



ҲИСОБОТ

# ЭНЕРГИЯ ИШЛАБ ЧИҚИШДА ТАШЛАМАЛАРНИНГ СОФ НОЛ ДАРАЖАСИГА ЭРИШИШ ЙЎЛИДА ИҚЛИМ ХАВФЛАРИНИ БОШҚАРИШ

ҚИРҒИЗИСТОН, ТОЖИКИСТОН ВА ЎЗБЕКИСТОНДА  
ТАШЛАМАЛАРНИНГ СОФ НОЛ ДАРАЖАСИГА  
ЎТИШ ИМКОНИАТЛАРИ

*Сара Опиц-Степлтон,  
Олена Бородина,  
Илайда Нижҳар,  
Викрант Панвар  
ва Ребекка Надин  
ҳамда Фарух Қосимов,  
Сардор Кошназаров  
ва Азамат Усубалиев*

2022 ЙИЛ, АВГУСТ

Дисклеймер: Ушбу ҳисобот Буюк Британия ҳукуматининг UK aid ташкилоти томонидан молиялаштирилди; бироқ ҳисоботда билдирилган фикрлар Буюк Британия ҳукумати ва/ёки Бирлашган Миллатлар Ташкилоти Тараққиёт Дастурининг (БМТТД) расмий қарашларини акс эттирмайди. Ҳисоботда тақдим этилган хариталар ODI ёки БМТТД томонидан маълум вилоят, мамлакат ёки минтақавий чегаралар эътироф этилишини англатмайди.

Ҳисоботда келтирилган материаллардан фойдаланиш мумкин, бироқ тижорий мақсадларда фойдаланиш ҳоллари бундан мустасно. Ҳисобот материалларидан фойдаланган бўлсангиз, ODI номини ҳам манба сифатида кўрсатишингиз ва чоп этилган нашрнинг бир нусҳасини юборишингиз сўралади. Ҳисоботнинг онлайн форматидан фойдаланадиган бўлсангиз, ODI веб-сайтидаги асл манбага ҳавола кўрсатишингизни сўраймиз. Ушбу ҳисоботда келтирилган фикрлар муаллиф(лар)га тешигли ва улар ODI ёки ҳамкорларимиз нуқтаи назарини ифода этмайди.

Ушбу таълиф CC BY-NC-ND 4.0. рақами билан лицензияланган.

# Миннатдорчилик

Ҳисобот муаллифлари Қирғизистон, Тожикистон ва Ўзбекистон бўйича энергия ишлаб чиқариш, талаб ва тенденцияларга оид тадқиқот ва маълумотларни тақдим этганликлари учун Фарух Қосимов, Сардор Кошназаров ва Азамат Усубалиевга миннатдорчилик билдирадilar. Шунингдек, улар уч мамлакатнинг тез ривожланаётган иқлими, табиий офатлар хавфини бошқариш ва яшил энергия сиёсати мақсадлари ҳақида тушунча бердилар. Биз, шунингдек, БМТТД ва ҳар уч мамлакатнинг гидрометеорология агентликлари ходимларига ҳисоботнинг аввалги лойиҳаси бўйича ўз фикр-мулоҳазалари учун миннатдорчилик билдираамиз; биз, шунингдек, ҳисоботни кўриб чиққани учун Пол Саерсга (Sayers and Partners) ташаккур билдираамиз. “Green Ink” компанияси нусха кўчириш жараёнида таҳрирлаш ва нашр дизайни хизматларини тақдим этди.

## МУАЛЛИФЛАР ҲАҚИДА

### Сара Опиц-Степлтон

ОДнинг Глобал хавфлар ва барқарорлик дастурида тадқиқотчи ходим. Маълумоти бўйича иқлимшунос ва гидролог, у иқлим хизматлари ва табиий офатлар хавфини тизимли бошқариш, жумладан иқлим ўзгаришига мослашиш ва кам углеродли иқтисодиётга ўтиш соҳасида фаолият юритади. Опиц-Степлтон ўзаро боғлиқ, каскадли ва трансчегаравий иқлим, экологик ва геосиёсий хавфларни яхшироқ тушуниш ҳамда инвестицияларни ҳимоя қилиш учун юқоридаги ҳолатларни бошқариш бўйича ҳукуматлар билан ишлаш тарафдори. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4710-6692>

### Олена Бородина

ОДнинг Глобал хавфлар ва барқарорлик дастурида ўтиш даври хавфлари таҳлилчиси. Маълумоти бўйича геосиёсий хавфлар таҳлилчиси, у таҳлил марказлари ва корпоратив тармоқда ишлаган. Унинг қизиқишлари жумласига геосиёсий ва кам углеродли ўтиш хавфини, ривожланаётган иқтисодиётларга сармоя киритишнинг ижтимоий ва сиёсий хавларини бошқариш ва Хитойнинг геостратегияси киради.

### Илайда Нижҳар

ОДнинг Глобал хавфлар ва барқарорлик дастурининг таҳлилчиси. Маълумоти бўйича сиёсий хавфлар бўйича таҳлилчи бўлиб, у Каспий денгизи ва Марказий Осиё минтақаларидаги энергетика тармоқлари атрофидаги геосиёсий тенденциялар ва таъсирларга эътибор қаратади.

### Викрант Панвар

ОДнинг Глобал хавфлар ва барқарорлик дастурининг катта илмий ходими. Табиий офатларнинг макромольявий таъсирига ихтисослашган иқтисодчи, у суверен ва субсуверен даражаларда мольявий иқлим ва офатларнинг таъсири бўйича тадқиқотлар олиб боради.

### Ребекка Надин

ОДнинг Глобал хавфлар ва барқарорлик дастурининг директори ва ОДнинг Глобал Хитой 2049 ташаббуси раҳбари. У иқлим ўзгариши, трансмиллий жиноятчилик ва геосиёсий беқарорлик каби глобал муаммолар билан боғлиқ хавфларни ўрганувчи сиёсат таҳлилчилари ва экспертлар гуруҳини бошқаради.

# Мундарижа

<b>Қисқартмалар .....</b>	<b>5</b>
<b>Қисқа умумий маълумот.....</b>	<b>6</b>
<b>1. Кириш.....</b>	<b>9</b>
Қисқа маълумот.....	9
Хавф-хатарларни дастлабки скрининги .....	10
<b>2. Сценарийлар: иқлим тенденциялари ва 2050 йил учун прогнозлар.....</b>	<b>12</b>
2.1. Услубий кўриб чиқиш .....	12
2.2. Сўнгги тенденциялар ва кузатувлар: ёғингарчилик, ҳарорат, экстремал ҳодисалар ва музликларнинг эриши .....	13
2.3. Сценарийлар: 2050 йиллар учун иқлим ўзгариши прогнозлари .....	16
2.3.1. Ўртача йиллик ва мавсумий ёғингарчилик ва ҳарорат прогнозлари.....	16
2.3.2. Экстремал ҳодисаларнинг жадаллиги ва такрорланишининг прогноз қилинган ўзгаришлари.....	21
<b>3. Иқлим хавф-хатарларини таҳлил қилиш: таъсирлар, сезувчанлик ва хавфлар .....</b>	<b>24</b>
3.1. Таъсирлар .....	24
3.1.1. Тарихий ишлаб чиқариш ва узатиш .....	24
3.1.2. Келажакдаги таъсирлар .....	25
3.2. Сезувчанлик ва қувватлар .....	27
3.2.1. Сезувчанлик: ортиб бораётган талаб, умумий фойдаланиш чегаралари .....	27
3.2.2. Қувватлар: жорий хавфларни бошқариш сиёсати.....	30
3.3. Хавф-хатарларни дастлабки таҳлили: энергетика инфратузилмаси учун иқлим ўзгариши хавфлари .....	32
<b>4. Тавсиялар: хавф-хатарларни бошқариш бўйича яхши амалиёт орқали келадиган имкониятлар .....</b>	<b>35</b>
4.1. 1-тавсия .....	35
4.2. 2-тавсия .....	36
4.3. 3-тавсия .....	37
4.4. 4-тавсия .....	38
4.5. 5-тавсия .....	39
4.6. 6-тавсия .....	39
4.7. 7-тавсия .....	40
<b>Фойдаланилган манбалар рўйхати .....</b>	<b>41</b>
<b>1-илова Услубият.....</b>	<b>47</b>

# Қисқартмалар

<b>ОТВ</b>	Осиё тараққиёт банки
<b>APHRODITE</b>	Осиёдаги ёгингарчилик – Баҳолаш учун юқори аниқликдаги кузатув маълумотларини бирлаштириш
<b>CASA-1000</b>	Марказий Осиё – Жанубий Осиё электр энергияни узатиш ва савдо лойиҳаси
<b>СМІР</b>	Боғланган моделлараро таққослаш лойиҳаси
<b>CORDEX</b>	Мувофиқлаштирилган ҳудудий иқлим кўламини камайтириш тажрибаси
<b>УЦМ</b>	Умумий циркуляция модели
<b>ГЭС</b>	Гидроэлектр станция
<b>ИЎХЭГ</b>	Иқлим ўзгариши бўйича Ҳукуматлараро экспертлар гуруҳи
<b>PV</b>	фотоэлектрик
<b>МИМ</b>	Минтақавий иқлим модели
<b>RCP</b>	Концентрациянинг репрезентатив траекторияси
<b>Тмакс</b>	Кунлик максимал ҳарорат
<b>Тмин</b>	Кунлик минимал ҳарорат
<b>ИЭС</b>	Иссиқлик электр станцияси
<b>БМТТД</b>	Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Тараққиёт дастури
<b>БМТ ИЎДК</b>	Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Иқлим ўзгариши доиравий конвенцияси

## Қисқа умумий маълумот

Ушбу тадқиқот Қирғизистон Республикаси, Тожикистон ва Ўзбекистондаги электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш инфратузилмасига минтақавий иқлим ўзгариши хавфини дастлабки таҳлили ҳисобланади. Ҳар учала давлат ҳам “яшил” энергетикани ривожлантириш истиқболларига интилади ва ривожланиш банклари, Яшил иқлим жамғармаси ва хусусий инвестициялар томонидан аралаш молиялаштириш орқали қуёш, шамол ва гидроэнергетика лойиҳалари бўйича кичик ва коммунал миқёсдаги қайта тикланадиган манбалар портфолиосини амалга оширишга интилоқдалар.

Иқлим ўзгаришларини бундай юмшатиш жуда зарур бўлса-да, инфратузилмага инвестициялар иқлим ўзгариши, атроф-муҳит деградацияси ва киберҳужумлар билан боғлиқ тез ўзгариб турадиган бир қатор таҳдидларга чидамли бўлиши ва диверсификация қилинаётган иқтисодиётлар ва электр транспорт воситаларидан кенг қамровли фойдаланиш каби янги технологияларнинг имкониятларига жавоб бера олиши керак. Шунга қарамай, иқлим ўзгаришининг узоқ муддатли уфқларини режалаштириш бутун дунёдаги кўплаб энергетика сиёсатини ишлаб чиқувчилар ва энергетика компаниялари учун янгиликдир. Энергетика инфратузилмаси катта инвестицияларни талаб қилади, коммунал миқёсда қуёш энергияси 25 йилдан 40 йилгача, гидроэлектр станциялар эса тахминан 80 йил хизмат қилади. Иқлим хавфи нафақат инфратузилманинг маълум бир қисмига таъсир қилиши, балки бутун энергетика тизими ва экотизимларнинг каскадли таъсирини келтириб чиқариши мумкин.

Ушбу тадқиқот Мувофиқлаштирилган ҳудудий кўламини камайтириш тажрибаси CORDEX компаниясининг юқори аниқликдаги минтақавий иқлим моделлари прогнозларининг дастлабки таҳлилидан, шунингдек, миллий иқлим ва табиий офатлар хавфини бошқариш режаларини кўриб чиқиш ва энергетика инфратузилмаси учун иқлим ўзгариши хавфи бўйича адабиётларни кўриб чиқишдан келиб чиқади. Минтақавий CORDEX моделлари Иқлим ўзгариши бўйича ҳукуматлараро экспертлар гуруҳи (ИЎҲЭГ) баҳолашларида қўлланиладиган халқаро иқлим моделлари гуруҳига киради. Бироқ улар Қирғизистон, Тожикистон ва Ўзбекистон учун миллий ҳисоб-китобларга ҳали киритилмаган. Ушбу моделлар тўпламидан фойдаланиш маҳаллийлаштирилган инфратузилмадаги иқлим хавфларини ўрганиш учун моделлар тўпланини кенгайтиради.

Иқлим ўзгаришининг оқибатлари ушбу тадқиқот қамраб олинган уч мамлакатда ҳам аллақачон сезилмоқда. Ҳар учала мамлакатда ҳам кўп баландликларда максимал ва минимал ҳароратнинг аниқ ҳамда статистик жиҳатдан сезиларли ўсиши қайд этилган. 2050-йиллар учун CORDEX прогнозлари (2036-2065 йиллар) ўртача йиллик максимал ҳароратнинг RCP2.6 ва RCP4.5 остида минтақанинг аксарият қисми учун 1,8 дан 2,2°C гача, Помир-Олой ва Тожикистондаги шарқий Помир учун 4,0°C гача ошиши мумкинлигини кўрсатади. Минимал ҳароратнинг ўртача йиллик ўсиши Помир, Помир-Олой ва Тянь-Шаннинг баъзи қисмларида ҳам аниқроқ – RCP2.6 бўйича 3,1°C гача ва RCP 4.5 бўйича 3,6°C гача. 2050-йилларга бориб, RCP2.6 маълумотларига кўра, Бухоро вилоятининг катта қисми ва Навоийнинг жанубидан Ўзбекистоннинг шарқий қисмига чўзилган бўлақда июль-сентябр ойлари орасида 33°C дан юқори ҳарорат 60

кундан ортиқ давом этади; RCP4.5 доирасида таъсир остида қолган ҳудудлар шимолга чўзилган ва Ўзбекистоннинг ярмидан кўпи иссиқлик тўлқинларига тўқнашиб келмоқда.

Ёғингарчилик ўзгаришининг фазовий даражаси RCP2.6 ва RCP4.5 остида ўзгарувчан бўлиб, баъзи ҳудудларда ортиб бориши кутилмоқда, бошқалари эса камаяди. 24 соатлик экстремал ёғингарчилик ҳодисаларининг жадаллиги ва такрорланишини ортиб бориши прогноз қилинмоқда, бир пайтлар 100 йилда 1 марта бўлган 24 соатлик ёғингарчилик ҳодисаси баъзи жойларда 20 йилда бир марта содир бўлган ҳодисага айланади. Йиллик ва мавсумий ёғингарчиликнинг камайиши ва бироз кўпайиши ҳароратнинг ошиши ҳисобига қопланади. Ҳароратнинг истиши ва ёғингарчиликнинг потенциал ўзгариши музликлар ва дарё оқимларига таъсир қилади. Музликларнинг катталиги, баландлиги ва жойлашишига қараб, юқори/паст иссиқлик суръатлари бўйича, баъзи сув ҳавзаларида жиддий нуқталарга етиб бориши мумкин, ундан кейин маълум бир музлик ер ости сувлари оқимига сезиларли ҳисса қўша олмайди. Катта Норин дарёсида 2040-йилларда кескин ўзгариш пайти кутилмоқда; Кичик Норин дарёсида эса аллақачон ўзгариш юз берган. Бу гидроэнергетика ва энергетика тизимларини бошқаришга таъсир қилади.

Миллий «яшил» энергетика амбициялари доирасида янги қуёш фотоэлектр, шамол ва гидроэлектр станциялари қурилмоқда ёки қурилиши режалаштирилган. Бундан ташқари, минтақавий электр узатиш линиялари, хусусан, САСА-1000 дастури доирасида мустаҳкамланмоқда. Ҳозир ёки 2030 йилгача қурилган инфратузилма 2050-йилларда режалаштирилган ўзгаришларга бардош бериши керак; гидроэлектр ва иссиқлик электр станцияларининг ишлаш муддати узоқроқ ва улар 2100 йилда иқлим ўзгаришига тайёр бўлиши керак. Минтақавий ўзаро боғлиқликни ҳисобга олган ҳолда, хавфли иқлим ҳодисаси натижасида ҳосил бўлиш ёки узатиш жараёнининг шикастланиши ёки бузилиши бутун минтақавий тизимда каскадли хавфларни келтириб чиқариши мумкин. Қурғоқчилик ёки иссиқлик тўлқинининг кўплаб ҳудудларга тарқалиши эҳтимоли бор, бу ҳам каскадли минтақавий оқибатларга олиб келади.

Янги минтақавий иқлим хавфларини бошқариш стратегиялари ва суғурта механизмларини ишлаб чиқиш эҳтиёжи мавжуд. Энергетика тизимининг барқарорлиги келажакдаги хавф ва талабни олдиндан билишни талаб қилади. Ҳар бир мамлакатда режалаштирилган энергетика инфратузилмасини Атроф-муҳитга таъсирини баҳолаш (АМТБ) доирасида хавфларни олдиндан огоҳлантирилган ҳолда бошқариш учун иқлим ўзгариши ва офатлар хавфи (шу жумладан киберхавфсизлик) тўлиқ ярим миқдорий ва миқдорий баҳоланиши керак. Муайян инфратузилмани баҳолаш керак бўлса-да, у ҳавзани ёки бутун тизимни баҳолашни ҳисобга олган ҳолда амалга оширилиши керак. Алоҳида ишлаб чиқариш ёки узатиш инфратузилмаси йирик минтақавий сув ва энергия тизимининг бир қисмидир; иқлимий хавфлар трансчегаравийдир. Қуйидаги умумлаштирилган тавсиялар энергия ишлаб чиқишда ташламаларнинг соф нол даражасига эришиш учун сармояларни, миллий иқтисодиётларни ва кейинги иқтисодий ривожланиш мақсадларини ҳимоя қилиш учун проактив хавфларни бошқариш учун бошланғич нуқталарни таклиф қилади:

**1-тавсия:** Инфратузилмаларда барча хавф-хатарларни бошқаришни талаб қилиш учун табиий офатлар хавфларини бошқариш бўйича миллий сиёсат ва Миллий мослашиш режаларини янгилаш ҳамда барча хавфларни бошқаришнинг минтақавий асослари ва йўриқномаларини ишлаб чиқиш.

**2-тавсия:** Инфратузилмаларда барча хавф-хатарларни ярим миқдорий ва миқдорий баҳолаш ишларини олиб боришни талаб қилиш ва минтақавий энергетика тизимини баҳолаш услубини ишлаб чиқиш.

**3-тавсия:** Об-ҳаво, дарё ва музликларни кузатиш станцияларини қайта тиклашни давом эттириш ва кузатув маълумотларини аниқроқ бўлиши учун уларнинг сонини кўпайтириш. Миллий гидрометеорология агентликлари ИЎХЭГ баҳолашларини асословчи CORDEX ва бошқа глобал иқлим моделлаштириш ташаббусларига қўшилишлари керак.

**4-тавсия:** Иқлим ўзгариши ва мустаҳкам инфратузилмани ўзлаштирмаслик харажатлари ҳисобга олинган ҳолда қисқа ва узоқ муддатда потенциал энергетика инфратузилмасининг иқтисодий самарадорлиги, мустаҳкамлиги ва фойдаларини кўриб чиқиш.

**5-тавсия:** Ишлаб чиқариш турларининг диверсификациясини ошириш, узатиш ва тарқатиш тармоқларини мустаҳкамлаш, лекин салбий таъсир қилиш ва узатиш жараёнида йўқотишларини камайитириш учун улар қаерда қурилганлигини кўриб чиқиш.

**6-тавсия:** Иқлим ва барча хавф-хатарларни бошқариш бўйича минтақавий ҳамкорликни кучайтириш билан бирга молиявий хавфларни камайитириш учун Осиё тараққиёт банкининг CAREC доирасидаги Табиий офатлар хавфларини ўтказиш механизмига қўшилиш.

**7-тавсия:** Энергетика ва сувга бўлган талабни камайитириш ва ундан ҳам мамлакат ичида, ҳамда минтақавий ҳамкорлар билан келишилган ҳолда фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича саъй-ҳаракатларни кучайтиришни давом эттириш.



# 1. Кириш

## ҚИСҚА МАЪЛУМОТ

Қирғизистон Республикаси, Тожикистон ва Ўзбекистон Париж битимини ратификация қилишди ва уларнинг ҳар бири ҳозир ўзларининг Миллий миқёсда белгиланадиган ҳиссалари (ММБҲ) ва Иқлим ўзгаришига Миллий мослашиш режалари (ММР) ни янгилаш ва мустаҳкамлаш жараёнида. Ҳар бир давлат энергетика хавфсизлиги ва ижтимоий-иқтисодий ривожланишга таъсири билан ҳам шуғулланади. Париж битими доирасидаги мажбуриятларга риоя қилган ҳолда, уч мамлакат электр энергиясини ишлаб чиқариш портфелини қайта тикланадиган манбаларга диверсификация қилишга, шунингдек, энергия самарадорлигини оширишга устувор аҳамият беришни бошлайди. Ушбу силжишлар ижобий бўлса-да, қайта тикланадиган манбалар ва самарадорлик амбицияларини олға суриш ёки ҳатто амбицияларни оширишни кўриб чиқиш учун кўп иш қилиш ва бу йўналишда диққатни жалб қилиш лозим.

Электр энергиясини ишлаб чиқариш, суюқ табиий газ қувурларига узатиш ва тарқатиш линиялари каби муҳим инфратузилма инсон томонидан яратилган (масалан, киберҳужумлар ва иқлим ўзгариши) табиий (масалан, zilzilалар) гача бўлган бир қатор хавф ва таҳдидларга дучор бўлади. Хавфли ҳодиса пайтида шикастланган ёки вайрон қилинганда, ижтимоий-иқтисодий таъсирлар тезда пайдо бўлиши ва тизимларда узилишлар ва ижтимоий-иқтисодий йўқотишларга олиб келиши мумкин. Мисол учун, 2012-йилги “Сенди” тўфони Қўшма Штатларнинг шарқий соҳилида 60 миллиард долларлик иқтисодий йўқотишларга олиб келган, транспорт линиялари узилиб, 8,5 миллион уй хўжаликлари ва корхоналар электр энергиясиз қолган (ОЭСР, 2019; Стросс ва бошқалар, 2021).

Энергетика инфратузилмасига таҳдид ва хатарларнинг табиати жадал ривожланмоқда. Иқлим ўзгариши нафақат иссиқлик тўлқинлари ва кучли бўронлар каби экстремал ҳодисаларнинг такрорланиши ва жадаллигини, балки ўртача мавсумий ҳарорат ва ёғингарчиликни ҳам ўзгартиради (ИЎҲЭГ, 2022). Бундай иқлим ўзгаришларининг фазовий даражаси тенг эмас; баъзи ҳудудлар (ва натижада инфратузилма) бошқа ҳудудларга қараганда кўпроқ таъсир остида қолади ёки тарихан дуч келмаган янги таҳдидларга дучор бўлади.

Технологик тараққиёт, шунингдек, ишлаб чиқариш ва узатиш учун таъсир кўрсатадиган хавф ва имкониятларни тақдим этади. Саноатнинг ривожланиши, биткоин қазиб олиш, электр транспорт воситаларига ўтиш ва турмуш даражасининг умумий ўсиши энергияга бўлган талабнинг ортишига олиб келади. Шунга қарамай, киберҳужумлар тобора мураккаблашиб бормоқда ва тармоқларни бузиш ва инфратузилмага зарар етказиш, миллионлаб уйлар, корхоналар ва шифохоналарни электр энергиясиз қолдириши, сув таъминоти ва оқава сувларни тозалаш каби бошқа муҳим инфратузилмаларга жиддий таъсир кўрсатиши мумкин. Қурғоқчилик ёки иқлим билан боғлиқ бошқа хавф-хатарлар юзага келган бир вақтда бир мамлакат бошқасининг энергетика инфратузилмасига киберҳужум уюштириши мумкинлигини инкор этмаслигимиз керак.

