



doi <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2022-1-8>

UDC: 556.551.58

ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ШАРОИТИДА ЧИРЧИҚ ҲАВЗАСИ ОҚИМ ДИНАМИКАСИНING УЗОҚ МУДДАТЛИ ПРОГНОЗИ

Ғаффоров Хусен Ширинович¹,

техника фанлари фалсафа доктори (PhD), доцент,
ORCID: 0000-0003-1302-5349, e-mail: khusen.uz@gmail.com;

Унгалов Акмал Наврӯзович²,

«Мис саноати кластерлари ва иқтисодиётни инновацион ривожлантириш»
бошқармаси бош мутахассиси, e-mail: a.ungalov@mininnovation.uz;

Бао Аньмин³,

PhD, профессор, Шинжон масофадан зондлаш маркази раҳбари,
e-mail: baoam@ms.xjb.ac.cn;

Олимжонов Нодир Олимжонович¹,

магистрант, nodir93-00@mail.ru

¹ «Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини
механизациялаш муҳандислари институти» миллий тадқиқот университети,
«Гидромелиоратив тизимлардан фойдаланиш» кафедраси;

² Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожланиш вазирлиги;

³ Хитой Фанлар Академияси, Шинжон экология ва география институти

Аннотация. Ўтмиш ва келажакдаги иқлимий фарқларнинг дарё ҳавзалари оқим динамикасига таъсирини баҳолаш келажакда дарё ҳавзалари учун барқарор қишлоқ хўжалиги ҳосилдорлигини таъминлаш, шунингдек, иқлим ўзгаришининг экология ва атроф-муҳитга таъсирини камайтиришда муҳим аҳамият касб этади. Ушбу ҳолат бир неча соҳаларда: технология, инфратузилма, сиёсат, иқтисодиёт, экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш бўйича шошилинч ва келишилган ҳаракатларни талаб этади. Мақолада дельта ёндашув усули ёрдамида 2030, 2050 ва 2070 йилларда глобал циркуляцияси модели (GCM)ни мувофиқлаштириш сценарийлари, RCP4.5 ва RCP8.5 асосида ёғингарчилик интенсивлиги ўзгаришларнинг Чирчиқ дарёси оқими динамикасига таъсири баҳоланди. Тадқиқот натижаларида Чирчиқ ҳавзасида яқин ва узоқ келажак учун оқим динамикаси ўзгаришларига аниқ далиллар келтирилган. Мазкур тадқиқот иқлим ўзгаришига жавобан Чирчиқ ҳавзасида барқарор қишлоқ хўжалиги ҳосилдорлиги ва озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлаш, экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, жамиятнинг ижтимоий даражасини яхшилашда,

Кириш

Охирги ўн йилликда глобал исиш туфайли иқлим ўзгариши нафақат минтақа экотизимининг ўзгаришига сабаб бўлмоқда, балки дунё ҳамжамияти эътиборини ўзига тортди [1]. Иқлимий ўзгаришлар жараёни бевосита ёки билвосита барқарор қишлоқ хўжалиги ҳосилдорлиги, озиқ-овқат хавфсизлиги, сув ресурслари тақсимланганлиги ва уларни оператив бошқариш, шунингдек, жамиятнинг ижтимоий даражасига тўғридан-тўғри ўз таъсирини кўрсатади.

Шотландиянинг Глазго шаҳрида бўлиб ўтган Бирлашган Миллатлар Ташкилоти (БМТ)нинг иқлим ўзгаришига бағишланган 26-халқаро конференциясида таъкидланганидек, йиллик ўртача ҳарорат 1900 йил билан таққослаганда, Цельсий шкаласи бўйича бир даражага (1 °C) кўтарилганини БМТнинг иқлим бўйича тадқиқот



гуруҳи ҳамда Иқлим ўзгариши бўйича ҳукуматлараро комиссия (IPCC) яна бир бор тасдиқлади (IPCC, 2021). Ушбу ҳолатда ёғингарчиликнинг мекансал ва вақт оралиғида тебраниш ўзгаришларига мойиллиги ёғингарчилик миқдори ва интенсивлигининг ўзгаришига сабаб бўлмоқда. Гидрологик циклнинг асосий омили бўлган ёғингарчилик миқдори ва интенсивлиги дунёнинг турли бурчакларида турлича ўзгаришга эга бўлиши глобал исишнинг гидрологик циклга таъсирини янада қучайтиради ва шу сабабли дарёлар оқими динамикаси хусусиятларида ўзгаришлар кузатилади [2]. Шунингдек, қурғоқчил ва ярим қурғоқчил ҳудудлардаги экотизимнинг иқлимий ўзгаришларга сезгирлиги [3] дунёнинг бошқа минтақаларига [2; 4] нисбатан XXI асрда глобал исишни 2 °C (аниқроғи, 1,5 °C)дан паст даражага чеклаш бўйича Париж конвенцияси Оролбўйи минтақасига жорий этишда бир қанча қийинчиликларга дуч келишни тасдиқлайди [1].

Марказий Осиёда қишлоқ хўжалигида ишлаб чиқариш тенденциясининг критик амалга оширилиши олтмиш йил давомида Оролбўйи минтақасининг дунёнинг барча қурғоқчил ва ярим қурғоқчил минтақаларининг учдан бир қисмини эгаллашни таъминлади, иқлимий ўзгаришларга жуда сезгир экотизм шаклланди, натижада дарёлар оқими динамикасидаги ўзгаришлар қишлоқ хўжалиги экинларининг маҳсулдорлиги ва биомассага таъсир ўтказди [1; 4].

Бугунги кунда глобал иқлим ўзгариши мавжуд экологик муаммолар орасида дунё ҳамжамиятида асосий ўринни эгаллаб бўлди. Бу эса сув ресурсларига кескин таъсир кўрсатади. Дарё ҳавзаларида гидрологик жараёнлар ёки оқимидаги ўзгаришлар ушбу минтақада бевосита ялпи ички маҳсулот (ЯИМ)нинг ўзгариш динамикасига секин ёки кескин таъсир этади. Чирчиқ ҳавзаси республиканинг 16%га яқин ЯИМни таъминлаши билан бирга, 70%дан кўпроқ сув ресурслари экинларни суғориш

сув ресурсларини оператив бошқариш механизмини ишлаб чиқиш ва иқтисодий барқарорликни таъминлашга эришишда фойдали маълумот бўлиб хизмат қилади.

Калит сўзлар: Чирчиқ ҳавзаси, сув ресурслари, GCM, RCP, иқлим ўзгариши, дельта ёндашув.

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ СТОКА В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЧИРЧИК В КОНТЕКСТЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Гаффоров Хусен Широнович¹,
доктор философии по техническим наукам (PhD),
доцент;

Унгалов Акмал Наврузович²,
главный специалист управления инновационного
развития кластеров и экономики медной
промышленности;

Бао Аньмин³,
PhD, профессор, руководитель Синьцзянского
центра дистанционного зондирования;

Олимжонов Нодир Олимжонович¹,
магистрант

¹ Национальный исследовательский университет
«Ташкентский институт инженеров ирригации
и механизации сельского хозяйства», кафедра
«Эксплуатация гидромелиоративных систем»;

² Министерство инновационного развития
Республики Узбекистан;

³ Синьцзянский институт экологии и географии
Китайской академии наук

Аннотация. Оценка влияния прошлых и будущих климатических различий на динамику стока в речных бассейнах важна для обеспечения устойчивой продуктивности сельского хозяйства в будущем, а также для снижения воздействия изменения климата на окружающую среду. Эта ситуация требует срочных и согласованных действий в нескольких областях: технологии, инфраструктура, политика, экономика, экология и окружающая среда. В исследовании оценивается влияние изменения интенсивности осадков на динамику стока реки Чирчик на основе модели глобальной циркуляции (GCM) для 2030, 2050 и 2070 годов с использованием метода дельта-подхода по сценариям RCP 4.5 и RCP 8.5. Результаты исследования убедительно показывают изменения в динамике стока в бассейне реки Чирчик в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Данное исследование будет полезным в целях обеспечения устойчивой продуктивности сельского хозяйства и продовольственной безопасности в бассейне реки Чирчик в ответ на изменение климата,



а также разработки механизма оперативно-го управления водными ресурсами для защиты окружающей среды, улучшения социального положения общества и достижения экономической стабильности в регионе.

