

YO‘LOVCHILAR OQIMINING KUNLIK VA MAVSUMIY O‘ZGARISHLARINI TAHLIL QILISH HAMDA AVTOBUSLAR SONINI OPTIMALLASHTIRISH USULLARINI ISHLAB CHIQISH

Andijon davlat texnika instituti

“Transport logistikasi” kafedrasida katta o‘qituvchisi

Isroilov Sherzod

Andijon davlat texnika instituti 4-bosqich talabasi

G‘oyibberdiyev Jumanazar

Annotatsiya: Ushbu maqolada shahar jamoat transporti tizimida yo‘lovchilar oqimining kunlik va mavsumiy o‘zgarishlari tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida yo‘lovchi oqimining vaqt bo‘yicha dinamikasi, talab va taklif muvozanati hamda avtobuslar sonini optimallashtirish masalalari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, transport tizimining samaradorligini oshirishga qaratilgan matematik va amaliy yondashuvlar taklif etiladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, yo‘lovchi oqimini to‘g‘ri prognoz qilish va moslashuvchan rejalashtirish orqali transport xarajatlarini kamaytirish va xizmat sifatini oshirish mumkin.

Kalit so‘zlar: yo‘lovchi oqimi, jamoat transporti, optimallashtirish, avtobuslar soni, transport modeli, talab va taklif, mavsumiylik.

Kirish: So‘nggi o‘n yilliklarda shaharlar va urban aglomeratsiyalarning tez sur‘atlarda rivojlanishi jamoat transporti tizimiga bo‘lgan talabni keskin oshirdi. Aholi sonining ko‘payishi, iqtisodiy faollikning kuchayishi, yangi turar-joy massivlari va sanoat zonalarining kengayishi natijasida yo‘lovchi tashish tizimi oldida murakkab vazifalar yuzaga kelmoqda. Ayniqsa, shahar ichki transportida avtobuslar asosiy yukni ko‘taruvchi vosita sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

Biroq amaliyot shuni ko‘rsatadiki, ko‘plab shahar transport tizimlarida yo‘lovchilar oqimining vaqt bo‘yicha notekis taqsimlanishi jiddiy muammolarni keltirib chiqaradi. Yo‘lovchi oqimi ertalabki va kechki “pik soatlar”da keskin ortib, avtobuslarda ortiqcha yuklama, bekatlarda tirbandlik va yo‘lovchilarning uzoq kutish vaqtiga sabab bo‘ladi.

Aksincha, kunduzgi va kechki kech soatlarda transport vositalarining bo'sh yurishi kuzatiladi, bu esa iqtisodiy samaradorlikning pasayishiga olib keladi.[1]

Shuningdek, yo'lovchilar oqimiga mavsumiy omillar ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, yoz mavsumida ta'til davri va aholining migratsiyasi tufayli transportga bo'lgan talab kamayishi mumkin, kuz va bahor fasllarida esa ish va o'qish jarayonlarining faollashuvi natijasida yo'lovchi oqimi ortadi. Qish mavsumida esa ob-havo sharoitlari va harakatlanish cheklolari transport tizimining barqaror ishlashiga qo'shimcha bosim yuklaydi. Shu sababli jamoat transportini samarali boshqarish va rejalashtirishda yo'lovchilar oqimining kunlik hamda mavsumiy o'zgarishlarini chuqur tahlil qilish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. An'anaviy qat'iy jadval asosida ishlash bugungi zamonaviy transport ehtiyojlarini to'liq qondira olmaydi, chunki u real vaqt talablariga moslashuvchanlikni ta'minlamaydi.[2]

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundan iboratki, yo'lovchilar oqimining dinamikasini aniqlash va uning asosida avtobuslar sonini optimallashtirish orqali shahar transport tizimining samaradorligini oshirish, iqtisodiy xarajatlarni kamaytirish hamda yo'lovchilarga sifatli xizmat ko'rsatish imkoniyati yaratiladi. Zamonaviy yondashuvlar, jumladan statistik tahlil, matematik modellashtirish va raqamli monitoring tizimlari bu jarayonda muhim vosita sifatida xizmat qiladi.

