IQLIM O‘ZGARISHINING CHIRCHIQ DARYOSI HAVZASIDAGI METEOROLOGIK TENDENSIYALARGA TA’SIRI (2008–2024 YILLAR TAHLILI)

Farruhbek Babajanov
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
Kamola Xasanova
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
Dilmurod Ruziyev
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
E-mail: ruzievdilmurod98@gmail.com
Adxam Sadikov
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda Chirchiq daryosi havzasida 2008–2024 yillar oralig‘ida kuzatilgan asosiy meteorologik ko‘rsatkichlarning uzoq muddatli tendensiyalari tahlil qilindi. Tadqiqotning maqsadi iqlim o‘zgarishining havzaning meteorologik va gidrologik sharoitlariga ta’sirini aniqlashdan iboratdir. Toshkent, Chorvoq va Chinoz meteorologik stansiyalarining 17 yillik ma’lumotlari asosida havo harorati, yer sirt harorati, yog‘in va shamol tezligi ko‘rsatkichlari o‘rganildi. Natijalar Chirchiq havzasida aniq isish jarayoni kechayotganini ko‘rsatdi. Toshkent va Chinoz stansiyalarida o‘rtacha yillik harorat 2008–2024 yillarda taxminan 1 °C ga ortgan (0,5–1,0 °C/10 yil), Chorvoqda esa o‘sish nisbatan past (0,3–0,5 °C/10 yil). MODIS ma’lumotlari asosida yer sirt harorati ham ortib, ayniqsa urbanizatsiyalashgan hududlarda “shahar issiqlik oroli” effekti kuchaygani aniqlandi. Yog‘in miqdori yildan-yilga o‘zgaruvchan bo‘lib, 2018–2019 yillar tog‘larda, 2020 yil esa tekislikda yuqori namlik qayd etildi. 2021 yil esa qurg‘oqchilik yili bo‘ldi. Shamol tezligida esa aniq trend kuzatilmadi. Umuman, Chirchiq havzasi iqlimi isib bormoqda, yog‘in esa beqaror. Bu holat suv resurslari, gidroenergetika va sug‘orish tizimlarini boshqarishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: Chirchiq daryosi havzasi; iqlim o‘zgarishi; havo harorati; yer sirt harorati (LST); yog‘in; shamol tezligi; MODIS; gidrologik model; suv resurslari.

Аннотация. В данном исследовании проанализированы долгосрочные тенденции основных метеорологических показателей, наблюдаемых в бассейне реки Чирчик в период 2008–2024 гг. Цель исследования заключается в определении влияния климатических изменений на метеорологические и гидрологические условия бассейна. На основе 17-летних данных метеорологических станций Ташкент, Чарвак и Чиназ

ISSN 3030-3907

изучены показатели температуры воздуха, температуры поверхности земли (LST), количества осадков и скорости ветра. Результаты показали наличие устойчивого процесса потепления в бассейне Чирчика. Среднегодовая температура воздуха на станциях Ташкент и Чиназ за 2008–2024 гг. повысилась примерно на 1 °C (0,5–1,0 °C/10 лет), тогда как на станции Чарвак рост оказался менее выраженным (0,3–0,5 °C/10 лет). Согласно данным MODIS, температура поверхности земли также увеличивается, особенно в урбанизированных районах, где усиливается эффект «городского теплового острова». Количество осадков характеризуется высокой межгодовой изменчивостью: в 2018–2019 гг. наблюдались влажные годы в горных районах, в 2020 г. — повышенная влажность в равнинных зонах, а 2021 г. стал засушливым. Для скорости ветра выраженной тенденции не выявлено. В целом климат бассейна реки Чирчик становится теплее, тогда как осадки остаются нестабильными. Эти изменения имеют важное значение для управления водными ресурсами, гидроэнергетикой и системами орошения.

Ключевые слова: бассейн реки Чирчик; изменение климата; температура воздуха; температура поверхности земли (LST); осадки; скорость ветра; MODIS; гидрологическая модель; водные ресурсы.

Abstract. This study analyzes the long-term trends of key meteorological indicators observed in the Chirchiq River Basin during the period 2008–2024. The main objective is to determine the impact of climate change on the meteorological and hydrological conditions of the basin. Based on 17 years of data from the Tashkent, Charvak, and Chinaz meteorological stations, variations in air temperature, land surface temperature (LST), precipitation, and wind speed were investigated. The results indicate a clear warming trend across the Chirchiq Basin. The mean annual air temperature at the Tashkent and Chinaz stations increased by approximately 1 °C (0.5–1.0 °C per decade) from 2008 to 2024, while the Charvak station showed a weaker increase (0.3–0.5 °C per decade). MODIS satellite data also reveal a rise in land surface temperature, especially in urbanized areas, confirming the intensification of the “urban heat island” effect. Precipitation exhibits strong interannual variability: 2018–2019 were humid years in the mountainous areas, 2020 was unusually wet in the lowlands, and 2021 was characterized by drought conditions. No significant long-term trend was detected in wind speed. Overall, the climate of the Chirchiq River Basin is warming, while precipitation remains irregular. These findings are crucial for sustainable management of water resources, hydropower operations, and irrigation systems.

