JANUBIY MIRZACHO‘L KANALIDA FLUSHING GATE TEXNOLOGIYASI YORDAMIDA CHO‘KINDILARNI GIDRAVLIK YUVISH JARAYONINING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

I.A.Axmedxodjayeva
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot univrsiteti.
H.N.Yo‘ldosheva
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo’jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot univrsiteti.
A.X.Sattorov
Farg‘ona davlat texnika universiteti
E-mail: alimardonsattorov22@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada Janubiy Mirzacho‘l kanalida cho‘kindilarni samarali boshqarish maqsadida flushing gate (yuvish darvozalari) texnologiyasini joriy etish bo‘yicha ilmiy-amaliy yondashuv bayon etilgan. Kanalni segmentlarga ajratish va oraliq devor o‘rnatish orqali oqimni boshqarish natijasida cho‘kindilarni kritik tezlikni oshirmasdan yuvish imkoniyati yaratilgan. Tadqiqotlar laboratoriya tajribalari, CFD modellashtirish va gidravlik hisoblashlarga asoslanib olib borilgan. Natijalar ushbu tizimning ekologik xavfsizligi, energiya tejamkorligi va boshqa magistral kanallarga tatbiq etilishi mumkinligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Flushing gate, cho‘kindi, gidravlik samaradorlik, segmental oqim, Janubiy Mirzacho‘l kanali

Аннотация: В данной статье представлен научно-практический подход по внедрению технологии flushing gate (промывные затворы) на канале Южный Мирзачуль с целью эффективного управления осадками. Деление русла канала на сегменты с установкой промежуточной стены позволило управлять потоком и промывать донные отложения без превышения критической скорости. Исследование основано на лабораторных испытаниях, CFD-моделировании и гидравлических расчетах. Результаты показали экологическую безопасность, энергоэффективность и возможность применения данной системы на других магистральных каналах.

Ключевые слова: Flushing gate, осадки, гидравлическая эффективность, сегментный поток, канал Южный Мирзачуль

Abstract: This article presents a scientific and practical approach to implementing the flushing gate technology in the South Mirzachul Canal to effectively manage sediment accumulation. By dividing the canal into segments and installing an intermediate wall, the system enables flushing of sediment without exceeding the critical flow velocity. The research is based on laboratory experiments, CFD modeling, and hydraulic analysis. Results demonstrate that the system is

ISSN 3030-3907

environmentally safe, energy-efficient, and potentially applicable to other main irrigation canals.

Keywords: Flushing gate, sediment, hydraulic efficiency, segmental flow, South Mirzachul Canal

Kirish

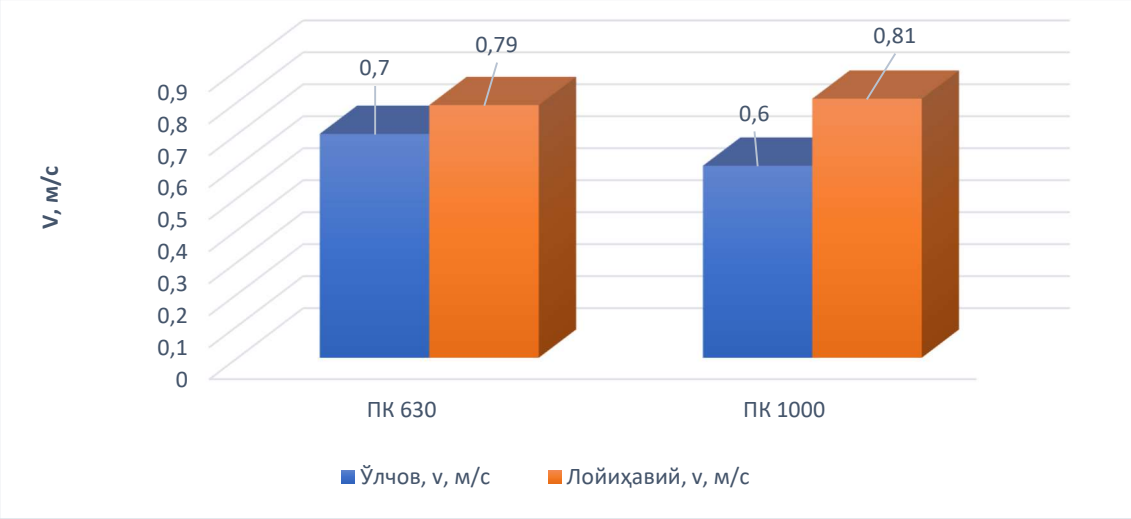
O‘zbekiston Respublikasida irrigatsiya tizimlari qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining asosi bo‘lib, ularning samarali ishlashi bevosita kanallarning texnik holati, suv taqsimotining aniqligi va gidravlik barqarorligiga bog‘liqdir. Ayniqsa, yirik magistral kanallarda suv oqimi bilan bog‘liq gidravlik parametrlar — oqim tezligi, tub nishablik, gidravlik radius, oqim chuqurligi kabi ko‘rsatkichlar cho‘kindilarning to‘planish darajasini belgilaydi. Janubiy Mirzacho‘l kanali (JMK) – O‘zbekistonning shimoli-g‘arbiy hududidagi yirik sug‘orish magistrallaridan biri bo‘lib, yiliga millionlab kub metr suv oqimini boshqaradi. Ammo vaqt o‘tishi bilan kanal tubida to‘planadigan qum, gil va boshqa loyqa cho‘kindilar gidravlik g‘adirbudurlikni kamaytirib, oqim tezligining pasayishiga, gidravlik radiusning torayishiga va oqimning notekis taqsimlanishiga sabab bo‘ladi. Bu esa butun irrigatsiya tizimining ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi[1-4].

