

## YO‘L QURILISHI LOYIHALARI UCHUN DASTLABKI XARAJATLARNI BAHOLASH: KO‘P REGRESSIYA USULI ASOSIDA

**Tursimuratov Absat Salauatovich**

O‘zbekiston Respublikasi Bank-moliya akademiyasi, magistrant

[ssalauatovich@gmail.com](mailto:ssalauatovich@gmail.com)

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada yo‘l qurilishi loyihalari uchun dastlabki xarajatlarni aniqlashda ko‘p regressiya tahlil usullari qo‘llaniladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi loyihalarning dastlabki bosqichlarida xarajatlarni yuqori aniqlik bilan baholashga imkon beradigan modellarni ishlab chiqishdir. 131 ta yo‘l qurilishi loyihasi ma‘lumotlaridan foydalangan holda bir nechta regressiya modellari ishlab chiqilgan. Modellar loyihaning fizik ko‘rsatkichlari (yo‘l uzunligi, kengligi va asosiy qurilish materiallari hajmi) asosida umumiy xarajatlarni prognozlashga qaratilgan. Natijalar koeffitsient aniqligi  $R^2$  0,92 dan 0,98 gacha bo‘lganini ko‘rsatdi, bu esa modellar real loyihalar ma‘lumotlari bilan yaxshi mos kelishini tasdiqlaydi. Xatolik darajasi (MAPE) 13% dan 31% gacha o‘zgarib, ilgari o‘tkazilgan tadqiqotlar bilan ijobiy taqqoslanadi. Ushbu tadqiqot natijalari loyihalarning dastlabki bahosini samarali ravishda amalga oshirishga yordam beradi va qurilish jarayonlarini yaxshiroq rejalashtirish imkonini beradi.

**Kalit so‘zlar:** ko‘p regressiya, xarajatlarni baholash, yo‘l qurilishi, dastlabki baho, statistika..

### I. KIRISH

O‘zbekiston Respublikasida yo‘l-transport infratuzilmasini rivojlantirish mamlakat iqtisodiyoti uchun strategik ahamiyatga ega. Yo‘l qurilishi loyihalari mintaqalarni bog‘lash, tashqi va ichki savdoni rivojlantirish hamda aholi uchun transport qulayliklarini yaratish bo‘yicha asosiy infratuzilma loyihalari hisoblanadi. Ushbu loyihalar katta mablag‘ talab qilgani bois, ularni rejalashtirishda aniq va

puxta baholash amalga oshirilishi zarur. Xususan, yo‘l qurilish loyihalarining dastlabki bosqichlarida xarajatlarni to‘g‘ri baholash, loyiha muvaffaqiyatining garovi hisoblanadi, chunki noto‘g‘ri baholar byudjet oshishi, loyihaning kechikishi va sifatning yomonlashishiga olib kelishi mumkin.

O‘zbekistonning o‘ziga xos iqlim va geografik sharoitlari yo‘l qurilish loyihalarini rejalashtirishda muhim omil hisoblanadi. Ayniqsa, qishloq hududlaridagi yo‘llarning uzunligi va kengligi, tuproq tarkibi va relefning murakkabligi qurilish xarajatlariga sezilarli ta'sir ko‘rsatadi. Shuning uchun yo‘l loyihalarini erta baholashning samarali usullari kerak. Ko‘p regressiya tahlili – bu statistika asosida xarajatlarni prognozlash uchun keng qo‘llaniladigan usullardan biri bo‘lib, mavjud o‘zgaruvchilarni tahlil qilish orqali aniq natijalarga erishishni ta’minlaydi.

O‘zbekiston sharoitida yo‘l qurilishida dastlabki xarajatlarni aniqlashni yanada takomillashtirish uchun ko‘plab tadqiqotlar amalga oshirilgan bo‘lsa-da, ular hali ham mukammal aniqlikka ega emas. Loyihalarning dastlabki bosqichlarida ma’lumot yetishmasligi va turli tashqi omillar xarajatlarni baholash jarayonini murakkablashtiradi. Shu sababli, yo‘l qurilishi loyihalarini dastlabki baholashda qo‘llanilishi oson va samarali usullarga bo‘lgan ehtiyoj dolzarb hisoblanadi.

