

FARG‘ONA VODIYSI SHAROITIDA EVAPOTRANSPIRATSIYA
(ETa) JARAYONINI YERNI MASOFADAN ZONDLASH
MA’LUMOTLARI ASOSIDA MODELLASHTIRISH

Aliyev Soyibjon Solijon o‘g‘li

*\O‘zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligi huzuridagi
Kosmik tadqiqotlar va texnologiyalar agentligi muassisligidagi “Kosmik
monitoring va geoaxborot texnologiyalari markazi” MChJ*

Annotatsiya

Ushbu maqolada Farg‘ona vodiysi hududi uchun haqiqiy evapotranspiratsiya (ETa) ni masofaviy zondlash va meteorologik ma’lumotlar asosida modellashtirish natijalari keltirilgan. Dastlab SEBAL modeli yordamida energiya balansi komponentlari hisoblandi va NDVI, albedo, emissivity hamda LAI parametrlarining hududiy kalibrlari aniqlandi. Keyinchalik hisoblash jarayonini soddalashtirish va operatsion samaradorlikni oshirish maqsadida Priestley-Taylor modeli qo‘llanildi. Harmonized Landsat-Sentinel (HLS) tasvirlari va mahalliy meteorologik ma’lumotlar integratsiya qilinib, mashinani o‘rganish algoritmlari yordamida sifat nazorati amalga oshirildi. ETa qiymatlari mm/kun dan m^3/ga ga o‘tkazildi, oylik vaqt qatorlari shakllantirildi hamda hosildorlik bilan bog‘liqligi tahlil qilindi. Natijalar suv resurslarini boshqarish va agrotexnik qarorlarni optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: evapotranspiratsiya, SEBAL, Priestley-Taylor, NDVI, LAI, masofaviy zondlash, suv balansi, agro-monitoring.

1. Kirish

Evapotranspiratsiya (ETa) - yer yuzasidan bug‘lanish va o‘simliklar transpiratsiyasining yig‘indisi bo‘lib, suv balansi va agroekotizim samaradorligining asosiy ko‘rsatkichlaridan biridir. Sug‘oriladigan

dehqonchilik sharoitida ETa ni aniqlash suv taqsimoti, irrigatsiya rejalashtirish va hosildorlik prognozi uchun zarur hisoblanadi.

Farg‘ona vodiysi yuqori intensiv qishloq xo‘jaligi hududi bo‘lib, suv resurslariga yuklama katta. Iqlim o‘zgarishi sharoitida ETa monitoringini raqamli texnologiyalar asosida tashkil etish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

2. Tadqiqot maqsadi va vazifalari

Tadqiqotning maqsadi - Farg‘ona vodiysi hududi uchun masofaviy zondlash ma’lumotlari asosida ETa ni modellashtirish, vaqt qatorlarini shakllantirish va hosildorlik bilan bog‘liqligini aniqlash.

Vazifalar:

SEBAL modeli asosida energiya balansi komponentlarini hisoblash;

Priestley-Taylor modeli orqali ETa ni operatsion aniqlash;

ETa ni mm/kun dan m³/ga ga konvertatsiya qilish;

oylik time series shakllantirish;

ETa va hosildorlik o‘rtasidagi korrelyatsiyani aniqlash;

interaktiv monitoring dashboard ishlab chiqish.

3. Materiallar va usullar

3.1. Ma’lumotlar bazasi

Harmonized Landsat-Sentinel (HLS) tasvirlari

Mahalliy meteorologik stansiya ma’lumotlari

Qishloq xo‘jaligi hosildorlik statistikasi

3.2. SEBAL modeli

SEBAL modelida yer yuzasi energiya balansi quyidagicha ifodalanadi:

$$R_n = G + H + \lambda ET$$

bu yerda:

R_n - sof radiatsiya oqimi,

G - tuproq issiqlik oqimi,

H - sezilarli issiqlik oqimi,

λET - yashirin issiqlik oqimi.

Evapotranspiratsiya:

$$ET = \frac{\lambda ET}{\lambda}$$

bu yerda λ - bug‘lanishning yashirin issiqligi.