Ключевые слова: бассейн Чирчик, водные ресурсы, GCM, RCP, изменение климата, дельта-подход.

LONG-TERM FORECAST OF FLOW DYNAMICS IN THE CHIRCHIK RIVER BASIN IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Gafforov Khusen Shirinovich¹,
PhD, Associate Professor;

Ungalov Akmal Navruzovich²,
Chief Specialist of the Department of Innovative
Development of Clusters and economics of the
copper industry;

Bao Anming³,
Head of Xinjiang Remote Sensing Center,
PhD, Professor;

Olimjonov Nodir Olimzhonovich¹,
Master's Student

¹National Research University
"Tashkent Institute of Irrigation Engineers
and Mechanization of Agriculture" Department
"Operation of Irrigation Systems";

²Ministry of Innovative Development of
the Republic of Uzbekistan;

³Xinjiang Institute Ecology and Geography
of the Chinese Academy of Sciences

Abstract. Assessing the impact of the past and future climatic differences on the runoff dynamics in river basins is important in view to ensure sustainable agricultural output in the future, as well as to reduce the impact of climate change on the environment. This situation requires urgent and concerted action in several areas: technology, infrastructure, policy, economics, ecology and environment. The study assesses the impact of changing precipitation intensity on the flow dynamics of the Chirchik River based on the Global Circulation Model (GCM) for 2030, 2050 and 2070 using the delta approach method under RCP4.5 and RCP8.5 scenarios. The study findings convincingly show changes in flow dynamics in the Chirchik River basin in the short and long term perspectives. This study will be useful information to ensure sustainable agricultural productivity and food security in the Chirchik basin in response to climate change, as well as to develop a mechanism for operational water management to protect the environment, improve the social status of society and achieve economic sustainability in the region.

Keywords: the Chirchik basin, water resources, GCM, RCP, climate change, delta approach.

учун ишлатилади (stat.uz). Шу сабабдан дарё ҳавзасидаги гидрологик жараёнлар ва оқим динамикасига таъсир этувчи ҳар қандай омиллар, айниқса, иқлим ўзгариши минтақадаги ҳаётнинг ҳар қандай жабҳалари, жумладан, жамиятнинг ижтимоий даражаси ва иқтисодий барқарорликка дарҳол таъсир этади. Жадал иқтисодий ривожланиш кўз ўнгида демографик ўсиш ва сув ресурсларига бўлган талабнинг ортиши иқлим ўзгариши сабабли дарё ҳавзасида сув ресурсларини оператив ва узоқ муддатли бошқариш тўғридан-тўғри оқим динамикасидаги ўзгаришлар билан боғлиқ бўлиб, мавжуд муаммони янада мураккаблаштиради.

Шу сабабли дарё ҳавзаларида мавжуд сув ресурсларини оптимал тақсимлаш ва оператив бошқаришнинг сув ресурсларига бўлган талаб билан биргаликда кўриб чиқилиши ва мумкин бўлган иқлимий омилларнинг таъсири бўлмаган ҳолда, турли хил кенг кўламли таъсирларни бар-тараф этиш учун ер тизимининг моделларига мос равишда ўрганиш талаб этилади [5].

Охириги 10 йилликда иқлимий ўзгаришлар таъсирида сув ресурслари ва улардан фойдаланишдаги мунозаралар тобора сиёсий тус олаётганига қарамай, ёғингарчилик интенсивлигининг мекансал ва вақт оралиғида ўзгариши [6; 7] ва ушбу ўзгаришларнинг иқлим ўзгаришига жавобан Чирчиқ ҳавзаси оқим динамикасига таъсирини [1] баҳолаш бўйича жуда ҳам кам илмий изланишлар олиб борилган.

Иқлим ўзгариши Марказий Осиё мамлакатларида мисли кўрилмаган офатларга, жанубда Тянь-Шань [8] ва Помир-Олой [9] тоғ тизмаларидаги музлик юзасининг қисқариши, минтақада гидрологик цикл учун муҳим бўлган Орол ҳавзасининг тобора чўл – «Орол Қум»га айланиб бораётганлиги, ёғингарчилик миқдори ва интенсивлигида кузатилаётган ўтмиш ва келажакдаги ўзгаришларни тушуниш, сув ресурсларини тақсимлаш ва улардан фойдаланишдаги хавфларни баҳолаш, экоти-

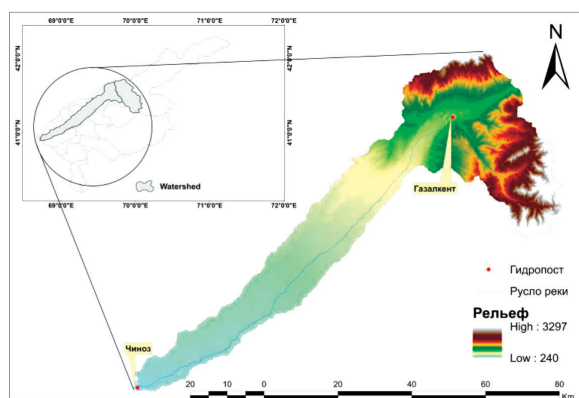


зимдаги ўзгаришлар таъсирида қишлоқ хўжалиги ҳосилдорлиги ва озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашда узоқ муддатли бошқарув бўйича чора-тадбирларни режалаштириш бугун ва келажак учун кечиктириб бўлмас ҳаракатларни талаб этади.

Шу боисдан иқлим ўзгариши шароитида ёғингарчилик интенсивлигининг ўтмиш ва келажакдаги ўзгариш тенденциялари бўйича Чирчиқ ҳавзаси оқим динамикасини узоқ муддатли прогнозлаш илмий ва амалий аҳамият касб этади. Мақолада дельта ёндашув усули ёрдамида 2030 йил (2020–2039), 2050 йил (2040–2069) ва 2070 йил (2060–2099) келажак даврларида глобал циркуляцияси модели (GCM)ни мувофиқлаштириш сценарийлари, RCP4.5 ва RCP8.5 асосида ёғингарчилик интенсивлигидаги ўзгаришларнинг оқим динамикасига таъсири баҳоланди.

Материал ва методлар

Тадқиқот объекти. Чирчиқ ҳавзаси Сирдарё ҳавзасининг ўнг irmoғи, Ўзбекистоннинг шимоли-шарқида, Тянь-Шань тоғ тизмаларининг ғарбий қисми ва Сирдарё ҳавзаси оралиғида, 41°10'00» шимолий кенглик ҳамда 69°45'00» шарқий узунликда жойлашган (1-расм). Узунлиги 155 км, ҳавзанинг умумий майдони 14.9 минг км², Чотқол ва Пскем дарёлари қуюлиш нуқта-сида ҳосил бўлади. Мураккаб рельеф, тупроқ ва иқлимий хусусиятларга эга. Сувга тўйинганлиги аралаш, асосан, қор қоплагига боғлиқ. Ўртача сув оқими 221 м³/сек. Юқори оқимида Чорвоқ ГЭС жойлашган.