Mazkur maqolada yo‘l qurilishi loyihalari uchun dastlabki xarajatlarni baholashda ko‘p regressiya usullari qo‘llaniladi. O‘zbekistonning turli hududlarida amalga oshirilgan loyihalar ma’lumotlaridan foydalangan holda regressiya modellarini ishlab chiqish maqsad qilingan. Ushbu modellar yo‘lning uzunligi, kengligi, tuproq ishlari va asfalt qoplamasi kabi o‘zgaruvchilar asosida xarajatlarni aniq prognozlash imkonini beradi. Olingan natijalar yordamida loyiha rejalashtirish jarayonida byudjetni aniq baholash va moliyaviy resurslarni samarali taqsimlash mumkin bo‘ladi.

## II. ADABIYOTLAR SHARHI

Yo‘l qurilishi loyihalarining dastlabki xarajatlarini baholash uchun ko‘plab tadqiqotlar o‘tkazilgan bo‘lib, bu sohada ko‘p regressiya usullarining qo‘llanishi

dolzarb masalalardan biridir. [1] ishda avtor olib borilgan tadqiqotda ko‘p regressiya modellarining yo‘l qurilishidagi samarasini o‘rganilgan. Tadqiqotda muallif loyiha xarajatlarini baholashda asosiy o‘zgaruvchilarni (yo‘l uzunligi, kengligi, tuproq ishlari hajmi) tahlil qilib, ularning xarajatlarga ta‘sirini aniqlagan. Natijalar ko‘rsatganidek, regressiya modellarining aniqlik darajasi yuqori bo‘lib, bu usullar loyihalarni rejalashtirishda samarali qo‘llanilishi mumkin.

Yana bir muhim tadqiqot [2] Zhang va boshqalar tomonidan amalga oshirilgan. Ushbu tadqiqotda mualliflar yo‘l qurilishi xarajatlarini baholash uchun yangi regressiya modellarini ishlab chiqdilar. Ular loyihaning fiziki ko‘rsatkichlari va iqtisodiy omillarini hisobga olgan holda aniq prognozlash imkoniyatini yaratdilar. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, regressiya modellarining samaradorligi nafaqat loyiha xarajatlarini baholashda, balki byudjetni rejalashtirishda ham muhim rol o‘ynaydi.

Bundan tashqari [3], Koyuncu va Shukorov tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotda ko‘p regressiya usulining amaliy qo‘llanilishi o‘rganilgan. Tadqiqotda olingan natijalar ko‘rsatganidek, loyiha xarajatlarini baholashda ushbu usulning qo‘llanilishi xarajatlarni aniqlashda sezilarli darajada yaxshilanishlarni ta‘minlagan. Koyuncu va Shukorovning ishida ko‘rsatkichlarning ahamiyati va regressiya tahlilining kuchli tomonlari haqida batafsil ma‘lumotlar keltirilgan.

Shu bilan birga [4], Miller tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotda, yo‘l qurilishi loyihalarida regressiya modellarini yaratish jarayoni va ulardan kelib chiqadigan iqtisodiy samaralar haqida muhokama qilingan. Tadqiqotda 100 dan ortiq yo‘l qurilishi loyihalarining ma‘lumotlari tahlil qilingan bo‘lib, regressiya modellarining natijalari loyihaning dastlabki xarajatlarini aniqlashda muvaffaqiyatli qo‘llanilayotganini ko‘rsatadi.

Ushbu adabiyotlar sharhi ko‘p regressiya usullarining yo‘l qurilishi loyihalaridagi ahamiyatini va bu usullar yordamida xarajatlarni aniq baholash imkoniyatlarini yoritadi. Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasidagi yo‘l qurilishi

loyihalarida ushbu metodologiyalarning qo'llanilishi uchun mavjud bilimlarni kengaytirishga yordam beradi.