ISSN 3030-3907

Keywords: Chirchiq River Basin; climate change; air temperature; land surface temperature (LST); precipitation; wind speed; MODIS; hydrological model; water resources.

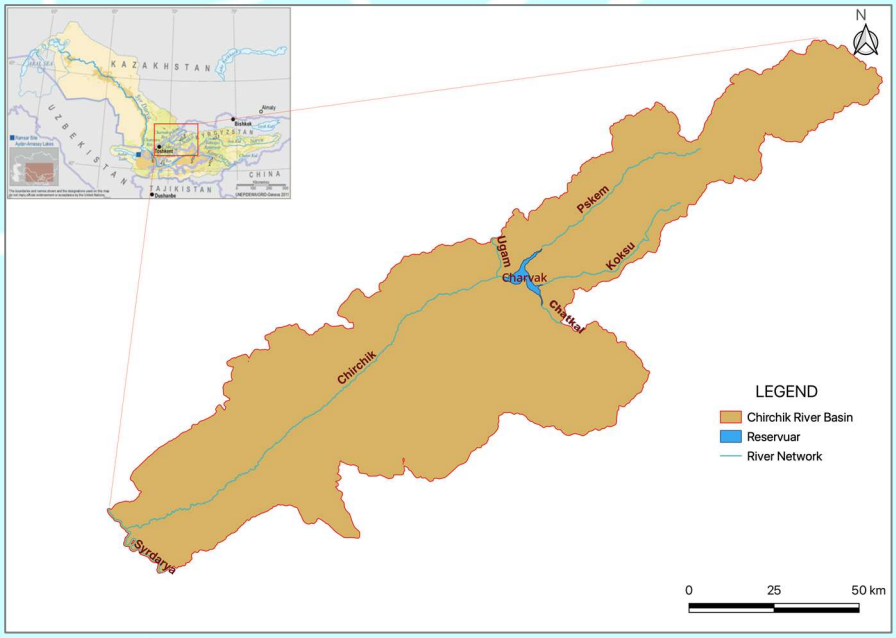
Kirish.

So‘nggi o‘n yilliklarda global iqlim o‘zgarishi yer yuzining barcha mintaqalarida, xususan Markaziy Osiyoda, gidrometeorologik jarayonlarga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Xalqaro ilmiy hisobotlar, jumladan IPCC (2023) ma’lumotlariga ko‘ra, so‘nggi 50 yil ichida quruqlik yuzasidagi o‘rtacha harorat har o‘n yilda 0,2–0,3 °C ga oshgan, Markaziy Osiyo esa isish tezligi eng yuqori hududlardan biri sifatida e’tirof etilgan[1,2]. Hududdagi suv resurslari asosan qor va muzliklardan to‘yinuvchi daryolarga bog‘liq bo‘lgani uchun, bu o‘zgarishlar gidrologik siklning barcha bosqichlariga-qor to‘planishi, erish, bug‘lanish va daryo oqimiga-bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Markaziy Osiyoda olib borilgan tadqiqotlar havo harorati va yog‘in miqdorida sezilarli o‘zgarishlar mavjudligini ko‘rsatadi [3,4]. Xususan, O‘zbekiston hududida1990-yillardan buyon havo harorati har o‘n yilda o‘rtacha 0,4–0,5 °C ga oshib bormoqda, yog‘in esa fazoviyjihatdan notekis taqsimlanmoqda. Biroq mavjud tadqiqotlarning aksariyati Respublika miqyosida umumiy statistik tahlilbilan cheklangan bo‘lib, Chirchiq daryosi havzasi kabi alohida suv havzalari bo‘yicha zamonaviy, yuqori aniqlikdagi meteorologik trend tahlillari yetarlicha amalga oshirilmagan. Chirchiq daryosi havzasi - O‘zbekistonning shimoli-sharqiy qismida joylashgan strategik suv resursi hududi bo‘lib, poytaxt Toshkentni va uning atrofidagi qishloq xo‘jaligi yerlarini suv bilan ta’minlaydi. Havzada shakllanadigan suv resurslari mamlakat YAIMining qariyb 16% ini ta’minlab, daryo oqimining 70 % dan ortig‘i sug‘orish maqsadida ishlatiladi [5,6,7]. Havzaning yuqori qismi qor va muzliklardan to‘yinuvchi tog‘li hududlardan iborat bo‘lib, iqlim o‘zgarishiga eng sezgir qism hisoblanadi. Shu sababli, ushbu hududda sodir bo‘layotgan meteorologik o‘zgarishlarni tahlil qilish O‘zbekiston suv xavfsizligi, energetika barqarorligi va qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi uchun muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. So‘nggi yillarda MODIS, ERA5 va boshqa masofaviy zondlash manbalari asosida Markaziy Osiyo daryolari havzalarida (masalan, Zarafshon, Amudaryo, Ili) olib borilgan tahlillar yer sirt harorati va qor qoplami dinamikasida aniq isish tendensiyasini ko‘rsatgan. Biroq Chirchiq havzasi uchun bunday tahlil mahalliy meteorologik kuzatuvlar bilan birlashtirilgan holda hali amalga oshirilmagan [8,9,10]. Shu bois, ushbu tadqiqot 2008–2024 yillar davrida Chirchiq daryosi havzasida havo harorati, yer sirt harorati, yog‘in va shamol tezligining uzoq muddatli o‘zgarishlarini aniqlash, ularninggidrologik jarayonlar va suv resurslariga ta’sirini baholash hamda O‘zbekiston sharoitida iqlim o‘zgarishiga moslashuv siyosatlari uchun ilmiy asos yaratishni maqsad qilgan. Tadqiqot natijalari faqat O‘zbekiston uchun emas, balki