1-расм. Тадқиқот объекти

Иқлим тасодифий, одатда, қурғоқ ва қурғоқчил, шимолдан жануб томон тоғ тизмаларидан текисликка қадар ёғингарчилик ва ҳароратнинг кучли градиенти мавжуд. Ёғинлар миқдори нотекис, шимоли-шарқда ва тоғ ён бағирларида интенсивлик юқори [9], асосан, қиш ва баҳор ойларига тўғри келади. Ёғингарчиликнинг минимал миқдори ҳавзанинг жануби-ғарбий қисмида 250–300 мм ни ташкил этади, шимоли-шарқий ва тоғ олдида 550 мм га етади [10]. Тоғларнинг ғарбий қисмида нам ҳаво массалари таъсирида 1400–3000 мм гача ёғингарчилик миқдори кузатилган. Ўртача ҳарорат январь ойида -1,3 °C дан -1,8 °C гача, ёз ойларида текисликларда энг юқори ҳарорат +47 °C гача кўтарилади [1]. Бугунги кунда иқлим ўзгаришининг таъсири ҳароратнинг чегарасидан юқорига кўтарилишига сабаб бўлмоқда.

Бирламчи маълумотлар. Таҳлилларнинг тўғрилигини текширишда кунлик кузатув маълумотлари 1990–2016 йиллар учун Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати маркази (УзГидромет) томонидан ҳавза маълумотларини ҳисобга олган ҳолда тўпланган. Келажакда ҳавзадаги сув сатҳи динамикасидаги ўзгаришларни башорат қилишда CMIP5 архивидаги 5 GCM моделидан кунлик ёғингарчилик маълумотларини кичрайтириш (downscaling) орқали фойдаланилган.

Тадқиқотда 2030, 2050 ва 2070 йиллар келажак даврлари учун учта тажриба сериялари ишлаб чиқилган бўлиб, GCM мувофиқлаштириш сценарийлари RCP4.5 ва RCP8.5 асосида таснифланган. 1975–2005 йиллар тарихий маълумотлари дельта усули ёрдамида статистик жиҳатдан қисқартирилган [11; 12] бўлиб, натижалар кирувчи маълумотлар сифатида фойдаланилган. RCP4.5 сценарийси 2100 йилгача иқлим ўзгаришини бошқаришда радиациявий таъсирларни барқарорлаштириш учун иссиқхона газларини камайтириш бўйича бир қатор технология ва стратегияларни кўзда тутса [4], RCP8.5 демографик ўзгаришлар натижасида энергияга бўлган



талаб туфайли вақт ўтиши билан чиқинди ва иссиқхона газларининг ортишини тавсифлайди [13].

1-жадвал

GCM ҳақида умумий маълумотлар

Моделли	Институт	Давлат	Қисқартма
ACCESS1-3 (RCP 4.5)	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization	Австралия	ACCESS1-3
ACCESS1-3 (RCP 8.5)			
bcc-csm1-1-m (RCP 4.5)	Beijing Climate Centre (BCC), China Meteorological Administration	Хитой	bcc-csm1-1-m
bcc-csm1-1-m (RCP 8.5)			
CanESM2 (RCP 4.5)	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, BC	Канада	CanESM2
CanESM2 (RCP 8.5)			
CSIRO-Mk3-6-0 (RCP 4.5)	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization	Австралия	CSIRO-Mk3-6-0
CSIRO-Mk3-6-0 (RCP 8.5)			
GISS-E2-R (RCP 4.5)	«NASA/GISS» Goddard Institute for Space Studies, New York, NY	АҚШ	GISS-E2-R
GISS-E2-R (RCP 8.5)			

Кўпгина тадқиқотлар [4] GCMлардаги турли ўзгаришлар Марказий Осиёда иқлим ўзгариши таъсирини башорат қилишда ўхшаш характерларга эга эканлигини тасдиқлайди.

Тадқиқот усули. Иқлим ўзгарувчанлигини GCM сценарийларидан гидрологик моделларга узатишда бир қанча усуллар мавжуд бўлиб, улар орасида дельта ёндашув усули кенг тарқалган [14; 15]. У кечаётган ва келажак иқлими ўртасидаги фарқларни тавсифловчи дельта омилларга асосланган. Ушбу тадқиқот дельта омилларни вақт шкаласи, интенсивлик даражаси ва қайтиш даврига боғлиқлиги учун таҳлил қилади [16]. Дельта ўзгариши сценарийларини ҳисоблаш учун кузатув станцияси ва GCM маълумотларидан фойдаланилган [17]. Дарё ҳавзасида оқим ўзгаришини моделлаштиришда дельта усулидан фойдаланиб, иқлим ўзгариши

PRCPлар ўртасидаги фарқни ҳисоблаш орқали кузатилган вақт қаторида қўшимча равишда ўртача ойлик ва йиллик, ҳозирги ва келажакдаги PRCPга энг яқин GCM мувофиқлаштириш сценарийлари, RCP4.5 ва RCP8.5 дан фойдаланиб, симуляция қилинган.

Ушбу тадқиқотда ўзгариш коэффициентлари гидрология ва ёғингарчилик учун энг муҳим иқлим ўзгаришидаги фарқларнинг ўтмиш, бугун ва келажакдаги GCM мувофиқлаштириш сценарийлари RCP4.5 ва RCP8.5 симуляцияларидан олинган.

[1] ва [2] тенгламалардан фойдаланиш натижалари GCM моделларидан чиқиш маълумотларини аниқлайди. Ушбу ҳолатни ёғингарчилик учун қуйидагича ифода-лаш мумкин:

$$P_{\Delta}(t) = P_{\text{obs}}(t) \left(\frac{P_{\text{Future}}}{P_{\text{Control}}} \right) \quad (1)$$

$$P'_{\text{GCM,Future}} = P_{\text{GCM,Future}} \left(\frac{P_{\text{Obs,reference}}}{P_{\text{GCM,reference}}} \right) \quad (2)$$

Бу ерда: P_{Δ} – дельта усули бўйича тахмин қилинган келажакдаги ёғин миқдори, (мм); P_{Future} – GCM мувофиқлаштириш сценарийлари асосида ҳисобланган ўртача ёғин миқдори, (мм); $P'_{\text{GCM,Future}}$ ва $P_{\text{GCM,Future}}$ – ёғин миқдорига мос равишда келажак учун созланган ва созланмаган GCM (мм); P_{obs} , эталон ва P_{GCM} , эталон – ўртача кузатилган ва GCM ёғинлар миқдори.

