TAKOMILLASHGAN ZOVUR GIDRAVLIK HISOBI

Alisher Fatxulloyev[1]
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
Maqsud Otaxonov
Smart Solution System MCHJ
Abdullo Hoshimov
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
Shoxista Ermatova
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
E-mail: ahoshimow@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada takomillashgan zovur (gorizontal quvur + vertikal quvur) uchun gidravlik hisob metodikasi taqdim etiladi. Yondashuv sho‘r yuvishdan keyingi o‘rtacha drenaj yuklamasini $\frac{W_{sh}}{T_d} = Q_g + nQ_v$munosabati orqali gorizontal (chiziqli) va radial oqimlar muvozanatiga bog‘laydi; filtr qoplamalari farqi sabab $k_1 \neq k_2$ alohida kiritiladi. Xovos tumani (20 ga, o‘rta qumoq) maydoni bo‘yicha sonli hisoblash natijalariga ko‘ra $Q_g = 386.5$m³/kun, $nQ_v = 213.5$m³/kun olindi. Iterativ “$n \to r_{01} \to s$” tartibida r_{01}katalog DN asosida tanlanadi, so‘ng α yordamida $s$aniqlanadi. Minimal $\Delta = Q_{v,cap} - Q_{v,req} \geq 0$ me’zoni bo‘yicha mos yechim sifatida DN280 ($r_{01} = 0.14$ m), $n = 20$, $s \approx 40$m; $\alpha_{min} \approx 0.552$, ishchi $\alpha = 0.60$ qiymatlari taqdim etildi. Natija nazariy talab va amaliy sig‘imni muvofiqlashtirib, 100 kunlik drenaj rejimida barqaror ishlashni ta’minlaydi.

Kalit so‘zlar: takomillashgan zovur; gorizontal quvur; vertikal quvur; gidravlik hisob; sho‘r yuvish; oqim taqsimoti α; DN katalog; masofa s.

Аннотация: В статье представлена методика гидравлического расчёта усовершенствованного дренажа (горизонтальная труба + вертикальная труба). Подход увязывает послепромывочную среднюю дренажную нагрузку $\frac{W_{sh}}{T_d} = Q_g + nQ_v$ с балансом горизонтальных (латеральных) и радиальных потоков; различие фильтрующих оболочек учитывается отдельными коэффициентами $k_1 \neq k_2$. Для полигона в районе Ховавса (20 га, среднесуглинистые почвы) расчёт дал значения $Q_g = 386.5$м³/сут и $nQ_v = 213.5$м³/сут. В итерационной схеме «$n \to r_{01} \to s$» радиус r_{01}выбирается по каталогам DN, после чего с использованием αопределяется шаг s. По критерию минимального $\Delta = Q_{v,cap} - Q_{v,req} \geq 0$получено согласованное решение: DN280 ($r_{01} = 0.14$ м), $n = 20$, $s \approx 40$м; $\alpha_{min} \approx 0.552$, рабочее $\alpha =$

ISSN 3030-3907

0.60. Результат согласует теоретический спрос и практическую пропускную способность, обеспечивая устойчивую работу при 100-суточном режиме дренажа.

Ключевые слова: усовершенствованный дренаж; горизонтальная труба; вертикальная труба; гидравлический расчёт; промывка засолённых почв; коэффициент распределения α; каталог DN; шаг s

Abstract: This paper presents a hydraulic design methodology for an improved drainage system (horizontal pipe + vertical pipe). The approach links the post-leaching average drainage demand $\frac{W_{sh}}{T_d} = Q_g + nQ_v$to the balance of horizontal (lateral) and radial flows; differences in filter envelopes are explicitly modeled via distinct coefficients $k_1 \neq k_2$. For the Xovos site (20 ha, medium loam), calculations yield $Q_g = 386.5\text{m}^3/\text{day}$ and $nQ_v = 213.5\text{m}^3/\text{day}$. In the iterative scheme "$n \to r_{01} \to s$", the well radius $r_{01}$is selected from DN catalog values, then spacing $s$is determined using α. Applying the minimal $\Delta = Q_{v,cap} - Q_{v,req} \geq 0$criterion gives a consistent configuration: DN280 ($r_{01} = 0.14$ m), $n = 20$, $s \approx 40\text{m}$; $\alpha_{min} \approx 0.552$with working $\alpha = 0.60$. The outcome reconciles theoretical demand with practical capacity, ensuring robust operation under a 100-day drainage regime.

Keywords: improved drainage; horizontal pipe; vertical pipe; hydraulic design; leaching; flow-sharing coefficient α; DN catalog; spacing s.

Kirish

Zovur tizimlari sug‘oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilashda asosiy omillardan biri hisoblanadi. Bu tizimlar tuproqning ortiqcha namligini kamaytirish, sho‘rlanish va botqoqlanish kabi salbiy jarayonlarning oldini olish orqali qishloq xo‘jaligi mahsuldorligini oshirishga xizmat qiladi [1, 2]. Ayniqsa, O‘zbekiston sharoitida yerosti suvlari sathi yuqori bo‘lgan hududlarda zovur tizimlarining to‘g‘ri loyihalanishi dolzarb muammo sanaladi [3].

An’anaviy zovur hisoblash usullari hozirgi murakkab tabiiy-iqtisodiy sharoitlarda yetarli aniqlik bermaydi. Masalan, ular filtratsiya oqimi, suv sathining nisbiy pasayishi, yoki zovur qoplamalarining gidravlik qarshiliklarini e’tiborga olmaydi [4, 5]. Shu sababli, zamonaviy gidravlik modellar, raqamli simulyatsiya va tajribaviy natijalarga asoslangan takomillashgan yondashuvlar zarurdir [6, 7, 8].