ISSN 3030-3907

Markaziy Osiyoning qor-muzlik bilan ta’minlanadigan daryo tizimlari uchun ham dolzarbdir. Bu natijalar iqlim modelchilar, suv xo‘jaligi mutaxassislari va ekologlar uchun hududiy iqlim trendlarini yanada aniqlik bilan modellashtirish imkonini beradi hamda global iqlim o‘zgarishining mahalliy darajadagi ta’sir mexanizmlarini chuqurroq tushunishga xizmat qiladi.

Tadqiqot obyekti. Tadqiqot obyekti sifatida Chirchiq daryosi havzasi tanlandi. Havza O‘zbekistonning shimoli-sharqiy qismida, Toshkent viloyati hududida joylashgan bo‘lib, umumiy maydoni taxminan 14,900 km² ni tashkil etadi (1-rasm). Chirchiq daryosi Tyan-Shan tog‘ tizmasining g‘arbiy tarmoqlarida joylashgan Pskem va Chatkal daryolari qo‘shilishidan hosil bo‘ladi va Charvoq suv ombori orqali pastga, Toshkent vodiysi hamda Chinoz tekisliklariga oqib chiqadi. Daryo oxir-oqibat Sirdaryoga quyiladi. Havzaning relyefi yuqori tog‘lardan past tekisliklargacha keskin o‘zgaradi: balandliklar 3000 metrdan (Chatkal tizmasida) 250–300 metrgacha (Chinoz yaqinida) pasayadi. Bunday orografik farq natijasida iqlim ham keskin o‘zgaruvchan — tog‘li hududlarda sovuq va nam, tekisliklarda esa quruq va issiq. Yillik yog‘in miqdori yuqorida 1200–1600 mm, o‘rta qismda 450–500 mm, quyi qismda esa 300–350 mm atrofida. Yog‘inlarning asosiy qismi qish va erta bahor oylariga to‘g‘ri keladi. Havzaning suvlari asosan qor va muzliklarning erishidan shakllanadi, bu esa uni iqlim o‘zgarishiga sezgir qiladi.



1-rasm. Chirchiq daryosi havzasining joylashuvi va gidrografik tarmog‘i

Tadqiqotda havzaning uchta asosiy meteorologik stansiyasi ma’lumotlaridan foydalanilgan:

- Charvoq (yuqori qism, tog‘li hudud, suv ombori yaqinida),
- Toshkent (o‘rta qism, urbanizatsiyalashgan zona),
- Chinoz (past oqim, quruq tekislik).

ISSN 3030-3907

Bu stansiyalar havzaning turli balandlik va landshaft zonalarini ifodalaydi, shuning uchun ularning ma’lumotlari havzadagi vertikal iqlimiy gradientni tahlil qilish imkonini beradi.

Chirchiq havzasi O‘zbekiston suv xo‘jaligi, gidroenergetikasi va sug‘oriladigan dehqonchiligi uchun strategik ahamiyatga ega. Toshkent shahri va unga tutash sanoat zonalari suv bilan aynan ushbu havza orqali ta’minlanadi. Shu sababli, mazkur hududda sodir bo‘layotgan meteorologik o‘zgarishlarni o‘rganish — mamlakat suv xavfsizligi, qishloq xo‘jaligi barqarorligi va iqlimga moslashuv strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

