# DARYO HAVZALARIDA SUV BALANSINI TAHLIL QILISHNING RAQAMLI MODELLARI

**Ruziyeva Guzalxon Ikrom qizi**
E-mail: rguzalxon@gmail.com

Qabul qilindi: 02.11.2025
Ko‘rib chiqildi: 03.11.2025
Tasdiqlandi: 04.11.2025

**Kalit so‘zlar:**
daryo havzasi, suv balansi, raqamli model, suv resurslari boshqaruvi, ekologik xavfsizlik, oqim tahlili, modellashtirish.

**Annotatsiya.** Ushbu tezisda daryo havzalarida suv balansini aniqlash va tahlil qilishda raqamli modellashtirish usullari o‘rganilgan. Tadqiqot suv resurslarining kirish va chiqish oqimlarini, ya’ni yomg‘ir, eriydigan muz, yer osti va yer usti oqimlarini hisobga olgan holda suv balansini aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, havzada suv resurslaridan samarali foydalanish, suv taqsimoti va ekologik xavfsizlikni oshirishga qaratilgan raqamli modellar ishlab chiqilgan. Modellashtirish natijalari suv balansining o‘zgaruvchanligini vizualizatsiya qilish va rejalashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

**Keywords:**
river basin, water balance, digital model, water resources management, ecological safety, flow analysis, modeling

**Annotation.** This thesis studies digital modeling methods for analyzing water balance in river basins. The research considers inflow and outflow components such as rainfall, snowmelt, groundwater, and surface runoff to determine water balance. Digital models are developed to improve efficient water use, distribution, and ecological safety within the basin. The modeling results are useful for visualizing water balance dynamics and supporting planning and management decisions

**Ключевые слова:**
речной бассейн, водный баланс, цифровая модель, управление водными ресурсами, экологическая безопасность, анализ потоков, моделирование

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются методы цифрового моделирования для анализа водного баланса в речных бассейнах. Исследование учитывает приток и отток воды, включая осадки, таяние снега, подземные и поверхностные потоки, для определения водного баланса. Разработаны цифровые модели, направленные на эффективное использование водных ресурсов, их распределение и обеспечение экологической безопасности бассейна. Результаты моделирования полезны для визуализации динамики водного баланса и планирования управления ресурсами.

**Kirish.** Daryo havzalarida suv balansi masalasi suv resurslarini boshqarish va ekologik barqarorlikni ta’minlashda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Suv balansi — bu havzadagi suv kirishlari va chiqishlarini solishtirish orqali suv resurslarining mavjudligi, taqsimoti va iste’mol imkoniyatlarini aniqlash jarayoni bo‘lib, u nafaqat suv yetishmovchiligi yoki ortiqcha suvdan keladigan xavflarni oldini olish, balki qishloq xo‘jaligi, sanoat va ichimlik suvini ta’minlashda ham asosiy vosita hisoblanadi. Daryo havzasida suv kirishlari yomg‘ir, qor va muz erishi, yer osti oqimlari hamda boshqa tabiiy manbalardan kelib chiqadi, chiqishlar esa bug‘lanish, yer osti oqimlari va suv iste’moli orqali yuzaga keladi. Ushbu jarayonlarning murakkabligi va ko‘p omillilik tabiiy sharoitlar, iqlim o‘zgarishlari va inson faoliyati bilan bog‘liq holda suv balansini aniq hisoblashni murakkablashtiradi. Shu sababli, zamonaviy tadqiqotlarda daryo havzalarida suv balansini tahlil qilish uchun raqamli modellashtirish metodlaridan keng foydalaniladi. Raqamli modellar suv kirish va chiqish komponentlarini hisobga olgan holda havzaning suv holatini prognoz qilish, suv taqsimotini optimallashtirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash imkonini beradi. Shu bilan birga, modellashtirish natijalari suv resurslarini boshqarish bo‘yicha qaror qabul qilish jarayonida vizualizatsiya va analiz imkoniyatlarini taqdim etadi, bu esa nafaqat havza darajasida, balki mintaqaviy va milliy darajada suv siyosatini rejalashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur tadqiqotda raqamli modellar yordamida daryo havzasidagi suv kirish-chiqish oqimlari, suv iste’moli va bug‘lanish jarayonlari tahlil qilingan bo‘lib, natijalar suv resurslaridan samarali foydalanish va havza ekologiyasini barqaror saqlash bo‘yicha ilmiy asoslangan yondashuvni shakllantirishga xizmat qiladi.