Мавжуд энергия инфратузилмаси қайта жиҳозланиши ва модернизация қилиниши, янги ишлаб чиқариш ва узатиш иншоотлари қурилар экан, хавф ва хавфларнинг ўзгарувчан

табиатини ҳисобга олиш керак. Ҳозирги вақтда маълум бир дарёда гидрэнергетика истиқболли бўлиши иқлим ўзгариши натижасида ҳарорат ва ёғингарчиликнинг ўзгариши сабабли потенциал тахминан 40 ёки ундан кўпроқ йил ичида сақланиб қолади дегани эмас. Тарихий ёғингарчилик ва ҳарорат маълумотларидан фойдаланган ҳолда иссиқлик электр станциясининг дизайни мавсумий силжишлар ва иқлим ўзгариши сабабли янада кучли экстремал ҳолатларга бардош бера олмайди. Ҳар бир алоҳида инфратузилмада салбий таъсирлар пайдо бўладиган иқлим сезгирлиги ёки чегаралари мавжуд. Аммо нафақат алоҳида инфратузилмани, балки бутун энергетика тизимини ҳисобга олиш керак, чунки хавфлар “ўрнатилган” ва миллий ҳамда минтақавий энергия тизимлари бўйлаб каскад равишда таъсир кўрсатиши мумкин. Барча хавф-хатарларни бошқариш инвестицияларни ҳимоя қилиш, молиявий хавфларни камайтириш ва керакли ижтимоий-иқтисодий ютуқларни амалга ошириш учун зарур энергия мавжудлигини таъминлаш учун режалаштириш, лойиҳалаш, қуриш, фойдаланиш ва техник хизмат кўрсатиш босқичларига киритилиши керак.

### 1-киритма. Иқлим хавфи таърифи

**“Ноқулай оқибатларнинг салоҳияти ... Иқлим ўзгариши контекстида хавфлар иқлим ўзгаришининг потенциал таъсиридан, шунингдек, инсоннинг иқлим ўзгаришига бўлган муносабатидан келиб чиқиши мумкин ... хавфлар иқлим билан боғлиқ хавфлар ва таъсир остида қолган инсон ёки экологик тизимнинг хавф-хатарларга дучор бўлиши ва заифлиги ўртасидаги динамик ўзаро таъсирдан келиб чиқади.**

**Инфратузилма учун хавфлар заифликлардан (масалан, сувга бўлган эҳтиёж ёки ҳаддан ташқари иссиқлик ҳодисалари пайтида талаб юктамалари), таъсир кўрсатишдан (масалан, музликларнинг эриши тезлиги юқори бўлган минтақада жойлашган гидроэлектр станция) иқлим ўзгариши билан боғлиқ хавфларининг нафақат алоҳида инфратузилмага, балки бутун энергетика тизимига таъсир кўрсатиш натижасида юзага келади.**

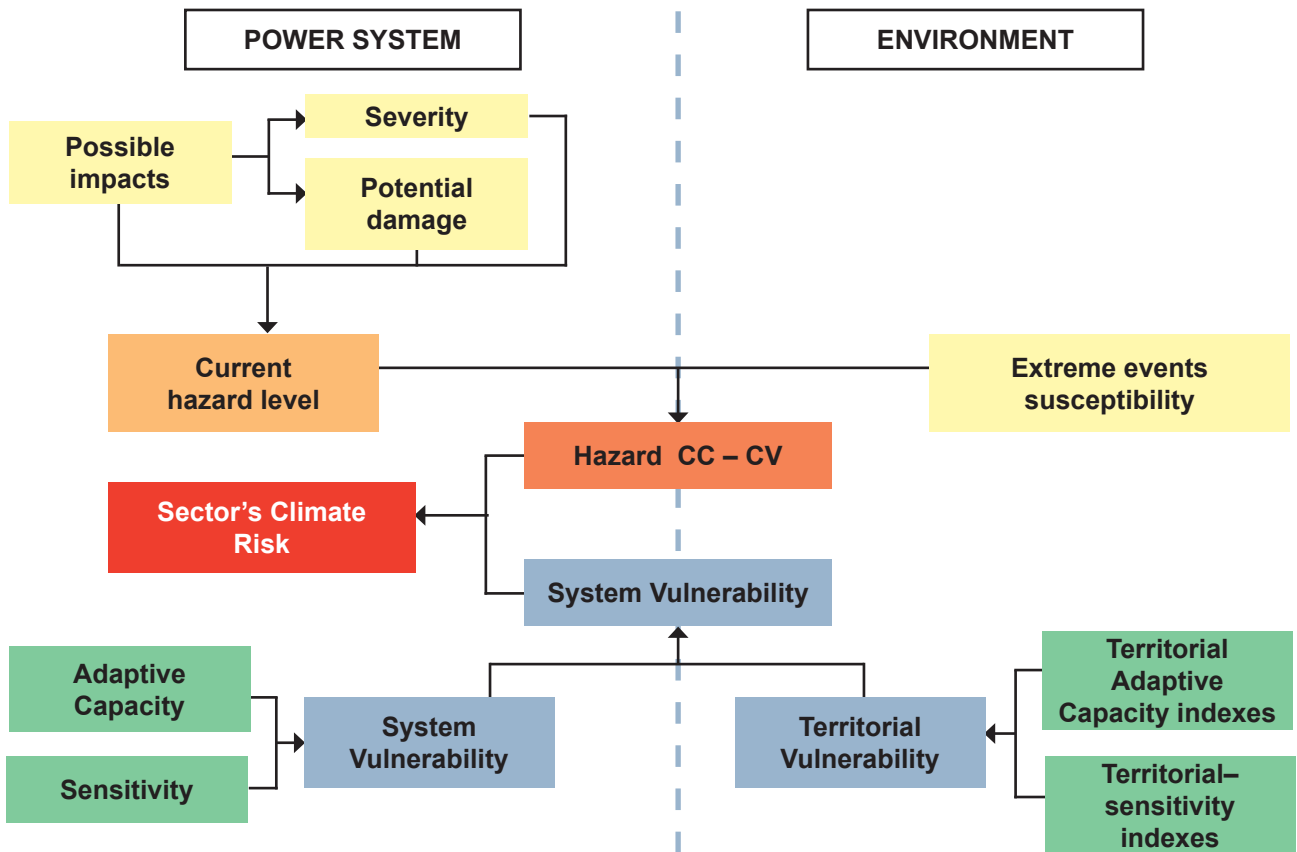
*Манба: ИЎҲЭГ 2022 ҳамда Форзиери ва бошқалардан мослаштирилган, 2015*

## ХАВФ-ХАТАРЛАРНИ ДАСТЛАБКИ СКРИНИНГИ

Ушбу “Марказий Осиёдаги кенгайтирилган далилларга асосланган ва истиқболли иқлим сиёсатини таъминлаш” лойиҳаси мамлакатларнинг ноль углеродли иқтисодиётга ўтишда ижтимоий-иқтисодий ва инвестиция имкониятларини намойиш этади ва қайд этилган учта мамлакатда барпо этилаётган қайта тикланадиган энергия манбаларини, хусусан устувор бўлган гидроэнергетика, шамол ва қуёш энергияси ҳамда уларги инвестицияларни ҳимоя қилиш учун бошқарилиши керак бўлган иқлим хавф-хатарларини дастлабки текширишни таъминлайди.

Хатарларни дастлабки текширишлари иқлим ўзгариши билан боғлиқ бўлган хавфларни тезкор аниқлаш имконини беради, бунда алоҳида инфратузилма ва энергетика тизими: 1) таъсир кўрсатадиган (хавфларнинг фазовий даражаси); 2) инфратузилмани лойиҳалаш, операцион ва инсоний бошқарув заифликлари; ва 3) юзага келиши мумкин бўлган тўғридан-тўғри ва каскадли хавфлар (Уилловс ва Коннелл, 2003; Сэнчез-Сиерра ва бошқалар, 2021). Бундай скрининг иқлим хавф-хатарлари юзага келган тақдирда ишлаб чиқариш, узатиш ёки тарқатиш инфратузилмасига қандай бевосита таъсирлар – шикастланиш, бузилиш ёки вайрон бўлиши мумкинлигини ва бу таъсирлар энергетика тизимлари ва атрофдаги экотизимлар орқали қандай ўтиши мумкинлигини сифат жиҳатидан аниқлашга ёрдам беради (1-расм).

## 1-РАСМ. ЭНЕРГЕТИКА ТИЗИМИ ХАВФЛАРИНИНГ ТИПОЛОГИЯСИ



Манба: Санчес-Сиерра ва бошқалар (2021: 5)

Ҳисобот хатарнинг дастлабки скрининги сифатида қуйидаги шаклда тузилган:

- 2-боб иқлим ўзгариши сабабли ҳарорат ва ёғингарчиликнинг потенциал сезиларли ўзгаришлари ва экстремал ўзгаришлари сценарийларини белгилайди.
- 3-бобда бундай ўзгаришларнинг кутилаётган фазовий тақсимоли тўғрисида қайси инфратузилмага таъсир этиши мумкинлиги кўрсатилган ва иқлим прогнози таҳлили ҳамда иккиламчи адабиётларни кўриб чиқишдан олинган хавфларнинг дастлабки скрининг чизмаси келтирилган.
- Ҳисобот 4-бобда энергетика инфратузилмасида иқлим хавфларини бошқариш бўйича жорий яхши амалиётни муҳокама қилиш билан яқунланади.

Биз буни «илғор амалиёт» деб номламаймиз, чунки ҳали ўрганишимиз керак бўлган кўп нарса бор ва энергияни лойиҳалаш, режалаштириш ва ишлатишда иқлим ўзгариши хавфларини бошқариш барча хавф-хатарларга қарши ёндашувнинг бир қисми сифатида ҳали бошланғич босқичида. 2-ҳисобот, Қирғизистон, Тожикистон ва Ўзбекистонда соф нолга тенг углеродли иқтисодиётга ўтиш имкониятлари ва биргаликдаги фойдалари (Панвар ва бошқ., 2022), соф иқтисодиётга ўтиш имкониятларини баён қилади.

## 2. Сценарийлар: иқлим тенденциялари ва 2050 йил учун прогнозлар

### 2.1. УСЛУБИЙ КЎРИБ ЧИҚИШ

Иқлим ўзгариши прогнозларини асосий давр учун тарихий маълумотлар тўплами билан солиштириш керак. Осиё ёғингарчиликлари – юқори аниқликдаги кузатув маълумотларини баҳолашга интеграциялашуви (APHRODITE) Марказий Осиё учун узоқ муддатли тўпланган кунлик ёғингарчилик маълумотлари асосий (1951-2005) юқори аниқликдаги маълумотлар тўпламидир. APHRODITE учун ёғингарчилик маълумотлари миллий гидрометеорология агентликлари ва халқаро ташкилотлар билан ҳамкорлик келишувлари орқали узатилган кузатув маълумотлар тўпламидан йиғилган ва интерполяция қилинган (Ятагаи ва бошқалар, 2012). Кузатув маълумотларининг бир нечта манбаларини бирлаштирган ҳолда, APHRODITE Совет Иттифоқи парчаланганидан бери об-ҳаво станциялари зичлигининг пасайиши ва рекорд даражадаги бўшлиқларни бартараф этади. Станция маълумотларидаги бундай бўшлиқлар станция кўламига ўтишни ва келажақдаги иқлим прогнозларида хатоларни тузатишни қийинлаштиради.

Шусабабли ваучмамакатдаги ўзгаришларни ўрганиш зарурати учун биз гидрометеорологик агентликларининг станция маълумотларидан кўра APHRODITE маълумотларидан фойдаландик. Ёғингарчилик маълумотлари учун 1971-2000 йиллардаги асосий тарихий давр ишлатилган. ERA-Оралик маълумотларидан олинган юқори аниқликдаги кунлик максимал ва минимал ҳарорат маълумотларидан (Ди ва бошқалар, 2011) олинган бўлиб, 1981-2005 йиллардаги асосий тарихий даврдан фойдаланилган. ERA-Оралик маълумотлари Мувофиқлаштирилган минтақавий иқлим кўламини камайтириш тажрибаси (CORDEX) да тарихий таққослаш маълумотлар тўплами сифатида ишлатилади.

Умумий циркуляция моделлари (УЦМ) иқлимнинг қандай ўзгариши мумкинлигини прогноз қилиш учун иқлим тадқиқотчиларининг халқаро ҳамжамияти томонидан қўлланиладиган иқлим моделлари. Энг сўнгги модел экспериментлари тўплами остида, Жуфтланган Моделлар ўзаро таққослаш лойиҳаси 6-босқичи (CMIP6), Иқлим ўзгариши бўйича ҳукуматлараро экспертлар гуруҳининг (ИЎХЭГ) Олтинчи баҳолашини қўллаб-қувватлади, ўнлаб моделлар бутун дунё бўйлаб институтлар томонидан бошқарилди. УЦМлар континентал иқлимни яхши тақлид қилади, аммо уларнинг ~100 дан 500 км гача бўлган тармоқ ўлчамлари маҳаллий ва минтақавий даражадаги иқлим ўзгаришларини прогноз қилиш ёки иқлим хавфи ва иқлим ўзгаришига мослашишни баҳолашда фойдаланиш учун жуда қўполдир.

Динамик (Минтақавий иқлим моделлари – МИМ) ёки статистик даунскейлинг усуллари билан фойдаланиш керак. Ушбу тадқиқот учун биз CORDEX Марказий Осиё доменидаги кунлик ҳарорат ва ёғингарчилик прогнозларидан фойдаландик. CORDEX (Мувофиқлаштирилган минтақавий миқёсни камайтириш тажрибаси) иқлимни моделлаштириш бўйича халқаро ҳамкорлик бўлиб, у орқали бир нечта Минтақавий иқлим моделлари (МИМ) умумий циркуляция моделлари (УЦМ) томонидан бошқарилади. CORDEX моделлари ИЎХЭГ Олтинчи баҳолашни ҳам қўллаб-қувватлайди. CORDEX прогноз кўрсаткичларининг ўрганилаётган ҳудуд бўйича тармоқ ўлчамлари 0,22° ёки 0,44° ёки тахминан 24-50 км. Биз,

1-жадвалда кўрсатилганидек, таҳлилимиз учун қуйидаги МИМ-УЦМ комбинацияларидан ва Концентрациянинг репрезентатив траектория (КРТ)ларидан фойдаландик.

Иқлим моделининг башоратлари хавфларни моделлаштириш ва инфратузилмани баҳолашда бевосита ишлатилмаслиги керак. Ушбу моделларда маҳаллий, минтақавий ва глобал тарихий иқлимни тақлид қилишда хатолар мавжуд (Сеневиратне ва бошқалар, 2021) ва бу хатолар келажакдаги прогнозларда сақланиб қолиши мумкин. Шу сабабли, иқлим фанлари ҳамжамияти иқлим ўзгариши сигналини олиб ташламасдан, келажакдаги прогнозлардан хатоларни олиб ташлаш учун хатоларни тузатиш усулларидан фойдаланади. Ушбу тадқиқот учун биз параметрик бўлмаган квантил хариталашдан фойдаландик. Услугиянинг батафсил тушунтириши иловада келтирилган.

#### 1-ЖАДВАЛ. ТАДҚИҚОТДА ФОЙДАЛАНИЛГАН CORDEX МОДЕЛЛАРИ ТҶПЛАМИ

МИМ2.6	УЦМ-МИМ эксперименти	Тавсифи
	NCC-NorESM1-M, GERICS-REMO2015_v1	Норвегия Иқлим маркази (НИМ) – Ер тизими модели; Иқлим хизматлари маркази. Германия минтақавий модели (REMO)
	MPI-ESM-MR, GERICS-REMO2015_v1	Макс Планк Метереология Институту (MPI) – Ер Тизими модели; Иқлим хизматлари маркази. Германия минтақавий модели (REMO)
	MOHC-HadGEM2-ES, GERICS-REMO2015_v1	Хэдли Метереология маркази (МОНС) – Хэдли Глобал экология маркази Модель v2; Иқлим хизматлари маркази. Германия минтақавий модели (REMO)
МИМ4.5	GCM-МИМ эксперименти	Тавсифи
	MOHC-HadGEM2-ES, RegCM4-3_v5	МОНС; Назарий физика бўйича Абдус Салам халқаро маркази (ICTP) Минтақавий иқлим модели (RegCM4)
	MPI-ESM-MR, RegCM4-3_v5	MPI; Назарий физика бўйича Абдус Салам халқаро маркази (ICTP) Минтақавий иқлим модели (RegCM4)

Манба: CORDEX, 2021

Ушбу лойиҳа RCP2.6 ва RCP4.5 га қаратилган, чунки бу икки RCP жорий иқлим битимлари ва сиёсатлари бўйича потенциал натижаларни ифодалайди. RCP2.6 ўртача глобал исишни 2°C даражасида ушлаб туришга тенг ва Париж битимига мувофиқ. RCP4.5 2100 йилга келиб ўртача 2–3°C глобал исишни тахмин қилади ва ҳозирги Миллий миқёсда белгиланадиган ҳиссаларга мос келади (БМТТД, 2021). Ушбу иккита RCPни танлаб, биз ҳатто Париж битимига (RCP2.6) риоя қилиш ҳам қайта тикланадиган манбалар ва умуман бутун Марказий Осиёдаги энергия тизимлари учун потенциал салбий оқибатларга олиб келишини кўрсатамиз; Ҳозирги Миллий миқёсда белгиланадиган ҳиссалар (масалан, RCP4.5) энергия инфратузилмасига янада салбий таъсир кўрсатиши мумкин.

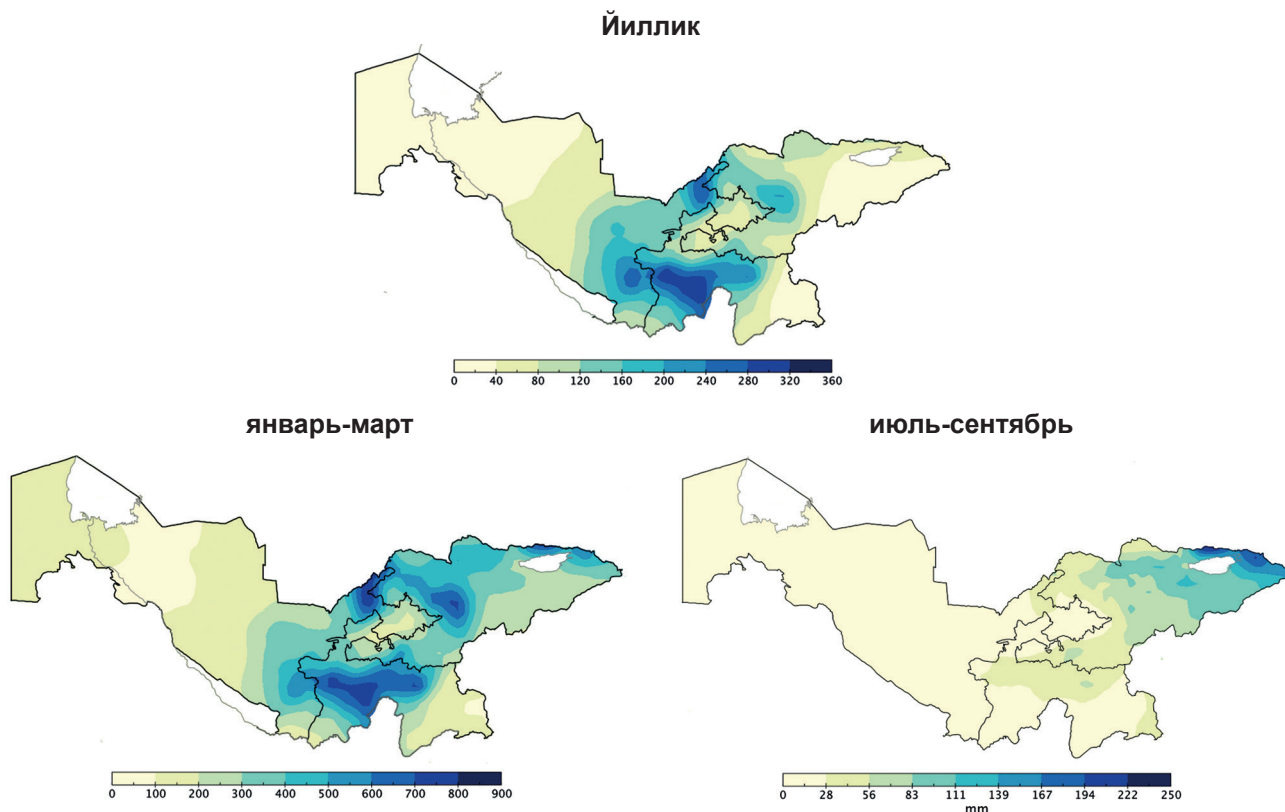
## 2.2. СЎНГГИ ТЕНДЕНЦИЯЛАР ВА КУЗАТУВЛАР: ЁҒИНГАРЧИЛИК, ҲАРОРАТ, ЭКСТРЕМАЛ ҲОДИСАЛАР ВА МУЗЛИКЛАРНИНГ ЭРИШИ

Уч мамлакатнинг иқлими хилма-хил: Ўзбекистон ва Тожикистоннинг жануби-ғарбий қисмидаги иссиқ қурғоқчил чўллардан тортиб, Қирғизистон Республикаси ва Тожикистонни қамраб олган Помир ва Тянь-Шан тизмаларидаги баланд тоғ тундраларигача. Ўртача мавсумий ва йиллик ёғингарчилик, минимал ва максимал ҳароратларда катта фазовий ўзгаришлар мавжуд.

Йиллик ёғингарчиликнинг сезиларли фоизи минтақанинг катта қисмида қиш ва баҳор ойларида тушади; фақат Қирғизистон Республикасининг шарқий қисмида, Оқсув дарёси ҳавзаси ҳудудида, 2-расмда кўрсатилганидек, ёзги ёғингарчилик устунлик

қилади. Тожикистон (~1000-1800 мм/йил) ва шимоли-ғарбий, жануби-ғарбий ва Қирғизистондаги Иссиққўл атрофидаги ҳудуд (~600-1100 мм/йил) (Ўзбекистон ҳукумати, 2016; Тожикистон ҳукумати, 2014; 2021; Қирғизистон Республикаси ҳукумати, 2016 йил). Ёғингарчиликнинг умумий миқдори тоғларнинг баландлиги ва йўналишига (шамол ёки тоғ томонга) боғлиқ. Ўзбекистоннинг ғарбий чўли ва Тожикистондаги Помирнинг шарқий қисмидаги тоғ платоси йилига 100 мм дан кам сув олади (ўша манбадан).