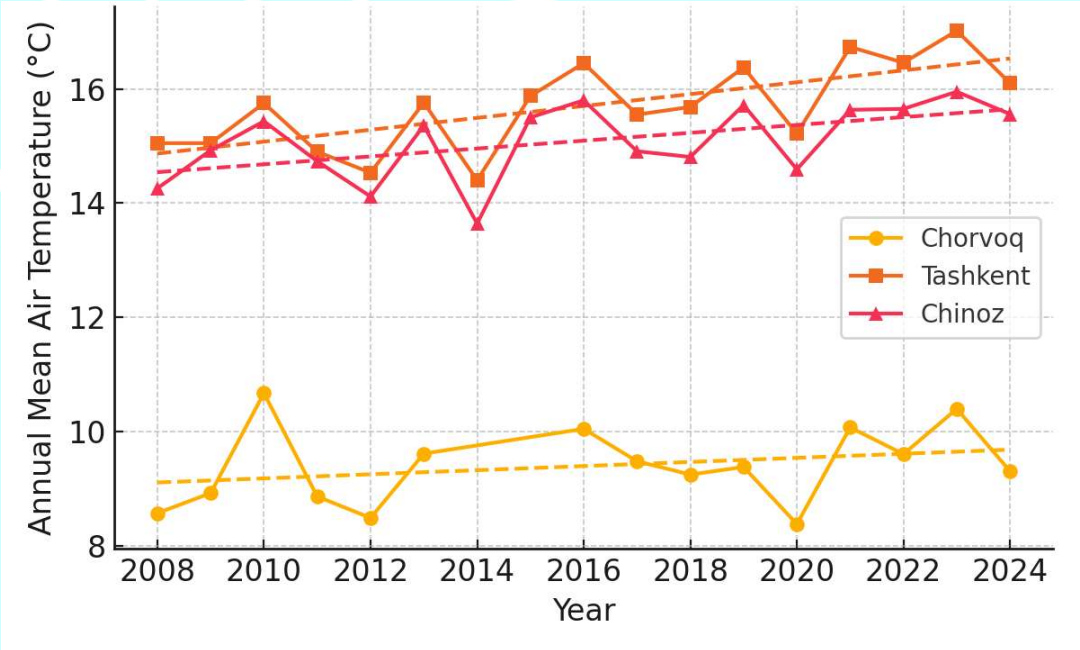
Tadqiqot uslubi. Tadqiqotda 2008–2024 yillar oralig‘idagi meteorologik kuzatuv ma’lumotlari asosida Chirchiq daryosi havzasida iqlim o‘zgarishining asosiy tendensiyalari tahlil qilindi. Ma’lumotlar Toshkent, Chorvoq va Chinoz meteorologik stansiyalaridan olingan bo‘lib, ular havzaning yuqori, o‘rta va quyi qismlarini ifodalaydi. Ishda quyidagi asosiy ilmiy-uslubiy yondashuvlar qo‘llanildi:

1. *Ma’lumotlarni tayyorlash va sifat nazorati.* Dastlab barcha meteorologik qatorlar (harorat, yog‘in, shamol) to‘liq tekshirilib, yo‘qolgan yoki anomal qiymatlar aniqlanib, kerakli hollarda chiqarib tashlandi. Chorvoq stansiyasida 2014–2015 yillarda ma’lumotlar yetishmagani sababli, bu yillar trend tahliliga kiritilmadi.
2. *Agregatsiya va yillik qiymatlarni hisoblash.* Har oylik kuzatuvlar yillik o‘rtacha yoki yig‘indi ko‘rsatkichlarga aylantirildi:
   - Havo harorati uchun: o‘rtacha, minimal va maksimal yillik qiymatlar;
   - Yog‘in uchun: yillik yig‘indilar va mavsumiy (qish, bahor, yoz, kuz) bo‘linmalar;
   - Shamol uchun: “shamol impulsi” bo‘yicha yillik o‘rtacha tezlik;
   - LST uchun: MODIS sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlaridan o‘rtacha sirt harorati.
3. *Trend tahlili.* Har bir parametr uchun chiziqli regressiya (linear trend) usuli bilan o‘zgarish tezligi aniqlanib, har 10 yillikdagi o‘zgarish darajasi (°C/decade yoki mm/decade) hisoblandi. Statistik ahamiyat t-testi orqali baholandi.
4. *Masofaviy zondlash ma’lumotlaridan foydalanish.* Yer sirtining harorati (LST) MODIS (MOD11A2) va ERA5 reanaliz ma’lumotlari asosida tahlil qilindi. Ma’lumotlar ArcGIS va Python muhitida qayta ishlanib, o‘rtacha yillik qiymatlar bilan stansiya kuzatuvlari solishtirildi.
5. *Grafik va fazoviy tahlil.* Trend chiziqlari, yillik dinamik graflar va xaritalar MS Excel, ArcGIS Pro va OriginLab dasturlarida tuzildi. Shuningdek, havzaning orografik va landshaft omillarini hisobga olish uchun balandlik gradienti bo‘yicha stansiyalararo taqqoslash amalga oshirildi.

