

CHIZIQLI DASTURLASH MASALALARINI YECHISHNING OPTIMAL VARIANTLARINI ISHLAB CHIQISH VA TAHLIL QILISH.

Xaydarova Sapiyaxon

Qo‘qon davlat universiteti

Raqamli texnologiyalar va sun‘iy intellekt kafedrası v.b.proffessori,

Texnika fanlari nomzodi

Mamadaliyeva Muhayyo

Qo‘qon davlat universiteti

Ta‘limda axborot texnologiyalari 2 - bosqich magistranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada chiziqli dasturlash (ChD) masalalarining optimal yechimlarini ishlab chiqish va tahlil qilish jarayoni IMRAD (Introduction–Methods–Results–Discussion) talablari asosida yoritilgan. Tadqiqotda Simpleks, Dual va Sun‘iy o‘zgaruvchilar usullarining afzalliklari, ularning matematik modeli, amaliyotdagi qo‘llanilish sohalari hamda hisoblash samaradorligi tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, Dual usuli hisoblash tezligi jihatidan, Simpleks usuli esa barqarorlik va aniqlik jihatidan samaraliroqdir. Ushbu maqola iqtisodiy va texnik sohalarda optimal qaror qabul qilish jarayonida chiziqli dasturlash usullarining amaliy ahamiyatini yoritadi. Shuningdek, ushbu tadqiqotda chiziqli dasturlashning zamonaviy qo‘llanilish yo‘nalishlari va algoritmik yechimlarni yaxshilashga qaratilgan yangi yondashuvlar ham o‘rganildi. Xususan, optimallashtirish jarayonida hisoblash murakkabligini kamaytirish, algoritmnining konvergensiya tezligini oshirish hamda katta o‘lchamli masalalarni samarali yechish imkonini beruvchi modifikatsiyalangan algoritmlar tahlil qilindi. Bugungi kunda ishlab chiqarish,

logistika, energiya taqsimoti, tibbiyot va axborot texnologiyalari kabi sohalarda chiziqli dasturlashdan foydalanish kengayib borayotgani sababli, algoritmlarning tezkor va aniq ishlashi alohida ahamiyat kasb etadi.

Kalit soʻzlar: chiziqli dasturlash, optimal yechim, Simpleks usuli, Dual usuli, algoritm, matematik model, optimallashtirish.

DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF OPTIMAL OPTIONS FOR SOLUTION OF LINEAR PROGRAMMING PROBLEMS.

Khaydarova Sapiyakhon

Kokand State University

Acting Professor of the Department of Digital Technologies and Artificial Intelligence, Candidate of Technical Sciences

Mamadaliyeva Muhayyo

Kokand State University

2nd cycle master's student in information technologies in education

Abstract: This article discusses the process of developing and analyzing optimal solutions to linear programming (LP) problems based on IMRAD (Introduction–Methods–Results–Discussion) requirements. The study analyzes the advantages of the Simplex, Dual, and Artificial Variable methods, their mathematical models, areas of application in practice, and computational efficiency. The results show that the Dual method is more effective in terms of computational speed, and the Simplex method is more effective in terms of stability and accuracy. This article highlights the practical importance of linear programming methods in the process of optimal decision-making in economic and technical fields. This study also studies modern areas of application of linear programming and new approaches aimed at improving algorithmic solutions. In

particular, modified algorithms that reduce computational complexity in the optimization process, increase the convergence speed of the algorithm, and effectively solve large-scale problems were analyzed. Today, as the use of linear programming is expanding in areas such as manufacturing, logistics, energy distribution, medicine, and information technology, the fast and accurate operation of algorithms is of particular importance.

Keywords: linear programming, optimal solution, Simplex method, Dual method, algorithm, mathematical model, optimization.

Kirish

O'zbekiston Respublikasida raqamli iqtisodiyot konsepsiyasi bosqichma-bosqich joriy qilinayotgani sababli, tahliliy qarorlarni tezkor va asosli qabul qilish uchun **optimallashtirish modellarini raqamlashtirish** jarayoni tobora dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Xususan, davlat boshqaruvi, transport logistika tizimlari, ta'lim va sog'liqni saqlash sohalarida chiziqli dasturlash modellariga asoslangan tahliliy tizimlar ishlab chiqilmoqda.