Takomillashgan zovur hisobida kanalning geometrik shakli, oqim holati, tuproq filtratsiya koeffitsienti va yerosti suvlari sathining dinamikasi birgalikda baholanadi. Bunday yondashuvlar faqat zovur samaradorligini emas, balki infratuzilma optimalligini ham oshiradi [9, 10]. Masalan, ochiq zovurlarning turli kesimlari (trapetsiya, yarim doira, to‘g‘ri burchakli) uchun o‘tkazilgan tajribaviy

ISSN 3030-3907

tadqiqotlar oqim sig‘imini 20–25% aniqlik bilan bashorat qilish imkonini beradi [11, 12].

Bundan tashqari, sug‘oriladigan yerlarning meliorativ holati iqlim o‘zgarishlari fonida tubdan o‘zgarib borayotganini e’tibordan chetda qoldirib bo‘lmaydi [13]. Ayrim tadqiqotlar ko‘rsatishicha, noto‘g‘ri loyihalangan zovur tizimlari tuproq eroziyasini kuchaytiradi va ekologik muvozanatni buzadi [14, 15]. Shu bois, zovur gidravlik hisobining har bir komponenti – kanal chuqurligi, kengligi, qiyalik darajasi, filtratsion koeffitsient, suv oqimi tezligi – ilmiy asoslangan tarzda tahlil qilinishi kerak [16, 17].

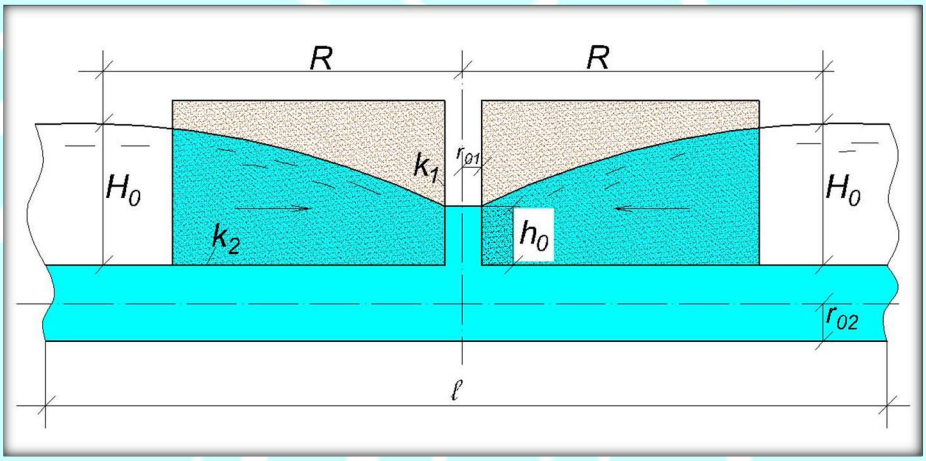
Bugungi kunda sun’iy intellekt asosidagi modellashtirish, mashina o‘rganish algoritmlari va avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari zovur samaradorligini prognozlashda foydalanilmoqda [18]. Bular orqali nafaqat hisoblashlar aniqligi oshadi, balki ekspluatatsiya xarajatlari ham kamayadi [19, 20].

Shu munosabat bilan, ushbu maqolada takomillashgan zovur gidravlik hisobining nazariy asoslari, zamonaviy hisoblash metodlari va amaliy qo‘llanilishi o‘rganiladi. Maqsad — mavjud usullarning imkoniyatlarini baholab, real sharoitlarda qo‘llashga moslashgan, ilmiy asoslangan va amaliyotga yaqin yechimlarni taklif qilishdan iboratdir.

Sug‘oriladigan yerlarda sizot suvlari sathining ko‘tarilishi va tuproqning sho‘rlanishi hosildorlikni pasaytiruvchi asosiy omillardan biridir. Klassik yopiq drenaj tizimlari, odatda, faqat gorizontal teshikli quvurlarga tayanadi va chiziqli oqimni chiqarish hisobiga sizot suvini sekin pasaytiradi. Biroq sho‘r yuvish davrlarida yoki yuqori filtrlanuvchan qatlamlar ostida qisqa muddatda hosil bo‘ladigan ortiqcha suv yuklamasini bunday tizim yetarli jadallikda bartaraf eta olmasligi mumkin. Shunday holatlarda gorizontal kollektor bilan birga vertikal qabul qiluvchi quvurlarni qo‘llash — ya’ni takomillashgan zovur — gidravlik samaradorlikni oshirishning amaliy yo‘lidir (1-rasm).

Takomillashgan zovurda suv chiqishi ikki komponentdan iborat: maydon massividan gorizontal quvurga keladigan chiziqli oqim va vertikal quvurlar atrofida hosil bo‘ladigan radial oqim. Ularning yig‘indisi tizimning umumiy drenaj sarfini belgilaydi. Ushbu ikki komponent o‘zaro bog‘liq: vertikal elementlar sizot suvini mahalliy pasaytirib, gorizontal oqimning potensialini o‘zgartiradi; gorizontal kollektor esa vertikal quduqlardan kelgan oqimni xavfsiz tashish uchun yetarli o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lishi kerak. Shu bois, tizim parametrlarini (quvur o‘lchamlari, joylashuvi, oraliq masofa) birgalikda loyihalash talab etiladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Takomillashtirilgan zovur