### III. YO'L QURILISHI LOYIHALARI UCHUN DASTLABKI XARAJATLARNI BAHOLASHDA KO'P REGRESSIYA USULINI QO'LLASH

Ushbu tadqiqotning metodologik asoslari yo'l qurilishi loyihalarining dastlabki xarajatlarini baholashda ko'p regressiya usullaridan foydalanishga qaratilgan. Tadqiqotda O'zbekiston Respublikasining turli hududlarida amalga oshirilgan 131 ta yo'l qurilishi loyihasining ma'lumotlari tahlil qilingan. Ushbu bo'limda ma'lumotlarni yig'ish jarayoni, ishlatilgan o'zgaruvchilar va ko'p regressiya modellarini tuzish uchun qo'llanilgan usullar batafsil bayon etiladi [4].

#### 1. Ma'lumotlarni yig'ish.

Tadqiqot uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Yo'l qurilishida faoliyat yurituvchi tashkilotlardan olingan. Ma'lumotlar to'plami 2018-2024 yillar orasida amalga oshirilgan yo'l qurilishi loyihalariga asoslanadi. Har bir loyiha uchun quyidagi ko'rsatkichlar yig'ilgan (1-jadval).

*1-jadval.*

Loyihaga doir o'zgaruvchilar va ularning tavsifi

O'zgaruvchi	Tavsif
Yo'lning uzunligi (km)	Loyiha doirasidagi yo'lning umumiy uzunligi, bu ko'rsatkich loyiha xarajatlariga ta'sir qiladi.
Yo'lning kengligi (m)	Yo'lning qoplama qismi kengligi, bu ham xarajatlarga ta'sir ko'rsatadi.
Tuproq ishlari hajmi (m <sup>3</sup> )	Tuproq ishlari uchun talab qilinadigan materiallar hajmi, yo'lni tayyorlashda zarur bo'ladi.
Asfalt qoplamasi (tonna)	Yo'lning asfalt qoplamasi uchun zarur bo'lgan materiallar miqdori, bu yo'lning sifatini belgilaydi.
Mehnat xarajatlari (so'm)	Loyiha uchun talab qilinadigan ishchi kuchi xarajatlari, bu asosiy xarajatlardan biridir.
Loyihaning amalga oshirilish muddati (oy)	Loyiha uchun belgilangan vaqt davomiyligi, bu loyiha xarajatlariga ham ta'sir ko'rsatadi.

Ma'lumotlarni yig'ish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

Aloqa o'rnatish: Mahalliy yo'l qurilish tashkilotlari bilan aloqalar o'rnatilib, ma'lumotlar olish uchun ruxsatnomalar so'raldi.

Ma'lumotlarni to'plash: Loyihalar bo'yicha amalga oshirilgan ishlar va xarajatlar haqida batafsil ma'lumotlar yig'ildi.

Ma'lumotlarni tekshirish: Yig'ilgan ma'lumotlar sifatini ta'minlash maqsadida, ular tekshirildi va zarur bo'lganda to'ldirildi yoki tuzildi.

## *2. O'zgaruvchilarni tanlash.*

Tadqiqotda foydalanilgan o'zgaruvchilar, yo'l qurilishi xarajatlarning baholanishiga ta'sir etuvchi omillar sifatida tanlangan. Tanlangan o'zgaruvchilar quyidagilardir:

Yo'l uzunligi: Yo'lning uzunligi, asosan, xarajatlarning belgilanishida muhim rol o'ynaydi, chunki uzoq yo'lni qurish ko'proq material va ishchi kuchini talab etadi.

Yo'l kengligi: Yo'lning kengligi ham xarajatlarga ta'sir qiladi, kengroq yo'llar ko'proq asfalt va materiallar talab qiladi.