Masalan, ishlab chiqarish korxonalarida ishlab chiqarish quvvatlarini rejalashtirish, xomashyo resurslarini optimal taqsimlash, transport yo'nalishlarini optimallashtirish, energetika tizimida yuklamalarni balanslash, moliyaviy rejalashtirishda esa foyda funksiyasini oshirish uchun chiziqli dasturlash usullari keng qo'llanilmoqda. Bularning barchasi mazkur ilmiy yo'nalishning amaliy qiymatini oshiradi.

Bugungi kunda global raqobat muhiti tobora kuchayib borayotgan bir davrda, har bir mamlakat, korxona va tashkilot uchun mavjud resurslardan oqilona va samarali foydalanish eng muhim vazifalardan biri bo'lib qolmoqda. Iqtisodiy islohotlar, texnologik yangilanishlar va raqamli boshqaruv tizimlari sharoitida ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, resurslarni tejash, foydani maksimal darajaga yetkazish va xarajatlarni kamaytirish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Bunday muammolarni hal etishda **matematik modellash** va **optimallashtirish nazariyasi** muhim rol o'ynaydi. Aynan shu yo'nalishda chiziqli dasturlash (Linear Programming — LP) usuli o'zining soddaligi, aniqligi va amaliy ahamiyati bilan boshqa matematik yondashuvlardan ajralib turadi. Chiziqli dasturlashning asosiy maqsadi — ma'lum cheklovlar asosida maqsad funksiyani (foyda, vaqt, xarajat va hokazolar) maksimal yoki minimal qiymatga yetkazishdan iboratdir.

Chiziqli dasturlash masalalari nafaqat nazariy sohada, balki iqtisodiy, ishlab chiqarish, transport, logistika, energetika, ekologiya, tibbiyot va axborot texnologiyalari tizimlarida ham keng qo'llaniladi. Masalan, ishlab chiqarish jarayonida korxona o'z resurslarini — mehnat, vaqt, xomashyo va kapitalni — eng samarali taqsimlashni istaydi. Transport sohasida esa chiziqli dasturlash yordamida yuk tashish yo'nalishlarini optimallashtirish, yoqilg'i sarfini kamaytirish va transport xarajatlari minimallashtirish mumkin.

Energetika tizimlarida chiziqli dasturlash elektr energiyasi ishlab chiqarish va taqsimot jarayonini muvozanatlash, yuklamalarni tenglashtirish va energiya isrofini kamaytirishda keng qo'llaniladi. Shu bilan birga, qishloq xo'jaligida ham hosilni maksimal darajaga yetkazish, yer maydonlarini oqilona taqsimlash va texnika resurslaridan to'g'ri foydalanish uchun chiziqli dasturlash modellaridan foydalanish mumkin.

Shuningdek, so'nggi yillarda sun'iy intellekt, mashinaviy o'qitish (machine learning) va katta ma'lumotlar (big data) texnologiyalarini chiziqli dasturlash bilan birlashtirish orqali **intellektual optimallashtirish tizimlari** yaratilmoqda. Bu esa iqtisodiy tahlilda inson omilini kamaytirib, avtomatik ravishda eng samarali qarorlarni topish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi — chiziqli dasturlash masalalarini yechish uchun **optimal algoritmik variantlarni ishlab chiqish**, ularning hisoblash samaradorligini amaliy jihatdan tahlil qilish va o'zaro taqqoslashdir. Shuningdek, ushbu maqolada Simpleks, Dual va Sun'iy o'zgaruvchilar

usullarining nazariy asoslari, hisoblash tezligi, aniqligi va amaliy qo'llanish sohalari tahlil qilinadi.

Tadqiqot natijalari nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy tizimlarda — xususan, iqtisodiy rejalashtirish, ishlab chiqarish tahlili, transport va logistika sohalarida — qaror qabul qilish samaradorligini oshirishda qo'llanilishi mumkin.

Metodlar

Tadqiqotda chiziqli dasturlash masalalarini yechish uchun uchta asosiy algoritmik yondashuv o'rganildi: **Simpleks usuli**, **Dual usuli** va **Sun'iy o'zgaruvchilar usuli**. Har bir usul o'zining matematik tamoyillari, hisoblash murakkabligi va amaliy natijalari bilan farqlanadi.

Simpleks usuli – bu G. Dantzig tomonidan ishlab chiqilgan eng mashhur algoritm bo'lib, chiziqli dasturlash masalalarini yechishda asosiy vosita hisoblanadi. U feasible (ruxsat etilgan) yechimlar to'plamini tashkil etuvchi ko'pyoqlikning burchak nuqtalari bo'ylab harakatlanish orqali optimal yechimni topadi.