## 2-РАСМ. 1971-2000 ЙИЛЛИК ВА МАВСУМИЙ ЎРТАЧА ЁҒИНГАРЧИЛИК



*Эслатма: Ёғингарчилик қийматлари мм/йил ва мм/мавсумда. 1971-2000 йиллар давомида ёғингарчиликни кузатиш маълумотларидан олинган ўртача миқдорлар. Йиллик ёғингарчилик миқдорининг фазовий хилма-хиллигини ҳисобга олган ҳолда, хариталардаги ёғинлар шкаласи Тожикистоннинг марказий тоғлари ва Қирғизистоннинг айрим ҳудудларида кузатилганидек, йилига 1000 мм дан юқори бўлган ёғинларни кўрсатмайди. Тафсилотлар учун матнга қаранг.*

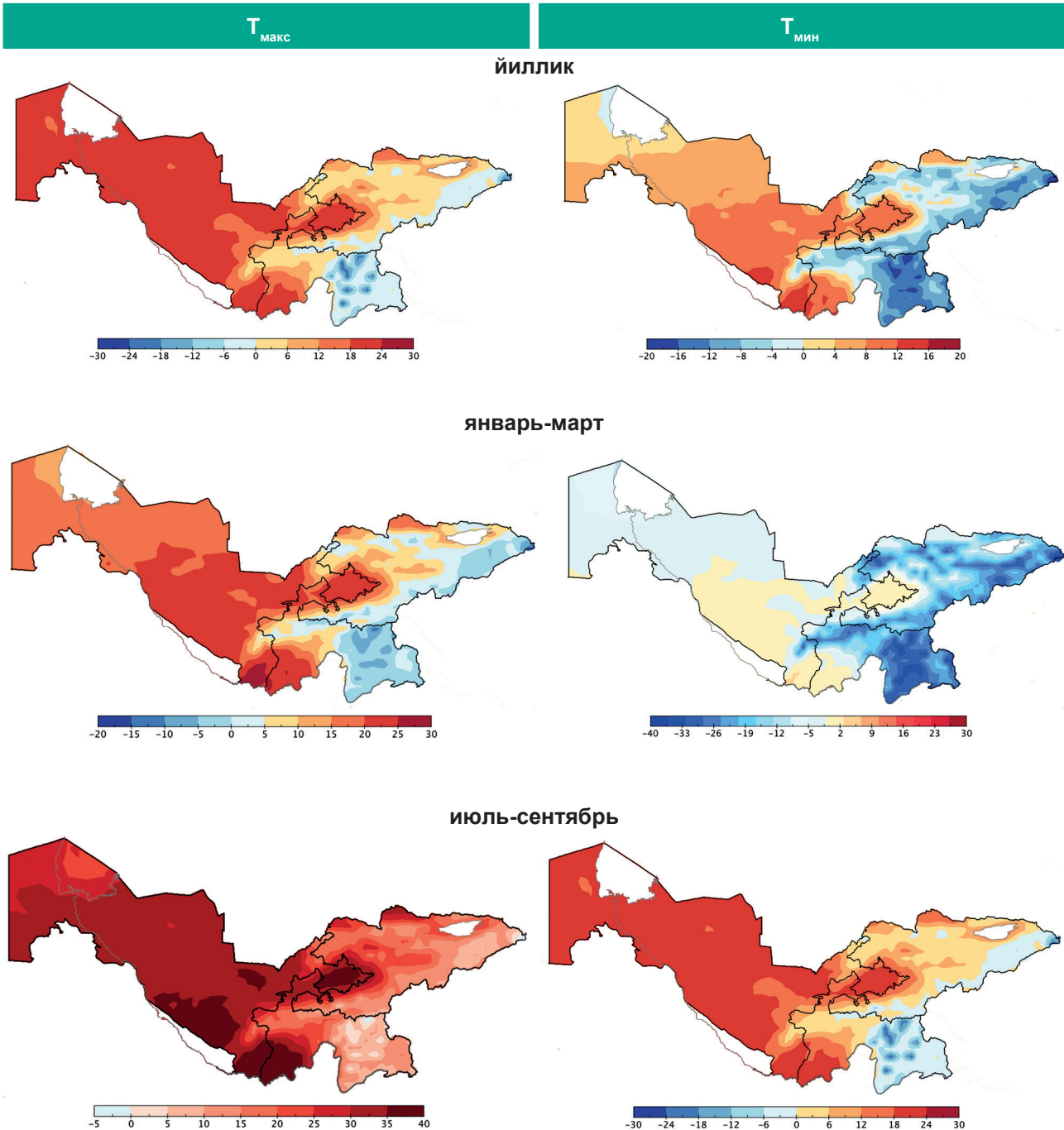
Манба: APHRODITE ёрдамида муаллифнинг ҳисоб-китоблари (Яғатаи ва бошқалар, 2012)

1950-йиллардан бери йиллик ва мавсумий ёғингарчиликнинг статистик жиҳатдан аҳамиятли тенденциялари минтақанинг кўп қисмида эмас, балки барчасида аниқланмайди. Эл-Нинё-Жанубий тебраниш ва Тинч океани декадали тебраниши каби кўп йиллик ва кўп ўн йиллик иқлим жараёнлари билан боғлиқ бўлган юқори йиллик ва ўн йиллик ўзгарувчанлик мавжуд (Умирбеков ва бошқалар, 2022). Тожикистондаги Помирнинг шарқий ҳудудларида 1979-йилдан буён қиш мавсумида ёғингарчилик миқдори статистик жиҳатдан сезиларли даражада ошган (Тожикистон ҳукумати, 2014). Ёғингарчиликнинг кичик, статистик жиҳатдан аҳамиятли ўсиши Қирғизистоннинг шимолий Тянь-Шан вилоятида (Қирғизистон ҳукумати, 2016 йил), Ўзбекистоннинг жанубий-марказида эса Бухоро ва Қашқадарё вилоятларида (Хайдаров ва Герлиц, 2019) кичик, аммо статистик жиҳатдан аҳамиятсиз камайиш тенденциялари кузатилмоқда. Бошқа статистик узоқ муддатли тенденциялар ҳали пайдо бўлмади.

Йиллик ва мавсумий шкала бўйича ўртача ҳисобланган кунлик максимал ( $T_{\text{макс}}$ ) ва минимал ҳароратларда ( $T_{\text{мин}}$ ) катта фазовий фарқлар мавжуд, бу 3-расмда кўрсатилган. Ҳарорат фарқлари юқори топографик рельефга эга бўлган тоғли ҳудудларда яққол намоён бўлади.

Масалан, Тожикистон жануби-шарқидаги Шаҳартуз шаҳрида кунлик максимал ҳарорат  $22^{\circ}\text{C}$  бўлиши мумкин, Помирдаги Булункўл кўлида эса  $-60^{\circ}\text{C}$  (Тожикистон ҳукумати, 2021-йил). Ўзбекистон мамлакатнинг кўп қисмида континентал иқлимга эга, қиши совуқ,

### 3-РАСМ. 1981-2005 ЙИЛЛАР ЙИЛЛИК ВА МАВСУМИЙ ЎРТАЧА МАКСИМАЛ ВА МИНИМАЛ ҲАРОРАТЛАР



Эслатма:  $T_{\text{макс}}$  ва  $T_{\text{мин}}$   $^{\circ}\text{C}$  да, ҳарорат шкаласи ҳар бир мавсум ва йиллик кўрсаткичлар учун фарқ қилади. Ёзда  $T_{\text{мах}}$  Ўзбекистон ва Тожикистоннинг айрим ҳудудларида  $40^{\circ}\text{C}$  дан ошади ва тугилмайди. Тожикистоннинг Помиридаги айрим ҳудудларда қишки экстремал ҳароратлар ҳам етарли даражада ушланмаган.

Манба: ERA-Оралиқ ҳарорат маълумотларидан фойдаланган ҳолда муаллифнинг ҳисоб-китоблари (Ди ва бошқалар, 2011).

ёзи иссиқ ва қуруқ, жанубида эса субтропик иқлим. Йиллик ўртача кунлик максимал ҳароратлар Ўзбекистон бўйича 10°C дан 30°C гача; Шимолий Жиззах вилоятининг баъзи жойларида ёзда  $T_{\text{макс}}$  44-46°C гача, Бухоро, Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларининг айрим жойларида 48-50°C гача иссиқ бўлади (Ўзбекистон ҳукумати, 2016). Қирғизистоннинг ғарбий ва шимоли-ғарбий қисмлари мамлакатнинг шарқий қисмларига қараганда иссиқроқ, йиллик  $T_{\text{макс}}$  5-20°C; жануб/жанубий-шарқий бўйлаб баланд Тянь-Шан совуқроқ. Худди шундай, Тоғли Бадахшондаги баланд тоғларнинг йиллик  $T_{\text{макс}}$  Хатион текисликларидан фарқли ўлароқ, музлаш даражасидан паст.

Ушбу тадқиқотда иқлим ўзгаришининг таъсири уч мамлакатда сезила бошлади. Ҳар уч мамлакатда ва кўп баландликларда максимал ва минимал ҳароратнинг аниқ ҳамда статистик жиҳатдан сезиларли ўсиши аниқланади. Тожикистонда 1976-2012 йиллар оралиғида ўртача исининг ўн йиллик кўрсаткичлари кузда 0,2°C, баҳорда 0, °C ва қишда 0,15°C бўлган (Тожикистон ҳукумати, 2014-йил). Баҳорда ўртача максимал ҳароратнинг ошиши аниқса аниқ бўлиб, 1981-2015 йиллар оралиғида тахминан 0,5°C/ўн йилга ошди (Фенг ва бошқалар, 2017). Ўзбекистонда 1938-2012 йилларда ўртача 0,27°C/декада исини кузатилди, 1991-йилдан буён Тошкент ва Самарқанд атрофида исини тезлиги 0,52 °C /декадагача тезлашди (Ўзбекистон ҳукумати, 2016; Холматжанов ва бошқалар, 2020). Орол денгизи атрофида баҳорнинг ўртача максимал ҳарорати ҳозирда 40°C дан ошди, энг иссиқ кунлар сони эса айрим ҳудудларда йилига 25 кундан 40 кунгача ортди (Ўзгидромет, 2022). 1990-йилдан бери Қирғизистоннинг Тянь-Шан ҳудудининг катта қисмида қишки ва баҳорги ўн йилликда 0,3°C исини кузатилмоқда, 1990-йилдан буён мамлакатнинг айрим ҳудудларида тахминан 0,7°C/декада исини кузатилмоқда (Сиегфриед ва бошқалар, 2011; Қирғизистон ҳукумати, 2016).

Бу кенг тарқалган ўртача мавсумий максимал ва минимал ҳароратлар ҳамда ҳаддан ташқари иссиқликнинг кўтарилиши музлик даражаси ва масса мувозанатига, доимий қор майдонлари ва қор қопламига сезиларли таъсир кўрсатмоқда. Натижада Пянж, Норин ва Вахш дарёлари ҳамда Амударё ва Сирдарёнинг бошқа ирмоқлари гидрологиясига таъсир кўрсатмоқда. Қорли майдонлар ва музликлар сув ҳавзасига қараб дарёлар оқимининг ўзгарувчан қисмларини ташкил қилади; сувнинг баҳор ва ёз эриши чўққи оқимлари ва сув тошқини баъзи шаклларига сабаб бўлади.

## 2.3. СЦЕНАРИЙЛАР: 2050 ЙИЛЛАР УЧУН ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ПРОГНОЗЛАРИ

### 2.3.1. ЎРТАЧА ЙИЛЛИК ВА МАВСУМИЙ ЁҒИНГАРЧИЛИК ВА ҲАРОРАТ ПРОГНОЗЛАРИ

CORDEX Марказий Осиё минтақаси учун чекланган МИМ-УЦМ дастурларига кўра, мавсумий ва экстремал иқлим ўзгаришлари 2050-йилларга бориб ҳар уч мамлакатда ҳам сезиларли бўлиши мумкин.

Йиллик ва мавсумий ёғингарчиликнинг потенциал кўпайиши ва камайиши RCP2.6 ва RCP4.5 га кўра мумкин, ва кучли фазовий фарқларни кўрсатади (4-расм – фоиз ўзгариши сифатида кўрсатилган). 1971-2000 йиллардаги тарихий ёғингарчилик билан солиштирганда ўртача йиллик умумий ёғингарчилик қуйидаги ҳудудларда камайиши прогноз қилинмоқда:

#### Ўзбекистон:

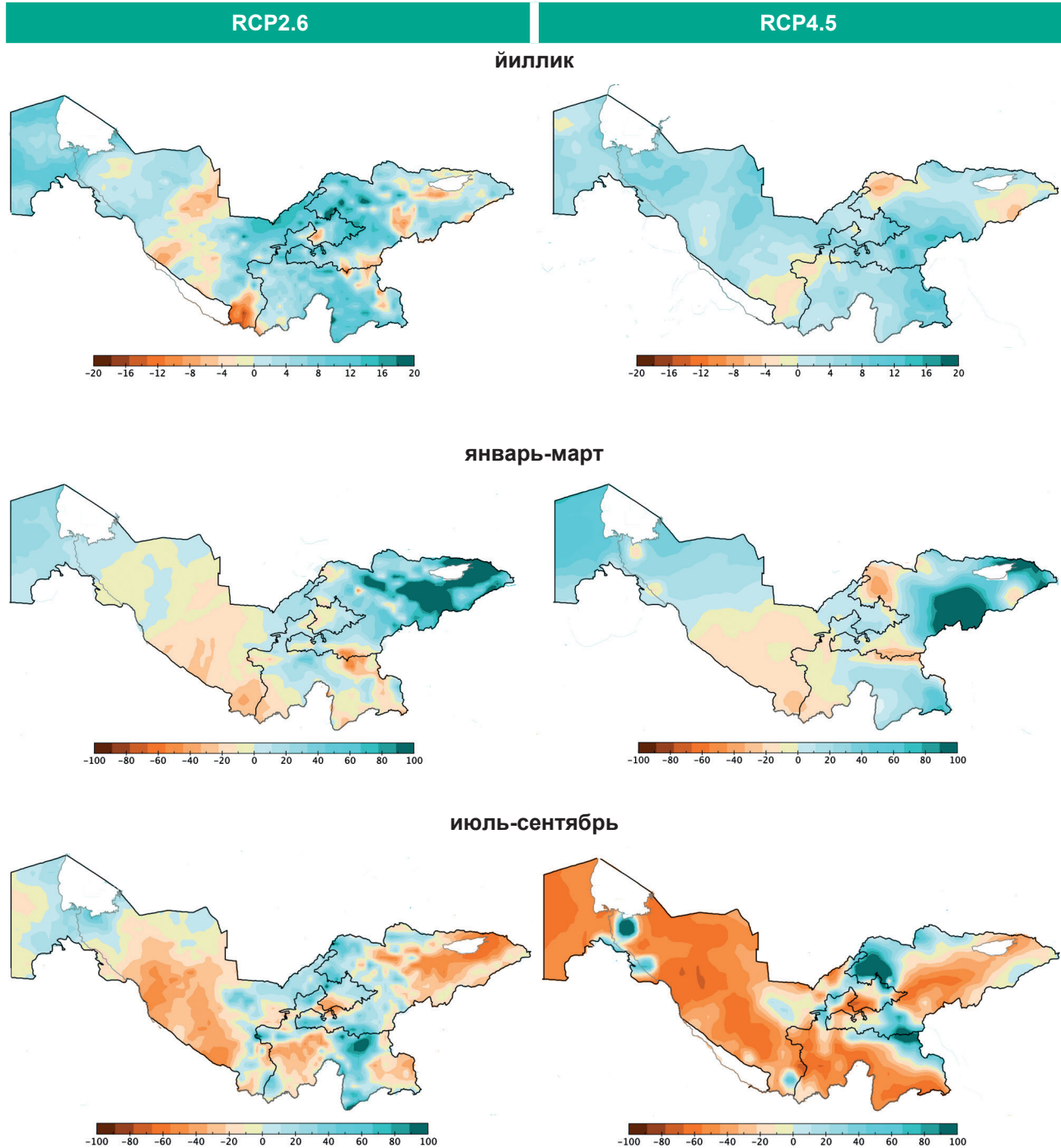
- RCP2.6: Сурхондарё (-6 дан -20%); Бухоро ва Навоий (0 дан -12%)
- RCP4.5: Сурхондарё (0 дан -6%)



## Қирғизистон Республикаси:

- RCP2.6: Чуй, Норин, Ўш ва Иссиқкўл қисмлари (0 дан -8%)
- RCP4.5: Иссиқкўл ва Талас (0 дан -8%)

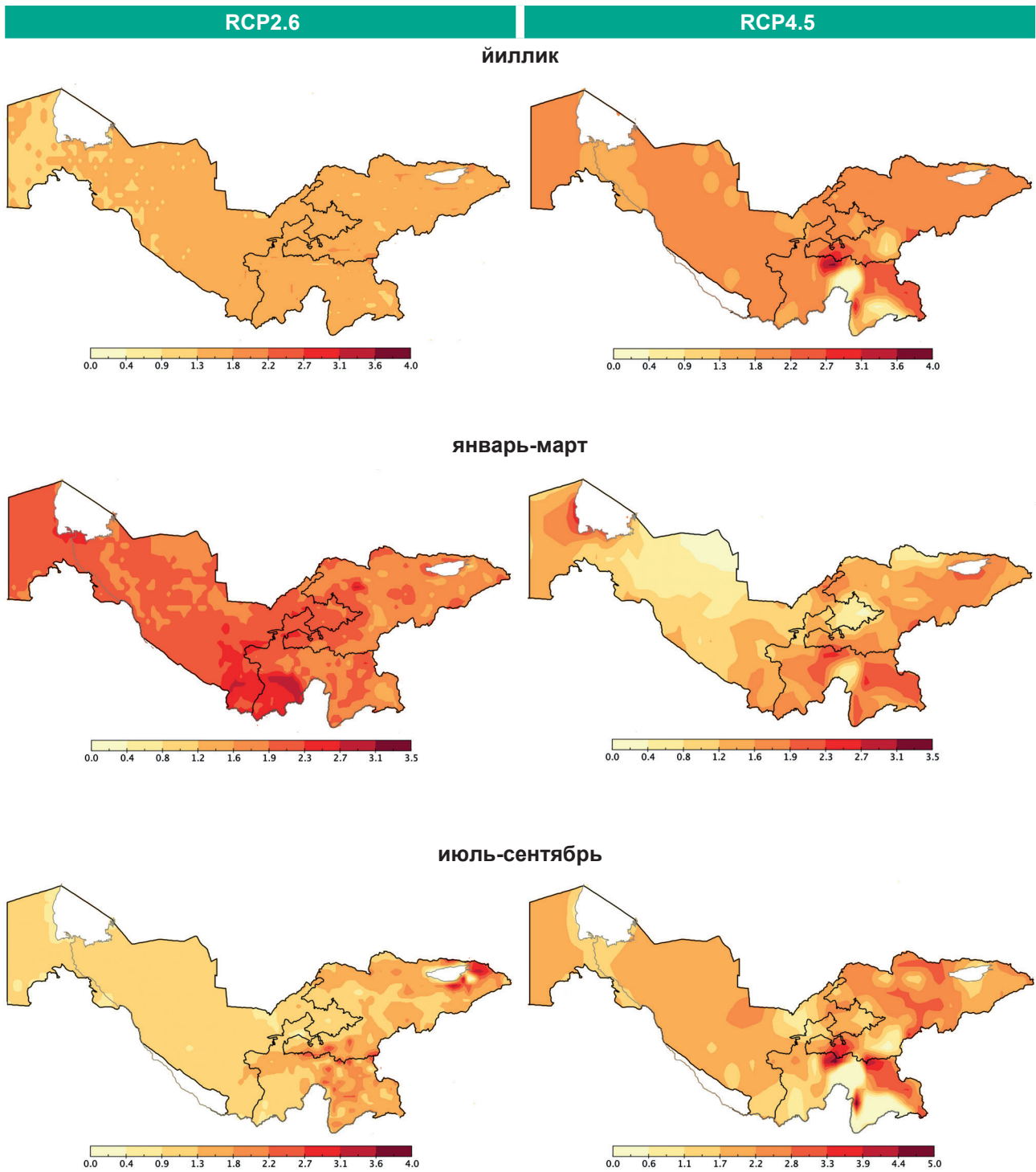
### 4-РАСМ. ЙИЛЛИК ВА МАВСУМИЙ ЁГИНГАРЧИЛИКНИНГ 2036-2065 ЙИЛЛАРДАГИ (ФОИЗДА) ЎЗГАРИШИ ПРОГНОЗЛАРИ



Эслатма: RCP2.6 ва RCP4.5 сценарийлари бўйича ўртача йиллик ва мавсумий ёгингарчилик миқдорининг прогноз қилинган кўп модели ўртача фоиз ўзгариши. Нотўғри тuzатилган прогнозлар (2036-2065) ва кузатувлар (1971-2000) ўртасида ҳисобланган аномалиялар.

Манба: APHRODITE ва CORDEX маълумотларидан фойдаланган ҳолда муаллифнинг таҳлили

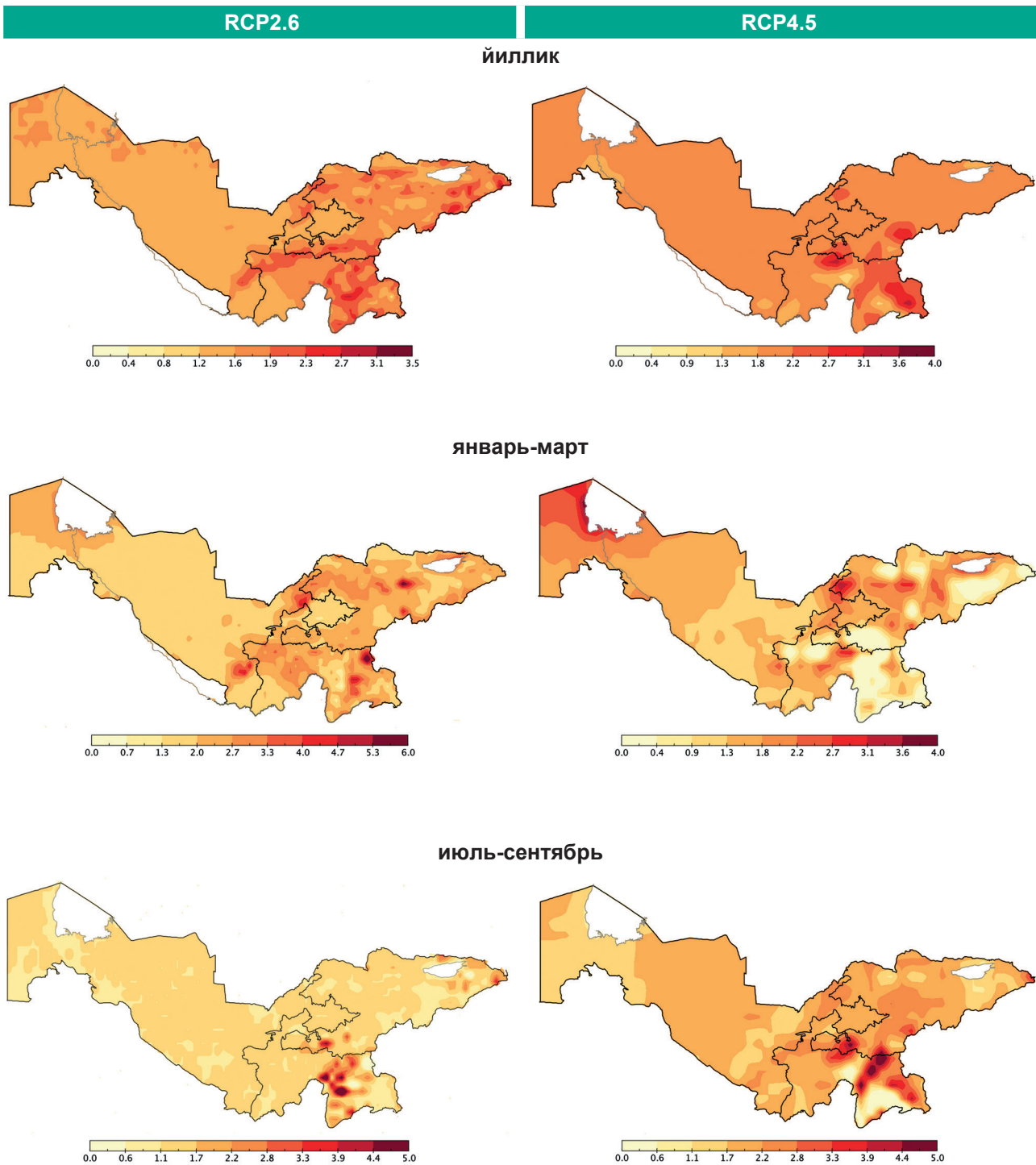
## 5-РАСМ. ПРОГНОЗ ҚИЛИНГАН 2041-2065 ЙИЛЛИК ВА МАВСУМИЙ МАКСИМАЛ ҲАРОРАТЛАРДА ЎРТАЧА АНОМАЛИЯЛАР



Эслатма: RCP2.6 ва RCP4.5 сценарийлари бўйича ўртача йиллик ва мавсумий максимал ҳароратларда ( $T_{\text{макс}}^{\circ\text{C}}$ ) прогноз қилинган кўп моделли ўртача аномалиялар. Нотўғри тuzатилган прогнозлар (2041-2065) ва қузатишлар (1981-2005) ўртасида ҳисобланган аномалиялар.

Манба: ERA Оралиқ ва CORDEX маълумотларига асосланган муаллиф ҳисоблари.

## 6-РАСМ. ЙИЛЛИК ВА МАВСУМИЙ МИНИМАЛ ҲАРОРАТЛАРДА 2041-2065 ЙИЛЛАРДАГИ ПРОГНОЗ ҚИЛИНГАН АНОМАЛИЯЛАР



Эслатма: RCP2.6 ва RCP4.5 сценарийлари бўйича ўртача йиллик ва мавсумий минимал ҳароратларда ( $T_{\text{мин}}$ , °C) прогноз қилинган кўп модели ўртача аномалиялар. Нотўғри тузатилган прогнозлар (2041-2065) ва кузатишлар (1981-2005) ўртасида ҳисобланган аномалиялар.

Манба: ERA Оралиқ (XX) ва CORDEX маълумотларига асосланган муаллиф ҳисоблари.