Tuproq ishlari hajmi: Tuproq ishlari, yo'l qurilishining dastlabki bosqichlarida zarur bo'ladi va xarajatlarni belgilovchi omil hisoblanadi.

Asfalt qoplamasi: Asfalt qoplamasining miqdori, yo'lning sifatini va davomiyligini belgilaydi.

Mehnat xarajatlari: Loyiha uchun zarur ishchi kuchi xarajatlari, loyiha budjetida muhim o'rin tutadi.

Loyihaning amalga oshirilish muddati: Loyiha davomiyligi xarajatlar va vaqtni ta'sir etuvchi omil sifatida e'tiborga olinadi.

## **3. Ko'p regressiya modeli.**

Tadqiqotda ko'p regressiya modeli yordamida o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash maqsad qilingan. Ko'p regressiya analizi orqali loyiha xarajatlarini prognozlash va baholash uchun quyidagi matematik formuladan foydalanilgan:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \epsilon,$$

bu yerda:

$Y$  - umumiy xarajatlar (so‘m);

$X_1$  - yo‘l uzunligi (km);

$X_2$  - yo‘l kengligi (m);

$X_3$  - tuproq ishlari hajmi ( $m^3$ );

$X_4$  - asfalt qoplamasi (tonna);

$\beta_0$  - modelning kesishish koeffitsienti;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  - regressiya koeffitsiyentlari;

$\epsilon$  - xato termi.

Modelni tuzish jarayonida statistik dasturlar (masalan, *SPSS* yoki *R*) qo‘llanilib, natijalarning ishonchliligi baholangan. Regressiya koeffitsiyentlari va ularning statistik ahamiyati ( $p$ -qiymati) tahlil qilinadi, shuningdek, modelning  $R^2$  koeffitsienti aniqlanadi, bu modelning ma’lumotlar qatorini qanchalik yaxshi tasvirlayotganini ko‘rsatadi.

#### IV. NATIJALARNI TAHLIL

Ushbu tadqiqotda yo‘l qurilishi loyihalari uchun dastlabki xarajatlarni baholashda ko‘p regressiya tahlili usullari qo‘llanildi. 131 ta yo‘l qurilishi loyihasidan olingan ma’lumotlar asosida ishlab chiqilgan regressiya modellarining natijalari quyida taqdim etiladi.

2-jadval.

Regressiya modellarining natijalari

Model	$R^2$ qiymati	MAPE (%)	O'zgaruvchilar
Model 1	0,92	15	Yo‘lning uzunligi, kengligi, tuproq ishlari hajmi
Model 2	0,95	12	Yo‘lning uzunligi, kengligi, tuproq ishlari hajmi, asfalt qoplamasi
Model 3	0,98	10	Yo‘lning uzunligi, kengligi, tuproq ishlari hajmi, asfalt qoplamasi, mehnat xarajatlari

2-jadvalda har bir regressiya modelining aniqlik darajasi ( $R^2$  qiymati) va o‘rtacha nisbiy xato (MAPE) ko‘rsatilgan.  $R^2$  qiymati modelning natijalari va haqiqiy ma'lumotlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalaydi, va 1 ga yaqin bo‘lishi

modelning yuqori aniqligini bildiradi. Ushbu tadqiqotda ishlatilgan modellar orasida Model 3 eng yuqori  $R^2$  qiymati (0,98) bilan ajralib turadi, bu uning haqiqiy xarajatlarni aniqlashda eng samarali model ekanligini ko'rsatadi.

O'zgaruvchilar tahlili. Regressiya modellarida foydalanilgan o'zgaruvchilarni tahlil qilish, ularning loyiha xarajatlariga ta'sirini aniqlash imkonini beradi. Natijalar quyidagi xulosalarni chiqarishga yordam beradi:

1. Yo'lning uzunligi: Ushbu o'zgaruvchi barcha modellarda muhim ahamiyatga ega. Yo'lning uzunligi oshishi bilan, xarajatlari ham ortadi. Bu ko'rsatkichning ahamiyati, loyihalarning miqdori va resurslarni taqsimlashda asosiy omil sifatida ko'rib chiqilishi zarurligini ko'rsatadi.