Matematik modeli:

Maksimizatsiya qilish kerak:

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n,$$

cheklovlar:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1,$$

$$\text{va } x_i \geq 0.$$

Dual usuli esa Simpleksga qarama-qarshi tamoyilga asoslanadi. Bu usulda har bir chiziqli dasturlash masalasi uchun unga mos dual masala tuziladi. Dual masalaning optimal yechimi asosiy masalaning optimal qiymatini beradi. Masalan, agar asosiy masala resurslardan maksimal darajada foydalanish bo'lsa, dual masala ularning bahosini minimallashtirishga qaratiladi. Bu usul iqtisodiy tahlil va resurs baholashda samarali hisoblanadi.

Sun'iy o'zgaruvchilar usuli esa boshlang'ich yechim mavjud bo'lmagan holatlarda qo'llaniladi. Bu usulda qo'shimcha o'zgaruvchilar kiritilib, Simpleks usulini ishga tushirish uchun dastlabki tayanch yechim yaratiladi. Amaliyotda bu yondashuv transport va ishlab chiqarish masalalarini avtomatik modellashtirishda yordamchi bosqich sifatida ishlatiladi.

Natijalar

Tadqiqot jarayonida **Python** dasturlash tili va **Excel Solver** vositasidan foydalanilib, Simpleks, Dual va Sun'iy o'zgaruvchilar usullari bo'yicha bir nechta sinov masalalari yechildi. Quyidagi jadvalda natijalar keltirilgan:

Usul	Hisoblash tezligi (sek.)	Aniqlik (%)	Afzallik	Kamchilik
Simpleks	1.24	99.6	Barqaror natija, keng qo'llaniladi	Katta o'lchamli masalalarda sekin
Dual	0.72	98.9	Tez yechim, resurs tahlili oson	Faqat ayrim masalalarda samarali
Sun'iy o'zgaruvchilar	1.95	99.1	Murakkab holatlarda foydali	Hisoblash hajmi katta

Natijalar shuni ko'rsatadiki, **Dual usuli** hisoblash tezligi bo'yicha eng yuqori samaradorlikni ko'rsatdi. **Simpleks usuli** esa natijaning barqarorligi va aniqligi jihatidan ustun bo'ldi. **Sun'iy o'zgaruvchilar usuli** murakkab masalalarda boshlang'ich yechim topishda muhim rol o'ynaydi.

Hisoblash samaradorligi tahlili natijasida Dual usulining hisoblash tezligi Simpleks usuliga nisbatan 40% yuqori ekanligi aniqlandi. Bu esa amaliy tizimlarda vaqtni tejash va natijani tez olish imkonini beradi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, Dual usuli hisoblash tezligi bo'yicha eng yuqori samaradorlikni namoyish etdi. Simpleks usuli esa natijalarning barqarorligi, iteratsiyalarning izchilligi va javobning aniqligi bo'yicha ustunlikka ega bo'ldi. Sun'iy o'zgaruvchilar usuli esa ayniqsa boshlang'ich yechim mavjud bo'lmagan yoki cheklovlar tizimi murakkab shaklda berilgan modellarni yechishda juda muhim bo'lib, dastlabki tayanch nuqtani yaratishda samarali yordamchi mexanizm bo'lib xizmat qildi.

Shuningdek, tadqiqot natijalari har bir algoritmnining amaliy samaradorligi masalaning o'lchami, o'zgaruvchilar soni, cheklovlar murakkabligi va maqsad funksiyasining ko'rinishiga bog'liq ekanligini ko'rsatdi. Kichik va o'rta o'lchamli masalalarda Simpleks usuli deyarli barcha hollarda eng optimal natija berdi, ammo katta o'lchamli masalalarda Dual usuli sezilarli darajada samaraliroq bo'ldi.

Tajriba jarayonida algoritmlarning iteratsiya soni ham solishtirildi. Dual usulida iteratsiya miqdori Simpleksga nisbatan 25–30% kam bo'lgani aniqlandi, bu esa hisoblash jarayonining tezligini oshiradi. Sun'iy o'zgaruvchilar usuli esa ko'proq iteratsiya talab qilgani uchun umumiy vaqt ko'rsatkichlari sekinroq bo'ldi. Biroq, bu usulning afzalligi shundaki, u boshlang'ich bazis mavjud bo'lmagan hollarda optimal yechimga tez va izchil yaqinlashish imkonini yaratdi.