### Тоҷикистон:

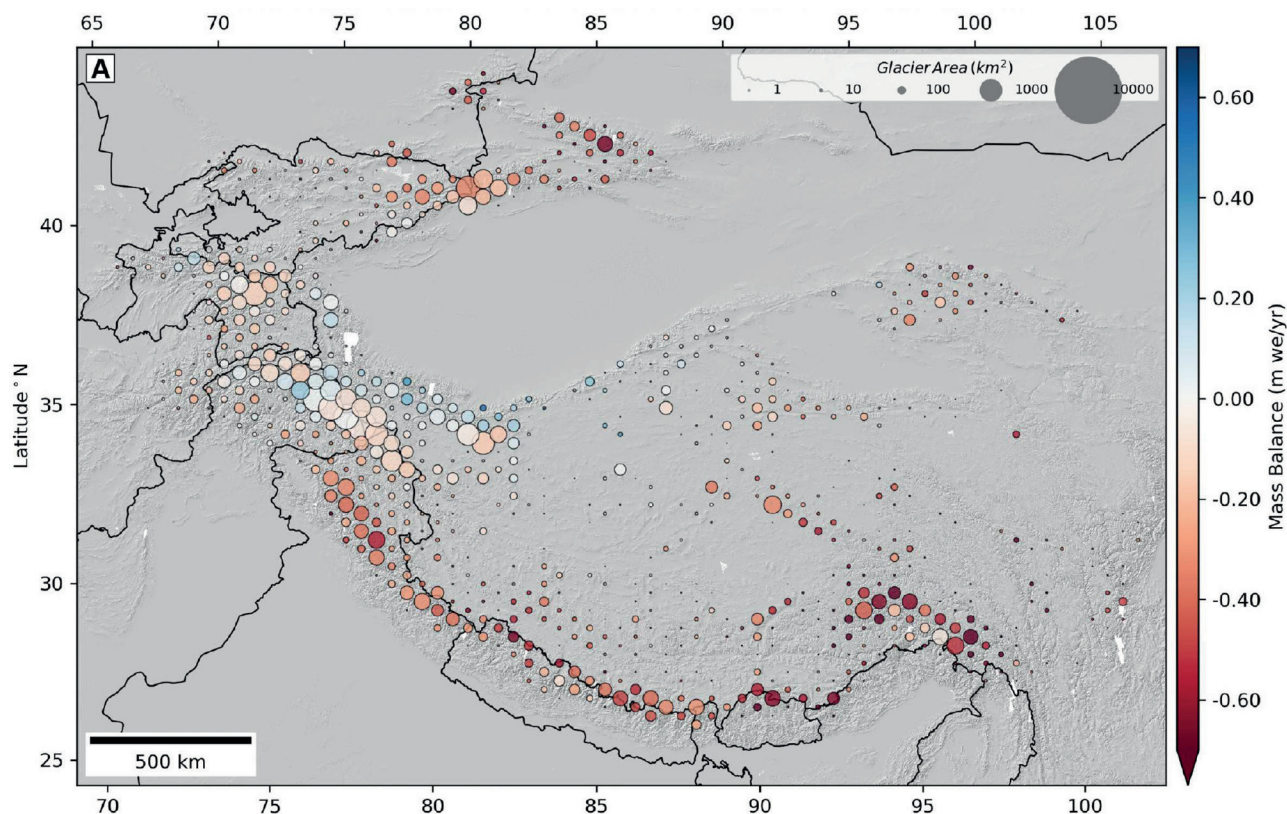
- RCP2.6: Шарқий Тоғли Бадахшон (0 дан -8%)
- RCP4.5: Жанубий Сўғд (0 дан -5%)

Мавсумий ёғингарчиликнинг ўзгариши шуни кўрсатадики, қиш (январ-март) ва ёз (июл-сентябр) ўрганилаётган ҳудуднинг муҳим қисмида қуруқроқ бўлиши мумкин. Иссиққўл вилоятидаги қишки ёғингарчиликнинг ҳар иккала RCP га кўра кўпайиши, эҳтимол икки баравар ошиши прогноз қилинмоқда. Бироқ, ёз фасллари анча қуруқроқ бўлиши прогноз қилинмоқда (RCP2.6: 0 дан -50% гача, RCP4.5 га кўра -40 дан -70% гача камаяди).

Йиллик ва мавсумий ёғингарчиликнинг камайиши ва бироз кўпайиши ҳароратнинг ошиши билан қопланади. Йиллик ва мавсумий  $T_{\text{макс}}$  ва  $T_{\text{мин}}$  (5 ва 6-расмлар), шунингдек,  $30^{\circ}\text{C}$  дан юқори бўлган ўта иссиқ кунларнинг кўпайиши эҳтимоли бор (8-расм). RCP2.6 бўйича ўртача йиллик  $T_{\text{мах}}$  кўрсаткичи тадқиқот ҳудудининг кўп қисмида  $1,3$  дан  $1,8$   $^{\circ}\text{C}$  гача ошиши прогноз қилинмоқда; RCP4,5 га кўра йиллик  $T_{\text{мах}}$  минтақанинг катта қисми учун  $1,8$  дан  $2,2$   $^{\circ}\text{C}$  гача ошиши мумкин, Тоҷикистоннинг Помир-Олой ва Шарқий Помири учун эса  $4,0^{\circ}\text{C}$  гача ошиши кутилмоқда (5-расм). Қишки  $T_{\text{макс}}$  ўсиши RCP2.6 га кўра RCP4.5 га қараганда кўпроқ, ёзда RCP2.6 га қараганда RCP4.5 да кўрсатилганидан кўпроқ кўтарилади.

Минимал (тунги) ҳарорат ҳам мавсумий ва йиллик асосда ошиши кутилмоқда (6-расм).  $T_{\text{мин}}$  ўсиши Помир, Помир-Олой ва Тянь-Шаннинг баъзи қисмларида ҳар иккала RCP даврида энг аниқ кузатилади – йиллик ўртача иссиқ RCP2.6 га кўра  $3,1^{\circ}\text{C}$  гача ва RCP4.5 га кўра  $3,6^{\circ}\text{C}$  гача. Бошқа ҳудудларда 2050-йилларга келиб минимал ҳарорат  $1,2$  дан  $2,2^{\circ}\text{C}$  гача бўлиши мумкин.

### 7-РАСМ. 2000-2018 ЙИЛЛАР ОРАЛИҒИДА МУЗЛИК МАССАСИ БАЛАНСИНING ЙЎҚОЛИШИ



Эслатма: 2000-2018 йиллар оралиғида музликларга хос масса баланси

Ҳароратнинг барча фаслларда кўтарилиши музликлар ва қор қопламанинг ҳажмига, дарёлар гидрологиясига турли даражада фазовий таъсир кўрсатади; юқори йиллик ички ўзгарувчанлик ҳам мавжуд. Тожикистоннинг 3-Ахбороти музликлар ёз фаслида ҳароратнинг 0,5-1°C ўзгаришига сезгир эканлигини таъкидлади (Тожикистон ҳукумати, 2014-йил). MODISнинг масофадан зондлаш маълумотлари шуни кўрсатадики, 2002 йилдан бери Помирда ҳар ўн йилликда ўртача 0,7-1,2°C ҳарорат кузатилган (Пол ва бошқалар, 2017); 1960-2007 йиллар оралиғида Тянь-Шандаги исийш даражаси ҳар ўн йилда ўртача 0,1-0,2°C ни ташкил этди (Барандун ва бошқалар, 2020).

Умумий ўртача музлик даражаси Тожикистондаги 1930-йиллардагига нисбатан 30% ни ташкил қилади (Тожикистон ҳукумати, 2014); Қирғизистон 23 фоизни йўқотди. Помир ва Тянь-Шан тоғлари бўйлаб музлик массаси мувозанатининг ўзгаришида кенг фазовий ўзгарувчанлик мавжуд (Барандун ва бошқалар, 2020 ва 2021; Пол ва бошқалар, 2017; Шин ва бошқалар, 2020 – 7-расмга қаранг). Вахш, Пянж ва Зарафшон дарёлари ҳавзаларида пастроқ баландликлардаги кичикроқ музликлар таъсир кўрсатмоқда, музликлар майдони эса қисқарган. Қирғизистон чегараси бўйлаб Қорадарё ҳавзаси 2050-йилларга келиб музликлардан холи бўлиши мумкин (Гафуров, 2022). Норин ва Зарафшон ҳавзаларида 2100 йилга келиб музлик даражаси 80% гача қисқариши мумкин (ўша ерда).

Иқлим ўзгаришининг таъсири энергия-сув боғлиқлигига бир қатор таъсир кўрсатади. Жойларда мониторингнинг йўқлиги музликларнинг ўзгариши тенденцияларини баҳолаш учун масофадан зондлаш маълумотларидан фойдаланишни талаб қилади ва турли ирмоқлар учун сув йиғиш даражасидаги ўзига хос силжишларни баҳолашни қийинлаштиради (Пол ва бошқалар, 2017). Шунга қарамай, Қирғизистон ва Тожикистондаги кузатувлар шуни кўрсатадики, кўплаб сув ҳавзаларида 2000-йилдан буён тўпланган оқим кўпайган (Барандун ва бошқалар, 2020; Пол ва бошқалар, 2017). Дарё оқимлари дастлаб эриш кўпайиши билан ортади, аммо моделларга кўра 2100 йилга келиб камайиши мумкин (Барандун ва бошқалар, 2020). Ҳар бир музлик учун кескин ўзгариш пайти мавжуд бўлиб, ундан сўнг музлик дарёнинг сув ҳавзаси оқимига кўп ҳисса қўша олмайди, бу эса сув таъминотининг пасайишига олиб келади. Иқлим ўзгаришининг потенциал таъсири ҳар бир дарё ҳавзаси учун ҳар хил. Кичикроқ дарёлар ҳавзалари учун кескин ўзгариш пайти каттароқ ҳавзаларга қараганда тезроқ бўлади, лекин кўп нарса баландликлардаги исийш ва оқимларни тўлдирадиган музликлар деградациясининг эволюциясига боғлиқ (Гафуров, 2022). Катта Норинда 2040-йилларда кескин ўзгариш пайти кутилмоқда; Кичкина Норинда бунга аллақачон эришилган. Кескин ўзгариш пайти тахминан 2035 йилда Норин Нарческда содир бўлиши мумкин.

Абадий музликларнинг деградацияси тупроқ эрозиясини, тошларнинг қулашини, сел тошқинларини кучайтиради ва дарёларда чўкинди юқларини оширади. Баъзи ҳавзаларда музлик кўллариининг ёриб ўтиш (GLOF) хавфидан ташқари, паст ва ўрта баландликларда ёмғирли қорли ҳодисалар сонининг кўпайиши туфайли баҳорги тошқин ҳодисаларининг кўпайиши эҳтимоли мавжуд. Баҳорда ҳаво ҳароратининг ошиши паст тоғли ҳудудларда қор кўчкиси хавфини оширмоқда (Ўзбекистон ҳукумати, 2016 йил). Бу ўзгаришларнинг барчаси гидроэнергетика тизимлари, сув ресурсларини бошқариш ва узатиш учун хавф туғдиради.

### 2.3.2. ЭКСТРЕМАЛ ҲОДИСАЛАРНИНГ ЖАДАЛЛИГИ ВА ТАКРОРЛАНИШИНИНГ ПРОГНОЗ ҚИЛИНГАН ЎЗГАРИШЛАРИ

Ишлаб чиқариш ва узатиш инфратузилмасига зарар етказиш чегаралари, шунингдек, талаб билан боғлиқ бўлган турли хил иқлим ҳодисалари мавжуд. Куз-баҳор даврида, қаттиқ совуқлар, музлаш ҳодисалари ва тоғли ҳудудларда қор ёғиш ҳодисалари

ишлаб чиқиш ва узатиш самарадорлигини пасайтиради ва зарар етказиши мумкин. Мисол учун, электр узатиш линияларида кучли шамоллар билан бирга ёки уларсиз музнинг тўпланиши бошқа таъсирлар қаторида линияларнинг тушиши, ёрилиши ва узатиш минораларининг қулашига олиб келиши мумкин. Ушбу тадқиқот бўйича миллий маслаҳатлашувларда қайд этилганидек, уч мамлакатнинг энергетика компаниялари қишки экстремал қиш шароитида ишлаш тажрибасига эга ва энергетика инфратузилмасини лойиҳалаш ҳамда ишлатишда уларни ҳисобга олади.

Инфратузилмани режалаштириш экстремал иссиқлик ҳодисалари ва натижада юзага келиши мумкин бўлган тўғридан-тўғри ва каскадли хавфлар учун камроқ ишончли. Шу сабабли, ушбу ҳисобот экстремал иссиқлик билан боғлиқ иккита индекснинг прогнозларига қаратилган – кундузги ҳарорат  $33^{\circ}\text{C}^1$  дан ошадиган мавсумдаги кунлар сони ва  $27^{\circ}\text{C}^2$  дан юқори бўлган тунлар сони. Шунингдек, биз танлаган географиялар учун 24 соатлик экстремал ёғингарчилик ҳодисаларининг жадаллиги ва давомийлиги бўйича юзага келиши мумкин бўлган ўзгаришларнинг суратини киритдик, ҳамда ўзгарувчан иқлим шароитида сув тошқини динамикасидаги ўзгаришларни муҳокама қилдик.

Ўтмишда (1981-2005) фақат Ўзбекистоннинг жанубида (Сурхондарё, Қашқадарё ва Самарқанд), жанубий Тожикистонда (Хатион) ва Фарғона водийсида июл-сентябр ойларида 60 ва ундан ортиқ кун давомида  $33^{\circ}\text{C}$  дан юқори ҳарорат кузатилган. 2050-йилларга (2041-2065) келиб, ҳар иккала RCPда иссиқ кун чегарасидан ошиб кетадиган 60 ёки ундан ортиқ кунни бошдан кечирishi мумкин бўлган ҳудудлар учун фазовий миқёс ортади, 8-расмга қаранг. RCP2.6 га мувофиқ, Бухоронинг катта қисми ва Навоийнинг жанубий қисмидан шарққа чўзилган қисми таъсирланади; RCP4.5 доирасида таъсирланган ҳудудлар шимолга чўзилган ва Ўзбекистоннинг ярмидан кўпи иссиқлик тўлқинларига дучор бўлган. Тошкент, Жиззах, Ош ва Бохтар каби уч ҳудуднинг асосий аҳоли пунктлари таъсирланади. Баҳор ва ёзнинг охирида иссиқ кечалари бўлган ҳудуднинг майдони RCP2.6 ва RCP4.5 га мувофиқ (кўрсатилмаган) ортади.

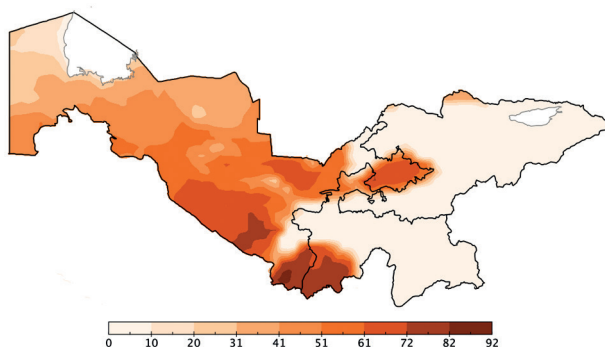
Ушбу ҳисобот доирасида кучли шамоллар, доимий бўрон шамоллари ва дўл кучидаги ўзгаришларни таҳлил қилиш мумкин эмас эди. Олдинги тадқиқотда биз RCP4.5 ва RCP8.5 (Опиц-Степлтон, 2021) учун 2050-йилларга келиб ҳар бир мамлакатда ўртача 24 соатлик экстремал ёғингарчиликнинг жадаллиги ва такрорланишидаги ўзгаришларни таҳлил қилдик. 2-жадвалда йирик энергетика инфратузилмаси мавжуд ёки қурилиши режалаштирилган танланган вилоятлар ёки минтақалар учун 24 соатлик экстремал ёғингарчиликдаги ўзгаришлар кўрсатилган (таъсир тафсилотларини кўриш учун кейинги бобга қаранг).

<sup>1</sup> Биз баъзилар томонидан қўлланиладиган  $35^{\circ}\text{C}$  эмас, балки инсон саломатлигига асосланган экстремал иссиқлик чегарасидан фойдаланмоқдамиз.  $35^{\circ}\text{C}$  чегараси соғлом эркаклар учун қўлланилади. Қандли диабет, саратон, ўпка ёки юрак касалликлари бўлган, ҳомиладор аёллар, болалар ва қарияларда иссиқлик стресси ва инсулт ривожланишидан олдин паст иссиқлик чегаралари бўлиши мумкин. Ташқарида ишлайдиган ишчилар, масалан, фермерлар ва қурилиш ишчилари, шунингдек, мос совутишсиз ўртача ва оғир жисмоний фаолият билан шуғулланадиган инсонларда ҳам тезроқ иссиқлик стресси ривожланади (Опиц-Степлтон ва бошқалар, 2016).

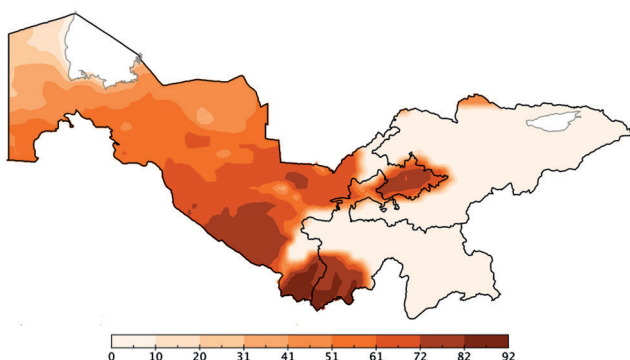
<sup>2</sup> АҚШ Миллий об-ҳаво хизмати тунги ҳарорат чегарасини  $27^{\circ}\text{C}$  деб белгилади (Робинсон, 2001). Уч мамлакат минтақаларида ўртача нисбий намлик юқори. Бундан ташқари, намлик кўпинча кечаси ҳарорат совиши билан ортади; нисбий намлик 80% ва  $T_{\text{мин}} 27^{\circ}\text{C}$  бўлса, бу  $29^{\circ}\text{C}$  иссиқлик индексига тўғри келади.  $27^{\circ}\text{C}$  дан юқори ҳарорат, айниқса юқори намликни ҳисобга олган ҳолда, иссиқлик стрессига ва сувсизланишга (ҳатто тунда ҳам) олиб келиши мумкин. Нисбий намлик паст бўлса ҳам,  $T_{\text{мин}} 27^{\circ}\text{C}$  дан юқори бўлса ҳам, тана совишини қийинлаштиради; бу соғлиқ муаммоларига олиб келиши мумкин, чунки доимий иссиқ кунлар ва тунларнинг физиологик таъсири кучаяди.

## 8-РАСМ. ИЮЛЬ-СЕНТЯБР ОЙЛАРИДА ЭКСТРЕМАЛ ИССИҚ КУНЛАР

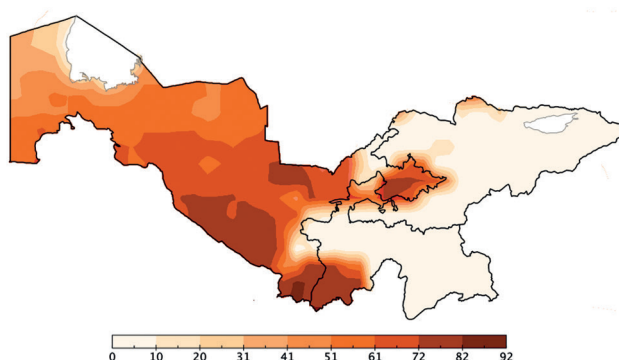
тарихий



RCP2.6



RCP4.5



Эслатма: 1981-2005 йиллар учун (тарихий) ва прогноз қилинган (2041-2065) июль-сентябр ойларида 33°C дан юқори кунлар сони.

Манба: Муаллифнинг ERA-Оралиқ маълумот ва CORDEX маълумотлари асосида ҳисоблари.

## 2-ЖАДВАЛ. 24 СОАТЛИК ЭКСТРЕМАЛ ЁГИНГАРЧИЛИК ЖАДАЛЛИГИ ВА ТАКРОРЛАНИШИНИ ЎЗГАРИШИ

Такрорланиш даври (йиллар)	Кузатилган	RCP4.5
<b>Қирғизистон Республикаси: Жалолобод</b>		
20	1.41	1.72
50	1.63	1.96
100	1.80	2.14
<b>Тожикистон: Тоғли-Бадахшон</b>		
20	0.52	0.66
50	0.59	0.76
100	0.64	0.83
<b>Ўзбекистон: Жиззах вилояти</b>		
20	1.42	1.85
50	1.68	2.14
100	1.88	2.36

Эслатма: 2036-2065 (2050-йиллар) учун ҳудуд бўйича ўртача 24 соатлик экстремал ёгингарчилик жадаллигининг тарихий (1971-2000) экстремал кўрсаткичларга нисбатан прогноз қилинган ўзгаришлари. Кўрсаткичлар мм/соатда. Муаллифнинг олдинги тадқиқоти доирасида ўтказилган экстремал ҳодисалар таҳлили.

Манба: Опиц-Степлтон, 2021а. TA-9878 REG нашр этилмаган таҳлил

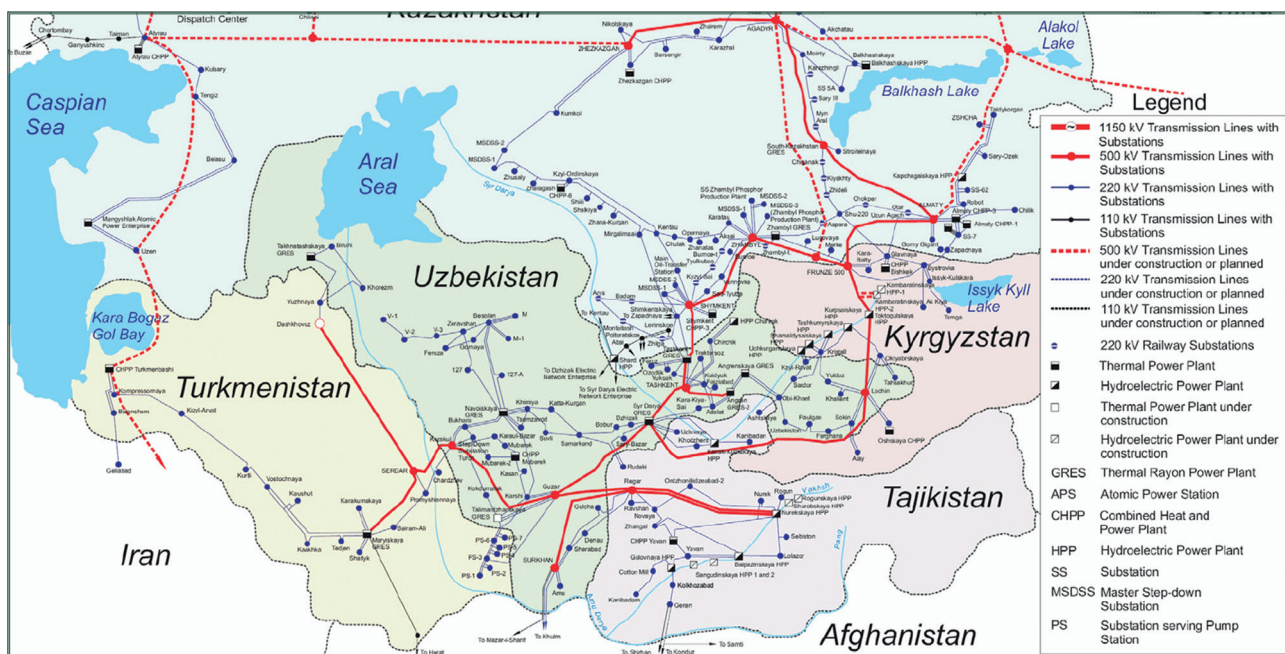
## 3. Иқлим хавф-хатарларини таҳлил қилиш: таъсирлар, сезувчанлик ва хавфлар

### 3.1. ТАЪСИРЛАР

#### 3.1.1. ТАРИХИЙ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ВА УЗАТИШ

Қирғизистон ва Тожикистонда гидроэнергетика (ГЭС) ишлаб чиқариш қувватига эга. 2021 йил ҳолатига кўра, Тожикистоннинг умумий 6124 МВт ишлаб чиқариш қувватидан 5406 МВт гидроэнергетикага тўғри келади (Энергетика ва сув ресурслари вазирлиги, 2022). Қирғизистонда умумий 3896 МВтдан 3034 МВт гидроэнергия ишлаб чиқариш қувватига эга бўлган (NSC, 2022). Ўзбекистон ҳозирда газ ва кўмирда ишлайдиган иссиқлик электр станцияларига (ИЭС) кўпроқ қарам бўлиб, шамол, қуёш ва гидроэнергетика умумий ишлаб чиқариш қуввати 15,6 ГВтнинг учдан бири (2,25 ГВт) ни ташкил қилади (Энергетика вазирлиги, 2022).

#### 9-РАСМ. 2017 ЙИЛ ҲОЛАТИГА КўРА МАВЖУД АСОСИЙ ЭНЕРГЕТИКА ИНФРАТУЗИЛМАСИ



*Эслатма: Ушбу харита 2017-йилники, учта мамлакат томонидан қурилаётган ёки режалаштирилган қуёш ва шамол лойиҳалари, CASA-1000 линиялари ёки бошқа режалаштирилган минтақавий электр узатиш миқёсидаги барча гидроэнергетика ва коммунал лойиҳаларни кўрсатмайди.*

Манба: GENI, 2017

Минтақада ишлаб чиқариш ва узатиш инфратузилмаси эскириб бормоқда. Ўзбекистонда ИЭС ва ГЭСларнинг ўртача ёши 60 йил. Охири беш йилда иккита коммунал миқёсда қуёш энергияси қурилмаси, битта ГЭС ва битта газ ТЭС қурилди. Қирғизистондаги ГЭС ва кўмир ИЭС ҳам ўртача 60 йил ишлайди, сўнги 10 йилда қўшимча кичикроқ ГЭС ишга туширилади. Тожикистон ГЭСи қуввати 1 МВт дан каттароқ, ёши 4 дан 86 йилгача; 6 йил олдин Душанбе яқинида янги кўмир ТЭС қурилган (Энергетика ва сув хўжалиги вазирлиги).