Тадқиқот натижалари

Ёғингарчилик интенсивлигининг ўзгариши. Бугунги кунда глобал ёки минтақавий иқлим ўзгариши жаҳон жамжамиятининг асосий экологик муаммолари орасида, шубҳасиз, биринчи ўринни эгаллаган. Иқлимий ўзгаришлар таъсири, биринчи навбатда, глобал исиш туфайли жуда кенг ва мураккаб, ноаниқлиги мавжуд сув ресурслари ва гидрологик циклга катта таъсир этади. Бунинг оқибатлари натижаси ўлароқ, экология ва атроф-муҳитда кутилмаган муаммолар пайдо бўлиши тайин. Юзага келиши мумкин бўлган муаммоларнинг олдини олиш ва бартараф этиш чо-

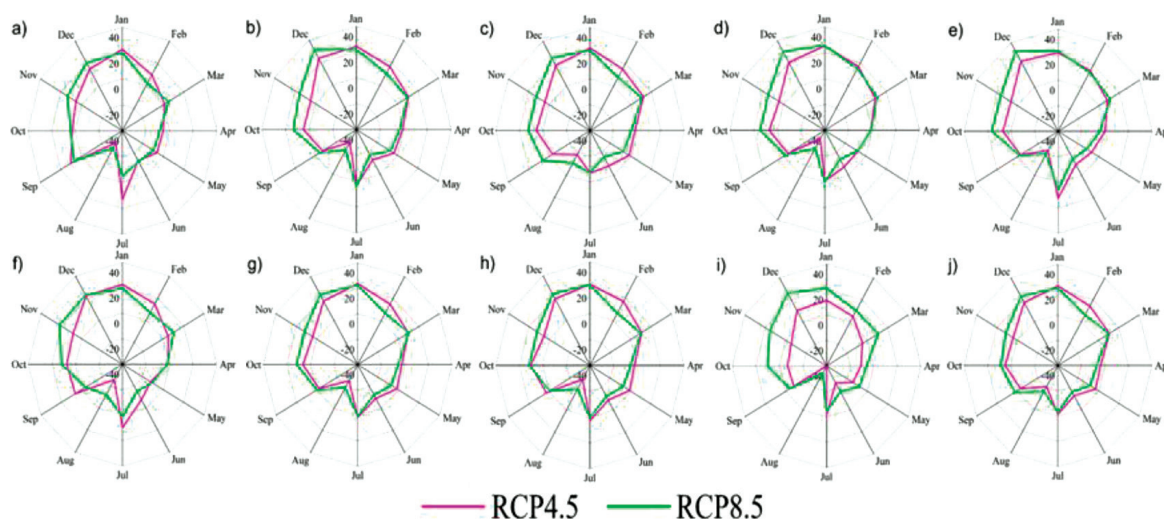


ра-тадбирларини ишлаб чиқиш учун ушбу тадқиқот натижалари, иқлим ўзгариши шароитида келажакда турли даврлар учун (2030, 2050, 2070) ёғингарчилик интенсивлигидаги ўзгаришлар Чирчиқ ҳавзаси сув сатҳи динамикасига қандай таъсир қилиши баҳоланди.

Келажакдаги турли даврларда танланган GCM моделлари учун ёғингарчилик интенсивлиги ва частотасидаги ўзгаришларнинг дастлабки маълумотлари аниқланди. Барча кузатув станциялари RCP4.5 ва RCP8.5 сценарийлари учун деярли бир хил бўлган ўртача ойлик ўзгаришларни кўрсатди (2-расм). Барча моделларда ёғингарчилик миқдоридаги асосий ўзгаришлар қиш ва куз ойларида кузатилди. Умуман олганда, бу тенденция Туябўғуз (2j-расм) кузатув станциясидан ташқари барча станцияларда RCP4.5 сценарийси учун кучлироқ бўлгани аниқланди. Ёз ойида ёғин миқдори камайишига қарамай июль ойи учун иккала сценарийда ҳам бар-

ча кузатув станцияларида ёғингарчилик фаоллиги кузатилди. Март ойида RCP4.5 сценарийси бўйича Бекобод (2a-расм) ва Туябўғуз (2j-расм) станцияларида ёғингарчилик миқдорида камайишлар кузатилади. Бошқа кузатув станцияларида – Чотқол (2b-расм), Чимён (2d-расм), Ойгаинг (2e-расм), Пскем (2f-расм), Қизилча (2g-расм), Сўқоқ (2h-расм), Тошкент (2i-расм) ва Янгийўлда (2k-расм) камайиш апрель ойида бошланади. Қиш мавсумида ёғингарчилик интенсивлиги юқорилашига қарамай февраль ойи учун RCP8.5 сценарийси бўйича деярли барча станцияларда ўртача ойлик ёғингарчиликнинг сезиларли даражада камайиши кузатилди. Пасайишнинг катта улуши Бекобод станциясига тўғри келади.

Дарё оқимининг ишончилигини ўртача ойлик маълумотларидан фойдаланган ҳолда баҳолаганда, GCM моделлари ва кузатув маълумотлари ўртасида сезиларли фарқлар топилмади.



(a) Бекобод; (b) Чотқол; (d) Чимён; (e) Ойгаинг; (f) Пскем; (g) Қизилча; (h) Сўқоқ;
(i) Тошкент; (j) Туябўғуз; (k) Янгийўл

2-расм. GCM мувофиқлаштириш сценарийларига нисбатан келгуси даврларда ҳосил бўлган ёғингарчилик интенсивлигидаги ойлик ўзгаришлар

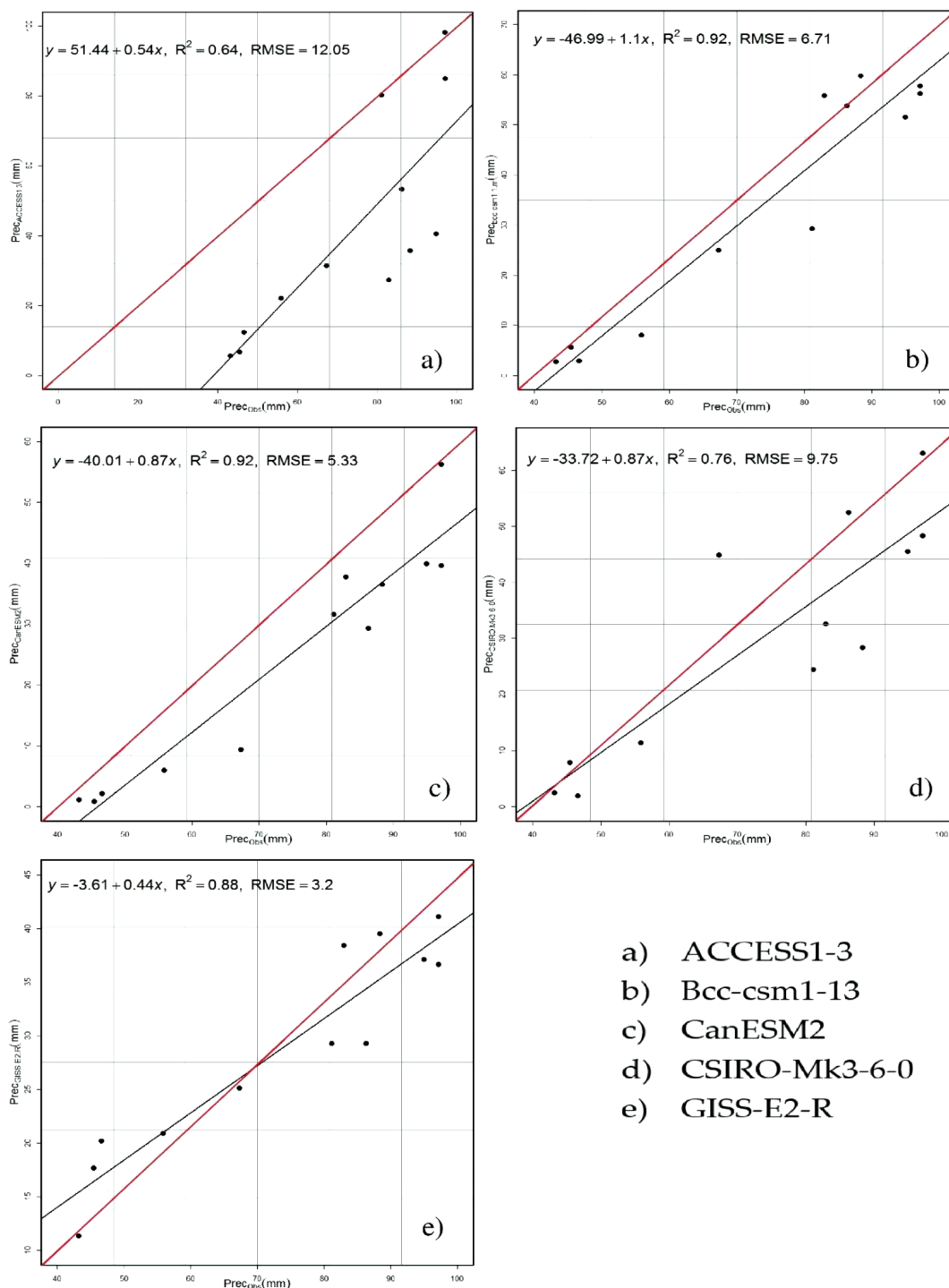
Маълумотларни текшириш. Маълумотлар тўғрилигини баҳолашда кузатув (1990–2016) ва GCM маълумотлари (1975–2005) ўртасидаги корреляция (R^2), ўртача квадрат хатолик (RSME)ни

