ (балансӣ) (2.1.2) (2.1.3), ки масъалаи классикии нақлиётро ҳангоми иҷрои шартҳои (2.1.5) иҷода мекунад, ранги матритсаи система ба  $r$  баробар аст:  $r=m+n-1$ .*

Нақшаи такаҷоғи масъалаи нақлиёт бояд маҳз  $m + n - 1$  боркашонии ғайринули дошта бошад. Агар зиёд бошад, нақшаи ғайританазулёфта, агар камтар бошад, таназулёфта аст.

Таҳқиқотҳо нишон медиҳанд, ки ҳангоми ташкили равандҳои боркашонӣ бо зиёд гардидани масофаи интиқол ҳаҷми хароҷот низ меафзояд. Сабаби асосии ин ҳолат дар он аст, ки қисми зиёди хароҷоти умумиро хароҷотҳои тағйирёбанда ташкил медиҳанд, ки бевосита ба масофаи тайкардаи воситаҳои нақлиёт вобаста мебошанд. Ба чунин хароҷот масрафи сӯзишворӣ, хароҷоти таъмир, барқарорсозии фарсудашавии техника ва дигар хизматрасониҳои техникӣ дохил мешаванд.

Аз ин рӯ, гузориши масъалаи муайян намудани нақшаи оптималии боркашонӣ бо минимуми хароҷот аз ҷиҳати иқтисодӣ асоснок ба ҳисоб меравад. Ҳангоми ҳалли чунин масъалаҳо инчунин ба назар гирифтани намуд ва хусусиятҳои воситаҳои нақлиёти автомобилӣ аҳамияти муҳим дорад, зеро интиҳоби дурусти онҳо метавонад самаранокии интиқолро баланд бардошта, хароҷотро коҳиш диҳад.

«Барои муайян кардани ҳалли оптималии масъалаи нақлиёт, инчунин якҷанд методҳо коркард гардидаанд: потенциалҳо, венгерӣ ва дигарҳо, вале аз ҳама паҳншудааш методи потенциалҳо мебошад. Моҳияти ин метод аз рӯи принцип ба симплекс – метод монанд аст. Аввал ҳалли базисии имконпазир

муайян карда мешавад (масалан, методи арзиши минималӣ), пас онро то ҳосил кардани ҳалли оптималӣ беҳтар кардан мегиранд. Ин метод ба теоремаи зерин асос карда шудааст» [108]:

**Теорема 2.2.3** *Агар барои ягон ҳалли базисии имконпазири  $x^* = \{x_{ij}\}$  –и масъалаи нақлиёт чунин ададҳои*

$$u_1, u_2, u_3, \dots, u_m, \quad \text{ва} \quad v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$$

*мавҷуд бошанд, ки*

$$v_n - u_m = c_{ij} \quad \text{барои боркашонии базисӣ} (x_{ij} > 0); \quad (2.1.6)$$

$$v_n - u_m \leq c_{ij} \quad \text{барои тағйирёбандаҳои озод} (x_{ij} = 0); \quad (2.1.7)$$

*барои ҳамаи  $i = 1, 2, \dots, m$  ва  $j = 1, 2, \dots, n$ , қаноат кунонад, он гоҳ  $x^* = \{x_{ij}\}$  – ҳалли оптималии масъалаи нақлиёт мебошад.*

*Ададҳои  $u_m$  ва  $v_n$ , мувофиқан потенциалҳои нуқтаҳои борфиристонӣ ва борқабулкунӣ номида мешаванд.*

### **Исботи шарти зарурӣ:**

Фарз мекунем, ки  $x_{ij}$  ҳалли оптималӣ аст. Ҳамин тавр, бояд шартҳои оптималӣ иҷро шаванд.

1. Барои ҳалли оптималӣ, функсияи мақсад  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$  бояд минималӣ

бошад, ки бо назардошти маҳдудиятҳо иҷро мегардад:

Ҳамаи талаботҳо ва пешниҳодҳо иҷро шуда бошанд:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad \forall i, \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad \forall j.$$

$x_{ij} \geq 0$ , яъне ҳалли ғайриманфӣ аст.

2. Мувофиқи назария дар масъалаҳои хаттӣ, барои оптималӣ будани ҳалли масъалаи асосӣ бояд шартҳои зерин иҷро шаванд:

Барои  $x_{ij} > 0$ , бояд  $v_n - u_m = c_{ij}$  (яъне, шарти (2.1.6)).

Барои  $x_{ij} = 0$ , бояд  $v_n - u_m \leq c_{ij}$  (яъне, шарти (2.1.7)).

3. Азбаски  $x_{ij}$  – ҳалли оптималӣ аст, потенциалҳои  $u_i$  ва  $v_j$  вуҷуд дошта ба ин шартҳо ҷавобгӯ бошанд. Дар акси ҳол, ҳалли оптималӣ таъмин намешавад.

**Хулоса:** Агар  $x_{ij}$  – ҳалли оптималӣ бошад, пас чунин  $u_i$  ва  $v_j$  вуҷуд доранд, ки шартҳои (2.1.6) ва (2.1.7)-ро қонеъ мекунанд. Ин шарт зарурӣ мебошад.

## 2. Исроти шартҳои кифоягӣ:

Фарз мекунем, ки ададҳои  $u_i$  ва  $v_j$  мавҷуданд, ки барои онҳо шартҳои (2.1.6) ва (2.1.7) иҷро мешаванд. Нишон медиҳем, ки  $x_{ij}$  – ҳалли оптималӣ аст.

1. Барои шартҳои  $x_{ij} > 0$  (2.1.6) иҷро мешавад:

$v_n - u_m = c_{ij}$  маънои онро дорад, ки ҷуфти «манбаъ-таъинот» бо оптималӣ будани арзиши  $c_{ij}$  алоқаманд аст ва ягон ҳалли дигар наметавонад функционали мақсадро беҳтар созад.

2. Барои  $x_{ij} = 0$ , шартҳои (2.1.7) иҷро мешавад:

$v_n - u_m \leq c_{ij}$  маънои онро дорад, ки илова кардани  $x_{ij} > 0$  ба ҳалли имконпазир функсияи мақсадро беҳтар мекунад, зеро арзиши  $c_{ij}$  барои чунин ячейкаҳо бузургтар аст.

3. Азбаски  $u_m$  ва  $v_n$  шартҳои (2.1.6) ва (2.1.7)-ро иҷро мекунанд, функсияи мақсад дар шароити маҳдудиятҳо минимум мегардад. Ин маънои онро дорад,  $x_{ij}$  ҳалли оптималӣ аст.

**Хулоса:** Агар  $u_m$  ва  $v_n$  мавҷуд бошанд, ки шароитҳои (2.1.6) ва (2.1.7)-ро қонеъ кунанд, пас  $x_{ij}$ -ҳалли оптималӣ мебошад. Ин шартҳои кифоягӣ аст.

Акнун як масъалаи мушаххасро дида мебароем.

Соли 2019 барои сохтмони НБО-и Роғун сементи ба сулфаттобовар аз ду заводи сементбарории Тоҷикистон яъне ҚСҚ «Сементи тоҷик» ва ҚДММ «Моҳир Семент» ба чор анбори НБО-и Роғун кашонда мешавад. Миқдори борҳои аз нуқтаҳои сементистехсолкунанда ҚСҚ «Сементи тоҷик» 135671 тонна ва ҚДММ «Моҳир Семент» 44098 тонна мебошад. Ин маҳсулотҳои якҷинса дар чор анборҳои НБО Роғун мувофиқан 59640, 45393, 39811, 34925

тонна захира карда шудааст. Талаб карда мешавад, ки модели математикии арзиши минималии кашондани бор муайян карда шавад.

Арзиши кашондани як тонна маҳсулоти якҷинса (семент) аз ҶСК «Сементи тоҷик» ва аз ҶДММ «Моҳир Семент» ба НБО Роғун дар ҷадвали 2.1.2 овардашудааст (маълумотҳо аз идораи НБО Роғун пешниҳод шудааст).

### Ҷадвали 2.1.2. – Ҷадвали таъминот бо критерияи арзиш

Пунктҳо	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	Захираҳо
$A_1$	70	65	68	75	135671
$A_2$	90	110	95	100	44098
Талаботҳо	59640	45393	39811	34925	179769

Бо методи кунҷи шимолу ғарб, нақшаи аввалаи боркашониро дар масъалаи нақлиёт, ки бо матритсаи боркашонӣ дода шудааст (ҷадвали 2.1.3), меёбем. Пуркунии ҷадвалро аз кунҷи шимолу ғарб оғоз мекунем.

### Ҷадвали 2.1.3 – Нақшаи таъминоҳии якуми масъалаи нақлиёт

$A_i \backslash B_j$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	Захира
Сементи тоҷик	- 70 59640	65 45393	+ 68 30638	75 0	135671
Моҳир Семент	+ 90 0	110 0	- 95 9173	100 34925	44098
Талабот	59640	45393	39811	34925	179769

Ҳамин тавр, нақшаи аввалаи кашондани бор ҳосил карда шуд. Ин ҷо, инчунин шумораи пунктҳои борфиристонӣ  $m = 2$  ва шумораи нуқтаҳои борқабулкунӣ  $n = 4$  мебошанд. Бинобар ин, ҳалли базисии масъала бо ададҳои муайян карда мешаванд, ки дар каткакҳои пуршуда сабт шудаанд:  
 $2 + 4 - 1 = 5$ .

Моделҳои математикии арзиши минималии кашондани бор чунин намуд дорад:

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 70 \cdot 59640 + 65 \cdot 45393 + 68 \cdot 30638 + 100 \cdot 34925 + \\ + 95 \cdot 9173 = 4174800 + 2950545 + 2083384 + 871435 + 3492500 = 13572664$$

Потенциалҳоро меёбем. Барои ҳар як катакчаҳои базисӣ муодилаи  $v_j - u_i = c_{ij}$  тартиб медиҳем ва  $u_1 = 0$  фарз карда, ҳосил мекунем:

$$v_1 - u_1 = 70; v_2 - u_1 = 65; v_3 - u_1 = 68; v_3 - u_2 = 95; v_4 - u_2 = 100; \\ u_1 = 0; v_1 = 70; v_2 = 65; v_3 = 68; u_2 = -27; v_4 = 73;$$

Барои ҳар як катакчаи ҳолӣ, баҳоҳои нисбиро аз формулаи  $\gamma_{ij} = v_j - u_i - c_{ij}$  истифода карда, ҳисоб мекунем:

$$\gamma_{14} = v_4 - u_1 - c_{14} = 73 - 0 - 75 = -2;$$

$$\gamma_{21} = v_1 - u_2 - c_{21} = 70 + 27 - 90 = 7;$$

$$\gamma_{22} = v_2 - u_2 - c_{22} = 65 + 27 - 110 = -18.$$

Баҳоҳои нисбиро таҳлил менамоем. Агар ҳама  $\gamma_{ij} \leq 0$  бошад, он гоҳ мувофиқи теоремаи дар боло овардашуда ҳал оптималӣ аст, агар  $\gamma_{ij} > 0$  бошад, он гоҳ ба ҳалли базисии нав мегузарем.

Азбаски байни ададҳои  $\gamma_{ij}$  ададҳои мусбат мавҷуд аст, он гоҳ ҳалли базисии ҳосилшуда оптималӣ нест ва бояд ба ҳалли базисии нав гузарем.

Барои ин, аз байни ададҳои  $\gamma_{ij}$  адади мусбати калонтаринашро интихоб карда, ба ин катакчаи ҳолӣ аломати «+» ва ба ҳама боқимонда катакчаҳо бо навбат аломатҳои «-» ва «+» гузошта мешавад, яъне дар қадами аввал катакчаи ҳолӣ (бе бор) ба сикли катакчаҳои бордор ҳамроҳ карда мешавад. Хурдтарин аз ададҳои  $x_{ij}$ , ки дар катакчаҳои минусӣ истодаанд, дар як вақт ин адад ба ададҳои илова карда мешаванд, ки дар катакчаҳои плюсий истодаанд ва аз ададҳои дар катакчаҳои минусӣ буда, тарҳ мекунем.

Бинобар ин, дар қадами 2-юм барои катакчай холӣ бо қимати калонтарин  $\gamma_{ij} = 7$  сикли аз нав ҳисобкунӣ месозем ва бортаксимкунӣ аз рӯи ин сикл ба адади хурдтарин дар катакчай минусаи баробари 9173 аст, мегузorem. Катакчае, ки дар он ин адад ҷойгир аст дар ҷадвали нави 2.1.4 озод мегардад.

**Ҷадвали 2.1.4 - Нақшаи таҷяғоҳии дуҷоми масъалаи нақлиёт**

$A_i \backslash B_j$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	Захира
Сементи точик	- 70 50467	65 45393	68 39811	+ 75 0	135671
Моҳир Семент	+ 90 9173	110 0	95 0	- 100 34925	44098
Талабот	59640	45393	39811	34925	179769

Моделҳои математикии арзиши минималии кашондани бор дар қадами 2-юм чуни намуд дорад:

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} = 70 \cdot 50467 + 65 \cdot 45393 + 68 \cdot 39811 + 90 \cdot 9173 + 100 \cdot 34925 = 3532690 + 2950545 + 2707148 + 825570 + 3492500 = 13508453$$

Барои ҳалли базисии нави ҳосилшуда, потенциалҳоро меёбем:

$$v_1 - u_1 = 70; v_2 - u_1 = 65; v_3 - u_1 = 68; v_1 - u_2 = 90; v_4 - u_2 = 100;$$

$$v_1 - u_1 = 70; v_2 - u_1 = 65; v_3 - u_1 = 68; v_1 - u_2 = 90; v_4 - u_2 = 100.$$

Барои ҳар як катакчай холӣ, нақшаи оптималии боркашониро меёбем:

$$\gamma_{14} = v_4 - u_1 - c_{14} = 80 - 0 - 75 = 5;$$

$$\gamma_{12} = v_1 - u_2 - c_{22} = 65 + 20 - 110 = -25;$$

$$\gamma_{23} = v_3 - u_2 - c_{23} = 68 + 20 - 95 = -7.$$

Азбаски байни ададҳои  $\gamma_{ij}$  адади мусбат мавҷуд аст, он гоҳ ҳалли базисии ҳосилшуда оптималӣ нест ва ба ҳалли базисии нав мегузарем.

Ҳалли базисии навро аз катакҷаи  $\gamma_{14}$  сар мекунем, ки натиҷаш дар ҷадвали 2.1.5 оварда шудааст.

**Ҷадвали 2.1.5. - Нақшаи таҷағҳои сеюми масъалаи нақлиёт**

$A_i \backslash B_j$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	Захира
Сементи точик	70 15542	65 45393	68 39811	75 34925	135671
Моҳир Семент	90 44098	110 0	95 0	100 0	44098
Талабот	59640	45393	39811	34925	179769

Дар ин қадам модели математикии арзиши минималии кашондани бор чунин намуд дорад:

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} = 70 \cdot 15542 + 65 \cdot 45393 + 68 \cdot 39811 + 75 \cdot 34925 + 90 \cdot 44098 = 1087940 + 2950545 + 2707148 + 2619375 + 3968820 = 13333828$$

Потенциалҳоро меёбем.

$$v_1 - u_1 = 70; v_2 - u_1 = 65; v_3 - u_1 = 68; v_4 - u_1 = 75; v_1 - u_2 = 90;$$

$$u_1 = 0; v_1 = 70; v_2 = 65; v_3 = 68; v_4 = 75; u_2 = -20.$$

Нақшаи оптималии боркашониро ҳисоб мекунем:

$$\gamma_{22} = v_2 - u_2 - c_{22} = 65 + 20 - 110 = -25;$$

$$\gamma_{23} = v_3 - u_2 - c_{23} = 68 + 20 - 95 = -7;$$

$$\gamma_{24} = v_4 - u_2 - c_{24} = 75 + 20 - 100 = -5.$$

Азбаски дар байни ададҳои  $\gamma_{ij}$  мусбат нест, он гоҳ мувофиқи теоремаи дар боло овардашуда ҳалли ҳосилшуда оптималӣ аст, яъне

$$X = \begin{pmatrix} 15542 & 45393 & 39811 & 34925 \\ 44098 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

функсияи мақсад,  $\min F(x) = 13333828$ . аст.

Моделҳои математикии боркашонии нақлиётии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар мисоли НБО Роғун бо истифода аз методҳои барномасозии хаттӣ яке аз воситаҳои муҳими оптимизатсия барои баланд бардоштани самаранокии нақлиёти боркаш мебошад. Ин модел ба ҳалли мушкилоти мураккаби тақсимоти захираҳо, масирҳои оптималӣ ва кам кардани хароҷот, ҳангоми кашондани борҳо равона шудааст.

Бо истифода аз ин модел, роҳҳои оптималии кашондани мавод ва таҷҳизот барои сохтмони НБО Роғун пайдо мешаванд. Он инчунин ба коҳиш додани хароҷот, беҳтар кардани истифодаи захираҳо ва таъмини боркашонии саривақтии маводҳо мусоидат мекунад. Татбиқи чунин моделҳо дар иқтисодиёти нақлиётии Ҷумҳурии Тоҷикистон, бахусус дар лоиҳаҳои муҳими миллӣ, мисли НБО Роғун, ба самаранокии умумии логистикаи давлатӣ таъсири назаррас мерасонад ва барои рушди устувори инфрасохторӣ замина мегузорад.

## **2.2. Минимизатсияи хароҷоти вақт дар логистикаи нақлиётӣ**

Комплекси нақлиётии Ҷумҳурии Тоҷикистон соҳаи асосии иқтисодиёт ба шумор меравад, дорои аҳамияти бузурги иқтисодӣ, фарҳангӣ ва иҷтимоӣ мебошад ва дар маҷмӯъ рушди кишварро муайян мекунад.

«Моделсозии математикӣ дар раванди боркашонии нақлиётӣ ҳамчун як усули самаранок барои таъмин намудани идоракунии стратегӣ ва тактикийи чараёнҳои моддӣ арзёбӣ мегардад. Моделҳои математикӣ бояд мушкилоти интихоб кардани масирҳои кашондани бор ва муайян намудани ҳаҷми боркашониро барои давраи муайян ҳал намояд.

Ин таҳқиқот идомаи як қатор таҳқиқоти илмӣ мебошад. Масъалаи муҳими илмӣ дар ин қисмат моделсозии математикӣ дар раванди боркашонии НБО Роғун аст. Боркашонӣҳои нақлиётӣ ба шаҳри Роғун барои сохтмон ва минбаъд таъмини фаъолияти бузургтарин НБО Осӣи Марказӣ — НБО Роғун, ба категорияи лоиҳаҳои мураккаб мансубанд. Мушкилот асосан ба релейфи кӯҳистонии минтақа вобаста аст. Тавре маълум аст, кишвари мо дорои релейфи кӯҳӣ буда, бинобар ин воситаи асосии нақлиёти заминӣ, нақлиёти автомобилӣ мебошад.

Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки рушди системаи боркашонии маводи сохтмони НБО Роғун танҳо бо татбиқи принципи вақтҳои муқарраршудаи кашондани бор ба иншоотҳои нерӯгоҳ имконпазир аст, яъне бо истифодаи принципи логистикӣ «ба вақти муайян».

Масъалаи нақлиётӣ ҳолати махсуси барномасозии хаттӣ мебошад. Барои ҳалли он як қатор усулҳои барномасозии хаттӣ, аз ҷумла усулҳои симплексӣ ва тақсимотӣ истифода бурда мешаванд. Қайд кардан зарур аст, ки дар даҳсолаҳои охир усулҳои махсуси барномасозии хаттӣ коркард карда шудаанд, ки бо ёрии онҳо масъалаҳои нақлиётӣ ҳалли худро меёбанд.

Барои ҳалли масъалаҳои барномасозии хаттӣ, аввал ҳадафҳои системаи идорашаванда муайян карда шуда, системаи маҳдудиятҳо вобаста ба захираҳо ташкил карда мешавад. Пас аз муайян намудани функсияи мақсад ва тавсифи системаи маҳдудиятҳо, ҳалли оптималии масъалаи нақлиётӣ ёфта мешавад. Азбаски дар масъалаҳои нақлиётӣ барномасозии хаттӣ шумораи муодилаҳо аз шумораи номуайянҳо камтар аст, ҳалли онҳо бо усули аналитикӣ амалан ғайриимкон аст. Дар амалия, теъдоди зиёди вариантҳои боркашонӣ баррасӣ мешаванд, вақте ки якчанд фиристандагон ва қабулқунандагон ва инчунин якчанд нуқтаҳои фиристодан ё таъин вучуд доранд. Барои ҳалли чунин масъалаҳо зарур аст, ки усулҳои математикӣ барои оптимизатсияи истифода бурда шаванд.

Дар таҳқиқотҳои марбут ба моделсозии математикӣ ва таҳқиқи амалиёт, масъалаи ҳалли масъалаи нақлиётӣ маъмулан дар шакли классикӣ худ

баррасӣ мешавад. Талаботи асосии масъалаи нақлиётӣ-ин таҳияи нақшаи боркашонӣ мебошад, ки харочоти камтаринро таъмин мекунад ва ниёзҳои хамаи мизочонро бо фуруши пурраи бор аз нуқтаҳои фиристодан қонеъ мегардонад.

Мисли дигар масъалаҳои барномасозии хатӣ, равандҳои иттератсионӣ барои пайдо кардани нақшаи оптималии масъалаи нақлиётӣ аз нақшаи ибтидоӣ оғоз меёбанд.

Масъалаи нақлиётиро метавон ба ду намуд тақсим намуд:

- масъалаи нақлиётӣ бо критерияи арзиш, ки дар он мақсади асосӣ кам кардани харочоти боркашонӣ мебошад;
- масъалаи нақлиётӣ бо критерияи вақт, ки дар он муҳимтарин омил вақти кашондани бор аст.

Тавре маълум аст, дар гузориши классикии масъалаи нақлиётӣ Монж-Канторович оптимизатсия аз рӯи арзиш ё вақти кашондани бори якхела бидуни ба назар гирифтани талаботи мӯҳлатҳои таъминот баррасӣ мешавад. Дар ин ҳолат имкониятҳои истифодаи масъалаи классикии нақлиётӣ барои ҳалли масъалаҳои амалӣ хеле маҳдуд мешаванд» [107].

Дар ин таҳқиқот, модели математикии умумикардасуда барои боркашонӣҳои НБО Роғун аз рӯи критерияи вақт баррасӣ мешавад. Ин ба он вобаста аст, ки дар лоиҳаҳои мураккаби сохтмони НБО, махсусан дар шароити релейфи кӯҳии Тоҷикистон, вақти кашондани бор ба нуқтаҳои таъиншуда аҳамияти калидӣ дорад.

Барои минимизатсияи сарфаи вақт ҳангоми боркашонӣ барои НБО Роғун чорӣ кардани чораҳои комплекси оптимизатсия зарур аст. Яке аз самтҳои асосӣ-ин таҳияи хатсайрҳои мулти моделӣ мебошад, ки имкон медиҳад бартарҳои намудҳои гуногуни нақлиётро якҷоя кунад. Масалан, кашондани таҷҳизоти калонҳаҷм тавассути роҳи оҳан ба пойгоҳи логистикии наздиктарин бо боркашонии минбаъдаи автомобилӣ метавонад вақти сафарро дар муқоиса бо боркашонии автомобилӣ хеле кам кунад.

Қадами муҳим метавонад ташкили терминалҳои муваққатии боркашонӣ дар наздикии сохтмон бошад, ки имкон медиҳад вақти нигоҳдории миёна ва сарбории зиёдро коҳиш диҳад. Ғайр аз он, татбиқи системаҳои рақамии мониторинг ва идоракунии ҷараёни логистикӣ дар суръати таъхири ғайричашиддошт ба ислоҳи ҷаври хатсайрҳо мусоидат мекунад. Истифодаи технологияҳои таҳлили пешгӯишаванда имкон медиҳад, ки монетаҳои эҳтимолӣ пешакӣ муайян карда шаванд ва таъсири онҳо ба мӯҳлатҳои умумии боркашонӣ кам карда шаванд.

Ҳамин тариқ, таҳқиқи масъалаи нақлиёт аз рӯи критерияи вақт дар заминаи кашондани бор барои НБО Роғун нишон медиҳад, ки сарфаи вақт яке аз омилҳои муҳимтарини самаранокии логистика мебошад. Таҳлили марҳилаҳои асосии боркашонӣ, муайян кардани манбаъҳои асосии таъхир ва таҳияи тадбирҳо барои кам кардани онҳо имкон медиҳад, ки эътимоднокӣ ва суръати кашондани бор ба таври назаррас баланд бардошта шаванд, ки дар ниҳоят ба сари вақт ба анҷом расидани сохтмони Нерӯгоҳи Барқи Обӣ мусоидат мекунад. Таҳқиқоти минбаъда дар ин соҳа метавонад ба моделсозии схемаҳои алтернативии логистикӣ, арзёбии самаранокии иқтисодии вариантҳои гуногуни нақлиёт ва таҳияи усулҳои пешгӯии хатарҳои муваққатӣ дар шароити инфрасохтори нақлиётии босуръат тағйирёбанда равона карда шаванд.

Масъалаи классикии нақлиётӣ дар доираи барномасозии хаттӣ, дар шакли умумии математикӣ, чунин ташаккул дода мешавад [1], [2-7], [15-18]:

Гузориши масъала. Масъалаи нақлиёт аз рӯи критерияи вақт чунин ифода карда мешавад: аз  $m$  нуқтаҳои истеҳсолӣ  $A_1, A_2, \dots, A_m$  бо захираи  $a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) ва  $n$  нуқтаи истеъмолӣ  $B_1, B_2, \dots, B_n$  бо талаботи  $b_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) мавҷуд аст, ки суммаи захира ба суммаи талабот баробар аст.

Талаб карда мешавад, чунин нақшаи кашондани бор тартиб дода шаванд, ки дар он захираи ҳамаи таъминкунандагон пурра кашонда шуда, дархости ҳамаи истеъмолкунандагон пурра қонеъ гардад ва вақти бурда расонидани бор минималӣ бошад (ҷадвали 2.2.1).

Вақти кашондани  $t_{ij}$  аз ҳар як пункти истеҳсолии  $A_i$  ба ҳар як пункти истеъмолии  $B_j$  дода мешавад, ки аз ҳаҷми боркашонии  $x_{ij}$  вобаста нестанд. Захираҳои  $a_i$ , талабот  $b_j$  ва вақти  $t$  дар ҷадвали 2.2.1 ба монанди ҷадвали муқаррарии масъалаи нақлиёт оварда шудаанд, бо фарқияти он, ки ба ҷои хароҷоти боркашонӣ  $c_{ij}$  вақти кашондани бор  $t_{ij}$  мавҷуд мебошад.

**Ҷадвали 2.2.1. – Ҷадвали умумии таъминот бо критерияи вақт**

$b_j$	$b_1$	...	$b_j$	...	$b_n$
$a_i$					
$a_1$	$t_{11}$		$t_{1j}$		$t_{1n}$
	$x_{11}$	...	$x_{1j}$	...	$x_{1n}$
...	...	...	...	...	...
$a_i$	$t_{i1}$	...	$t_{ij}$	...	$t_{in}$
	$x_{i1}$		$x_{ij}$		$x_{in}$
...	...	...	...	...	...
$a_m$	$t_{m1}$	...	$t_{mj}$	...	$t_{mn}$
	$x_{m1}$		$x_{mj}$		$x_{mn}$

Моделҳои математикии масъала чунин намуд дорад:

$$T(X) = \max\{t_{ij}\} \rightarrow \min, \quad \text{ҳангоми } x_{ij} > 0$$

ки дар ин ҷо  $x_{ij}$  -ҳаҷми бори кашондашаванда аз таъминкунандаи  $i$ -юм ба истеъмолкунандаи  $j$ -юм мебошад;

$T(X)$ -вақте, ки нақшаи кашондани бор пурра иҷро мешавад.

Масъалаи нақлиёт аз рӯи критерияи вақт бо методи алоқаҳои афзалиятнок чун методи классикӣ ҳал карда мешавад. Аз ҳалли оптималии ҳосилшуда, ташкилдиҳандаҳои муваққатии он гирифта шуда, функсияи

мақсад  $T(X)$  ва нақшаи оптималии масъала аз рӯи критерияи вақт ташкил карда мешавад.

Акнун мисоли дар параграфи 2.1 ҳал кардашударо аз рӯи критерияи вақт дар мисоли НБО Роғун дида мебароем.

Соли 2019 барои сохтмони НБО-и Роғун сементи ба сулфаттобовар аз ду заводи сементбарории Тоҷикистон яъне ҚСК «Сементи тоҷик» ва ҚДММ «Моҳир Семент» ба чор анбори НБО Роғун кашонда мешавад. Миқдори борҳои аз нуқтаҳои сементистехсолкунанда ҚСК «Сементи тоҷик» 135671 тонна ва ҚДММ «Моҳир Семент» 44098 тонна мебошад. Ин маҳсулотҳои якҷинса дар чор анборҳои НБО Роғун мувофиқан 59640, 45393, 39811, 34925 тонна захира карда шудааст. Талаб карда мешавад, ки модели математикии вақти минималии кашондани бор ба анборҳои НБО Роғун муайян карда шавад. Вақти кашондани семент дар ҷадвали 2.2.2. оварда шудааст.

#### Ҷадвали 2.2.2. – Ҷадвали таъминот бо критерияи вақт

Пунктҳо	Анбори 1	Анбори 2	Анбори 3	Анбори 4	Захираҳо
Сементи тоҷик	2	1,8	1,9	2,10	135671
Моҳир семент	2,3	2,4	2,35	2,5	44098
Талаботҳо	59640	45393	39811	34925	179769

Бо истифода аз методи кунҷи шимолу ғарб, мо нақшаи аввал ва арзиши функсияи мақсадро пайдо мекунем.

$$T(X_1) = \max\{2,1.8,2.10,2.4,2.35\} = 2.4 = t_{22}$$

Дар ҷадвали 2.2.2 катакчаҳои озод (1,3), (2,1), (2,4), ки дар онҳо шартҳои  $t_{ij} \geq 2.4$  иҷро шудааст, хат кашида шудаанд. Ва барои ячейкаҳо мо як даври боркашонӣ месозем (ниг.ҷадвал.2.2.3) ва дар ин давр ба андозаи

$$Q = \min\{4287, 59640\} = 4287.$$

Аз рӯи ячейкаи (2,2) ҳаракат мекунем ва дар натиҷа ҳалли нави таъягоҳро ба даст меорем (ниг.ҷадвал.2.2.3).

**Ҷадвали 2.2.3. - Нақшаи таъягоҳии якуми масъалаи нақлиёт**

Пунктҳо	Анбори 1	Анбори 2	Анбори 3	Анбори 4	Захираҳо
Сементи тоҷик	- 2 59640	+ 1,8 41106	1,9 0	2,10 34925	135671
Моҳир семент	+ 2,3 0	- 2,4 4287	2,35 39811	2,5 0	44098
Талаботҳо	59640	45393	39811	34925	179769

$$T(X_2) = \max\{2, 1,8, 2,10, 2,3, 2,35\} = 2,35 = t_{23}.$$

Ин қимати максимали ба катакҷаи (2,3) мувофиқ аст, он гоҳ барои ин катакҷа даври нав месозем (ниг.ҷадвали 2.2.3) ва аз руи ин давр бо бузургии  $Q = \min\{39811, 55353\} = 39811$  ҳаракат мекунем. Ҳалли таъягоҳии  $X_2$  дар ҷадвали 2.2.4 оварда шудааст.

**Ҷадвали 2.2.4. - Нақшаи таъягоҳии дуҷуми масъалаи нақлиёт**

Пунктҳо	Анбори 1	Анбори 2	Анбори 3	Анбори 4	Захираҳо
Сементи тоҷик	- 2 55353	1,8 45393	+ 1,9 0	2,10 34925	135671
Моҳир семент	+ 2,3 4287	2,4 0	- 2,35 39811	2,5 0	44098
Талаботҳо	59640	45393	39811	34925	179769

Аз рӯи давр ҳаракат карда, ҳалли таъягоҳии чоруми  $X_3$ -ро ҳосил мекунем.

**Ҷадвали 2.2.5. - Нақшаи таъягоҳии сеҷуми масъалаи нақлиёт**

Пунктҳо	Анбори 1	Анбори 2	Анбори 3	Анбори 4	Захираҳо
Сементи точик	2 15542	1,8 45393	1,9 39811	2,10 34925	135671
Моҳир семент	2,3 44098	2,4 0	2,35 0	2,5 0	44098
Талаботҳо	59640	45393	39811	34925	179769

Қимати функцияи мақсад барои ин ҳал ба

$T(X_3) = \max\{2,1.8,1.9,2.10,2.3\} = 2.3 = t_{21}$  баробар аст, ва қимати максималӣ дар ячейкаи (2,1) ба даст оварда мешавад. Ба осони дидан мумкин аст, ки борфарории минбаъдаи ин ячейкаҳо ғайриимкон аст. Ҳамин тариқ, ҳалли оптималӣ, яъне вақти минималии кашондани ҳамаи борҳо аз корхонаҳои истеҳсоли семент ба анборҳои НБО Роғун нақшаи боркашонӣ  $X^*$  мебошад.

$$X^* = \begin{pmatrix} 15542 & 45393 & 39811 & 34925 \\ 44098 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

дар ин ҷо функцияи мақсад ба арзиши минималии худ баробар ба 2.3 воҳиди вақт, яъне  $T(X) = \max_{x_{ij}>0} \{t_{ij}\} \rightarrow \min = 2.3$ , воҳиди вақт мерасад.

Масъалаи нақлиёт аз рӯи критерияи вақт, ки барои кашондани борҳо аз корхонаҳои истеҳсоли семент ба анборҳои НБО Роғун таҳқиқ карда шуд, бо истифода аз методи классикии барномасозии хаттӣ ва усули кунчи шимолу ғарб ҳал карда шуд. Дар натиҷаи амалия ва итератсияҳои зарурӣ, нақшаи оптималии кашондани бор  $X^*$  ба даст оварда шуд, ки вақти минималии боркашониро таъмин мекунад.

Натиҷаи умумии таҳқиқот нишон дод, ки оптимизатсияи вақти кашондани борҳо ба иншоотҳои НБО Роғун бо функцияи мақсад  $T(X) = 2.3$  воҳиди вақт амалӣ мешавад. Ин ба он маънӣ аст, ки бо истифода аз нақшаи оптималии  $X^*$ , ҳамаи борҳо аз корхонаҳои сементбарории ҚСК «Сементи точик» ва ҚДММ «Моҳир Семент» ба анборҳои НБО Роғун дар вақти

камтарин ва самараноктарин кашонда дода мешаванд, ки ба талаботи лоиҳа ва мӯҳлатҳои таъмини сохтмон мутобиқ аст.