ISSN 3030-3907

Natija va muhokama. 2008–2024 yillar oralig‘ida Chirchiq daryosi havzasida olib borilgan meteorologik tahlillar natijalari hududda iqlim o‘zgarishining yaqqol belgilarini ko‘rsatdi. Tahlil to‘rtta asosiy parametr — havo harorati, yer sirt harorati (LST), yog‘in miqdori va shamol tezligi bo‘yicha amalga oshirildi. Umuman olganda, havzada havo haroratining oshishi aniq, yog‘in va shamol ko‘rsatkichlari esa nisbatan o‘zgaruvchan va barqarorligi past ekanligi aniqlangan.

Havo harorati tendensiyalari. Barcha meteorologik stansiyalar — Chorvoq, Toshkent va Chinozda — 17 yillik davr mobaynida isish tendensiyasi kuzatildi. Yillik o‘rtacha havo harorati yildan-yilga farq qilsa-da, umumiy o‘sish yo‘nalishi yaqqol namoyon bo‘lgan. Eng katta o‘sish pasttekislikdagi stansiyalarda, ya’ni Toshkent va Chinozda qayd etildi. Toshkentda harorat 2008 yildagi 15 °C dan 2024 yilda 16 °C gacha, Chinozda esa 14,3 °C dan 15,5 °C gacha oshgan. Chorvoq stansiyasida o‘rtacha harorat 9–12 °C diapazonida saqlanib, isish nisbatan sekin kechgan. Chiziqli regressiya tahlili Toshkent va Chinozda har o‘n yillikda 0,7–1,0 °C, Chorvoq stansiyasida esa 0,3–0,5 °C/10 yil o‘sishni ko‘rsatdi(2-rasm). Mazkur natijalar O‘zbekiston bo‘yicha avvalgi ilmiy tadqiqotlarda qayd etilgan 0,25–0,52 °C/10 yil isish sur’atlari bilan to‘la mos keladi. Ayniqsa Toshkent–Chirchiq vodiysi Markaziy Osiyodagi mintaqaviy isish markazi sifatida ajralib turadi. 2022 yil butun davr ichidagi eng issiq yillardan biri bo‘ldi.



2-rasm. 2008–2024 yillar oralig‘ida Chirchiq daryosi havzasining yuqori (Chorvoq), o‘rta (Toshkent) va quyi (Chinoz) qismlarida yillik o‘rtacha havo harorati.

Ekstremal haroratlar ham bu jarayonni tasdiqlaydi: Chinozda 2008 yilda kuzatilgan –24,5 °C qiymat so‘nggi yillarda –18 °C dan pastga tushmagan; Toshkentda esa minimal harorat –17 °C dan –9 °C gacha oshgan. Bunda qish

ISSN 3030-3907

mavsumining yumshashi va sovuq to‘lqinlar sonining kamayishi kuzatiladi. Maksimal haroratlar nisbatan barqaror bo‘lib, Toshkentda 40–42 °C, Chinozda 40–41 °C, Chorvoqda esa 30–33 °C diapazonida saqlanib qolgan. Bu holat isishning asosan tungi va qishki davr haroratlariga ta’sir qilayotganini ko‘rsatadi. Toshkentda bu jarayon “shahar issiqlik oroli” effekti bilan izohlanadi.

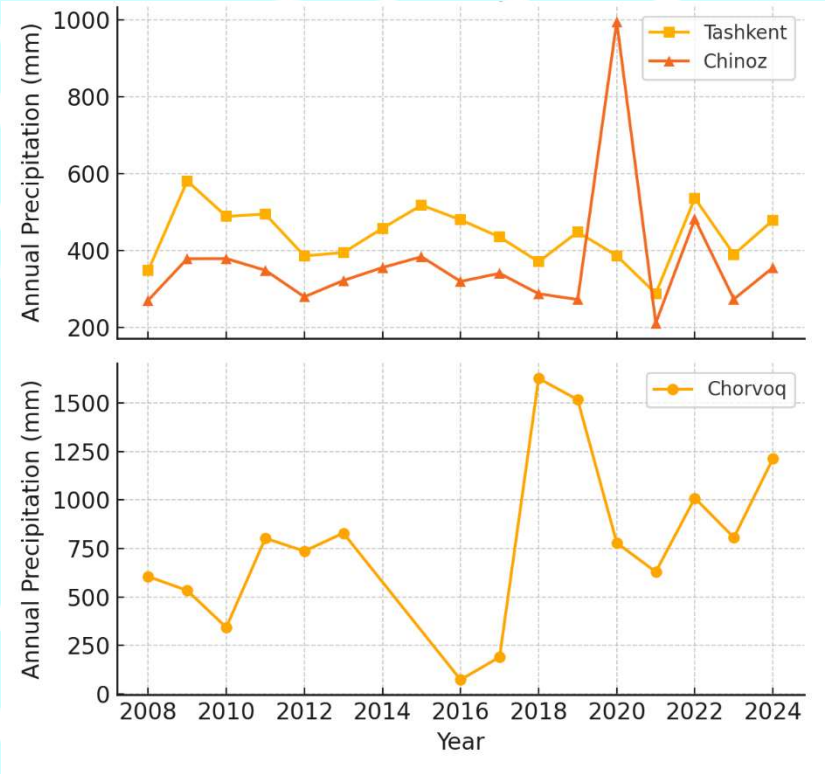
Yer sirt harorati *(LST)*. MODIS sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari asosida o‘rganilgan yer sirt harorati (Land Surface Temperature) ham havo haroratidagi isish bilan mutanosib ravishda ortgan. Yozgi davrlarda yalang‘och tuproq va asfalt yuzalarida LST 50–60 °C gacha ko‘tarilgan, bu havo haroratidan ancha yuqori qiymatdir. Yer qoplamasi turiga ko‘ra LST keskin farqlanadi:

- Sug‘oriladigan yoki o‘simlikli yerlarda – 30–35 °C;
- Quruq cho‘l va shahar hududlarida – 55–60 °C;
- Tog‘ yonbag‘irlarida va o‘rmonli joylarda – 25–30 °C atrofida.

Toshkentda urbanizatsiya jarayonlari, yashil maydonlarning kamayishi va asfalt qoplamalarining ortishi natijasida “issiq orol” effekti kuchaygan. Ayniqsa kechasi LST qiymatlarining pasaymasligi yer sirtining sovish jarayoni susayganini ko‘rsatadi. Bu esa havo haroratining tungi soatlarda ham yuqori bo‘lishiga sabab bo‘lmoqda. Gidrologik nuqtai nazardan, yer sirtining qizishi bug‘lanish jarayonini tezlashtiradi, tuproq namligini kamaytiradi va suv omborlarida suv yo‘qotilishini kuchaytiradi. Natijada, sug‘orish suviga bo‘lgan ehtiyoj ortib, suv resurslari bosimi kuchayadi. Shunday qilib, LST o‘zgarishi Chirchiq havzasining suv balansini modellashtirishda muhim omil hisoblanadi.

Yog‘in tendensiyalari. Yog‘in miqdori bo‘yicha 2008–2024 yillardagi ma’lumotlar kuchli yillik tebranishlarga ega bo‘lib, aniq barqaror trend qayd etilmadi. Biroq ayrim hududlarda biroz ortish tendensiyasi kuzatilmoqda. Chorvoq stansiyasida yillik yog‘in 500–1600 mm diapazonida bo‘lib, so‘nggi yillarda o‘rtacha 30 mm/10 yilga oshish kuzatildi. Toshkentda yillik yog‘in 400–500 mm atrofida barqaror, Chinozda esa 300–350 mm oralig‘ida bo‘lib, 2020 yilda 995 mm gacha yetgan — bu odatdagi qiymatdan uch baravar yuqori bo‘lgan ekstremal holatdir (3-rasm). Yog‘inning mavsumiy taqsimoti deyarli o‘zgarmagan: asosiy yog‘in qish va bahor oylariga to‘g‘ri keladi, yozda esa 10 mm/oydan kam yog‘in kuzatiladi.

ISSN 3030-3907

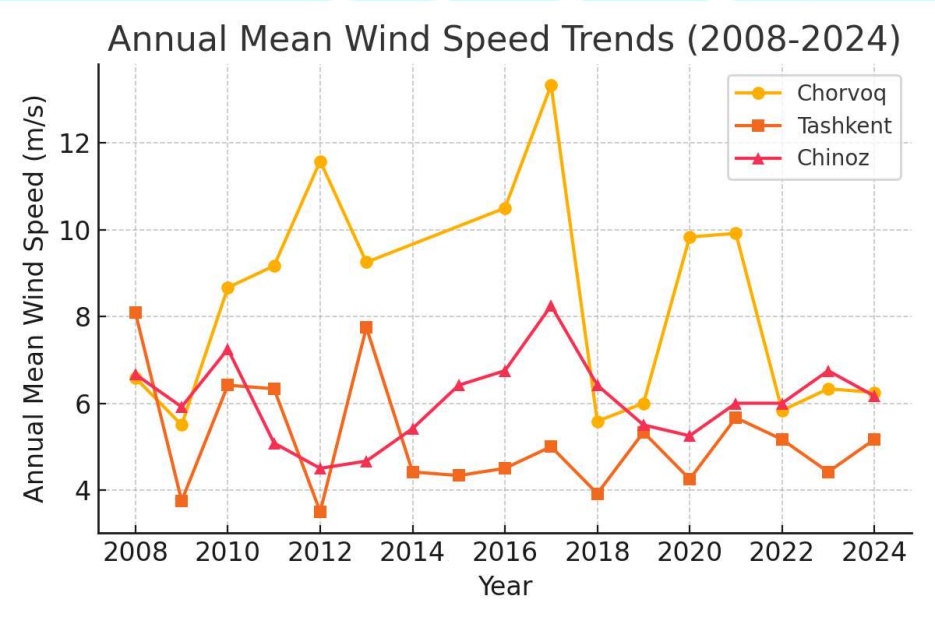


3-rasm: 2008–2024 yillarda Chirchiq daryosi havzasidagi yillik yog‘in miqdori.