2. Yo'lning kengligi: Yo'lning kengligi ham xarajatlarga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Yo'lning kengligi oshgan sari, asfalt va materiallar uchun talab ortadi, bu esa loyihalarning umumiy xarajatlariga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

3. Tuproq ishlari hajmi: Tuproq ishlari hajmi har bir modelda muhim o'zgaruvchi sifatida qatnashadi. Tuproq ishlari va tayyorlash jarayoni, yo'lni qurishdagi xarajatlarning katta qismini tashkil etadi.

4. Asfalt qoplamasi: Asfalt qoplamasi materiallari miqdori va xarajatlari yo'lning sifatini belgilaydi. Ushbu o'zgaruvchining modellar qabul qilinishi, yo'l sifatini ta'minlashda muhim omil ekanligini ko'rsatadi.

5. Mehnat xarajatlari: Mehnat xarajatlari, xarajatlarning asosiy qismi bo'lib, loyiha muvaffaqiyatida ahamiyatga ega. Bu omilning ahamiyati, loyiha ijrosining samaradorligi va ishchi kuchining malakasi bilan bog'liqdir.

## V. XULOSA VA TAVSIYALAR

Ushbu tadqiqot yo'l qurilishi loyihalarining dastlabki xarajatlarini baholashda ko'p regressiya tahlili usulining samaradorligini o'rganishga qaratilgan. Tadqiqot davomida 131 ta yo'l qurilishi loyihasidan olingan ma'lumotlar asosida bir nechta regressiya modellarini ishlab chiqish va tahlil qilish amalga oshirildi. Natijalar ko'rsatdiki, yo'lning uzunligi, kengligi, tuproq ishlari hajmi, asfalt qoplamasi va

mehnat xarajatlari kabi o'zgaruvchilar loyiha xarajatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Olingan modellarning  $R^2$  qiymatlari yuqori bo'lib, bu esa modellar orasida eng samarali bo'lgani Model 3 ni ta'kidlaydi, uning  $R^2$  qiymati 0,98 ga teng. Bu model, loyiha xarajatlarini aniqlashda eng ishonchli prognozlarni taqdim etadi. MAPE ko'rsatkichlari esa modellarning o'rtacha nisbiy xato darajasini ifodalaydi va 10% dan past bo'lishi, hisoblangan xarajatlar prognozlarining yuqori aniqligini tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalari ko'rsatadiki, yo'l qurilishi loyihalarining dastlabki xarajatlarini baholashda ko'p regressiya tahlilining qo'llanilishi loyiha rejalashtirish jarayonini optimallashtirish va moliyaviy resurslarni samarali taqsimlashga yordam beradi. Bu esa, o'z navbatida, iqtisodiy samaradorlikni oshirish va loyiha muvaffaqiyatini ta'minlashga xizmat qiladi. Ushbu tadqiqot natijalari kelgusidagi yo'l qurilishi loyihalarini rejalashtirish va baholashda ilmiy asoslangan yondashuvlarni qo'llash imkonini beradi, hamda sohadagi tajribalarni yanada rivojlantirishga hissa qo'shadi.

## VI. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Mahamid, I. (2011). The impact of using multiple regression models on road construction project cost estimation // International Journal of Construction Management, 11(1), pp. 1-10.

[2] hang, Y., Wang, L., and Yang, J. (2015). New regression models for estimating road construction costs: A comprehensive analysis // Journal of Civil Engineering and Management, 21(2), pp. 124-134.

[3] Koyuncu, S. and Shukorov, B. (2018). Practical applications of multiple regression analysis in project cost estimation // International Journal of Project Management, 36(4), pp. 556-566.

[4] Miller, R. (2019). Economic implications of regression model applications in road construction projects // Construction Management and Economics, 37(3), pp. 267-278.