Тарихан уч мамлакатдаги (шунингдек жанубий Қозоғистон ва Туркманистонда) ишлаб чиқариш ва узатиш инфратузилмасининг кўп қисми Совет Иттифоқи даврида ташкил этилган Марказий Осиё электр энергетика тизими (МОЭЭТ) доирасида боғланган. Мамлакатлар ва минтақани бир-бирига боғлайдиган бир нечта электр узатиш линиялари мавжуд, гарчи баъзи мамлакатлар 2000 йилдан бери турли нуқталарда бошқа мамлакатлардан узилган.

Ишлаб чиқариш қувватларининг маълум жойларга мавсумий боғлиқлиги мавжуд эди ва ҳозир ҳам мавжуд. ГЭСга кўпроқ таянган бу мамлакатлар – Тожикистон ва Қирғизистон – баҳор охиридан кузнинг бошига қадар юқори ишлаб чиқариш қувватига эга бўлиб, Вахш ва Норин (бир нечтасини номлаш) бўйлаб дарёлар оқими қор қопламанинг эриши туфайли юқори бўлади. МОЭЭТ орқали юқори оқимдаги мамлакатларнинг (Тожикистон ва Қирғизистон) ёзги ГЭС ишлаб чиқариш қуввати мавсумийлиги кўпроқ қазилма ёқилғига бой мамлакатларда (Ўзбекистон) бошқа фаслларда ТЭС ишлаб чиқариш орқали қопланган (Винокуров ва бошқалар, 2021). Инфратузилманинг эскириши ва гидроэнергетика, ҳамда қазиб олинган ёқилғи – ҳукмрон ҳисобланган мамлакатлар ўртасидаги ишлаб чиқаришни бошқаришдаги фарқлар қиш мавсумида юк номутаносиблиги ва электр қуввати узилишларига олиб келади (ўша ерда).

### 3.1.2. КЕЛАЖАҚДАГИ ТАЪСИРЛАР

Ҳар учала давлат анъанавий (қуёш ва шамол) ва ноанъанавий (гидроэнергетика) қайта тикланадиган манбаларни турли даражада кенгайтиришга ваъда берди.

**Қирғизистон Республикаси:** 2018-2040 йилларга мўлжалланган Миллий ривожланиш стратегиясида энергетика соҳасининг устувор йўналишлари белгилаб берилган бўлиб, улар ГЭС салоҳиятидан фойдаланиш орқали энергия хавфсизлигини таъминлаш ва энергия самарадорлигини ошириш, қайта тикланадиган манбалар улушини (қуёш, шамол ва сақлаш ТЭСлари) энергия аралашмаси ва “газлаштириш”нинг 10 фоизгача оширишни ўз ичига олади (Қирғизистон Республикаси Барқарор ривожланиш миллий кенгаши, 2018 йил). 2019-2023 йилларга мўлжалланган “Яшил иқтисодиёт” дастури энергия самарадорлиги ва тежамкорлиги ҳамда қайта тикланадиган энергия ишлаб чиқаришни рағбатлантиришга давлат сиёсатини ўзгартириш зарурлигини таъкидлайди. 50 МВт дан кам бўлмаган ҚТЭМ, шу жумладан қуёш ва шамол, миллий тармоқ орқали узатишдан кўра рақобатбардошроқ бўлиши мумкин бўлган ва 2040 йилгача энергия истеъмолининг ўсишини ҳисобга оладиган ҳудудлар учун белгиланган (Қирғизистон Республикаси Иқтисодиёт ва савдо вазирлиги, 2019а). Ёқилғи-энергетика комплексини 2030 йилгача ривожлантириш концепцияси дастурнинг амал қилиш муддати давомида яқунланади (Қирғизистон Республикаси Иқтисодиёт ва савдо вазирлиги, 2019б).

Қирғизистон Жалолобод вилоятидаги йирик ГЭСни (Қорақўл шаҳри устидаги 1200 МВт қувватга эга Тўқтўғул, 120 МВт қувватга эга Қамбар-Ота 2 ва Тош-Кўмир яқинидаги 180 МВт Уч-Қўрғон ГЭСи – ҳаммаси Норин дарёсида) ва Норин вилоятидаги битта ГЭСни қайта тикламоқда. (44 МВт Ат-Баши). Қайта тиклаш ишлари Осиё тараққиёт банки билан ҳамкорликда олиб борилмоқда ва лой ҳамда чўкиндиларни тозалаш, шунингдек, эскирган ускуналарни алмаштириш ишлари олиб борилмоқда. Мамлакатда иккита қўшимча ГЭС – Талас вилоятида қуввати 25 МВт бўлган Бала-Саруу (Россия-Қирғизистон тараққиёт жамғармаси) ва Жалолобод вилоятидаги 18 МВт қувватга эга Қорақўл (Чакан ГЭС) қурилиши режалаштирилмоқда. Жорий йилда ўрнатилган қуввати 125 дан 500 МВт гача бўлган 3 та қуёш станцияси (тури аниқланмаган) ва битта шамол станцияси (10 МВт) қурилиши бошланиши кутилмоқда. Қайта тикланадиган энергия манбаларининг жойлашуви Иссиққўл ва Чуй вилоятлари бўйлаб тарқалади. Ҳукумат иқлим ўзгариши “гидроэнергетика ишлаб чиқаришни қисқартириш” орқали мавжуд энергетика муаммоларини янада кучайтиришини

тан олади (Қирғизистон ҳукумати, 2016 йил), кичик дарёларнинг сув ҳавзаларида жойлашган ГЭСларнинг ишлаб чиқариш қуввати 2°C ҳароратда 19% га қисқариши тахмин қилинмоқда (Қирғизистон ҳукумати, 2020).

**Тожикистон:** Энергетиканинг устувор йўналишлари Тожикистон Республикасининг 2030-йилгача миллий тараққиёт стратегияси (МТС) да энергетика хавфсизлиги ва электр энергиясидан самарали фойдаланиш Стратегиянинг тўртта асосий устувор йўналишларидан бири сифатида қайд этилган (Тожикистон Республикаси Ҳукумати, 2016-йил). Электр энергетикаси учун МТС-2030 “10/10/10/10” концепцияси асосида ривожлантиришни назарда тутди: (а) электр энергетика тизимининг лойиҳа қувватини 10 ГВт га ошириш; (б) қўшни мамлакатларга йиллик электр энергияси экспорти 10 миллиард киловатт соатга етказиш; в) бошқа энергия манбалари, шу жумладан кўмир, нефт, газ ва ҚТЭМ қувватларини ошириш орқали мамлакат электр энергетика тизимининг қувватларини камида 10 фоизга диверсификация қилишни таъминлаш; (д) мамлакатда электр энергияси йўқотишлари 10% гача камайтириш. ОТБ кўмагида Энергетика тармоғини ривожлантириш бош режаси энергетика тармоғини ривожлантиришга раҳбарлик қилувчи асосий стратегик ҳужжатдир (ОТБ, 2017). Бош режа шамол ёки қуёш энергиясини технологик такомиллаштириш ва харажатларни камайтириш билан янада ёқимли бўлиши мумкинлиги ҳақида огоҳлантириш билан таъминлашнинг устувор вариантлари сифатида кўриб чиқилмаган.

Тожикистон ГЭСни режалаштиришни кенгайтиришда давом этар экан, 2017 йилги Бош режадан буён қуёш ва шамол паркларини қуриш учун энергия портфелини диверсификация қилмоқда. Осиё тараққиёт банки, Жаҳон банки, ЮСАИД ва Жанубий Корея билан ҳамкорликда мамлакатда ўрнатилган қуввати 0,2 МВт дан 200 МВт гача бўлган кичик ва катта ҳажмдаги қуёш энергетика станциялари қурилмоқда. Лойиҳалар бутун мамлакат бўйлаб Сўғд, Хатион ва Тоғли Бадахшонда жойлашган. Шунингдек, у 2000-йилларнинг бошидан бери мавжуд ГЭС, узатиш ва тарқатиш тизимларини таъмирлаш ва янгилаш билан шуғулланади.

**Ўзбекистон:** 2019-2030-йилларда Ўзбекистон Республикасининг “Яшил” иқтисодиётга ўтиш стратегиясига мувофиқ, Ўзбекистон 2030-йилга бориб электр энергияси ишлаб чиқариш ҳажмининг кенгайиши кутилаётган ҳолда умумий электр энергияси ишлаб чиқаришдаги ҚТЭМ улушини 25 фоизгача оширишни, 2030 йилга бориб йиллик ишлаб чиқаришни 2,5 баробарга оширишни мақсад қилган. Шунингдек, энергия самарадорлиги ва электр тармоқлари ишончилигини ошириш учун ҚТЭМ асосида электр энергиясини марказлашмаган ҳолда ишлаб чиқариш тизимини жорий этган ҳолда электр таъминоти тизимини модернизация қилиш ва қайта қуриш назарда тутилган. Бу, шунингдек, электр энергетика саноатини ривожлантиришнинг устувор йўналиши сифатида умумий қуввати 8 ГВт бўлган замонавий қуёш ва шамол электр станцияларини ўрнатишни ҳам ўз ичига олади.

Қуёш ва шамол электр станцияларининг ривожланиши турли босқичларда. Осиё тараққиёт банки, Халқаро молия корпорацияси/Жаҳон банки, Европа тикланиш ва тараққиёт банки, Maasdar (БАА) билан ҳамкорликда умумий ўрнатилган қуввати 100 МВт дан 1000 МВт гача бўлган кўплаб қуёш фотоэлектр станциялари (концентрацияланмаган қуёш) ва шамол станциялари ишга туширилмоқда, ACWA Power (Саудия Арабистони) ва Phanes Group (БАА). Бундай объектлар Сурхондарё, Қашқадарё, Бухоро, Жиззах, Наманган, Хоразм, Самарқанд ва Навоий вилоятларида, Қорақалпоғистон Республикасида, бир сўз билан айтганда, бутун республика бўйлаб жойлаштирилади.

**Минтақавий ўзаро боғлиқлик:** Баъзи йирик минтақавий электр узатиш лойиҳалари қаторига Тожикистон, Қирғизистон, Покистон ва Афғонистон ўртасида 500 кВ линия

қуриш учун CASA-1000 киради ва бу орқали Покистон ёзда унинг энг юқори талабларини қондириш учун энергия олади.

9-расмда кўрсатилган 2017 йил ҳолатига кўра мавжуд ва режалаштирилган инфратузилма харитасини кўриб чиқсак, олдинги бобда кўрсатилган иқлим ўзгариши хавфига индивидуал ГЭС, шамол станциялари ва қуёш фотоэлектр парклари, ТЭС ва минтақавий узатиш тизимларининг таъсири аниқ кўринади.

## 3.2. СЕЗУВЧАНЛИК ВА ҚУВВАТЛАР

### 3.2.1. СЕЗУВЧАНЛИК: ОРТИБ БОРАЁТГАН ТАЛАБ, УМУМИЙ ФОЙДАЛАНИШ ЧЕГАРАЛАРИ

Эҳтиёжлар, самарасизлик ва йўқотишлар мамлакат ва минтақавий энергия тизимларида сезгирлик манбалари ҳисобланади. Ҳозирги вақтда минтақа бўйлаб энергия самарадорлиги паст ва 2-ҳисоботда кўрсатилган йўқотишлар юқори. 2000 йилдан бери ҳар уч мамлакатда ҳам электр энергиясига бўлган талаб аҳоли сонининг кўпайиши, иқтисодиётнинг мустаҳкамланиши ва диверсификацияси (тарихий) туфайли барқарор ўсиб борди (3-жадвалга қаранг). Бироқ, энергия самарадорлиги ва эҳтиёжни бошқариш сиёсати етарли даражада ҳисобга олинмаган (Жаҳон банки, 2020).

Талабнинг мавсумий ўзгаришлари мавжуд бўлиб, суғориш насослари апрел-сентябр ойлари орасида сезиларли даражада электр энергиясини истеъмол қилади, чунки қишлоқ хўжалигида Тожикистон, Қирғизистон ва Ўзбекистонда жами банд аҳолининг мос равишда тахминан 45%, 19% ва 26% ишлайди (ХМТ, 2022). Суғориш учун сув талаби қурғоқчил ойларга тўғри келади, тахминан апрелдан октябргача; қурғоқчилик ёки бошқа хавф-хатарлар туфайли энергия таъминотидаги узилишлар сувни насос ёрдамида қуйишга таъсир қилади. Қозоғистонда криптомайнинг ва бутун минтақадаги технологик диверсификация туфайли эҳтиёжнинг ортиши мавжуд тизимга катта юк бўлган янги эҳтиёж тенденцияларини ифодалайди.

### 3-ЖАДВАЛ. ЭЛЕКТР ТОКИ ИСТЕЪМОЛИ ТЕНДЕНЦИЯЛАРИ

Мамлакат	2000	2010	2019
Қирғизистон	8.3	7.5	12.6
Тожикистон	13.4	14.3	15.4
Ўзбекистон	43.8	41.8	60.1

*Эслатма: кўрсаткичлар ТВтс да кўрсатилган*

Манба: IEA, 2022

Электр энергиясига бўлган эҳтиёж ҳар учала давлат учун ҳам ортади (4-жадвал), аммо 2030 йилдан кейинги эҳтиёжни прогноз қилиш осон эмас. Тожикистоннинг 2030-йилгача бўлган иқлим ўзгаришига мослашиш бўйича Миллий стратегиясида қурғоқчиликнинг кўпайиши туфайли суғоришга бўлган эҳтиёж ортиб бориши эътироф этилган (Тожикистон ҳукумати, 2019-йил). Кўп мамлакатларда жазирама тўлқинлар пайтида энг юқори эҳтиёж ва унинг давомийлиги (соат/кун) ортиб бориши исботланган. Покистонда атроф-муҳит ҳарорати 30°C дан юқори бўлган 1°C учун талаб 109,3 ТВт/соатга ошди (Али ва бошқалар, 2013). Иссиқлик тўлқинлари пайтида совутиш учун электр энергияга бўлган эҳтиёжнинг ўсиши Ўзбекистон ва Тожикистон учун 25% ни ташкил қилади (Петерсен ва бошқалар, 2021а; 2021б), аммо эҳтиёжнинг ўсиши қандай баҳолангани ёки суғориш насосларининг кўпайишига бўлган эҳтиёж ҳисобга

олинмаганлиги ҳақида ҳеч қандай ҳисоб-китоблар тақдим этилмаган. Мамлакатлар учун энг юқори эҳтиёжни башорат қилиш зарур.

#### 4-ЖАДВАЛ. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИГА БЎЛГАН ЭҲТИЁЖ ПРОГНОЗЛАРИ

Мамлакат	2022	2025	2030
Қирғизистон	-	-	-
Тожикистон	20.4	22.7	26.9
Ўзбекистон	65.4	78.3	106.9

*Эслатма: кўрсаткичлар ТВтс да кўрсатилган*

*Манба: Тожикистон, Энергетика ва сув ресурслари вазирлиги. Ўзбекистон, Энергетика вазирлиги*

Бу ишлаб чиқариш, узатиш ва тарқатишда юзага келиши мумкин бўлган эҳтиёж ва танқисликлардан ташқари, бошқа сезгирликлар муайян инфратузилманинг операцион талаблари ва чегаралари билан боғлиқ.

**Қуёш фотоэлектр (ФЭ) ыурилмалари** ва қуёш энергияси концентрацияси (**КҚЭ**): Қуёш фотоэлектр қурилмаларининг кутилаётган хизмат муддати – уч мамлакатда режалаштирилган қуёш энергиясининг жорий тури – 25 дан 40 йилгача (NREL, 2022). Ҳозир ва 2030 йилгача ўрнатилган қуёш фотоэлектр қурилмалари 2050-йилларда, иқлим ўзгариши сценарийлари таҳлилида қамраб олинган даврда ҳам ишлайди. Қуёш қурилмалари ҳарорат, чанг ва чекланган сув сезгирлигига эга. Қуёш фотоэлектр қурилмалари кирувчи қуёш радиациясининг фақат бир қисмини энергияга айлантиради, қолган қисми иссиқлик сифатида сўрилади. Энергия самарадорлигини конвертация қилиш қуёш таркиби ва қуёш нурланишига, шунингдек, атроф-муҳит ҳавоси ҳароратига, шамол тезлигига ва бошқа об-ҳаво шароитларига боғлиқ. Иссиқ кунларда (25°C дан юқори) энергияга айлантириш самарадорлиги пасаяди; пасайиш суръатлари қурилма таркибига боғлиқ (Калделлис ва бошқалар, 2014). Юқори буғланиш туфайли келажакда чанг бўронлари эҳтимоли ортади. Чанг қуёш фотоэлектр панеллар салоҳиятини пасайтиради, панеллар ва жиҳозларнинг ифлосланишига олиб келиши мумкин. Қуёш фотоэлектр панеллари ва КҚЭ ни тозалаш турли хил сув талабларига эга; самарадорлик чанг туфайли бир ой давомида 30% гача пасайиши мумкин (Панат ва Варанаси, 2022). Агар ҳўл ёки гибрид совутиш тизими ишлатилса, қуёш энергияси концентрацияси совутиш учун сув талаб қилади. Коммунал миқёсда қуёш энергияси учун умумий сув талаблари ҳали ҳам ТЭСга қараганда анча паст (Клисе ва бошқалар, 2013). Ниҳоят, иликқроқ иқлим шароитида бўронларнинг кучайиши мумкин. Бундай бўронлар билан боғлиқ бўлган шамол ва дўл қуёш қурилмаларига зарар етказиш ҳолатлари кўпайиши мумкин.

**ИЭСлар – ядро, кўмир, газ ва нефт:** ИЭСнинг кутилаётган хизмат муддати 60 дан 80+ йилгача; ҳозир қурилган ИЭС 2100 йилда юзага келиши мумкин бўлган иқлим ўзгаришларига қарши туриши керак. ИЭС экстремал иссиқлик ҳодисалари, қурғоқчилик ва тошқинларга сезгир. ИЭС кўпинча ишлаб чиқариш ва совутиш учун сезиларли миқдорда сув талаб қилади, бу қуёш ва шамол учун зарур бўлган миқдордан анча юқори. Бир марталик совутиш тизимига эга ўсимликлардаги совутиш суви сув экотизимларига таъсир қилувчи маҳаллий сув йўллари ташланади; иссиқлик тўлқинлари пайтида иссиқроқ оқимларнинг таъсири кучаяди. (Ёпиқ тизимли совутиш тизимлари камроқ сув талаб қилади ва минимал оқимга эга). Иссиқ муҳит ҳароратида ИЭСнинг ишлаб чиқариш қуввати камаяди, ҳисоб-китобларга кўра, атроф-муҳит совутиш суви иш чегарасидан юқори бўлган 1°C учун – 0,4 дан -0,7% гача ўзгариб туради (Кронин ва бошқалар, 2018). Қурғоқчилик, айниқса иссиқлик тўлқинлари билан

бир вақтда, сув сифати ва миқдорини камайтириши мумкин, бу инфратузилманинг коррозиясига ҳисса қўшиши ва операциялар учун сув етишмаслиги туфайли ишлаб чиқаришнинг пасайишига олиб келиши мумкин (Диресон ва бошқалар, 2022). Сув тошқини инфратузилмани бузиши ва йўқ қилиши, шунингдек шикастланган транспорт тармоқлари орқали кўмир, нефт ва газ таъминотини тўхтатиши мумкин (Опиц-Степлтон ва бошқалар, 2021). Агар сув тошқинлари ёки бўронлар пайтида ТЭС бузилган ёки вайрон бўлса, атрофдаги экотизимларнинг ифлосланиши ҳам мумкин. Ушбу ҳисобот доирасида ҳар бир ўрганилаётган мамлакатларда алоҳида ИЭСларнинг ўзига хос иқлим сезгирлигини баҳолаш мумкин эмас.

**Шамол фермалари:** Шамол қурилмаларининг кутилаётган фойдаланиш муддати тахминан 20 йил (NREL, 2022). 2030 йилгача ўрнатилган лойиҳалар 2050-йилларнинг бошларида ишга тушади ва олдинги бобдаги кўрсатилган хавф-хатарларга дучор бўлади. Парракнинг музланишига олиб келадиган совуқ ҳодисаларнинг такрорланиши камайиши мумкин (Прёр ва Бартхелмие, 2013), лекин кўллар яқинидаги тоғли ёки юқори намликли ҳудудларда муаммоли бўлиб қолаверади. Бироқ, иссиқлик тўлқинлари шамол турбиналари ва минораларнинг таркибий қисмларига ҳам зарар етказиши мумкин. Турбиналарнинг стандарт иш ҳарорати чегаралари ишлаб чиқарувчига қараб -30 дан 50°C гача бўлади. Турбина тизимлари шикастланишнинг олдини олиш учун иш чегараларига яқинлашиб қолган муҳит ҳароратида ўчирилиши мумкин, аммо аниқ хусусиятларни топиш қийин. Иқлим ўзгариши шароитида кучлироқ бўронлар туфайли тартибсиз шамолларнинг кучайиши ва шамол тезлигининг ошиши умумий мавсумий ҳосил ва зарарга таъсири нуқтаи назаридан кўпроқ ўрганилади (Солаун ва Серда, 2020; Абдин ва бошқалар, 2019). Ишлаш чегараларига қараб, шамол электр станциялари ҳаддан ташқари юкларни ва экстремал шамоллар пайтида шикастланган ускуналарни олдини олиш учун турбиналарни ўчиришлари керак (Дас ва бошқалар, 2020).

**Гидроэнергетика:** Дарё гидрологияси – асосий оқимлар, энг юқори оқимлар ва уларнинг вақтлари ва сув сифати, масалан, чўкиндиларнинг юки – дарё оқими ва сув омборлари ГЭСларининг ишлаши учун жуда муҳимдир. Бу омилларнинг ўзи юқори оқимдаги ГЭСларнинг мавжудлиги билан боғлиқ бўлиб, бутун дарё ҳавзаси ва ундаги барча сув омборлари орқали узатилади. Дарё гидрологиясидаги ҳар қандай ўзгаришлар дарҳол дарё оқими ГЭСининг ишлаб чиқариш қувватига таъсир қилади; Сақлаш ГЭСи сақлаш баъзи гидрологик ўзгаришларни сақлаш ҳажмига қараб турлича юмшата олади. Қурғоқчилик, айниқса иссиқлик тўлқинлари билан бир вақтда паст оқимлар ва/ёки иссиқроқ фасллар туфайли юқори буғланиш, чўққи оқимлари вақтининг ўзгариши, шунингдек, совуқ ойларда кучли ёмғир ёки ёмғирли қор ҳодисалари туфайли сув тошқинлари, ГЭС ишлаб чиқаришга таъсир қилади (Као ва бошқалар, 2016; Счаефли, 2015). ГЭС тўғонларини чўктириш ҳам асосий муаммо бўлиб, ишлаб чиқариш ва сақлаш қувватларини камайтиради. Нурек ГЭСи чўкинди ва эскирган инфратузилма туфайли ўрнатилган қувватни 20-25 фоизга қисқартирди (Жаҳон банки, 2020).

Музлиқлар ва қор эришининг тезлиги ва фазовий ҳажмига, шунингдек, абадий музлиқ эриши ва эрозия туфайли чўкинди юкларининг ортишига қараб, гидроэнергетика салоҳияти дастлаб кейинги 3-4 ўн йилликлар давомида ошиши мумкин, аммо сув йиғиш жойига қараб 2080-2100 гача камайиши мумкин (Барандун ва бошқалар, 2020; Гуваров, 2022). Тожикистон ва Қирғизистон қишда мавсумий ишлаб чиқариш тақчиллигини қоплаш учун сув омборларидан сув чиқаради, бироқ бу кейинги йилда ишлаб чиқариш ва сув таъминотининг қисқаришига олиб келади (Винокуров ва бошқ., 2021). Сув омборлари ишидаги ўзгаришлар қуйи оқимдаги сув омборлари ва дарё-ер ости сувлари экологиясига таъсир қилади.