Ҳамин тариқ, таҳқиқот барои раванди боркашонии НБО Роғун, дар шароити кӯхистон ва бо истифода аз принципи «ба вақти муайян», усулҳои математикӣ ва барномасозии хаттӣ барои оптимизатсия ва беҳтар кардани раванди кашондани борҳо ба таври муассир истифода бурда шуданд.

### **2.3. Модели регрессионии вобастагии нархи сӯзишворӣ ва арзиши кашондани маҳсулотҳои сохтмонӣ ба объекти асосии гидроэнергетикаи Тоҷикистон**

«Тоҷикистон дар ҷаҳон яке аз кишварҳои татбиқкунандаи «иктисодиёти сабз» маҳсуб ёфта, аз лиҳози истифодаи манбаҳои таҷдидшавандаи энергия дар қатори шаш мамлақати пешсафи сайёра қарор дорад. Зеро 98 дарсади барқ тавассути нерӯгоҳҳои барқию обӣ истеҳсол мешаванд.

Бунёди НБО Роғун яке аз бузургтарин иншооти аср маҳсуб меёбад. Ин нерӯгоҳ аз ҷанд ҷиҳат аҳамияти бузург дорад. Аз нигоҳи иқтисодӣ дар Тоҷикистон корхонаҳои саноатӣ ба қор даромада, иқтисодиётамон пеш меравад. Аз диду назари сиёсӣ бошад, давлатамон дар байни давлатҳои мутараққӣ мавқеи худро пайдо мекунад. Албатта, бо бунёди ин нерӯгоҳ Тоҷикистон истиқлолияти энергетикиро ба даст меорад. Ин ҳама мақсади сарвари давлат ва қулли тоҷикони ҷаҳон буд, ки ба қор андохтани ин нерӯгоҳ роҳи ягонаи истиқлолияти энергетикӣ ба шумор мерафт. Бунёди ин иншоот барои ҳама гуна соҳаҳо ғоидаовар мебошад. Зеро, бидуни нерӯи барқ ягон соҳа пеш намеравад.

Роғун пуриқтидортарин нерӯгоҳ дар Осиёи марказӣ маҳсуб дониста мешавад. Иқтидори тавлидотии нерӯи барқи Роғун 13,5 млрд квт – ро ташкил медиҳад, ки ин барои таъмини истиқлолияти энергетикӣ аҳамияти қалон дорад.

Яке аз вазифаҳои асосии илмҳои дақиқ тавсифи ҳама гуна ҳодисаҳо ва равандҳои воқеӣ бо истифода аз модели математикӣ мебошад. Масалан, равандҳои гуногуни иқтисодӣ, хоҳ афзоиши андозҳо ва хоҳ динамикаи

истеҳсолоти саноатӣ, сохтани моделҳои мувофиқи математикиро талаб мекунад.

Моделҳои математикӣ, албатта, як абзори мувофиқест, ки раванди дарк ва тафсири иттилооти мавҷударо осон мекунад ва моҳияти сохтани модел, инъикоси дақиқтарини воқеияти воқеаи рухдода, ҳангоми нигоҳ доштани хосиятҳо, қонунҳо ва муносибатҳои равандҳои таҳқиқшаванда мебошад.

Таҳлили регрессионӣ усули муайян кардани таъсири алоҳида ва муштаракӣ омилҳо ба хусусияти натиҷавӣ ва миқдори ин таъсир бо истифода аз меъёрҳои мувофиқ мебошад.

Таҳлили регрессионӣ дар асоси муодилаи регрессионии сохташуда, гузаронида мешавад ва саҳми ҳар як тағйирёбандаи мустақилро ба варианти тағйирёбандаи вобастаи омӯхташуда (пешбинишаванда) муайян мекунад. Аз ин рӯ, ҳалли масъалаҳои иқтисодӣ бо истифода аз таҳлили регрессионӣ яке аз масъалаҳои муҳим ба ҳисоб меравад.

Дар асоси маълумотҳои Раёсати молияи НБО Роғун вобастагии нархи сузишворӣ ва арзиши кашондани масолеҳи сохтмонӣ аз анбори воқеъ дар шаҳри Ваҳдат, ки масофа то НБО Роғун 86 км аст, дар ҷадвали зерин оварда шудааст (Ҷадвали 2.3.1)» [3-М].

**Ҷадвали 2.3.1. – Вобастагии нархи сузишворӣ ва арзиши кашондани масолеҳи сохтмонӣ**

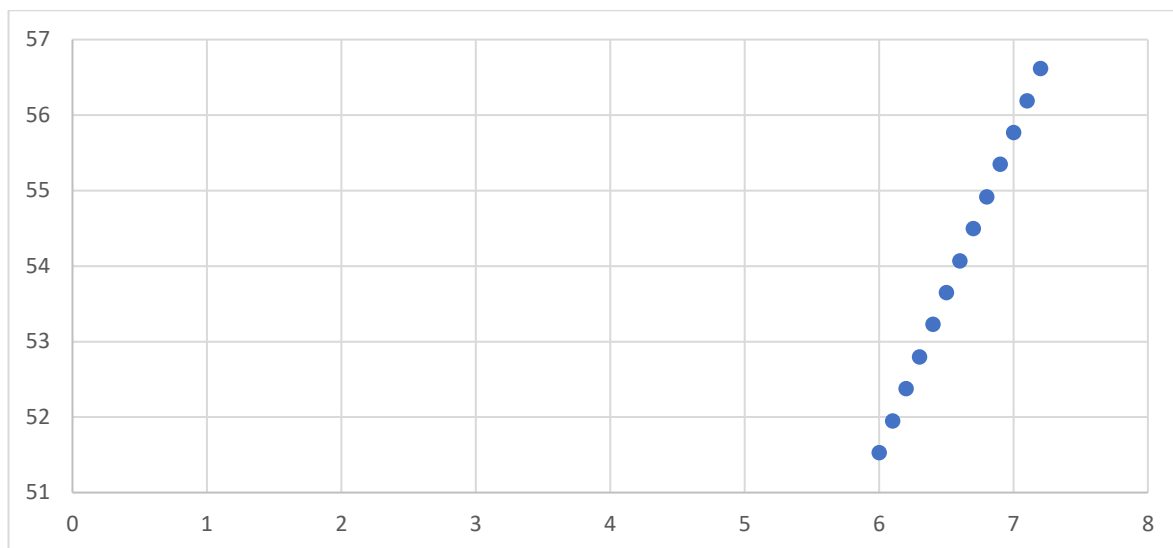
<b>Нархи сӯзишворӣ</b>	<b>Арзиши кашондани 1 тонна маҳсулот</b>
6,0	51,53
6,1	51,95
6,2	52,38
6,3	52,8
6,4	53,23
6,5	53,65
6,6	54,07
6,7	54,5
6,8	54,92
6,9	55,35
7	55,77
7,1	56,19
7,2	56,62

Барои гузаронидани таҳлили регрессионӣ ҷадвали ёрирасонро месозем:

### **Ҷадвали 2.3.2. - Қиматҳои ҷадвали ёрирасон**

№	Нархи сузишворӣ	Арзиши кашондани 1 тонна маҳсулот	Арзишҳои тахминӣ		
			$x^2$	$y^2$	$x \cdot y$
1	6	51,53	36	2655,341	309,18
2	6,1	51,95	37,21	2698,803	316,9
3	6,2	52,38	38,44	2743,664	324,76
4	6,3	52,8	39,69	2787,84	332,64
5	6,4	53,23	40,96	2833,433	340,67
6	6,5	53,65	42,25	2878,323	348,73
7	6,6	54,07	43,56	2923,565	356,86
8	6,7	54,5	44,89	2970,25	365,15
9	6,8	54,92	46,24	3016,206	373,46
10	6,9	55,35	47,61	3063,623	381,92
11	7	55,77	49	3110,293	390,39
12	7,1	56,19	50,41	3157,316	398,95
13	7,2	56,62	51,84	3205,824	407,66
Сумма	85,8	702,96	568,1	38044,4804	4647,254
Қимати миёна	6,6	54,07385	43,7	2926,498492	357,4811

Муқоисаи баробарии силсилаи қиматҳои нархи сузишворӣ аз рӯи нархи кашондани маҳсулот, инчунин нуқтаи «майдони коррелятсионӣ» (расми 2.3.1) мавҷудият ва самти робитаро (бевосита) дар байни нишондиҳандаҳои боло нишон медиҳад. Ғайр аз ин, тағйир ёфтани нархи сузишворӣ (аломати фактори  $x$ ) боиси нисбатан яқхела тағйир ёфтани арзиши кашондани 1 тонна маҳсулот (аломати самарабахши  $y$ ) мегардад, ки аз график дида мешавад.



**Расми 2.3.1. - Графикаи нуқтагии вобастагии нархи сузишворӣ ва арзиши кашондани 1 тонна маҳсулот**

Ҳамин тариқ, мо метавонем ба хулосае оем, ки дар байни аломатҳои нишондода, муносибати ростхати ҷуфтшуда мавҷуд аст, ки бо муодилаи одии регрессияи функсияи хатии  $y = ax + b$  ифода карда мешавад.

Дар ин ҷо  $a$  – коэффитсиенти регрессия буда,  $b$  – аъзои озоди муодилаи регрессия мебошад.

Барои ҳисоб намудани ин коэффитсиентҳо аз усули квадратҳои хурдтарин истифода менамоем. Барои осонии ҳисобҳо мо формулаҳои зеринро истифода мекунем, ки дар онҳо маълумоти зарурии ҳисобкунии пешакӣ ҳисобшударо иваз мекунем (Ҷадвали 2.3.2):

$$a = \frac{n \cdot \sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum x} = \frac{13 \cdot 4647,254 - 85,8 \cdot 702,96}{13 \cdot 568,1 - 85,8 \cdot 85,8} = 4,2406;$$

$$b = \frac{\sum y - a \cdot \sum x}{n} = \frac{702,96 - 4,2406 \cdot 85,8}{13} = 26,0855.$$

Муодилаи вобастагӣ чунин хоҳад буд:

$$y = 4,2406x + 26,0855.$$

Санҷиш: ба нархи сузишворӣ ва арзиши кашондани 1 тонна маҳсулот мувофиқат мекунад (Расми 2.3.1).

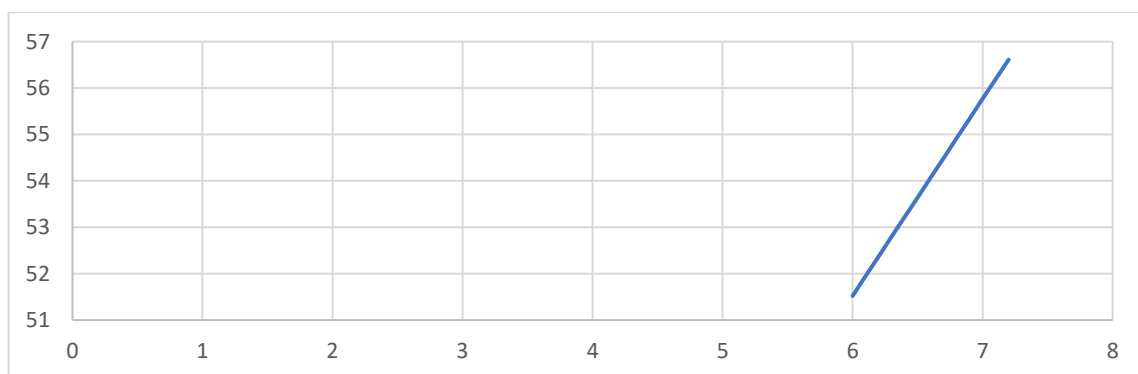
$$y = 4,2406 \cdot 6 + 26,0855 = 51,5294.$$

Муносибати байни нархи сузишворӣ ва арзиши кашондани 1 тонна маҳсулот дар чадвали зерин оварда шуда, графики он бо истифода аз муодилаҳои регрессионӣ тасвир карда мешавад.

**Чадвали 2.3.3. - Ҳисобкунии вобастагии байни нархи сузишворӣ ва арзиши кашондани 1 тонна маҳсулот бо истифода аз муодилаи регрессия**

Нархи сӯзишворӣ	Арзиши кашондани 1 тонна маҳсулот	Арзиши кашондан бо муодилаи регрессия
6,0	51,53	51,52
6,1	51,95	51,95
6,2	52,38	52,37
6,3	52,80	52,80
6,4	53,23	53,22
6,5	53,65	53,64
6,6	54,07	54,07
6,7	54,50	54,49
6,8	54,92	54,92
6,9	55,35	55,34
7,0	55,77	55,77
7,1	56,19	56,19
7,2	56,62	56,61

Графики ин вобастагиро меорем:



**Расми 2.3.2. - Вобастагии байни нархи сӯзишворӣ ва арзиши кашондани 1 тонна маҳсулот бо истифода аз муодилаи регрессия ба намуди графикӣ**

«Албатта, ҳангоми татбиқи таҳлили регрессионӣ баъзе конвенсияҳо риоя карда мешаванд. Ҳамин тариқ, пешаки пешбинӣ шудааст, ки таъсири омилҳои дигар, ба истиснои омилҳои, ки ҳамчун аломати омилӣ гирифта шудаанд, бетағйир боқӣ монда, дар таҳқиқот танҳо як фактор гирифта мешавад» [3-М].

Бо истифода аз ин муодила барои дилхоҳ нархи сузишворӣ арзиши кашондани 1 тонна масолеҳи сохтмониро ҳисоб намудан мумкин аст.

#### **2.4. Таҳия ва истифодаи моделҳои математикии масъалаи нақлиёт барои баланд бардоштани самаранокии иқтисодии НБО Роғун**

Дар айни замон моделсозии математикӣ яке аз воситаҳои асосии ҳалли масъалаҳои гуногун, аз ҷумла масъалаҳои иқтисодӣ мебошад. «Барои ҳалли аксари масъалаҳои иқтисодӣ моделсозии математикӣ истифода мешавад, ки он имкон медиҳад мақсад ва нави ҳалли онҳоро муайян намуда, инчунин сохтори таҳлили ягонро таъмин менамояд» [116]. Аз ин бармеояд, ки моделсозии иқтисодӣ ва математикӣ қисми бунёдии таҳқиқот дар ҳар як соҳаи иқтисодӣ мебошад. Тавсифи намунавии иқтисод бо назардошти тамоми мураккабии он бо истифода аз барномасозии ҳатӣ таҳия карда мешавад. Моделсозӣ имкон медиҳад, ки самаранокии ҳалли масъаларо арзёбӣ карда, роҳҳои ҳалли оптималиро дар ҳолатҳои гуногун муайян карда шавад.

Бо рушди техникаи ҳисоббарорӣ ва пайдоиши воситаҳои барномавии модели математикӣ, масъалаи нақлиёт ҳатто барои миқдори зиёди маълумот дар муддати кӯтоҳ имконияти ҳал карданро пайдо кард. Системаҳои муосир ба шумо имкон медиҳанд, ки ҳатсайрҳои оптималиро ба таври худкор ҳисоб карда ва борҳоро тақсим кунед, инчунин дар бораи хароҷот ва хароҷоти вақти иҷрои фармоиш маълумот диҳед. Дар айни замон шумораи зиёди маҳсулоти барномавӣ мавҷуданд, ки ба ҳалли масъалаҳои нақлиёт имкон медиҳанд.

Масъалаи нақлиёт яке аз масъалаҳои асосии логистика мебошад. Ҳалли ин масъала имкон медиҳад, ки хароҷоти кашондани борҳо беҳтар карда шавад ва идоракунии оптималии чараёни нақлиёт таъмин карда шавад.

Масъалаи нақлиёт дар соҳаҳои гуногун-аз савдо ва истеҳсолот то артиш ва идоракунии давлатӣ истифода мешавад [9-12].

Дар маҷмӯъ, рушди низоми нақлиёти боркашонӣ дар Тоҷикистон раванди мураккаб ва гуногунчанба буда, қорӣ намудани технологияҳои нав, тақмили инфрасохтор ва тақмили ихтисоси кормандон, инчунин таъмини беҳатарии боркашониро талаб менамояд.

Масъалаи нақлиёт, масъалаи барномасозии хатӣ мебошад, ки аз беҳтаркунии тақсимоти захираҳо байни якҷанд истеъмолкунандагон ва таъминкунандагон иборат аст [7,8]. Онро аз рӯи меъерҳои зерин тасниф кардан мумкин аст: масъалаи нақлиёт аз рӯи критерияи арзиш ва масъалаи нақлиёт аз рӯи критерияи вақт [13,14].

Нақшаи ибтидоии тақияҳои масъалаи нақлиёт бо усули кунҷи шимолу ғарб, усули элементи хурдтарин (ё арзиши камтарин) ва ғайра муайян карда мешавад. Нақшаи оптималии масъалаи нақлиёт бошад, бо усули потенциалҳо муайян мегардад.

Масъалаи мушаххасро дида мебароем. Объекти таҳқиқот 6 ширкати нақлиётӣ мебошанд, ки бо қашондани борҳои якҷинса ба объектҳои сохтмони НБО Роғун машғуланд. Мавзӯи таҳқиқот сохтани нақшаи оптималии боркашонӣ бо хароҷоти минималӣ аз 3 анбор ба объектҳои сохтмони НБО Роғун аст, ки аз ҷониби ширкатҳои нақлиётӣ қашонда мешавад.

Масъала дар кам кардани хароҷоти қашондани борҳои якхела (металл) барои ширкатҳои нақлиётӣ мебошад. Барои ин, нақшаҳои оптималии қашондани бор тартиб дода шуданд, ки дар он захираҳои ҳамаи таъминкунандагон бароварда шуда, талаботи ҳамаи истеъмолкунандагон қонеъ карда шуданд ва хароҷот минималӣ хоҳад буд.

Тибқи маълумоти идораи НБО Роғун соли 2021, дар анборҳои «Сомонтаъминот», «Сомонсохтмон» ва «Ш.Ваҳдат анбори Элок» захираҳои металл мутаносибан  $A_1=2056$ ,  $A_2=7163$  ва  $A_3=3881$  тонна мавҷуд буданд. Ин маҳсулоти якҷинса (металл) ба объектҳои сохтмони НБО Роғун аз ҷониби

ширкатҳои нақлиёти ҚСК «Соҳтмони асосӣ», ҚДММ «Соҳтмон ва нақлиёт ХФ», ҚДММ «Фируз НР», ФҚСП «Туннел Садди Ориёно», ҚСП «ш. Норак, ҚДММ «Некзод» мутаносибан дар ҳаҷми  $B_1=1296$ ,  $B_2=304$ ,  $B_3=2057$ ,  $B_4=5294$ ,  $B_5=3649$  ва  $B_6=200$  тонна кашонда шуд.

Арзиши кашондани як тонна маҳсулоти якҷинса (металл) ва талабот аз ҳар як нуқтаи боркашонӣ ба ҳар як нуқтаи истеъмол (иншооти соҳтмони НБО Роғун) дар ҷадвали 2.4.1 оварда шудааст (маълумот аз ҷониби идораи НБО Роғун пешниҳод шудааст).

#### Ҷадвали 2.4.1. – Ҷадвали таъминот бо критерияи арзиш

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот						Захира
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	
$A_1$	96	97	96	95	98	98	2056
$A_2$	83	82	90	78	81	84	7163
$A_3$	66	65	72	67	67	64	3881
талабот	1296	304	2357	5294	3649	200	13100

Моделҳои математикии масъаларо тартиб медиҳем ва нақшаи оптималии кашондани бор аз се анбори металл ба иншооти соҳтмони НБО Роғунро тавассути 6 ширкати нақлиётӣ тартиб медиҳем, то хароҷот минималӣ бошад.

Бигузор  $x_{ij}$  миқдори бор (металл) он чизе, ки аз таъминкунандагон (анборҳои металл) ба объектҳои соҳтмони НБО Роғун (истеъмолкунанда) кашонда мешавад,  $c_{ij}$ -арзиши кашондани як тонна металл аз анборҳо ба объектҳои соҳтмони НБО Роғун мебошад. Он гоҳ, модели математикӣ бо хароҷоти минималии боркашонӣ чунин намуд дорад:

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.4.1)$$

Функсияи мақсадро ба шакли зерин навиштан мумкин аст:

$$F(x) = 96x_{11} + 97x_{12} + 96x_{13} + 95x_{14} + 98x_{15} + 98x_{16} + 83x_{21} + 82x_{22} + 90x_{23} + 78x_{24} + 81x_{25} + 84x_{26} + 66x_{31} + 65x_{32} + 72x_{33} + 67x_{34} + 67x_{35} + 64x_{36}$$

Аз рӯи захираи металл дар анборҳо.

$$\sum_{j=1}^6 x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, 3 \quad (2.4.2)$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 2056$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} = 7163$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} = 3881$$

Аз рӯи талаботи объектҳои сохтмони НБО Роғун.

$$\sum_{i=1}^3 x_{ij} = b_j, \quad j = \overline{1, 6} \quad (2.4.3)$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 1296$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 304$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 2357$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} = 5294$$

$$x_{15} + x_{25} + x_{35} = 3649$$

$$x_{16} + x_{26} + x_{36} = 200$$

Захираҳои умумии ҳамаи анборҳо:

$$\sum_{i=1}^m a_i = 2056 + 7163 + 3881 = 13100.$$

Талаботи умумии ҳамаи иншооти сохтмонӣ:

$$\sum_{j=1}^n b_j = 1296 + 304 + 2357 + 5294 + 3649 + 200 = 13000.$$

Аз ин бармеояд, ки арзиши борҳои таъминкунандагон (анборҳои металл) ба арзиши умумии талабот ба нуктаҳои таъинот (НБО Роғун) баробар аст, пас модели масъалаи нақлиёт масъалаи (пӯшида) номида мешавад.

Яъне,

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (2.4.4)$$

Шарти (2.4.4) барои ҳалшавандагии масъалаи нақлиёт зарур ва кифоя аст.

Бо истифода аз усули кунчи шимолу ғарб, мо нақшаи ибтидоии асосиро пайдо мекунем, ки дар ҷадвали 2.4.2 оварда шудааст.

**Ҷадвали 2.4.2. - Нақшаи таҷяғоҳии якуми масъалаи нақлиёт**

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот						Захира
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	
$A_1$	96 1296	97 304	96 456	95 0	98 0	98 0	2056
$A_2$	83 0	82 0	90 1901	78 5262	81 0	84 0	7163
$A_3$	66 0	65 0	72 0	67 32	67 3649	64 200	3881
Талабот	1296	304	2357	5294	3649	200	13100

$$F(x) = 96 \cdot 1296 + 97 \cdot 304 + 96 \cdot 456 + 90 \cdot 1901 + 78 \cdot 5262 + 67 \cdot 32 + 67 \cdot 3649 + 64 \cdot 200 = 1038633$$

Дар чунин тақсимооти бор, хароҷоти боркашонӣ 1038633(т/сомон) - ро ташкил медиҳад. Минбаъд, бо истифода аз усули потенциалҳо, ин нақша барои оптималӣ будан, санҷида мешавад. Системаи потенциалҳоро месозем, ки ба ҳалли аввалини асосӣ мувофиқат мекунанд. Барои ин системаи муодилаҳоро  $v_j - u_i = c_{ij}$  дар ҳолати  $x_{ij} > 0$  (яъне катакчаҳои бордор) ҳал мекунем.

$$v_1 - u_1 = 96; v_2 - u_1 = 97; v_3 - u_1 = 96; v_3 - u_2 = 90; v_4 - u_2 = 78; v_4 - u_3 = 67; v_5 - u_3 = 67; v_6 - u_3 = 64$$

$$v_1=96; v_2=97; v_3=96; u_2=6; v_4=84; u_3=17; v_5=84; v_6=81$$

Иҷрои шarti оптималиро барои катакчаҳои озоди ҷадвал месанҷем. Барои ин, ҳисобҳо барои ҳамаи катакчаҳои озод аз рӯи формулаи  $\gamma_{ij} = v_j - u_i - c_{ij}$  ҳисоб карда мешаванд. Агар барои ҳамаи катакчаҳои озод  $\gamma_{ij} \leq 0$  бошад, он гоҳ қимати функсияи мақсад ҳисоб карда мешавад ва ҳалли масъала ба охир мерасад, зеро ҳалли ҳосилшуда оптималӣ мебошад. Агар ҳадди аққал як ячейка бо ададҳои мусбат мавҷуд бошад, ҳалли бадастомада оптимали нест.

$$\begin{aligned} \gamma_{14} &= 84 - 0 - 95 = -11; \gamma_{15} = 84 - 0 - 98 = -14; \gamma_{16} = 81 - 0 - 98 = -17; \gamma_{21} = 96 - 6 - 83 = 7; \\ \gamma_{22} &= 97 - 6 - 82 = 9; \gamma_{25} = 84 - 6 - 81 = -3; \gamma_{26} = 81 - 6 - 84 = -9; \gamma_{31} = 96 - 17 - 66 = 13; \\ \gamma_{32} &= 97 - 17 - 65 = 15; \gamma_{33} = 96 - 17 - 72 = 7; \gamma_{32} = 15 \end{aligned}$$

Азбаски дар байни арзишҳо рақами мусбат мавҷуд аст, ҳалли бадастомада оптималӣ нест. Аз ин рӯ, барои пайдо кардани ҳалли беҳтарин, ба ҳалли нави асосӣ гузаштан лозим аст, ки дар он арзиши функцияи мақсад камтар бошад. Дар байни қиматҳои ёфтшуда, қиматҳои мусбати калонтаринро интихоб мекунем  $\gamma_{ij} > 0$ , дар ин ҳолат дар байни  $\gamma_{ij}$ -ҳо калонтарин аст.

Минбаъд, давраеро месозем, ки ячейкаи интихобшуда ва як қисми катакчаҳои бо ҳалли асоси ишғолшударо дар бар мегирад. Дар катакчаҳои давра аломатҳои «+» ва «-» бо навбат аз «+» сар карда дар катакчае, ки қимати мусбӣ баланд аст, гузошта мешаванд.

Адади хурдтаринеро, ки дар катакчаҳои аломати «-» ҷойгир аст, интихоб мекунем, баъд ин ададро ба катакчаҳои аломати «+» илова мекунем ва онро аз катакчаҳои аломати «-» кам мекунем.

### Ҷадвали 2.4.3. – Нақшаи таҷрибаҳои дуҷуми масъалаи нақлиёт

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот						Захира
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	
$A_1$	96 1296	- 97 272	+ 96 488	95 0	98 0	98 0	2056
$A_2$	83 0	82 0	- 90 1869	78 5294	+ 81 0	84 0	7163
$A_3$	66 0	+ 65 32	72 0	67 0	- 67 3649	64 200	3881
Талабот	1296	304	2357	5294	3649	200	13100

$$F(x) = 96 \cdot 1296 + 97 \cdot 272 + 96 \cdot 488 + 90 \cdot 1869 + 78 \cdot 5294 + 65 \cdot 32 + 67 \cdot 3649 + 64 \cdot 200 = 1038153$$

Дар чуни тақсими бор, хароҷоти боркашонӣ 1038153(т/сомон) - ро ташкил медиҳад. Баъд, бо истифода аз усули потенциалҳо, нақшаи дуҷоми оптималиро бо формулаи  $v_j - u_i = c_{ij}$  дар ҳолати  $x_{ij} > 0$  (яъне катакҷаҳои бордор), қимати потенциалҳои  $v_j$  ва  $u_i$ -ро меёбем.

$$v_1 - u_1 = 96; v_2 - u_1 = 97; v_3 - u_1 = 96; v_3 - u_2 = 90; v_4 - u_2 = 78; v_5 - u_3 = 67;$$

$$v_6 - u_3 = 64; v_6 - u_3 = 64$$

$$v_1 = 96; v_2 = 97; v_3 = 96; u_2 = 6; v_4 = 84; u_3 = 32; v_5 = 99; v_6 = 96$$

Акнун шартҳои оптималии ячейкаҳои озоди ҷадвалро аз рӯи формулаи  $\gamma_{ij} = v_j - u_i - c_{ij}$  ҳисоб мекунем.

$$\gamma_{14} = 84 - 0 - 95 = -11; \gamma_{15} = 99 - 0 - 98 = 1; \gamma_{16} = 96 - 0 - 98 = -2; \gamma_{21} = 96 - 6 - 83 = 7;$$

$$\gamma_{22} = 97 - 6 - 82 = 9; \gamma_{25} = 99 - 6 - 81 = 12; \gamma_{26} = 96 - 6 - 84 = 6; \gamma_{31} = 96 - 32 - 66 = -2;$$

$$\gamma_{33} = 96 - 32 - 72 = -8; \gamma_{34} = 84 - 32 - 67 = -15$$

Нақшаи асосӣ оптималӣ нест, зеро дар байни қиматҳои ёфтшуда қимати мусбат мавҷуданд. Дар ин ҳолат бузургтарин баҳои мусбатро дар байни  $\gamma_{ij} > 0$  интихоб мекунем, ки  $\gamma_{25} = 12$  дар байни  $\gamma_{ij}$ -ҳо калонтарин аст. Дар ҷадвали 2.4.4 аз ячейкаи  $\gamma_{25}$  сар карда, мо давраи азнавтақсимкунии борро месозем.

#### Ҷадвали 2.4.4. – Нақшаи таҷағҳии сеюми масъалаи нақлиёт

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот						Захира
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	
$A_1$	- 96 1296	97 0	+ 96 760	95 0	98 0	98 0	2056
$A_2$	83 0	82 0	- 90 1597	78 5294	+ 81 272	84 0	7163
$A_3$	+ 66 0	65 304	72 0	67 0	- 67 3377	64 200	3881
Талабот	1296	304	2357	5294	3649	200	13100

$$F(x) = 96 \cdot 1296 + 96 \cdot 760 + 90 \cdot 1597 + 78 \cdot 5294 + 81 \cdot 272 + 65 \cdot 304 + 67 \cdot 3377 + 64 \cdot 200 = 1034889.$$

Дар чуни тақсимоти бор, хароҷоти кашондани металл 1034889 (т/сомон) - ро ташкил медиҳад. Сипас, бо истифода аз усули потенциалҳо, нақшаи сеюми оптималӣ санҷида мешавад. Бо формулаи  $v_j - u_i = c_{ij}$  дар ҳолати  $x_{ij} > 0$  (яъне катакҷаҳои бордор), арзиши потенциалҳои  $v_j$  ва  $u_i$ -ро меёбем.

$$v_1 - u_1 = 96; v_3 - u_1 = 96; v_3 - u_2 = 90; v_4 - u_2 = 78; v_5 - u_2 = 81;$$

$$v_2 - u_3 = 65; v_5 - u_3 = 67; v_6 - u_3 = 64$$

$$v_1 = 96; v_3 = 96; u_2 = 6; v_4 = 84; v_5 = 87; u_3 = 20 \quad v_2 = 85; v_6 = 84.$$

Акнун иҷрои шарти оптималии ячйкаҳои озоди ҷадвали 2.4.4-ро аз рӯи формулаи  $\gamma_{ij} = v_j - u_i - c_{ij}$  ҳисоб мекунем.

$$\gamma_{12} = 85 - 0 - 97 = -12; \gamma_{14} = 84 - 0 - 95 = -11; \gamma_{15} = 87 - 0 - 98 = -11;$$

$$\gamma_{16} = 84 - 0 - 98 = -14; \gamma_{21} = 96 - 6 - 83 = 7; \gamma_{22} = 85 - 6 - 82 = -3;$$

$$\gamma_{26} = 84 - 6 - 84 = -6; \gamma_{31} = 96 - 20 - 66 = 10; \gamma_{33} = 96 - 20 - 72 = 4;$$

$$\gamma_{34} = 84 - 20 - 67 = -3$$

Нақшаи сеюми асосӣ оптималӣ нест, зеро дар байни  $\gamma_{ij}$ -ҳо мусбат элементи мавҷуд аст  $\gamma_{31} = 10$ . Қалонтарин  $\gamma_{ij}$ -хоро интихоб мекунем, дар ин ҳолат дар ҷадвали оянда аз ячйкаи  $\gamma_{31}$  сар карда, давраи тақсимоти борро месозем.

#### Ҷадвали 2.4.5. – Нақшаи тақягоҳии чоруми масъалаи нақлиёт

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот						Захира
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	
$A_1$	96 0	97 0	96 2056	95 0	98 0	98 0	2056
$A_2$	83 0	82 0	- 90 301	78 5294	+ 81 1568	84 0	7163
$A_3$	66 1296	65 304	+ 72 0	67 0	- 67 2081	64 200	3881
Талабот	1296	304	2357	5294	3649	200	13100

$$F(x) = 96 \cdot 2056 + 90 \cdot 301 + 78 \cdot 5294 + 81 \cdot 1568 + 66 \cdot 1296 + 65 \cdot 304 + 67 \cdot 2081 + 64 \cdot 200 = 1021929.$$

Барои ин нақшаи асосӣ, бо чунин тақсимоти бор, арзиши минималии кашонидани металл 1021929(т/сомон) - ро ташкил медиҳад. Сипас, бо истифода аз усули потенциалҳо нақшаи чоруми тақягоҳӣ барои оптималӣ санҷида мешавад.

$$v_3 - u_1 = 96; v_3 - u_2 = 90; v_4 - u_2 = 78; v_5 - u_2 = 81;$$

$$v_1 - u_3 = 66; v_2 - u_3 = 65; v_5 - u_3 = 67; v_6 - u_3 = 64$$

$$v_3 = 96; u_2 = 6; v_4 = 84; v_5 = 85; u_3 = 18; v_1 = 84; v_2 = 83; v_6 = 82$$

Шартҳои оптималии катакҷаҳои озоди ҷадвали 2.4.5-ро аз рӯи формулаи

$$\gamma_{ij} = v_j - u_i - c_{ij} \text{ месанҷем:}$$

$$\gamma_{11} = 84 - 0 - 96 = -12; \gamma_{12} = 83 - 0 - 97 = -14; \gamma_{14} = 84 - 0 - 95 = -11;$$

$$\gamma_{15} = 85 - 0 - 98 = -13; \gamma_{16} = 82 - 0 - 98 = -16; \gamma_{21} = 84 - 6 - 83 = -5;$$

$$\gamma_{22} = 83 - 6 - 82 = -5; \gamma_{26} = 82 - 6 - 84 = -8; \gamma_{33} = 96 - 18 - 72 = 6;$$

$$\gamma_{34} = 84 - 18 - 67 = -1;$$

Бояд қайд кард, ки дар байни  $\gamma_{ij}$ -ҳо мусбат мавҷуд аст яъне, нақшаи асосӣ оптималӣ нест. Бузургтарин қимати мусбат  $\gamma_{33} = 6$  аст, дар ин ҳолат, ва аз ин ячейка давраи тақсимоти ояндаи борро месозем.