топиш учун R-studio дастурида [3] ва [4] чизиқли тенгламаларни қўллаш орқали CMIP5 архиви ёғингарчилик маълумотларидан фойдаланилди (3- ва 4- тенглама).



$$R^2 = \frac{n \sum Q_i Q'_i - \sum Q_i \sum Q'_i}{\left(\sqrt{n(\sum Q_i^2) - (\sum Q_i)^2} \right) \times \left(\sqrt{n(\sum Q_i'^2) - (\sum Q'_i)^2} \right)} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad (2)$$



- a) ACCESS1-3
- b) Bcc-csm1-13
- c) CanESM2
- d) CSIRO-Mk3-6-0
- e) GISS-E2-R

3-расм. Кузатув ва GCM маълумотлари ўртасида ёғингарчилик интенсивлигининг тарқалиш диаграммаси



ACCESS1-3, bcc-csm1-1-m, CanESM2, CSIRO-Mk3-6-0 ва GISS-E2-P моделлари учун RSME қийматлари мос равишда ойига 12,05 мм, 6,71 мм/ой, 5,33 мм/ой, 9,75 мм/ой ва 3,2 мм/ой (3-расм), шу каби R^2 қийматлари мос равишда 0,64, 0,92, 0,92, 0,76 ва 0,88 ни ташкил этди (3-расм).

Тадқиқот натижалари таҳлили

Келажақда энергетика, саноат, қишлоқ хўжалиги, жумладан, ирригация ҳамда ичимлик сув таъминоти учун сувга бўлган талаб сув ҳавзасидан фойдаланадиган истеъмолчиларнинг кўпайиши ҳисобига ортиши мумкин. Жамиятдаги демографик ўсиш тўғридан-тўғри иқлим омиллари хараakterистикасига таъсир этади. Чунки инсон ҳаёти учун зарур бўлган барча ресурслар аҳоли сони ўсишига параллеллигини кўрсатади. Ушбу ҳолатда миграцияни ҳисобга олиш аҳамиятли. Барча иқлим омилларининг хусусиятларини сув сатҳи динамикасидаги ўзгаришлар билан боғлаш мумкин [18; 19].

Чирчиқ дарёсидаги иқлим ўзгариши сув ресурслари, ҳавзада барқарор қишлоқ хўжалиги ҳосилдорлиги, озиқ-овқат хавфсизлиги, саноат ва электр энергия ишлаб чиқаришига жиддий таъсир кўрсатади. Чирчиқ ҳавзасида сув ресурслари турли баландликдаги дарё ҳавзалари йиғиндидан ҳосил бўлади [20; 15]. Бу эса иқлим кўрсаткичлари (ёғингарчилик ва ҳарорат) ўзгаришига олиб келади [21]. Сув оқимининг ҳосил бўлишига кўпгина омиллар, жумладан, ёғин, ҳарорат, рельеф, тупроқ ва ўсимлик қоплами таъсир кўрсатади [22]. Шу сабабли Чирчиқ дарёси ҳавзасида иқлим характеристикасининг сув сатҳи динамикасига таъсирини баҳолаш, иқлим ўзгариши шароитида келажақда сув ресурсларини оператив бошқариш ва оптимал тақсимлаш учун муҳим аҳамият касб этади.

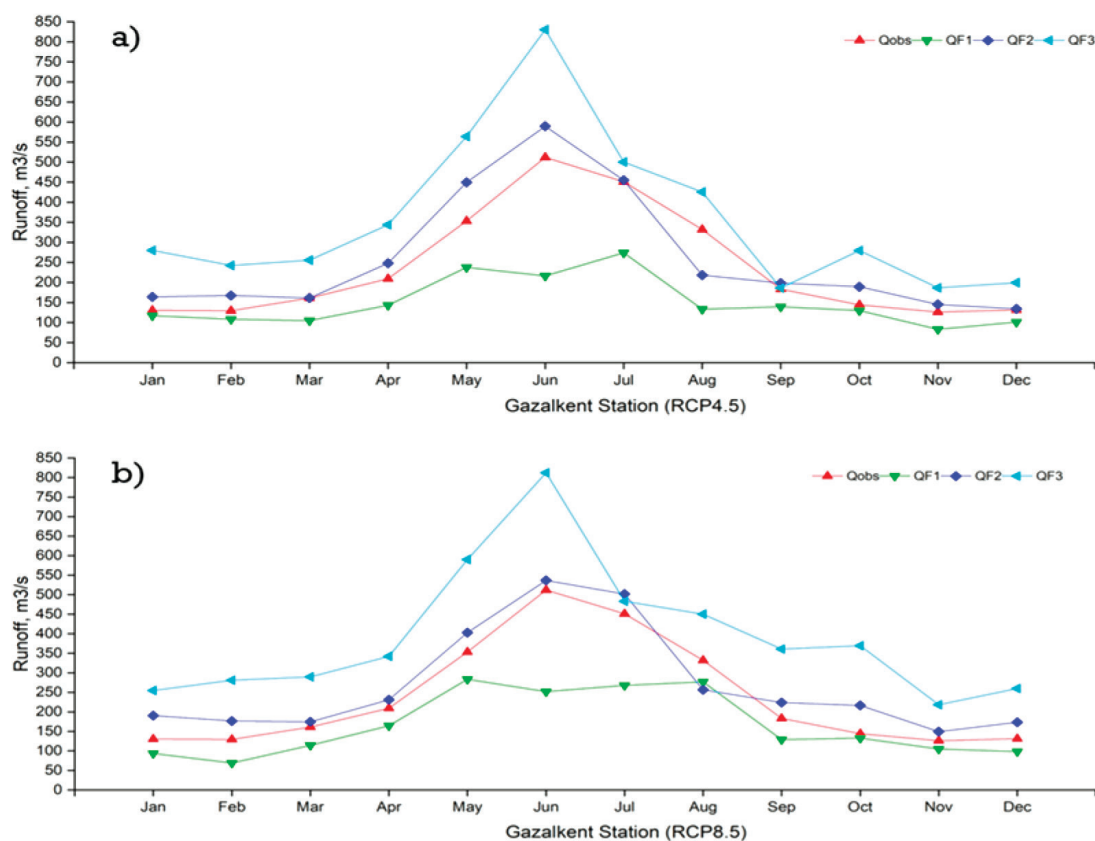
Иқлим ўзгаришининг иқтисодий, ижтимоий ва сиёсий, экология ва атроф-муҳит учун реакцияларини олдиндан билиш ўтмиш ва келажақдаги иқлимий ўзгаришларни таҳлил қилишни талаб этади [15; 23]. Шундай экан, иқлим ўзгариши шароитида Чирчиқ дарёси ҳавзасида, барча сув

истеъмолчиларини ҳисобга олган ҳолда, ўтмиш ва келажақдаги иқлимий фарқларнинг дарё ҳавзаси сув сатҳи динамикасига таъсирини баҳолаш ҳавзада сув ресурсларидан оқилона фойдаланишда, қишлоқ хўжалиги барқарор ҳосилдорлиги ва озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашда ҳамда экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилишда аҳамиятлидир.

