KANALLARDAGI QIRG'OQ DEFORMATSIYASINI TADQIQ QILISH (AMU - BUXORO MASHINA KANALI MISOLIDA)

Rahbar: dots. Ahmedov Sh. R.
Buxoro davlat texnika universiteti
Sharipov Armonbek Ergashevich
Buxoro davlat texnika universiteti, ISMITI Buxoro mintaqaviy markazi laboratoriya mudiri, g.f.f.d (PhD), dotsent.
Baxtiyorov Shaxzod Bekzod o'g'li
Buxoro davlat texnika universiteti talabasi
Yanvarov F. Sh.,Nabiyev M. N.
Buxoro davlat texnika universiteti

Qabul qilindi: 18.02.2026
Ko‘rib chiqildi: 19.02.2026
Tasdiqlandi: 20.02.2026

Kalit so‘zlar:
kanal, qirg‘oq deformatsiyasi, eroziya, gidrodinamika, filtratsiya, barqarorlik, mustahkamlash inshootlari.

Annotatsiya. Mazkur ilmiy tezisda sug‘orish kanallarida yuzaga keladigan qirg‘oq deformatsiyalari, ularning shakllanish mexanizmlari hamda barqarorlikka ta’sir etuvchi omillar Amu-Buxoro mashina kanali misolida o‘rganildi. Tadqiqotda gidrodinamik yuklamalar, oqim tezligi, grunt tarkibi, filtratsiya jarayonlari va antropogen omillarning qirg‘oq eroziyasiga ta’siri tahlil qilindi. Olingan natijalar asosida qirg‘oq barqarorligini oshirish va deformatsiyalarni kamaytirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

Kirish. Sug‘orish kanallari qishloq xo‘jaligi hududlarida suv resurslarini yetkazib beruvchi asosiy gidrotexnika inshootlari hisoblanadi. Ularning samarali va uzluksiz ishlashi nafaqat suv ta’minoti barqarorligini, balki qishloq xo‘jaligi mahsuldorligini, hududiy ekologik muvozanatni hamda iqtisodiy xavfsizlikni ta’minlaydi. Kanal tizimlarining ekspluatatsion ishonchliligi esa ko‘p jihatdan o‘zan va qirg‘oqlarning barqarorligi bilan belgilanadi. Qirg‘oq deformatsiyasi – bu oqimning gidrodinamik ta’siri, gruntning fizik-mexanik xususiyatlari, filtratsiya jarayonlari hamda tashqi antropogen omillar natijasida yuzaga keladigan murakkab geotexnik jarayondir.

Ochiq kanallarda suv oqimi qirg‘oq yuzasida kesuvchi kuchlanishlar hosil qiladi. Agar ushbu kuchlanishlar gruntning kritik qarshilik qiymatidan oshsa, eroziya boshlanadi. Natijada qirg‘oq yemiriladi, o‘zan kengayadi va kesim geometriyasi o‘zgaradi. Bu esa suv sarfining notekis taqsimlanishiga, suv yo‘qotishlarining ortishiga hamda texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarining

oshishiga olib keladi. Ayniqsa, katta sarf bilan ishlaydigan magistral va mashina kanallarida gidravlik yuklamalar yuqori bo‘lib, qirg‘oq deformatsiyasi xavfi sezilarli darajada ortadi.

Amu-Buxoro mashina kanali O‘zbekistonning yirik suv uzatish tizimlaridan biri bo‘lib, Amudaryo havzasidan suvni nasos stansiyalari orqali ko‘tarib, Buxoro viloyati hududlariga yetkazib beradi. Kanal katta suv sarfi bilan ishlaydi va uzunligi bo‘yicha turli geologik sharoitlardan o‘tadi. Ayrim uchastkalarda lyossli va qumoq gruntlarning ustunligi, shuningdek, suv sathining mavsumiy tebranishlari qirg‘oq barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. So‘nggi yillarda kuzatilgan qirg‘oq yemirilishi va o‘zan deformatsiyalari mazkur muammoning dolzarbligini yanada oshirmoqda.