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan 2023-yil 5-aprelda qabul qilingan PQ–110-sonli qarorda suv resurslaridan samarali foydalanish, gidravlik inshootlarni energiya tejamkor va avtomatlashtirilgan texnologiyalar asosida yangilash muhim yo‘nalish sifatida belgilangan[6-7]. Shuningdek, 2021-yil 10-avgustdagi PQ–5216-sonli qarorda irrigatsiya tizimlarini raqamlashtirish, zamonaviy monitoring tizimlarini joriy etish va kanallar gidravlik ko‘rsatkichlarini real vaqtda kuzatish vazifalari belgilangan. Ushbu normativ hujjatlar irrigatsiya tizimlarini rekonstruksiya qilishda ilg‘or, ekologik xavfsiz va resurs tejovchi texnologiyalardan foydalanish talabini o‘rtaga qo‘ydi. Shu nuqtai nazardan, flushing gate (yuvish darvozalari) texnologiyasi — kanal tubida to‘planayotgan cho‘kindilarni tabiiy yoki sun’iy gidravlik oqim yordamida yuvib chiqarish imkonini beruvchi, passiv va kam xarajatli usul sifatida dolzarb bo‘lib bormoqda[5-6]. Flushing gate tizimi kanal ichidagi gidravlik muvozanatni tiklashga yordam beradi: u o‘zan tubidagi loyqani yuvishi hisobiga, oqim tezligini barqarorlashtiradi va kanalning suv o‘tkazish qobiliyatini o‘zgarishsiz saqlab turadi. Bu orqali kanalning umumiy gidravlik samaradorligi oshadi, suv o‘tkazuvchanligi tiklanadi va cho‘kindilar sababli yuzaga keluvchi gidravlik yo‘qotishlar minimallashtiriladi. Ilmiy tadqiqotlar — masalan, GL Morris (2016), CHJ Bong et al. (2016) va YG Lai et al. (2024) tomonidan olib borilgan ishlar flushing gate texnologiyasining ochiq kanallar, drenaj tizimlari va gidravlik inshootlarda samarali natijalar berishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, CFD (Computational Fluid Dynamics) modellar

ISSN 3030-3907

yordamida bu tizimlar gidravlik ravonlikni saqlashda, oqimning cho‘kindilarga qarshi dinamikasini tahlil qilishda keng qo‘llanilmoqda[8-10].