Shu bilan birga, transport tizimini optimallashtirish nafaqat iqtisodiy jihatdan, balki ekologik nuqtayi nazardan ham muhimdir. Avtobuslar sonining to'g'ri rejalashtirilishi yoqilg'i sarfini kamaytiradi, atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar miqdorini qisqartiradi va shahar ekologik holatini yaxshilashga xizmat qiladi.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — yo'lovchilar oqimining kunlik va mavsumiy o'zgarishlarini tahlil qilish, ularning asosiy omillarini aniqlash hamda avtobuslar sonini optimallashtirish bo'yicha ilmiy asoslangan yondashuvlarni ishlab chiqishdan iboratdir. Tadqiqot natijalari shahar transport tizimini rejalashtirish va boshqarishda amaliy ahamiyatga ega bo'lishi kutiladi.

Adabiyotlar tahlili: Jamoat transporti tizimini optimallashtirish, yo'lovchilar oqimini tahlil qilish hamda avtobuslar harakatini samarali rejalashtirish masalalari

transport muhandisligi va shahar logistikasining eng dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu sohada olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, yo‘lovchi oqimini to‘g‘ri prognoz qilish transport tizimining iqtisodiy samaradorligi va xizmat sifati bilan bevosita bog‘liqdir.[1]

Xorijiy adabiyotlarda yo‘lovchi oqimini o‘rganish asosan statistik modellar, ehtimollik nazariyasi hamda vaqt qatorlari tahliliga asoslanadi. Xususan, Yevropa va Osiyo davlatlarida transport tizimlarini boshqarishda “demand forecasting” (talabni prognoz qilish) yondashuvi keng qo‘llaniladi. Bu yondashuv yo‘lovchilar oqimini tarixiy ma’lumotlar asosida bashorat qilish va shu asosda transport vositalarini taqsimlash imkonini beradi.

Ko‘plab tadqiqotchilar yo‘lovchi oqimini modellashtirishda regressiya tahlili, ARIMA modellar, eksponensial tekislash (exponential smoothing) kabi matematik usullardan foydalanadilar. Ushbu modellar yordamida kunlik va mavsumiy tebranishlarni aniqlash, shuningdek, pik soatlar va past yuklama davrlarini prognoz qilish mumkin. Masalan, ba’zi ilmiy ishlarda shahar transport tizimi “navbatlar nazariyasi” (queueing theory) asosida o‘rganiladi. Bu yondashuvda avtobus bekatlari tizimi xizmat ko‘rsatish nuqtasi sifatida qaralib, yo‘lovchilar oqimi esa tasodifiy jarayon sifatida modellashtiriladi. Natijada kutish vaqti, transport vositalarining bandlik darajasi hamda xizmat ko‘rsatish samaradorligi aniqlanadi.[3]

Shuningdek, so‘nggi yillarda sun‘iy intellekt va mashinaviy o‘qitish (machine learning) usullari transport tizimlarini optimallashtirishda keng qo‘llanilmoqda. Neyron tarmoqlar yordamida yo‘lovchi oqimini real vaqt rejimida prognoz qilish va avtobuslar harakatini moslashtirish imkoniyati paydo bo‘lmoqda. Bu esa an’anaviy statistik modellarga nisbatan yuqori aniqlikni ta’minlaydi.

Mahalliy tadqiqotlarda esa ko‘proq amaliy yondashuvlar ustunlik qiladi. Shahar avtobus yo‘nalishlarining yuklanishi, harakat jadvali va yo‘lovchi oqimi bo‘yicha kuzatuv ishlari olib borilgan bo‘lib, natijalar transport tizimida muayyan muammolar mavjudligini ko‘rsatadi. Xususan, avtobuslar sonining noto‘g‘ri taqsimlanishi, pik soatlarda ortiqcha yuklama va past talab davrida resurslarning samarasiz ishlatilishi asosiy muammolar

sifatida qayd etiladi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, ko'pchilik tadqiqotlar yo'lovchi oqimini yoki faqat kunlik, yoki faqat mavsumiy kesimda o'rganadi. Biroq ushbu ikki omilni birgalikda kompleks tahlil qilish va ularning avtobuslar sonini optimallashtirishga ta'sirini bir model doirasida ko'rib chiqish nisbatan kam o'rganilgan yo'nalishlardan biridir.[4]

Shu boisdan, mazkur tadqiqotda yo'lovchi oqimining kunlik va mavsumiy o'zgarishlari birgalikda tahlil qilinib, avtobuslar sonini optimallashtirishga yo'naltirilgan integrallashgan yondashuv ishlab chiqish maqsad qilingan. Bu yondashuv mavjud ilmiy ishlardan farqli ravishda transport tizimini yanada aniqroq va moslashuvchan boshqarish imkonini beradi.