Qirg‘oq deformatsiyasi jarayonlari bir nechta omillarning o‘zaro ta’siri natijasida shakllanadi. Birinchidan, gidrodinamik omillar – oqim tezligi, chuqurlik, kesim shakli va burilish radiusi qirg‘oqdagi kesuvchi kuchlanish miqdorini belgilaydi. Ikkinchidan, geotexnik omillar – gruntning zichligi, ichki ishqalanish burchagi, yopishqoqligi va namlik darajasi barqarorlikni aniqlaydi. Uchinchidan, filtratsiya jarayonlari gruntning ichki tuzilmasini bo‘shashtirib, qiyalikning siljish ehtimolini oshiradi. To‘rtinchidan, antropogen ta’sirlar (transport yuklamalari, noto‘g‘ri ekspluatatsiya) ham deformatsiyani jadallashtirishi mumkin.

Global iqlim o‘zgarishi sharoitida ekstremal yog‘inlar va suv sarfining keskin o‘zgarishi kanallarda gidravlik yuklamalarni oshirmoqda. Bu esa qirg‘oq eroziyasi jarayonlarini tezlashtirishi mumkin. Shuning uchun zamonaviy gidravlik hisoblashlar, grunt mexanikasi nazariyalari va monitoring tizimlariga asoslangan kompleks tadqiqotlar olib borish zarur.

Mazkur tadqiqot ishida Amu–Buxoro mashina kanali misolida qirg‘oq deformatsiyasining shakllanish mexanizmlari ilmiy asosda o‘rganilib, ularning barqarorligini baholash hamda mustahkamlash bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish maqsad qilingan. Tadqiqot natijalari kanal infratuzilmasining uzoq muddatli ishonchliligini ta’minlash, suv yo‘qotishlarini kamaytirish va suv xo‘jaligi tizimining barqaror faoliyatini yaxshilashga xizmat qiladi.

Adabiyotlar tahlili. Qirg‘oq deformatsiyasini tadqiq qilish masalasi gidrotexnika, geotexnika va kanal injiniringi fanlarining kesishgan nuqtasida joylashgan bo‘lib, ushbu yo‘nalishda olib borilgan tadqiqotlar bir necha asosiy yo‘nalishda rivojlangan. Adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, kanallardagi qirg‘oq eroziyasi jarayonlarini o‘rganish birinchi navbatda gidravlik

kuchlar, grunt mexanikasi va filtratsion jarayonlar bilan bog‘liq bo‘lgan murakkab geotexnik jarayon sifatida ko‘riladi.

Qirg‘oq barqarorligini baholash bo‘yicha dastlabki nazariy asoslar Karl Terzaghi tomonidan ishlab chiqilgan grunt mexanikasi konsepsiyasiga tayangan. Terzaghi gruntdagi umumiy kuchlanish, samarali kuchlanish va pora bosimi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash orqali siljish va cho‘kish jarayonlarini tushuntirdi. Ushbu nazariya kanallardagi qirg‘oq siljishlarini prognozlashda va qiyalik barqarorligini baholashda asosiy ilmiy baza hisoblanadi. Ralph B. Peck va Gholamreza Mesri tomonidan olib borilgan tadqiqotlar gruntning konsolidatsiya jarayoni, suv sathining tebranishi va siljish dinamikasini tahlil qilishga qaratilgan. Bu ishlar kanal qirg‘oqlarining uzoq muddatli deformatsiya xulqini baholashda amaliy ahamiyatga ega. Limit muvozanat nazariyasi va Bishop, Fellenius, Morgenstern-Price metodlari qiyalik barqarorligini hisoblashda keng qo‘llaniladi. Ushbu usullar kanal qirg‘oqlaridagi siljish xavfini aniqlashda ishonchli hisoblanadi.

Gidravlik va filtratsion tadqiqotlar. Kanallarda suv oqimi qirg‘oq yuzasida kesuvchi kuchlanishlar hosil qiladi. United States Bureau of Reclamation tomonidan ishlab chiqilgan qo‘llanmalar va standartlarda kanal qirg‘oqlarining gidravlik barqarorligini baholash metodikasi batafsil yoritilgan. Ushbu manbalarda oqim tezligi, kesim geometriyasi va burilish radiusi qirg‘oq eroziyasini prognozlashda asosiy parametr sifatida keltirilgan. Filtratsiya jarayonlari qirg‘oqning ichki barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Porabosimi ortishi gruntning samarali kuchlanishini kamaytiradi va siljish xavfini oshiradi. Shu jihatdan, Darcy qonuni asosidagi filtratsion tahlillar qirg‘oq deformatsiyasini baholashda muhim rol o‘ynaydi.