Tadqiqot obyekti sifatida Sirdaryo viloyati Xovos tumanida joylashgan E. Qaxxorov SIU “Bo‘ston langari” fermer xo‘jaligi tanlandi. Dala maydoni 20 gektar bo‘lib, tuproqning mexanik tarkibi o‘rta qumoq sinfiga mansub. Hudud sug‘oriladigan dehqonchilik zonasi bo‘lib, sizot suvlar sathi mavsumiy ravishda tebranishi va sho‘rlanish jarayonlari kuzatilishi bilan tavsiflanadi. Tabiiy-geologik sharoitda tuproqning suv o‘tkazuvchanligi notekis, filtratsiya jarayonlari asosan qumli va qumoq qatlamlarda jadallashadi. Fermer xo‘jaligi maydonida suv tejamkor sug‘orish texnologiyasi joriy etilgan bo‘lib ayniqsa sho‘r yuvish tadbirlaridan so‘ng sizot suvining ko‘tarilishi agronomik nuqtai nazardan xavfli darajaga yetishi mumkin. Shu bois tadqiqotda gorizontal kollektor va vertikal qabul qiluvchi quvurlardan iborat takomillashgan zovur tizimining gidravlik samaradorligi baholandi. Dala sharoitidan olingan boshlang‘ich parametrlar — sho‘r yuvish me’yorining umumiy hajmi va davomiyligi, gorizontal kollektor uzunligi, yer osti suvlari sathi, vertikal quvur chuqurligi, filtr qoplamalarining o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichlari hamda geometriya (ta’sir radiusi, quvur radiuslari) — asosida tizimning talab qilinadigan umumiy sarfi aniqlanib, vertikal quvurlar orasidagi masofa va ularning optimal radiusini tanlash uchun iterativ hisoblash usuli qo‘llandi. Natijada samarali drenaj holatini ta’minlash bilan birga, konstruktsion va ekspluatatsion cheklovlar (kirish tezligi, kolmatatsiya xavfi, quvurlar katalog diametrlari)ni inobatga olgan holda, maydonning muayyan gidromeliorativ sharoitiga mos dizayn yechimi ishlab chiqildi.

Metodologiya

Takomillashgan drenaj tizimi gorizontal va vertikal quvurlardan tashkil topgan bo‘lib, yer osti suvlari oqimi ikki yo‘nalishda – chiziqli (gorizontal) va radial (vertikal) tarzda shakllanadi. Shu sababli umumiy suv sarfini aniqlashda har ikki oqim turining hissasini hisobga olish zarur.

2.1. Gorizontal quvurga tushadigan oqim sarfi

Gorizontal drenaj quvuri bo‘ylab suv oqimi Darsi qonuniga asosan chiziqli tarzda harakatlanadi. Shakliy ko‘rinishi quyidagicha ifodalanadi:

ISSN 3030-3907

$$Q_g = 2\pi l\, k_2 \frac{(H_0 - h_0)}{\ln (R/r_{02})} \quad (1)$$

bu yerda:

Q_g— gorizontal quvurga tushayotgan suv sarfi, m³/kun;

l— quvur uzunligi, m;

H_0— vertikal quvur o'qidan R masofada joylashgan yer osti suvlari chuqurligi, m;

h_0— vertikal quvurdagi suv chuqurligi, m;

k_2— gorizontal quvurni o'rab turgan filtr qoplamaning filtratsiya koeffitsienti, m/kun;

R— ta'sir radiusi, m;

r_{02}— gorizontal quvurning radiusi, m.

Fizik ma'nosi: bu formula drenaj quvur atrofida hosil bo'ladigan logarifmik bosim gradienti asosida suvning bo'ylama oqimini hisoblaydi. $H_0 - h_0$farqi qanchalik katta bo'lsa, quvurga kiruvchi suv sarfi shunchalik yuqori bo'ladi.

2.2. Vertikal quvurga tushadigan oqim sarfi

Vertikal drenaj quvuri atrofida suv oqimi silindrik shaklda radial yo'nalishda harakatlanadi. Darsi qonuniga asosan:

$$Q_v = \pi k_1 \frac{(H_0^2 - h_0^2)}{\ln (R/r_{01})} \quad (2)$$

bu yerda:

Q_v— bitta vertikal quvurga tushadigan suv sarfi, m³/kun;

k_1— vertikal quvurni o'rab turgan filtr qoplamaning filtratsiya koeffitsienti, m/kun;

R— ta'sir radiusi, m;

r_{01}— vertikal quvurning radiusi, m.

Izoh: Bu formula radial suv oqimining potentsial farqi asosida hosil bo'lgan energiya pasayishiga teng oqimni ifodalaydi. $H_0^2 - h_0^2$ hadining kvadratli ko'rinishi suv bosimining energiya potensialiga mos keladi.

2.3. Takomillashgan zovur tizimining umumiy sarfi

Gorizontal va vertikal quvurlar birgalikda ishlaganligi sababli umumiy suv sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{\text{um.t}} = nQ_v + Q_L \quad (3)$$

$$Q_{um.t} = n\pi \frac{H_0^2 - h_0^2}{ln\frac{R}{r_{01}}} k_1 + 2\pi L \frac{H_0 - h_0}{ln\frac{R}{r_{02}}} k_2 \quad (4)$$

bu yerda:

$Q_{\text{um.t}}$— takomillashgan zovur tizimining umumiy suv sarfi, m³/kun;

Q_L— gorizontal quvurlar umumiy sarfi, m³/kun;

Q_v— vertikal quvur sarfi, m³/kun.

n— vertikal quvurlar soni yoki segmentlar soni (o'lchovsiz);

ISSN 3030-3907

L— tizimdagi umumiy gorizontal quvur uzunligi, m;

Fizik ma’nosi: bu ifoda sizot suvlari chiqishini ta’minlovchi ikkita komponentni – bo’ylama (chiziqli) va radial (nuqtaviy) oqimlarni birlashtiradi. Shu tarzda tizimning haqiqiy drenaj sig‘imi aniqlanadi.