#### Ҷадвали 2.4.6. – Нақшаи тақягоҳии панҷуми масъалаи нақлиёт

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот						Захира
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	
$A_1$	96 0	97 0	96 2056	95 0	98 0	98 0	2056
$A_2$	83 0	82 0	90 0	78 5294	81 1869	84 0	7163
$A_3$	66 1296	65 304	72 301	67 0	67 1780	64 200	3881
Талабот	1296	304	2357	5294	3649	200	13100

$$F(x) = 96 \cdot 2056 + 78 \cdot 5294 + 81 \cdot 1869 + 66 \cdot 1296 + 65 \cdot 304 + \\ + 72 \cdot 301 + 67 \cdot 1780 + 64 \cdot 200 = 1020725.$$

Дар чунин тақсимоти бор, арзиши минималии кашондани металл 1020725(т/сомон) - ро ташкил медиҳад. Ҳамин тавр, бо истифода аз усули потенциалҳо, нақшаи панҷуми такягоҳи барои оптималӣ санҷида мешавад.

$$v_1 - u_1 = 96; v_4 - u_2 = 78; v_5 - u_2 = 81; v_1 - u_3 = 66; v_2 - u_3 = 65;$$

$$v_3 - u_3 = 72; v_5 - u_3 = 67; v_6 - u_3 = 64;$$

$$v_3 = 96; v_4 = 88; u_2 = 10; v_1 = 90; v_2 = 89; u_3 = 24; v_5 = 91; v_6 = 88;$$

Шартҳои оптималии нақшаи панҷумро месанҷем.

$$\gamma_{11} = 90 - 0 - 96 = -6; \gamma_{12} = 89 - 0 - 97 = -8; \gamma_{14} = 88 - 0 - 95 = -7;$$

$$\gamma_{15} = 91 - 0 - 98 = -7; \gamma_{16} = 88 - 0 - 98 = -10; \gamma_{21} = 90 - 10 - 83 = -3;$$

$$\gamma_{22} = 89 - 10 - 82 = -3; \gamma_{23} = 96 - 10 - 90 = -4; \gamma_{26} = 88 - 10 - 84 = -6;$$

$$\gamma_{34} = 88 - 24 - 67 = -3.$$

Ин нақшаи асосӣ оптималӣ аст, зеро дар байни қиматҳои  $\gamma_{ij}$  -ҳо мусбат вучуд надорад ва аз ин рӯ, арзиши минималии кашондани металл 1020725(т/сомон)-ро ташкил медиҳанд.

## 2.5. Истифодаи усули аппроксиматсияи Фогел барои ҳалли масъалаи нақлиёт

Дар шароити сохтмони неругоҳҳои барқи обӣ, ки бо ҳаҷми зиёди интиқоли масолеҳи сохтмонӣ ва мураккабии равандҳои логистикӣ тавсиф меёбад, истифодаи усули аппроксиматсияи Фогел аҳамияти махсус дорад. Ин метод яке аз роҳҳои самараноки ташаккули нақшаи ибтидоии масъалаи нақлиёт ба ҳисоб рафта, имконият медиҳад, ки тақсимоти борҳо байни хатсайрҳои алтернативӣ бо хароҷоти нисбатан кам амалӣ карда шавад.

Самаранокии усули мазкур махсусан ҳангоми интиқоли борҳои асосӣ, аз ҷумла семент, қум, шағал, конструкцияҳои оҳану бетонӣ ва дигар масолеҳи сохтмонӣ аз таъминкунандагони гуногун ба объектҳои сохтмонӣ равшан зоҳир мегардад. Алгоритми усули аппроксиматсияи Фогел бо роҳи муқоисаи

фарқияти харочот байни самтҳои эҳтимолии интиқол имкон медиҳад, ки захираҳои нақлиётӣ оқилона тақсим шуда, сарбории хатсайрҳо мутавозин гардонида шавад.

Дар натиҷа, масофаҳои нолозими ҳаракат коҳиш ёфта, истифодаи воситаҳои нақлиёт самараноктар мегардад, харочоти сӯзишворӣ ва таъмири техника кам мешавад ва муҳлати расонидани масолаҳо ба объектҳои сохтмонӣ кӯтоҳ мегардад. Илова бар ин, татбиқи чунин усул дар шароити сохтмони НБО барои таъмини муттасилии қорҳои сохтмонӣ, пешгирии таваққуфи истеҳсолӣ ва баланд бардоштани самаранокии умумии идоракунии логистикӣ аҳамияти муҳим дорад.

Татбиқи амалии усули аппроксиматсияи Фогел барои эҳтиёҷоти НБО Роғун мутобиқсозии онро ба шароити ҳоси лоиҳа талаб мекунад. Алгоритми усули аппроксиматсияи Фогел дар ҳолати ба назар гирифтани маҳдудиятҳои зерин имконпазир аст:

- маҳдудиятҳои мавсимӣ дар қитъаҳои муайяни шабакаи нақлиётӣ;
- зарурати захира қардани иқтидори кашондан барои борҳои таъҷилӣ;
- тафовути тарифҳо барои намудҳои гуногуни воситаҳои нақлиёт;
- афзалияти категорияҳои алоҳидаи борҳо.

Хусусияти муҳими татбиқи усули аппроксиматсияи Фогел дар ин шароит интегратсияи он бо системаҳои геоинформатсионӣ буд. Ин имкон дод, ки қарорҳои бадастомадаро ба таври визуалӣ нишон дода, баҳодихии экспертии онҳо бо назардошти топографияи воқеии минтақа гузаронида шавад. Дар амал, ин барои муайян қардани ҳолатҳои кӯмак мекунад, ки ҳалли расман аз рӯи харочоти оптималӣ бинобар шароити махсуси ҳаракат дар қитъаҳои мушаххаси хатсайр номуносиб аст.

Усул самаранокии махсуси худро, ҳангоми ҳалли масъалаҳои миқёси миёна тақсимои чараёни бор байни анборҳои мобайнӣ ва қитъаҳои сохтмонӣ нишон дод. Барои оптимизатсияи глобалии тамоми системаи нақлиётӣ лоиҳа, усули Фогел ҳамчун қисми таркибии асбобҳои таҳлилии мураккабтар

истифода мешавад, ки ҳалли сифатии ибтидоиро барои танзими дақиқи минбаъда таъмин мекунад.

Таҷрибаи истифодаи усул баъзе маҳдудиятҳои онро дар шароити лоиҳаи Роғун ошкор кард. Аз ҷумла, ҳангоми кор бо борҳои махсусан калон ва беназир, ки таҳияи қарорҳои инфиродии логистикиро талаб мекунад, алгоритми расмӣ ислоҳи назаррасро бо ҷалби арзёбиҳои коршиносон талаб мекунад. Бо вучуди ин, ҳатто дар чунин ҳолатҳо, он барои тафсилоти минбаъдаи схемаҳои нақлиётӣ заминаи муфид мебошад.

Самти ояндадори рушди усул, омезиши он бо усулҳои оптимизатсияи бисёркритериалӣ мебошад, ки имкон медиҳад на танҳо омилҳои арзиш, балки параметрҳои вақт, эътимоднокии боркашонӣ, ҷанбаҳои экологии кашондани бор ба назар гирад. Ин алалхусус, барои марҳилаҳои ниҳонии сохтмон, вақте ки масъалаҳои ҳамоҳангсозии таъминоти таҷҳизот бо ҷадвали корҳои васлкунӣ дар мадди аввал меистанд, дуруст аст.

Ҳангоми омӯзиши минбаъдаи имкониятҳои усули Фогел дар заминаи таъминоти нақлиётӣ НБО Роғун дурнамои иловагии истифодаи амалии он ошкор карда мешавад. Арзиши махсуси қобилияти алгоритм барои мутобиқшудан ба шароити динамикии тағйирёбандаи логистикаи сохтмонӣ мебошад, ки барои лоиҳаҳои калони инфрасохторӣ бо мӯҳлати тӯлонии татбиқ хос аст. Баръакси моделҳои статикӣ, усул имкон медиҳад, ки схемаҳои тақсироти чараёни борро, ҳангоми тағйир додани параметрҳои ибтидоии масъала зуд аз нав дида бароем.

Ҷанбаи муҳими ҳамгироии аппроксиматсияи Фогел бо системаҳои муносири мониторинги амалиёти нақлиётӣ мебошад. Маълумоти дар вақти воқеӣ гирифташуда дар бораи ҳолати воқеии шабакаи роҳҳо, боркунии ҳайати ҳаракаткунанда ва суръати корҳои сохтмонӣ барои навсозии мунтазами маълумоти ибтидоии ҳисобҳо асос мебошанд. Ин усули динамикӣ махсусан, ҳангоми ташкили кашондани омехтаҳои бетонӣ ва дигар маводҳои зуд вайроншаванда, ки дар он омилҳои муваққатӣ нақши муҳим мебозад, талаб карда мешавад. Алгоритм ба ислоҳи зуд-зуд параметрҳои вуруд муқовимати хуб

нишон медиҳад, дар ҳоле ки сифати баланди қарорҳои гирифташударо нигоҳ медорад.

Таҷрибаи истифодаи шакли тағйирёфтаи усул барои ба назар гирифтани маҳдудиятҳои экологӣ, ҳангоми банақшагирии нақлиёт ба диққати махсус сазовор аст. Дар шароити экосистемаи кӯҳӣ, ки дар он сохтмони НБО идома дорад, ба тарифҳои нақлиёти коэффитсиентҳои иловагӣ дохил карда мешаванд, ки осебпазирии экологии қитъаҳои алоҳидаро инъикос мекунад. Усули Фогел ба қор бо чунин меъёрҳои васеъ бомуваффақият мутобиқ шуда, дар пайдо кардани созиш байни самаранокии иқтисодӣ ва бехатарии экологии нақлиёт кӯмак мекунад.

Дар амалия, ин дар тағйирёбии огоҳона аз оптимуми ҳолис ба манфиати хатсайрҳои камтаъсир ба муҳити зист ифода меёбад, вақте ки фарқияти хароҷоти нақлиёт дар доираи аз ҷиҳати иқтисодӣ асоснок аст. Ин равиш ба талаботи муосири рушди устувор ва мақоми махсуси экологии лоиҳаҳои гидроэнергетикӣ мувофиқат мекунад.

Такмили минбаъдаи усул бо таҳияи нармафзори махсус, ки раванди омодаسازی маълумоти ибтидоӣ ва тафсири натиҷаҳоро автоматӣ мекунад, алоқаманд аст. Системаи иттилоотии сохташуда маълумотро дар бораи вазъи кунунии нақлиёт ҷамъ мекунад, ба таври худкор матритсаҳои тарифҳоро бо назардошти ҳамаи омилҳои муҳим тавлид мекунад ва алгоритми тағйирёфтаи Фогелро барои ҳисоб кардани оперативии схемаҳои оптималии боркашонӣ истифода мебарад. Татбиқи чунин воситаҳо хароҷоти вақтро барои банақшагирии логистикӣ ба таври назаррас коҳиш медиҳад ва эътибори қарорҳои қабулшударо баланд мебардорад.

Мубрамияти асосии омӯзиши кормандон оид ба қор бо ин усул аҳамияти махсус пайдо мекунад. Мутахассисони ҳадамоти нақлиётии лоиҳа на танҳо принципҳои асосии алгоритмро, балки усулҳои мутобиқسازی онро ба вазифаҳои мушаххас низ аз худ мекунанд. Ин имкон медиҳад, ки ҳалли ғайристандартӣ дар ҳолатҳои мураккаб пайдо карда шавад, вақте ки истифодаи расмӣ расмиёти стандартӣ кофӣ нест. Таҷрибаи ҷамъшуда нишон

медихад, ки омезиши дастгоҳи математикӣ бо таҷрибаомӯзон дар ҳалли мушкилоти воқеии нақлиётӣ натиҷаҳои беҳтарин медихад.

Самти ояндадори рушд, омезиши усули Фогел бо унсурҳои зеҳни сунъӣ мебошад. Алгоритмҳои омӯзишӣ, таҳлили маълумоти таърихӣ дар бораи боркашонии воқеӣ, ба муайян кардани параметрҳои ибтидоии масъалаи нақлиётӣ ва пешгӯии тағирёбии имконпазир аз нишондиҳандаҳои ҳисобшуда кӯмак мекунад. Чунин муносибати классикии оптимизатсия бо технологияҳои муосири омӯзиши мошинӣ имкониятҳои навро барои баланд бардоштани самаранокии таъмини нақлиётии лоиҳаҳои бузурги сохтмонӣ фароҳам меорад.

Дар шароити имрӯзаи рушди иқтисод ва инфрасохтор, оптимизатсияи раванди нақлиёт аҳамияти бештаре пайдо мекунад. Яке аз ҷанбаҳои калидии фаъолияти муваффақонаи объектҳои калонтарини сохтмонӣ ва истеҳсолӣ идораи самаранокии логистика мебошад. Хусусан, ин барои лоиҳаҳои калонҳаҷм, чун сохтмон ва истифодаи НБО Роғун, хеле муҳим аст, чунки системае, ки кашондани борҳоро ба тартиб меорад, мустақиман ба муҳлат ва арзиши иҷрои корҳои сохтмонӣ таъсир мерасонад.

Ҳалли чунин масъалаҳо истифодаи усулҳои самаранокро тақозо мекунад, ки метавонанд шароити мураккаби боркашониро ба ҳисоб гиранд ва тақсими борҳоро беҳтар кунанд. Яке аз усулҳои самаранокии ҳалли масъалаи нақлиёт, усули аппроксиматсияи Фогел мебошад, ки имкон медихад харочот дар кашондани борҳо бо тақсими оптималии манобеъ кам карда шавад. Дар ин ҷо истифодаи усули аппроксиматсияи Фогел барои ҳалли масъалаи нақлиёт дар мисоли кашондани борҳо ба НБО Роғун баррасӣ мешавад. Усули аппроксиматсияи Фогел аз ҷониби Н. Рейнфелд ва В. Р. Фогел соли 1958 таҳия шудааст ва барои ба даст овардани нақшаи ибтидоии асосӣ ва ҳалли оптималии масъалаи нақлиётӣ муаррифӣ шуда буд [41]. Ин усул дар корҳои Акулич И.Л. [13] ва А. В. Кузнецов, Н. И. Холода, Л. С. Костевич [77] баррасӣ гардидааст.

Мақсади ин таҳқиқот дар таҳлили мувофиқати усули аппроксиматсияи Фогел ба масъалаи нақлиётӣ, ки дар кашондани борҳо ба НБО Роғун алоқаманданд, мебошад. Хусусан, имконияти истифодаи ин усул барои оптимизатсияи хатсайрҳо, тақсими манобеъ ва минимизатсияи хароҷот, ки бо кашондани мавод ва таҷҳизот алоқаманданд, баррасӣ мешавад. Ин таҳқиқот на танҳо таҳлили назариявии усули аппроксиматсияи Фогел, балки истифодаи амалии он бо мисоли аниқ дар кашондани борҳо ба НБО Роғунро дар бар мегирад. Натиҷаҳои таҳқиқот метавонанд барои мақомоти масъули идоракунии объектҳои энергетикӣ ва мутахассисони соҳаи логистика ва идоракунии нақлиёт ғоиданок бошанд.

Усули аппроксиматсияи Фогел як усули муқаррарӣ ва маъруфи ҳалли масъалаи нақлиётӣ мебошад. Ин усул барои ба даст овардани ҳалли ибтидоии асосӣ дар масъалаи нақлиёт истифода мешавад, ки мақсади он тақсимои оптималии борҳои маҳдуд байни нуқтаҳои фиристонанда ва қабулкунанда мебошад.

Усули аппроксиматсияи Фогел аз қадамҳои зерин иборат аст:

**Пайдо кардани ҳали ибтидоии базисӣ** - усули Фогел бо ҳисоб кардани фарқи хурдтарин арзиш дар ҳар як сатр ва ҳар як сутуни матрицаи хароҷот оғоз мешавад. Баъд, ячейкаҳо бо бузургтарин фарқ интихоб мешаванд, ва захираҳо ба ин ячейкаҳо тибқи тартиби камшавии фарқ тақсим карда мешаванд.

**Пур кардани катакчаҳои базисӣ** - пас аз тақсимои захираҳо ба ячейкаҳо, баъзе сатрҳо ва сутунҳо метавонанд пурра пур шаванд. Дар ин ҳолат, ин сатрҳо ё сутунҳо ба катакчаҳои базисӣ табдил меёбанд ва раванди кор барои катакчаҳои боқимонда, ки пур нашудаанд, такрор мешавад.

**Ёфтани ҳалли оптималӣ** - методи Фогел то замоне идома меёбад, ки ҳалли оптималӣ пайдо шавад, ки дар он ҳама захираҳо тақсим карда шаванд ва дигар имкон барои беҳтар кардани натиҷаҳо мавҷуд набошад.

Методи Фогел барои ба даст овардани нақшаи наздик ба ҳалли оптималӣ истифода мешавад ва асосан барои ҳал кардани масъала ба таври дастӣ, вақте

ки шумораи истехсолкунандагон ва истеъмолкунандагон хурд аст, истифода мешавад.

**Ҳалли масъалаи нақлиёт бо методи аппроксиматсияи Фогел дар мисоли кашондани борҳои якчинса ба НБО Роғун (мисоли дар параграфи 2.4 овардашуда).** Объекти таҳқиқот 6 ширкати нақлиётӣ мебошанд, ки ба кашондани бори якчинса ба объектҳои сохтмонӣ дар НБО Роғун машғуланд. Мавзӯи таҳқиқот сохтани нақшаи оптималии боркашонӣ бо хароҷоти минималӣ аз 3 анбор ба объектҳои сохтмонӣ дар НБО Роғун аст, ки бо ширкати нақлиётӣ хидмат мерасонад.

Бар асоси маълумотҳои пешниҳод кардаи идораи НБО Роғун барои соли 2021 аз анборҳои «Сомонтаъминот», «Сомонсохтмон» ва «ш.Ваҳдат анбори Элок» захираҳои металл мутаносибан  $A_1=2056$ ,  $A_2=7163$  ва  $A_3=3881$  тонна мавҷуд буданд. Ин маҳсулоти якчинса (металл) ба объектҳои сохтмони НБО Роғун аз ҷониби ширкатҳои нақлиётӣи ҚСК «Сохтмони асосӣ», ҚДММ «Сохтмон ва нақлиёт ХФ», ҚДММ «Фируз НР», ФҚСП «Туннел Садди Ориёно», ҚСП «ш. Норақ, ҚДММ «Некзод» мутаносибан дар ҳаҷми  $B_1=1296$ ,  $B_2=304$ ,  $B_3=2357$ ,  $B_4=5294$ ,  $B_5=3649$  ва  $B_6=200$  тонна кашонда шуд.

Ҳароҷоти кашондани як тоннаи маҳсулоти якчинса (металл) ва талаботҳо аз ҳар як нуқтаи фиристонанда ба нуқтаҳои қабулкунанда (объектҳои сохтмонӣ дар НБО Роғун) дар Ҷадвали 2.5.1 оварда шудааст (маълумотҳо аз тарафи дафтари НБО Роғун пешниҳод шудаанд).

**Ҷадвали 2.5.1. - Арзиши кашондани як тонна маҳсулоти якчинса ба объектҳои сохтмони НБО Роғун**

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот						Захира
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	
$A_1$	96 0	97 0	96 2056	95 0	98 0	98 0	2056
$A_2$	83 0	82 0	90 0	78 5294	81 1869	84 0	7163
$A_3$	66 1296	65 304	72 301	67 0	67 1780	64 200	3881
Талабот	1296	304	2357	5294	3649	200	13100

Моделҳои математикӣ барои масъалаи мазкурро ташаккул дода, нақшаи оптималии кашондани металл аз се анбор ба объектҳои сохтмонӣ дар НБО Роғун тавассути 6 ширкати нақлиётро таҳия мекунем, то ки хароҷотҳо минималӣ карда шаванд.

Бигзор  $x_{ij}$  — миқдори бор (металл) бо тонна бошад, ки аз таъминкунандагон (анборҳои металл) ба объектҳои сохтмонӣ дар НБО Роғун (истеъмолкунандагон) кашонда мешавад,  $c_{ij}$  — арзиши кашондани як тонна металл аз анборҳо ба объектҳои сохтмонӣ дар НБО Роғун мебошад. Пас, модели математикӣ бо минимизатсияи хароҷот барои кашондани бор чунин хоҳад буд [4-13]:

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3.1.1)$$

**Ҳал.** Бо истифода аз усули аппроксиматсияи Фогел нақшаи асосиро барои масъалаи қаблан баррасишуда чадвали 2.5.1, (яъне дар параграфи 2.4, ки бо усули кунчи шимолу ғарб ёфташуда буд) тартиб медиҳем [9-13].

**Чадвали 2.5.2. - Чадвали усули аппроксиматсионии Фогел**

								Фарқият бо сатрҳо							
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$a_i$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$A_1$	96 0	97 0	+ 96 0	- 95 2056 8	98 0	99 0	2056	1\20 56	1\20 56	2\20 56	2\2 056	2\20 56	2\2 056	205 6	0
$A_2$	- 83 276 6	82 0	90 0	+ 78 3238 7	81 3649 5	84 0	7163	3\71 63	3\71 63	3\71 63	3\7 163	3\35 14	5\3 238	0	0
$A_3$	+ 66 1020 4	65 304 3	- 72 2357 2	63 0	67 0	64 200	3881	1\36 81	2\13 24	2\13 20	3\0	0	0	0	0
$b_j$	1296	304	2357	5294	3649	200	13100								

### Идомаи Ҷадвали 2.5.2.

Фарқият бо сутунҳо						
I	17\1 296	17\3 04	18\2 357	11\5 294	14\3 649	20\0
II	17\1 296	17\3 04	18\0	11\5 294	14\3 649	0
III	17\1 296	17\0	0	11\5 294	14\3 649	0
IV	17\2 76	0	0	11\5 294	14\3 649	0
V	17\2 76	0	0	11\5 294	17\0	0
VI	17\0	0	0	11\5 294	0	0
VII	0	0	0	2056	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 95 \cdot 2056 + 83 \cdot 276 + 78 \cdot 3238 + 81 \cdot 3649 + 66 \cdot 1020 + 65 \cdot 304 + 72 \cdot 2357 + 64 \cdot 200 = 1035945.$$

Одатан, истифодаи усули аппроксиматсияи Фогел имкон медиҳад, ки нақшаи таъҷагоҳии ёфташуда, ба нақшаи оптималӣ наздик аст ва ё ҳуди нақшаи оптималиро ташкил медиҳад. Ин гуфтаҳоро бо методҳои потенциалҳо истифода бурда месанҷем, ки ҳалли ёфташуда оптималӣ аст ё не.

Барои  $x_{ij} > 0$ , аз формулаи  $v_j - u_i = c_{ij}$  ва барои  $x_{ij} = 0$ , аз формулаи

$\gamma_{ij} = v_j - u_i - c_{ij}$  истифода мекунем.

$$v_4 - u_1 = 95; v_1 - u_2 = 83; v_4 - u_2 = 78; v_5 - u_2 = 81; v_1 - u_3 = 66;$$

$$v_2 - u_3 = 65; v_3 - u_3 = 72; v_6 - u_3 = 64;$$

$$u_1 = 0; v_4 = 95; v_1 = 100; u_2 = 17; v_5 = 98; u_3 = 34; v_2 = 99; v_3 = 106; v_6 = 98;$$

$$\gamma_{11} = 100 - 0 - 96 = 4; \gamma_{12} = 99 - 0 - 97 = 2; \gamma_{13} = 106 - 0 - 96 = 10;$$

$$\gamma_{15} = 98 - 0 - 98 = 0; \gamma_{16} = 98 - 0 - 98 = 0; \gamma_{22} = 99 - 17 - 82 = 0;$$

$$\gamma_{23} = 106 - 17 - 90 = -1; \gamma_{34} = 95 - 34 - 67 = -6; \gamma_{35} = 98 - 34 - 67 = -3$$

Бояд кайд кард, ки дар байни  $\gamma_{ij}$ -ҳо мусбат мавҷуд аст яъне, нақшаи асосӣ оптималӣ нест. Бузургтарин қимати мусбат  $\gamma_{13} = 10$  аст, дар ин ҳолат, ва аз ин ячейка давраи тақсимоти ояндаи борро месозем.

### Ҷадвали 2.5.3. - Нақшаи тақягоҳии якуми масъалаи нақлиёт

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои табинот						Захира
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	
$A_1$	96 0	97 0	+ 96 276	- 95 1780	98 0	98 0	2056
$A_2$	83 0	82 0	90 0	+ 78 3514	- 81 3649	84 0	7163
$A_3$	66 1296	65 304	- 72 2081	67 0	+ 67 0	64 200	3881
Талабот	1296	304	2357	5294	3649	200	13100

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 96 \cdot 276 + 95 \cdot 1780 + 78 \cdot 3514 + 81 \cdot 3649 + 66 \cdot$$

$$1296 + 65 \cdot 304 + 72 \cdot 2081 + 64 \cdot 200 = 1033185.$$

Дар чунин тақсимоти бор, хароҷоти боркашонӣ 1034841(т/сомон) - ро ташкил медиҳад. Баъд, бо истифода аз усули потенциалҳо, нақшаи дуҷуми оптималиро бо формулаи  $v_j - u_i = c_{ij}$  дар ҳолати  $x_{ij} > 0$  (яъне катакҷаҳои бордор), қимати потенциалҳои  $v_j$  ва  $u_i$ -ро меёбем.

$$v_3 - u_1 = 96; v_4 - u_1 = 95; v_4 - u_2 = 78; v_5 - u_2 = 81; v_1 - u_3 = 66; v_2 - u_3 = 65;$$

$$v_3 - u_3 = 72; v_6 - u_3 = 64;$$

$$u_1 = 0; v_3 = 96; v_4 = 95; u_2 = 17; v_5 = 98; v_1 = 90; v_2 = 89; v_6 = 88; u_3 = 24;$$

Акнун шарти оптималии ячейкаҳои озоди ҷадвалро аз рӯи формулаи  $\gamma_{ij} = v_j - u_i - c_{ij}$  ҳисоб мекунем.

$$\begin{aligned} \gamma_{11} &= 90 - 0 - 96 = -6; \gamma_{12} = 89 - 0 - 97 = -8; \gamma_{15} = 98 - 0 - 98 = 0; \gamma_{16} = 88 - 0 - 98 = -10; \\ \gamma_{21} &= 90 - 17 - 83 = -10; \gamma_{22} = 89 - 17 - 82 = -10; \gamma_{23} = 96 - 17 - 90 = -11; \\ \gamma_{26} &= 88 - 17 - 84 = -13; \gamma_{34} = 95 - 24 - 67 = 4; \gamma_{35} = 98 - 24 - 67 = 7; \end{aligned}$$

Нақшаи асосӣ оптималӣ нест, зеро дар байни қиматҳои ёфтшуда қимати мусбат мавҷуданд. Дар ин ҳолат, бузургтарин баҳои мусбатро дар байни  $\gamma_{ij} > 0$  интихоб мекунем  $\gamma_{35} = 7$ . Дар ҷадвали 2.5.3 аз ячейкаи  $\gamma_{35}$  сар карда, давраи азнавтақсимкунии борро месозем.

#### Ҷадвали 2.5.4. - Нақшаи тақягоҳии дуҷуми масъалаи нақлиёт

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот						Захира
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	
$A_1$	96	97	96	95	98	98	2056
	0	0	2056	0	0	0	
$A_2$	83	82	90	78	81	84	7163
	0	0	0	5294	1869	0	
$A_3$	66	65	72	67	67	64	3881
	1296	304	301	0	1780	200	
Талабот	1296	304	2357	5294	3649	200	13100

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 96 \cdot 2056 + 78 \cdot 5294 + 81 \cdot 1869 + 66 \cdot 1296 + 65 \cdot 304 + 72 \cdot 301 + 67 \cdot 1780 + 64 \cdot 200 = 1020725.$$

Дар чунин тақсимоти бор, хароҷоти кашондани металл 1020725 (т/сомон) - ро ташкил медиҳад. Сипас, бо истифода аз усули потенциалҳо, нақшаи сеҷуми оптималӣ санҷида мешавад. Бо формулаи  $v_j - u_i = c_{ij}$  дар ҳолати  $x_{ij} > 0$  (яъне катакҷаҳои бордор), арзиши потенциалҳои  $v_j$  ва  $u_i$ -ро меёбем.

$$v_3 - u_1 = 96; v_4 - u_2 = 78; v_5 - u_2 = 81; v_1 - u_3 = 66; v_2 - u_3 = 65; v_3 - u_3 = 72;$$

$$v_5 - u_3 = 67; v_6 - u_3 = 64;$$

$$u_1 = 0; v_3 = 96; v_4 = 88; u_2 = 10; v_1 = 90; v_2 = 89; u_3 = 24; v_5 = 91; v_6 = 88;$$

Акнун ичрои шарти оптимальии ячейкаҳои озодаи ҷадвали 2.5.3-ро аз рӯи формулаи  $\gamma_{ij} = v_j - u_i - c_{ij}$  ҳисоб мекунем.

$$\gamma_{11} = 90 - 0 - 96 = -6; \gamma_{12} = 89 - 0 - 97 = -8; \gamma_{14} = 88 - 0 - 95 = -7; \gamma_{15} = 91 - 0 - 98 = -7;$$

$$\gamma_{16} = 88 - 0 - 98 = -10; \gamma_{21} = 90 - 10 - 83 = -3; \gamma_{22} = 89 - 10 - 82 = -3;$$

$$\gamma_{23} = 96 - 10 - 90 = -4; \gamma_{26} = 88 - 10 - 84 = -6; \gamma_{34} = 88 - 24 - 67 = -3;$$

Ҳамин тавр, дида мешавад, ки ҳамаи  $\gamma_{ij} \leq 0$  аст, аз ин ҷо ҳалли ёфташуда оптимальӣ мебошад.

$F_{\text{опт}} = 1020725$  (т/сомони)-ро ташкил медиҳад.

Ин кор як таҳқиқоти муҳим дар соҳаи логистикаи нақлиёт ва оптимизатсия мебошад. Истифодаи усули наздикшавии Фогел дар мисоли НБО Роғун аҳамияти амалӣ ва потенциали онро барои таҳқиқоти минбаъда нишон медиҳад. Дар ин кор на танҳо ҷанбаҳои назариявии усул, балки нишон додани татбиқ ва самаранокии амалии он оварда шудааст.

### **Хулосаи боби дуюм**

Боби дуюми кори диссертатсионӣ ба таҳқиқи усулҳои барномасозии ҳаттӣ барои оптимизатсияи равандҳои нақлиётӣ, ҳангоми сохтмони НБО Роғун бахшида шудааст. Дар доираи таҳқиқот, модели математикии масъалаи нақлиёт таҳия карда шуд, ки имкон медиҳад параметрҳои оптимальии боркашонии маводи сохтмониро бо хароҷоти минималӣ муайян кунад. Тағйири ин модел бо ҷорӣ кардани маҳдудиятҳои вақт баррасӣ карда шуд, ки ин ба ҳисоб гирифтани мӯҳлати кашондани борро, ҳангоми банақшагирии амалиёти логистикӣ таъмин мекунад.

Ба таҳлили робитаи байни динамикаи нархи сӯзишворӣ ва тағйирёбии арзиши кашондани масолеҳи сохтмонӣ диққати зиёд дода мешавад. Дар асоси таҳлили регрессионӣ вобастагҳои миқдорӣ муқаррар карда шудаанд, ки имкон медиҳанд хароҷоти нақлиёт пешгӯӣ карда шавад. Роҳҳои методӣ барои

баланд бардоштани самаранокии иқтисодии боркашонӣ тавассути оптимизатсияи ҳатсайрҳо ва ҳаҷми боркашонӣ таҳия карда шуданд.

Бо назардошти хусусиятҳои ҷуғрофӣ минтақа ва хусусиятҳои инфрасохтори нақлиётӣ, дақиқии ҳисобҳо ба таври назаррас баланд бардошта шуд. Усули аппроксиматсияи Фогел, ки яке аз алгоритмҳои самараноки ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ мебошад, ҳангоми ташкили кашондани бор барои НБО Роғун истифодаи махсус пайдо мекунад. Афзалияти калидии он дар қобилияти ба назар гирифтани сохтори ҳамачонибаи хароҷоти нақлиёт мебошад, ки махсусан дар шароити кӯҳистон бо мушкилоти мушаххаси логистикии он муҳим аст. Баръакси усулҳои одӣ, усули Фогел имкон медиҳад, ки дар аввал ҳалли ба оптималӣ наздикро тавассути таҳлил на арзишҳои мутлақи тарифҳо, балки фарқиятҳои нисбии байни онҳо пайдо кунад.

Натиҷаҳои бадастомада барои баланд бардоштани самаранокии иқтисодии лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ дар шароити кӯҳистон аҳамияти муҳим доранд. Таваҷҷуҳи асосӣ ба таҳияи алгоритми ташаккули нақшаи оптималии кашондани борҳо равона карда шудааст ва имкон медиҳад, ки масъалаҳо бо маҳдудиятҳо ва хусусиятҳои гуногун самаранок ҳал карда шаванд.

Дар таҳқиқи масъалаҳои нақлиёт дар НБО Роғун, ки як лоиҳаи сохтмони калони инфрасохторӣ аст, истифодаи моделсозии математикии боркашонӣ ва методҳои барномасозии ҳаттӣ барои оптимизатсия ва беҳтар кардани равандҳои боркашонӣ муҳим аст. Лоиҳаҳои ба андозаи калон, монанди НБО Роғун, ки ҳаҷми зиёди мавод ва маҳсулотҳоро барои сохтмон ва насби таҷҳизот талаб мекунанд, якҷанд омилҳои муҳими нақлиётиро дарбар мегиранд, ки ба таҳлили амиқ ва истифодабарии методҳои риёзӣ ниёз доранд.