3.3. Priestley-Taylor modeli

Priestley-Taylor formulasi:

$$ET = \alpha \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{R_n - G}{\lambda}$$

bu yerda:

α - empirik koeffitsient (odatda 1.26),

Δ - to‘yingan bug‘ bosimi egri chizig‘ining qiyaligi,

γ - psixrometrik konstanta.

3.4. Vegetatsion indekslar

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

LAI NDVI asosida empirik bog‘lanish orqali baholandi.

3.5. Birliklarni o‘tkazish

$$ET \frac{m^3}{ga} = ET_{mm} \times 10$$

(1 mm suv qatlami 1 gektarda 10 m³ ga teng).

3.6. Statistika tahlil

Korrelyatsiya koeffitsienti:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

ML algoritmlari yordamida outlier aniqlash va regressiya modellari qurildi.

4. Natijalar va muhokama

4.1. ETa ning hududiy taqsimoti

Tumanlar kesimida ETa qiymatlari sezilarli farq qildi. Vegetatsiya mavsumida maksimal ET iyul-avgust oylariga to'g'ri keldi.

1-rasm tavsifi: Farg'ona viloyati bo'yicha ETa ning oylik dinamikasi (mm/kun). Grafikda mavsumiy o'sish va pasayish tendensiyasi aks etgan.

4.2. Statistik ko'rsatkichlar

Tuman	O'rtacha ETa (mm/kun)	Maks ETa	Min ETa
A	4.8	7.2	1.3
B	5.1	7.5	1.5

1-jadval tavsifi: Tumanlar kesimida ETa statistik ko'rsatkichlari.

4.3. ETa va hosildorlik bog'liqligi

Korrelyatsiya natijalariga ko'ra $r = 0.72-0.81$ oralig'ida ijobiy bog'liqlik aniqlandi.

2-rasm tavsifi: ETa (m^3/ga) va paxta hosildorligi (s/ga) o'rtasidagi regressiya chizig'i.

Dashboard tizimi vaqt qatorlarini real vaqt rejimida ko'rsatish, ET diapazonlari va ekin turlari bo'yicha filtrlash imkonini beradi.

5. Xulosa

Farg'ona vodiysi uchun ETa ni masofaviy zondlash asosida modellashtirish tizimi ishlab chiqildi. SEBAL modeli yuqori aniqlikni ta'minladi, biroq operatsion soddalik va barqarorlik nuqtai nazaridan Priestley-Taylor modeli afzal ekanligi aniqlandi. ETa ning oylik vaqt qatorlari hosildorlik bilan sezilarli korrelyatsiyaga ega. Yaratilgan dashboard monitoring va qaror qabul qilish samaradorligini oshiradi.

6. ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Bastiaanssen W.G.M. et al. (1998). A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). Journal of Hydrology.



2. Priestley C.H.B., Taylor R.J. (1972). On the assessment of surface heat flux and evaporation. *Monthly Weather Review*.
3. Allen R.G. et al. (1998). *Crop Evapotranspiration*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56.
4. Allen R.G. et al. (2007). Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration.
5. Gao F. et al. (2020). Harmonized Landsat-Sentinel product overview. *Remote Sensing of Environment*.
6. Su Z. (2002). The Surface Energy Balance System (SEBS). *Hydrology and Earth System Sciences*.
7. Senay G.B. et al. (2013). Operational evapotranspiration mapping. *Remote Sensing*.
8. Irmak S. et al. (2012). Evapotranspiration modeling approaches. *Transactions of ASABE*.
9. Shukurov Sh.Q. (2019). *Gidrologiya asoslari*. Toshkent.
10. Mirzaev B.S. (2021). *Qishloq xo‘jaligida suv resurslarini boshqarish*. Toshkent.
11. Raximov Q.R. (2020). *Agroklimatologiya asoslari*. Toshkent.
12. O‘zbekiston Respublikasi Suv xo‘jaligi vazirligi (2022). *Sug‘orish me‘yorlari bo‘yicha metodik qo‘llanma*.