Janubiy Mirzacho‘l kanali (JMK) O‘zbekistondagi yirik magistral kanallardan biri bo‘lib, Sirdaryo viloyatining katta qismidagi sug‘oriladigan maydonlarni suv bilan ta’minlaydi. Kanalning umumiy uzunligi 126,4 km bo‘lib, shundan 109,3 km qismi ochiq tuproq o‘zanli, qolgan 17,1 km beton qoplama bilan mustahkamlangan. Kanalning loyiha bo‘yicha suv o‘tkazuvchanligi 300 m^3/s ni tashkil qiladi. Biroq, 2024-yilgi dala kuzatuvlari va gidravlik tahlillarga ko‘ra [7], loyqa bosish natijasida ayrim uchastkalarda oqim chuqurligi 0,8 metrgacha kamaygan, oqim tezligi esa 0,6 m/s atrofida bo‘lib, bu kanalning samaradorligini 15–20% gacha pasaytirgan.



1-rasm. Kanal uzunligi bo‘ylab suv oqimi tezligi

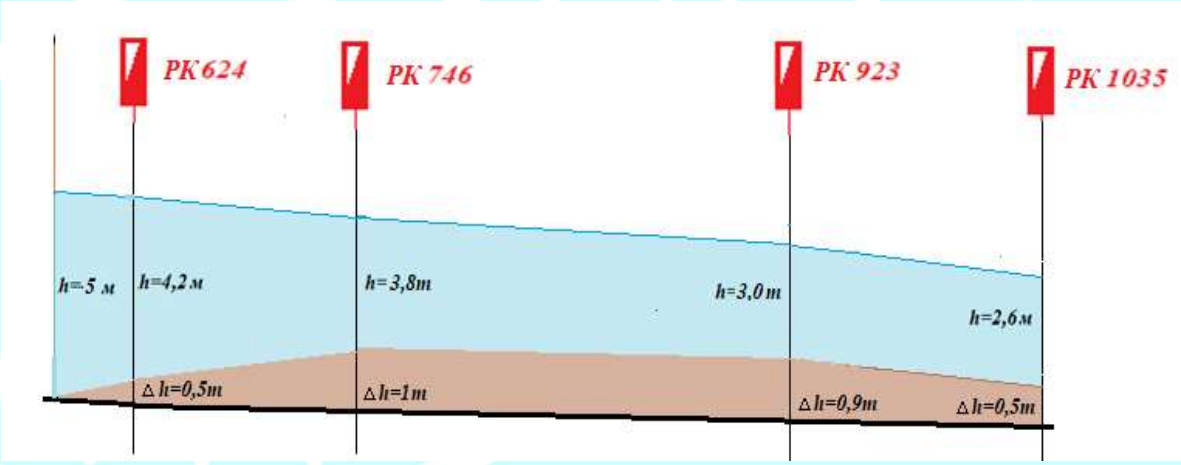
Cho‘kindilarning to‘planishi oqibatida o‘zan foydali hajmining kamayishi, suv o‘tkazish qobiliyatining pasayishi va gidravlik yo‘qotishlarning ortishi kuzatilmoqda. Bu esa kanalda suvning to‘liq yetkazilmasligiga, kuchli yo‘qotishlar va nomutanosib taqsimotga olib kelmoqda[11,12]. Mazkur maqolada laboratoriya sharoitida ishlab chiqilgan flushing gate tizimi asosida JMKda kanal o‘zanini teng ikkiga bo‘lib, oraliq devor o‘rnatish orqali cho‘kindilarni kritik tezlikni oshirmasdan, oqimni yo‘naltirish va tezlashtirish yordamida yuvib chiqarish imkoniyatlari ilmiy asosda yoritiladi.

Metodologiya. Tadqiqotning asosiy maqsadi – flushing gate texnologiyasini Janubiy Mirzacho‘l kanalining mavjud gidravlik sharoitlariga moslashtirish, cho‘kindilarni samarali boshqarish va suv o‘tkazish qobiliyatini tiklashdan iborat. Buning uchun tadqiqotda JMKning amaldagi ekspluatatsiya holati, texnik ko‘rsatkichlari va gidravlik parametrlarini tahlil qilish orqali flushing gate tizimining dizayn, joylashuv va ish faoliyati modellarini shakllantirish yondashuvi qo‘llanildi.