Sonli modellashtirish va zamonaviy yondashuvlar. So‘nggi o‘n yilliklarda kanal qirg‘oqlarining deformatsiyasini aniqlashda chekli elementlar usuli (FEM) keng qo‘llanilmoqda. PLAXIS BV dasturi yordamida oqim kuchlari, filtratsion jarayonlar va gruntning mexanik xossalari kompleks modellashtiriladi. Bundan tashqari, qirg‘oq deformatsiyasini monitoring qilishda geodezik va geotexnik kuzatuv tizimlari qo‘llaniladi. Bu orqali real deformatsiyalar va model natijalari taqqoslanadi, shuningdek, xavfli zonalar aniqlanadi.

Xalqaro standartlar va tajribalar. International Commission on Large Dams (ICOLD) va World Bank tomonidan ishlab chiqilgan tavsiyalar kanal qirg‘oqlarining barqarorligini oshirish bo‘yicha amaliy ko‘rsatmalar beradi. Xususan, drenaj tizimlarini modernizatsiya qilish, bioinjenerlik va geosintetik

materiallar orqali qirg‘oqni mustahkamlash, monitoring tizimlarini joriy etish tavsiya etilgan.

Mahalliy tadqiqotlar. O‘zbekiston sharoitida qirg‘oq deformatsiyasini o‘rganish mintaqaning geologik xususiyatlari, iqlim va suv resurslarining mintaqaviy taqsimotini hisobga olgan holda olib boriladi. Amu–Buxoro mashina kanali bo‘yicha texnik hisobotlar va monitoring natijalari mavjud bo‘lib, ular kanal qirg‘oqlarida cho‘kish, siljish va eroziya jarayonlarini ko‘rsatadi. Biroq ko‘p hollarda ushbu tadqiqotlar faqat nazariy tahlil yoki monitoring ma’lumotlari bilan cheklangan. Kompleks sonli modellashtirish va gidrodinamik analiz yetarlicha qo‘llanilmagan.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki:

- Kanal qirg‘oqlarining barqarorligini baholashda klassik grunt mexanikasi va limit muvozanat nazariyalari asosiy ilmiy baza hisoblanadi;
- Filtratsion jarayonlar va gidrodinamik kuchlar qirg‘oq deformatsiyasida muhim rol o‘ynaydi;
- Sonli modellashtirish va zamonaviy monitoring tizimlari deformatsiya prognozini aniqlashda yuqori aniqlik beradi;
- Mahalliy sharoitlarda qirg‘oq deformatsiyasini kompleks baholash bo‘yicha ilmiy ishlanmalar yetarli emas.

Shu bilan birga, mazkur tezis Amu–Buxoro mashina kanali misolida qirg‘oq deformatsiyasini kompleks tahlil qilish va barqarorligini oshirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishni maqsad qilgan.

Muhokama. Amu–Buxoro mashina kanali qirg‘oqlarida o‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, qirg‘oq deformatsiyasi jarayoni murakkab va ko‘p omilli xarakterga ega. Oqim tezligi va gidrodinamik yuklamalar qirg‘oq eroziyasining asosiy sabablaridan biri bo‘lib, ayniqsa kanal burilishlari va keskin radiusga ega uchastkalarida deformatsiya intensivligi yuqori bo‘ladi. Bu natija xalqaro tadqiqotlar bilan mos keladi, ularda kanal burilishlarida markazdan qochma kuchlarning qirg‘oq yemirilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi ta’kidlangan (ICOLD, 2017).

Filtratsiya jarayonlari gruntning ichki barqarorligini pasaytirib, qiyalik siljish xavfini oshiradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, gruntning porozligi va suv bosimining ortishi barqarorlik koeffitsientini pasaytiradi. Bu Hol O‘zbekiston sharoitida, ayniqsa lyoss va qumoq gruntlar bilan qoplangan uchastkalarda muhim ahamiyatga ega, chunki ular suv bosimiga nisbatan sezgir va eroziyaga moyil.