Моделҳои математикии боркашонӣ дар НБО Роғун асосан барои оптимизатсия кардани чараёни кашондани борҳо дар роҳи нақлиётӣ истифода мешавад. Бо истифода аз методҳои барномасозии ҳаттӣ, мақсади асосӣ дар ин ҷо кам кардани хароҷот ва вақти кашондани борҳо, инчунин беҳтар кардани самаранокии истифодаи захираҳои мавҷуда аст. Моделҳои математикӣ кӯмак

мекунанд, ки на танҳо миқдори борҳое, ки бояд кашонда шаванд, муайян карда шавад, балки беҳтар ба роҳ мондани раванди боркашонӣ бо назардошти омилҳои иқтисодӣ ва техникӣ таъмин карда шавад.

Масъалаи нақлиёт дар НБО Роғун бо истифода аз критерияи вақт низ таҳлил карда шудааст, ки вақт як омил хеле муҳим дар ин лоихаҳо мебошад, зеро таъмини саривақтӣ ва бо самаранокӣ расидани мавод ба макони муайян барои пешрафти сохтмон ва насби таҷҳизот аҳамияти калон дорад. Ба ин хотир, оптимизатсия кардани вақти боркашонӣ ва беҳтар кардани чараёнҳои логистикӣ дар роҳи нақлиёт тавассути истифодаи моделҳои математикӣ ва барномасозии ҳаттӣ як роҳкарди муассир мебошад.

Моделҳои регрессионӣ низ дар таҳлили таъсири нархи сӯзишворӣ ва арзиши боркашонӣ дар НБО Роғун истифода мешавад. Нархи сӯзишворӣ, ки яке аз омилҳои асосии хароҷоти нақлиётӣ мебошад, ба арзиши умумии кашондани борҳо таъсир мерасонад. Моделҳои регрессионӣ кӯмак мекунанд, ки вобастагии нархи сӯзишворӣ ва хароҷоти нақлиёт дар лоиха аниқтар муайян карда шаванд, ки барои ташкили тактикаи дуруст ва самаранокии нақлиёт муҳим аст. Ба ин восита, метавон миқдори сӯзишвории зарурӣ барои ҳар як намуди нақлиёт ва тавассути истифодаи ҳалли оптимизатсионӣ хароҷотро кам кард.

Усули аппроксиматсияи Фогел дар ҳалли масъалаи классикии нақлиётӣ барномасозии ҳаттӣ самаранокии баланд нишон дод. Таҳқиқот тасдиқ кард, ки ин усул пайдо кардани нақшаи оптималии боркашонӣ бо хароҷоти ҳадди ақал таъмин мекунад. Ба таҳлили самаранокии ҳисобкунии алгоритм ва бартарҳои муқоисавии он нисбат ба дигар усулҳои ҳалли он диққати махсус дода шудааст. Натиҷаҳои бадастомада барои рушди усулҳои оптимизатсияи масъалаҳои нақлиёт аҳамияти назариявӣ доранд. Арзиши амалии кор аз имконияти истифодаи усул барои системаҳои гуногуни логистикӣ иборат аст.

## **БОБИ 3. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАИ НАҚЛИЁТ БО ТАРИФҲОИ НОСАҲЕҲ ВА ТАҲИЯИ МАҶМУӢИ БАҶНОМАҲОИ КОМПЮТЕРӢ**

### **3.1. Гузориши математикии масъалаи нақлиётӣ ба ҷанмиасозии хаттӣ бо тарифҳои носаҳеҳ**

Ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ, ҳангоми сохтмони чунин объектҳои васеъмукӯс, ба монанди НБО Роғун, бо мушкилоти асосӣ вобаста ба номуайянии параметрҳои калидии банақшагириӣ рӯ ба рӯ мешавад. Усулҳои анъанавии оптимизатсияи нақлиёт, ки ба ҳисобҳои дақиқ асос ёфтаанд, аксар вақт дар шароити сохтмони воқеӣ, ки дар он бисёр омилҳо тағйирёбанда ва пешгӯинашаванда мебошанд, кам самаранок мебошанд. Ин махсусан ба тарифҳои нақлиёт дахл дорад, ки метавонанд дар шароити гуногун ба таври назаррас тағйир ёбанд.

Дар шароити кӯҳистоне, ки сохтмони НБО Роғун идома дорад, хароҷоти нақлиёт ба таназзули шадид дучор мешавад. Арзиши нақлиёт аз омилҳои гуногуни тағйирёбанда вобаста аст:

- ҳолати роҳҳои кӯҳӣ, ки метавонанд пас аз борон ё дар давраи обшавии барф бадтар шаванд;
- нархи сӯзишворӣ, ки кашондани он ба минтақаҳои дурдаст худ вазифаи душвор аст;
- зарурати ҷалби нақлиёти махсус барои кашондани борҳои калонҳаҷм.

Ҳамаи ин муносибатҳои анъанавии ҳисобкунии хароҷоти нақлиётро ба қадри кофӣ возеҳ намекунад ва мураккабии воқеии вазъиятро ба назар намегирад.

Муносибатҳои муосир ҳалли чунин мушкилот пешниҳод мекунанд, ки ин номуайяниро тавассути усулҳои махсуси банақшагириӣ, ки имкон медиҳанд кор бо маълумоти носаҳеҳ ва тағйирёбанда ба назар гиранд. Ба ҷои арзишҳои муқарраршудаи тарифҳо, диапазони хароҷоти имконпазир баррасӣ карда мешаванд, ки ҳангоми қабули қарорҳо тасвири воқеитар медиҳад. Ин муносибат махсусан барои банақшагирии дарозмуддати нақлиёт муҳим аст, вақте ки тағйирёбии имконпазири хароҷотро пешакӣ муайян кардан ва

стратегияеро таҳия кардан лозим аст, ки дар сенарияҳои гуногун самаранок боқӣ мемонад.

Дар робита ба НБО Роғун, ин маъноӣ эҷоди як низоми муайяни логистикиро дорад, ки ба шароити тағйирёбанда мутобиқат мекунад. Масалан, барои борҳои муҳим, дар сурати бад шудани ҳолати роҳҳои асосӣ, хатсайрҳои алтернативӣ пешаки омода карда мешаванд. Ҳангоми банақшагирии буҷет барои боркашонӣ на маблағи муқарраршуда, балки доираи хароҷоти имконпазир бо назардошти вариантҳои гуногуни таҳаввулот гузошта мешавад. Ба намудҳои нақлиёт ва хатсайрҳои, ки вобастагии камтаринро аз омилҳои беруна нишон медиҳанд, диққати махсус дода мешавад.

Ҷанбаи муҳими ин муносибат, мониторинги доимии шароити тағйирёбанда ва ислоҳи ғаврии нақшаҳо мебошад. Маълумот дар бораи ҳолати роҳҳо, дастрасии нақлиёт, нархи ҷорӣ сӯзишворӣ ба таври доимӣ ҷамъоварӣ ва таҳлил карда мешавад, ки имкон медиҳад ба схемаҳои логистикӣ саривақт тағйирот ворид карда шавад. Ин ташкили системаи махсуси идоракунии нақлиётро талаб мекунад, ки қодир аст бо маълумоти нопурра ва тағйирёбанда кор кунад, аммо дар ниҳоят эътимоднокии бештар ва пешгӯишавандаи таъминоти нақлиёти сохтмонро таъмин мекунад.

Боркашонии байналмилалӣ таҷҳизот мушкilotи хосеро ба миён меорад, ки дар он номуайянии маъмулии нақлиёт бо омилҳои ба мисли қоидаҳои гумрукӣ, тағйирёбии асёр ва логистикаи байналмилалӣ мураккаб мегардад.

«Дар ин ҷо махсусан муҳим аст, ки усулҳои истифода баранд, ки имкон медиҳанд омилҳои гуногуни тағйирёбанда ва тағйироти эҳтимолии онҳоро дар тамоми давраи ҳаёти лоиҳа ба назар гиранд» [120].

Муносибатҳои таҳияшуда барои ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ бо назардошти номуайяни на танҳо барои НБО Роғун, балки барои дигар лоиҳаҳои бузурги сохтмонӣ дар шароити мураккаби ҷуғрофӣ низ аҳамият доранд. Онҳо имкон медиҳанд, ки системаҳои боэътимод ва мутобиқшавандаи логистика таъсис дода шаванд, ки метавонанд дар шароити иттилооти нопурра

ва тағйирёбии омилҳои беруна самаранок кор кунанд. Ин самт бо ҳамгирии усулҳои нави таҳлили маълумот ва қабули қарорҳо рушд мекунад, ки дар оянда самаранокии идоракунии чараёни нақлиётро, ҳангоми татбиқи лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ боз ҳам баланд мебардорад.

Истифодаи усулҳои мутобиқсозии банақшагирии боркашонӣ барои НБО Роғун имкониятҳои навро дар идоракунии хавфҳои логистикӣ фароҳам меорад. Хусусияти марҳилаи кунунии сохтмон дар зарурати ҳамоҳангсозии боркашонии намудҳои зиёди борҳо аз турбинаҳои азим то маводи сохтмони истеҳсоли маҳаллӣ мебошад. Ҳар як категорияи борҳо муносибати инфиродӣ ба ҳисоб кардани хароҷоти нақлиётро бо назардошти хусусиятҳои беназири онҳо ва шароити махсуси боркашонӣ талаб мекунад.

Дар амалия, ин ба ташкили системаи бисёрқабатаи қабули қарорҳо оварда мерасонад, ки дар он принципҳои умумии тақсимои захираҳо дар сатҳи стратегӣ муайян карда мешаванд ва дар сатҳи амалиётӣ ҳар рӯз хатсайрҳо ва қадвалҳои ҳаракати нақлиёт ислоҳ карда мешаванд. Ин равиш ҳамоҳангсозии зич байни конструкторҳо, бинокорон ва операторони логистикиро талаб мекунад. Масалан, тағйири мӯҳлати насби баъзе таҷҳизоти муайян дар сохтмон бояд феврал ба танзими афзалиятҳо ҳангоми ташкили нақлиёт табдил ёбад.

Дастоварди муҳим ин қорӣ кардани принципҳои нархгузори динамикӣ дар шартномаҳои нақлиётӣ буд. Ба қои тарифҳои катъиян муқарраршуда формулаҳои ҳисоббарорӣ истифода бурда мешаванд, ки шароити воқеии боркашониро дар лаҳзаи иҷрои фармоиш ба назар мегиранд. Ин хусусан ба техникаи махсус ва мошинҳои беназири дар лоиҳа ҷалбшуда дахл дорад. Операторҳо имкон доранд, ки нархҳоро вобаста ба мавсим, шароити обу ҳаво ва боркунии қорӣ шабакаи роҳ фарқ кунанд, ки ин системаи одилона ва мутаваозини ҳавасмандкуниро ба вуҷуд меорад.

Ба рушди чораҳои пешгирикунанда оид ба кам кардани хатарҳои логистикӣ диққати махсус дода мешавад. Дар асоси таҳлили монеаҳои

эҳтимолий системаи «клапанҳои садамавии логистикӣ» - и пешакӣ омодашуда барои ҳолатҳои вазнин сохта мешавад. Ба он дохил мешавад:

- ташаккули шабакаи анборҳои садамавӣ бо захираҳои такрории маводҳо;
- нигоҳдории парки захиравии нақлиёти махсусгардонидашуда;
- омода кардани хатсайрҳои алтернативӣ барои ҳар як бори муҳим;
- - таҳияи сценарияҳои амал дар намудҳои гуногуни ноқолии таъминот.

Дар баробари пеш рафтани сохтмон, таҷрибаи андӯхташудаи идоракунии чараёни нақлиёт дар шароити номуайяни бартариҳои иловагӣ меорад. Базаи ташаккулёфтаи мўҳлатҳои воқеӣ ва харҷи боркашонӣ дар шароитҳои гуногун имкон медиҳад, ки моделҳои пешгӯӣ мунтазам такмил дода, дурустии банақшагири такмил дода шавад. Масалан, вобастагии самаранокии нақлиёт аз вақти шабонарӯзӣ, аз қитъаҳои алоҳидаи маршрутҳо ё мўҳлатҳои оптималии кашондани борҳои махсусан вазнин кашф карда мешаванд.

Ҷомеаи муосир бо зарурати ҳалли масъалаҳои мураккаби нақлиётӣ, хусусан дар заминаи сохтмони иншооти калон, ба монанди НБО Роғун (НБО) рӯ ба рӯ мешавад. Чунин масъалаҳо банақшагирии дақиқ ва оптимизатсияи кашондани мавод ва таҷҳизотро барои таъмини раванди самаранок ва аз ҷиҳати иқтисодӣ муфиди сохтмон талаб мекунанд.

Яке аз ҷанбаҳои асосии ҳалли мушкилоти нақлиёт муайян кардани тарифҳо барои боркашонии нақлиёт мебошад. Чун анъана, ин тарифҳо дар асоси маълумоти дақиқ, аз қабилӣ масофа, арзиши сўзишворӣ ва ҳаққи роҳ ҳисоб карда мешаванд. Аммо, дар таҷрибаи воқеии сохтмони иншооти НБО Роғун, аксар вақт ҳолатҳои ба миён меоянд, ки маълумоти дақиқ дар бораи боркашонӣ пурра муайян карда намешавад ё арзиши онҳо дар чараёни кор метавонад тағир ёбад. Ин метавонад аз омилҳои гуногун, аз қабилӣ ҳолати роҳҳо, шароити обу ҳаво ё тағйирёбии арзиши сўзишворӣ ба вучуд ояд.

Бори аввал соли 1965 Лютфи Заде мафҳуми маҷмӯи носаҳеҳро дар мақолаи [1-5] ҷорӣ кард. Маҷмӯҳои носаҳеҳ, инчунин ҷамъбасти маҷмӯҳои оддӣ баррасӣ карда мешаванд. Дар солҳои охир, имкониятҳои истифодаи

назарияи маҷмӯҳои носаҳеҳ барои ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ бо тарифҳои носаҳеҳ фаъолонро омӯхта мешаванд.

Дар ин ҷо таҳқиқи имконияти истифодаи назарияи маҷмӯҳои носаҳеҳ барои ҳалли масъалаи нақлиётӣ, ҳангоми сохтмони объектҳои НБО Роғунро меорем. Моделеро пешниҳод менамоем, ки номуайянии тарифҳои боркашониро ба назар мегирад ва имкон медиҳад, ки тақсими борҳо бо назардошти омилҳои гуногун, аз қабилӣ арзиш, вақт ва бехатарии нақлиёт беҳтар карда шавад.

Маҳсулотҳои якҷинса дар  $m$  нуқтаи истеҳсолот  $A_1, A_2, \dots, A_m$  бо ҳаҷми  $a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) мавҷуданд. Ин маҳсулотҳои якҷинсаро бояд ба  $n$  нуқтаи истеъмол  $B_1, B_2, \dots, B_n$  бо ҳаҷми  $b_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) расонанд. Бигзор  $C_{ij}$  арзиши кашондани мол аз  $i$ -юм нуқтаи истеҳсолот ба  $j$ -юм нуқтаи истеъмол бошад.

Талабот чунин аст:

- Ҳамаи молҳои мавҷуд буда дар нуқтаҳои истеҳсолот пурра кашонида шаванд;
- Талаботи ҳамаи истеъмолгарон пурра таъмин карда шавад;
- Арзиши умумии боркашонӣ ба ҳадди минималӣ расонида шавад.

Гузориши математикии масъалаи нақлиёт ба намуди зерин оварда мешавад:

$$\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3.1.1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.1.2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.1.3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (3.1.4)$$

Фарз мекунем, ки шартҳои тавозун иҷро мешавад.

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (3.1.5)$$

Ҳалли масъалаи нақлиётро метавон бо усули симплексии барномасозии хаттӣ ба даст овард [22]. Бо вучуди ин, бо сабаби аҳамияти амалӣ ва хусусияти маҳдудиятҳои он, усулҳои содакардашудаи ҳалли масъала таҳия шудаанд, ки имкон медиҳанд, масъалаҳои андозаи калон бо ҳаҷми камтари ҳисобҳо ҳал шаванд. Яке аз чунин усулҳо, усули потенциалҳо мебошад [4-11].

Маълум аст, ки дар бисёр масъалаҳои амалӣ хароҷоти  $C_{ij}$  барои кашондани як воҳиди бор метавонад як воҳиди тасодуфӣ бошад ё ба шакли маҷмӯи носаҳеҳ (Fuzzy) ифода шавад. Ин аз тағйирёбии нархи сӯзишворӣ, вақт, шароити обу ҳаво, вазъи техникӣ ва роҳҳо, инчунин дигар омилҳо вобаста аст. Дар чунин ҳолатҳо хароҷоти умумии боркашонӣ бояд ҳамчун як функцияи тақсимот, ё як Fuzzy-маҷмӯи муайян баррасӣ шавад.

Ҳалли масъалаи нақлиётӣ дар чунин ҳолатҳо ба шакли ҳадди минималии хароҷот дар асоси функцияи тақсимот, ё Fuzzy-маҷмӯҳои махсус муайян карда мешавад. Барои ҳалли чунин масъалаҳо усулҳои таҳлили регрессияи носаҳеҳ (Fuzzy-regression analysis) истифода мешаванд [1-5].

Масъаларо оид ба кашондани маҳсулоти якҷинса (семент) аз  $m$  нуқтаҳои ирсолкунанда бо захираҳои  $A_i, i=1, \dots, m$  ба  $n$  нуқтаҳои истеъмолкунанда бо ҳаҷмҳои маълум  $B_j, j=1, \dots, n$  баррасӣ менамоем. Арзиши кашондани маҳсулот ҳамчун маҷмӯи носаҳеҳ  $\overline{C}_{ij}$  дода шудааст.

Бигузур шартҳои тавозуни масъалаи нақлиётӣ иҷро шавад ва масъалаи муайян кардани арзишҳои  $x_{ij} \geq 0, i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ -ро баррасӣ менамоем, ки маҳдудиятҳои (3.5.2) ва (3.5.3) иҷро мешаванд ва арзиши самаранокии маҷмӯҳои носаҳеҳро бо функцияи мақсад аз рӯи формулаи 3.1.6 ҳисоб карда мешавад.

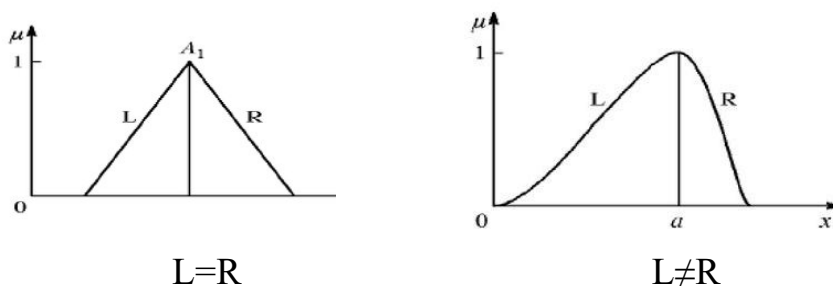
$$\overline{F} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \overline{C}_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (3.1.6)$$

ки дар ин ҷо  $\overline{C}_{ij} \geq 0$  маҷмӯҳои носаҳеҳ мебошад.

Маҷмӯаҳои носаҳеҳ имкон медиҳанд, ки номуайянӣ ва субъективият дар маълумотҳо моделсозӣ карда шаванд, ки ин имкон медиҳад ҳисоб намудани омилҳои гуногун одатан дар моделҳои анъанавӣ ноҳада гирифта мешаванд. Дар маҷмӯи носаҳеҳ  $A$  дақиқ нишон дода намешавад, ки элементҳои дилхоҳи  $x$  ба маҷмӯи  $A$  тааллуқ дорад ё не. Танҳо дараҷаи мансубият муайян карда мешавад, ки метавонад арзишҳо аз ягон зермаҷмӯи  $U \subseteq R$ , қабул кунад. Ин зермаҷмӯъ ҳамчун маҷмӯи мансубият ноҳада мешавад. Қайд мекунем, ки маҷмӯи  $A$  одатан ба синфи маҷмӯҳои носаҳеҳ тааллуқ дорад, дар ин ҳолат функсияи тааллуқият ҳамчун функсияи тавсифии маҷмӯи  $A$  мебошад.

$$\mu_A(x) = \chi_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A, \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (3.1.7)$$

Барои ифодаи коэффисиентҳои функсияи мақсад метавон намудҳои гуногуни ададҳои носаҳеҳро истифода бурд. Дар доираи ин кор, ададҳои носаҳеҳи секунҷа истифода шудаанд [3]. Адади носаҳеҳи секунҷа бо параметрҳои  $(a, m, b)$  дода мешавад.



**Расми 3.1.1. – Шарҳи геометрии навишти секунҷавии рақами носаҳеҳ.**

Ҳамчун маҷмӯи носаҳеҳ, метавон маҷмӯҳои компакти бо функсияҳои мансубияти намуди умуми барраси карда шудаанд  $0 \leq \mu_{\bar{C}_{ij}} \leq 1$ . Дар ҳолати хусусӣ метавон функсияҳои мансубиятдоштаро бо ду функсия  $\mu_{L\bar{C}_{ij}}$  ва  $\mu_{R\bar{C}_{ij}}$ , ё бо се функсияи  $\mu_{L\bar{C}_{ij}}$ ,  $\mu_{R\bar{C}_{ij}}$  ва  $\mu_{G\bar{C}_{ij}}$  пешниҳодшуда, дида баромада шудаанд. Функсияҳои  $\mu_{L\bar{C}_{ij}}$  — монотонӣ камнашаванда дар порчаи  $[0, 1]$  мебошанд, функсияҳои  $\mu_{R\bar{C}_{ij}}$  — монотонӣ афзуннашаванда дар

порчаи  $[0, 1]$ , ва функсияи  $\mu_{\bar{C}}(\bar{C}_{ij}) = \text{const} = 1$  дар ҳолати баръакс — кушода мебошад [159].

Ҳалли чунин масъалаҳо аз ҳалли масъалаи нақлиётӣ бо тарифҳои муайян фарқ намекунад ва аз марҳилаҳои зерин иборат аст:

1. Ёфтани нақшаи тақягоҳии кашондари бор;
2. Санҷиши оптималӣ будан;
3. Беҳтаркунии нақша бо функсияи мақсади оптималӣ.

Ҳангоми ёфтани нақшаи тақягоҳӣ, масалан, бо усули кунҷи шимолу ғарб  $x_{11} = \min(a_1, b_1)$ , бо назардошти боркашонҳои аллакай анҷомдодашуда, интихоби боркашонии дахлдор дар асоси табдили тарифҳои носаҳеҳ ва муайяншуда, дар ҳоле ки ҳисоб кардани эквиваленти муайяншуда барои ҳар як маҷмӯи носаҳеҳи коэффитсиенти функсияи мақсади  $\bar{C}_{ij}$  дар намуди  $S\bar{C}_{ij}$  аз рӯи формулаи зерин амалӣ карда мешавад [23].

$$S(\bar{C}) = \sum_{p=0}^P w_p L_p, \quad (3.1.8)$$

Дар ин чо  $w_p \geq 0$  - коэффитсиенти вазнинии буриши маҷмӯҳои носаҳеҳ мебошад.

Арзишҳои баъзе аз буришҳои маҷмӯҳои носаҳеҳи  $\bar{C}$ ,  $\mu_{\bar{C}}(C) = \alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_p, \dots, \alpha_p$ . баррасӣ карда мешаванд. Бигзор  $C_0^1, C_1^1, \dots, C_p^1, \dots, C_p^1$  ва  $C_0^2, C_1^2, \dots, C_p^2, \dots, C_p^2$  мутаносибан координатаҳои абсиссаи ҳамаи ин қисмҳо бошанд. Арзиши координатаҳои нуқтаҳои миёнаи буришҳои мувофиқро аз рӯи формулаи зерин ҳисоб мекунем.

$$L_p = 0,5(C_p^1 + C_p^2), \quad (3.1.9)$$

Бигзор  $\bar{x}_{ij} \geq 0$  арзишҳои муайяншудаи ҳаҷми боркашонӣ, ки дар баъзе ҳалли имконпазири базиси аввала ба даст оварда шудаанд. Fuzzy маҷмӯъ, ки арзиши функсияи мақсади ҳалли имконпазири базисиро аз рӯи формулаи зерин муайян мекунад[23]:

$$\mu_{\bar{F}(\bar{Z})}(\bar{F}(\bar{Z}_p)) = \max_{(\bar{x}_{11}, \bar{x}_{12}, \dots, \bar{x}_{ij}, \dots, \bar{x}_{mn}) \in \tilde{Q}(\bar{Z})} \min_{\bar{C}} \{ \mu_{\bar{C}}(\bar{C}_{11}), \mu_{\bar{C}}(\bar{C}_{12}), \dots, \mu_{\bar{C}}(\bar{C}_{ij}), \dots, \mu_{\bar{C}}(\bar{C}_{mn}) \},$$

дар ин чо

$$\tilde{Q}(\bar{Z}_p) = \{ (\bar{x}_{11}, \bar{x}_{12}, \dots, \bar{x}_{ij}, \dots, \bar{x}_{mn}) \mid \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \bar{C}_{ij} \bar{x}_{ij} = \bar{Z}_p; \bar{x}_{ij} > 0, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m \};$$

$\bar{Z}_p \in [\bar{Z}^{\min}, \bar{Z}^{\max}]$ -диапазони арзишҳои имконпазири муайяншудаи хароҷоти умумии вобаста ба кашондани бор мебошад [23].

Барои функсияи мансубияти хароҷоти нисбии боркашонии намуди сегонаи ифодаи  $\mu_{\bar{F}(\bar{Z})}(\bar{F}(\bar{Z}_p))$  аз рӯи формулаи ошкори  $\mu_{\bar{F}(\bar{Z})}(\bar{F}(\bar{Z}_p)) \rightarrow (\bar{A}, \bar{M}, \bar{B})$ , ҳисоб карда мешавад.

Дар ин чо

$$\bar{A} = \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a(\bar{C}_{ij}) \bar{x}_{ij} \mid \bar{x}_{ij} > 0, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m \right\} \quad (3.1.10).$$

$$\bar{B} = \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m b(\bar{C}_{ij}) \bar{x}_{ij} \mid \bar{x}_{ij} > 0, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m \right\} \quad (3.1.11).$$

$$\bar{M} = \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m m(\bar{C}_{ij}) \bar{x}_{ij} \mid \bar{x}_{ij} > 0, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m \right\} \quad (3.1.12)$$

Марҳилаи санҷиши оптималии нақша ва дар ҳолати зарурӣ такмил додани нақша дар асоси усули потенциалҳо бо коэффитсиентҳои муайяншуда гузаронида мешавад.

**Мисол.** Барои сохтмони иншооти НБО Роғун дар соли 2022 аз ду корхонаи семент ҚСК «Сементаи тоҷик» ва ҚДММ «Мохир Семент» дар ҳаҷми мутаносибан 18951 ва 41439 тонна истеҳсолшуда ба анборҳои НБО Роғун кашонда шуд. Ин маҳсулоти якҷинса (семент) ба чор анбори НБО Роғун, мутаносибан 17019, 4996, 36444 ва 1931 тонна кашонида шуд. Модели математикии арзиши минималии кашондани борро дар шароити тағйирёбандаи тарифҳо муайян кардан лозим аст.

Арзиши кашондани 1 тонна маҳсулоти якчинса (семент) аз ҶСК «Сементи тоҷик» ва аз ҶДММ «Моҳир Семент» ба НБО Роғун дар ҷадвали 3.1.1 нишон дода шудааст (маълумот аз идораи НБО Роғун гирифта шудааст). Арзиши кашондани бор (семент) вобаста ба арзиши сӯзишворӣ бо тарифҳои носоҳеҳ ва бо функцияҳои мансубияти навъи сегонаи  $\mu(x)(A) = (a, m, b)$  дар ҷадвали 3.1.1 нишон дода шудааст.

**Ҷадвали 3.1.1. - Арзиши кашондани як тонна маҳсулоти якчинса ба объектҳои сохтмони НБО Роғун бо истифода аз маҷмӯҳои носоҳеҳ**

Нуктаҳои Таъминот	Нуктаҳои таъинот				Захираҳо
	Анбори-1	Анбори-2	Анбори-3	Анбори-4	
«Моҳир Семент»	(4,108,6)	(3,111,5)	(4,112,5)	(5,113,4)	41439
«Сементи Тоҷик»	(1,82,3)	(3,84,2)	(7,87,6)	(7,89,5)	18951
Талаботҳо	17019	4996	36444	1931	60390

Ҳалли масъалаи нақлиёт аз ду марҳила иборат аст. Марҳилаи аввал, ки аз ёфтани нақшаи асосӣ бо ягон усул иборат аст, дар ин ҳолат мо усули кунҷи шимолу ғарбро истифода мебарем. Марҳилаи дуюм, аз такмил додани нақшаи асосӣ ва ёфтани нақшаи оптималии боркашонӣ иборат аст.

Муқоиса ва муайян кардани афзалиятҳои маҷмӯҳои Fuzzy бо усули буриши сатҳҳои  $\lambda_0 \{\mu_x(A)\} = 0$ ,  $\lambda_1 \{\mu_x(A)\} = 0,25$ ,  $\lambda_2 \{\mu_x(A)\} = 0,5$ ,

$\lambda_3 \{\mu_x(A)\} = 0,8$ ,  $\lambda_4 \{\mu_x(A)\} = 1,0$  бо коэффитсиентҳои мувофиқ ҳангоми ҳисоб кардани нишондиҳандаи муайяншудаи самаранокии маҷмӯҳои носоҳеҳ бо вектори  $W=(0,05;0,1;0,15;0,3;0,4)$  иҷро карда мешавад. Интиҳоби рақам ва сатҳи қисмҳо ва арзиши коэффитсиентҳои вазн аз ҷониби коршинос

ё шахсе, ки дар бораи дараҷаи хатари иҷозатдодашуда қарор қабул мекунад, дода мешавад.

Ҳисоб кардани эквиваленти муайяншуда барои ҳар як маҷмӯи носаҳеҳи коэффитсиенти функсияи мақсади  $C_{ij}$  дар шакли  $s(\bar{c}_{ij})$  аз рӯи формулаи

$$S(\bar{C}_{ij}) = \sum_{p=0}^P w_p L_p \quad (3.1.13)$$

дар ин ҷо  $w_p$ - коэфисенти вазни,  $0 \leq w_p \leq 1$ ,  $p=0,1,\dots,P = \sum_{p=0}^P w_p = 1$

$L_p$  – қимати координат, бо формулаи

$$L_p = 0,5 \left\{ \left( m(\bar{c}) - a(\bar{c})(1 - \alpha_p) \right) + \left( m(\bar{c}) + b(\bar{c})(1 - \alpha_p) \right) \right\} \quad (3.1.14)$$

муайян мешавад.

Барои ҳосил кардани нақшаи такягоҳӣ ва баҳодиҳии муайяншуда ҳамчун маркази вазнинии зергурӯҳҳои дахлдор формулаи зеринро истифода мебарем (формулаи функсияи таалуқияти намуди секунҷа):

$$G(\bar{c}) = \frac{1}{3} \left[ \left( m(\bar{c}) - a(\bar{c}) \right) + m(\bar{c}) + \left( m(\bar{c}) + b(\bar{c}) \right) \right] \quad (3.1.15)$$

Бо истифода аз формулаи (3.1.15) ва қимати арзишҳои дар катакҷаҳои ҷадвали 3.1.1, масъалаи муайянкунанда (детермиронӣ)-ро ба даст меорем (ҷадвали 3.1.2):

### Ҷадвали 3.1.2.- Арзишҳои муайянкунанда (детермиронӣ)

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот				Захираҳо
	Анбори-1	Анбори -2	Анбори 3	Анбори 4	
«Мохир Семент»	107,67	111,67	112,34	112,67	41439
«Сементи Точик»	82,34	83,67	86,67	88,34	18951
Талаботҳо	17019	4996	36444	1931	60390

Нақшаи аввалаи такягоҳиро бо усули кунҷи шимолу ғарб месозем (ҷадвали 3.1.3).

### Ҷадвали 3.1.3. - Нақшаи дуҷуми таҷяғоҳӣ

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот				Захираҳо
	Анбори-1	Анбори -2	Анбори -3	Анбори -4	
«Моҳир Семент»	107,67 17019	- 111,67 4996	+ 112,34 19424	112,67 0	41439
«Сементи Тоҷик»	82,34 0	+ 83,67 0	- 86,67 17020	88,34 1931	18951
Талаботҳо	17019	4996	36444	1931	60390

$$F_0 = 107,67 \cdot 17019 + 111,67 \cdot 4996 + 112,34 \cdot 19424 + 86,67 \cdot 17020 + 88,34 \cdot 1931 = 6218139,15$$

Минбаъд, бо истифода аз усули потенциалҳо, ин нақша барои оптималӣ будан санҷида мешавад.

Системаи потенциалҳоро месозем, ки ба ҳалли нақшаи аввалаи таҷяғоҳи мувофиқат мекунад. Барои ин системаи муодилаҳои  $v_m - u_n = \tilde{c}_{ij}$  -ро дар ҳолати  $x_{ij} > 0$  (яъне катакчаҳои бордор) ҳал мекунем:

$$v_1 - u_1 = 107,67; v_2 - u_1 = 111,67; v_3 - u_1 = 112,34; v_3 - u_2 = 86,67; v_4 - u_2 = 88,34$$

$$u_1 = 0; v_1 = 107,67; v_2 = 111,67; v_3 = 112,34; u_2 = 25,67; v_4 = 114,01$$

Иҷрои шарти оптималиро барои катакчаҳои озоди ҷадвал месанҷем. Барои ин, баҳодиҳиҳо барои ҳамаи катакчаҳои озод ( $x_{ij} = 0$ ) аз рӯи формулаҳои  $\Delta_{ij} = v_m - u_n - \tilde{c}_{ij}$  ҳисоб карда мешаванд. Агар барои ҳамаи катакчаҳои озод  $\Delta_{ij} \leq 0$  иҷро шавад, пас арзиши функсияи мақсад ҳисоб карда мешавад ва ҳалли масъала ба охир мерасад, зеро ҳалли бадастомада оптималӣ аст. Агар ҳадди аққал як ячейка бо аломати мусбат мавҷуд бошад, ҳалли асосӣ оптималӣ нест.

$$\Delta_{14} = 114,01 - 0 - 112,67 = -1,34; \Delta_{21} = 107,67 - 25,67 - 82,34 = -0,34; \Delta_{22} = 111,67 - 25,67 - 83,67 = 2,33;$$

Азбаски  $\Delta_{22} > 0$  нақшаи асосии ёфтшуда оптималӣ нест. Аз ин рӯ, барои пайдо кардани ҳалли оптималӣ, ба ҳалли нави асосӣ гузаштан лозим аст, ки дар он арзиши функсияи мақсад камтар хоҳад буд (ҷадвали 3.1.4).