ГЭС ҳам геосиёсий хавф манбаи бўлиб, иқлим ўзгариши шароитида алоҳида мамлакатлар сув ресурсларини қуйи оқимдаги мамлакатлар билан маслаҳатлашган

ҳолда қандай бошқаришига қараб кучайиши мумкин. Сирдарё ва Норин ёки Амударё каби ирмоқлари бўйлаб суғориш учун сув ва гидроэнергетика ишлаб чиқариш борасида уч давлат ўртасида тарихан кескинлик ва келишмовчиликлар бўлган. Қирғизистондаги Тўқтўғул сув омбори ва Тожикистондаги Нурек сув омбори улар ўртасидаги Марказий Осиёдаги мавжуд сув омборларининг 60 фоизини назорат қилади (Сакал, 2015); уларни бошқариш қўшнилар билан келишмовчиликларга сабаб бўлди.

**Электр узатиш, тарқатиш ва подстанциялар:** Ушбу инфратузилманинг кутилаётган хизмат муддати ҳар хил, подстанциялар учун тахминан 35-45 йилдан электр узатиш линиялари учун 50 йилгача. CASA-1000 узатиш тизими, масалан, 2070-йилларнинг охирларида ҳам ишлаётган бўлиши мумкин. Музнинг тўпланиши ва шамолнинг узилишлари электр узатиш ва тарқатиш линияларининг яхлитлиги ва қувватига хавф туғдиришда давом этса-да, экстремал иссиқлик ҳодисалари минтақалараро электр узатиш ва маҳаллий тақсимлаш тармоқларида тобора кўпроқ муаммоларни келтириб чиқаради. Совуқ кунлар сонининг камайиши прогноз қилинмоқда, аммо ўрта ва баланд баландликлар учун ҳали ҳам муаммоли бўлади. Аномал иссиқлик пайтида узатиш ва тарқатиш линиясининг қуввати пасаяди ва кейинчалик эҳтиёж 20% гача ошади (Бурилло ва бошқ., 2018). Бундай ҳолда, юкни бошқа электр узатиш линияларига қайта тақсимлаш керак ва юкнинг ортиши экстремал ҳолатларда уларнинг тез исиб кетишига, шунингдек кучланишнинг пасайишига олиб келиши мумкин, бу эса электр энергияни узатиш ва тақсимлашда каскад йўқотишларига олиб келади. Электр узатиш ва тарқатиш линиялари ҳам кучли шамолларга ҳам заифдир (Саи ва бошқалар, 2019). Бу тармоқнинг каскадли ишдан чиқишига олиб келиши мумкин.

### 3.2.2. ҚУВВАТЛАР: ЖОРИЙ ХАВФЛАРНИ БОШҚАРИШ СИЁСАТИ

Ҳар учала давлатда офатлар хавфини бошқариш сиёсати ўзгарувчан, ва вазирлик вазифасига кўра хавфларни бошқариш бўйича турли ваколатларга эга ҳукумат вазирликлари ёки идоралари мавжуд. Мавжуд табиий офатлар хавфини бошқариш тизими табиий офатларга жавоб бериш ва эрта огоҳлантиришга қаратилган. Шунга қарамай, ҳар учала давлат ҳам турли босқичларда иқлим ўзгаришига Миллий мослашиш стратегияларини ишлаб чиқиш ва тасдиқлаш билан иқлим ўзгариши оқибатларини юмшатиш ҳамда уларга мослашиш бўйича мажбуриятларини тасдиқлади. Бироқ, иқлим хавфларини бошқариш (мослашиш)ни тармоқларни режалаштириш ва бошқаришга татбиқ этиш бўйича ҳақиқий салоҳият ва самарали стратегиялар ҳали ҳам шаклланмаган.

Тожикистоннинг 2014-йилги Фавқулудда вазиятларнинг олдини олиш ва бартараф этиш тўғрисидаги ҳужжатида фавқулудда вазиятларда ҳаракат қилиш, табиий офатдан эрта огоҳлантириш ва фавқулудда вазиятлар тоифалари учун режалаштириш кўрсатилган, аммо иқлим ўзгариши хавфини бошқариш ҳақида алоҳида тўхталиб ўтилмаган. Сиёсат доирасида Энергетика ва сув вазирлиги ваколатига ГЭСлар киради, «сув тошқини олдини олиш чоралари» ва «энергия таъминотидаги фавқулудда вазиятларда фавқулудда вазиятларнинг олдини олиш ва ҳаракат қилиш» ни ишлаб чиқиш топширилган (Тожикистон ҳукумати, 2014б). Ҳозирги вақтда Табиий офатлар хавфини бошқариш бўйича янги Миллий стратегия тайёрланмоқда, унда табиий офатлар хавфини бошқаришда иқлим ўзгариши муҳимлиги қайд этилган. Тожикистоннинг *2030-йилгача* иқлим ўзгаришига мослашиш миллий стратегиясида тўртта тармоқ: энергетика, қишлоқ хўжалиги, сув ресурслари ва транспорт ҳамда ўзаро боғлиқ тармоқлар бўйича устувор йўналишлар белгиланган (Тожикистон ҳукумати, 2019 йил). Тармоқларда ва тармоқлараро иқлим хавфларини бошқариш бўйича амалдаги стратегияларни ҳамда режалаштириш ва амалга ошириш бўйича ҳукумат органлари ичида ва ўртасида кучли институционал мувофиқлаштириш имкониятларини яратиш зарур. Тожикистон ҳукумати заруратдан

хабардор ва БМТТД, Жаҳон банки, ЕТТБ, ОТБ ва бошқалар билан бир қатор дастурлар орқали иқлим хатарларини бошқаришни такомиллаштириш бўйича ҳамкорлик олиб бормоқда (Тожикистон ҳукумати, 2020). Энергетика ва сув вазирлигининг энергетика ва сувга тегишли иқлим хавфларини баҳолаш ва хавф-хатарларни ҳисобга олиш бўйича салоҳиятини кучайтириш Миллий стратегия ва Яшил иқлим жамғармаси фаолияти доирасидаги устувор вазифалардан биридир.

Қирғизистон Республикаси сўнги ўн йил ичида табиий офатлар хавфини бошқаришга таъсир кўрсатган бошқарув тизимига бир неча ўзгаришлар киритди. У табиий офатларга барқарорлик дастурини ишлаб чиқмоқчи ва ҳозирда ўзининг миллий стратегик концепциясини янгилаш билан шуғулланмоқда. Қирғизистонда 2018-2030 йилларга мўлжалланган фавқулодда вазиятлардан ҳимоя қилиш стратегияси қабул қилинган ва унинг устувор йўналиши табиий офатларни бартараф этиш салоҳиятини кучайтириш учун табиий офатлар хавфини камайтириш чораларига сармоя киритишдан иборат. Унинг 2013-йилдаги Иқлим ўзгаришига мослашишнинг устувор йўналишлари доирасида институционал ҳамкорликни мустаҳкамлаш ва устувор тармоқларда иқлим хавфини баҳолаш услубияти бўйича йўл-йўриқ кўрсатиш, шунингдек, секторал мослашиш режаларини талаб қилиш учун кенг қамровли иқлим ўзгаришига мослашиш асослари яратилди (Қирғизистон ҳукумати, 2019 йил). Энергетика тармоғидан янгиланган режани ишлаб чиқиш талаб қилинмади, чунки у аллақачон ишлаб чиқилган; 2013-йилги устувор йўналишлар доирасида ишлаб чиқилган тармоқ режалари 2017-йилда якунига етди (худди шу манба). Энергетика тармоғи учун 2013 йилгача бўлган иқлим режасининг нусхалари ушбу тадқиқотда баҳолаш учун топилмади ва у энди ўз кучини йўқотди. Айни пайтда Қирғизистон БМТТД билан ҳамкорликда Миллий стратегияси ва Иқлим ўзгаришига мослашиш режасини Яшил иқлим жамғармаси орқали ишлаб чиқмоқда, табиий офатларни бошқариш ва қишлоқ хўжалиги/суғориш суви устувор тармоқлар сифатида белгиланган. ММРни янгилаш жараёни 2023-йил август ойида якунланиши кутилмоқда.

Ўзбекистонда Фавқулодда вазиятлар вазирлиги миллий даражада табиий офатлар хавфларини бошқариш ва улардан кейин тикланиш бўйича саъй-ҳаракатларни мувофиқлаштириш учун масъул ижро этувчи орган ҳисобланади; Вазирлар Маҳкамаси табиий офат оқибатларини бартараф этиш учун молиявий захираларни белгилайди. Фавқулодда вазиятларнинг олдини олиш ва уларни бартараф этиш давлат тизими яратилган ва ривожланмоқда. У республика ва маҳаллий давлат ҳокимияти органлари, корхоналар, муассасалар ва ташкилотларнинг бошқарув органлари, куч ва воситаларини ягона тизимга бирлаштиради, уларнинг ваколатларига аҳоли ва ҳудудларни фавқулодда вазиятлардан ҳимоя қилиш масалаларини ҳал этиш киради. Фавқулодда вазиятларнинг олдини олиш ва уларни бартараф этиш, улар содир бўлган тақдирда аҳоли хавфсизлигини таъминлаш, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, тинчлик ва уруш даврида давлат иқтисодиётига етказиладиган зарарни камайтириш соҳасидаги чора-тадбирларни ташкил этиш ва амалга ошириш учун мўлжалланган.

Фавқулодда вазиятлар давлат хизмати ҳудудий-функционал қўйи тизимлардан иборат бўлиб, республика, маҳаллий ва объект даражасида бўлади. Давлат Фавқулодда вазиятлар хизматининг ҳар бир даражасида қуйидагилар мавжуд:

- давлат фавқулодда вазиятлар хизматининг бошқарув органлари
- давлат фавқулодда вазиятлар хизматининг кундалик бошқарув органлари
- фавқулодда вазиятларда ҳаракат қилиш кучлари ва воситалари
- фавқулодда вазиятларни бартараф этиш учун молиявий ва моддий ресурслар захиралари

- огоҳлантириш тизимлари, алоқа ва автоматлаштирилган бошқарув ва ахборот тизимлари.

Ўзбекистонда Ўзбекистон Республикасининг 2030-йилгача бўлган иқлим ўзгариши бўйича стратегияси ишлаб чиқилди, у ҳукумат томонидан кўриб чиқилмоқда ва миллий имкониятлар ҳамда шарт-шароитларни ҳисобга олган ҳолда иссиқхона газлари ташламалари жадаллигини камайтириш масалаларини қамраб олади; иқлим ўзгаришига барқарорликни шакллантириш ва табиий офатлар хавфини бошқариш; иқлим ўзгаришига мослашиш чоралари ва ҳаракатларини кучайтириш; ва бошқалар. 2020 йилда БМТТД ва Яшил иқлим жамғармаси билан биргаликда энг заиф бешта тармоқ: сув, қишлоқ хўжалиги, соғлиқни сақлаш, уй-жой ва фавқулодда вазиятларни бошқариш бўйича мослашиш чора-тадбирлари ва ҳаракатларини режалаштириш учун Миллий мослашиш режасини ишлаб чиқиш бошланди.

Инсон ва логистика салоҳияти: Ҳар бир мамлакатда иқлим ўзгариши ва табиий офатлар хавфини бошқариш сиёсати мавжуд бўлса-да, алоҳида электриншоотлари, подстанциялар ва узатиш инфратузилмасидаги хавфларни бошқариш учун логистика ва инсоний салоҳиятни тан олиш керак. Операторларнинг етарли даражада тайёрланмаганлиги ёки иш тартиб-қоидаларига риоя қилмаслик, айниқса хавф-хатар даврида ёки юқори қувват талаб қилинганда, каскад эффектлари билан электр энергиясининг катта узилишларига олиб келиши мумкин. Масалан, 2022-йилнинг 25-январида “Қозоғистонда тасодифий электр қуввати узилиши” ҳақидаги хабар туфайли бир қанча мамлакатларда электр таъминотида катта узилиш юз берди (Ал Жазира, 2022).

### 3.3. ХАВФ-ХАТАРЛАРНИ ДАСТЛАБКИ ТАХЛИЛИ: ЭНЕРГЕТИКА ИНФРАТУЗИЛМАСИ УЧУН ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ХАВФЛАРИ

Ушбу бобда келтирилган иқлим хавф-хатарларининг сценарийлари режалаштирилган энергетика инфратузилмасининг таъсири ва умумий ишлаб чиқариш сезгирликлар билан биргаликда, юқорида таъкидланганидек, минтақавий энергетика тизимига иқлим ўзгаришининг бир қатор умумий<sup>3</sup> потенциал тўғридан-тўғри ва каскадли таъсир қиладиган хавфларини ёритади. Ушбу умумий хавфларнинг баъзилари 5-жадвалда тасвирланган ва бошқа мамлакатлардаги мавжуд иқлим ва энергетика хавфларини ўрганишдан олинган.

#### 5-ЖАДВАЛ. ЭНЕРГЕТИКА ТИЗИМЛАРИГА ТЎҒРИДАН-ТЎҒРИ ВА КАСКАДЛИ ТАЪСИР ҚИЛАДИГАН ИҚЛИМ ХАВФЛАРИ

Иқлим билан боғлиқ хавф	Бевосита хавф	Каскадли хавф
Экстремал иссиқлик ҳодисаси: июл-сентябр ойларида Ўзбекистоннинг катта ҳудудлари, Қирғизистон ва Тожикистоннинг кичикроқ ҳудудларида 60 дан ортиқ кун давомида 33°C дан юқори ҳароратлар бўлиши эҳтимоли (8-расм)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Қурғоқчилик ва ёнғин эҳтимоли юқори бўлган даврга тўғри келади</li> <li>▪ Сув омборларининг буғланиши кучаяди; сув ҳарорати кўтарилади</li> <li>▪ ГЭС – кўмир, газ ёки атом – юқори совутиш суви ҳарорати иссиқлик самарадорлигини ва ишлаб чиқариш қувватини пасайтиради.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Иссиқлик тўлқини катта майдонни қамраб олган бўлса, энергия ишлаб чиқаришнинг кенг тарқалиши камаяди</li> <li>▪ Қувватни кўтарилиб тушиши ва юкломани мувозанатлаш муаммолари</li> <li>▪ Юкломани пасайиши, ўчириш ва электр узилишлари</li> </ul>

<sup>3</sup> Ушбу тадқиқот муайян инфратузилма ёки минтақавий энергия тизими учун ярим миқдорий ёки миқдорий хавфни баҳолашга имкон беради.



Иқлим билан боғлиқ хавф	Бевосита хавф	Каскадли хавф
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Қуёш фотоэлектр самарадорлиги 25°C дан юқори пайтда камаяди</li> <li>▪ Шамол турбиналари самарадорлиги иш чегараларига яқинлашганда камаяди; шикастланмаслик учун ўчириш лозим</li> <li>▪ Электр узатиш линияларидаги металл ўтказгичлар кенгаяди; линиялар чўкади ва қисқа туташув, узатиш камаяди</li> <li>▪ Совутиш ва суғориш насослари учун энергия талаби ортади</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Тармоқ ишдан чиқиши; электр узатиш ёки тарқатиш линияларининг қисқа туташуви ўрмон ёнғинларини келтириб чиқаради</li> <li>▪ Автомобил йўллари ёки темир йўл тизимларида асфалтнинг кенгайиши энергия тизимини таъмирлаш учун транспорт воситаларига киришни тўхтатади.</li> <li>▪ Ижтимоий-иқтисодий таъсирлар – бизнес, уйлар, сув тозалаш ва канализация, шифохоналар, аэропортлар, метрополитендаги узилишлар</li> </ul>
<p>Метеорологик қурғоқчилик ва/ёки мавсумий ёнғингарчиликнинг умумий ҳажмининг кутилаётган камайиши: январ-март ойларида ўртача ёнғингарчилик миқдори ҳар уч мамлакатнинг айрим қисмларида, жумладан, Помир-Олой тоғларида 2-30% га камайиши кутилмоқда (5, 8-расм).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Гидрологик, қишлоқ хўжалиги ва ижтимоий-иқтисодий қурғоқчилик хавфи</li> <li>▪ Қурғоқчилик таъсири бир вақтнинг ўзида иссиқлик тўлқини ёки мавсумий иссиқроқ Тмин ва Тмах билан кучаяди</li> <li>▪ ГЭС фаолияти учун сувнинг мавжудлиги, сифати пасаяди; совутиш ва тушириш учун сув ҳарорати ортади</li> <li>▪ Сув омборларида сақлаш даражасини пасайиб кетиши, гидроэнергетика ишлаб чиқариш ва сув чиқаришни камайтиради</li> <li>▪ Қуёш фотоэлектрик қурилмаларини қуриш ва улардан фойдаланиш учун сувнинг мавжудлиги</li> <li>▪ Дарёлар экотизимларининг бузилиши</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ирригация насослари учун энергияга бўлган эҳтиёж ошади; ер ости сувларининг ортиқча сарфланиши; озиқ-овқат нархлари ва хавфсизлик</li> <li>▪ Қурғоқчилик фазовий даражада кенг тарқалган бўлса, катта майдонда энергия ишлаб чиқариш камаяди.</li> <li>▪ Юкларнинг камайиши, электр токининг ўчиши ва электр таъминотида узилишлар мавжудлиги</li> <li>▪ Тармоқ ишдан чиқиши; электр узатиш ёки тарқатиш линияларининг қисқа туташуви ўрмон ёнғинларини келтириб чиқаради</li> <li>▪ Ижтимоий-иқтисодий таъсирлар – бизнес, уйлар, сув тозалаш ва канализация, шифохоналар, аэропортлар, метролар ишидаги узилишлар</li> <li>▪ Сув-энергетика соҳасидаги геосиёсий кескинликнинг кучайиши</li> </ul>
<p>Кучли шамоллар ва дўл билан кучли бўронлар: аниқ таҳлил қилинмаган</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Қуёш панеллари, электр узатиш линиялари ва минораларнинг шикастланиши</li> <li>▪ Шамол турбиналари ортиқча юкланиш ва шикастланмаслик учун тўхтатилади</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Таъмирлаш инфратузилмасига транспорт кириши блокланган</li> <li>▪ Юкларнинг камайиши, электр токининг ўчиши ва электр таъминотида узилишлар мавжудлиги</li> <li>▪ Ижтимоий-иқтисодий таъсирлар: бизнес, уйлар, сув тозалаш ва канализация, шифохоналар, аэропортлар, метролар ишидаги узилишлар</li> </ul>

Иқлим билан боғлиқ хавф	Бевосита хавф	Каскадли хавф
<p>Кундузги ва тунги ҳароратнинг барча фаслларда юқори бўлиши тоғ қор қоплами, абадий музлик ва музликларнинг эришини тезлаштиради ва минтақавий сув-энергетика алоқасига таъсир қилади: Тмах ва Тмин қишда 1,6-2,7°C гача, ёзда эса 1,1-5°C гача кўтарилади. Помир ва Тянь-Шан; бутун ўрганилаётган ҳудуд бўйича барча фаслларида кундузи ва кечаси иссиқроқ ҳарорат (6, 7-расмлар)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Тош кўчкиси, сел ва қор кўчкиси эҳтимолининг ошиши</li> <li>▪ Ёзнинг охиридан ёзнинг бошигача чўққи оқимларининг ўзгариши</li> <li>▪ Музлик кўллларининг ёриб ўтиши</li> <li>▪ Паст ва ўрта баландликларда кеч қиш ва баҳорги қор ёғиши оқибатида сел тошқинлари эҳтимоли</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Тош кўчкиси, сел ёки қор кўчиши натижасида электр энергияни ишлаб чиқариш ва узатишда узилишлар</li> <li>▪ Инфратузилмани таъмирлаш учун транспортга кириш блокланган</li> <li>▪ ГЭС сув омборлари чўктириш натижасида қувватини йўқотади; электр энергия ишлаб чиқариши камаяди</li> <li>▪ Дарёларнинг чўққиси ва асосий оқимларнинг ўзгариши ГЭСлар ишини ўзгартиришни талаб қилади, айниқса дарё ГЭСлари ёки кичик ҳажмли суғориш ва мувозанатлашган ГЭСлар учун.</li> <li>▪ Сув-энергетика соҳасидаги геосиёсий кескинликнинг кучайиши</li> </ul>
<p>Экстремал ёғингарчилик ҳодисалари: бир нечта вилоятлар ва туманлар. Кўпгина ҳудудларда 24 соатлик экстремал ёғингарчиликнинг жадаллиги ва тақоррланиши ошиши мумкин, янги электр энергия ишлаб чиқариш ва узатиш инфратузилмалари қурилиши режалаштирилган баъзи ҳудудларда ҳар 100 йилда бир марта содир бўлган нарса 20 йилда бир марта содир бўлади (2-жадвал)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сув тошқини, айниқса қиш охирида ва баҳорда ёмғир ва қор ёғса</li> <li>▪ Тош кўчиши, сел ва кўчкилар эҳтимолининг ошиши</li> <li>▪ Дарёлар ва сув ҳавзаларида чўкишнинг кучайиши</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сув тошқини йўналишини аниқлаш учун ГЭС сув омборларида нормал иш даражалари пастроқ бўлиши керак, бу эса қуйи оқимдаги сув мавжудлигини камайтиради.</li> <li>▪ Ортиқча оқим билан бузилган кичикроқ сув омборларининг максимал сифими</li> <li>▪ Кичик гидроэлектрик сув омборларида сув ўтказгичлари тўлиб тошадива маршрут ўтказиш учун шлюзлар очилади; ёзги давр учун сақлаш ҳажми, кейинчалик камаяди</li> <li>▪ Инфратузилмани ҳимоя қилиш учун ГЭС ва ИЭСларнинг ишлаб чиқариш қувватларини камайтириш керак</li> <li>▪ Электр энергияни ишлаб чиқариш ва узатишнинг ишдан чиқиши</li> <li>▪ Таъмирлашни амалга ошириш учун транспортдан фойдаланиш имконияти йўқлиги</li> <li>▪ Юкларнинг камайиши, электр токининг ўчиши ва электр таъминотида узилишлар мавжудлиги</li> <li>▪ Ижтимоий-иқтисодий таъсирлар: бизнес, уйлар, сув тозалаш ва канализация, шифохоналар, аэропортлар, метролар ишидаги узилишлар</li> </ul>

*Эслатма: Умумий тўғридан-тўғри ва каскадли хавфлар сценарийлардан (2-боб), таъсир қилиш маълумотларидан ва сезгирлик ҳамда мослашиш салоҳиятига оид умумий маълумотлардан, қуйида Манбада кўрсатилганидек, энергия тизимларидаги иқлим хавфлари бўйича халқаро адабиётлардан экстраполяция қилинган.*

## 4. Тавсиялар: хавф-хатарларни бошқариш бўйича яхши амалиёт орқали келадиган имкониятлар

Қайта тикланадиган энергия манбаларига ва углеродсиз иқтисодиётга ўтиш ўзи ҳам иқлим хавфларини бошқариш стратегиясидир; ҳарорат иссиқроқ ва экстремал ҳолатлар сони юқори ташламалар сценарийларида Париж битими доирасида сақлаб турилган глобал ташламаларга кўра кўпроқ бўлади. Бироқ, энергия ишлаб чиқариш, сақлаш, узатиш ва тарқатиш линияларини ўз ичига олган муҳим инфратузилма учун хавф-хатарларни бошқариш ёндашувида ҳали ҳам эҳтиёж мавжуд. Аҳолининг ўсиши, иқтисодиётнинг диверсификацияси ва янги технологияларнинг интернетга кириши туфайли уч мамлакатда электр энергиясига бўлган талаб ўсишда давом этади. Ва ҳатто Париж битимида ўртача глобал исишни 2°C ёки 1,5°C пастки чегарасида ушлаб туриш мақсадларига эришилганда ҳам, фасллар исишни давом этади ва экстремал ҳодисаларнинг жадаллиги ва такрорланиши ошади.

Ушбу ҳисоботда иқлим хавф-хатарларига эътибор қаратилган бўлса-да, Covid -19 пандемиясининг давом этаётган каскадли оқибатлари ёки 2021 йилда Америка Қўшма Штатлари мустамлака нефт қувурига нисбатан уюштирилган киберҳужумларни ҳисобга олган ҳолда, кўплаб хавф-хатарларга қарши чораларни режалаштириш зарур. Энергетика инфратузилмаси каби муҳим инфратузилмага қарши киберҳужумлар давлат томонидан бошқариладиган саноат жосуслигидан тортиб, тизимларни йўқ қилиш ва шикастлашгача, тўлов учун алоҳида ҳакерлик гуруҳлари томонидан маълумотларни ўғирлашгача бўлиши мумкин. Киберхавфсизлик тизимни лойиҳалашдаги заиф томонларнинг олдини олиш ва динамик тизим заифликларини бартараф этиш учун лойиҳани ишлаб чиқиш, қуриш ва кундалик операциялар давомида энергетика ва АТ хавфсизлиги бўйича мутахассисларни жалб қилишни талаб қилади.

