4-SHO‘BA ILMIY G‘OYALAR VA ZAMONAVIY YECHIMLAR

Nukus · 16.10.2026

# Orolbo‘yi hududida suv sarfi va tuproq sho‘rlanishini raqamli monitoring qilishning innovatsion usuli

**Saparniyazova Gulbaxar Kalievna** assistent

Qoraqalpog‘iston qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti

saparniyazova1972@gmail.com

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/1610187

**Iqtibos uchun:** Saparniyazova Gulbaxar Kalievna. Orolbo‘yi hududida suv sarfi va tuproq sho‘rlanishini raqamli monitoring qilishning innovatsion usuli // Orolbo‘yi hududida suvdan foydalanish samaradorligi va sho‘rlanishning qishloq xo‘jaligi ekinlari hosildorligi hamda aholi hayot faoliyatiga ta’sirini monitoring va nazorat qilish uchun iqlimga chidamli innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqish: xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Nukus, 2026. – B. 708–711. – DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/1610187

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Orolbo‘yi hududida suv resurslaridan samarali foydalanish va tuproq sho‘rlanishini nazorat qilishga qaratilgan raqamli monitoring tizimini ishlab chiqish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi suv sarfi, tuproq namligi, elektr o‘tkazuvchanligi va meteorologik ko‘rsatkichlarni kompleks tahlil qilish orqali sug‘orish jarayonini optimallashtirishga xizmat qiluvchi innovatsion yondashuvni taklif etishdan iborat. Monitoring tizimida fizik sensorlar, raqamli ma’lumotlarni qayd etish vositalari, matematik modellashtirish va Python dasturlash tilidan foydalanish nazarda tutiladi. Taklif etilayotgan yondashuv suv tanqisligi sharoitida sug‘orish samaradorligini oshirish, sho‘rlanish xavfini erta aniqlash va qishloq xo‘jaligi ekinlarining barqaror hosildorligini qo‘llab-quvvatlash uchun amaliy asos yaratadi.

**Kalit so‘zlar:** Orolbo‘yi, suv resurslari, tuproq sho‘rlanishi, raqamli monitoring, elektr o‘tkazuvchanlik, tuproq namligi, fizik sensorlar, Python, iqlimga chidamli texnologiyalar.

## Kirish

Orolbo‘yi hududida suv resurslarining cheklanganligi, sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanishi va iqlim sharoitining o‘zgarishi qishloq xo‘jaligining barqaror rivojlanishiga ta’sir etuvchi muhim omillardan hisoblanadi. Suvdan samarasiz foydalanish nafaqat ishlab chiqarish xarajatlarining ortishiga, balki tuproqning meliorativ holati yomonlashishiga ham olib kelishi mumkin. Shu sababli sug‘orish jarayonlarini ilmiy asosda boshqarish, tuproq va suv holatini muntazam kuzatib borish hamda o‘lchash natijalarini tezkor tahlil qilish dolzarb vazifadir.

An’anaviy monitoring usullarida ayrim ko‘rsatkichlar davriy ravishda o‘lchanadi va natijalar qo‘lda qayd etiladi. Bunday yondashuv qisqa muddatda yuzaga keladigan o‘zgarishlarni aniqlash imkoniyatini cheklashi mumkin. Raqamli sensorlar va kompyuterda ma’lumotlarni qayta ishlash texnologiyalari esa kuzatuvlarni tizimli tashkil etish, o‘zgarishlar dinamikasini baholash va sug‘orish bo‘yicha asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi.

Tuproq sho‘rlanishini baholashda uning elektr o‘tkazuvchanligi muhim fizik ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi. Elektr o‘tkazuvchanlik tuproq eritmasidagi erigan ionlar miqdori bilan bog‘liq bo‘lib, tegishli sharoitlarda sho‘rlanish darajasini baholashga yordam beradi. Biroq o‘lchash natijalariga tuproq namligi, harorat, o‘lchash usuli va sensorning xususiyatlari ham ta’sir qiladi. Shu sababli elektr o‘tkazuvchanlik qiymatini tuproqning boshqa ko‘rsatkichlari bilan birgalikda tahlil qilish zarur.

Mazkur ishda fizik o‘lchash usullari va raqamli tahlilni birlashtiruvchi, nisbatan arzon vositalar asosida amalga oshirish mumkin bo‘lgan monitoring tizimi taklif etiladi.