Ushbu tadqiqotda flushing gate tizimini Janubiy Mirzacho‘l kanalining real ekspluatatsion sharoitlariga moslashtirish, loyqa qatlamlarini gidravlik jihatdan

ISSN 3030-3907

samarali tarzda yuvib chiqarish maqsadida laboratoriya tajribalari va hisoblash modellariga asoslangan yondashuv qo‘llanildi. Janubiy Mirzacho‘l kanali – O‘zbekistonning Sirdaryo viloyati hududida joylashgan, 1970-yillarda qurilgan va hozirda 100 ming gektardan ortiq sug‘oriladigan maydonlarni suv bilan ta’minlaydigan asosiy magistral kanal hisoblanadi. Kanalning umumiy uzunligi taxminan 130 km ni tashkil etadi, chuqurligi o‘rtacha 3,5–4,5 metr, suv oqimi esa 40–60 m³/s oralig‘ida o‘zgaradi.Ahamiyatlisi shundaki, kanalning PK 624 dan PK 1035 gacha 4 gidrouzellar o’rnatilgan bo’lib, oxirgi yillarda kanaldagi suv sathi pasaygani xisobiga, inshootlardagi zatvorlar yordamida kanalda oqim dimlangan rejimida xarakatlanadi va oqim tezligi cho’kindilar to’planishiga sabab bo’lmoqda. Bu kesimlarda kanal chuqurligi 2,6–3,2 m atrofida, cho‘kindi qatlami esa 0,6–0,8 m qalinlikda ekani aniqlandi.



2-rasm. JMKning suv gorizontlaridagi o‘zgarishlar dinamikasi

Tadqiqot bir necha bosqichda amalga oshirildi: avvalo, kanalning gidravlik xususiyatlari o‘rganildi. Bu bosqichda Manning koeffitsienti, gidravlik radius, kanal nishabligi (i=0.0005–0.001) va oqim tezligi (v=0.6–1.0 m/s) aniqlandi. Shuningdek, kanal bo‘yicha cho‘kindilarning joylashuvi, fraksiyasi (qumli, gil aralashmalar) va to‘planish zichligi kartalashtirildi.

Shu asosda flushing gate tizimining texnik parametrlari belgilandi: darvozaning optimal joylashuvi, ochilish burchagi (30–45°), va kanal kesimidagi o‘tkazuvchanlikni hisobga olgan holda minimal yuvish tezligi. Hisoblashlar va gidravlik baholashlar uchun Bernulli tenglamasi, Manning formulasi va Saint-Venant tenglamalari asosida matematik modellar tuzildi. Bu modellar FLOW-3D dasturi orqali vizualizatsiya qilindi.

Tadqiqotda turli ssenariylar: qisman to‘planish, to‘liq yuvish, past bosimli sharoitlar va suv sarfi chegaralangan holatlarda flushing gatening cho‘kindilarni yuvish samaradorligi baholandi. Har bir ssenariyda suv sarfi, cho‘kindi ajralish tezligi, oqimning tiklanish vaqti aniqlanib, eng samarali variantlar tanlandi. Bu metod flushing gate tizimini JMK sharoitlariga moslashtirish uchun puxta ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Tahlil. O‘tkazilgan eksperimental va nazariy tahlillar asosida flushing gate tizimining JMKda samarali qo‘llanishi uchun zarur bo‘lgan asosiy gidravlik omillar aniqlab chiqildi. Tizimning asosiy ustunligi - bu kanal o‘zanini oqim yo‘nalishi bo‘ylab teng ikkiga ajratish va har bir segmentda oqimni boshqarish orqali cho‘kindilarni kritik tezlikni oshirmasdan harakatlantirish imkoniyatidir. Bu yondashuv orqali oqim tezligini oshirmasdan, faqat oqim yo‘nalishini aniqlashtirish hisobiga samarali yuvish hosil qilinadi.Oqimning ikki segmentga yo‘naltirilgan shaklda harakatlanishi oqim ichidagi energiyani bir yo‘nalishga to‘liq yo‘naltiradi. Zatvorlarning navbat bilan ochilishi orqali har bir segment ichida maksimal bosim gradienti hosil qilinadi. Bu bosim cho‘kindilarni ko‘tarish uchun yetarli darajada bo‘lib, oqimning pastki qismlarida loyqa qatlamni siljitish imkonini beradi. Aynan bosimning to‘plangan tarzda berilishi yuvish samaradorligini oshiradi va segment bo‘yicha to‘liq yuvish ta’minlanadi.