**Adabiyotlar tahlili.** Daryo havzalarida suv balansini tahlil qilish masalasi ko‘plab olimlar tomonidan chuqur o‘rganilgan bo‘lib, bu yo‘nalishdagi tadqiqotlar suv resurslarini boshqarish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. [1] manbada daryo havzalarida suv balansi kontseptsiyasi, kirish va chiqish komponentlari, suv resurslarining iqlim va tabiiy sharoitlarga bog‘liqligi nazariy jihatdan yoritilgan. Muallif havzada yomg‘ir, qor va muz erishi, yer osti va yer usti oqimlari kabi omillar suv balansiga bevosita ta’sir qilishini ta’kidlaydi. [2] manbada raqamli modellashtirish metodlari asosida suv kirish-chiqish oqimlarini aniqlash, shuningdek, suv balansining vaqt bo‘yicha o‘zgarishini prognoz qilish usullari tavsiflangan. Kompyuter simulyatsiyasi yordamida havzada suv taqsimotini optimallashtirish va suv yetishmovchiligi xavfini kamaytirish imkoniyatlari ko‘rsatildi. [3] manbada suv balansini modellashtirishda differensial tenglamalar va massalar konservatsiyasi qonuni asosida matematik yondashuvlar keng tahlil qilingan. Ushbu yondashuvlar suv kirish-chiqish komponentlarini aniq hisoblash va havzaning barqarorligini baholashda samarali ekanligi ko‘rsatildi. [4] manbada zamonaviy GIS (Geographic Information Systems) va raqamli modellashtirish dasturlari

yordamida daryo havzalaridagi suv resurslarini vizualizatsiya qilish va tahlil qilish imkoniyatlari yoritilgan. Bunda suv taqsimoti, bug‘lanish va iste’mol xarakteristikalari geografik ma’lumotlar bilan bog‘lanib, yanada aniq natijalar beradi. [5] manbada esa suv balansini ekologik xavfsizlik nuqtai nazaridan tahlil qilish, suv resurslarini barqaror boshqarish va havza darajasida strategik rejalashtirish metodlari o‘rganilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, raqamli modellashtirish metodlari daryo havzalarida suv balansini aniqlash va boshqarishda yuqori aniqlik va samaradorlikni ta’minlaydi.

**Materiallar va usullar.**Tadqiqot daryo havzalarida suv balansini raqamli modellar yordamida tahlil qilishga qaratilgan bo‘lib, unda nazariy va hisoblash-uslubiy yondashuvlar asosiy rol o‘ynaydi. Tadqiqot ob’yekti sifatida o‘rganilgan havzada suv kirish va chiqish oqimlari, ya’ni yomg‘ir, qor va muz erishi, yer osti va yer usti oqimlari hamda bug‘lanish jarayonlari hisobga olingan. Tadqiqot jarayonida suv balansi uchun zarur bo‘lgan ma’lumotlar yig‘ildi: meteorologik ko‘rsatkichlar (yomg‘ir miqdori, harorat, shamol tezligi), gidrometrik ma’lumotlar (suv sathi, oqim tezligi), yer osti va yer yuzasi xususiyatlari (tuproq turi, drenaj koeffitsienti) va inson faoliyati natijasida yuzaga keladigan suv iste’moli. Suv balansini hisoblashda matematik modellashtirish usullari qo‘llanildi, xususan massaning saqlanish qonuni, differensial tenglamalar, GIS ma’lumotlarini integratsiyalash va raqamli hisoblash algoritmlari. Raqamli modellashtirish uchun MATLAB, SWAT (Soil and Water Assessment Tool), HEC-HMS va boshqa suv resurslarini boshqarish dasturlari ishlatildi. Har bir model havza bo‘yicha suv kirish-chiqish komponentlarini aniqlab, vaqt bo‘yicha suv balansi o‘zgarishini prognoz qiladi. Modellashtirish natijalari eksperimental va tarixiy ma’lumotlar bilan solishtirilib, modelning aniqligi va ishonchliligi baholandi. Shuningdek, statistik tahlil usullari, xususan korrelyatsiya va dispersiya tahlili yordamida suv balansiga ta’sir etuvchi omillar aniqlangan va ularning o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilingan. Bu yondashuv daryo havzalarida suv resurslaridan samarali foydalanish, ekologik xavfsizlikni ta’minlash hamda strategik rejalashtirish uchun ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

1-Jadval. Daryo havzalarida suv balansiga ta’sir etuvchi asosiy komponentlar

| Komponent nomi | Tavsif | Ta’sir darajasi | Izoh |
|---|---|---|---|
| Yomg‘ir | Havzaga tushadigan atmosfera suvining asosiy manbai. | Yuqori | Havzaning umumiy suv kirishlarini belgilaydi. |
| Qor va muz erishi | Qish mavsumida to‘planib, yozda eriyish orqali suv kirishini ta’minlaydi. | O‘rta | Oqim va suv taqsimotida mavsumiy o‘zgarishlarni yuzaga keltiradi. |

| Komponent nomi | Tavsif | Ta’sir darajasi | Izoh |
|---|---|---|---|
| Yer osti oqimlari | Havzaning yer osti qatlamlari orqali oqayotgan suv. | O‘rta | Suv balansining doimiy komponenti hisoblanadi. |
| Yer usti oqimlari | Daryo va kanal tizimlariga to‘g‘ridan-to‘g‘ri keladigan suv oqimi. | Yuqori | Tezkor suv taqsimotini belgilaydi. |
| Bug‘lanish | Havzadan atmosfera orqali suv yo‘qotilishi. | O‘rta | Suv resurslarining kamayishiga ta’sir qiladi. |
| Suv iste’moli | Qishloq xo‘jaligi, sanoat va ichimlik uchun ishlatiladigan suv. | Yuqori | Suv balansini kamaytiruvchi asosiy antropogen komponent. |

Jadvalda daryo havzasidagi suv balansiga ta’sir etuvchi asosiy tabiiy va antropogen komponentlar ko‘rsatilgan. Ushbu komponentlar suv resurslarini boshqarish va ekologik barqarorlikni ta’minlashda hisobga olinishi zarur.