### Ҷадвали 3.1.4. - Нақшаи сеюми такягоҳӣ

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот				Захираҳо
	Анбори-1	Анбори-2	Анбори-3	Анбори-4	
«Моҳир Семент»	107,67 17019	111,67 0	- 112,34 24420	+ 112,67 0	41439
«Сементи Тоҷик»	82,34 0	83,67 4996	+ 86,67 12024	- 88,34 1931	18951
Талаботҳо	17019	4996	36444	1931	60390

$$F_0 = 107,67 \cdot 17019 + 112,34 \cdot 24420 + 83,67 \cdot 4996 + 86,67 \cdot 12024 + 88,34 \cdot 1931 = 6206498,47$$

$$v_1 - u_1 = 107,67; v_3 - u_1 = 112,34; v_2 - u_2 = 83,67; v_3 - u_2 = 86,67; v_4 - u_2 = 88,34$$

$$u_1 = 0; v_1 = 107,67; v_3 = 112,34; v_2 = 109,34; u_2 = 25,67; v_4 = 114,01$$

$$\Delta_{12} = 109,34 - 0 - 111,67 = -2,33; \Delta_{14} = 114,01 - 0 - 112,67 = 1,34; \Delta_{21} = 107,67 - 25,67 - 82,34 = -0,34;$$

Азбаски  $\Delta_{14} > 0$  нақшаи асосии ёфтшуда оптималӣ нест. Аз ин рӯ, барои пайдо кардани ҳалли оптималӣ ба ҳалли нави асосӣ гузаштан лозим аст (ҷадвали 3.1.5.).

### Ҷадвали 3.1.5. - Нақшаи чоруми такягоҳӣ

Нуқтаҳои таъминот	Нуқтаҳои таъинот				Захираҳо
	Анбори-1	Анбори -2	Анбори -3	Анбори -4	
«Моҳир Семент»	107,67 17019	111,67 0	112,34 22489	112,67 1931	41439
«Сементи Тоҷик»	82,34 0	83,67 4996	86,67 13955	88,34 0	18951
Талаботҳо	17019	4996	36444	1931	60390

$$F_0 = 107,67 \cdot 17019 + 83,67 \cdot 4996 + 112,34 \cdot 22489 + 86,67 \cdot 13955 + 112,67 \cdot 1931 = 6203910,93$$

$$v_1 - u_1 = 107,67; v_3 - u_1 = 112,34; v_4 - u_2 = 112,67; v_2 - u_2 = 83,67; v_3 - u_2 = 86,67$$

$$u_1 = 0; v_1 = 107,67; v_3 = 112,34; v_4 = 112,67; u_2 = 25,67; v_2 = 109,34$$

$$\Delta_{12} = 109,34 - 0 - 111,67 = -2,33; \Delta_{21} = 107,67 - 25,67 - 82,34 = -0,34; \Delta_{24} = 112,67 - 25,67 - 88,34 = -1,34;$$

Азбаски  $\Delta_{ij} \leq 0$ , нақшаи асосии ёфтшуда оптималӣ аст. Бо истифода аз формулаи (3.1.13) fuzzy-маҷмӯи арзиши функсияи мақсади нақшаи такягоҳиро пайдо мекунем (Чадвали 3.1.5).

$$17019 \cdot (4,108,3) + 22489 \cdot (4,112,5) + 1931 \cdot (5,113,4) + 4996 \cdot (3,84,2) + 13955 \cdot (7,87,6) = (280360, 6208772, 264948).$$

яъне  $a=280360$ ;  $m=6208772$ ;  $b=264948$ , ҳамин тавр

$$F_1^0 = (m(\bar{c}) - a(\bar{c}), m(\bar{c}), (m(\bar{c}) + b(\bar{c}))) = (5928412, 6208772, 6473720)$$

$$\begin{aligned} C(F_1^0) &= 0,05 \cdot \frac{1}{2} [(6208772 - 280360 \cdot (1 - 0)) + (6208772 + 264948 \cdot (1 - 0))] + \\ &+ 0,1 \cdot \frac{1}{2} [(6208772 - 280360 \cdot (1 - 0,25)) + (6208772 + 264948 \cdot (1 - 0,25))] + \\ &+ 0,15 \cdot \frac{1}{2} [(6208772 - 280360 \cdot (1 - 0,5)) + (6208772 + 264948 \cdot (1 - 0,5))] + \\ &+ 0,3 \cdot \frac{1}{2} [(6208772 - 280360 \cdot (1 - 0,8)) + (6208772 + 264948 \cdot (1 - 0,8))] + \\ &+ 0,4 \cdot \frac{1}{2} [(6208772 - 280360 \cdot (1 - 1)) + (6208772 + 264948 \cdot (1 - 1))] = 310053,3 + \\ &+ 620299,25 + 930737,85 + 1862169,24 + 2483508,8 = 6206768,44 \end{aligned}$$

$$G(F_1^0) = \frac{1}{3} \cdot ((6208772 - 280360) + 6208772 + (6208772 + 264948)) = 6203634,67.$$

$$F_1^0 = (5928412, 6208772, 6473720), C(F_1^0) = 6206768,44$$

$$G(F_1^0) = 6203634,67.$$

Ҳалли ин масъалаи нақлиёт бо тарифҳои носоҳеҳ муайяншуда, ки дар он арзиши кашондани бор (семент) ба иншооти сохтмони НБО Роғун 6206768,44 сомони ро ташкил медиҳад, самараноктарин аст.

Аз рӯи таҳлили ин масъала, усулҳои ҳалли дар асоси истифодаи назарияи маҷмӯҳои носоҳеҳ пешниҳод ва амалӣ карда шуданд. Таҳқиқоти минбаъда дар ин соҳа метавонад ба таҳияи усулҳои дақиқтар ва муассиртар барои муайян ва арзёбии тарифҳои носоҳеҳ, инчунин ба назар гирифтани омилҳои иловагӣ, ки метавонанд ба раванди боркашонӣ таъсир расонанд, равона карда шавад.

Ҳамин тариқ, ин кор ба рушди назария ва амалияи ҳалли масъалаҳои нақлиёт бо тарифҳои носоҳеҳ мусоидат мекунад ва метавонад барои мутахассисони соҳаи логистика ва амалиёти нақлиётӣ, инчунин барои муҳаққиқони илмӣ, ки бо мушкилоти маҷмуҳои носоҳеҳ ва оптимизатсия машғуланд, муфид бошад.

### **3.2. Натиҷаҳои комплекси барномаҳои компютерӣ ба мушкилот нигаронидашуда ва силсилаи таҷрибаҳои ҳисоббарорӣ.**

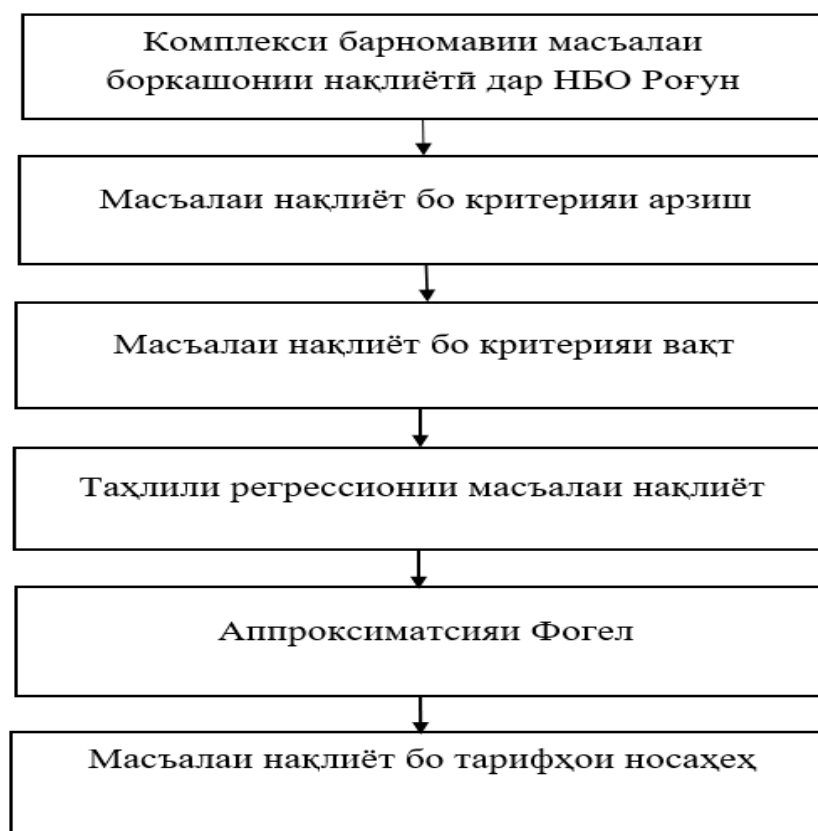
Системаи нақлиётӣ як қисми муҳими инфраструктураи ҳар як лоиҳаи муҳандисӣ, махсусан барои сохтмон ва ба истифода додани НБО Роғун мебошад. Боркашонӣ, ки метавонад аз таҷҳизот, маводи сохтмонӣ ва дигар манбаъҳои зарурӣ барои бунёд ва таъмири НБО иборат бошад, як масъалаи калидӣ ва душвор аст. Барои ҳалли ин масъала, истифодаи усулҳои компютерӣ ва моделсозӣ, ки дар он алгоритмҳои оптимизатсия ва таҳлили динамикии роҳҳо ва манбаҳо истифода мешаванд, муҳим мебошад.

Мақсади асосии ин кори мазкур арзёбии натиҷаҳои истифодаи компютер дар ҳал кардани масъалаи нақлиётӣ борҳо барои НБО Роғун мебошад. Ин таҳлил ба мо имкон медиҳад, ки сарфаи вақти роҳ, арзиши нақлиёт ва самаранокии умумии системаро ба таври рақамӣ ба даст орем.

Барои сохтмони НБО Роғун, кашондани мавод ва таҷҳизоти зарурӣ аз якҷо кардани манбаъҳои гуногун (мисол, маводи сохтмонӣ, таҷҳизоти механикӣ ва барқӣ) муҳим аст. Барои амалӣ кардани чунин боркашонӣ, роҳҳои нақлиётӣ (масофаҳои роҳи автомобилӣ, роҳи оҳан, нақлиёти баҳрӣ ва ғайра) ва сафарҳои нақлиётӣ бояд оптимизатсия карда шаванд.

Дар системаи нақлиётӣ борҳо барои НБО Роғун, самаранокии истифодаи нақлиёт, талаботҳои экологӣ ва сарфаи минималли энергия ва вақт муҳим аст. Аз ин рӯ, истифодаи усулҳои моделсозии компютерӣ, ки метавонанд ҳаракати нақлиёт ва сарфаи маҷмуии онҳо ба таври рақамӣ муқаррар кунанд, зарурӣ мебошад.

Сохтори умумии комплекси барномавии масъалаи боркашонии нақлиётӣ дар НБО Роғун чунин мебошад:

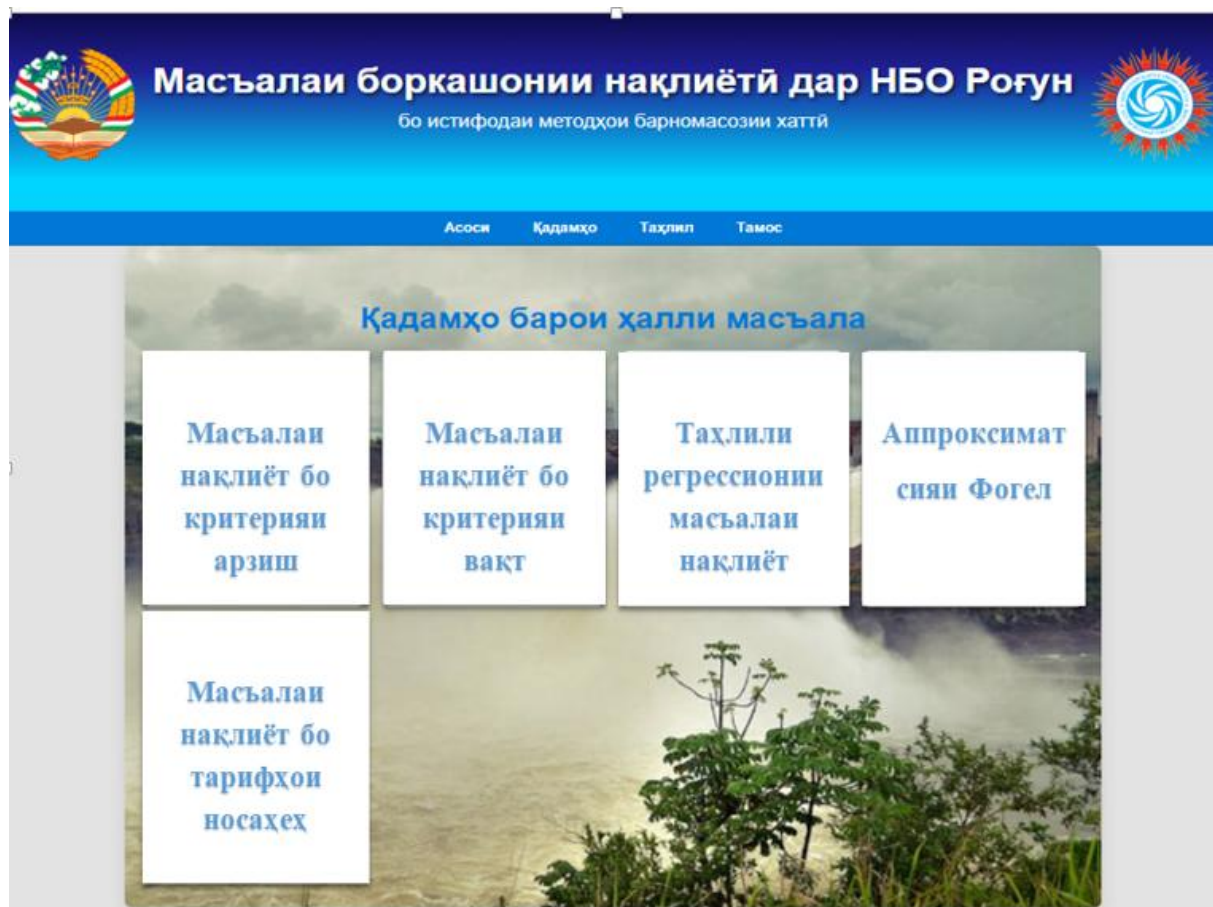


**Расми 3.2.1. – Сохтори умумии комплекси барномавии масъалаи боркашонии нақлиётӣ дар НБО Роғун**

Дар таҳлили масъалаи нақлиёт барои НБО Роғун, моделсозии компютерӣ як воситаи муассир мебошад. Усулҳои моделсозӣ, ки барои муҳити нақлиётӣ борҳо истифода мешаванд, метавонанд барои оптимизатсияи хатсайри нақлиёт, вақти боркашонӣ ва коҳиш додани хароҷот истифода шаванд.

Масъалаи боркашонии нақлиётӣ дар НБО Роғун як масъалаи муҳими иқтисодӣ ва техникӣ, ки дар ҳаллу ҷаъли он зарурати истифодаи методологияҳои барномавӣ ва оптимизатсионӣ мебошад. Нақлиёт, мавод ва борҳо дар тамоми марҳилаҳои сохтмон ва истифодаи НБО Роғун (аз ҷумла, боркашонӣ, нигоҳдорӣ ва тақсими мавод) ба самаранокии тамоми системаи энергетикӣ таъсири бузург мерасонад. Бинобар ин, таҳлили комплексӣ ва барномавии масъалаи боркашонӣ барои таъмини фаъолияти устувор ва самаранокии НБО Роғун зарур аст.

Комплекси барномавии масъалаи боркашонии нақлиётӣ дар мисоли НБО Роғун чунин намуд дорад:



Расми 3.2.2. – Комплекси барномавии масъалаи боркашонии нақлиётӣ

Барномаи масъалаи боркашонии НБО Роғун дар якҷоягӣ бо таҳлилҳои техникӣ, иқтисодӣ ва логистикӣ метавонад бо истифода аз усулҳои моделсозӣ ва оптимизатсия самаранокии баландтарро таъмин намояд. Дар чунин барномасозии комплексӣ масъалаҳои муҳими марбут ба банақшагирии боркашонӣ, арзиши захираҳо ва интихоби роҳҳои мувофиқи боркашонӣ мавқеи асосӣ доранд.

Аз ҷумла, масъалаи нақлиёт бо критерияи арзиш яке аз ҷанбаҳои муҳими ин раванд ба ҳисоб меравад. Дар муҳити нақлиётӣ, арзиши боркашонӣ, ҳаҷми бор, имкониятҳои мавҷудаи таъминот ва талабот бояд дар як низоми ягона таҳлил карда шаванд. Бо ин роҳ, интихоби самтҳои оптималии боркашонӣ имкон медиҳад, ки хароҷоти умумӣ кам гардида, самаранокии фаъолияти логистикӣ баланд бардошта шавад.

Ҳамин тариқ, истифодаи моделҳои оптимизатсионӣ дар масъалаи боркашонии НБО Роғун барои қабули қарорҳои иқтисодӣ-асоснок, беҳтар намудани идоракунии захираҳо ва паст намудани хавфҳои марбут ба боркашонӣ аҳамияти муҳим дорад.

Комплекси барномавии зерин аз панҷ қисмат иборат мебошад:

- ✓ Масъалаи нақлиёт бо критерияи арзиш;
- ✓ Масъалаи нақлиёт бо критерияи вақт;
- ✓ Таҳлили ререссионии масъалаи нақлиёт;
- ✓ Аппроксиматсияи Фогел;
- ✓ Масъалаи нақлиёт бо тарифҳои носаҳеҳ.

Алгоритми кушодани барнома дар ҳар қисмат якхел буда қадамҳои зеринро дар бар мегирад:

Барномаро кушода қисмати аввал яъне «Масъалаи нақлиёт бо назардошти арзиш»-ро интихоб мекунем ва дар натиҷа саҳифаи нав пешниҳод мешавад, ки аз қисматҳои зерин иборат аст:

- ✓ Шумораи анборҳо;
- ✓ Шумораи талаботҳо;
- ✓ Сохтани ҷадвал;
- ✓ Ҳисоб кардани арзиши минималӣ.

**Масъалаи нақлиёт бо критерияи арзиш**

Шумораи анборҳо:  Шумораи талаботҳо:  Сохтани ҷадвал

Ҳисоб кардани арзиши минималӣ

Натиҷа дар ин ҷо нишон дода мешавад...

**Расми 3.2.3. – Комплекси барномавии масъалаи боркашонии нақлиётӣ бо критерияи арзиш**

Дар натиҷаи таҳияи барномаи мазкур, масъалаи нақлиёт бо истифода аз интерфейси вебӣ (HTML, CSS ва JavaScript) ба таври автоматикунонидашуда


амалӣ мегардад. Барнома имконият медиҳад, ки қорбар шумораи анборҳо ва нуқтаҳои талаботро ворид намуда, ҷадвали арзишҳо, захира ва талаботро созад. Бо истифода аз алгоритми ҳалли масъалаи нақлиёт, барнома қадам ба қадам тақсимои оптималии борро ҳисоб карда, натиҷаи ниҳой ва арзиши умумии минималии боркашониро пешниҳод менамояд.

Ҳамин тариқ, барнома на танҳо ҳалли классикии масъалаи нақлиётро осон мегардонад, балки равандро шаффоф, визуалӣ ва фаҳмо намуда, барои таҳлили самаранокии қарорҳои логистикӣ шароити мусоид фароҳам меорад.

Аз саҳифаи пешниҳодкардашуда шумораи анборҳо ва миқдори талаботҳоро муайян карда тугмаи «Сохтани ҷадвал»-ро пахш мекунем, ки дар натиҷа ҷадвали муайнкардаи мо дар шакли зерин пешниҳод мегардад (Расми 3.3.4).

#### Ҷадвали таъминот бо критерияи арзиш

	Анбори 1	Анбори 2	Анбори 3	Анбори 4	Захира
Сементи тоҷик	70	65	68	75	135671
Мохир семент	90	110	95	100	44098
<b>Талабот</b>	<b>59640</b>	<b>45393</b>	<b>39811</b>	<b>34925</b>	<b>Z = 179769</b>

 Ҳалли масъала

#### Расми 3.2.4. – Ҷадвали таъминот бо критерияи арзиш

Дар расми 3.3.4 ҷадвали арзишҳои масъалаи нақлиёт пешниҳод гардидааст, ки дар он хароҷоти боркашонӣ аз ҳар як анбор ба ҳар як нуқтаи талабот нишон дода шудааст. Маҳз ин маълумот асоси муҳими ҳамаи ҳисоббарориҳо ва интихоби роҳи оптималии боркашонӣ ба ҳисоб меравад.

Таҳлили ҷадвали арзишҳо, имконият медиҳад, ки самтҳои нисбатан арзон ва гарон муайян карда шуда, қарорҳои логистикӣ бо мақсади кам кардани хароҷоти умумӣ қабул карда шаванд.

Ҳамин тариқ, чадвали арзишҳо ҳамчун асоси муҳими моделсозии масъалаи нақлиёт хизмат намуда, барои татбиқи усулҳои оптимизатсионӣ заминаи илмӣ ва амалӣ фароҳам меорад.

Дар қадами оянда, барнома пас аз пахш намудани тугмаи «Ҳалли масъала» масъалаи нақлиётро бо истифода аз методи кунчи шимолу ғарб ҳал менамояд (Расми 3.3.5). Дар ин марҳила, тақсимои ибтидоии бор байни анборҳо ва нуқтаҳои талабот ба таври пайдарпай аз кунчи болоии чапи чадвал оғоз гардида, то пурра қонеъ гардидани талабот ва истифодаи захираҳо анҷом дода мешавад.

**Ҳалли ибтидоӣ (бо истифода аз методи кунчи шимолу ғарб)**

	Анбори 1	Анбори 2	Анбори 3	Анбори 4
Сементи тоҷик	59640	45393	30638	0
Мохир семент	0	0	9173	34925

### Расми 3.2.5. – Ҳалли ибтидоӣ бо истифода аз методи кунчи шимолу ғарб

Методи кунчи шимолу ғарб ҳамчун яке аз усулҳои классикии ҳалли ибтидоии масъалаи нақлиёт истифода мешавад. Дар натиҷаи татбиқи ин усул, тақсимои бор байни анборҳо ва нуқтаҳои талабот ба таври зина ба зина аз кунчи болоии чапи чадвал оғоз гардида, то пурра қонеъ гардидани талабот ва истифодаи захираҳо анҷом дода мешавад (Расми 3.3.6).

Ин усул аз ҷиҳати ҳисоббарорӣ содда буда, зуд натиҷаи ибтидоиро таъмин мекунад, аммо кафолати ба даст овардани ҳалли оптималиро надорад. Аз ин рӯ, он асосан ҳамчун қадами аввал дар ҳалли масъалаи нақлиёт истифода бурда мешавад.

Дар қадами оянда, барнома масъалаи дода шударо бо истифода аз методи потенциалҳо ҳал менамояд (Расми 3.3.5). Дар ин марҳила, ҳалли ибтидоии бадастомада таҳлил гардида, бо истифода аз методи потенциалҳо самаранокии тақсимои мавҷуда муайян карда мешавад. Дар натиҷа, раванди оптимизатсия

то ба даст овардани ҳалли оптималӣ идома ёфта, хароҷоти умумии боркашонӣ ба қимати минималӣ расонида мешавад.

**Ҳалли оптималӣ (Методи потенциалҳо)**

	Анбори 1	Анбори 2	Анбори 3	Анбори 4
Сементи тоҷик	50467	45393	39811	0
Мохир цемент	9173	0	0	34925

**Моделҳои компютери арзиши минималии боркашонӣ**

Формула	Натиҷа
Z=	<b>179769</b>
Z (хароҷоти минималӣ)	<b>13332828</b>

**Расми 3.2.6. – Ҳалли оптималии масъалаи нақлиёт бо истифода аз методи потенциалҳо**

Методи потенциалҳо яке аз усулҳои тақмилдиҳии ҳалли масъалаи нақлиёт ба ҳисоб меравад, ки барои ба даст овардани ҳалли оптималӣ истифода мешавад. Дар ин усул, пас аз гирифтани ҳалли ибтидоӣ, бо истифода аз методи потенциалҳо самаранокии тақсимооти бор таҳлил карда шуда, имкони беҳтар намудани ҳалли мавҷуда муайян карда мешавад.

Дар натиҷа, бо такрори ислохот ва бартараф кардани вариантҳои ғайриоптималӣ, арзиши умумии боркашонӣ ба ҳадди минималӣ расонида мешавад. Ин усул нисбат ба методи ибтидоӣ дақиқтар ва самараноктар буда, барои қабули қарорҳои оптималии логистикӣ аҳамияти калон дорад.

Дар қисмати дуюми барнома, масъалаи нақлиёт бо критерияи вақт ҳал карда мешавад. Вақт як омили асосии мушкилоти боркашонии нақлиётӣ мебошад. Ҳалли тасмимҳои самаранок дар интихоби роҳҳо ва вақти ҳаракат кӯмак мекунад, ки иҷрои нақлиёт бо ҳадди ақал таъхир ва осеб, ва бо баландтарин самаранокии муҳандисӣ ва иқтисодӣ сураат гирад.

Натиҷаҳои компютери масъалаи нақлиёт бо назардошти вақт намуди зеринро дорад:



## Масъалаи нақлиёт бо критерияи вақт

Семент / Анбор	Анбори 1	Анбори 2	Анбори 3	Анбори 4	Захира
Сементи тоҷик	2.0	1.8	1.9	2.1	135671
Моҳир семент	2.3	2.4	2.35	2.5	44098
Талабот	59640	45393	39811	34925	

🔗 ҲАЛ КАРДАН

### Расми 3.2.7. – Натиҷаҳои компютери масъалаи нақлиёт бо назардошти вақт

Пас аз паҳш намудани тугмаи «ҳал кардан», барнома ба таври худкор ба иҷрои алгоритми ҳалли масъалаи нақлиёт бо критерияи вақт оғоз мекунад.

#### 2 Санҷиш $T = 2.35$

✓ Сементи тоҷик → Анбори 2 = 45393 ( $t=1.8$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 3 = 39811 ( $t=1.9$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 1 = 50467 ( $t=2$ )

✓ Моҳир семент → Анбори 1 = 9173 ( $t=2.3$ )

✗ Норасоӣ

#### 2 Санҷиш $T = 2.4$

✓ Сементи тоҷик → Анбори 2 = 45393 ( $t=1.8$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 3 = 39811 ( $t=1.9$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 1 = 50467 ( $t=2$ )

✓ Моҳир семент → Анбори 1 = 9173 ( $t=2.3$ )

✗ Норасоӣ

#### 2 Санҷиш $T = 2.5$

✓ Сементи тоҷик → Анбори 2 = 45393 ( $t=1.8$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 3 = 39811 ( $t=1.9$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 1 = 50467 ( $t=2$ )

✓ Моҳир семент → Анбори 1 = 9173 ( $t=2.3$ )

✓ Моҳир семент → Анбори 4 = 34925 ( $t=2.5$ )

#### ✦ ҲАЛ БО КРИТЕРИЯИ ВАҚТ:

1 Вақтҳо: 1.8, 1.9, 2, 2.1, 2.3, 2.35, 2.4, 2.5

#### 2 Санҷиш $T = 1.8$

✓ Сементи тоҷик → Анбори 2 = 45393 ( $t=1.8$ )

✗ Норасоӣ

#### 2 Санҷиш $T = 1.9$

✓ Сементи тоҷик → Анбори 2 = 45393 ( $t=1.8$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 3 = 39811 ( $t=1.9$ )

✗ Норасоӣ

#### 2 Санҷиш $T = 2$

✓ Сементи тоҷик → Анбори 2 = 45393 ( $t=1.8$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 3 = 39811 ( $t=1.9$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 1 = 50467 ( $t=2$ )

✗ Норасоӣ

#### 2 Санҷиш $T = 2.1$

✓ Сементи тоҷик → Анбори 2 = 45393 ( $t=1.8$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 3 = 39811 ( $t=1.9$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 1 = 50467 ( $t=2$ )

✗ Норасоӣ

#### 2 Санҷиш $T = 2.3$

✓ Сементи тоҷик → Анбори 2 = 45393 ( $t=1.8$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 3 = 39811 ( $t=1.9$ )

✓ Сементи тоҷик → Анбори 1 = 50467 ( $t=2$ )

✓ Моҳир семент → Анбори 1 = 9173 ( $t=2.3$ )

✗ Норасоӣ

### Расми 3.2.8. – Натиҷаҳои компютери масъалаи нақлиёт бо назардошти вақт

Раванди ҳисоббарорӣ ба шакли қадам ба қадам амалӣ гардида, дар ҳар як марҳила натиҷаҳои барнома намоиш дода мешавад. Дар марҳилаи аввал, ҳамаи арзишҳои вақтҳои боркашонӣ ҷамъоварӣ ва ба тартиби афзоишӣ (аз хурд ба калон) чудо карда мешаванд. Ин қадам барои муайян намудани арзиши

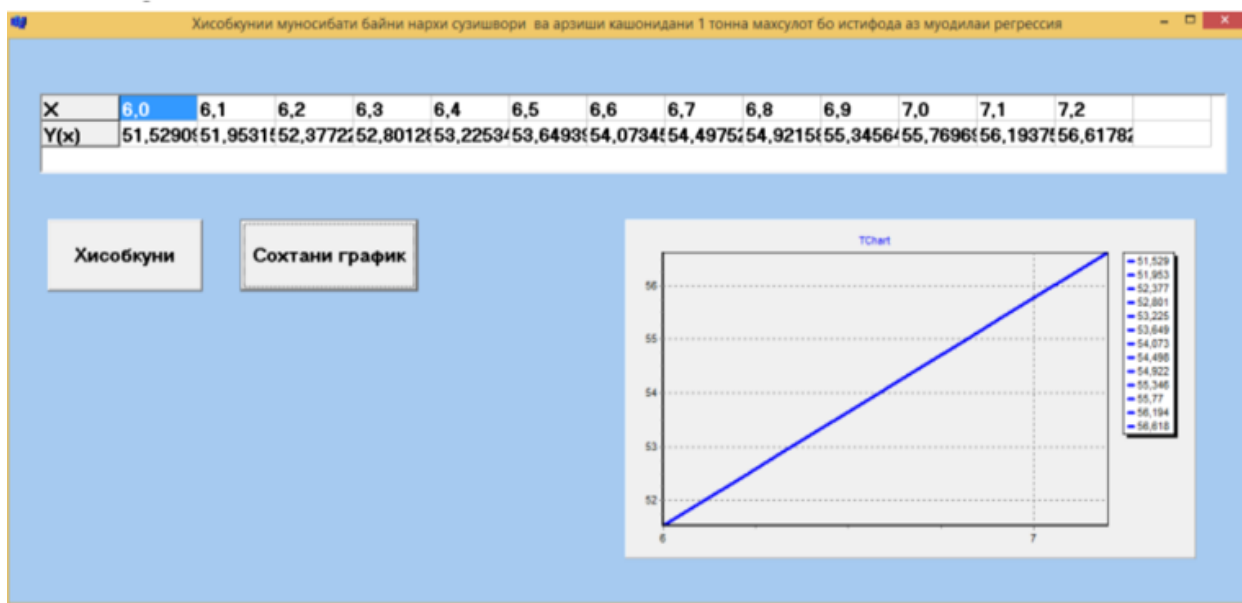
максималии вақт ( $T$ ) зарур мебошад. Дар марҳилаи дуюм, барои ҳар як арзиши интихобшудаи  $T$  санчиш гузаронида мешавад. Яъне, барнома танҳо он роҳхоро ба назар мегирад, ки вақти боркашонии онҳо аз  $T$  зиёд нест ( $t_{ij} \leq T$ ). Сипас, бо истифода аз ин роҳҳои иҷозатдодашуда, тақсимои борҳо аз анборҳо ба нуқтаҳои истеъмолӣ кашонида мешавад.

Ҳамин тариқ, метавон хулоса кард, ки критерияи вақт дар масъалаҳои нақлиётӣ ва логистикӣ ҳамчун яке аз омилҳои асосии танзимкунанда ва муайянкунандаи самаранокии равандҳо баромад мекунад. Тағйирёбии он ба таври мустақим ба сохтори қарорҳои қабулшуда таъсир расонида, имкониятҳои тақсимои бор ва интихоби самтҳои боркашониро васеъ ё маҳдуд мегардонад.

Илова бар ин, истифодаи усулҳои компютерӣ ва моделсозии математикӣ имкон медиҳад, ки ин равандҳо бо дақиқии баланд таҳлил ва ҳисоб карда шаванд. Дар асоси алгоритмҳои ҳисоббарорӣ ва барномаҳои махсус, ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ бо назардошти критерияи вақт ба таври автоматӣ оптимизатсия гардида, вариантҳои гуногуни тақсимои бор ва роҳҳои боркашонӣ дар муҳити рақамӣ муқоиса карда мешаванд. Ин раванд на танҳо сатҳи самаранокии қабули қарорҳоро баланд мебардорад, балки хатари хатоҳои инсонӣ ва номуайяниро низ коҳиш медиҳад.

Дар қисмати сеюми барнома, таҳлили регрессионии масъалаи нақлиёт мавридди омӯзиш қарор гирифта шудааст. Таҳлили регрессионии нақлиёт кӯмак мекунад, ки муносибатҳо ва алоқамандии омилҳо ба таври илмӣ ва математикӣ муайян карда шаванд. Бо истифода аз моделҳои регрессионӣ, таъсири тағйироти тарифҳо, хати роҳ, сарф ва вақти боркашонӣ муайян ва пешгӯӣ карда мешавад.

Натиҷаҳои компютерии таҳлили регрессионии масъалаи нақлиёт намуди зеринро дорад:



**Расми 3.2.9. – Натиҷаҳои компютери таҳлили регрессионии масъалаи нақлиёт**

Натиҷаҳои бадастомада собит менамоянд, ки истифодаи моделҳои регрессионӣ дар таҳлили масъалаҳои нақлиётӣ на танҳо барои муайян кардани робитаи байни омилҳои таъсиррасон, балки барои баланд бардоштани сатҳи дақиқии пешгӯӣҳо низ аҳамияти калон дорад. Ин усул имконият медиҳад, ки тағйирёбии нишондиҳандаҳои асосӣ, аз қабилӣ тарифҳои хизматрасонӣ, масофаи боркашонӣ, хароҷоти амалиётӣ ва вақти боркашонӣ ба таври илмӣ таҳлил карда шуда, таъсири онҳо ба натиҷаи ниҳоӣ ба таври миқдорӣ арзёбӣ гардад.