2.4. Sho‘r yuvishdan keyingi drenaj yuklamasini aniqlash

Sho‘r yuvish jarayonidan so‘ng dalaga katta hajmda yuvish suvlari yuboriladi. Bu suv tuzlarni ildiz zonasidan pastga suradi, lekin shu bilan birga sizot suv sathini keskin ko‘taradi. Ushbu ko‘tarilgan ortiqcha suvni takomillashgan zovur tizimi (gorizontal + vertikal quvurlar) belgilangan vaqt ichida kollektor orqali chiqarib yuborishi kerak.

Shu sababli drenaj tizimining talab qilinadigan gidravlik sig‘imini baholash uchun biz quyidagi miqdorlarni kiritamiz:

W_{sh}— sho‘r yuvish me’yori bo‘yicha dalaga berilgan yoki dalada hosil bo‘lgan ortiqcha suv hajmi, m³; (ya’ni, yuvish davrida tuproq profiliga singib ketgan va keyin drenaj orqali chiqishi kutilayotgan suv massasi)

T_d— sho‘r yuvish tadbiri tugagandan keyin sizot suvi yana me’yoriy darajaga tushishi uchun zarur bo‘lgan dastlabki davr (90-120), kun;

$Q_{um.t}$— takomillashgan zovur tizimi tomonidan shu davrda chiqarilishi kerak bo‘lgan o‘rtacha umumiy sarf, m³/kun

Q_L— gorizontal quvurlar orqali chiqayotgan umumiy sarf, m³/kun

Q_v— bitta vertikal quvur orqali chiqayotgan suv sarfi, m³/s

n— gorizontal kollektorga ulanggan vertikal quvurlar soni, o‘lchovsiz

k_2— gorizontal quvur atrofidagi filtr qatlamining filtratsiya koeffitsienti, m/kun

R— ta’sir radiusi, m

r_{02}— gorizontal quvurning radiusi, m

H_0— vertikal quvur o’qidan R masofada joylashgan yer osti suvlari chuqurligi, m

h_0— vertikal quvur suv sathi, m

L- tizimdagi umumiy gorizontal quvur uzunligi, m

2.4.1. Sho‘r yuvish hajmi va talab qilinadigan umumiy drenaj sarfi bog‘lanishi

Sho‘r yuvishdan keyingi ortiqcha suv hajmi W_{sh}ni ma’lum vaqt ichida (T_d) drenaj tizimi chiqarib yuborishi kerak. Bu talab quyidagicha yoziladi:

$$\frac{W_{sh}}{T_d} = Q_{um.t} \qquad (5)$$

Bu yerda chap tomonda turgan $\frac{W_{sh}}{T_d}$ fizik ma’noda “ma’lum bir muddat davomida chiqarib yuborilishi kerak bo‘lgan o‘rtacha hajm”dir. O‘ng tomondagi $Q_{um.t}$— takomillashgan zovur tizimining shu davr uchun zarur bo‘lgan umumiy sarfi.

2.4.2. Umumiy sarfni komponentlarga ajratish

Takomillashgan drenaj tizimi ikkita manbadan suv oladi:

ISSN 3030-3907

(1) gorizontal quvurdan chiziqli oqim,
(2) bir nechta vertikal quvurlardan radial oqim.
Shunga ko‘ra:

$$\frac{W_{sh}}{T_d} = nQ_v + Q_L \qquad (6)$$

bu yerda:
nQ_v— barcha vertikal quvurlar orqali birgalikda chiqarilayotgan umumiy suv sarfi, m^3/kun;
Q_L— gorizontal quvurlar umumiy sarfi, m^3/kun;
Bu tenglama shuni anglatadiki zovur tizimida talab qilinayotgan sig‘im gorizontal + vertikal komponentlar yig‘indisiga teng bo‘lishi kerak.

2.4.3. Bitta vertikal quvur uchun zarur sarf

Yuqoridagi ifodani qayta yozib, bitta vertikal quvurga tushishi kerak bo‘lgan yuklamani (Q_v) ifodalash mumkin:

$$Q_v = \frac{W_{sh}}{nT_d} - Q_g \qquad (7)$$

Bu juda muhim dizayn bosqichi: bu formulada $\frac{W_{sh}}{nT_d}$ va Q_g sizda ma’lum bo‘lsa, talab qilinadigan $Q_v$ni olasiz. Ya’ni har bir vertikal quvur qancha yer osti suvlari oqimini qabul qilishi kerakligi aniqlanadi.