2018–2019 yillarda tog‘li hududlarda juda nam yil qayd etilgan bo‘lsa, 2021 yil qurg‘oqchilik yili sifatida ajralib turadi. Ushbu tebranishlar havzaning tabiiy o‘zgaruvchanligini aks ettirib, suv xo‘jaligi rejalashtirishda ekstremal yillarni hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. Tog‘li hududlarda yog‘inning biroz ortishi kuzatilgan bo‘lsa-da, u hali statistik jihatdan ishonchli trend darajasiga yetmagan.

Shamol tezligi tendensiyalari. Shamol tezligi bo‘yicha 17 yillik ma’lumotlar aniq o‘sish yoki pasayish tendensiyasini ko‘rsatmagan. Chorvoq stansiyasida ayrim yillarda 12 m/s gacha bo‘lgan kuchli shamollar qayd etilgan, keyingi yillarda esa pasayish kuzatilgan. Toshkentda 2008–2009 yillarda 7–8 m/s atrofida bo‘lgan shamol 2012 yildan boshlab 4–6 m/s diapazonida barqarorlashgan. Chinozda shamol odatda 5–7 m/s oralig‘ida bo‘lib, yildan-yilga katta farq qilmagan (4-rasm). Bu natijalar shamol tezligining o‘rtacha qiymatlari deyarli o‘zgarmaganini, biroq mahalliy sharoitlar (urbanizatsiya, topografiya) sababli ayrim stansiyalarda pasayish yoki tebranishlar kuzatilganini ko‘rsatadi. Shahar hududlarida, xususan Toshkentda, binolar zichlashuvi shamol tezligini pasaytirgan bo‘lishi mumkin.

ISSN 3030-3907



4-rasm. 2008–2024 yillar oralig‘ida Chorvoq, Toshkent va Chinoz stansiyalaridagi yillik o‘rtacha shamol tezligi indeksi.

Chirchiq havzasida 2008–2024 yillar davomida havo harorati va yer sirt harorati oshib, iqlimning iliqlashish jarayoni yaqqol namoyon bo‘ldi. Minimal haroratlarning oshishi qish mavsumining yumshashiga, qor zaxiralari va muzliklarning qisqarishiga olib keladi. Bu esa Chirchiq daryosi oqimining bahorda erta boshlanishi, yozda esa suv tanqisligining kuchayishiga sabab bo‘ladi.

Haroratning har 1 °C oshishi bug‘lanish intensivligini oshirib, suv yo‘qotish hajmini ko‘paytiradi. Bu jarayon irrigatsiya tizimlari va suv omborlari uchun muhim xavf omilidir. Yog‘in miqdorining yuqori o‘zgaruvchanligi esa suv resurslari boshqaruvida muhim noaniqlik tug‘diradi — ayrim yillarda toshqin xavfi ortsa, boshqalarda qurg‘oqchilik ehtimoli kuchayadi. Shamol tezligida uzoq muddatli o‘zgarish qayd etilmagan bo‘lsa-da, haroratning ortishi va bosim gradientlarining o‘zgarishi kelgusida shamol rejimiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bu holatlarni aniqlash uchun yanada uzoq davrli kuzatuvlar zarur. Umuman olganda, Chirchiq havzasida isish jarayoni faol kechmoqda, pasttekisliklarda u tezroq, tog‘larda esa sekinroq namoyon bo‘lmoqda. Bu differensial isish suv resurslarining fazoviy va mavsumiy taqsimotiga, bug‘lanish hajmiga hamda sug‘orish suviga bo‘lgan talabga bevosita ta’sir qiladi. Shuning uchun, kelajakdagi gidrologik modellashtirish va suv xo‘jaligi rejalashtirish ishlarida harorat, LST, yog‘in va shamol ko‘rsatkichlarining o‘zaro bog‘liqligi kompleks tarzda hisobga olinishi zarur.