Биз энергетика инфратузилмасида барча хавф-хатарларни бошқариш бўйича ёндашувни қўллашга ёрдам бериш учун қуйидаги яхши амалиёт тавсияларини тақдим этамиз. Уларни “энг яхши” амалиёт тавсиялари деб аташ мумкин эмас, чунки глобал миқёсда мамлакатлар ва энергетика компаниялари ҳанузгача хавф-хатарларни қандай баҳолашни, сиёсатни қайта кўриб чиқишни ва келажакдаги хатарларни бошқариш учун технологиялар ва стандартларни такомиллаштиришни ўрганмоқда. Биз ўрганишимиз керак бўлган ҳали кўп нарсалар мавжуд ва узоқ йўлни босиб ўтишимиз керак. Шунга қарамай, келажакдаги мураккаб хавфларни юмшатиш бўйича баъзи яхши амалиётларни тавсия этиш учун ўнлаб йиллар давомида табиий офатлар хавфини фаол бошқариш бўйича етарли тажриба мавжуд.

### 4.1. 1-ТАВСИЯ

*1-тавсия: Инфратузилмаларда барча хавф-хатарларни бошқаришни талаб қилиш учун табиий офатлар хавфларини бошқариш бўйича миллий сиёсат ва Миллий мослашиш режаларини янгилаш ҳамда барча хавфларни бошқаришнинг минтақавий асослари ва йўриқномаларини ишлаб чиқиш.*

Субмиллий ва миллий офатлар, иқлим ва технологик хавф сиёсати ва Экологик таъсирни баҳолаш (ЭТБ)га қўйиладиган талаблар энергетика инфратузилмасини режалаштириш, рухсат бериш ва фойдаланишда хавфларни янада фаолроқ бошқаришни талаб қилиш учун янгиликни керак. Бундан ташқари, уч мамлакат ва бошқа мамлакатлар (масалан, Қозоғистон, Афғонистон, Покистон ва Хитой) ўртасидаги тармоқларнинг ўзаро боғлиқлигини ҳисобга олган ҳолда, мавжуд минтақавий орган орқали энергетика инфратузилмаси ва сув учун иқлим, кибер ва эҳтиёж хавфларини бошқаришни кучайтириш давлатлараро комиссия Марказий Осиёнинг сув ҳўжалигини мувофиқлаштириш (ICWC), “Энергетика” мувофиқлаштирувчи диспетчерлик маркази ҳамда миллий вазирликлар орқали олиб борилиши зарур. Минтақавий суғурта объектлари (7-тавсияга қаранг) минтақавий иқлимни яхшилаш ва кўп хавф-хатарларни бошқаришда ҳам ёрдам бериши мумкин. Жаҳон банкининг амалга оширилаётган “Марказий Осиёда молиявий барқарорликни мустаҳкамлаш ва хатарларни камайтиришни тезлаштириш” дастури ҳам хавфларни бошқариш бўйича минтақавий ҳамкорлик учун яна бир восита бўлиб қолади.

Энергетика ва сув ресурслари бир-бирига боғлиқлиги сабабли иқлим хавфлари минтақавий геосиёсий оқибатларга субмиллий таъсир кўрсатса-да, барча хавфларни бошқариш бўйича минтақавий йўриқномаларни ишлаб чиқишни бошлаш ва минтақавий баҳолашни кучайтириш мақсадга мувофиқдир. Давлатлараро сув мувофиқлаштириш комиссияси (ICWC) сув ресурсларини комплекс бошқаришни ўз ичига олади ва Орол денгизи ҳавзаси учун иқлим таъсирини юмшатиш ва мослашиш дастури (CAMP4ASB) доирасида Тожикистон, Ўзбекистон, Туркманистон, Қозоғистон ва Қирғизистон учун сўнги (2021) иқлим хавфлари ва заифлик даражасини баҳолаш ўтказилди; буларни минтақавий баҳолаш сифатида бирлаштириш керак. ўтказилди; уларни минтақавий баҳолашга бирлаштириш керак.

Минтақавий миқёсда ишлаб чиқиладиганлардан ташқари, давлатлар керакли маълумотларни олиши мумкин бўлган кўплаб халқаро ҳужжат ва кўрсатмалар мавжуд. Масалан, 2019-йилда Иқтисодий ҳамкорлик ва тараққиёт ташкилоти (OECD)нинг “Муҳим инфратузилма барқарорлиги учун яхши бошқариш”, АҚШнинг “Иқлим ўзгаришига мослашиш: Энергетика тармоғи учун иқлим маълумотлари ва воситалари” онлайн нашри ва Жаҳон банкининг глобал билим маҳсулотлари (масалан, “Йирик миқёсли кўп тармоқли инфратузилма ДХШларига иқлим ўзгаришига чидамлик масаласини кўшиш бўйича 2016-йилнинг янги тенденциялари”) миллий ва минтақавий асослар ва сиёсатларни қайта кўриб чиқиш ҳамда ишлаб чиқиш учун бошланғич нуқталарни таклиф қилади.

## 4.2. 2-ТАВСИЯ

*2-тавсия: Инфратузилмаларда барча хавф-хатарларни ярим миқдорий ва миқдорий баҳолаш ишларини олиб боришни талаб қилиш ва минтақавий энергетика тизимини баҳолаш услубини ишлаб чиқиш.*

Энергетика тизимидаги барқарорлик келажакдаги хавф ва эҳтиёжларни олдиндан билишни ва реактив бошқарувни эмас, балки олдинроқ ҳаракат қилишни талаб қилади. Хатарларни олдинроқ ҳаракат қилиш йўли билан бошқариш ҳар бир мамлакатда режалаштирилган энергия инфратузилмаси учун Экологик таъсирни баҳолаш (ЭТБ) нинг бир қисми сифатида иқлим ўзгариши ва фалокат хавфини (шу жумладан киберхавфсизлик) тўлиқ ярим миқдорий ва миқдорий баҳолашни талаб қилади. Муайян инфратузилмани баҳолаш талаб қилинади ва у ҳавза ёки бутун тизимни баҳолашга киритилиши керак. Алоҳида ишлаб чиқариш ёки узатиш инфратузилмаси йирик минтақавий сув ва энергетика тизимининг бир қисмидир.

Иқлим хавфини баҳолаш бўйича қўлланмалар ва воситалар мавжуд бўлиб, улардан баъзилари ушбу тадқиқотда таъкидланган (Уиллов ва Коннеллс, 2003; Санчез-Сиерра ва бошқ., 2021; Форзиери ва бошқалар, 2015; Бертолди ва бошқалар, 2018; Диресон ва бошқалар, 2022). Гидроэнергетика бўйича махсус қўлланма, Гидроэнергетика тармоғининг иқлимга чидамлилиги бўйича қўлланма (ИНА, 2019) Европа тикланиш ва тараққиёт банки, Жаҳон банки ва Кореянинг Яшил ўсиш траст фонди кўмагида гидроэнергетика соҳасида ишлайдиган мутахассислари учун иқлим хавфини баҳолашни ЭТБ билан биргаликда бирлаштириш учун ишлаб чиқилган. Шунингдек, Тожикистоннинг *2021-2025 йилларга мўлжалланган о'рта муддатли ривожланиш дастурида* тармоқ мослашуви режаларини ишлаб чиқиш доирасида алоҳида тармоқларда иқлим хавфларини баҳолаш услубиятларини тасдиқлаш зарурлиги қайд этилган.

**Гидроэнергетика:** Бу индивидуал ва бутун тизим бўйлаб таъсир қилиш ва хавфларни баҳолаш учун бир нечта иқлим моделларидан сув ҳавзаси миқёсига қисқартирилган прогнозлар тўпламини талаб қилади. Кейинчалик қисқайтирилган прогнозлар дарё гидрологиясидаги ўзгаришларни (асосий оқим, энг юқори оқим, сув тошқини йўналиши, иссиқлик шароитлари ва чўкинди жинслар) ҳисобга олиш учун оқим моделидан иборат қўшилган ёки боғланган моделлаштириш ҳаракатларига, сўнгра сув омборлари тизимини бошқариш моделига киритилиши керак. Моделлаштириш воситаларининг баъзи мисоллари орасида RiverWare (гидрологик жараёнлар, гидроэнергетика ишлаб чиқариш ва энергиядан фойдаланиш, сув ҳуқуқлари ва сув сифатини ўз ичига олган дарё-сув омбори тизимининг тўлиқ воситаси) ва RiverSMART RiverWare билан иқлим ўзгариши ва эҳтиёжлар сценарийси оқибатларини ўрганиш учун бирлашган (CAD-SWES, 2022), ёки сув ҳавзаси оқими ва энергия сақлаш модели (Као ва бошқалар, 2016). Маълумотлар ва моделлаштириш воситалари Марказий Осиё сув (CAWa) тармоғи орқали ҳам мавжуд.

**Шамол, қуёш электр станциялари, сақлаш тизимлари ва ИЭС инфратузилмаси:** Ушбу ишлаб чиқариш инфратузилмасини лойиҳалаш ва ишлатиш экстремал иссиқлик ҳодисаларининг кўпроқ такрорланиши ва жадаллигини, умумий иссиқ кунлар ва тунларни ҳамда кучли шамол, дўл билан тез-тез ва кучли бўронлар ҳамда кучли ёғингарчилик бўлиш эҳтимолини ҳисобга олиши керак. Гидроэнергетикада бўлгани каби, ушбу бошқа ишлаб чиқариш инфратузилмаларида иқлим хавфларини режалаштириш қисқартирилган прогнозлардан фойдаланишни ва бу маълумотлардан System Advisor Model каби шамол ҳамда қуёш электр станцияларининг маҳсулдорлигини моделлаштириш воситаларига кириш сифатида фойдаланишни талаб қилади (Блэр ва бошқалар, 2018).

**Етказиш ва тарқатиш:** Бир нечта субмиллий ва минтақавий узатиш ҳамда тарқатиш тармоқлари лойиҳалари амалга оширилмоқда. Булар бир жойда энергия тизимида юкланиш мавжуд бўлганда юкни тақсимлаш орқали электр ўчириш ҳолатларини камайтиришга ёрдам беради, лекин минтақавий бўрон билан боғлиқ бўлган кенг тарқалган иссиқлик тўлқинлари ёки экстремал шамол ҳодисалари, шунингдек, кўп мамлакатлар бўйлаб эҳтиёжнинг кўпайишига қўшимча равишда хавфларнинг тарқалишига олиб келиши мумкин. Коен ва бошқалар (2022), Бурилло ва бошқалар (2019) ёки Саи ва бошқаларда (2019) тасвирланганлар каби турли хил кўп модели баҳолашлар энергетика тармоғи тизимининг заиф томонларини аниқлашда ёрдам бериши мумкин.

### 4.3. 3-ТАВСИЯ

*3-тавсия:* Об-ҳаво, дарё ва музликларни кузатиш станцияларини қайта тиклашни давом эттириш ва кузатуе маълумотларини аниқроқ бўлиши учун уларнинг сонини кўпайтириш. Миллий гидрометеорология агентликлари ИУҲЭГ баҳолашларини

*асословчи CORDEX ва бошқа глобал иқлим моделлаштириш ташаббусларига қўшилишлари керак.*

Инфратузилма учун хавфларни ярим миқдорий ва миқдорий баҳолаш учун ишончли иқлим, дарё ва музликларни кузатиш маълумотлари ва бир нечта иқлим моделларидан қисқартирилган прогнозлар талаб қилинади. Собиқ совет давридаги кўплаб мамлакатларда метеорологик ва дарё станциялари тармоғи яроқсиз ҳолга келди; музликларнинг жойларда мониторинги баъзи жойларда камайган ёки умуман йўқ. Кузатув зичлигининг пастлиги тоғларда айниқса муаммоли бўлиб, бу ерда ҳарорат, ёғингарчилик, қор қоплами ва музликлар даражаси, шунингдек, дарёлар оқими ва сув сифати ўзгаришини кузатиш ноаниқ ҳамда сув ҳавзасидаги ўзгаришларни қайд этиш учун етарли эмас.

Жаҳон банки сармоялари ҳисобидан молиялаштирилган “Марказий Осиё гидрометеорологиясини модернизация қилиш” лойиҳаси Тожикистон ва Қирғизистон Республикасидаги метеорологик ва дарё станцияларини қайта тиклашга, шунингдек, миллий гидрометеорология марказларининг салоҳиятини оширишга ёрдам бермоқда. Қайта тиклаш муҳим аҳамиятга эга бўлса-да, дарёларнинг юқори ва ўрта оқимидаги ўзгаришларни қайд этиш учун, айниқса, тоғли ҳудудларда об-ҳаво, дарё ва музликларни кузатиш станциялари сонини кўпайтириш зарурати ҳам мавжуд. Аввал “Марказий Осиё суви” (CAWa) лойиҳаси, энди эса “Яшил Марказий Осиё” (CAWa– Green) лойиҳаси узоқдан бошқариладиган станциялар тармоғини кўп мамлакат миқёсида кенгайтarmoқда ва маълумотлар оммавий онлайн маълумотлар базаси орқали мавжуд (Шон ва бошқалар, 2019). Жаҳон банки ва БМТ Тараққиёт дастури кўмагида Ўзбекистонда ҳам кузатув тармоғини кенг кўламли модернизация қилиш ишлари олиб борилмоқда. 60 та автоматлаштирилган метеорология станцияси ўрнатилди, яна 25 тасини қуриш режалаштирилган.

Кузатув маълумотларини яхшилаш билан бир қаторда, юқори аниқликдаги (50 км ёки ундан кам) минтақавий иқлим модели прогнозлари сони бутун Марказий Осиё учун чекланган. CORDEX халқаро иқлим ҳамжамиятининг маълум ҳудудлардаги иқлим моделларининг ишлашини баҳолаш ва иқлим хавфи ҳамда иқлим ўзгаришига мослашишни баҳолашда фойдаланиш учун етарли даражада юқори аниқликдаги иқлим прогнозларини ишлаб чиқариш учун юқори аниқликдаги RCM-GCM комбинацияларини ишга тушириш бўйича энг катта ҳамкорликдаги саъй-ҳаракатларидан биридир (Джорджи ва бошқалар, 2009). Бугунги кунга қадар Марказий Осиё гидрометеорология агентликларининг CORDEXдаги иштироки чекланган эди. Европа, Покистон ва Туркиядаги иқлимни моделлаштириш институтлари томонидан фақат оз сонли намунавий синовлар ўтказилди. Шу сабабли, фақат чекланган миқдордаги GCM ёки RCMларнинг ишлаши Марказий Осиёда синовдан ўтказилди ва иқлим ўзгаришининг янада ишончли моделлаштиришлари мавжуд эмас. Хабар қилинишича, CORDEX 2021-йилда бир нечта миллий гидрометеорология агентликлари билан боғланган ва минтақавий моделлаштириш бўйича мутахассислари билан яқинроқ ҳамкорлик қилишга интилади.

#### 4.4. 4-ТАВСИЯ

*4-тавсия: Иқлим ўзгариши ва мустаҳкам инфратузилмани ўзлаштирашнинг харажатлари ҳисобга олинган ҳолда қисқа ва узоқ муддатда потенциал энергетика инфратузилмасининг иқтисодий самарадорлиги, мустаҳкамлиги ва фойдаларини кўриб чиқиш.*

Энергетика вазирликлари потенциал инфратузилманинг қисқа ва узоқ муддатли иқтисодий самарадорлигини ҳисобга олишлари керак. Экстремал ҳодисаларнинг

такрорланиши ва жадаллигидаги баъзи ўзгаришларга яхшироқ бардош бера оладиган бозорларда пайдо бўладиган янада мустаҳкам инфратузилма учун янги технологияларга сармоя киритиш узоқ муддатда олдини олиш ва молиявий йўқотишлар нуқтаи назаридан кўпроқ иқтисодий маънога эга бўлиши мумкин. Мисол учун, General Electric компанияси Masdar билан ҳамкорликда шамол турбиналарининг ҳаво оқими қувватини яхшилаш мақсадида шамолни тижорат мақсадларида қўллашда экстремал иссиқлик таъсирини камайтиради. Ҳаво совутадиған, кам сувли совутиш тизимлари ёки ИЭСлари учун ёпиқ тизимлар ҳароратнинг кўтарилиши ва қурғоқчилик билан боғлиқ хавфларни камайтириши мумкин. ГЭСларга бошқа функционал мослашиш ўзгаришлари ҳам киритилиши мумкин, масалан, сув ўтказгичларнинг сиғимини ошириш ва сув тошқинларини йўналтириш учун лабиринт тўғонларини ўрнатиш. Дўлдан ҳимоя қилиш учун қуёш фотоэлектрик панелларининг шиша қопқоғини мустаҳкамлаш, кам ёки нол сувни сарфлаш панелларни тозалаш технологияларини жорий этиш қуёш парклари учун иккита мумкин бўлган мослашиш йўлидир.

#### 4.5. 5-ТАВСИЯ

*5-тавсия: Ишлаб чиқариш турларининг диверсификациясини ошириш, узатиш ва тарқатиш тармоқларини мустаҳкамлаш, лекин салбий таъсир қилиш ва узатиш жараёнида йўқотишларини камайтириш учун улар қаерда қурилганлигини кўриб чиқиш.*

Энергетика инфратузилмасининг барқарорлиги динамик ва ноаниқ келажакни қондириш учун бир қатор тузатишларни талаб қилади. Барқарорликнинг иккита муҳим таркибий қисми – энергия ишлаб чиқариш турларини диверсификация қилиш ва кейинги 40 ёки ундан кўпроқ йил ичида қурилиши мумкин бўлган қўшимча қайта тикланадиган энергия манбаларини жойлаштириш учун субмиллий ва минтақавий тармоқларда мослашувчанликни яратиш. Глобал технологик инновациялар иқтисодиётни ўзгартирганда, ўзгарувчан талабни қондириш учун ўрнатилган қувватни ошириш керак бўлади. Криптовалюта қазиб олиш ёки инновацион технологияларнинг бошқа турлари каби фаолиятлар турли вақтларда электр энергияни талаб қилиши ва қишлоқ хўжалиги ҳамда илғор саноат билан рақобатлашиши мумкин. Ўзгарувчан ва ўсиб бораётган талабни мувозанатлаш учун энергияни ишлаб чиқариш турларини диверсификация қилиш ва умуман ишлаб чиқариш ва узатиш тизимининг мослашувчанлиги зарур.

Янги ишлаб чиқариш қувватларини қуриш ва электр узатиш ҳамда тарқатиш линияларини қаерда жойлаштиришни ҳал қилишда таъсирларни бошқариш ва узатиш йўқотишларини камайтиришни биргаликда кўриб чиқиш керак. Янги генерация қурилмаларини асосий аҳоли пунктлари ёки қишлоқ жойларида жойлашган кўпроқ истеъмол қилинадиган жойга яқинроқ ўрнатиш керак. Иқлим ўзгариши шароитида сув тошқини ва сув мавжудлиги хавфини ҳисобга олиш керак. Мавжуд ёки эҳтимолий сув тошқинида ёки эксплуатацион талабларни қондириш учун сув етарли бўлмаган жойда қуриш мантиқий эмас.

#### 4.6. 6-ТАВСИЯ

*6-тавсия: Иқлим ва барча хавф-хатарларни бошқариш бўйича минтақавий ҳамкорликни кучайтириш билан бирга молиявий хавфларни камайтириш учун Осиё тараққиёт банкнинг CAREC доирасидаги Табиий офатлар хавфларини ўтказиш механизмига қўшилиш.*

Марказий Осиё минтақавий сув ва энергетика тизими кенг ҳудудларда иқлим хавф-хатарларининг ортиб бораётган такрорланиши ва жадаллигига дучор бўлиб, миллий

ва минтақавий ижтимоий-иқтисодий таъсирларни кучайтириш салоҳиятига эга. Мавжуд ва янги энергетика инфратузилмаси тармоққа урилиб, чидамлилиқ чораларига қарамай, маълум даражада зарар кўради ва ишламай қолиши мумкин. Ҳимоя бўшлиғи – суғурта билан қопланмаган офат натижасида юзага келган иқтисодий йўқотишлар улуши уч мамлакатда юқори. Ўзбекистонда сув тошқинидан йиллик тузатилган зарар (AAL) 396 миллион долларни, Тожикистонда 395 миллион долларни, Қирғизистон учун эса 73,3 миллион долларни ташкил этади (ТА-9878 REG, 2021a; 2021b; 2021c). Зилзила туфайли йиллик тузатилган зарар йўқотишлари ҳам катта. Хусусий суғурта қопламаси паст ва йўқотишларнинг катта қисмини ҳукумат ўз зиммасига олади (ўша манбадан). ОТБ Марказий Осиё Минтақавий иқтисодий ҳамкорлик ҳудудида (CAREC) табиий офатлар хавфини ўтказиш механизмининг прототипини яратган бўлса-да, ҳали минтақавий суғурта пули мавжуд эмас. Иқлим ва кўп хавф-хатарларни бошқариш бўйича минтақавий ҳамкорликни кучайтириш билан бирга, хавфларни яхшироқ молиялаштириш учун миллий ҳукуматларга иштирок этиш тавсия этилади.

#### 4.7. 7-ТАВСИЯ

*7-тавсия: Энергетика ва сувга бўлган талабни камайтириш ва ундан ҳам мамлакат ичида, ҳамда минтақавий ҳамкорлар билан келишилган ҳолда фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича саъй-ҳаракатларни кучайтиришни давом эттириш.*

Ва ниҳоят, энергетика ва сув истеъмоли самарадорлиги бўйича саъй-ҳаракатларни кучайтиришни давом эттириш “энергетика-сув” тизимидаги иқлим хавфларини камайтиради. Ушбу тадқиқотда уч мамлакат ҳукуматлари ҳам иқлим ўзгариши оқибатларини юмшатиш, ҳам уларга мослашиш бўйича мажбуриятларни олдилар ҳамда самарадорликни ошириш ва йўқотишларни камайтиришга устувор аҳамият бердилар. Уччала мамлакат ҳам ОТБ, Ага Хан, ЮСАИД, БМТТД ва Жаҳон банки ҳамда бошқа халқаро иштирокчилар билан самарадорликни ошириш бўйича кичик ва йирик лойиҳаларни амалга оширмоқда. Бундан ташқари, минтақавий электр узатиш тармоқларига уланган барча мамлакатлар ўртасида энергия ва сувдан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича мувофиқлаштириш саъй-ҳаракатларини кучайтириш зарур. Бир мамлакатда паст самарадорлик амбициялари ва амалга ошириш даражалари бошқа мамлакатлар ҳаракатларининг самарадорлигини пасайтириши ва барча учун хавф манбасига айланиши мумкин.