## Tadqiqotning maqsadi va metodikasi

Tadqiqotning maqsadi Orolbo‘yi sharoitida suv sarfi va tuproq sho‘rlanishini kompleks monitoring qilish hamda olingan ma’lumotlar asosida sug‘orish jarayonini takomillashtirishga xizmat qiluvchi raqamli metodikani ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot doirasida quyidagi vazifalar belgilanadi:

- tuproq namligi, elektr o‘tkazuvchanligi, harorat va suv sarfi kabi asosiy ko‘rsatkichlarni aniqlash;
- sensorlardan olingan ma’lumotlarni raqamli shaklda qayd etish va tizimlashtirish;
- fizik kattaliklar orasidagi bog‘lanishlarni matematik tahlil qilish;
- Python dasturlash tili yordamida o‘lchash natijalarini grafik ko‘rinishda ifodalash;
- suv sarfi va sho‘rlanish xavfini baholash uchun monitoring algoritmini taklif etish.

Taklif etilayotgan tizim uchta asosiy qismdan tashkil topadi: o‘lchash moduli, ma’lumotlarni qayta ishlash moduli va qaror qabul qilishga yordam beruvchi tahlil moduli.

Birinchi qismda tuproq namligi sensori, elektr o‘tkazuvchanlikni o‘lchash qurilmasi, harorat sensori hamda suv sarfini aniqlovchi hisoblagichdan foydalanish mumkin. Ikkinchi qismda o‘lchash natijalari kompyuter yoki mikrokontrollerga uzatiladi. Uchinchi qismda esa ma’lumotlar tahlil qilinib, sug‘orish ehtiyoji va sho‘rlanish xavfi to‘g‘risida tavsiyalar shakllantiriladi.

Suvdan foydalanish samaradorligini baholash uchun quyidagi ko‘rsatkichdan foydalanish mumkin:

$$E_w = \frac{V_u}{V_s} \times 100\%$$

bu yerda $E_\omega$ — suvdan foydalanish samaradorligining tanlangan mezoni, $V_u$ — ekin yoki ildiz zonasida foydali foydalanilgan suv hajmi, $V_s$ — sug‘orish uchun berilgan umumiy suv hajmi.

Mazkur ifoda suvning foydali ishlatilgan qismini baholash uchun soddalashtirilgan mezondir. Uni amaliy qo‘llashda foydali suv hajmini aniqlash usuli aniq belgilanishi va tuproqdagi suv zaxirasi, bug‘lanish, oqim hamda chuqur filtratsiya kabi omillar hisobga olinishi lozim.

Tuproq sho‘rlanishini monitoring qilishda elektr o‘tkazuvchanlik (EC) ko‘rsatkichi qayd etiladi. O‘lchash natijalarini taqqoslash uchun namuna tayyorlash usuli, harorat va o‘lchash sharoitlari bir xil bo‘lishi kerak. Tuproqning to‘yingan pasta ekstrakti elektr o‘tkazuvchanligi ($EC_e$) bilan bevosita sensor ko‘rsatkichlari bir xil kattalik emas; ular orasidagi bog‘lanish tegishli kalibrlash asosida aniqlanadi.

## Raqamli monitoring va matematik modellashtirish

Monitoring tizimining muhim afzalligi o‘lchash natijalarini muntazam yig‘ish va vaqt bo‘yicha o‘zgarishlarni tahlil qilish imkoniyatidir. Masalan, tuproq namligi belgilangan chegaradan kamayganda sug‘orish zarurati yuzaga kelishi mumkin. Elektr o‘tkazuvchanlikning bir necha kuzatuv davomida ortishi esa sho‘rlanish xavfini chuqurroq tekshirish uchun signal bo‘lib xizmat qiladi.

Bunda qaror faqat bitta sensor qiymatiga asoslanmasligi kerak. Tuproq turi, ekinning rivojlanish bosqichi, ildiz zonasidagi namlik, sug‘orish suvi sifati va drenaj sharoiti ham hisobga olinadi. Elektr o‘tkazuvchanlikning ortishi sho‘rlanish ehtimolini ko‘rsatishi mumkin, biroq o‘z-o‘zidan hosildorlik pasayganini isbotlamaydi.

Python dasturlash tilidan ma’lumotlarni qayta ishlash, o‘rtacha qiymatlarni hisoblash, vaqt bo‘yicha grafiklar tuzish va ogohlantirish mezonlarini tekshirishda foydalanish mumkin. Masalan, quyidagi kod sensorlardan olingan namunaviy qiymatlar asosida kuzatuv ko‘rsatkichlarini grafikda taqqoslaydi:

```
import matplotlib.pyplot as plt

# Namunaviy ma’lumotlar; dala o‘lchovlari emas
```

```
kun = [1, 2, 3, 4, 5, 6]
namlik = [28, 26, 24, 21, 19, 17]
ec = [1.2, 1.3, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8]

fig, ax1 = plt.subplots()

ax1.plot(kun, namlik, marker=«o»,
label=«Tuproq namligi»)
ax1.set_xlabel(«Kuzatuv kuni»)
ax1.set_ylabel(«Namlik, %»)

ax2 = ax1.twinx()
ax2.plot(kun, ec, marker=«s»,
label=«Elektr o‘tkazuvchanlik»)
ax2.set_ylabel(«EC, mS/cm»)

plt.title(«Tuproq holatining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi»)
fig.tight_layout()
plt.show()
```

Ushbu dastur ikki ko‘rsatkichning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini alohida vertikal o‘qlarda ko‘rsatadi. Koddagi sonlar faqat dastur ishlashini namoyish etish uchun keltirilgan bo‘lib, ular Orolbo‘yi hududida o‘tkazilgan haqiqiy tajriba natijalari hisoblanmaydi. Amaliy tadqiqotda bu qiymatlar kalibrlangan sensorlardan olingan o‘lchash natijalari bilan almashtiriladi.