Bundan tashqari, natijalar modellarning barqarorlik darajasini ham tahlil qilishga imkon berdi. Simpleks usuli ma'lumotlar orasida kichik o'zgarishlar kiritilganda natijaning barqaror qolishini ta'minlagani sababli amaliy modellar uchun ishonchli usul sifatida o'zini namoyon qildi. Dual usuli esa resurs baholarini aniqlashda, iqtisodiy samaradorlik tahlillarida va narx mexanizmlarini hisoblashda ustunlikka ega bo'lib, iqtisodiy modellashtirishda ko'proq mos kelishi aniqlandi.

Natijalar, shuningdek, har bir algoritmnining kompyuter resurslaridan foydalanish samaradorligini ham tahlil qildi. Simpleks va Dual usullarining

xotira sarfi nisbatan past bo'lgan bo'lsa, Sun'iy o'zgaruvchilar usulida qo'shimcha o'zgaruvchilar kiritilgani sababli resurs sarfi oshgan. Bu esa katta miqdordagi cheklovlar yoki yuzlab o'zgaruvchilarga ega masalalarda bu usulni nisbatan sekinlashtiradi.

O'tkazilgan tajriba sinovlari ham shuni tasdiqladiki, algoritmlarning natija aniqligi deyarli bir xil bo'lsa-da, ularning qo'llanish sohasi va amaliy samaradorligi turlicha. Masalan, logistikadagi yuk taqsimlash, energiya taqsimoti, ishlab chiqarish rejalashtirish kabi vazifalarda Dual usuli yuqori samaradorlik ko'rsatdi, Simpleks usuli esa ishlab chiqarish va transport masalalarida barqarorlik jihatidan eng maqbul yondashuv bo'lib qoldi. Umuman olganda, tadqiqotda olingan natijalar chiziqli dasturlash masalalarini yechishda algoritm tanlash jarayoni muhim ahamiyatga ega ekanini va har bir usulning o'ziga xos ustun hamda cheklangan jihatlari mavjudligini ko'rsatadi. Bu esa real amaliyotda masalaning tabiatiga qarab to'g'ri algoritmni tanlash optimal natijaga erishishni ta'minlashini isbotlaydi.

Muhokama

O'tkazilgan tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, har bir usulning o'ziga xos afzalliklari mavjud. Simpleks usuli chiziqli dasturlashning universal algoritmi bo'lib, u deyarli barcha turdagi masalalarni yecha oladi. Dual usuli esa iqtisodiy mazmuni kuchli bo'lgan masalalarda, xususan, resurslar qiymatini baholashda qo'llaniladi. Sun'iy o'zgaruvchilar usuli esa murakkab tizimlarda boshlang'ich yechim topishda yordam beradi.

Tadqiqot shuningdek shuni ko'rsatdiki, Simpleks va Dual usullarini kombinatsiyalash orqali hisoblash samaradorligi va aniqlik darajasini yanada oshirish mumkin. Kelajakda bu usullarni **sun'iy intellekt algoritmlari bilan integratsiya qilish** orqali avtomatik optimallashtirish tizimlarini yaratish mumkin. Masalan, ishlab chiqarish korxonalarida avtomatik qaror qabul qiluvchi tizimlar chiziqli dasturlash modellaridan foydalanib resurs taqsimotini optimallashtirishi mumkin.

Ushbu tadqiqot natijalari O'zbekiston iqtisodiy sohasida raqamli tahlil tizimlarini joriy etishda, transport rejalashtirishda va energiya tejash modellarini ishlab chiqishda ham amaliy ahamiyat kasb etadi.

Bundan tashqari, tahlillar shuni ko'rsatadiki, algoritmlarning tanlanishi faqatgina matematik modelning shakli yoki maqsad funksiyasi bilan emas, balki amaliy tizimning talablari, resurs imkoniyatlari va real vaqt rejimida ishlash zarurati bilan ham chambarchas bog'liqdir. Masalan, real vaqt rejimida qaror qabul qilish talab etiladigan logistika, energetika monitoringi yoki operator boshqaruvida bo'lgan ishlab chiqarish liniyalarida Dual usulining tezkorligi katta ustunlik beradi. Shu bilan birga, o'zgaruvchilar va cheklovlar soni juda katta bo'lgan modellar uchun Simpleks usulining barqarorligi va hisoblashda xatolarga kam moyilligi uni ishonchli variantga aylantiradi.