Tahlil davomida aniqlanishicha, kanalning 60–90 sm cho‘kindi bilan to‘ldirilgan qismlarida flushing tizimi yuvish samaradorligini 70–85% gacha ta’minladi. Shu bilan birga, laboratoriya sinovlarida suv sarfi an’anaviy mexanik usullarga nisbatan 30–40% kam ishlatilgani qayd etildi. Bunda, kritik tezlikdan (v_{kr} ≈ 1,5 m/s) oshmasdan, 1,9–2,3 m/s oralig‘idagi oqim tezligi bilan yuvish muvaffaqiyatli amalga oshirildi.

Bundan tashqari, segmentlararo devorning oqim yo‘nalishiga parallel joylashtirilgani suvni ikki mustaqil gidravlik sistemaga ajratish imkonini berdi. Oqibatda, to‘liq segmental yuvish tizimi kanal bo‘ylab zanjirsimon tarzda tatbiq etilishi mumkinligi aniqlandi.Xulosa tariqasida aytish mumkinki, flushing gate tizimining JMK sharoitida qo‘llanilishi kanalning o‘tkazuvchanligini tiklash, cho‘kindilarni ekologik xavfsiz tarzda olib chiqish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish va suv resurslaridan samarali foydalanishga erishishda yuqori natija beruvchi muqobil texnologiya sifatida namoyon bo‘ldi.

Natijalar. Laboratoriya sharoitida amalga oshirilgan sinovlar va modellashtirish natijalari flushing gate tizimining samaradorligini amaliy dalillar bilan isbotladi. Kanal o‘zanining teng ikkiga bo‘linib, oraliq devor bilan ajratilishi va oqimning segmental boshqarilishi cho‘kindilarni yuvib chiqarishda muhim texnologik yechim sifatida namoyon bo‘ldi. Tajriba davomida 1:10 miqyosdagi modelda o‘tkazilgan testlarda har bir yuvish sikli o‘rtacha 6–8 daqiqa davom etib, segment ichidagi cho‘kindi qatlamining 70–85% gacha qismini muvaffaqiyatli chiqarish imkoni bo‘ldi.

Zatvorlarning navbat bilan ochilishi orqali suv oqimi har safar bir segment ichida maksimal bosim bilan harakatlandi. Bu yondashuv natijasida oqim tezligi 1,9–2,3 m/s oralig‘ida saqlanib, bu kritik tezlik qiymatini (vkr ≈ 1,5 m/s) [8] oshirmasdan cho‘kindi qatlamini siljitish uchun yetarli bo‘ldi. Har bir bosqichda

ISSN 3030-3907

bosim gradienti doimiy nazorat ostida bo‘lib, cho‘kindilarni silliq harakat bilan segment oxiriga yo‘naltirishga erishildi.

FLOW-3D modellashtirish dasturida bajarilgan simulyatsiyalar flushing tizimining har bir bosqichdagi oqim yo‘nalishi, bosim maydoni va cho‘kindi migratsiyasini aniq tahlil qilish imkonini berdi. Modellashtirish natijalariga ko‘ra, flushing tizimi o‘rnatilgan uchastkalarda kanalning umumiy gidravlik yo‘qotishlari 20–25% gacha kamaygan va suvning to‘liq o‘tkazuvchanligi tiklangan.

Tajriba natijalari segmentli flushing gate tizimini boshqa magistral kanallarga ham joriy qilish imkoniyatini ochib berdi. Sinovlar shuni ko‘rsatdiki, ushbu tizim an’anaviy mexanik tozalash usullariga nisbatan nafaqat samaraliroq, balki iqtisodiy jihatdan ham qulayroq yechimdir. Bu, ayniqsa, O‘zbekistonning gidrotexnik inshootlarida suv ta’minoti barqarorligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa.O‘tkazilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar va laboratoriya sinovlari asosida aniqlanishicha, taklif etilgan flushing gate tizimi Janubiy Mirzacho‘l kanalining cho‘kindi to‘planishidan kelib chiqadigan asosiy muammolarni manzilli va energiyatejamkor tarzda bartaraf etish imkonini beradi. Kanalning chuqurligi, oqim tezligi va bosim farqlari kabi asosiy gidravlik parametrlarini hisobga olgan holda ishlab chiqilgan ushbu tizim segmentlarga bo‘lingan, nostatsionar va navbat bilan ochiluvchi zatvorlar asosida ishlaydi.