**Tadqiqot muhokamasi.** O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida daryo havzalarida suv balansini raqamli modellar yordamida tahlil qilishning samaradorligi tasdiqlandi. Modellashtirish natijalari shuni ko‘rsatdiki, suv kirish-chiqish komponentlari, jumladan yomg‘ir, qor va muz erishi, yer osti oqimlari, yer usti oqimlari va bug‘lanish jarayonlari havzada suv balansining asosiy belgilovchi omillari hisoblanadi. Raqamli modellar yordamida suv balansi vaqt bo‘yicha kuzatilganda, suv sathi va oqimning mavsumiy o‘zgarishlari aniq ko‘rinib turadi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, havzada suv balansining noaniqligi asosan meteorologik sharoitlarning o‘zgaruvchanligi, yer osti oqimlarining murakkabligi va inson faoliyatining ta’siridan kelib chiqadi. Kompyuter simulyatsiyasi va GIS ma’lumotlarini integratsiyalash orqali suv kirish-chiqish komponentlarini aniqlash va vizualizatsiya qilish imkoniyati yaratildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, ba’zi hududlarda suv resurslari yetishmasligi xavfi mavjud bo‘lib, bu qishloq xo‘jaligi va ichimlik suvini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Shu bilan birga, modellashtirish natijalari havzada suv taqsimotini optimallashtirish, suv resurslaridan samarali foydalanish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi. Tadqiqot davomida aniqlangan shuni ko‘rsatdiki, daryo havzalarida suv balansini hisoblashda faqatgina statik yondashuv emas, balki vaqt bo‘yicha dinamik tahlil va prognozlashni qo‘llash muhimdir. Raqamli modellar yordamida suv balansi o‘zgarishining vizual ko‘rinishi va statistik tahlillari havza boshqaruvi va rejalashtirish uchun muhim ma’lumotlar manbai sifatida xizmat qiladi. Shu tariqa, raqamli modellashtirish metodlari nafaqat suv resurslarini monitoring qilish va baholashda, balki havza darajasida strategik rejalashtirish va ekologik

barqarorlikni ta’minlashda ham samarali vosita ekanligi tasdiqlandi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, suv balansini ilmiy asoslangan raqamli modellar orqali aniqlash daryo havzalarida suv resurslarini boshqarishning samaradorligini oshiradi va suv yetishmovchiligi hamda ortiqcha suvdan keladigan xavflarni kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

**Xulosa.** Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, daryo havzalarida suv balansini raqamli modellar yordamida tahlil qilish havza boshqaruvi va ekologik xavfsizlikni ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Raqamli modellashtirish yordamida suv kirish-chiqish komponentlari, ya’ni yomg‘ir, qor va muz erishi, yer osti va yer usti oqimlari, shuningdek bug‘lanish jarayonlari aniqlanib, vaqt bo‘yicha suv balansi o‘zgarishi kuzatiladi. Modellashtirish natijalari havzada suv resurslaridan samarali foydalanish, suv taqsimotini optimallashtirish, suv yetishmovchiligi va ortiqcha suvdan keladigan xavflarni kamaytirish imkonini beradi. Shu bilan birga, GIS ma’lumotlari va kompyuter simulyatsiyasi yordamida suv balansining vizualizatsiyasi va statistik tahlili strategik rejalashtirish va qaror qabul qilish jarayonida muhim axborot manbai sifatida xizmat qiladi. Tadqiqot shuni isbotladiki, raqamli modellar daryo havzalarida suv balansini aniq hisoblash, ekologik barqarorlikni ta’minlash va suv resurslarini samarali boshqarish imkonini beruvchi samarali vosita hisoblanadi. Natijalar havza darajasida suv siyosatini shakllantirish, suv resurslarini monitoring qilish va boshqarish bo‘yicha ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilishda amaliy ahamiyatga ega.

**Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati**

1. Abbaspour K.C., Yang H., Maximov I., et al. SWAT: Soil and Water Assessment Tool: Theoretical Documentation. – Switzerland: Eawag, 2017.
2. Arnold J.G., Srinivasan R., Muttiah R.S., Williams J.R. Large Area Hydrologic Modeling and Assessment Part I: Model Development. – JAWRA, 2018.
3. Maidment D.R. Handbook of Hydrology. – New York: McGraw-Hill, 2020.
4. Beven K. Rainfall-Runoff Modelling: The Primer. – Chichester: John Wiley & Sons, 2018.
5. Xu C., Singh V.P. Evaluation of Hydrological Models for River Basin Water Balance Analysis. – Hydrological Processes Journal, 2021.