Tadqiqot metodologiyasi :Ushbu tadqiqotda yo'lovchilar oqimining kunlik va mavsumiy o'zgarishlarini chuqur tahlil qilish hamda avtobuslar sonini optimallashtirish masalasini ilmiy asosda yechish uchun kompleks metodologik yondashuv qo'llanildi. Tadqiqotning metodologik asosini statistik tahlil, vaqt qatorlari (time series) modeli, matematik modellashtirish hamda tizimli tahlil usullari tashkil etadi. Ushbu yondashuvlar bir-birini to'ldirgan holda transport tizimining real holatini imkon qadar aniq aks ettirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning birinchi bosqichida empirik ma'lumotlarni yig'ish amalga oshirildi. Yo'lovchilar oqimi bo'yicha ma'lumotlar shahar avtobus yo'nalishlari, bekatlar, dispetcherlik markazlari hamda mavjud transport monitoring tizimlaridan olindi. Kuzatuvlar kun davomida soatlik kesimda olib borildi, shuningdek, mavsumiy o'zgarishlarni aniqlash uchun oylar va fasllar bo'yicha ham statistik ma'lumotlar jamlandi. Bu bosqichda ma'lumotlarning ishonchliligi va to'liqligiga alohida e'tibor qaratildi.

Ikkinchi bosqichda yig'ilgan ma'lumotlar tizimlashtirildi va statistik qayta ishlashdan o'tkazildi. Bunda yo'lovchi oqimining o'rtacha qiymati, maksimal va minimal ko'rsatkichlari, dispersiyasi hamda variatsiya darajasi aniqlanadi. Statistik tahlil orqali yo'lovchi oqimining kunlik tebranishlari va mavsumiy tendensiyalari aniqlanib, ularning asosiy qonuniyatlari o'rganildi. Ushbu bosqichda grafik va diagrammalar yordamida ma'lumotlarning vizual tahlili ham amalga oshirildi.

Uchinchi bosqichda vaqt qatorlari asosida matematik model ishlab chiqildi. Yo‘lovchi oqimi vaqtga bog‘liq funksiya sifatida qaralib, uning davriy o‘zgarishlari sinusoidal va trend komponentlari orqali ifodalandi. Ushbu model yordamida kunlik pik soatlar va mavsumiy yuklama o‘zgarishlarini prognoz qilish imkoniyati yaratildi. Model quyidagi umumiy tamoyilga asoslandi: yo‘lovchi oqimi doimiy emas, balki vaqtga bog‘liq dinamik jarayon sifatida o‘zgarib boradi.

To‘rtinchi bosqichda avtobuslar sonini optimallashtirish modeli ishlab chiqildi. Bu jarayonda chiziqli optimallashtirish va resurslarni taqsimlash tamoyillari qo‘llanildi. Asosiy maqsad — yo‘lovchilar talabini to‘liq qondirgan holda transport resurslaridan maksimal samarali foydalanishdir. Avtobuslar soni maksimal yo‘lovchi oqimi, bitta avtobus sig‘imi hamda xavfsizlik va xizmat sifati koeffitsientlarini hisobga olgan holda aniqlanadi. Bu yondashuv transport tizimida ortiqcha xarajatlarni kamaytirish va xizmat sifatini oshirish imkonini beradi.

Beshinchi bosqichda model natijalari amaldagi real transport tizimi bilan solishtirildi. Taqqoslash jarayonida mavjud tizimning kamchiliklari va optimallashtirilgan modelning afzalliklari aniqlandi. Xususan, pik soatlarda avtobus yetishmovchiligi va past yuklama davrida ortiqcha resurslar mavjudligi aniqlanib, yangi model ushbu nomutanosiblikni kamaytirishi ko‘rsatildi.