Taklif etilayotgan tizimning keyingi bosqichida tuproq namligi, elektr o‘tkazuvchanlik, suv sarfi va meteorologik ma’lumotlarni yagona ma’lumotlar bazasiga birlashtirish mumkin. Bu esa kuzatuv natijalarini taqqoslash, sug‘orish rejimlarini baholash va turli sharoitlar uchun matematik modellar ishlab chiqishga yordam beradi.

## Muhokama va kutilayotgan amaliy natijalar

Taklif etilayotgan raqamli monitoring usuli bir necha muhim amaliy imkoniyatlarni yaratadi. Birinchidan, tuproq namligining o‘zgarishini kuzatish sug‘orish vaqtini belgilashda qo‘shimcha axborot beradi. Ikkinchidan, elektr o‘tkazuvchanlik dinamikasi sho‘rlanish xavfi ortayotgan maydonlarni aniqlashga yordam beradi. Uchinchidan, suv sarfi haqidagi ma’lumotlar sug‘orish samaradorligini taqqoslash va ortiqcha suv sarfi yuzaga kelayotgan jarayonlarni aniqlash imkonini beradi.

Tizimning yana bir afzalligi uning modulli tuzilishidir. Dastlab bir kichik tajriba maydonida bir nechta sensor yordamida sinov o‘tkazish, keyinchalik esa tizimni boshqa maydonlarga kengaytirish mumkin. Ma’lumotlarni mobil qurilma yoki kompyuterda qayta ishlash orqali katta va qimmat laboratoriya infratuzilmasiga bo‘lgan ehtiyojni ayrim vazifalarda kamaytirish mumkin.

Shu bilan birga, sensorlarni muntazam kalibrlash, o‘lchash xatoliklarini baholash va ma’lumotlarning ishonchliligini tekshirish talab etiladi. Turli tuproq turlarida bir xil sensor ko‘rsatkichi turlicha fizik sharoitlarni ifodalashi mumkin. Shuning uchun monitoring natijalari laboratoriya tahlillari va dala kuzatuvlari bilan tekshirilishi zarur.

Kelgusidagi tajriba bosqichida taklif etilayotgan usulni Orolbo‘yi hududidagi tanlangan sug‘oriladigan maydonda sinash, an’anaviy kuzatuv natijalari bilan taqqoslash hamda suv sarfi, tuproq namligi va sho‘rlanish ko‘rsatkichlarining o‘zaro bog‘lanishini statistik tahlil qilish rejalashtirilishi mumkin. Bunday yondashuv tizimning aniqligi, iqtisodiy samaradorligi va amaliy qo‘llash chegaralarini baholashga imkon beradi.

## Xulosa

Orolbo‘yi hududida suv resurslaridan oqilona foydalanish va tuproq sho‘rlanishini nazorat qilish uchun fizik o‘lchash vositalari, raqamli monitoring va matematik modellashtirishni birlashtiruvchi yondashuv taklif etildi. Ushbu yondashuv tuproq namligi, elektr o‘tkazuvchanlik, suv sarfi va meteorologik ko‘rsatkichlarni kompleks tahlil qilishga asoslanadi.

Python dasturlash tilidan foydalanish ma’lumotlarni qayta ishlash, grafik tahlil va sug‘orish jarayonini baholash algoritmlarini ishlab chiqish imkonini beradi. Taklif etilayotgan tizimni dala sharoitida sinash va laboratoriya o‘lchovlari bilan tekshirish uning aniqligi hamda samaradorligini aniqlashning muhim shartidir. Mazkur metodika suv tanqisligi va sho‘rlanish muammolarini hal etishga qaratilgan iqlimga chidamli qishloq xo‘jaligi texnologiyalarini rivojlantirish uchun istiqbolli ilmiy-amaliy yo‘nalish hisoblanadi.

## Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Ayers R. S., Westcot D. W. *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1. Rome: FAO, 1985.
2. Rhoades J. D., Chanduvi F., Lesch S. *Soil Salinity Assessment: Methods and Interpretation of Electrical Conductivity Measurements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 57. Rome: FAO, 1999.
3. Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: FAO, 1998.
4. Van Rossum G., Drake F. L. *Python 3 Reference Manual*. Scotts Valley, CA: CreateSpace, 2009.