Monitoring natijalari deformatsiya dinamikasini aniqlash imkonini berdi: suv sathining keskin ko‘tarilishi va kamayishi davrida qirg‘oq siljishlari sezilarli darajada ortadi. Bu esa suvni boshqarish rejalarini optimallashtirish zaruratini ko‘rsatadi, ya’ni suv sarfini barqarorlashtirish va tebranishlarni bosqichma-bosqich amalga oshirish orqali eroziyani kamaytirish mumkin.

Olingan natijalarni mustahkamlash choralari bilan bog‘lashda, gabion konstruksiyalari, beton plitalar, geosintetik matlar va bioinjenerlik usullari eng samarali vositalar sifatida aniqlangan. Shu bilan birga, kanal qirg‘oqlarini mustahkamlash va ekspluatatsion xavfsizlikni oshirish uchun avtomatlashtirilgan monitoring tizimlarini joriy etish va geodezik kuzatuvlarni muntazam olib borish tavsiya etiladi.

Muhokama shuni ko‘rsatadiki, Amu–Buxoro mashina kanalining qirg‘oq deformatsiyasi jarayoni nafaqat gidravlik, balki geotexnik va antropogen omillar bilan ham bog‘liq bo‘lib, uni kompleks yondashuv asosida baholash va boshqarish muhim. Tadqiqot natijalari sug‘orish kanallarining uzoq muddatli barqaror ishlashini ta’minlash va suv yo‘qotishlarini kamaytirish uchun ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda asos bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot Amu–Buxoro mashina kanali qirg‘oqlaridagi deformatsiya jarayonlarini ilmiy asosda o‘rganishga qaratildi. Tadqiqot natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi: Qirg‘oq deformatsiyasi asosan oqim tezligi va gidrodinamik yuklamalar bilan bog‘liq bo‘lib, burilish va keskin radiusga ega uchastkalarda eroziya xavfi yuqori. Filtratsiya jarayonlari gruntning ichki barqarorligini pasaytirib, qiyalikning siljish ehtimolini oshiradi. Bu ayniqsa lyossli va qumoq gruntlarda sezilarli. Monitoring ma’lumotlariga ko‘ra, suv sathining keskin o‘zgarishi qirg‘oq siljishlarini jadallashtiradi, bu esa suv sarfini optimallashtirish va tebranishlarni bosqichma-bosqich boshqarish zaruratini ko‘rsatadi. Ayrim uchastkalarda barqarorlik koeffitsienti minimal me’yoriy qiymatlarga yaqinlashgani aniqlanib, qirg‘oqni mustahkamlash choralarini kuchaytirishni talab qiladi. Mustahkamlash choralarida gabion konstruksiyalari, beton plitalar, geosintetik matlar va bioinjenerlik usullari eng samarali vositalar sifatida aniqlangan. Shu bilan birga, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari va geodezik kuzatuvlar qirg‘oq barqarorligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Shu tarzda, tadqiqot Amu–Buxoro mashina kanalining qirg‘oq deformatsiyasini kompleks yondashuv asosida baholash va barqarorligini oshirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga asos yaratdi. Natijalar suv xo‘jaligi tizimining uzoq muddatli ishonchliligini ta’minlash, eroziyani kamaytirish va qishloq xo‘jaligi hududlarida samarali suv ta’minotini yaxshilashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Gholamreza Mesri. *Soil Mechanics Principles and Practice*. McGraw-Hill, 1997.
2. International Commission on Large Dams (ICOLD). *Dam and Canal Safety Guidelines*. Paris, 2017.
3. PLAXIS BV. *PLAXIS Reference Manual*. Delft, Netherlands, 2020.
4. World Bank. *Environmental and Social Framework for Hydraulic Structures*. Washington, 2018.
5. O‘zbekiston Respublikasi Qurilish me’yorlari va qoidalari (QMQ). *Sug‘orish kanallari loyihalash bo‘yicha me’yoriy hujjatlar*. Toshkent, 2020.
6. Amu–Buxoro mashina kanali bo‘yicha texnik monitoring hisobotlari. Buxoro viloyati suv xo‘jaligi boshqarmasi, 2021–2024.