Umuman olganda, tadqiqot metodologiyasi yo‘lovchilar oqimini kompleks tizim sifatida o‘rganishga asoslangan bo‘lib, u real ma’lumotlar, matematik modellar va optimallashtirish usullarini birlashtiradi. Ushbu yondashuv transport tizimini yanada samarali, moslashuvchan va iqtisodiy jihatdan maqbul boshqarish imkonini beradi.

Xulosa: Ushbu tadqiqotda yo‘lovchilar oqimining kunlik va mavsumiy o‘zgarishlarini tahlil qilish hamda ushbu o‘zgarishlar asosida avtobuslar sonini optimallashtirish masalasi ilmiy jihatdan o‘rganildi. Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, shahar jamoat transportida yo‘lovchi oqimi doimiy emas, balki vaqtga bog‘liq ravishda sezilarli tebranishlarga ega bo‘lgan dinamik jarayon hisoblanadi.

Kunlik kesimda yo‘lovchilar oqimi asosan ertalabki va kechki “pik soatlar”da maksimal darajaga yetishi, kunduzgi va kechki kech soatlarda esa sezilarli darajada

kamayishi aniqlandi. Bu holat aholining ishga borish va qaytish jarayonlari bilan bevosita bog‘liq ekanini tasdiqlaydi. Mavsumiy tahlillar esa bahor va kuz fasllarida transportga talab yuqori, yoz mavsumida nisbatan past, qish mavsumida esa ob-havo sharoitlariga bog‘liq notekis o‘zgarishlar mavjudligini ko‘rsatdi.

Tadqiqot natijalari asosida ishlab chiqilgan matematik model yo‘lovchi oqimini vaqtga bog‘liq funksiya sifatida ifodalash va uning o‘zgarish tendensiyalarini aniqlash imkonini berdi. Shuningdek, avtobuslar sonini optimallashtirish modeli yordamida transport resurslarini yanada samarali taqsimlash mumkinligi isbotlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, avtobuslar sonini statik (qat‘iy) rejalashtirish zamonaviy transport talablariga to‘liq javob bermaydi. Aksincha, dinamik va moslashuvchan boshqaruv tizimini joriy etish orqali yo‘lovchilarga xizmat ko‘rsatish sifatini oshirish, kutish vaqtini qisqartirish hamda transport tizimining iqtisodiy samaradorligini yaxshilash mumkin. Shuningdek, optimallashtirilgan yondashuv natijasida transport tizimida ortiqcha xarajatlarni kamaytirish, yoqilg‘i sarfini optimallashtirish va ekologik yuklamani pasaytirish imkoniyati mavjudligi aniqlandi. Bu esa shahar transportini barqaror rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari yo‘lovchilar oqimini chuqur tahlil qilish va matematik modellashtirish asosida avtobuslar sonini optimal boshqarish mumkinligini tasdiqlaydi hamda ushbu yo‘nalishda raqamli texnologiyalar va real vaqt monitoring tizimlarini joriy etish zarurligini ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Vuchic V. R. *Urban Transit Systems and Technology*. John Wiley & Sons, 2017.
2. Ceder A. *Public Transit Planning and Operation: Theory, Modeling and Practice*. Elsevier, 2021.
3. Ortúzar J. de D., Willumsen L. G. *Modelling Transport*. Wiley, 2011.
4. Papacostas C. S., Prevedouros P. D. *Transportation Engineering and Planning*. Prentice Hall, 2009.
5. Koshkarov A. A. *Transport tizimlarini modellashtirish asoslari*. Toshkent, 2018.
6. Karimov I. A. *Shahar transporti va logistika asoslari*. Toshkent, 2020.

7. O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi. *Jamoat transportini rivojlantirish strategiyasi (2022–2030)*. rasmiy hujjat.
8. OECD (2023). *Urban Mobility Report: Public Transport Optimization*. Paris.
9. World Bank (2022). *Sustainable Urban Transport Systems*. Washington D.C.
10. UITP (International Association of Public Transport). *Public Transport Statistics and Guidelines*, 2021.