Ҳамзамон, моделҳои регрессионӣ барои асоснок намудани қарорҳои идоракунии ва интихоби вариантҳои самараноки ташкили равандҳои нақлиётӣ шароити мусоид фароҳам меоранд. Бо истифода аз чунин равиш, имкони коҳиш додани хатогиҳои пешгӯӣ ва баланд бардоштани самаранокии қарорҳои қабулшаванда таъмин карда мешавад. Аз ин рӯ, аҳамияти амалии таҳлили регрессионӣ дар соҳаи нақлиёт хеле муҳим ва назаррас арзёбӣ мегардад.

Дар қисмати чоруми барнома ҳалли масъалаи аппроксиматсияи Фогел мебошад. Аппроксиматсияи Фогел яке аз усулҳои муҳим барои барномасозии боркашонии нақлиётӣ мебошад, ки дар он истифодаи қарорҳои оптималӣ

барои тақсимои ва арзёбии зарурӣ барои ҳамаи омилҳои дахлдор (масалан, ҷойгиршавии объектҳо, талабот ба бор, хати боркашонӣ ва ғайра) ба назар гирифта мешавад.

Натиҷаҳои компютери масъалаи нақлиёт бо истифода аз методи аппроксиматсияи Фогел намуди зеринро дорад:

**Ҳалли масъалаи нақлиёт бо методи аппроксиматсияи Фогел**

**Ҷадвали маълумот (Захира ва Талабот)**

Нуқтаҳо	B1	B2	B3	B4	B5	B6	Захира
A1	96	97	96	95	98	98	2056
A2	83	82	90	78	81	84	7163
A3	66	65	72	67	67	64	3881
<b>Талабот</b>	<b>1296</b>	<b>304</b>	<b>2357</b>	<b>5294</b>	<b>3649</b>	<b>200</b>	<b>13100</b>

**Қадамҳои методи аппроксиматсияи Фогел**

Қадами 1      Қадами 2      Қадами 3      Қадами 4      Натиҷа

### **Расми 3.2.10. Натиҷаҳои компютери масъалаи нақлиёт бо усули аппроксиматсияи Фогел**

Дар расми зерин дида мешавад, ки раванди ҳалли масъалаи нақлиёт бо истифода аз методи аппроксиматсияи Фогел ба таври марҳилавӣ амалӣ карда мешавад. Дар ҳар як қадам арзёбии «ҷарима»-ҳо барои сатрҳо ва сутунҳо ҳисоб карда шуда, дар асоси он варианти бо хароҷоти камтарин интихоб гардидааст. Ин раванд имкон медиҳад, ки тақсимои борҳо аз анборҳои A1, A2 ва A3 ба нуқтаҳои истеъмолӣ B1–B6 бо самаранокии баланд ва камтарин арзиши умумии боркашонӣ иҷро гардад.

#### Қадамҳои методи аппроксиматсияи Фогел

Қадами 1	Қадами 2	Қадами 3	Қадами 4	Натиҷа
----------	----------	----------	----------	--------

#### Натиҷаи ниҳой

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
A1	0	0	2056	0	0	0
A2	0	0	0	5294	1869	0
A3	1296	304	301	0	1780	200

Арзиши умумӣ: 1,020,725

### Расми 3.2.11. Натиҷаҳои компютери масъалаи нақлиёт бо усули аппроксиматсияи Фогел

Масъалаи нақлиёт бо истифода аз методи аппроксиматсияи Фогел ба таври марҳилавӣ ва қадам ба қадам ҳал карда шуд. Тавре ки аз расми 3.2.10 дида мешавад, раванди ҳалли масъала аз якҷанд қадам иборат буда, дар ҳар як қадам тақсимоти борҳо дар асоси арзёбии хароҷоти минималӣ ва ҳисобкунии ҷаримаҳо анҷом дода мешавад. Ин раванд имкон медиҳад, ки интихоби оптималии боркашонӣ дар ҳар марҳила асоснок ва самаранок муайян карда шавад. Қадами ниҳой натиҷаи умумии ҳалли масъала мебошад, ки дар он тамоми захираҳо пурра тақсим шуда, талаботи ҳамаи нуқтаҳои таъинот қонё гардонида мешаванд. Пас аз паҳш кардани тугмаи «Натиҷа», чунин ҷадвал пешниҳод мегардад, ки дар он нақшаи ниҳоии тақсимоти борҳо ва миқдори боркашонӣ аз ҳар як анбор ба ҳар як нуқтаи истеъмоли инъикос ёфтааст (расми 3.2.11).

Ҳамин тариқ, натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳад, ки методи аппроксиматсияи Фогел барои ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ воситаи самаранок буда, имкон медиҳад қарорҳои оптималӣ бо хароҷоти камтарин ба даст оварда шаванд.

Дар қисмати панҷуми барнома, масъалаи нақлиёт бо тарифҳои носаҳеҳ мавриди баррасӣ қарор гирифта шудааст. Азбаски тарифҳо ва нархгузорӣ дар системаҳои нақлиётӣ на ҳамеша дуруст ва дақиқ ҳастанд, масъалаи тағйироти

арзишҳо ва таъсири носоҳеҳӣ ба нақлиёт ва ҳисоботи молиявӣ муҳим аст. Бояд барномасозӣ барои беҳтар кардани пурсишҳо ва арзёбии тарифҳо дар ҳолатҳои гуногун мавҷуд бошад.

Натиҷаҳои компютери масъалаи нақлиёт бо тарифҳои носоҳеҳ намуди зеринро дорад:

### Масъалаи нақлиёт бо истифода аз маҷмӯҳои носоҳеҳ

Ҳалли масъала

✦ Чадвали масъалаи нақлиёт бо истифода аз маҷмӯҳои носоҳеҳ

Таъминот	Анбор-1	Анбор-2	Анбор-3	Анбор-4	Захира
Моҳир Семент	(4,107,6)	(3,111,5)	(4,112,5)	(5,113,4)	41439
Сементи Тоҷик	(1,82,3)	(3,84,2)	(7,87,6)	(7,89,5)	18951
Талабот	17019	4996	36444	1931	60390

Расми 3.2.12. – Чадвали масъалаи нақлиёт бо истифода аз маҷмӯҳои носоҳеҳ

Чадвали якуми масъала, яъне чадвали арзишҳои носоҳеҳ, маҷмӯи маълумотро инъикос мекунад, ки дар он хароҷоти кашондани як воҳиди бор аз ҳар як нуқтаи таъминот ба ҳар як анбор бо шакли носоҳеҳ дода шудааст. Ин гуна ифода имконият медиҳад, ки номуайянии воқеии раванди логистикӣ, аз ҷумла тағйирёбии арзишҳо дар шароити амалӣ, ба назар гирифта шавад.

Дар натиҷаи таҳлили ин чадвал, маълум мегардад, ки ҳар як арзиши боркашонӣ як диапазони эҳтимолиро дар бар гирифта, сатҳи номуайяни ва хавфи иқтисодиро дар модел нишон медиҳад. Маҳз ҳамин маълумот заминаи асосӣ барои гузариш ба марҳилаи саҳеҳӣ ва минбаъд истифодаи усулҳои оптимизатсия, ба монанди методи кунҷи шимолу ғарб ва методи потенциалҳо, ба ҳисоб меравад (Расми 3.2.12).

Ҳамин тавр, чадвали арзишҳои носоҳеҳ ҳамчун марҳилаи ибтидоии моделсозӣ хизмат карда, барои таҳлили амиқ ва қабули қарорҳои самараноки логистикӣ дар масъалаи нақлиёт аҳамияти муҳим дорад.

Баъд аз таҳлили чадвали арзишҳои носоҳеҳ, қадами навбатӣ ба чадвали саҳеҳ гузаштан мебошад. Дар ин марҳила, ҳар як арзиши носоҳеҳ, ки дар

шакли диапозони имконпазир дода шудааст, ба як қимати ягона ва муайян табдил дода мешавад. Ин амал бо мақсади коҳиш додани номуайяни ва осон намудани ҳисоббарориҳои минбаъдаи оптимизатсионӣ анҷом дода мешавад.

Қадвали саҳеҳ имкон медиҳад, ки арзиши миёна ё интизоршавандаи ҳар як масири боркашонӣ дақиқ муайян гардад ва барои муқоисаи самаранокии роҳҳои гуногуни логистикӣ замина фароҳам орад. Дар натиҷа, модел аз ҳолати номуайян ба ҳолати муайян (саҳеҳ) мегузарад, ки дар он истифодаи усулҳои классикӣ ҳал, аз ҷумла методи кунҷи шимолу ғарб ва методи потенциалҳо, имконпазир мегардад.

**қадвали саҳеҳшуда**

Таъминот	Анбор-1	Анбор-2	Анбор-3	Анбор-4	Захира
Моҳир Семент	0	0	0	0	41439
Сементи Тоҷик	0	0	0	0	18951
Талабот	17019	4996	36444	1931	60390

**Расми 3.2.13. – Қадвали саҳеҳи масъалаи нақлиёт**

Баъд аз он ки қадвали арзишҳои носаҳеҳ ба қадвали арзишҳои саҳеҳ табдил дода шуд, қадами навбатӣ ба ҳалли масъалаи нақлиёт оғоз мегардад. Дар ин марҳила, бо истифода аз методҳои оптимизатсионӣ, пеш аз ҳама методи кунҷи шимолу ғарб, нақшаи ибтидоии тақсироти бор байни анборҳо ва нуқтаҳои талабот сохта мешавад.

**Методи кунҷи шимолу ғарб**

Таъминот	Анбор-1	Анбор-2	Анбор-3	Анбор-4	Захира
Моҳир Семент	17019	0	22489	1931	41439
Сементи Тоҷик	0	4996	13955	0	18951
Талабот	17019	4996	36444	1931	60390

**Расми 3.2.14. – Ҳалли масъала бо истифода аз методи кунҷи шимолу ғарб**

Пас аз он ки бо истифода аз методи кунҷи шимолу ғарб ҳалли ибтидоии масъалаи нақлиёт ба даст оварда, дар марҳилаи навбатӣ татбиқи методи

потенциалҳо анҷом дода мешавад. Дар ин марҳила, нақшаи ибтидоии тақсимоии бор ҳамчун асос қабул гардида, бо истифода аз методи потенциалҳо масъала ҳал карда мешавад.

методи Потенциалҳо					
Таъминот	Анбор-1	Анбор-2	Анбор-3	Анбор-4	Захира
Моҳир Семент	17019	0	22489	1931	41439
Сементи Тоҷик	0	4996	13955	0	18951
Талабот	17019	4996	36444	1931	60390

👉 Арзиши оптималии масъалаи нақлиёт

**Z = 6206768.44**

Активация Windows  
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

### Расми 3.2.15. – Арзиши оптималии масъалаи нақлиёт

Баъд аз анҷом додани ҳисоббарорӣ бо истифода аз методи потенциалҳо, натиҷаи ниҳоии масъала ба даст омад, ки дар он нақшаи тақсимоии бор ба ҳолати оптималӣ оварда шуд. Дар ин марҳила, бо санҷиши потенциалҳои сатрӣ ва сутунӣ ва бартараф намудани имкониятҳои беҳбуд, ҳамаи ислоҳоти зарурӣ ба нақша ворид карда шуданд.

Дар натиҷа, арзиши ниҳоии функсияи мақсад ( $Z$ ) ба даст омад, ки ба  $Z=6206768,44$  баробар мебошад. Ин нишон медиҳад, ки ҳалли бадастомада ҳалли минималӣ (оптималӣ) буда, дигар беҳбудии иловагӣ дар шароити додасуда имконпазир нест.

Моделсозии рақамӣ барои кашондани борҳо одатан бо истифодаи алгоритмҳои оптимизатсия, ба монанди алгоритмҳои хаттӣ ва графҳои маршрутӣ, сурат мегирад. Ин методҳо имкон медиҳанд, ки бо истифода аз маълумоти роҳ, сарф, вазни бор ва дигар шартҳои экологӣ, як роҳҳои беҳтарин барои нақлиёт интихоб шавад.

Бо истифода аз усулҳои моделсозӣ, системаи нақлиёти борҳо барои НБО Роғун метавонад самарали зиёдтар ва сарфаи бештар дар вақт ва маблағро ба даст орад. Ҳамчунин, истифодаи барномаҳои компютерӣ барои таҳлили

шабакаи нақлиётӣ борҳо, ки ба омилҳои гуногун, аз ҷумла иқлим ва вазъи муҳити роҳҳо вобаста аст, ба даст овардани натиҷаҳои дақиқ ва муфидро осон мекунад.

Ҳангоми таҳлили натиҷаҳои компютери ҳалли масъалаи нақлиёт дар НБО Роғун, якчанд омилҳои асосӣ ба назар гирифта мешаванд:

**Вақт ва самаранокии вақт:** ҳисоб кардани вақти сарфшуда барои кашондани борҳо, ки метавонад таъсири зиёд дар ҷараёни сохтмон ва амалия дошта бошад.

**Кам кардани харочот:** оптимизатсия кардани роҳҳои нақлиёт ва кам кардани харочот, монанди сӯзишворӣ, вақти нақлиёт ва дигар ресурсҳо.

**Масъалаҳои экологӣ:** таҳлили таъсири манфии нақлиёт ба муҳити зист ва истифодаи воситаҳои экологии самаранок барои кам кардани олудагариҳои ҳаво.

Бо истифода аз моделҳои компютерӣ, системаҳои нақлиёт метавонанд ба таври самарабахш оптимизатсия карда шаванд. Масалан, дар моделсозии боркашонии нақлиётӣ барои НБО Роғун, вақти боркашонӣ ва сарфаҳои изофӣ коҳиш дода шуда, самаранокии ҳаракатҳо ва кашондани борҳо бо шароити ба нақша гирифташуда мувофиқ бошанд.

Ҳангоми таҳлили масъалаи нақлиёт дар НБО Роғун, бояд ба шартҳои воқеии пайваستшавӣ ва барномаҳои нақлиётии амалии вобаста ба маҳдудиятҳо, нақшаҳои роҳҳо ва омилҳои логистикӣ диққат дода шавад. Барои ҷорӣ кардани чунин системаҳои нақлиётӣ, яке аз масоили муҳими амалӣ кардани ин моделҳо дар воқеият — истифодаи хати аввалинӣ ва нақлиётро пайваст намудан бо ҳисоботи дақиқ мебошад. Ин ба муҳандисон ва мансабдорони НБО Роғун кӯмак мекунад, ки барои ҳар як кӯшиши амалӣ кардани роҳкорӣ беҳтар самараро бештар ба даст оранд.

### **Хулосаи боби сеюм**

Боби сеюми кори диссертатсионӣ ба таҳқиқи масъалаҳои нақлиёт дар шароити номуайяний ва таҳияи усулҳои ҳалли онҳо бахшида шудааст. Дар ин боб хусусиятҳои нақлиётӣ бо тарифҳои носоҳеҳ ва талаботи тағйирёбанда, ки барои равандҳои воқеии логистикӣ хос аст, баррасӣ карда мешаванд. Таҳқиқот

таҳияи усулҳои баҳисобгирии параметрҳои носаҳеҳро дар моделҳои классикии масъалаҳои нақлиёт дар бар мегирад.

Инчунин дар доираи боб натиҷаҳои комплекси барномаҳое, ки барои ҳалли масъалаҳои нақлиётии марбут ба НБО Роғун таҳия шудаанд, пешниҳод карда шудааст.

Комплекси барномаҳо бо истифода аз забони барномасозии java script сохта шудааст, ки дар соҳаҳои илмӣ ва муҳандисӣ васеъ истифода мешавад, ки иҷрои баланд ва дақиқии ҳисобҳоро кафолат медиҳад. Таҷрибаҳои ҳисоббарории дар асоси ин барномаҳо гузаронидашуда имкон медиҳанд, ки самаранокии алгоритми пешниҳодшударо дар масъалаҳои воқеии марбут ба кашондани бор барои НБО Роғун баҳодихӣ карда шудааст.

Методҳои статистикӣ дар таҳлил ва пешгӯии ҳулосаҳо дар бораи раванди боркашонӣ кӯмак мекунанд. Бо истифода аз таҳлили омӯрӣ, метавон ба пешгӯии талаботи нақлиёт, ҳисоб кардани вақтҳои боркашонӣ ва роҳҳои истифодаи самаранок тавассути таҳлили маълумотҳои нақлиётӣ расид. Масалан, таҳлил кардани маълумотҳои пештара ва ё таҳлили вақтҳои боркашонӣ дар ҷое, ки захираҳо ё нақлиёт маҳдуд мебошанд, кӯмак мекунанд, ки стратегияҳои самаранок барои коҳиш додани хароҷот ё кам кардани таъсир ба муҳити зист пайдо шаванд.

Ин усулҳо метавонанд барои пешгӯии шумораи борҳои кашондашаванда, иқтидори нақлиётӣ ва самаранокии истифодаи захираҳо дар ширкатҳои гуногуни нақлиётӣ истифода шаванд, ки натиҷаҳои тақроршавандаи нақлиётиро эҷод мекунанд ва натиҷаҳои аниқ ба даст меоранд.

Дар ҷараёни кор, масъалаи нақлиётии барномасозии хаттӣ бо назардошти носаҳеҳеии нишондиҳандаҳои тарифӣ ба таври математикӣ таҳия карда шуд, ки ба инъикоси шароити воқеии фаъолияти нақлиётӣ-логистикӣ имкон дод. Модели пешниҳодшуда хусусияти эҳтимолии тағйирёбии арзиши боркшониро, ки барои шароити муносири бозор хос аст, ба назар мегирад.

Дар параграфи дуюми боби сеюм маҷмӯи ҳалли барномавӣ барои оптимизатсияи масъалаи нақлиёт барои НБО Роғун таҳия ва амалӣ карда шуданд. Дар забони барномасозии java script барномаҳои махсус сохта шудаанд, ки имкон медиҳанд нақшаҳои оптималии боркашониро аз рӯи критерияҳои арзиш, вақт ва инчунин бо назардошти тарифҳои носаҳеҳ пайдо карда шавад. Татбиқи усули аппроксиматсия Фогел, ки ба шароити масъала мутобиқ карда шудааст, аҳамияти махсус дорад. Таҷрибаҳои ҳисоббарории гузаронидашуда самаранокии алгоритми пешниҳодшуда ва татбиқи онро барои ҳалли масъалаҳои амалии логистика дар шароити номуайяни тасдиқ кардаанд. Маҷмӯи барномавии таҳияшуда метавонад барои баланд бардоштани самаранокии иқтисодии амалиёти нақлиётӣ ҳангоми татбиқи лоиҳаҳои калони инфрасохторӣ истифода шавад. Натиҷаҳои бадастомада аҳамияти муҳими назариявӣ доранд, ки заминаи методологии ҳалли масъалаҳои нақлиётро васеъ мекунад ва арзиши муҳими амалӣ доранд, зеро онҳо имкон медиҳанд, ки самаранокии идоракунии чараёни нақлиётро дар шароити номуайяни муҳити бозор баланд бардоранд.

## БОБИ 4. МУҲОКИМАИ НАТИЧАҲОИ ТАҲҚИҚОТ

### 4.1. Таҳлили комплекси натиҷаҳои таҳқиқот

Назарияи масъалаҳои нақлиётӣ роҳи тӯлонӣ ва мураккаби рушдро тай намуда, бо пешрафти усулҳои математикӣ ва талаботҳои иқтисодии давраҳои гуногун зич алоқаманд аст. Сарчашмаҳои ин назарияро ҳанӯз дар асарҳои XVIII олимони зиёд пайгирӣ кардаанд, аммо омӯзиши мунтазами илмии масъалаи оптимизатсияи нақлиёт танҳо дар нимаи аввали асри XX оғоз ёфт, вақте ки рушди босуръати саноат ва мураккабшавии робитаҳои хоҷагидорӣ ташкили усулҳои илмӣ асосноки банақшагирии ҷараёни нақлиётро талаб кард. Дар Иттиҳоди Шӯравӣ ташаккули назарияи масъалаҳои нақлиётӣ пеш аз ҳама бо номи математик ва иқтисоддони барҷаста Леонид Виталевич Канторович алоқаманд аст. Корҳои бунёдии ӯ соли 1939 «Усулҳои математикии ташкил ва банақшагирии истеҳсолот» дар ин соҳа як пешрафти воқеӣ буд. Канторович на танҳо масъалаи нақлиётро ҳамчун мушкилоти барномасозии ҳатӣ таҳия кард, балки усули аслии зарбқунандаҳои ҳалқунандаро (баъдтар усули потенциалҳо номида шуд) таҳия кард, ки асоси алгоритмҳои муосири оптимизатсияи нақлиётро ташкил дод. Дар баробари Канторович, А. Н. Толстой дар рушди назария саҳми муҳим гузошт, ки соли 1941 асари калони «Усулҳои бартараф кардани боркашонии бесамар» - ро нашр кард. Корҳои ӯ бо самти амалии равшан фарқ мекарданд ва тавсияҳои мушаххасро оид ба такмили схемаҳои нақлиётӣ дар хоҷагии халқ дар бар мегирифтанд. Толстой як қатор усулҳои аслии таҳлили ҳаракати боркашониро таҳия кард, ки бисёре аз онҳо то имрӯз аҳамияти худро гум накардаанд. Дар солҳои баъди ҷанги дуҷуми ҷаҳон мактаби шӯравии таҳқиқоти масъалаҳои нақлиётӣ шукуфоии воқеиро аз сар гузаронид. Дар солҳои 1950 -1960 В.С. Михалевич ва Н.З. Шор таҳқиқоти амиқи масъалаҳоро бо маҳдудиятҳои иловагӣ гузаронида, синфи масъалаи ҳалшавандаро ба таври назаррас васеъ кард. Е.Г. Гольштейн ва Д.Б. Юдин назарияи дугонагиро барои масъалаҳои

нақлиёт эҷод карданд, ки ба тафсири иқтисодии қарорҳои гирифташуда назари нав дод.

«Дар соҳаи ҷангал, мисли дигар соҳаҳои истехсолӣ, нақлиёт ҳамчун яке аз звеноҳои муҳимтарини системаи логистикӣ вазифаи асосиро дар равандҳои ҷараёнӣ иҷро менамояд. Дар айни замон масъалаҳои зиёд намудани ҳаҷми интиқол ва баланд бардоштани самаранокии иқтисодии фаъолияти корхонаҳои комплекси ҷангал аҳамияти махсус пайдо кардаанд.

Бо тақия ба таҷрибаи дохилӣ ва хориҷии корхонаҳои соҳаи ҷангал, оптимизатсия дар соҳаи нақлиёт танҳо тавассути истифодаи технологияҳои нав дар таъмини равандҳои интиқол, ки ба талаботи муосир ва стандартҳои баланди байналмилалӣ ҷавобгӯ мебошанд, ба даст оварда мешавад, аз ҷумла тавассути густариши татбиқи равиши логистикӣ дар қори нақлиёти ҷангал.

Азбаски логистикаи нақлиётӣ аз ҷиҳати мазмун методологияи нави оптимизатсия ва ташкили ҷараёнҳои оқилонаи боркашонӣ ба ҳисоб меравад, коркарди логистикии маълумот оид ба раванди нақлиётию технологияи корхонаҳои соҳаи ҷангал дар марказҳои махсус имконият медиҳад, ки самаранокии ҳаракати ҷараёнҳои моддӣ баланд бардошта шавад, ҳарҷоти ғайриистехсолӣ коҳиш ёбад ва сатҳи хизматрасонии нақлиётӣ беҳтар гардад» [54].

А.Л. Луре усулҳои баҳисобгирии омилҳои ғайрихаттиро дар моделҳои нақлиёт таҳия намуда, моделҳои математикиро ба шароити воқеии фаъолияти системаҳои нақлиёт наздик кард. Дар таърихи илми шӯравӣ таҳқиқоти амалие, ки таҳти роҳбарии С.Н. Черниковский дар Институти масъалаҳои идоракунии Академияи илмҳои ИҶШС гузаронида мешуд, ҷой дорад. Гурӯҳи ӯ тавонист маҷмӯи усулҳои амалии оптимизатсияи қашондани борро таҳия кунад, ки дар хоҷагии халқ истифодаи васеъ пайдо карданд. Алгоритмҳои таҳиякардаи онҳо барои банақшагирии қашондани ангишт, маъдан, маводи сохтмонӣ ва дигар борҳои муҳим истифода мешуданд.

«Равиш барои сохтани модели динамикии оптимизатсионӣ ҷиҳати танзими ғаврии омадани намуди нақлиёти заминӣ ба терминали бандарӣ,

инчунин раванди азнавборкунии бор ҳангоми чадвали муайяншудаи омадани киштиҳо ба терминал пешниҳод шудааст. Ин равиш ба методҳои назарияи идоракунии захираҳо, аз ҷумла ба модели умумисозишудаи динамикии Вагнер–Уайтин асос ёфтааст. Критерияҳои гуногуни оптималӣ баррасӣ шудаанд. Масъалаи оптимизатсионӣ ба масъалаи барномасозии ҳаттӣ оварда шудааст» [74].

Дар минтақаҳои дигар рушди назарияи масъалаҳои нақлиёт бо роҳи каме дигар сурат гирифт, гарчанде, ки ғояҳои шабеҳ дар як вақт ба вуҷуд омаданд. Математики амрикоӣ Чорч Дансиг соли 1947 усули машҳури симплексро таҳия кард, ки воситаи асосии ҳалли масъалаҳои барномасозии ҳаттӣ, аз ҷумла масъалаи нақлиёт гардид. Солҳои 1950-1960 корҳои муҳими дигари олимони хориҷӣ пайдо шуданд. Г. Б. Дансиг ва М. Н. Тапа дар қори муштараки худ ҷанбаҳои гуногуни барномасозии ҳаттиро муфассал таҳлил карданд. А. Чарнз ва В. В. Купер моделҳои аслии идоракуниро барои истифодаи саноат таҳия карданд. Л. Р. Форд ва Д. Р. Фалкерсон назарияи ҷараёни шабакаи боркашониро таҳия карданд, ки имкониятҳои таҳлили системаҳои нақлиётро хеле васеъ кард. Аз солҳои 1970-ум ин ҷониб рушди назарияи масъалаҳои нақлиёт дар якҷанд самтҳои мустақили бо ҳам алоқаманд сурат гирифт. Яке аз онҳо бо назардошти номуайянии намудҳои гуногуни бор алоқаманд аст. Корҳои Лотфи Заде оид ба мантиқи носоҳеҳ (1965) имкониятҳои нави моделсозии равандҳои нақлиётро дар шароити маълумотҳои нопурра, боз кард. Самти дигари муҳим ба сохтани алгоритмҳои самаранокии ҳисоббарорӣ алоқаманд аст. Усули Фогел, ки солҳои 1950-ум таҳия шудааст, раванди ёфтани нақшаи аввалаи тақягоҳро хеле суръат бахшид.

«Дар шароити муносири иқтисодӣ дар назди соҳаи ҷангал вазифаи таъмини истифодаи бисёрмақсаднок, оқилона, муттасил ва барқароршавандаи захираҳои ҷангал гузошта шудааст. Дар ин раванд системаҳои нақлиётӣ дар ҳудуди фонди ҷангал аҳамияти ҳалқунанда доранд, зеро бидуни онҳо истифода, ҳифз, муҳофизат ва барқарорсозии ҷангалҳо имконнопазир мебошад.

Системаи нақлиётӣ, ки дар ҳудуди фонди ҷангали минтақаҳои кишвар фаъолият мекунад (ТСЛФ), дар шакли умумӣ ҳамчун системаи мураккаби интиқолдиҳандаи динамикӣ инкишофёбанда баррасӣ мешавад, ки роҳҳо, воситаҳои нақлиёт, мошинҳои боркунӣ, борфарорӣ ва азнавборкунӣ, инчунин маҷмӯи кварталҳо ва қитъаҳои ҷангалро, ки манбаи бор мебошанд, бо роҳи транзитии интиқоли маҳсулоти ҷангал ба истеъмолкунандагон мепайвандад.

Байни унсурҳои ТСЛФ робитаҳои технологӣ, техникӣ-иктисодӣ, ташкилӣ ва идоракунӣ мавҷуданд, ки дар маҷмӯъ сохтори онро дар ду ҷанба муайян мекунад: ҷанбаи статикӣ (муносибатҳои устувор) ва ҷанбаи динамикӣ (тарзи фаъолият ва ҳамкориҳои унсурҳо)» [71].

Алгоритмҳои тақсимкунии пешниҳодкардаи Ҷ. Бендерс дар соли 1962 имконият дод, ки масъалаҳои мураккаб ба масъалаҳои оддӣ оварда шаванд. М.Г. Заславский дар солҳои 1980-ум комплексӣ моделҳоро барои таҳлили боркашонии байниминтақавӣ таҳия намуд. Ҷ.Ф. Шапиро равишҳои аслии оптимизатсияи системаҳои нақлиётӣ бисёрсоҳавиро таҳия кард. Д. Симхи-Леви ва ҳамкорони ӯ ба назарияи занҷирҳои таъминоти логистикӣ, ки дар он масъалаҳои нақлиёт нақши калидӣ доранд, саҳми назаррас гузоштанд. Дар даҳсолаҳои охир рушди назарияи масъалаҳои нақлиёт бо истифодаи равишҳои принципиалӣ нав алоқаманд аст. Усулҳои зеҳни сунъӣ ва омӯзиши мошинӣ имкон медиҳанд, ки дар ҷараёни борҳо қонуниятҳои навро пайдо кунанд. Таҳлили маълумотҳои зиёд имкон медиҳад, ки омилҳои зиёде, ки қаблан берун аз доираи моделҳо боқӣ монда буданд, ба назар гирифта шаванд.

«Методикаи арзёбии самаранокии истифодаи муштараки захираҳо пешниҳодгардидааст, инчунин натиҷаҳои мушаххас оид ба коркарди киштиҳо дар бандарҳои ивазшавандаи ширкатҳои стивидорӣ бандарҳои баҳрӣ баррасӣ шудаанд. Сохтори ташкилии кластери бандарӣ, технологияи идоракунӣ коркарди киштиҳо дар асоси истифодаи муштараки захираҳо ва принципҳои тақсими даромади иловагӣ аз камшавии вақти истодани киштиҳо таҳия карда шудаанд» [118].

Таҳқиқоти гузаронидашуда имкон дод, ки дар соҳаи модели математикии равандҳои нақлиёт, ки бо лоиҳаҳои васеи инфрасохторӣ алоқаманданд, натиҷаҳои назаррас ба даст оранд. Корҳои илмӣ доираи васеи масъалаҳоро дар бар гирифта, аз ҷанбаҳои бунёдии оптимизатсияи нақлиёт то таҳияҳои амалӣ, ки омилҳои мураккаби беруниро ба назар мегиранд, иборат аст. Натиҷаҳои бадастомада на танҳо аҳамияти назариявӣ доранд, балки истифодаи бевоситаи амалӣ низ дошта, бо озмоиши бомуваффақияти усулҳои таҳияшуда дар шароити воқеӣ тасдиқ карда мешавад.

Яке аз самтҳои муҳими таҳқиқот, такмили дастгоҳи математикӣ барои ҳалли масъалаҳои нақлиёт истифодашаванда буд. Дар рафти кор, таҳлили муфассали усулҳои мавҷуда ба оптимизатсияи боркашонӣ, аз ҷумла усулҳои классикии барномасозии ҳатӣ гузаронида шуд. Мутобиқсозии ин усулҳо ба кор дар шароити мураккаб, ки алгоритмҳои анъанавии самаранокро нишон медиҳанд, диққати махсус дода мешавад. Шакли таҳриршудаи усули потенциалҳо таҳия шудааст, ки тағироти динамикии шабакаи нақлиётро ба назар мегирад. Дар муқоиса бо усулҳои стандартӣ, алгоритми пешниҳодшуда метавонад, ки ба тағирёбии имконияти гузариши роҳ, тағирёбии арзишҳои боркашонӣ ва дигар омилҳои тағйирёбанда зуд воқуниш нишон диҳад.

Санҷиши амалии усули таҳияшуда самаранокии баланди онро, ҳангоми ҳисоб кардани ҳатсайрҳои оптималии кашондани маводи сохтмонӣ нишон дод. Дар муқоиса бо банақшагирии анъанавӣ, хароҷоти умумии логистика ба таври назаррас коҳиш ёфт. «Афзалияти муҳими усули пешниҳодшуда универсалӣ будани он мебошад. Усулҳои математикии таҳияшуда метавонанд на танҳо барои лоиҳаи ҷорӣ, балки барои дигар сохтмонҳои калон, ки оптимизатсияи боркашониро талаб мекунанд, истифода шаванд» [116].

Қисмати алоҳидаи таҳқиқот, ба масъалаҳои оптимизатсияи муваққатии равандҳои нақлиётӣ бахшида шудааст. Дар шароити сохтмони васеъмиқёс риояи мӯҳлати кашондани захираҳо аҳамияти муҳим пайдо мекунад. Алгоритмҳои махсус барои кам кардани вақти боркашонӣ бе афзоиши назарраси хароҷот таҳия карда шудаанд. Ин усулҳо махсусан дар ташкили

таъминоти ғаврии таҷҳизот ва мавод, ки ҷараёни корҳои сохтмонӣ бевосита аз онҳо вобаста аст, самаранок мебошанд.

Хусусияти ҳалли пешниҳодшуда, ин ба назар гирифтани ивазшавии мавсимӣ мебошад, ки ба суръати ҳаракати борҳо таъсир мерасонад. Системаи банақшагирии тақвими динамикӣ сохта шудааст, ки ҷадвалҳои боркашониро вобаста ба шароити ҷорӣ ба таври худкор танзим мекунад. Ин имкон медиҳад, ки таъсири омилҳои беруна, ба монанди тағйирёбии обу ҳаво ё маҳдудияти муваққатии ҳаракат дар қисматҳои алоҳидаи роҳҳо кам карда шавад. Татбиқи амалии система нишон дод, ки муқовимати намудҳои гуногуни таъсиррасонӣ махсусан барои таъмини бефосилаи сохтмон бо маҳсулот, муҳим аст.

«Дар марҳилаи муосири рушди иқтисоди бозорӣ зарурати таҳияи равишҳои нави ташкили интиқоли ашёи хоми ҷангал бо мақсади баланд бардоштани самаранокии раванди нақлиётию технологияи он ба миён омадааст. Дар ин робита, самти махсусан муҳим масъалаҳои логистикаи нақлиётӣ ба ҳисоб меравад.