2.4.4. Barcha vertikal quvurlar uchun zarur umumiy sarf

Agar bir yo‘la barcha vertikal drenajlarning umumiy hissasi kerak bo‘lsa, yuqoridagi ifodani $n$ga ko‘paytiramiz. Shunda:

$$nQ_v = \frac{W_{sh}}{T_d} - Q_L \qquad (8)$$

Endi bu yerda $Q_L$ni ochamiz.
Biz ilgari gorizontal quvur uchun oqimni quyidagicha bergan edik:

$$Q_L = 2\pi L\, k_2 \frac{(H_0 - h_0)}{\ln\left(\frac{R}{r_{02}}\right)} \qquad (9)$$

shu ifodani yuqoriga qo‘yib yuboramiz:

$$nQ_v = \frac{W_{sh}}{T_d} - 2\pi L\, k_2 \frac{(H_0 - h_0)}{\ln\left(\frac{R}{r_{02}}\right)} \qquad (10)$$

2.5. Vertikal quvur radiusini aniqlash

Vertikal quvur radiusi suv oqimining barqarorligini va filtratsiya tezligini belgilaydi. Radius quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$r_{01} = \frac{R}{e^{\left(\frac{n\pi(H_0^2 - h_0^2)}{nQ_v k_1}\right)}} \qquad (11)$$

bu yerda:
r_{01}— vertikal quvur radiusi, m;
R— ta’sir radiusi, m;

ISSN 3030-3907

n— vertikal quvurlar soni yoki segmentlar soni (o‘lchovsiz);

Q_v— vertikal quvurlarga tushgan suv sarfi, m³/s;

k_1— vertikal quvurni o‘rab turgan filtr qoplamaning filtratsiya koeffitsienti, m/s;

Fizik ma’nosi: bu ifoda logarifmik qonun asosida, vertikal quvur radiusining ta’sir radiusiga nisbatan kamayishini ko‘rsatadi. Radius kamaygani sari oqimning logarifmik qarshiligi ortadi, bu esa quvurga yer osti suv oqimi kirish tezligini cheklaydi. Shu tarzda optimal radius tanlanadi – juda kichik bo‘lsa kolmatatsiya xavfi, juda katta bo‘lsa iqtisodiy samarasizlik yuzaga keladi.

2.5. Vertikal quvurlar orasidagi masofa

Takomillashgan tizimda vertikal quvurlar orasidagi masofa s(m) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$s = \frac{(H_0^2 - h_0^2)\, k_1}{2\alpha (H_0 - h_0)\, k_2} \cdot \frac{\ln (R/r_{02})}{\ln (R/r_{01})} \qquad (13)$$

bu yerda:

s— qo‘shni vertikal quvurlar orasidagi masofa, m;

α— oqim taqsimlanish koeffitsiyenti (0,5–0,8 oraliqda qabul qilinadi, oqimning gorizontal va vertikal komponentlari nisbatini ifodalaydi):

$$\alpha_{min} = \frac{(nQ_v) \ln (\frac{R}{r_{02}})}{2\pi L (H_0 - h_0)\, k_2}. \qquad (14)$$

k_1, k_2— vertikal va gorizontal quvurlarni o‘rab turgan filtr qoplamalarning filtratsiya koeffitsientlari, m/kun;

Izoh: Bu formula gorizontal va vertikal quvurlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni muvozanatlashtiradi. U shuni ko‘rsatadiki, agar vertikal quvurni o‘rab turgan filtr qoplamaning filtratsiya koeffitsienti $k_1$yuqori bo‘lsa yoki $(H_0^2 - h_0^2)$katta bo‘lsa, quvurlar orasidagi masofa ortadi. Aksincha, gorizontal quvurni o‘rab turgan filtr qoplamaning filtratsiya koeffitsienti k_2 katta bo‘lsa yoki bosim farqi kichik bo‘lsa, quvurlar zichroq joylashtiriladi.

2.6. Yakuniy tahlil

Yuqoridagi formulalar takomillashgan zovur tizimining gidravlik modelini ifodalaydi va quyidagi xulosalarni beradi:

- Umumiy zovur sarfi gorizontal va vertikal komponentlarning yig‘indisiga teng.
- Vertikal quvurlar orasidagi optimal masofa s - filtratsiya koeffitsiyentlari nisbati, bosim pasayishi va geometrik parametrlarga bog‘liq.
- Vertikal quvur radiusi r_{01} - oqim barqarorligi va filtratsiya tezligini ta’minlaydigan tarzda tanlanadi.

ISSN 3030-3907

➢ Shu asosda takomillashgan drenaj tizimining samarali loyihasi tuziladi, bu esa sizot suvlarini tezroq pasaytirish, sho‘rlanishni kamaytirish va suv-energiya resurslarini tejash imkonini beradi.

1. Natijalar va muhokamalar

Tadqiqot obyekti: Sirdaryo viloyati Xovos tumanidagi E. Qaxxarov SIU “Bo‘ston langari” fermer xo‘jaligi (maydon — 20 ga, mexanik tarkibi — o‘rta qumoq). Sho‘r yuvish tadbiri tugagach, ortiqcha suvni belgilangan muddatda drenaj orqali chiqarish uchun takomillashgan zovur (gorizontal + vertikal) tizimining parametrlarini aniqlash ko‘zda tutiladi.

Boshlang‘ich ma’lumotlar (kun birliklarida): $W_{sh} = 60\,000\ \text{m}^3$, $T_d = 100$ kun $\Rightarrow W_{sh}/T_d = 600\ \text{m}^3/\text{kun}$; $L = 800$ m; $H_0 = 3$ m, $h_0 = 1$ m $\Rightarrow (H_0 - h_0) = 2$, $(H_0^2 - h_0^2) = 8$; $k_2 = 0.25$ m/kun(gorizontal filtr), $k_1 = 3$ m/kun(vertikal filtr); $R = 100$ m, $r_{02} = 0.15$ m; oqim taqsimlanish koeffitsienti sifatida dala kalibrovkasi talabi bilan $\alpha \geq \alpha_{min}$sharti qabul qilinadi (pastda aniqlanadi).