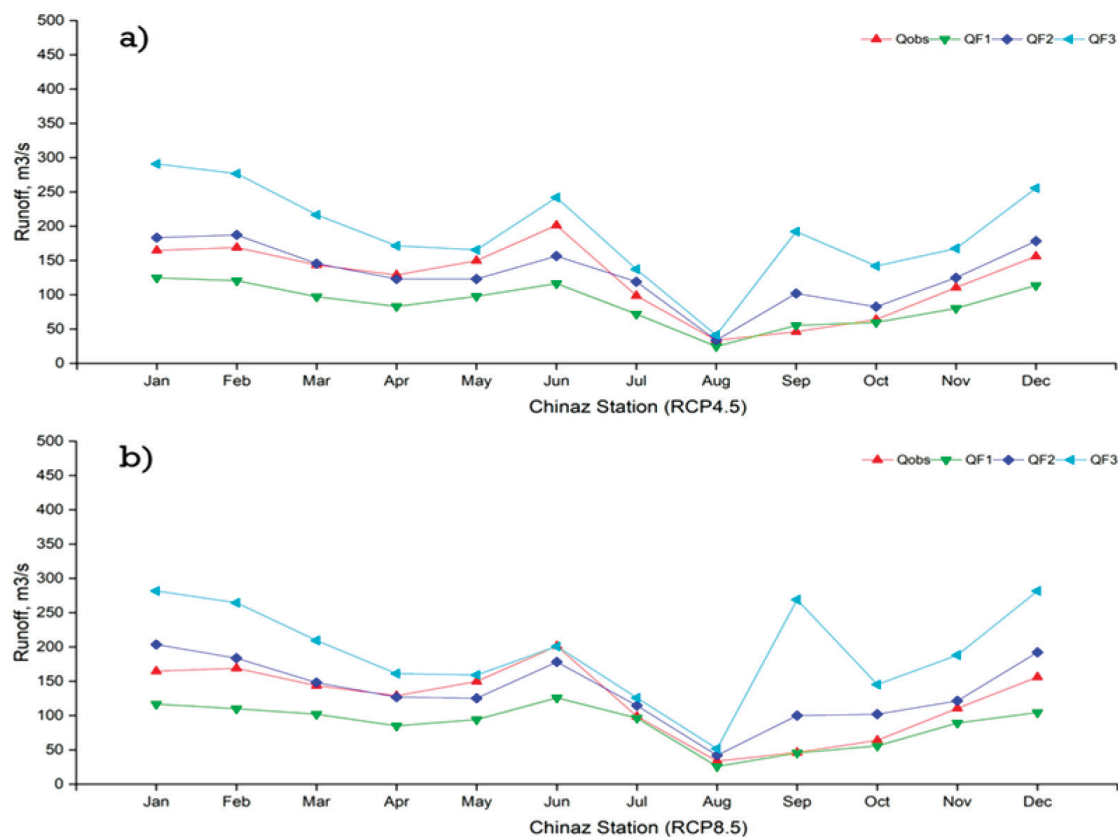
Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, Чирчиқ ҳавзаси сув сатҳи динамикаси 2030, 2050 ва 2070 даврлар учун иккала сценарий (RCP4.5 ва RCP8.5) бўйича ёғингарчилигида ўзгариш нисбатини оширади. Иқлим ўзгариши сценарийлари, Чирчиқ ҳавзасида сув оқимининг кўпайиш тенденцияси мавжудлигига қарамасдан, дарё ҳавзасидаги сув истеъмолчиларининг эҳтиёжларидан келиб чиқиб, сув ресурсларининг нотекис тақсимланиши ҳисобига келажақда мавжуд сув етарли бўлмаслиги мумкин. Таҳлилларда сув сарфига нисбатан ёғингарчиликнинг нисбий ўзгариши башорат қилинди.

Таҳлил натижалари шуни кўрсатадики, кейинги ўн йил ичида Ғазалкент гидропостининг иккала сценарийсидаги даврларда QF1 (2020–2039) дарё оқимининг камайиши кузатилмоқда (3-расм). Иккинчи даври учун QF2 (2040–2069) маълумотларни таққослаганда, сув сатҳи динамикасидаги ўзгаришлар март ойидан кузатила бошлайди. Бу июль ойида тенглашади, сўнг сентябргача сатҳда пасайиш кузатилади ва сентябрдан бошлаб иккала сценарийлар бўйича сув сатҳида кўтарилиш кузатилади. Учинчи даврда QF3 (2060–2099) иккала сценарий бўйича сув сатҳидаги кўтарилиш оқим динамикасининг ўзгаришига сабаб бўлди.

Чиноз гидропостида сув сатҳидаги ўзгаришлар (4-расм) QF1 (2030), QF2 (2050) ва QF3 (2070) даврлар учун мос равишда RCP4.5 ва RCP8.5 сценарийлари таҳлил қилинганда, сув сатҳидаги энг паст оқим иккала сценарийда ҳам август ойига тўғри келди. Ушбу ҳолат ҳарорат ўзгариши ёки Чорвоқ сув омборининг тартибга солиниши билан боғлиқ бўлиши мумкин.



3-расм. Чирчиқ ҳавзасидаги барча станцияларда оқимнинг ёғингарчилик интенсивлигига нисбати (Ғазалкент гидропости)



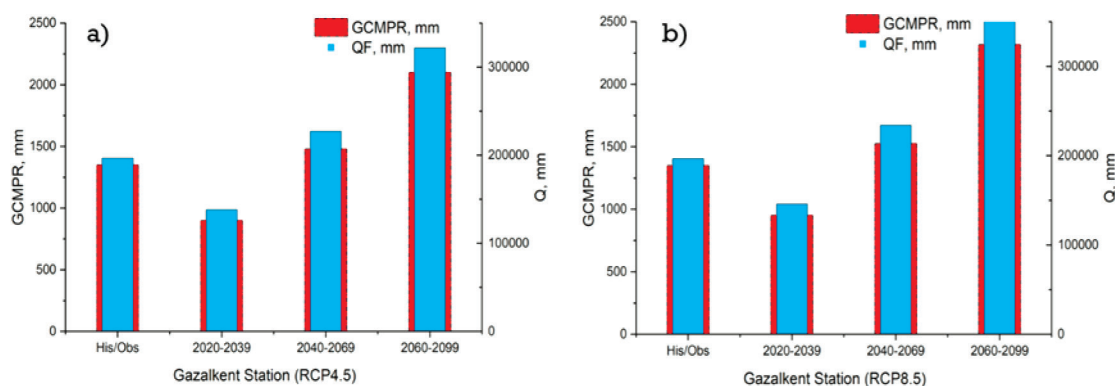
4-расм. Чирчиқ ҳавзасидаги барча станцияларда оқимнинг ёғингарчилик интенсивлигига нисбати (Чиноз гидропости)



Унга кўра, QF1 ва QF2 даврларда иккала сценарийда ҳавзадаги сув сатҳида пасайиш кузатилади. Гарчи пасайиш майдан июнь ойининг ўрталарига қадар содир бўлса-да, май ойидан кейин сатҳ динамикаси қиймати 2050 давр учун ортиши кузатилади. QF3 давр учун RCP4.5 ва RCP8.5 сценарийларида сатҳ мос равишда ортиши аниқланди.