Мавзӯи логистикаи нақлиётӣ маҷмӯи масъалаҳои банақшаگیرӣ ва идоракуниро дар бар мегирад, ки ба интиқоли борҳои ҷангал бо истифодаи намудҳо ва навъҳои гуногуни нақлиёт алоқаманд мебошанд, аз ҷумла: таъмини мутобиқати техникӣ ва технологияи иштирокчиёни раванди нақлиёт, ҳамоҳангсозии манфиатҳои иқтисодии онҳо; таъмини ягонагии технологияи хочагии нақлиётию анборӣ; банақшагирии муштаракӣ равандҳои истеҳсолӣ, нақлиётӣ ва анборӣ; интихоби навъи воситаи нақлиёт; интихоби навъи воситаи нақлиётӣ; муайян намудани масирҳои оқилонаи интиқол; интихоби интиқолдиҳанда ва экспедитор» [47].

Қисми зиёди кор, ба таҳияи усулҳои номуайяни баҳисобگیرӣ, ҳангоми банақшагирии кашондани борҳо бахшида шудааст. Дар шароити воқеӣ, бисёр параметрҳо, ба монанди арзишҳо ё вақти боркашонӣ, пешакӣ дақиқ муайян карда намешаванд. Барои ҳалли ин масъала методҳои муосири математикӣ, аз ҷумла назарияи маҷмӯҳои носаҳеҳ истифода мешаванд.

Масъалаи боркашонӣ барои сохтмони иншооти калонҳаҷм ба монанди НБО Роғун бо маҷмӯи дархостҳо рӯ ба рӯ мешавад, ки ба модели математикии равандҳои нақлиётӣ муносибати ғайриҷашмдоштро талаб мекунад. Хусусияти вазъ дар он аст, ки зарурати ҳамзамон ба назар гирифтани бисёр омилҳои номуайян ва маҳдудиятҳои шадиди вақт, ки моделҳои анъанавии муайяншуда на ҳамеша қобилияти инъикоси мувофиқро доранд. Дар робита ба ин, истифодаи дастгоҳи маҷмӯҳои носоҳеҳ, ки ба қор бо табиати принципаӣ носоҳеҳи бисёр параметрҳои масъалаҳои нақлиётӣ, инчунин таҳияи меъёрҳои махсуси муваққатии оптимизатсия имкон медиҳад, аҳамияти махсус пайдо мекунад.

Сохтмони НБО Роғун дар шароити мураккаби кӯҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон бо якҷанд намуди номуайянии принципаӣ, ки ба раванди боркашонӣ таъсири назаррас мерасонанд, ҳамроҳ мешавад.

1. Тағйирёбии тарифҳо, ки аз ноустувории нархи сӯзишворӣ, тағйирёбии ҳаққи роҳ ва хавфҳои асёрӣ, ҳангоми боркашонии байналмилалӣ таҷҳизот ба вучуд омадаанд;
2. Номуайянии параметрикӣ, ки бо дониши нодурусти қобилияти воқеии борбардории воситаҳои нақлиёт, ё ҳолати кунунии роҳҳои кӯҳӣ алоқаманд аст;
3. Номуайянии муваққатӣ, ки бо шароити тағйирёбандаи обу ҳаво, обхезии мавсимӣ ва дигар омилҳои табиӣ вобаста аст. Моделҳои анъанавии муайяншуда, ки бо арзишҳои дақиқи рақамӣ қор мекунанд, барои қор дар чунин шароит чандон кофӣ нестанд.

Барои инъикоси муносиби ин номуайяни, дар таҳқиқот дастгоҳи рақамҳои секунҷаи носоҳеҳ истифода шудааст, ки ба расмият даровардани параметрҳои калидии масъалаҳои нақлиётӣ имкон медиҳад. Арзиши боркашонӣ бо назардошти тағйирёбии мавсимӣ тавассути функцияҳои махсус таҳияшудаи лавозимот, ки арзёбии экспертии паҳншавии эҳтимолии тарифҳоро инъикос мекунанд, моделсозӣ карда шуд. Вақти боркашонӣ бо фосилаҳои носоҳеҳ, ки тағйирёбии шароити роҳро дар қитъаҳои гуногуни

хатсайрҳо ба назар мегиранд, тасвир карда мешавад. Этимоднокии ширкатҳои нақлиётӣ тавассути системаи тағирёбандаҳои носаҳеҳ, ки ба таҳлили кори қаблии онҳо асос ёфтааст, арзёбӣ карда шуд. Ин равиш имкон дод, ки сохтори моделҳои классикии нақлиётро нигоҳ дошта, онҳоро бо қобилияти кор ва маълумоти нопурра ва нодуруст пурра кунад.

Татбиқи амалии моделҳои носаҳеҳ таҳияи дастгоҳи махсуси математикиро талаб мекунад, ки ба расмият даровардани параметрҳои носаҳеҳ тавассути функцияҳои таалуқият, сохтани қарорҳо барои қабули қоидаҳои носаҳеҳ ва сохтани системаҳои носаҳеҳ пешгӯӣ дохил мешавад. Таваҷҷуҳи махсус ба санҷиши моделҳо дар маълумоти таърихии боркашонӣ дода шуд, ва имкон дод, ки таҳияҳои назариявӣ ба шароити воқеии кори системаи нақлиётӣ мутобиқ карда шаванд. Омезиши усулҳои мантиқи носаҳеҳ бо алгоритмҳои анъанавии барномасозии хаттӣ имкон дод, ки бартарихҳои моделҳои классикии нақлиётро нигоҳ дошта, истифодаи онҳоро тавассути кор бо номуайяни ба таври назаррас васеъ кунад.

Критерияи вақт дар ташкили боркашони барои лоиҳаҳои стратегӣ, мисли сохтмони НБО Роғун, яке аз омилҳои муҳим ва қатъӣ мебошад. Ин маънои онро дорад, ки бор бояд дар муҳлати дақиқ ва мувофиқи чадвали умумии лоиҳа ба макони таъиншуда расонида шавад, то ки чараёни васлу насб ва корҳои сохтмонӣ бидуни таъхир сурат гирад. Барои таъмин кардани риояи ин меёр, вақти иҷозатдодашуда барои боркашонӣ ва ҳамаи марҳилаҳои он (омодагӣ, боркунӣ, ҳаракат, борфарорӣ) бояд дақиқ ҳисоб ва назорат карда шаванд. Ҳамзамон, чадвали боркашонӣ бояд бо вақти захира барои пешгирии таъхирҳои ногаҳонӣ мувофиқ гардад. Истифодаи технологияҳои ҳамоҳангсозии зичи тамоми занҷири логистикӣ барои ҳифзи вақти боркашонӣ хеле муҳим мебошад.

Маҳдудиятҳои вақт, ҳангоми кашондани масолеҳи сохтмонӣ низ муҳиманд. Сементи дорои мӯҳлати маҳдуди нигоҳдорӣ на танҳо оптимизатсияи хатсайрҳо, балки чадвали боркашониро низ талаб мекунад. Метал барои марҳилаҳои муҳими сохтмонӣ бояд дақиқан ва дар мӯҳлати

муқараршуда ворид карда шавад. Маводҳои ёрирасон барои таъмири Ғавқулудда аксар вақт боркашонии Ғавриро талаб мекунад, вақте ки омили муваққатӣ муайянкунанда мегардад. боркашонии технологӣ, аз ҷумла интиқоли кормандон ба иншооти дурдасти сохтмон, кашондани техникаи махсус байни қитъаҳо, инчунин банақшагирии дақиқи муваққатино талаб мекунад. Барои ҳалли ин масъалаҳо алгоритмҳои махсуси оптимизатсияи муваққатӣ таҳия карда шуданд, ки ба принсипи кам кардани вақти максималии боркашонӣ дар система асос ёфтаанд. Ин равиш имкон медиҳад, ки таъхирҳои муҳимро дар хатсайрҳои мушкилтарин пешгирӣ кунад. Унсурҳои муҳими система ҷорӣ кардани афзалиятҳои борҳо аз рӯи дараҷаи Ғаврӣ буд, ки захираҳои ба қисматҳои муҳимтарин таъмин мекунад. Тақсимои динамикии воситаҳои нақлиёт байни хатсайрҳо дар вақти воқеӣ имкон дод, ки эътимоднокии иҷрои ҷадвали боркашониро ба таври назаррас баланд бардорад.

Тағйирёбии вақти гузариши хатсайрҳо, хусусияти эътимолии таъхирҳо ва маҳдудиятҳои номуайяни вақт қисми пурраи модели математикӣ гардиданд. Ин имкон дод, ки банақшагирии мутобиқсозӣ бо ислоҳи динамикии ҷадвалҳо ва тақсимои захираҳо амалӣ карда шавад. Система имконияти воқуниши пешгирикунандаро ба тағйироти шароит пайдо кард, ки ин махсусан дар минтақаи кӯҳӣ бо омилҳои пешгӯинашавандаи он муҳим аст. Мувозинати меъёрҳои вақт ва арзиш, идоракунии тарифҳо байни суръат ва эътимоднокӣ, оптимизатсияи бисёрмақсадии нақлиёт, ҳамаи ин бо сабаби муносибати комплексӣ, ки бартарихҳои усулҳои носаҳеҳ ва меъёрҳои вақтро муттаҳид мекунад, имконпазир гардид.

Татбиқи амалии усулҳои таҳияшуда дар шароити сохтмони НБО Роғун самаранокии баланди онҳоро нишон дод. Истифодаи моделҳои носаҳеҳ имкон дод, ки бо маълумоти нопурра дар бораи тарифҳо кор карда, арзёбии сифати боркашониро ба назар гирифта, тағйирёбии хароҷоти нақлиётро дақиқтар пешгӯӣ кунад.

Интеграция бо технологияҳои мониторинги нақлиёт дар вақти воқеӣ имкониятҳои навро барои идоракунии оперативии нақлиёт фароҳам меорад. Усулҳои пешниҳодшуда барои объектҳои стратегии энергетикӣ, ки дар шароити мураккаби ҷуғрофӣ сохта мешаванд, самаранокии махсусро нишон медиҳанд. Универсалӣ ва дақиқии онҳо имкон медиҳад, ки қарорҳои пешниҳодшуда ба шароити ғуногун мутобиқ карда шаванд, дар ҳоле ки бартариҳои асосӣ қобилияти қор дар шароити номуайяни ва иҷрои маҳдудиятҳои муҳими вақт мебошанд. Ин барои оптимизатсияи кашондани бор на танҳо дар сохтмони энергетикӣ, балки дар дигар соҳаҳо, ки мураккабии баланди равандҳои логистикӣ ва талаботи қатъии мӯҳлатро дар бар мегиранд, дурнамои нав мекушояд.

Моделҳои махсус дар асоси рақамҳои секунҷаи носаҳеҳ таҳия карда шудаанд, ки тағирёбии тарифҳои нақлиётро самаранок тасвир мекунанд. Ин моделҳо дар бозори воқеии боркашонӣ бомуваффақият озмоиш карда шуданд, ки дақиқии баланди пешгӯиро нишон доданд. Истифодаи усулҳои носаҳеҳ имкон дод, ки хавфҳои молиявии вобаста ба тағйироти пешгӯинашавандаи арзиши хизматрасониҳои логистикӣ ба таври назаррас коҳиш дода шаванд. Ин махсусан барои банақшагирии дарозмуддати бучаи лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ муҳим аст.

Таваҷҷуҳи махсус ба муносибати комплексӣ, ки ҳамаи усулҳои таҳияшударо ба системаи ягонаи қабули қарорҳо муттаҳид мекунанд, сазовор аст. Мубодилаи алгоритмҳои оптимизатсияи хароҷот, банақшагирии муваққатӣ ва баҳисобгирии номуайяни воситаи пурқувватро барои идоракунии равандҳои нақлиёт эҷод мекунанд. Системаи ҳамгирошуда ҳам дар банақшагирии стратегӣ ва ҳам дар идоракунии оперативии нақлиёт самаранокии баланд нишон медиҳад.

Таҷрибаҳои ҳисоббарории гузаронидашуда бартариҳои усулҳои пешниҳодшударо дар муқоиса бо равишҳои анъанавӣ тасдиқ карданд. Таҳлили муқоисавӣ нишон дод, ки алгоритмҳои нав натиҷаҳои беҳтарро аз рӯи ҳама

параметрҳои асосӣ таъмин мекунад: самаранокии иқтисодӣ, суръати ҳисобҳо, дақиқии пешгӯӣ ва мутобиқшавӣ ба шароити тағйирёбанда.

Усулҳои сохташуда имкониятҳои оптимизатсияи системаҳои нақлиётро дар шароити мураккаб, ки дар он равишҳои стандартӣ самаранок нестанд, васеъ мекунад. Арзиши амалии кор бо истифодаи бомуваффақияти алгоритмҳои таҳияшуда дар шароити воқеӣ тасдиқ карда мешавад, ки барои ҷорӣ кардани онҳо дар боркашонии нақлиётӣ дурнамо мекушояд.

Натиҷаҳои бадастомада барои таҳқиқоти минбаъда дар соҳаи моделсозии математикии системаҳои нақлиётӣ тавачҷӯҳи зиёд доранд. Равишҳои таҳияшуда метавонанд барои ҳалли доираи васеи маъалаҳои марбут ба идоракунии равандҳои мураккаби боркашонӣ дар соҳаҳои гуногуни иқтисодиёт таҳия ва мутобиқ карда шаванд.

#### **4.2 Татбиқи амалии натиҷаҳои таҳқиқот**

Натиҷаҳои таҳқиқоти гузаронидашуда дар ташкили боркашонӣ барои сохтмони НБО Роғун истифодаи амалӣ пайдо карданд ва инчунин метавонанд барои дигар лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ дар минтақа истифода шаванд. Татбиқи амалии усулҳои таҳияшуда дар якҷанд самтҳои асосӣ амалӣ карда шуд, ки ҳар кадоми онҳо таъсири назарраси иқтисодӣ ва ташкилиро нишон доданд.

Самти аввалин ва муҳимтарини истифодаи амалӣ ҷорӣ кардани системаи оптимизатсияи кашондани маводи сохтмонӣ буд. Алгоритмҳои таҳияшуда ба раванди банақшагирии кашондани семент, конструксияҳои металлӣ ва дигар маводҳои муҳим барои сохтмони НБО ворид карда шуданд.

Алгоритмҳои оптимизатсияи муваққатӣ имкон доданд, ки эътимоднокии кашондани таҷҳизоти муҳимро ба таври назаррас баланд бардоранд. Системаи динамикӣ, ки дар вақти воқеӣ кор мекунад, коҳиши таъхири боркашониро дар муқоиса бо давраи қаблӣ таъмин кард. Моделҳои носаҳеҳ тарифҳои таҳияшуда барои ташаккули бучетҳои дақиқи боркашонӣ ва ташкили системаи идоракунии хавфҳо бомуваффақият истифода шуданд. Ин имкон

дод, ки ҳаҷми захираҳои суғуртавӣ коҳиш дода шуда, захираҳои зиёди молиявӣ барои дигар самтҳои лоиҳа озод карда шаванд. Илова бар ин, системаи пешгӯии алгоритмҳои носаҳеҳ дақиқии баландро дар фарзияи тағйирёбии тарифҳои нақлиётӣ нишон дод, ки раванди банақшагирии дарозмуддатро хеле беҳтар кард. Татбиқи амалии ин система якҷанд марҳилаҳои асосиро дар бар мегирифт: таҳияи нармафзори махсус дар забони барномасозии java script, таъсиси марказҳои коркарди маълумот, омӯзиши кормандон ва ҳамгирӣ бо системаҳои мавҷудаи идоракунии лоиҳа.

Чанбаи муҳими истифодаи амалӣ мутобиқсозии усулҳои таҳияшуда ба шароити воқеии қори системаи нақлиёти Тоҷикистон буд. Таҷрибаи истифодаи амалии усулҳои таҳияшуда дар лоиҳаи НБО Роғун самаранокии баланд ва имконияти такрори онҳоро барои дигар лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ дар минтақа нишон дод. Аз ҷумла, ҳисобҳои гузаронидашуда нишон медиҳанд, ки истифодаи чунин равиш дар сохтмони дигар нерӯгоҳҳои барқи обӣ дар минтақаҳои кӯҳии Осиёи Марказӣ метавонад сарфаи хароҷоти нақлиётро аз ҳаҷми умумии бучети логистикӣ таъмин намояд. Дурнамои татбиқи минбаъдаи амалии натиҷаҳои таҳқиқот бо якҷанд самтҳо алоқаманд аст. Аввалан, ин тавсеаи фаъолияти система тавассути ҳамгирӣ бо технологияҳои нав мебошад. Дуюм, мутобиқсозии усулҳои таҳияшуда барои дигар намудҳои нақлиёт (роҳи оҳан, ҳавоӣ). Сеюм, дар асоси натиҷаҳои бадастомада, қарорҳои намунавӣ барои лоиҳаҳои инфрасохторӣ дар минтақаҳои гуногуни ҷаҳон бо шароити шабеҳи ҷуғрофӣ таҳия карда мешаванд.

«Моделҳои динамикии пешгӯии таъсири омилҳои хавф ба лоиҳаи банақшагирии системаи нақлиётӣ дар ҳудуди фонди ҷангал (ТСЛФ) пешниҳод карда шудааст, ки ба воситаҳои мантиқи носаҳеҳ (усули баҳодихии экспертӣ) ва моделсозии иқтисодӣ-математикӣ асос ёфтааст. Ҳамчун абзори асосии методологии арзёбии сатҳи пешгӯишавандаи хавфҳои корхонаҳои соҳаи ҷангал, ки дар натиҷаи таъсири омилҳои муҳити беруна ва дохилӣ ба вучуд меоянд, истифодаи назарияи мантиқи носаҳеҳ, ки ба он усули сценарияҳо дохил

мешавад, мувофиқ доништа мешавад, зеро он имконият медиҳад номуайянии ҳолати муҳити беруна ва шумораи зиёди омилҳои гуногуни дорои хусусияти сифати ба назар гирад.

Мантиқи носоҳеҳ имконият медиҳад бузургҳои дорои асоси сифатӣ шакли расмӣ гиранд, робитаҳои сабабию натиҷавӣ байни параметрҳои идорашаванда ва бузургҳои ба онҳо таъсиррасон муайян карда шаванд ва баҳодихии носоҳеҳи вазъият таҳия гардад.

Моҳияти назарияи мантиқи носоҳеҳ дар он ифода меёбад, ки дар он тағйирёбандаҳои лингвистӣ (ба ҷои тағйирёбандаҳои оддӣ ададӣ) истифода мешаванд; муносибатҳои содда байни тағйирёбандаҳо бо ёрии изҳороти носоҳеҳ тавсиф карда мешаванд; ва муносибатҳои мураккаб тавассути алгоритмҳои носоҳеҳ муайян мегарданд» [56].

Таҳқиқоти гузаронидашуда ва татбиқи амалии он имкон дод, ки як қатор ҳулосаҳои муҳим ба даст оварда шаванд, ки ҳам барои назарияи модели математикӣ ва ҳам барои амалияи ташкили боркашонӣ дар шароити мураккаби ҷуғрофӣ аҳамият доранд. Дастовардҳои асосии корро аз рӯи се самти калидӣ, ки ба бобҳои диссертатсия мувофиқанд, системавӣ кардан мумкин аст. Дар соҳаи модели математикӣ масъалаҳои нақлиётӣ натиҷаи асосӣ сохтани алгоритмҳои адаптивии барномасозии ҳатӣ буд, ки хусусияти боркашонии кӯҳиро ба назар мегиранд. Ин алгоритмҳо қатъияти назариявии усулҳои классикиро бо мутобиқшавии зарурӣ барои кор дар шароити номуайяни яқоя мекунанд. Таҳқиқоти оптимизатсияи муваққатии боркашонӣ ба эҷоди равишҳои принципалии нав ба ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ аз рӯи критерияи вақт оварда расонд. Татбиқи амалии ин усулҳо самаранокии баланди онҳоро барои таъмини саривақтии таъминот дар шароити муҳити тағйирёбандаи кӯҳӣ нишон дод. Натиҷаҳои инноватсионӣ дар соҳаи баҳисобгирии номуайяни, ҳангоми моделсозии равандҳои нақлиётӣ ба даст оварда шуданд. Дастгоҳи маҷмӯҳои носоҳеҳ барои тавсифи меёрҳои тарифӣ дар рушди усулҳои қабули қарорҳо дар шароити маълумоти нопурра саҳми назаррас дорад. Қайд кардани ҳамгироии бомуваффақияти усулҳои

номуайян бо технология махсусан муҳим аст, ки барои эҷоди системаҳои банақшагирии нақлиёт барои худомӯзӣ дурнамои нав фароҳам меорад.

1. Дурнамои таҳқиқоти минбаъда бо таҳияи амиқи якчанд самтҳо алоқаманд аст. Такмили усулҳои ҳамгирии равишҳои гуногуни математикӣ ба системаи ягонаи банақшагирии нақлиёт мебошад.
2. Васеъ кардани истифодаи зеҳни сунъӣ ва технологияи маълумоти калон барои пешгӯии чараёни бор.
3. Таҳияи усулҳои баҳодиҳии самаранокии ҳамачонибаи системаҳои нақлиётӣ бо назардошти омилҳои иқтисодӣ, экологӣ ва иҷтимоӣ.

Натиҷаҳои таҳқиқоти диссертатсионӣ ба рушди назария ва амалияи модели математикии системаҳои нақлиётӣ саҳми назаррас мегузоранд. Усулҳо ва алгоритмҳои таҳияшуда воситаҳои ҳалли мушкилоти мураккаби логистикаро дар шароити номуайяний васеъ мекунад ва метавонад барои таҳқиқоти минбаъда дар ин соҳа асос бошад. Татбиқи амалии системаи оптимизатсияи боркашонӣ барои НБО Роғун самаранокии баланди онро тасдиқ кард ва барои истифодаи чунин равишҳо дар дигар лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ намуна гузошт.

### **Хулосаи боби чорум**

Таҳқиқоти гузаронидашуда собит намуд, ки назарияи масъалаҳои нақлиётӣ дар тӯли асрҳои охир роҳи мураккаб ва ҷурпечтоби таҳаввулро тай кардааст. Асосгузори ин назария – Л.В. Канторович дар Иттиҳоди Шӯравӣ ва Ч. Дансиг дар Иёлоти Муттаҳида – мустақилона ва дар як замон усулҳои асосии барномасозии хаттиро барои ҳалли масъалаҳои оптимизатсияи нақлиёт таҳия намуданд. Мактаби шӯравӣ бо корҳои В.С. Михалевич, Н.З. Шор, Е.Г. Гольштейн, Д.Б. Юдин ва А.Л. Луре ба рушди назарияи дугонагӣ ва баҳисобгирии омилҳои ғайрихаттӣ саҳми назаррас гузошт. Дар ҳамин ҳол, мактаби амрикоӣ бо корҳои Г.Б. Дансиг, М.Н. Таха, А. Чарнз, В.В. Купер, Л.Р. Форд ва Д.Р. Фалкерсон назарияи чараёни шабакаҳо ва усулҳои самараноки ҳисоббарориро такмил дод. Дар даҳсолаҳои охир, рушди ин назария ба самтҳои нав – мантиқи носаҳеҳи Л. Заде, усулҳои зеҳни сунъӣ, омӯзиши

мошинӣ ва таҳлили маълумоти калон – равона шудааст. Ин таҳаввулот имкон доданд, ки масъалаҳои нақлиётӣ дар шароити маълумоти нопурра ва номуайяни ҳал карда шаванд.

Қисмати муҳими таҳқиқот ба оптимизатсияи муваққатии равандҳои нақлиётӣ бахшида шудааст. Дар шароити сохтмони васеъмикёс, риояи мӯҳлатҳои кашондани захираҳо аҳамияти ҳалкунанда дорад. Алгоритмҳои махсус барои кам кардани вақти боркашонӣ бе афзоиши назарраси хароҷот таҳия карда шуданд. Системаи банақшагирии тақвими динамикӣ, ки қадвалҳои боркашониро вобаста ба шароити ҷорӣ (тағйирёбии обу ҳаво, маҳдудияти муваққатии ҳаракат дар роҳҳои кӯҳӣ) ба таври худкор танзим мекунад, имкон дод, ки таъсири омилҳои беруна ба минимум расонида шавад. Ин равиш махсусан барои таъмини бефосилаи сохтмон бо маҳсулоти муҳим ва таҷҳизоти технологӣ самаранок мебошад.

Сохтмони НБО «Роғун» дар шароити мураккаби кӯҳӣ бо се намуди асосии номуайяни ҳамроҳ аст: номуайянии тарифҳо (ноустувории нархи сӯзишворӣ, хавфҳои асбӯрӣ), номуайянии параметрикӣ (қобилияти борбардорӣ воситаҳои нақлиёт, ҳолати роҳҳо) ва номуайянии муваққатӣ (шароити обу ҳаво, обҳезии мавсимӣ). Моделҳои анъанавии муайяншуда барои кор дар чунин шароит кофӣ нестанд. Дар ин таҳқиқот барои ҳалли ин мушкилот дастгоҳи рақамҳои секунҷаи носаҳеҳ истифода шудааст. Тавассути функцияҳои таалуқият, арзиши боркашонӣ, вақти боркашонӣ ва эътимоднокии ширкатҳои нақлиётӣ моделсозӣ карда шуданд. Ин равиш имкон дод, ки сохтори моделҳои классикии нақлиёт нигоҳ дошта шуда, онҳо бо қобилияти кор бо маълумоти нопурра ва нодуруст пурра карда шаванд.

Натиҷаҳои таҳқиқот дар ташкили боркашонии сохтмони НБО «Роғун» истифодаи амалӣ пайдо карданд. Системаи оптимизатсияи кашондани маводи сохтмонӣ (семент, конструкцияҳои металлӣ ва ғ.) ба раванди банақшагири ворид карда шуд. Алгоритмҳои оптимизатсияи муваққатӣ эътимоднокии кашондани таҷҳизоти муҳимро баланд бардоштанд ва коҳиши таъхирҳои боркашониро дар муқоиса бо давраи қаблӣ таъмин намуданд. Моделҳои

носаҳеҳи тарифҳо барои ташаккули бучетҳои дақиқи боркашонӣ ва идоракунии хавфҳо бомуваффақият истифода шуданд. Ин имкон дод, ки ҳаҷми захираҳои суғуртавӣ коҳиш дода шуда, захираҳои молиявӣ барои дигар самтҳои лоиҳа озод карда шаванд. Дар заминаи ин таҳияҳо, нармафзори махсус дар забони JavaScript таҳия карда шуд, марказҳои коркарди маълумот таъсис ёфтанд ва кормандон омӯзонида шуданд.

Натиҷаҳои бадастомада ба рушди назария ва амалияи модели математикии системаҳои нақлиётӣ саҳми назаррас мегузоранд. Усулҳо ва алгоритмҳои таҳияшуда воситаҳои ҳалли мушкилоти мураккаби логистикиро дар шароити номуайяни ва маҳдудиятҳои қатъии вақт васеъ мекунанд. Дурнамои таҳқиқоти минбаъда бо самтҳои зерин алоқаманд аст:

- 1) тақмили усулҳои ҳамгирии равишҳои гуногуни математикӣ ба системаи ягонаи банақшагирии нақлиёт;
- 2) васеъ кардани истифодаи зеҳни сунъӣ ва технологияи маълумоти калон барои пешгӯии чараёни боркашонӣ;
- 3) таҳияи усулҳои баҳодихии ҳамачонибаи самаранокии системаҳои нақлиётӣ бо назардошти омилҳои иқтисодӣ, экологӣ ва иҷтимоӣ.

Татбиқи амалии системаи оптимизатсияи боркашонӣ барои НБО «Роғун» самаранокии баланди онро тасдиқ кард ва барои истифодаи чунин равишҳо дар дигар лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ дар минтақаҳои кӯҳии Осиёи Марказӣ намуна гузошт.

## Хулосаҳо

### Натиҷаҳои асосии илмии кори диссертатсионӣ.

- Усулҳои инноватсионии оптимизатсияи барномасозии хатӣ барои моделсозии математикии тақсимои боркашонӣ бо назардошти талаботи муосир ба самаранокӣ ва устувории системаҳои логистикӣ таҳқиқ ва таҳия карда шудаанд, ки имкон медиҳанд боркашонӣ дар муҳити динамикӣ дақиқтар ва самараноктар моделсозӣ ва идора карда шавад [1-М, 7-М];
- Усулҳои ҳалли масъалаи банақшагирии оптималии боркашонӣ, ки ба критерияҳои арзиш ва вақт асос ёфтааст, ки интиқоли ғаврии бор талаб карда мешавад, таҳқиқ карда шуданд ва усули аппроксиматсияи Фогел барои ҳалли масъалаҳои нақлиётӣ бо хусусиятҳои муайян истифода шудааст [5-М, 6-М];
- Алгоритмҳои ҳалли масъалаҳои нақлиёт бо тарифҳои номуайяни боркашонӣ дар асоси назарияи маҷмӯаҳои носаҳеҳ барои оптимизатсияи логистикаи сохтмони НБО Роғун дар шароити омилҳои динамикӣ тағйирёбандаи беруна таҳқиқ карда шуданд [3-М, 10-М, 11-М];
- Маҷмӯи барномаҳои компютерӣ барои усулҳои математикии пешниҳодшуда таҳия карда шуданд ва як қатор таҷрибаҳои ҳисоббарорӣ барои санҷиши самаранокии онҳо ҳангоми ташаккули нақшаҳои оптималии боркашонӣ гузаронида шуданд [2-М, 5-М, 8-М, 9-М].

### Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо

1. Натиҷаҳои таҳқиқоти диссертатсионӣ оид ба моделсозии математикии боркашонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар мисоли Нерӯгоҳи барқи обии Роғун бо истифода аз усулҳои барномасозии хатӣ метавонанд барои баланд бардоштани самаранокии равандҳои нақлиётӣ ва логистикӣ истифода шаванд. Моделҳои таҳияшуда имкон медиҳанд, ки тақсимои чараёни боркашонӣ оптимизатсия карда шавад ва хароҷоти интиқоли масолеҳи сохтмонӣ ва таҷҳизот коҳиш дода шавад.

2. Алгоритмҳои бадастомада имконият медиҳанд, ки захираҳои нақлиётӣ оқилона истифода бурда шаванд. Ин алгоритмҳо метавонанд ба системаи идоракунии боркашонӣ барои Нерӯгоҳи барқи обии Роғун ворид карда шаванд, то интихоби хатсайрҳои беҳтарин, намудҳои мувофиқи нақлиёт ва схемаҳои самараноки боркуниро таъмин намоянд.
3. Натиҷаҳои таҳқиқот метавонанд аз ҷониби мақомоти давлатӣ ва ширкатҳои нақлиётӣ барои такмил додани инфрасохтори логистикӣ дар минтақа истифода шаванд. Ҳамчунин онҳо барои пешгӯии чараёни боркашонӣ ва таҳияи қарорҳои стратегӣ дар соҳаи ҳамлу нақл аҳаммияти амалӣ доранд.
4. Усул ва моделҳои пешниҳодшуда метавонанд на танҳо барои Нерӯгоҳи барқи обии Роғун, балки барои дигар лоиҳаҳои бузурги инфрасохторӣ дар Тоҷикистон ва минтақаи Осиёи Марказӣ низ мутобиқ ва истифода карда шаванд.

## Адабиёт

1. Chang Y.-H. O. Hybrid fuzzy least-squares regression analysis and its reliability measures // Fuzzy Sets and Systems. 2001. Vol. 119. P. 225-246 .
2. Crainic T.G., Laporte G. Transportation planning under uncertainty. European Journal of Operational Research, 2016.
3. Duboi D., Prade H. M. Fuzzy sets and systems: theory and applications. New York - London - Toronto: Academic Press, 1980. 393 p.
4. Farahani R.Z., et al. Logistics and supply chain management in developing countries. International Journal of Production Economics, 2013.
5. Poleshchuk O., Komarov E. A Fuzzy Nonlinear Regression Model for Interval Type-2 Fuzzy Sets // International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering. 2014. Vol. 8, N.6.P.833-837.
6. Poleshuk O. M., Komarov E. G. New defuzzification method based on weighted intervals // Proceedings of the 27th International Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society, NAFIPS'2008.
7. Rommelfanger H.-J. Entscheiden bei Unschärfe. Fuzzy Decission. Support-Systeme. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 1994. 314 p.
8. Tanaka H., Uejima S., Asai K. Linear regression analysis with fuzzy model // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 1982. Vol. 12, N. 6. P. 903-907 .
9. Аверкин, А. Н. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А. Н. Аверкин, И. З. Батыршин, А. Ф. Блишун, В. Б. Силов, В. Б. Тарасов ; под ред. Д. А. Поспелова. — М. : Наука. 1986. — 312 с.
10. Агапова Е.Г., Попова Т.М. Решение транспортной задачи с нечетко определёнными тарифами. // International Journal of Advanced Studies: Transport and Information Technologies, Vol. 11, No 1, 2021, p. 34-44.