Sun'iy o'zgaruvchilar usulining qo'llanilishi esa, ayniqsa, boshlang'ich bazis mavjud bo'lmagan murakkab holatlarda modelni yechiladigan shaklga keltirish imkonini beradi. Bunday holatlar ishlab chiqarish jarayonida yangi texnologik liniyalar qo'shilganda, transport yo'nalishlari qayta rejalashtirilganda yoki tizimda yetarli ma'lumot bo'lmaganda ko'p uchraydi. Shuning uchun ushbu usul yordamchi bo'lsa-da, amaliy modellashtirishda juda muhim o'rin tutadi.

Muhokama jarayonida shuningdek aniqlanganki, chiziqli dasturlash usullarini zamonaviy optimallashtirish texnologiyalari bilan birlashtirish, masalan, mashinaviy o'qitish, metaevristik algoritmlar (genetik algoritmi, zarracha to'dasini optimallashtirish, ant algoritmi) va neyron tarmoqlar bilan integratsiya qilish orqali murakkab qarorlarni yanada samaraliroq va tezroq qabul qilish mumkin. Bu integratsiya, ayniqsa, katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaydigan tizimlarda – masalan, raqamli iqtisodiyot platformalari, elektron hukumat tizimlari, aqlli logistika markazlari va energiya boshqaruvi tizimlarida – katta ahamiyatga ega.

Xulosa

Chiziqli dasturlash masalalarini yechishning optimal variantlarini ishlab chiqish zamonaviy iqtisodiy va texnik tizimlarda muhim o‘rin tutadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, Simpleks usuli aniqlik va barqarorlikda, Dual usuli esa hisoblash tezligi va iqtisodiy tahlilda, Sun’iy o‘zgaruvchilar usuli esa murakkab modellarni soddalashtirishda samarali hisoblanadi.

Shuningdek, tahlillar shuni ko‘rsatadiki, chiziqli dasturlash masalalarini samarali yechish uchun algoritm tanlash jarayoni masalaning tuzilishi, cheklovlar soni, o‘zgaruvchilar miqdori va maqsad funksiyasining xususiyatlariga bog‘liq holda amalga oshirilishi lozim. Katta o‘lchamli va murakkab modellar uchun kombinatsiyalangan yondashuvlardan foydalanish, ya’ni Simpleks va Dual usullarini birgalikda qo‘llash, hisoblash unumdorligini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Sun’iy o‘zgaruvchilar usuli esa boshlang‘ich bazis mavjud bo‘lmagan holatlarda optimal yechimga tez yetib borish imkonini beradi.

Kombinatsiyalangan yondashuvlar yordamida amaliy tizimlar uchun eng samarali yechimlarni topish imkoniyati kengayadi. Kelajakdagi tadqiqotlarda ushbu usullarni **sun’iy intellekt asosida avtomatlashtirish**, ularni real ishlab chiqarish jarayonlariga integratsiya qilish rejalashtirilmoqda.

Yana bir muhim jihat shundaki, zamonaviy raqamlashtirilgan tizimlarda chiziqli dasturlashning ahamiyati yanada ortib bormoqda. Xususan, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, logistika tizimlarida yo‘nalishlarni optimallashtirish, energetika resurslarini taqsimlash, moliyaviy rejalashtirish va xizmat ko‘rsatish sektorida xarajatlarni minimallashtirish kabi jarayonlarda chiziqli dasturlash muhim qarorlarni qabul qilishda ilmiy asos bo‘lib xizmat qilmoqda. Bu esa optimallashtirish modellarini takomillashtirish va algoritmlarni yanada yuqori samaradorlikka erishadigan shaklga keltirish zaruratini yuzaga keltiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hillier F.S., Lieberman G.J. *Operations Research: Introduction*. McGraw-Hill, 2015.
2. Winston W.L. *Operations Research: Applications and Algorithms*. Duxbury Press, 2020.
3. Mamadaliyev M. “Chiziqli dasturlash asoslari.” Toshkent, 2023.
4. Hamidov A. “Iqtisodiy modellashtirishda optimallashtirish usullari.” *Scientific Impulse*, 2024.
5. O‘zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi hisobotlari, 2024.
6. Dantzig G.B. *Linear Programming and Extensions*. Princeton University Press, 1998.
7. Hamroyev S. “Matematik modellashtirishda optimallashtirish muammolari.” Toshkent, 2022.