Takomillashgan tizimda gorizontal kollektor atrofidagi logarifmik bosim pasayishi hisobga olinib, Darsi qonunidan kelib chiqib, gorizontal sarf (9) ifoda orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_L = \frac{2\pi\, L\, k_2\, (H_0 - h_0)}{\ln\,(\frac{R}{r_{02}})} = \frac{2\pi \cdot 800 \cdot 0.25 \cdot 2}{6.5023} = \mathbf{386.5}\ \text{m}^3/\text{kun}$$

Bu yerda surat — gidravlik o‘tkazuvchanlik va potensial farqning ko‘paytmasi, maxraj — geometriyaning logarifmik qarshiligidir.

Agrotexnik talab drenaj tizimiga o‘rtacha yuklama sifatida beriladi: $W_{sh}/T_d = Q_g + nQ_v$. Bu aloqa gorizontal va vertikal komponentlar yig‘indisining sho‘r yuvish talabiga tengligini bildiradi. Vertikal tizimga zarur yig‘indi:

$$nQ_v = \frac{W_{sh}}{T_d} - Q_g = 600 - 386.5 = \mathbf{213.5}\ \text{m}^3/\text{kun}.$$

Shundan amaliy son $n' = L/s$olinadi va butun songa moslashtiriladi (joylashtirish simmetriyasi uchun odatda $s \simeq L/n$qabul qilinadi).

$Q_{v,cap} \geq Q_{v,req}$ shartidan α uchun pastki chegara olinadi:

$$\alpha_{min} = \frac{(nQ_v)\ln\,(\frac{R}{r_{02}})}{2\pi\, L\, (H_0 - h_0)\, k_2}.$$

ISSN 3030-3907

Minimal α:

$$\alpha_{min} = \frac{213.5 \cdot 6.5023}{2\pi \cdot 800 \cdot 2 \cdot 0.25} = \mathbf{0.552}.$$

Ishchi qiymat sifatida $\alpha = 0.60$ qabul qilinadi (dala kalibrovkasi bilan sozlanadi).

Quyida 1-jadvalda $n \in [18,26]$uchun hisoblangan talab $Q_{v,req}$, teskari yechimdan olingan $r_{01,req}$, katalogdagi tanlangan radius $r_{01,kat}$, masofa s, amaliy son n'va quduq sig‘imi $Q_{v,cap}$keltiriladi. Katalog radiuslari sifatida {0.045, 0.055, 0.0625, 0.075, 0.08, 0.09, 0.10} m qatori keltiriladi.

1-jadval.

$r_{01,kat}$ (0.10–0.15 m) uchun $Q_{v,cap}$va s— hisob natijalari

n	$Q_{v,req}$ m3/kun	r $0_{1,req}$, m	r01,kat, m	s, m	n'=L/s	$Q_{v,cap}$, m3/kun	$\Delta = Q_{v.cap} - Q_{v,req}$, m^3/kun
18	11.86	0.174	0.15	40.00006047	20	11.59	0.91
19	11.24	0.122	0.14	39.58009392	20	11.47	0.79
20	10.68	0.086	0.125	38.90906617	21	11.27	1.11
21	10.17	0.060	0.1125	38.30531123	21	11.10	1.39
22	9.70	0.042	0.1	37.65217346	21	10.91	1.63
23	9.28	0.030	0.09	37.08651156	22	10.75	1.04
24	8.90	0.021	0.08	36.47394335	22	10.57	1.29
25	8.54	0.015	0.075	36.14679516	22	10.47	1.58
26	8.21	0.010	0.0625	35.2535239	23	10.21	0.93

Vertikal tizim konfiguratsiyasi grafik-uslubda $\Delta = Q_{v,cap} - Q_{v,req}$ ko‘rsatkichi orqali tanlandi. Bu yerda $Q_{v,req} = (nQ_v)/n$— bitta quduqqa to‘g‘ri keladigan hisobiy talab, $Q_{v,cap} = \pi k_1 (H_0^2 - h_0^2)/\ln(R/r_{01})$— katalog DN va geometriya bo‘yicha amaliy sig‘im. Optimal yechim $\Delta \geq 0$sharti ostida Δ **eng kichik** qiymatga ega bo‘lgan nuqtada qabul qilinadi, ya’ni nazariy va amaliy qiymatlar eng yaqin. Ekspluatatsion noaniqliklar (filtrning kolmatatsiyasi, kirish tezligi)ni hisobga olib, Δning kichik ijobiy “xavfsizlik zaxirasi” bilan tanlovi tavsiya etiladi(2-rasm).

Jadvaldan yuqoridagi yondashuv orqali $n = 20$ varianti tanlandi:

$$Q_v = 213.5/20 = 10.675\ \text{m}^3/\text{kun};\ r_{01,req} = 100\exp\left(-\frac{\pi \cdot 3 \cdot 8}{10.675}\right) \approx 0.086\ \text{m}.$$

Katalogdan **DN280** ($r_{01,kat} = 0.14$ m)qabul qilinadi. Shunda

$$\ln(R/r_{01,kat}) = \ln(100/0.045) = 6.57,$$

$$Q_{v,cap} = \frac{\pi \cdot 3 \cdot 8}{6.57} = 11.470\ \text{m}^3/\text{kun}\ (\geq Q_v).$$

Masofa:

ISSN 3030-3907

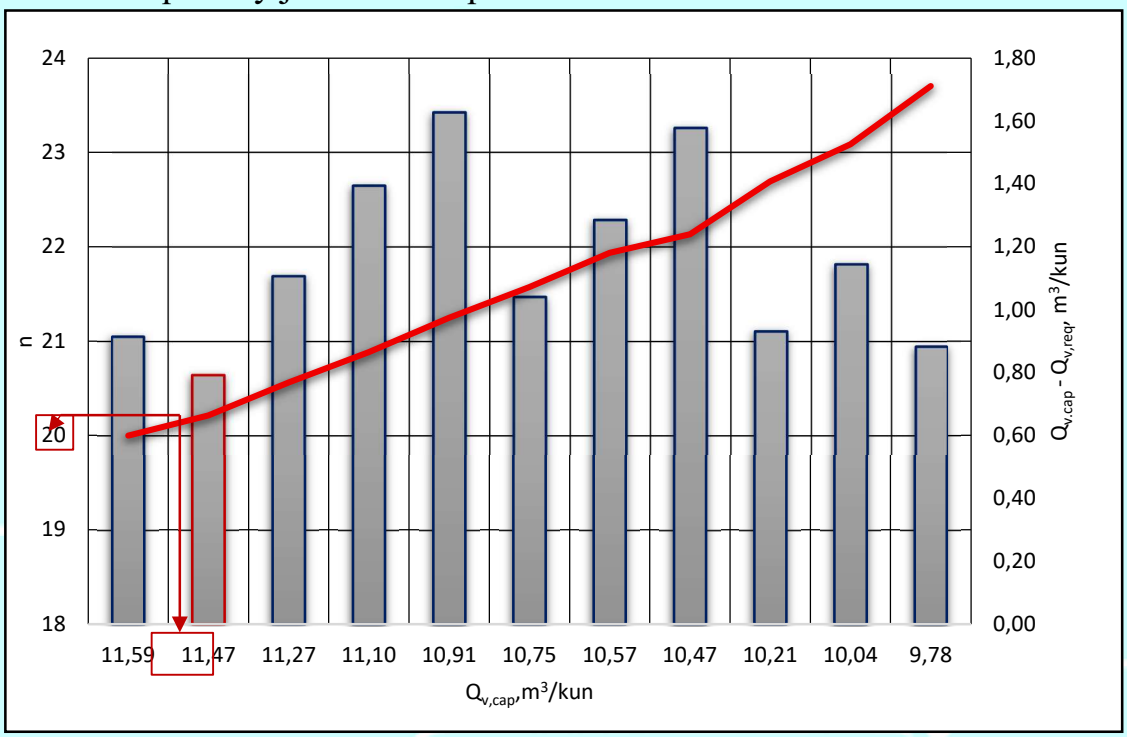
$$s = \frac{24}{2 \cdot 0.60 \cdot 2 \cdot 0.25} \cdot \frac{6.5023}{6.57} = \mathbf{39.6}\ \text{m}.$$

Amaliy joylashtirish uchun teng oraliq tamoyiliga ko‘ra $s \simeq L/n = 800/20 = \mathbf{40}$ m qabul qilinadi (geometrik soddalashtirish Q_v taqsimotiga ta’sir qilmaydi).

Iterativ «$n \rightarrow r_{01} \rightarrow s$» tartibi bilan loyihalash Xovos maydoni sharoitida quyidagilarni berdi:

- Gorizontal komponent: $Q_g \approx 386.5\ \text{m}^3/\text{kun}$.
- Vertikal yig‘indi talab: $nQ_v \approx 213.5\ \text{m}^3/\text{kun}$.
- Tanlangan yechim: **DN280** ($r_{01} = 0.14$ m), $n = 20$, $s \approx 39.6$ m).
- Bitta vertikal quvur sig‘imi: $Q_{v,cap} \approx 11.47\ \text{m}^3/\text{kun} > Q_v \approx 10.675\text{m}^3/\text{kun}$.
- Minimal oqim-taqsimlash talabi: $\alpha_{min} \approx 0.552$; ishchi qiymat $\alpha = 0.60$ shartni ishonchli bajaradi.

Taklif etilgan iterativ yondashuvda r_{01} avvaldan berilmaydi, balki n bo‘yicha diskret qidiruv natijasida radial modelning teskari yechimidan olinadi va so‘ngra katalog DN bilan moslashtiriladi. Shu sabab gorizontal–vertikal oqimlarning o‘zaro ta’siri α orqali barqaror muvozanatga keltiriladi va masofa $s$haqiqiy r_{01}bilan hisoblanadi. Kichik n da talab yuqori bo‘lib, katalog radiuslari bilan sig‘im yetmasligi mumkin; n ortishi bitta vertikal quvurga talabni pasaytiradi, $r_{01,req}$ ni kichraytiradi va odatda s ni ham bir oz kichraytiradi, biroq quduqlar sonini oshiradi. Tanlangan $n = 20$, DN280 va $s \approx 39.6$ m kombinatsiyasi gidravlik zaxira va joylashtirish soddaligi o‘rtasida maqbul muvozanatni ta’minlaydi. Shu asosda takomillashgan zovur 100 kunlik sho‘r yuvish rejimida ishonchli va iqtisodiy jihatdan maqbul ishlashi kutiladi.



ISSN 3030-3907

2-rasm. Vertikal quvurlar soni n va bitta vertikal quvur sig'imi $Q_{v,cap}$ ni grafik usulda topish

2. Xulosa

Ushbu tadqiqotda sho‘r yuvishdan keyingi drenaj yuklamasini bevosita gidravlik modelga bog‘lovchi yondashuv qo‘llandi:

$$\frac{W_{sh}}{T_d} = nQ_v + Q_L$$

Gorizontal va vertikal quvurlar atrofidagi filtr qoplamalar turlicha bo‘lgani inobatga olinib, ularning o‘tkazuvchanliklari k_1 va k_2 sifatida alohida kiritildi. Bu farqlash yechimning fizik realizmini oshirib, ekspluatatsion ishonchlilikni yaxshilaydi.