11. Адельсон-Вельский Г.М., Диниц Е.А., Карзанов А.В. Поточковые алгоритмы. - М.: Наука, 1975. - 119 с.
12. Акимова, И. В. Использование специальных программных средств в математическом моделировании / И. В. Акимова // В мире научных открытий. – 2012. – № 5/4. – С. 85-96.
13. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. – М.: ВШ, 1986.
14. Алексахин С.В. Описание аналитической модели принятия управленческих решений в процессе выполнения мелкопартионных перевозок грузов / С.В. Алексахин, С.В. Холодиллов // Бизнес и логистика - 99: Сб. материалов Московского Международного Логистического Форума, Москва, 2-6 февраля 1999 г. - с. 27-34.
15. Афраймович, Л.Г. Многоиндексные транспортные задачи с 1-вложенной структурой /Л.Г.Афраймович, А.С.Катеров, М.Х.Прилуцкий // Автоматика и телемеханика. — 2016. — № 11. — С. 18-42
16. Башкирцев, В. Г. Решение транспортных задач с использованием теории нечетких множеств / В. Г. Башкирцев, В. Б. Вилков // Весна науки. — СПб. : ИВЭСЭП, 2015. — С. 303.
17. Беленький А.С., Исследование операций в транспортных системах. Идеи и схемы методов оптимизации планирования: учебник / А.С. Беленький. - М.: Мир, 1992.- 324с.
18. Белецкий, Ю. В. Анализ системы взаимодействия различных видов транспорта на основе формирования транспортнологистических цепей при мультимодальных перевозках [Текст] / Ю. В. Белецкий, Н. В. Мирошникова, А. В. Сергиенко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2015. – № 1 (218). – С. 210–212.
19. Белый О.В. Решение проблем логистики на основе геоинформационных технологий / О.В. Белый, И.М. Кокурин // Сб. материалов

- Международной конференции «Логистика - современные тенденции развития», 25-26 апреля 2006 года. СПбГИЭУ СПб.: 2002. - с. 3 – 14.
20. Бенсон Д. Транспорт и доставка грузов / Д. Бенсон, Дж. Уайхед пер. с англ. - М.: Транспорт, 1990. - 279с.
  21. Бережная Е.В. Математические методы моделирования экономических систем: учеб.пособие / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 368 с.
  22. Бобоеров, Ш. К. Применение теории гипотез при решении практических задач / Ш. К. Бобоеров, Р. Н. Одинаев, Н. Ш. Шерматов. – Душанбе:Эр-граф, 2019. – 108 с.
  23. Боженюк А. В., Герасименко Е. М. Разработка алгоритма нахождения максимального потока минимальной стоимости в нечеткой динамической транспортной сети // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 1.
  24. Болотников.О.В Линейное программирование: транспортные и сетевые модели: учеб.пособие / О.В.Болотников, Д.В. Тарасов, Р.В Тарасов.- Пенза: Изд-во ПГУ, 2016.-88 с.
  25. Борисов, А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей: примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. — Рига: Зинатне, 1990. — 184 с.
  26. Бочкарев А.А. Планирование и моделирование цепи поставок: учеб.пособие / А.А. Бочкарев. - М.: Изд-во «Альфа-Пресс», 2008. – 192с.
  27. Бутов А.В. Транспортные системы – Моделирование и управление: учебник / А.В. Бутов, Д.В. Гаскаров. - СПб.: Судостроение, 2001. – 346с.
  28. Вагнер, Г. Основы исследования оперпции/ Г. Вагнер // – М.: Мир, 1972. – 337с.
  29. Васильев О.В., Леденева Т.М. Транспортная задача и оптимизация грузоперевозок [Текст] / О.В. Васильев, Т.М. Леденева // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. -Т. 7, № 11. - С. 82-84.

30. Вилков, В. Б. Нечеткие системы массового обслуживания / В. Б. Вилков, В. С. Кальницкий, И. Е. Молоков. – Санкт-Петербург : Центр научно-производственных технологий "Астерион", 2022. – 184 с. – ISBN 978-5-00188-257-2. – EDN GNQNF.
31. Вилков, В. Б. Об одной задаче нечеткого моделирования / В. Б. Вилков, А. К. Черных, А. В. Флегонтов // Некоторые Актуальные проблемы современной математики и математического образования : Материалы 73-ой научной конференции, Санкт-Петербург, 07–10 апреля 2020 года. Том LXXIII. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2020. – С. 173-176. – EDN SIDGMI.
32. Геронимус Б.Л. Совершенствование оперативного планирования доставки продукции автомобильным транспортом. Рынок и логистика / Б.Л. Геронимус, Н.И. Максимова; подред. М.Р. Гордона. - М.: Экономика, 1993. - с. 117 – 127.
33. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт. 1988. – 160 с.
34. Гладков Л.А., Гладкова Н.В. Особенности и новые подходы к решению динамических транспортных задач с ограничением по времени / Л.А. Гладков, Н.В. Гладкова // Известия ЮФУ РФ. Технические науки. 2014г. С.178-187.
35. Глебов Н. И. и др. Методы оптимизации. Учеб. Пособие / Н. И. Глебов, Ю. А. Кочетов, А. В. Плясунов. Новосибирск: НГУ, 2000. – 105с.
36. Гнедаш М.А. Выбор рациональных способов перевозки бытовой техники железнодорожным транспортом / М.А. Гнедаш // дис. канд. технич. наук. Липецк - 2006.- 275 с.
37. Гольштейн, Е. Г. Метод минимизации негладких квазивыпуклых функций, использующий неточные исходные данные / Е. Г. Гольштейн // Экономика и математические методы. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 104-111. – EDN HTUVRH.

38. Гольштейн, Е. Г. Численное решение одной задачи равновесия, основанное на обобщенном методе уровней / Е. Г. Гольштейн // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2011. – Т. 51, № 9. – С. 1588-1593. – EDN ОСХНJT.
39. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб.пособие для студентов высш. учеб.заведений 2-е изд., стер. / А.Э. Горев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 288с.
40. Горяинов А.Н. Определение рациональной грузоподъемности автомобилей в логистической системе / А.Н. Горяинов // Бизнес и логистика - 2002: сб. материалов IV Московского Международного 156 Логистического Форума, Москва, 6-9 февраля 2002 г. - М., 2002. - с. 90-91.
41. Гудков В.А. Логистический аспект теории транспортных процессов / В.А. Гудков [и д.р.] // Бизнес и логистика - 2002: сб. материалов IV Московского Международного Логистического Форума, Москва, 6 - 9 февраля 2002 г. - М., 2002. - с. 38 – 45.
42. Гуров С.В. Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ. Линейное программирование: метод.пособие / С.В. Гуров. - Л.: ЛТА, 1990.- 23с.
43. Данциг Дж. Линейное программирование, его обобщения и применения/ Дж. Данциг// – М.: Прогресс, 1966. – 602с.
44. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.
45. Емельянова Т.С. Анализ методов решения нелинейных транспортных задач // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2007. – № 1 (29). – С. 38-49.
46. Еналеева-Бандура И.М. Матричный метод моделирования поточных линий лесопромышленного комплекса / И. М. Еналеева-Бандура, Д. В. Лозовой, Д. Ю. Литвинов [и др.] // Resources and Technology. – 2026. – Т. 23, № 1. – С. 1-25. – DOI 10.15393/j2.art.2026.8804. – EDN QEYL0D.

47. Еналеева-Бандура, И. М. Логистико-математическая модель транспортно-технологического процесса поставки лесного сырья в условиях смешанных перевозок / И. М. Еналеева-Бандура, А. Л. Давыдова // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37, № 2. – С. 149-153. – EDN BPMWBE.
48. Еналеева-Бандура И.М. Динамическая модель транспортнотехнологического процесса доставки лесного сырья в многопродуктовой постановке / И. М. Еналеева-Бандура, [и д.р.] // Хвойные бореальные зоны. – 2017 . – Том XXXV, № 1-2. -с. 79-82.
49. Еналеева-Бандура И.М. Построение опорного плана перевозок методом изначальной оптимизации/ И.М. Еналеева-Бандура // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - 2011. - № 11(34). - с. 49-52.
50. Еналеева-Бандура И.М. Построение опорного плана перевозок методом относительной оборачиваемости / И.М. Еналеева-Бандура // Известия вузов. Лесной журнал. - 2011. - № 4. - с. 46-49.
51. Еналеева-Бандура И.М. Прогнозирование влияния рисков в цепи поставок лесного сырья / И.М. Еналеева-Бандура, А.Г. Данилов, А.Л. Давыдова// Хвойные бореальные зоны. - 2017. – Том XXXV, № 1-2. - с. 83-86.
52. Еналеева-Бандура, И. М. Динамическая модель транспортно-технологического процесса поставки лесного сырья в многоиндексной постановке / И. М. Еналеева-Бандура, А. Г. Данилов // Хвойные бореальной зоны. – 2018. – Т. 36, № 2. – С. 172-176. – EDN YRMSDJ.
53. Еналеева-Бандура И.М. Решение транспортной задачи с построением опорного решения по способу минимальной стоимости методом потенциалов / И.М. Еналеева-Бандура, К.В. Чмыкова, Д.А Назаров // Сборник статей по материалам региональной конференции 12 октября 2010 года-вып. №2. - С. 117.

54. Еналеева-Бандура, И. М. Динамическая модель поставки лесного сырья на деревоперерабатывающие предприятия при смешанных перевозках / И. М. Еналеева-Бандура, Н. Н. Шишоркин // Хвойные бореальной зоны. – 2018. – Т. 36, № 4. – С. 355-359. – EDN VQPZYA.
55. Еналеева-Бандура И.М. Транспортная логистика в лесной промышленности / И.М. Еналеева-Бандура, Г.Л. Козин, А.К. Норуте // Сборник статей студентов и молодых ученых по материалам региональной НПК 18-19 мая 2006 года/ Лесной и химические комплексы – проблемы и решения. - Красноярск: СибГТУ, Том 1. 2006. – С.149.
56. Еналеева-Бандура, И. М. Динамическая модель прогнозирования эффективности функционирования лесотранспортных систем / И. М. Еналеева-Бандура, А. Л. Давыдова // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37, № 2. – С. 144-148. – EDN PMQWEG.
57. Есенков А. С., Леонов В. Ю., Тизик А. П., Цурков В. И. Нелинейная целочисленная транспортная задача с дополнительными пунктами производства и потребления // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2015. – № 1. – С. 88–94.
58. Зайченко Ю.П. Исследование оперпций/ Ю.П. Зайченко // – Киев: Слово, 2003. – 688с.
59. Зак Ю. А. Fuzzy-регрессионные модели прогнозирования затрат времени и стоимости грузовых автомобильных перевозок // Логистика сегодня. 2015. № 3. С. 162-172.
60. Зак Ю. А. Критерии и методы сравнения нечетких множеств // Системные исследования и информационные технологии. 2013. № 3. С. 58-68.
61. Зак Ю. А. Принятие решений в условиях размытых и нечетких данных. Fuzzy-технологии. М.: URSS, Либроком, 2013.352 с.

62. Зак Ю.А. Математические модели прогнозирования затрат времени и стоимости перевозки грузов / Ю.А. Зак // Логистика сегодня, Grebennikov. — 2015.
63. Зильдман, В. Я. Взаимодействие встречных транспортных потоков, имеющих пуассоновский характер при отсутствии регулирования [Текст] / В. Я. Зильдман, Г. В. Поддубный // Экономика и математические методы. – 1977. – Т. XIII, Вып. 3. – С. 524–535.
64. Зильдман, В. Я. Модель взаимодействия потока судов, прибывающих с грузом, со встречным потоком железнодорожных составов [Текст] / В. Я. Зильдман, Г. В. Поддубный // Морской флот и порты: Проблемы развития и совершенствования производственной деятельности. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1985. – С. 55–60.
65. Золотарюк А.В. Математическая модель многокритериальной оптимизации транспортных перевозок [Текст] // Инновационные технологии в науке и образовании. – 2015. – № 1. – С. 317–320.
66. И. Л. Акулич, В. Ф. Стрельчонок «Математические методы и компьютерные технологии решения оптимизационных задач», Рига, 2000.
67. Исмаилов Ж.И., Муханова Г.С., Ким Е.Р. Компьютерный анализ транспортных задач со случайными параметрами // Железнодорожный транспорт Казахстана: история и перспективы экономического роста // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию железной дороги Казахстана и 125-летию со дня рождения М. Тынышпаева. Т. 2. Алматы, 2004. С. 120-124.
68. Канторович Л. В., Гавурин М. К. Применение математических методов в вопросах анализа грузопотоков / Л. В. Канторович, М. К. Гавурин // Проблемы повышения эффективности работы транспорта. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — С. 110—138.
69. Канторович Л.В., Горстко А. Б. Математическое оптимальное программирование в экономике. – М: Изд-во «Знание», 1968. – 97 с.

70. Канторович, Л. В., Гавурин М. К. Математика и экономика/ Л. В. Канторович, М. К. Гавурин //— взаимопроникновение наук // Вестник ЛГУ. — 1977. № 13. Математика. Механика. Астрономия, вып. 3. — С. 31-38.
71. Ковалев, Р. Н. Метод эффективного планирования суммарных затрат на создание и развитие лесотранспортных систем с учетом принципов устойчивого развития территорий / Р. Н. Ковалев, И. М. Еналеева-Бандура // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37, № 6. – С. 455-459. – EDN ZBMDSR.
72. Кенчаев М. Ч. Марҳалаҳои асосии бунёди Неругоҳи барқи обии «Роғун» / М. Ч. Кенчаев // МУАРРИХ (маълумоти илмӣ-назариявӣ) № 1 (21) 2020. 87-97с.
73. Королева А. А., Дутина А. А. Прогнозирование экспорта транспортных услуг // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экономика. 2017. № 1. С. 84–89 (на англ.).
74. Крук, Ю. Ю. Разработка и анализ динамической модели оптимизации взаимодействия транспортных потоков на портовом терминале / Ю. Ю. Крук, М. Я. Постан // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – Т. 1, № 3(79). – С. 19-23. – DOI 10.15587/1729-4061.2016.61154. – EDN VMJOYT.
75. Котиков Ю.Г. Основы теории транспортных систем: учебник / Ю.Г. Котиков. - СПб.: СПбГА-СУ, 2000.- 329с.
76. Кочетов С.Н. Исследование вопросов организации перевозки лесных грузов в смешанном железнодорожно-водном сообщении / С.Н. Кочетов // дис.канд. тех. наук. - Горький.: 1960. - с.45-48.
77. Кузнецов, А. В.; Холода, Н. И.; Костевич, Л. С. Исследование операций: методы и модели. — Москва : Высшая школа, 2001. — 400 с.
78. Лакеев, А. В. Метод наименьших модулей для линейной регрессии: число нулевых ошибок аппроксимации / А. В. Лакеев, С. И. Носков //

- Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2012. — №. 2. — С. 48–50.
79. Лебедев Ю.В. Исследование транспортных потоков на лесовозных автомобильных дорогах / Р.Н. Ковалев под общ. ред. Ю.В. Лебедева: Учебник.- Свердловск. 1987. – с.32-34.
80. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. — СПб. : БХВ-Петербург, 2005. — 725 с.
81. Леонид Канторович «Оптимизация маршрутов доставки» (1941).
82. Леонид Канторович. Метод линейного программирования в экономических исследованиях. – М: Изд-во «Наука», 1939. – 761 с.
83. Леонид Канторович. Применение двойственной задачи к задачам распределения» (1940).
84. Лотфи А.Заде. Концепция лингвистической переменной и ее применение для принятия приближенных решений / М.: 1976.-167 с.
85. Лукинский В.С. Моделирование международных автомобильных перевозок / В.С. Лукинский, И.И. Заметалин, В.Н. Малов // Автомобильный транспорт в условиях рыночных реформ: сб. науч. тр. - СПб.: СПбГИЭА, 1995. - с. 12-16
86. Лукинский В.С., Модели и методы теории логистики: учебник / В.С. Лукинский - СПб.: Питер. 2008.- 448с.
87. Лунгу К. Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач. М.:Физматлит,2005.128с.
88. Марков Н.И. Вопросы оптимального диспетчирования автотранспортных средств при перевозке массовых грузов с применением ЭВМ и системы данных / Н.И. Марков // Экономикоматематические модели оптимизации транспортного обслуживания в регионе. - Киев: ИК АН УССР, 1979. - с. 27-46.
89. Математическое моделирование систем управление работой грузовых автомобилей / А.А. Аникеич, А.Б. Грибов, С.С. Сурин // Методы

- оптимизации перевозочных процессов на автотранспорте. - М., 1976. — с. 50-59.
90. Меламед, И. И. Методы оптимизации в транспортном процессе [Текст] / И. И. Меламед // М.:ВИНИТИ. Сер. Организация управления транспортом. – 1991. – № 10. – 164 с.
91. Меньшиков В.Н. Оптимизация транспортно-технологического процесса освоения лесного массива при интенсивном лесопользовании / В.Н. Меньшиков, С.В. Гуров, В.Н. Зыхович // Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса. Межвуз. сб. научн. тр. ЛТА., 1989.- с.26-30.
92. Мещеряков, Е.А.; Иваненко, А.Р.; Ураева, А.И. Математические и инструментальные методы решения транспортной задачи линейного программирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 7-1.
93. Милославская, С. В. Мультимодальные и интермодальные перевозки [Текст] / С. В. Милославская, К. И. Плужников. – М.: РосКонсульт, 2001. – 368 с.
94. Мирзоев Ш.М., Курбанов А.К. Современные проблемы транспортной инфраструктуры Таджикистана. Душанбе: Дониш, 2021.
95. Миротин Л.Б. Концепция формирования логистических систем компаний / Л.Б. Миротин, Ы.Э. Ташбаев // Бизнес и логистика - 2002: Сб. материалов IV Московского Международного Логистического Форума, Москва, 6-9 февраля 2002 г. - М., 2002.-с. 177- 184.
96. Миротин Л.Б., Транспортная логистика: учебное пособие. / Л.Б. Миротин - М.: Брандес,1996. - с. 64 - 69.
97. Миротин, Л. Б. Логистика регулярных перевозок пассажиров в Магнитогорске транспортом общего пользования / Л. Б. Миротин, М. В. Грязнов, В. М. Курганов, С. В. Сысоева // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 4(64). – С. 71-86. – DOI 10.20291/2079-0392-2024-4-71-86. – EDN OWFVNX.

98. Натариус А.М. Анализ показателей международных рефрижераторных автомобильных перевозок грузов / А.М. Натариус, И.А. Пластуняк // Актуальные проблемы экономики и транспорта: Сб. научн. тр. - Саратов: СГТУ, 2001. - с. 120 - 125.
99. Неруш Ю.М. Автотранспортное обслуживание потребителей и фирм по системе «точно в срок»/ Ю.М. Неруш // Бизнес и логистика - 2002: Сб. материалов IV Московского Международного Логистического Форума, Москва, 6-9 февраля 2002 г.-М, 2002.- с. 75-78.
100. Неруш Ю.М. Логистическая модель автотранспортного обслуживания / Ю.М. Неруш // Автоперевозчик - 2001 - №5 - с. 20-24.
101. Нефедова Н.Н. Построение алгоритма сменно-суточного планирования перевозок мелкопартионных грузов / Н.Н. Нефедова // Методы системного анализа в задачах автомобильного транспорта. - М.: МАДИ, 1985. - с. 25-35.
102. Нечитайло Н. М. Математические модели транспортного типа по критерию времени: Монография. – Ростов н/Д: РГУПС, 2007. – 146 с.
103. Николаева, С. И. Методы нахождения первоначального базисного распределения поставок плана транспортной задачи // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2013. №3.
104. Николайчук В.Е. Транспортно-складская логистика: Учебное пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2005 с. – 452 с.
105. Нуралиев Р.Р. Мультимодальные перевозки в Центральной Азии: проблемы и перспективы. Вестник ТНУ, 2020.
106. ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: направление подготовки «Программная инженерия», квалификация (степень) «бакалавр», формы обучения: очная, очно-заочная, заочная. – Ижевск, 2015.
107. Одинаев Р.Н. Математическая модель решения транспортной задачи по критерию времени на примере рогунской ГЭС / Р.Н.Одинаев, С.Х.

- Мавлонзода, М.М. Миралиев // Вестник таджикского национального университета. Серия естественных наук -2022-№1. С.40-49.
108. Одинаев Р.Н. Методы оптимизации / Р.Н. Одинаев. – Душанбе: Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, 2021г. -246 с. – EDN KXJUUM.
109. Одинаев Р.Н., Математическая модель грузоперевозки Республики Таджикистан на примере Рогунской ГЭС с использованием метода линейного программирования / Р.Н.Одинаев, С.Х. Мавлонзода // Вестник Таджикского национального университета, Серия естественных наук, 2020.№4. С.5-14.
110. Одинаев Р.Н., Раимзода Фаррухшоҳ., Раимзода Фараҳноз., Шерматов Н. Методҳои оптимизатсионӣ дар мисоли масъалаҳо: васоити таълимӣ / Р.Н. Одинаев, Фаррухшоҳ Раимзода, Фараҳноз Раимзода, Н. Шерматов // Душанбе: «ЭР-граф», 2020. – 147 сах.
111. Осипов В.Т. Маршрутизация перевозок и повышение ее эффективности / В.Т. Осипов // дис. канд. тех. наук.- СПб.: 2005.- 173с.
112. Осыкина Ю.А., Чернышова Г.Д. Многокритериальная транспортная задача с разрывной целевой функцией [Текст] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: системный анализ и информационные технологии. – 2008. – № 2. – С. 10–12.
113. Панюков, А. В. Математическая модель для решения оперативной проблемы региональных грузоперевозок / А. В. Панюков, Ю. В. Пивоварова, Х. Чалуб // Тр. 70-й конф. преподавателей и сотрудников ЮУрГУ. Челябинск, ЮУрГУ. Май 2018 г. — Изд. центр ЮУрГУ, 2018. — С. 71-76.
114. Панюков, А.В. Развитие транспортной логистики в Челябинской области: проблемы и перспективы применения информационных технологий / А.В. Панюков, Ю.В. Пивоварова // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. — 2017. — Т. 11, № 1. — С. 7–11.

115. Пегат А. Нечеткое моделирование управления / А. Пегат; пер. с англ. А. Г. Под-весовского, Ю. В. Тюменцева, науч. ред. Ю. В. Тюменцева. – 2-е изд. – М : БИНОМ, 2013. – 798 с.
116. Петракова, Е. А. Параметрическое моделирование деталей машин в Autodesk Inventor : Учебно-методическое пособие / Е. А. Петракова, В. А. Суматохин. – Москва : Московский Политех, 2018. – 128 с. – ISBN 9762276024851. – EDN YMRXUL.
117. Постан, М. Я. Динамическая модель оптимального управления запасами товаров и их доставкой в деятельности логистической фирмы [Текст] / М. Я. Постан // Логистика: проблемы и решения. – 2009. – № 2. – С. 54–58.
118. Постан, М. Я. Исследование источников эффективности транспортно-логистических кластеров и путей их реализации / М. Я. Постан, Г. П. Столяров // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 3, № 3(75). – С. 43-51. – DOI 10.15587/2313-8416.2015.43045. – EDN UDKXMV.
119. Прохоренков А. М., Истратов Р. А. Математическое моделирование управления перегрузочными процессами в морском порту // Мир транспорта. – 2013. – Т. 11. – № 1. – С. 20–28.
120. Раимзода Ф. К теории нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных с функциональными начальными условиями и ее приложения в динамике популяций: диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. 136с.
121. Ризаев Ш.Ш. Моделирование транспортных потоков в задачах управления дорожным движением / Ш.Ш. Ризаев // дис. канд. тех. наук.- М.: 1976. - с.67.
122. Романенко, В. А. Математические модели функционирования аэропортов в условиях современного авиатранспортного рынка / В. А.

- Романенко. – Самара : ООО «Издательство Ас Гард», 2010. – 244 с. – ISBN 978-5-91715-056-7. – EDN YMYHAD.
123. Салминен Э.О. Лесопромышленная логистика: учебное пособие / Э.О. Салминен, А.А. Борозна, Н.А. Тюрин. - СПб.: ЛТА, 2010. - с. 120- 127.
124. Салминен Э.О. Основы моделирования и оптимизации процессов лесотранспорта. Линейное программирование: текст лекций для студентов специальности 0901 / Э.О. Салминен. - Л.: ЛТА, 1987. - с. 19-27.
125. Салминен Э.О. Транспортные проблемы / Э.О. Салминен // Лесная промышленность, №1, 2003. - с. 25-27.
126. Сараев Л.А. Стохастическая транспортная задача / Л.А. Сараев, И.А. Бородинова // Вестник СГУ, №7, 2010.-с.81.
127. Сафаров Х.А. Логистика и экономика транспорта в Таджикистане. Душанбе: Эр-граф, 2019.
128. Серая О.В. Нечеткая нелинейная транспортная задача / О.В. Серая, О.И. Дунаевская // Veda a vznik - 2012/2013: Materialy IX mezinarodnivedecko - praktickakonference. - Praha. – Publishing House «Educationand Science» s.r.o. - 2012/2013. - с. 20-23.
129. Серая О.В. Технология решения нечетких нелинейных многоиндексных транспортных задач / О.В. Серая, О.И. Дунаевская // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье: тезисы докладов XIX международной научно – практической конференции. – Харьков. – 2011 – с. 364.
130. Смехов А.А. Введение в логистику: учебное пособие / А.А. Смехов. - М.: Транспорт, 1993.- 112с.
131. Смехов А.А. Основы транспортной логистики: учеб. для вузов ж.д. трансп. / А.А. Смехов. - М.: Транспорт, 1995. -129с.
132. Соромотин И.И. Лесные грузы: подготовка, учет, погрузка / И.И. Соромотин // Лесная промышленность, №4, 1988. - с. 36.

133. Стороженко С.С. Логистический подход в управлении транспортно-технологическим процессом лесного комплекса / С.С. Стороженко // Деп. в ВИНТИ №144-В 2003.- с.24.
134. Стороженко С.С. Оптимизация плана перевозки древесины в Северо-Западном регионе / С.С. Стороженко, Э.О. Салминен, С.В. Гуров // Информационные системы управления в лесном комплексе. Материалы НТК 26.11.99. – СПб.: ЛТА, 1999- с.42-44.
135. Стороженко С.С. Управление транспортно-технологическим процессом перевозки древесины / С.С. Стороженко // Рациональное использование лесных ресурсов. Материалы междунауч.- практ. конф. Йошкар-Ола, 2001. - с.15-17.
136. Таха Х. Введение в исследование операций / Х. Таха //– М.: Мир, 1985. – 248с.
137. Таха Х. Введение в исследование операций/ Х. Таха //– М.: Мир, 1985. – 248с.
138. Титова, Е.И. Разрешимость транспортной задачи по критерию времени / Е.И. Титова, А.В. Чапрасова // Молодой ученый. – 2014. – № 4 (63). – С. 36-38.
139. Толстой А. Методы устранения нерациональных перевозок при составлении оперативных планов. – М., Государственное транспортное железнодорожное издательство, 1941. – 102 с.
140. Тороженко С.С. Математическая модель транспортнотехнологического процесса лесного комплекса / С.С. Стороженко, Э.О. Салминен, С.В. Гуров // Информационные системы управления в лесном комплексе. Материалы НТК 26.11.99. – СПб.: ЛТА, 1999. - с.45-47.
141. Точинин П.А. Исследование способов перевозки и перегрузки круглого леса в пароходствах центральных бассейнов / П.А. Точинин // дис. канд. тех. наук.-М.: 1967.- 162с.
142. Триус, Е.Б. Задачи математического программирования транспортного типа. – М., 1967. – 208 с.

143. Уваров С.А. Логистика: общая концепция, теория и практика. – СПб.: ИНВЕСТНП, 1996. – 211 с.
144. Федосеев, В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебное пособие для ВУЗов / В.В.Федосеев и др. – М.: Юнити, 2002. – 328 с.
145. Форд Л., Фалкерсон Д. Решение транспортной задачи. В сб.: Методы и алгоритмы решения транспортной задачи. - М.: Госстатиздат, 1963, с. 61-72.
146. Хегай, Ю. А. Перспективы и проблемы развития рынка транспортно-логистических услуг / Ю.А Хегай // Теория и практика общественного развития. — 2014. — Т. 3. — С. 267–271.
147. Хичкок, Ф. Л. Распределение продукции из нескольких источников по многочисленным пунктам назначения // Журнал математики и физики. — 1941. — Т. 20. — С. 224–230.
148. Цыплакова О.Н., Цысь Ю.В., Кобылина А.В. Транспортная задача и её применение в решении экономических задач // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 178-180;
149. Черных, А. К. Прогнозирование управления перевозками в условиях чрезвычайной ситуации регионального масштаба на транспорте / А. К. Черных, Е. В. Копкин, А. А. Скопцов // Проблемы управления рисками в техносфере. — 2015. — № 2 (34). — С. 56–65.
150. Черных, А. К. Управление безопасностью транспортных перевозок при организации материального обеспечения сил и средств МЧС России в условиях чрезвычайной ситуации / А. К. Черных, В. Б. Вилков // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 9. — С. 52–59.
151. Шерматов, Н. Ш. Основы регрессионного анализа / Н. Ш. Шерматов, Р. Н. Одинаев, К. С. Шакарбеков. – Душанбе : Эр – граф., 2019.66-с.
152. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами / Дж. Шрайбфедер // Пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.- с.234-236.

153. Штовба, С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. — Винница : УНИВЕРСУМ-Винница, 2001. — 71 с.
154. Юдин Д.Б. Задачи линейного программирования транспортного типа / Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн. – М.: ЛИБРОКОМ, 2010. – 184с.
155. Юнусӣ М.К., Одинаев Р.Н. Методҳои оптимизатсионӣ: васоити таълимӣ / М.К. Юнусӣ, Р.Н. Одинаев //– Душанбе, 2014. – 179с.
156. Юнусӣ М.К., Одинаев Р.Н. Тадқиқи амалиёт: васоити таълимӣ / М.К. Юнусӣ, Р.Н. Одинаев // – Душанбе, 2001. – 144с.
157. Якушев, Н. В. О теоретических основах транспортной технологии / П. А. Козлов, О. В. Осокин, Н. В. Якушев // Транспорт Урала. – 2024. – № 2(81). – С. 3-10. – DOI 10.20291/1815-9400-2024-2-3-10. – EDN ZSJTNT.
158. Якушев, Н. В. Построение распределенных транспортно-складских систем с логистической организацией грузопотоков : специальность 05.22.01 "Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Якушев Николай Васильевич. – Екатеринбург, 2006. – 169 с. – EDN NNVYKD.
159. [https://www.mintrans.tj/sites/default/files/2018/oktober/dastovardhoi\\_sohai\\_nakliyot\\_dar\\_davrai\\_istikloliyat\\_27\\_sol\\_02.08.2018.pdf](https://www.mintrans.tj/sites/default/files/2018/oktober/dastovardhoi_sohai_nakliyot_dar_davrai_istikloliyat_27_sol_02.08.2018.pdf).

## **ФЕҲРИСТИ ИНТИШОРОТИ МУАЛЛИФ ДОИР БА МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ**

### **а) Мақолаҳое, ки дар нашрияҳои тақризшавандаи ҚОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба таъб расидаанд:**

[1-М]. Мавлонзода С.Х.. Модели математикии боркашонии нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар мисоли НБО Роғун бо истифодабарии методҳои барномасозии хаттӣ / Р.Н. Одинаев, С.Х. Мавлонзода // Паёми донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2020. – №4. – С. 5-14.

[2-М]. Мавлонзода С.Х. Математическая модель решения транспортной задачи по критерию времени на примере Рогунской ГЭС / Р.Н. Одинаев, С.Х. Мавлонзода, М.М.Миралиев //Вестник Таджикского национального университета серия естественных наук. - 2022. -№ 1.-С. 40-49

[3-М]. Мавлонзода С.Х. Амсилаи регрессионии вобастагии нархи сӯзишворӣ ва арзиши кашондани маҳсулоти сохтмонӣ ба НБО Роғун / С.Х. Мавлонзода // Паёми донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав (маҷаллаи илмӣ) силсилаи илмҳои гуманитарӣ ва иқтисодӣ.-2023.-№1/2. -С.- 315-320.

[4-М]. Одинаев, Р.Н. Математическое и компьютерное моделирование транспортной задачи и её применение в решении экономических задач Рогунской ГЭС/ Р.Н. Одинаев, С.Х. Мавлонзода, //Известия НАНТ отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. - 2023. -№ 4 (193).-С. 30-43.

[5-М]. Мавлонзода С.Х. Решение транспортной задачи с нечеткими тарифами на примере грузоперевозок Рогунской ГЭС / Р.Н. Одинаев, С.Х. Мавлонзода //Вестник Таджикского национального университета серия естественных наук. - 2024. -№ 1.-С. 27-37.

[6-М]. Мавлонзода С.Х. Применение метода аппроксимации Фогеля при решении транспортных задач на примере грузоперевозок Рогунской ГЭС / Р.Н. Одинаев, С.Х. Мавлонзода, //Известия НАНТ отделение физико-

математических, химических, геологических и технических наук. - 2024. -№ 3 (196).-С. 60-66.

**б) Мақолаҳои ки дар дигар нашрияҳо ба таърифи расидаанд:**

[7-М]. Мавлонзода С.Х. Истифодаи методҳои барномасозии ҳамаҷиба дар модели математикӣ барқарорӣ ва таҳлили НБО Рӯғун / Р.Н. Одинаев., С.Х.Мавлонзода // Барномаи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмию амалии ҳайати устодону кормандони ДМТ бахшида ба ҷашни 30-солагии Истиқлоли давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон, 110-солагии шоири халқии Тоҷикистон, қаҳрамони Тоҷикистон Мирзо Турсунзода, 110-солагии Нависандаи халқии Тоҷикистон Сотим Улуғзода ва «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-2024)». Душанбе 2021. С. 12.

[8-М]. Мавлонзода С.Х. Решение транспортной задачи линейного программирования по критерию времени / Р.Н. Одинаев., С.Х.Мавлонзода // Международной научно-теоритической конференции на тему «Вклад математики в развитие естественных, точных и математических наук», посвящённой двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук (2020-2024 годы). Душанбе 2023 С. 167-170.

[9-М]. Мавлонзода С.Х. Компьютерная модель зависимости цены топлива и стоимости перевозки строительных материалов на Рогунской ГЭС с использованием уравнения линейной регрессии / Р.Н. Одинаев., Ф.Р. Раимзода., С.Х.Мавлонзода // Материалы международной научно-практической конференции «Компьютерный анализ проблем науки и технологии», посвященная «2020-2040 годы, 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в области науки и образования» и «75-летию Таджикского национального университета». Душанбе 2023 - С. 325-330.

[10-М]. Мавлонзода С.Х. Оптимизация грузопревозок Рогунской ГЭС с нечетко определенными тарифами / Р.Н. Одинаев., Ф.Р. Раимзода., С.Х.Мавлонзода // «Компьютерный анализ проблем науки и технологии»,

посвященная «2020-2040 годы, 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в области науки и образования» и «75-летию Таджикского национального университета». Душанбе 2024. С. 319-324.

[11-М]. Мавлонзода С.Х. Исследование Транспортной задачи с нечёткими тарифами на примере трузопревозок Рогунской ГЭС / Р.Н. Одинаев., С.Х.Мавлонзода., Л.Р. Рустамова // Материалы международной научно-практической конференции XIV ломоновские чтения «Роль филиала Московского государственного Университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе в развитии науки и образования». –Душанбе 2024. –С.90-94.

[12-М]. Мавлонзода С.Х. Оптимизация грузоперевозок с нечеткими тарифами на примере Рогунской ГЭС/ Р.Н. Одинаев., С.Х.Мавлонзода., П.Л. Нарзуллоев // Материалы международной научно-теоретической конференции «роль математики в становлении и развитии экономических, естественных и точных наук», посвященной «двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования» (Душанбе, 22 ноября 2025 года). С.75-81.