Xulosa. 2008–2024 yillar oralig‘ida olingan meteorologik ma’lumotlar tahlili Chirchiq daryosi havzasida aniq isish tendensiyasi mavjudligini ko‘rsatdi. Havo harorati butun havza bo‘ylab o‘rtacha ~1 °C ga oshgan bo‘lib, pasttekisliklarda isish sur’ati 0,5–1,0 °C/10 yil ni tashkil etdi. Eng kuchli isish qish

ISSN 3030-3907

mavsumida kuzatilgan. Sun'iy yo'ldosh (MODIS) ma'lumotlariga asoslangan yer sirt harorati (LST) ham havo bilan birga izchil o'sib, bug'lanish va tuproq namligi jarayonlariga sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda. O'simlikli va sug'oriladigan maydonlar sirtni sovituvchi, yalang'och va urbanizatsiyalashgan hududlar esa isishni kuchaytiruvchi omil sifatida namoyon bo'lgan.

Yog'in miqdori bo'yicha yillik o'zgaruvchanlik yuqori bo'lib, aniq statistik trend kuzatilmagan. 2018–2019 yillar nisbatan nam, 2021 yil esa quruq bo'lgan. Chorvoq va Chinoz stansiyalarida ozgina o'sish belgilari bor, Toshkentda esa barqarorlik saqlangan. Shamol tezligi bo'yicha ham uzoq muddatli o'sish yoki pasayish kuzatilmay, tabiiy tebranishlar doirasida qolgan.

Ushbu natijalar shuni ko'rsatadiki, Chirchiq havzasi iqlimi issiqroq va qishlari biroz namroq bo'lib bormoqda. Biroq yog'in va shamol o'zgaruvchanligi yuqori bo'lib qolmoqda. Bu o'zgarishlar suv xo'jaligi, sug'orish tizimlari va gidroenergetika uchun muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun kelgusida gidrologik modellashtirishda harorat, bug'lanish, qor zaxirasi va ekstremal hodisalar ta'siri kompleks ravishda inobatga olinishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hou, M., Cuo, L., & Xu, H. (2025). *Hydrological response to twenty-first century climate change in the Amu Darya Basin, Central Asia*. Journal of Hydrology: Regional Studies, 54, 102606. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2025.102606

2. Ososkova, T. & Gorelkin, N. & Chub, Vera. (2000). Water Resources of Central Asia and Adaptation Measures for Climate Change. Environmental Monitoring and Assessment. 61. 161-166. 10.1023/A:1006394808699.

3. Peng, Shouzhang, Chengcheng Gang, Yang Cao, and Yunming Chen. "Assessment of Climate Change Trends over the Loess Plateau in China from 1901 to 2100," 2017. https://doi.org/10.1002/joc.5331.

4. Sommer, R., M. Glazirina, T. Yuldashev, A. Otarov, M. Ibraeva, L. Martynova, M. Bekenov, et al. "Impact of Climate Change on Wheat Productivity in Central Asia." Agriculture, Ecosystems and Environment 178 (September 15, 2013): 78–99. https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.06.011.

5. Brouder, Sylvie M., and Jeffrey J. Volenec. "Impact of Climate Change on Crop Nutrient and Water Use Efficiencies." Physiologia Plantarum 133, no. 4 (2008): 705– 24. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2008.01136.x.

6. Hanasaki, N, S Fujimori, T Yamamoto, S Yoshikawa, Y Masaki, Y Hijioka, M Kainuma, et al. "A Global Water Scarcity Assessment under Shared Socio-Economic Pathways-Part 2: Water Availability and Scarcity." Hydrol. Earth Syst. Sci 17 (2013): 2393–2413. https://doi.org/10.5194/hess-17-2393-2013.

ISSN 3030-3907

7. Khamidov, S., Li, Z., Nasirova, M., Pulatov, B., & Pulatov, A. (2023). *Assessment of temperature and precipitation trends in Kashkadarya, Uzbekistan*. E3S Web of Conferences, 365, 01005. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336501005

8. Faye, Babacar, Heidi Webber, Jesse B. Naab, Dilys S. MacCarthy, Myriam Adam, Frank Ewert, John P.A. Lamers, et al. "Impacts of 1.5 versus 2.0 °c on Cereal Yields in the West African Sudan Savanna." Environmental Research Letters 13, no. 3 (March 1, 2018): 034014. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaab40.

9. Zhao, Chuang, Bing Liu, Shilong Piao, Xuhui Wang, David B. Lobell, Yao Huang, Mengtian Huang, et al. "Temperature Increase Reduces Global Yields of Major Crops in Four Independent Estimates." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 114, no. 35 (2017): 9326–31. https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114.

10. Wu, Tongwen, Yixiong Lu, Yongjie Fang, Xiaoge Xin, Laurent Li, Weiping Li, Weihua Jie, et al. "The Beijing Climate Center Climate System Model (BCC-CSM): The Main Progress from CMIP5 to CMIP6." Geoscientific Model Development 12, no. 4 (2019): 1573–1600. https://doi.org/10.5194/gmd-12-1573-2019.

ISSN 3030-3907