Xovos maydoni (20 ga, o‘rta qumoq) uchun belgilangan parametrlar asosida gorizontal kollektorning hisobiy sarfi $Q_L \approx 386.5$ m³/kun, vertikal tizimga zarur yig‘indi $nQ_v \approx 213.5$ m³/kun ekanligi aniqlandi. Oqim taqsimlanish koeffitsiyenti uchun minimal talab $\alpha_{min} \approx 0.552$; $\alpha = 0.60$ qabul qilinganda vertikal quvurlar orasidagi tavsiya etilgan masofa $s \approx 39.6$ m, umumiy soni $n \approx 20$ dona bo‘ldi. Bitta vertikalga talab $Q_{v,req} \approx 10.675$ m³/kun bo‘lib, $r_{01} = 140$ mm holatida bitta vertikalning hisobiy sig‘imi $Q_{v,cap} \approx 11.47$ m³/kun dan kichik, ya’ni yechim gidravlik jihatdan qoniqarli. Vaqt mezoni bo‘yicha kritik chegara $T^* \approx 155$ kun; $T_d < T^*$ bo‘lgan rejimlarda vertikal elementlarning qo‘shilishi asosli va zarur. α kamayganda s ortishi bilan birga bitta quduqqa tushadigan talab ham ortadi; $\alpha < \alpha_{min}$ bo‘lsa, vertikal quvur sig‘imi yetmasligi mumkin. Shu sabab α ni dala pyezometrik kuzatuvlar orqali kalibrlash muhim.

Amaliy dizayn uchun $\alpha = 0.60$ qabul qilinganda $s \approx 40$ m, $n \approx 20$ va $r_{01} = 140$ mm tavsiya etiladi.

Xovos tumani xo‘jalik maydoni uchun yakuniy tavsiya sifatida $s \approx 40$ m, $n \approx 20$ va $r_{01} = 140$ mm parametrlari bilan takomillashgan zovur dizaynini qabul qilish, $\alpha \geq 0.552$ shartini dala monitoringi bilan ta’minlash muhim. Bunday yechim sho‘r yuvishdan keyingi 100 kunlik drenaj rejimida ishonchlilik va iqtisodiy maqbullikni ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Arifjanov, A., Otaxonov, M., Samiev, L., & Akmalov, S. (2019). Hydraulic calculation of horizontal open drainages. E3S Web of Conferences, 97, 05039. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705039

2. Fatxulloyev, A., Abduraimova, D., Otaxonov, M., Atakulov, D., & Samiev, L. (2020). Method designing of open drainages. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 883, 012047. https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012047

ISSN 3030-3907

3. Okuda, Y. (2020). Current status and problems of the drainage system in Uzbekistan. *JIRCAS Working Report*, 88, 1–7.
4. Anwer, A. A., & Soliman, A. H. (2024). Hydraulic-based optimization algorithm for the design of stormwater drainage networks. *Desalination and Water Treatment*, 11(2), 1–9. https://doi.org/10.1007/s13201-024-02204-4
5. Palmitessa, R., et al. (2022). Accelerating hydrodynamic simulations of urban drainage. *Water Research*, 223, 118972. https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118972
6. Chanson, H. (2024). Low-Head Hydraulic Structures in Irrigation and Drainage Systems. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 150(3), 1–15.
7. Ogbozige, F. J. (2025). Hydrologic analysis and hydraulics design of surface drainage for stormwater. *KJSET*, 4(1), 56–63.
8. Kannazarova, Z., et al. (2024). Bibliometric analysis in irrigation and drainage research. *Agricultural Water Management*, 310, 107852.
9. Lawn, P. A. (2016). *Ecological Economics and Climate Change*. Springer.
10. Tze-Chuen, T. (2023). Macroeconomy driven by climate change. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 25(2), 77–89. https://doi.org/10.1007/s10098-023-02513-3
11. Arifjanov, A., Jurayev, S., Qosimov, T., Xoshimov, S., & Abdulkhaev, Z. (2023). Investigation of the interaction of hydraulic parameters of the channel in the filtration process. *E3S Web of Conferences*, 401, 03074. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103074
12. Iqbal, U., Riaz, M. Z. B., Barthelemy, J., & Li, W. (2024). Blockage at cross-drainage hydraulic structures. *Heliyon*, 10(16), e35786. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35786
13. World Bank. (2022). *Policy Perspectives for Irrigation and Drainage Sector Reform: Uzbekistan*. https://documents1.worldbank.org/
14. Lo, A., & Chow, A. (2015). The relationship between climate change concern and national wealth. *Climatic Change*, 131(3), 335–348.
15. Bosello, F., Eboli, F., & Pierfederici, R. (2012). Assessing the Economic Impacts of Climate Change. *FEEM Briefs*.
16. Rizzati, M., Standardi, G., Guastella, G., et al. (2022). The local costs of global climate change. *Spatial Economic Analysis*, 18(1), 23–43.
17. Chang, J., Mi, Z., & Wei, Y. M. (2023). Temperature and GDP: A review of climate econometrics analysis. *Structural Change and Economic Dynamics*, 65, 209–221.
18. Bongiorno, L., Claringbold, A., Eichler, L., et al. (2020). Climate scenario analysis: potential economic impacts. *British Actuarial Journal*, 27, e11.

ISSN 3030-3907

19. Demeritt, D., & Rothman, D. (1999). Figuring the Costs of Climate Change. *Environment and Planning A*, 31, 389–408.
20. Spearman, M., & McGray, H. (2011). *Making Adaptation Count: Monitoring and Evaluation of Adaptation to Climate Change*. GIZ Publications.

ISSN 3030-3907