Шунингдек, ҳавзада 2030, 2050 ва 2070 йиллар учун кузатув ва GCM маълумотлари асосида ёғингарчилик интенсивлигидаги нисбат билан дарё оқимида сув сатҳи йиллик ўзгариш динамикаси таҳлил қилинди.

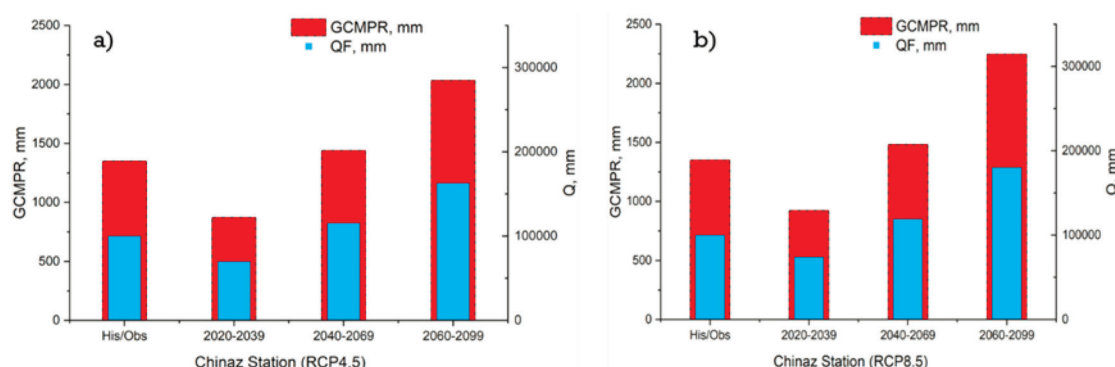
Ёғингарчилик тенденцияси бўйича сув сатҳи келажакдаги йиллик ўзгариши 5- ва 6- расмларда келтирилган. Айтиш мумкинки, Чирчиқ ҳавзаси сув сатҳидаги ўзгаришлар ойлик ва йиллик таҳлил натижалари билан бир хилликни такрорлайди. Афсуски, ушбу ҳолатларда Чиноз гидропости сув сатҳида пасайиш такрорланмоқда ва бу ҳолат шуни англатадики, иқлим ўзгариши бир нечта соҳаларда: технология, инфратузилма, сиёсат, иқтисодиёт, экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш бўйича шोшилиш ва келишилган ҳаракатларни талаб этади.



5-расм. Чирчиқ ҳавзасидаги барча станцияларда 2030, 2050 ва 2070 даврлардаги сув оқимининг ёғингарчиликка нисбати (Ғазалкент гидропости)

Чирчиқ дарёси сув сатҳидаги ўртача йиллик ўзгариш RCP4.5 ва RCP8.5 сценарийларига мос равишда иккала гидропостда ҳам содир бўлади. Чиноз гидропостида Ғазалкент гидропостига

нисбатан сатҳнинг пасайиши иккала кузатув пости орасида сув ресурсларидан фойдаланиш билан боғлиқ. Йиллик асосий ўсиш 2070 йил давр учун кузатилади.



6-расм. Чирчиқ ҳавзасидаги барча станцияларда 2030, 2050 ва 2070 даврлардаги сув оқимининг ёғингарчиликка нисбати (Чиноз гидропости)

Таҳлил натижалари шуни англатадики, ҳавзада сув сатҳининг кўпайиши келажакда сув ресурсларининг мавжудлигини

белгиламайди. Ушбу ҳолатда сув сатҳидаги ўзгаришларни таҳлил қилишда характерли бўлган, эвапотранспирация ва



ҳарорат каби иқлим ўзгаришига таъсир этувчи муҳим омилларни ҳисобга олган ҳолда, сатҳ динамикасидаги ўзгаришларни симуляция қилиш талаб этилади. Шунингдек, юқоридаги таҳлил натижаларига асосланиб, сув ресурсларидан фойдаланиш ва дарё ҳавзаларида сув сатҳи динамикасидаги ўзгаришларни келажак учун башорат қилишда ҳавзанинг барча хусусиятларини инобатга олиб, SWAT, MIKE SHE каби ўзига хос гидрологик моделлардан фойдаланган ҳолда амалга оширилиши, қолаверса, GCM мувофиқлаштирувчи барча (RCP1.9, RCP2.6, RCP3.4, RCP4.5, RCP6, RCP7, RCP8.5) сценарийлари учун 21 моделни қўллаш ёрдамида ҳарорат, умумий буғланиш ва инсон фаолияти хусусиятларини ҳисобга олиб, сув сатҳи динамикасидаги ўзгаришларда тадқиқотлар олиб бориш, ҳавзада сув ресурсларини оператив бошқариш, қишлоқ хўжалиги барқарор ҳосилдорлиги ва озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашга имкон яратади.

Хулосалар

Дарё ҳавзалари сув сатҳи динамикасидаги ўзгаришлар инсон фаолиятида, иқтисодиёт, сиёсат, саноат, қишлоқ хўжалиги барқарорлиги ва озиқ-овқат хавфсизлиги, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси каби қўплаб соҳаларда муҳим роль ўйнайди. Шу сабабдан иқлим ўзгариши шароитида дарё ҳавзаларида сув сатҳи динамикасидаги мумкин бўлган ўзгаришларни башоратлаш, ҳавзалар, жумладан, Чирчиқ дарёсида, қишлоқ хўжалиги экинларининг ҳосилдорлиги, озиқ-овқат хавфсизлиги, экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, жамиятнинг ижтимоий даражасини яхшилашда, сув ресурсларини оператив бошқаришга қаратилган чора-тадбирларни ишлаб чиқиш ва қабул қилишда алоҳида қизиқиш уйғотади.

Тадқиқот иши иқлим ўзгаришининг Чирчиқ дарёси сув сатҳи ўзгариш дина-

микаси ва оқимга таъсирини аниқлашда, ёғингарчилик интенсивлигидаги ўзгаришлар GCM мувофиқлаштириш сценарийлари, RCP4.5 ва RCP8.5 асосида CMIP5 архиви, 5 моделидан фойдаланган ҳолда, уч хил давр (2030 йил (2020–2039), 2050 йил (2040–2069) ва 2070 йил (2060–2099) учун таҳлил қилинган. Замон ва макон бўйича ўзгаришларни баҳолаш, сув ресурсларини оператив бошқариш учун узоқ муддатли чора-тадбирларни ишлаб чиқишда амалий ва мувофиқ усул бўлган дельта ёндашув комбинациясида иқлим моделлари симуляция қилинди. Келажакдаги ноаниқликларни бартараф этиш ҳамда сув ресурсларини бошқаришда, тезкор қарорлар қабул қилишга имкон берадиган тадқиқотлар учун иқлим моделлари ва тегишли сценарийлардан фойдаланиш иқлим ўзгариши таъсирини башорат қилишда жуда муҳимдир.

Дарё ҳавзалари ва иқлимнинг барча параметрларини ҳисобга олган ҳолда, ўрганилаётган объектда иқлим моделларидаги ноаниқликларни баҳолаш учун қўшимча тадқиқотлар талаб этилади. Қолаверса, қоида тариқасида, иқлим ўзгаришининг минтақавий моделларини ўрганиш сув сатҳи динамикасидаги ўзгаришларни башоратлашда аниқликни мустаҳкамлайди.