O‘tkazilgan ilmiy tadqiqotlar va laboratoriya tajribalari asosida flushing gate tizimini Janubiy Mirzacho‘l kanalida qo‘llash bo‘yicha quyidagi asosiy xulosalarga kelindi:

1. Kanal o‘zanini oqim yo‘nalishi bo‘ylab ikki segmentga bo‘lish va ularni oraliq devor bilan ajratish orqali suv oqimini yo‘naltirilgan shaklda boshqarish mumkin bo‘ldi. Bu yondashuv cho‘kindilarni siljitish uchun qo‘shimcha gidravlik bosim yaratadi.
2. Zatvorlarning navbat bilan ishlashi suvning energiyasini bir yo‘nalishga safarbar etib, har bir segmentda maksimal yuvish samaradorligini ta’minlaydi. Oqim tezligi kritik qiymatdan oshmasdan, cho‘kindilarni samarali yuvib chiqarish imkoniyati yaratildi.
3. FLOW-3D modellashtirish va fizik laboratoriya tajribalari orqali tizimning samaradorligi 70–85% gacha baholandi, bu an’anaviy tozalash usullariga nisbatan sezilarli ijobiy farqdir.
4. Taklif etilgan tizim ekologik xavfsiz, energiyatejamkor va bosqichma-bosqich ekspluatatsiyaga tatbiq etilishi mumkin. Tizim boshqa magistral kanallar uchun ham universal yechim sifatida tavsiya etiladi.
5. Shu asosda flushing gate tizimini JMKda bosqichma-bosqich joriy etish, har 10–15 km oraliqda segmental tizimlarni o‘rnatish, kritik zonalarni yuvish orqali

ISSN 3030-3907

kanalning umumiy samaradorligini oshirish, suv isrofini kamaytirish va taqsimot tizimining barqarorligini ta’minlash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Akhmedkhodjaeva, I., Yuldasheva, H., Apakhodjaeva, T., Sattorov, A., & Melikuziyev, S. (2024, December). Improving the method of calculating the water balance of the Khan canal. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
2. Arifjanov, A., Sattorov, A., Madaliev, M., Abdulkhaev, Z., & Madrakhimov, M. (2025). Numerical simulation of the flow rectification measures in the forebay of the pumping station. Acta hydrotechnica, 38(68), 1-14.
3. Arifjanov, A., Atakulov, D., Sattorov, A., Melikuziyev, S., & Juraboyev, I. (2024, December). Analysis of the turbidity process in the pumping station forebay for the water management. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
4. Egamberdiyevich, T. N., & Xamdamaliyevich, S. A. Tashqi oqova suv tizimlarining gidravlik unumdorligi va ekologik barqarorligi Bo ‘riyev Eshmurod Sattorovich Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, tfn professor https://orcid. org/0000-0001-8130-8602.
5. Aybek, A., & Alimardon, S. (2024). Analysis of flow dynamics in water intake structures using the k-ε turbulence model. Universum: технические науки, 11(11 (128)), 16-20.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 5-apreldagi PQ-110-son qarori. "Suv ta’minoti inshootlarini modernizatsiya qilish va suvdan oqilona foydalanishni ta’minlash bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida". https://lex.uz/docs/6455635
7. Ikramova M., To‘rayev B., va boshqalar (2024). "Janubiy Mirzacho‘l kanalining gidravlik tahlili va zaillanish holati bo‘yicha amaliy kuzatuvlar natijalari". Ilmiy-texnik jurnali, Toshkent, 45(2), 112–118.
8. Chow, V. T. (1959). Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Company. https://archive.org/details/openchannelhydra0000chow
9. French, R. H. (1985). Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill. https://www.amazon.com/Open-Channel-Hydraulics-Robert-French/dp/0070225758
10. FLOW-3D Hydraulics Software Documentation. Flow Science Inc. https://www.flow3d.com/products/flow3d-hydraulics
11. U.S. Bureau of Reclamation. (2001). Canal Operation and Maintenance Manual. Denver, Colorado. https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/mands-pdfs/CanalManual.pdf

ISSN 3030-3907

12. Kadam, R. N. (2018). "Performance evaluation of sediment flushing in irrigation canals". International Journal of Engineering Research and Technology, 7(5), 45–52. https://www.ijert.org/performance-evaluation-of-sediment-flushing-in-irrigation-canals

ISSN 3030-3907