Ушбу тадқиқот одатий бўлишига қарамадан, иқлим ўзгаришига жавобан Чирчиқ ҳавзасида барқарор қишлоқ хўжалиги ҳосилдорлиги ва озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлаш, экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, сув ресурсларини бошқаришни такомиллаштириш, жамиятнинг ижтимоий даражасини яхшилаш, сув ресурсларини оператив бошқариш механизмини ишлаб чиқиш ва иқтисодий барқарорликни таъминлашга эришишда фойдали маълумот бўлиб хизмат қилади.



REFERENCES

1. Gafforov Kh.Sh., Bao A., Rakhimov Sh., Liu T., Abdullaev F., Jiang L., Durdiev Kh., Duulatov E., Rakhimova M., Mukanov Y. The Assessment of Climate Change on Rainfall-Runoff Erosivity in the Chirchik-Akhangaran Basin, Uzbekistan. *Sustainability*, 2020, no. 12, 3369, pp. 2-21. DOI: 10.3390/su12083369/.
2. Luo M., Liu T., Frankl A., Duan Y., Meng F., Bao A., De Maeyer P. Defining spatiotemporal characteristics of climate change trends from downscaled GCMs ensembles: how climate change reacts in Xinjiang, China. *International Journal of Climatology*, 2018, no. 38 (5), pp. 2538-2553. DOI: 10.1002/joc.5425/.
3. Jiang C., Zhang H., Wang X., Feng Y., Labzovskii L. Challenging the land degradation in China's Loess Plateau: Benefits, limitations, sustainability, and adaptive strategies of soil and water conservation. *Ecological Engineering*, 2019, no. 127, pp. 135-150. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2018.11.018/.
4. Luo M., Liu T., Meng F., Duan Y., Bao A., Frankl A., & De Maeyer, P. Spatiotemporal characteristics of future changes in precipitation and temperature in Central Asia. *International Journal of Climatology*, 2019, no. 39 (3), pp. 1571-1588. DOI: 10.1002/joc.5901/.
5. Nazemi A., Wheeler H.S. On inclusion of water resource management in Earth system models. Part 2. Representation of water supply and allocation and opportunities for improved modeling. *Hydrology & Earth System Sciences*, 2015, no. 19, pp. 33-61. DOI: 10.5194/hess-19-33-2015/.
6. Ganasri B., Ramesh H. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS-A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, 2016, no. 7 (6), pp. 953-961. DOI: 10.1016/j.gsf.2015.10.007/.
7. Wang X., Pedram Sh., Liu T., Gao R., Li F., Luo Y. Estimated grass grazing removal rate in a semiarid Eurasian steppe watershed as influenced by climate. *Water*, 2016. no. 8 (8), p. 339. DOI: 10.3390/w8080339/.
8. Shahgedanova M., Afzal M., Severskiy I., Usmanova Z., Saidaliyeva Z., Kapitsa V., Dolgikh S. Changes in the mountain river discharge in the northern Tien Shan since the mid-20th Century: Results from the analysis of a homogeneous daily streamflow data set from seven catchments. *Journal of hydrology*, 2018, no. 564, pp. 1133-1152. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2018.08.001/.
9. Duulatov E., Chen X., Amanambu A.C., Ochege F.U., Orozbaev R., Issanova G., Omurakunova G. Projected rainfall erosivity over Central Asia based on CMIP5 climate models. *Water*, 2019, no. 11 (5), p. 897.
10. Usmanov S., Mitani Y., Kusuda T. An Integrated Hydrological Model for Water Balance Estimation in the Chirchik River Basin, Northern Uzbekistan. *Computational Water, Energy, and Environmental Engineering*, 2016, no. 5 (03), p. 87. DOI: 10.4236/cweee.2016.53009/.
11. Kumar M.S. Application of SWAT model to the Nethravathi River Basin. A post graduate thesis. National Institute of Technology Karnataka, Surathkal, India, 2011.
12. Mondal A., Khare D., Kundu S. Change in rainfall erosivity in the past and future due to climate change in the central part of India. *International Soil and Water Conservation Research*, 2016, no. 4 (3), pp. 186-194. DOI: 10.1016/j.iswcr.2016.08.004/.
13. Chen L., Frauenfeld O.W. Surface air temperature changes over the twentieth and twenty-first centuries in China simulated by 20 CMIP5 models. *Journal of Climate*, 2014, no. 27 (11), pp. 3920-3937. DOI: 10.1175/JCLI-D-13-00465.1/.
14. Carlsson B., Graham L.P., Andréasson J., Rosberg J. Exploring the range of uncertainty in climate change impacts on runoff and hydropower for the Luleälven River. Paper presented at the Proceedings of the 15th International Northern Research Basins Symposium and Workshop, Luleå to Kvikkjokk, Sweden, 2005, August 29 – Sept. 2.
15. Rakhimova M., Liu T., Bissenbayeva S., Mukanov Y., Gafforov Kh.Sh., Bekpergenova Zh., Gulakhmadov A. Assessment of the Impacts of Climate Change and Human Activities on Runoff Using Climate Elasticity Method and General Circulation Model (GCM) in the Buqtyrma River Basin, Kazakhstan. *Sustainability*, 2020, no. 12 (12), p. 4968. DOI: 10.3390/su12124968/.
16. Mailhot A., Duchesne S., Caya D., Talbot G. Assessment of future change in intensity – duration – frequency (IDF) curves for Southern Quebec using the Canadian Regional Climate Model (CRCM). *Journal of hydrology*, 2007, no. 347 (1-2), pp. 197-210. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2007.09.019/.



17. Hay L.E., Wilby R.L., Leavesley G.H. A comparison of delta change and downscaled GCM scenarios for three mountainous basins in the United States 1. JAWRA. Journal of the American Water Resources Association, 2000, no. 36 (2), pp. 387-397. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2000.tb04276.x/.
18. Zhang F.-Yu., Li L.-H., Ahmad S., Li X.-M. Using path analysis to identify the influence of climatic factors on spring peak flow dominated by snowmelt in an alpine watershed. Journal of Mountain Science, 2014, no. 11 (4), pp. 990-1000.
19. Fu G., Crosbie R.S., Barron O., Charles S.P., Dawes W., Shi X., Van Niel T., Li Ch. Attributing variations of temporal and spatial groundwater recharge: A statistical analysis of climatic and non-climatic factors. Journal of Hydrology, 2019, no. 568, pp. 816-834.
20. Gapparov F., Qodirov S., Gaffarova M., Mansuro S. Change of hydrological regime of foothill small rivers of Uzbekistan. ICISCT – International Conference on Information Science and Communications Technologies, 2019. IEEE. DOI: 10.1109/ICISCT47635.2019.9011993/.
21. Williams J.R., Nicks A., Arnold J.G. Simulator for water resources in rural basins. Journal of Hydraulic Engineering, 1985. no. 111(6): p. 970-986.
22. Liu W., Li Zh.W., Zhu J., Xu Ch., Xu X. Dominant factors controlling runoff coefficients in karst watersheds. Journal of Hydrology, 2020, p. 125486. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.125486/.
23. Berihun M.L., Tsunekawa A., Haregeweyn N., Meshesha D.T., Adgo E., Tsubo M., Masunaga T., Fenta A.A., Sultan D., Yibeltal M., Ebabuae K. Hydrological responses to land use/land cover change and climate variability in contrasting agro-ecological environments of the Upper Blue Nile basin, Ethiopia. Science of The Total Environment, 2019, no. 689, pp. 347-365. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.06.338/.

Тақризчи: Акмалов Ш., техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент,
"Гидрология ва гидрогеология" кафедраси, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини
механизациялаш муҳандислари институти.