## Фойдаланилган манбалар рўйхати

1. И. Абдин, Й. Фанг, ва Э. Зио, (2019) «Ўта иссиқлик тўлқинлари ва қурғоқчилик ҳодисаларига нисбатан мослашувчанлик ва чидамлилиқ билан энергия тизимларини лойиҳалаш учун моделлаштириш ва оптималлаштириш асоси», Қайта тикланадиган ва барқарор энергия шарҳлари 112: 706-719
2. ОТБ (2017) Тожикистон энергетика тармоғини ривожлантириш бош режаси. Якуний ҳисобот. ([www.mewr.tj/?page\\_id=585](http://www.mewr.tj/?page_id=585)).
3. М. Али, М. Иқбол, ва М. Шариф, (2013) «Покистонда экстремал ҳарорат ва электр энергияга бўлган эҳтиёж ўртасидаги боғлиқлик», Энергетика ва атроф-муҳит муҳандислиги халқаро журнали 4: 36-41.
4. П. Бертолди, (муҳаррир) (2018) Қўлланма «Барқарор энергия ва иқлим бўйича ҳаракатлар режасини (SECAP) қандай ишлаб чиқиш керак – 2-қисм – Ташламаларнинг асосий инвентаризацияси (ЭАИ) ва Хавфларни ва заифлиқни баҳолаш (ХЗБ)». EUR 29412 EN. Люксембург: Европа Иттифоқи Бюроси нашриёти.
5. Н. Блер, Н. ДиОрио, Ж. Фриман, П. Гилман... ва М. Вагнер. (2018) Тизим маслаҳатчиси модели (ТММ), умумий тавсиф (2017.9.5 версияси). Голден: Қайта тикланадиган энергия миллий лабораторияси (ҚТЭМЛ), АҚШ Энергетика вазирлиги.
6. Д. Бурилло, М. Честер, С. Пинсетл, ва Э. Фоурниер, (2018) «Лос-Анжелесдаги иқлим ўзгариши туфайли узоқ муддатли ўсиш ва экстремал иссиқлик туфайли электр таъминоти инфратузилмасининг заифлиги» Энергетика сиёсати 128: 943-953, doi:10.1016/j.enpol.2018.12.053
7. CADSWES – Сув ва атроф-муҳит тизимлари бўйича қарорларни қўллаб-қувватлаш илғор маркази (2022) «RiverWare» ва «RiverSMART» иқлимни баҳолаш воситалари». Боулдер: Колорадо Боулдер университети, <https://www.colorado.edu/cadswes/>
8. Й. Саи, Қ. Хие, С. Хуе, Л. Ху, ва А. Карим, (2019) «Шамол остида электр узатиш линиялари миноралари учун мўртликни моделлаштириш тузилмаси», Муҳандислик тузилмалари 191: 686-697, doi:10.1016/j.engstruct.2019.04.096
9. А. Каннон, С. Собие ва Т. Мурдок (2015) GSM ёғингарчилик харитасининг тарафкашлиқ тузатиши: усуллар миқдорий ва экстремал ўзгаришларни қанчалик яхши сақлайди, Иқлим журнали, DOI: 10.1175/JCLI-D-14-00754.1.
10. Ж. Кристенсен, Ф. Боберг, Б. Кристенсен ва бошқалар. (2008) «Ҳарорат ва ёғингарчиликнинг минтақавий иқлим ўзгариши прогнозларининг тўғрилигини тузатиш зарурати тўғрисида». Геофизика тадқиқотлари, doi.org/10.1029/2008GL035694.
11. С. Коен, А. Дайресон, С. Тёрнер, В. Тидуэлл, ... ва А. Миара, (2022) «Электр тармоғига узоқ ва қисқа муддатли иқлим таъсирини баҳолаш учун кўп модели асос» Амалий энергетика 317: 119193, doi:10.1016/j.apenergy.2022.119193
12. CORDEX – Минтақавий иқлим моделларини даунскейлинг қилиш бўйича мувофиқлаштирилган тажриба (2021) «CORDEX RCM рўйхати» [https://is-enes-data.github.io/CORDEX\\_RCMs\\_info.html](https://is-enes-data.github.io/CORDEX_RCMs_info.html)
13. Ж. Кронин, Г. Анандаражаҳ ва О. Дессенс (2018) «Иқлим ўзгаришининг энергетика тизимига таъсири: тенденциялар ва бўшлиқларни кўриб чиқиш» Иқлим ўзгаришлари 151: 79-93, doi:10.1007/s10584-018-2265-4

14. К. Дас, Ф. Гуо, Э. Нунйо, ва Н. Сутулулис, (2020) «Бўрон шароитида шамол энергиясининг катта улушига эга бўлган энергия тизимининг такрорланиши барқарорлиги», *Замонавий энергетика тизимлари ва тоза энергия журнали* 8(2) : 219-228
15. Д. Ди, С. Уппала, А. Симмонс, П. Беррисфорд, ... ва Ф. Витарт (2011) «ERA-Оралик қайта таҳлили: маълумотларни ассимиляция қилиш тизимининг конфигурацияси ва ишлаши» *Қиролликнинг Метеорология жамияти чораклик журнали* 137: 553-597, doi:10.1002/qj.828
16. А. Досио, ва П. Паруоло (2011) «Таъсирли моделлар томонидан фойдаланиш учун ENSEMBLES юқори аниқликдаги иқлим ўзгариши прогнозларини нотўғри тузатиш: Ҳозирги иқлимни баҳолаш». *Геофизика тадқиқотлари журнали*, doi:10.1029/2011JD015934.
17. А. Дайресон, Н. Девинени, С. Турнер, Т. Де Силва, ... Ж. Макник (2022) «Иқлимнинг кескин ўзгариши шароитида энергетика тизими келажақдаги фаолиятини режалаштиришда минтақавий алоқаларнинг роли», *Ернинг келажаги* 10, doi:10.1029/2021ER002554
18. Р. Фенг, Ю. Р., Ҳ. Чжен ва М. Ган, (2017) “Марказий Осиёдаги экстремал ҳароратдаги фазовий ва вақтинчалик ўзгаришлар” *Халқаро климатология журнали*, doi:10.1002/joe.5379
19. Г. Форзиери, А. Бианчи, М. Эррера, Ф. Батиста э Силва, Л. Фейен, ва С. Лавалле, (2015) *Европадаги йирик сармоялар ва муҳим инфратузилмаларнинг иқлим ўзгаришига барқарорлиги*. EUR 27598 EN. Люксембург: Европа Иттифоқи Бюроси нашриёти.
20. А. Гафуров, (2022) “Қирғизистондаги ИЎХЭГ иқлим сценарийларини баҳолаш: сув ва музликларга таъсирни баҳолаш”. БМТТД сиёсати муҳокамасидаги тақдимот: Иқлим ҳаракати ва иқлимшунослик, 18-март, 22-март, БМТТД Қирғизистон, Олмаота
21. Ф. Жоржи, С. Жонс ва Г. Асрар, (2009) «Минтақавий даражада иқлим бўйича маълумотларга бўлган эҳтиёжни ҳал қилиш: CORDEX тузилмаси» *ЖМТ бюллетени* 58(3): 175-183.
22. GENI – Глобал энергетика тармоғи институти (2017) “Минтақавий тармоқлар хариталари: Марказий Осиё энергетика тизими”, <http://www.geni.org>
23. Қирғизистон Республикаси ҳукумати (2016 йил) БМТнинг Иқлим ўзгариши тўғрисидаги Доиравий конвенцияси бўйича Қирғизистон Республикасининг учинчи миллий ахбороти. *Бишкек: Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва ўрмон хўжалиги давлат агентлиги*.
24. Қирғизистон Республикаси ҳукумати (2020) Қирғизистон Республикаси учун БМТТД билан ҳамкорликкам тайёрлиги тўғрисидаги таклиф.: Иқлим ўзгаришига мослашишни режалаштириш. Яшил иқлим жамғармасига таклиф, Бишкек: Иқтисодиёт вазирлиги.
25. БМТнинг Иқлим ўзгариши тўғрисидаги Доиравий конвенцияси бўйича Тожикистон Республикасининг учинчи миллий ахбороти. Душанбе: Гидрометеорология давлат бошқармаси ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш қўмитаси.
26. Тожикистон Республикаси ҳукумати (2016). 2030 йилга қадар Тожикистон Республикасининг миллий ривожланиш стратегияси (<https://medt.tj/en/strategy-and-programes/nds2030>).

27. Тоҷикистон Республикаси ҳукумати (2019). 2030 йилга қадар Тоҷикистон Республикасининг иқлим ўзгаришига мослашиш бўйича миллий стратегияси. Қарор № 482. Душанбе.
28. Тоҷикистон ҳукумати (2020) Тоҷикистон Республикаси учун БМТТД билан ҳамкорликка тайёрлиги тўғрисидаги таклиф: Иқлим ўзгаришига мослашишни режалаштириш. Яшил иқлим жамғармасига таклиф, Душанбе: Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш қўмитаси.
29. Ўзбекистон ҳукумати (2016) БМТнинг Иқлим ўзгариши тўғрисидаги Доиравий конвенцияси бўйича Ўзбекистон Республикасининг учинчи миллий ахбороти.. Тошкент: Ўзгидромет.
30. Ўзбекистон ҳукумати (2019) Ўзбекистон Республикаси учун БМТТД билан ҳамкорликка тайёрлиги тўғрисидаги таклиф: Иқлим ўзгаришига мослашишни режалаштириш. Яшил иқлим жамғармасига таклиф, Тошкент: Ўзгидромет.
31. Л. Гудмундссон, Ж. Бремнес ва бошқалар. (2012) «Техник эслатма: Квантил хариталаш ёрдамида ёгингарчиликнинг РСМ миқдорини станция миқёсига камайтириш – усулларни таққослаш». Гидрология ва Ер тизими фанлари муҳокамалари, doi:10.5194/hessd-9-6185-2012.
32. М. Ҳалимжанова, К. Деттманн, Д. Шулц ва А. Ахророва (2016) «Тоҷикистон Республикасида энергия мавжудлиги контекстида энергия самарадорлиги» Экология ва атроф-муҳит бўйича ИТ операциялари 250, doi:10.2495/ECO170061
33. М. Ҳалимжанова, К. Деттманн, Д. Шулц, Г. Каатц, М. Меер, (2017) Тоҷикистон Республикаси мисолида энергетика тизимида энергия самарадорлигини ошириш йўллари Экология ва атроф-муҳит бўйича ИТ операциялари . 214, doi:10.2495/ECO170061
34. С. Иброҳим, М. Иброҳим, ва С. Атиа (2014) «Иқлим ўзгаришларининг тавсия этилган босимли сув реакторининг термал ишлашига таъсири: Атом-электр станцияси», Халқаро атом энергияси журнали: 793908, doi:10.1155/2014/793908
35. ХЭА – Халқаро энергетика агентлиги (2022) «Маълумотларни кўриш: Энергия истеъмоли: Электр энергияси истеъмоли, мамлакатлар бўйича» <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser>.
36. ХГА – Халқаро гидроэнергетика ассоциацияси (2019) Гидроэнергетика тармоғининг барқарорлиги бўйича қўлланма: мавжуд ва келажакдаги гидроэнергетика лойиҳалари учун, Лондон: ХГА
37. ХМТ – Халқаро Меҳнат Ташкилоти (2022) “Бандлик % – тармоқлар кесимида бандлик– жаҳонда бандлик ва ижтимоий истиқболлар бўйича маълумотларни топиш” <https://www.ilo.org/wesodata/>
38. Ж. Калделлис, М. Капсали, ва К. Кавадиас, (2014) «Ҳарорат ва шамол тезлигини фотоэлектрик қурилмаларининг самарадорлигига таъсири. Грециянинг ташқи ўлчовлардан олинган тажрибасим Қайта тикланадиган энергетика 66: 612-624
39. С. Као, М. Ашфақ, Б. Наз, Р. Мартинез ва М. Сале, (2016) Иқлим ўзгаришининг Федерал гидроэнергетикага таъсирини иккинчи баҳолаш. ORNL/SR-2015/357 ҳисоботи Америка Қўшма Штатлари Энергетика Департаментига топширилди. Оак Ридж миллий лабораторияси.
40. М. Хайдаров, ва Л. Герлитз (2019) «Ўзбекистондаги иқлим ўзгарувчанлиги ва ўзгариши – юқори аниқликдаги CHELSA маълумотларига асосланган таҳлил», Ўрта Осиёдаги сув тадқиқотлари журнали, doi:10.29258/CAJWR/2019-R1.v5-2/1-19.eng

41. Б. Холматжанов, П. Петров, Т. Хужаназаров, Ф. Абдикулов ва К. Танака (2020) «Ўзбекистонда ҳарорат ўзгариши ва 1961-2016 йилларда Ўрта Осиёнинг минтақавий атмосфера айланиши таҳлили». *MPDI Climate* 8(101), doi:10.3390/cli8090101
42. Э. Кжеллстрём, Ф. Боберг, М. Кастро ва бошқалар. (2010) «Кундалик ва ойлик ҳарорат ва ёғингарчилик статистикаси минтақавий иқлим моделлари учун ишлаш кўрсаткичлари сифатида». Иқлим тадқиқотлари, <https://doi.org/10.3354/cr00932>
43. Г. Клисе, В. Тидуэлл, М. Рено, Б. Мореланд, К. Землиск ва Ж. Макник (2013) Америка Қўшма Штатларининг жануби-ғарбий қисмида коммунал миқёсдаги қуёш лойиҳалари учун сувдан фойдаланиш ва таъминлаш муаммолари. Сандия ҳисоботи SAND2013-5238. Альбукерке и Ливермор: Сандия миллий лабораториялари.
44. Ҳ. Ли, Ж. Шеффилд ва Э. Вуд (2010) «Иқлим ўзгариши бўйича ҳукуматлараро экспертлар гуруҳидан ойлик ёғингарчилик ва ҳарорат майдонларини эквидистман квантиллари мослаштиришдан фойдаланган ҳолда AP4 моделлари бўйича нотўғриликлари тузатиш». Геофизика тадқиқотлари журналы, doi:10.1029/2009JD012882.
45. Қирғизистон Республикаси Иқтисодиёт ва савдо вазирлиги (2019а) 2019-2023 йилларда Қирғизистон Республикасида яшил иқтисодиётни ривожлантириш дастури. (<http://mineconom.gov.kg/ru/direct/302/335>).
46. Қирғизистон Республикаси Иқтисодиёт ва савдо вазирлиги (2019б) Қирғизистон Республикасида 2019-2023 йилларга мўлжалланган Яшил иқтисодиётни ривожлантириш дастурининг ҳаракатлар режаси. (<http://mineconom.gov.kg/ru/direct/302/335>).
47. ЭВ – Энергетика вазирлиги. Х. Х: Ўзбекистон ҳукумати.
48. ЭСРВ – Энергетика ва сув ресурслари вазирлиги. Х. Х: Тожикистон ҳукумати
49. ЭСРВ (2021) Пянж ҳавзаси учун қурғоқчиликни бошқариш режаси. Пянж ҳавзаси зонаси сув хўжалиги бошқармаси.
50. Қирғизистон Республикаси Барқарор ривожланиш миллий кенгаши (2018) Қирғизистон Республикасининг 2018-2040 йилларга мўлжалланган Миллий ривожланиш стратегияси. Бишкек: Қирғизистон Республикаси Барқарор ривожланиш миллий кенгаши. ([www.president.kg/ru/sobytiya/12774\\_utverghdena\\_nacionalnaya\\_strategiya\\_razvitiya\\_kirgizskoy\\_respubliki\\_na\\_2018\\_2040\\_godi](http://www.president.kg/ru/sobytiya/12774_utverghdena_nacionalnaya_strategiya_razvitiya_kirgizskoy_respubliki_na_2018_2040_godi)).
51. ҚТЭМЛ – Қайта тикланадиган энергия миллий лабораторияси (2022) «Энергия таҳлили: фойдали муддат» <https://www.nrel.gov/analysis/tech-footprint.html>
52. МСҚ – Миллий статистика қўмитаси ( ) Х. Х: Қирғизистон Республикаси ҳукумати
53. ОЕСД (2019) Муҳим инфратузилма барқарорлиги учун яхши бошқарув, ОЕСД томонидан хавфларни бошқариш сиёсати шарҳи. Париж, ОЕСД нашриёти.
54. С. Опиц-Степлтон, Л. Саббаг, К. Хоули, П. Тран ва П. Нгуен (2016) «Да Нанг, Вьетнамдаги иссиқлик таъсирининг иссиқлик индекси тенденциялари ва иқлим ўзгаришига таъсири». Иқлим хизматлари 2-3: 41-51, doi:10.1016/j.cliser.2016.08.001
55. С. Опиц-Степлтон (2021а) ТА-9878 РЕГ учун 24 соатлик экстремал ёғингарчилик жадаллиги ва такрорланиши таҳлили: Марказий Осиё минтақавий иқтисодий ҳамкорлик минтақасида табиий офатлар хавфини узатиш механизмини ишлаб чиқиш. Нашрдан чиқмаган маълумотлар
56. С. Опиц-Степлтон, Ф. Хан, Й. Сао, Б. Танжангсо ва Р. Надин, (2021б) Покистондаги *BRI* энергетикам инфратузилмаси: атроф-муҳит ва иқлим хавфлари ва имкониятлари. Лондон: ODI.

- 
57. С. Панат ва К. Варанаси (2022) «Қуёш панелларининг барқарор ишлаши учун сўрилган намлик ёрдамида заряд индукциясидан фойдаланган ҳолда электростатик чангни тозалаш» Илмий ютуқлар 8(10): eabm0078, doi:10.1126/sciadv.abm0078
58. Г. Петерсен, Р. Бош, Д. Дядин ва А. Каттаросси (2021а) Иқлим хавфлари ва заифликни баҳолаш (CRVA) (D1.7) Ўзбекистон учун Миллий даражадаги ҳисобот лойиҳаси. Орол денгизи ҳавзаси учун иқлимга мослашиш ва унинг оқибатларини юмшатиш дастури (CAMP4ASB). CAREC учун тайёрланган.
59. Г. Петерсен, Р. Бош, Д. Дядин ва А. Каттаросси (2021б) Иқлим хавфлари ва заифликни баҳолаш (CRVA) (D1.7) Ўзбекистон учун Миллий даражадаги ҳисобот лойиҳаси. Орол денгизи ҳавзаси учун иқлимга мослашиш ва унинг оқибатларини юмшатиш дастури (CAMP4ASB). CAREC учун тайёрланган.
60. С. Прёр, ва Р. Бартелми (2013) «Шамол энергиясининг иқлим ўзгариши ва экстремал ҳодисаларга заифлигини баҳолаш» Иқлим ўзгариши 121: 79-91
61. П. Робинсон, (2001) «Иссиқлик тўлқинининг таърифи тўғрисида» Амалий метеорология журналы 40: 762-775.
62. Ҳ. Сакал (2016) «Сирдарё ҳавзасидаги ўзбек-қирғиз сув баҳсининг гидроэлектрик нуқтаи назари», Энергетика ва дипломатия журналы, ISSN:2149-0457
63. Э. Санчес-Сиерра, Д. Гражалес ва О. Галвис (2021) Энергетика тармоғида иқлим ўзгариши хавфини баҳолашга услубий ёндашув: Колумбиядаги мавзувий тадқиқотлар. NREL/SR-7A40-77289. USAID-NREL.
64. Б. Шефли (2015) «Келажақдаги иқлим шароитида гидроэнергетика ишлаб чиқаришни лойиҳалаш: қарор қабул қилувчилар ва лойиҳачилар учун иқлим ўзгариши таъсирини баҳолашни шарҳлаш ва лойиҳалаш учун қўлланма» WIREs Water 2(4): 271-289
65. Т. Шоне, З. Зубович, С. Зеч, Ж. Иллинггер ва Ж. Лаутержунг (2019) «Марказий Осиёда сув ресурсларининг жойида ва масофавий мониторинги – Марказий Осиё сув (CAWa) тармоғи» Ландшафт тадқиқотларининг ҳозирги тенденциялари. *Ландшафт тадқиқотларидаги инновациялар* [Л. Мюллер, ва бошқалар (таҳрирлар)], Спрингер
66. С. Сеневираатне, Х. Чжан, М. Аднан, В. Бади ва С. Зейшлер (2021) «11-боб: Ўзгарувчан иқлим шароитида об-ҳаво ва иқлимнинг экстремал ҳодисалари» 2021-йилда иқлим ўзгариши: Жисмоний илмий асос. Биринчи ишчи гуруҳи Иқлим ўзгариши бўйича ҳукуматлараро экспертлар гуруҳининг олтинчи баҳолаш ҳисоботида қўшган ҳиссаси. [В. Массон-Делмотте ва бошқалар (таҳрирлар)], Кембриж ва Нью-Йорк: Кембриж университети нашриёти.
67. Д. Шин, С. Бушан, П. Монтесано, Д. Роунсе, А. Арентт ва Б. Османоглу (2020) «Юқори тоғли Осиё музликлари массаси мувозанатини тизимли, минтақавий баҳолаш» Ер фанидаги чегаралар 7: 363
68. Т. Сиегфриед, Т. Бернауер, Р. Гуиеннет, С. Селларс ва А. Яковлев (2012) «Иқлим ўзгариши Марказий Осиёда сув таъсирини кучайтирадимиз» Иқлим ўзгариши 112: 881-899, doi:10.1007/s10584-011-0253-z
69. К. Солаун ва Э. Серда (2020) «Иқлим ўзгаришининг шамол энергиясига таъсири – Испаниядаги тўрт шамол фермаси» Қайта тикланадиган энергия 145: 1306-1316
70. П. Спат, М. Манн ва Д. Керр (1999) Кўмир ёқилғисида қувват ишлаб чиқаришнинг ҳаёт айланишини баҳолаш. NREL/TP-570-25119, Golden: NREL, АҚШ Энергетика вазирлиги.

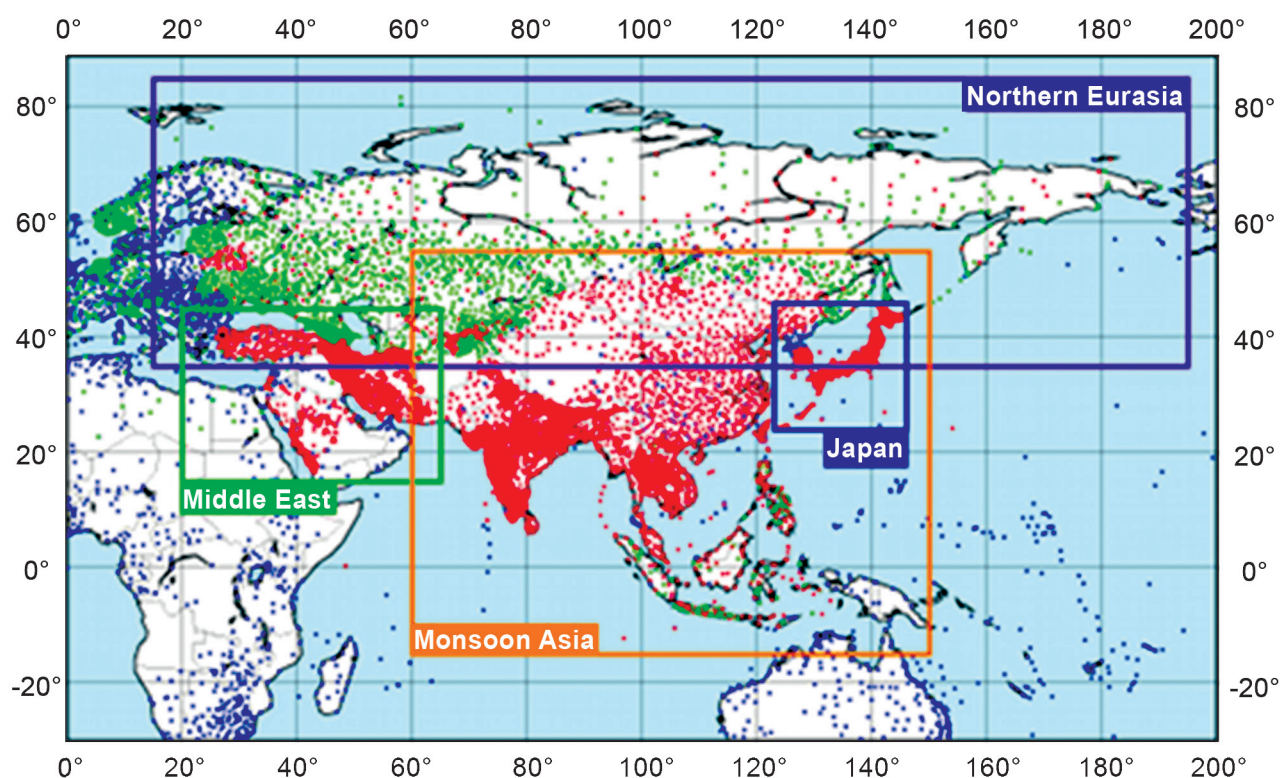
- 
71. Б. Страусс, П. Ортон, К. Биттерманн, М. Бучанан ва С. Виноградов (2021) «Антропоген иқлим ўзгариши натижасида денгиз сатҳининг кўтарилиши билан боғлиқ бўлган «Сенди» довулининг иқтисодий зарари». Табиат билан алоқалар 12: 2720.
72. TA-9878 REG: Марказий Осиё Минтақавий иқтисодий ҳамкорлик ҳудудида табиий офатлар хавфини узатиш механизмини ишлаб чиқиш (2021a) Мамлакат хавфи профили: Ўзбекистон, ОТБ ва CAREC
73. TA-9878 REG (2021b) Давлат хавфлар профили: Тожикистон, ОТБ ва CAREC
74. TA-9878 REG (2021c) Давлат хавфлар профили: Қирғизистон, ОТБ ва CAREC
75. А. Умирбеков, М. Пена-Гуерреро ва Д. Мюллер (2022) Марказий Осиё тоғлари бўйлаб иқлимий телеалоқаларнинг минтақавийлашуви мавсумий ёғингарчиликларни башорат қилиш имкониятини яхшилайти Атроф-муҳит бўйича тадқиқот хатлари 17: 055002, doi:10.1088/1748-9326/ac6229
76. Э. Винокуров, А. Охунбоев, Н. Усмонов, Т. Цукарев, Т. Сарсембеков (2021) Марказий Осиё сув ва энергетика комплексига инвестициялар. Ҳисоботлар ва ишчи ҳужжатлар 21/3. Олмаота, Москва: Евроосиё тараққиёт банки.
77. ЖБ – Жаҳон банки (2020) Тожикистон: Тожикистон энергия йўқотишларини камайтириш лойиҳаси. Мустақил баҳолаш гуруҳи, Лойиҳа самарадорлигини баҳолаш ҳисоботи 151202. Вашингтон, Жаҳон банки.
78. А. Ятагаи, К. Камигучи, О. Аракава, Ҳ. Атсуши, Н. Ясутоми ва А. Китоҳ (2012) APHRO-DITE: Зичлик асосида Осиё учун узоқ муддатли кунлик ёғингарчилик маълумотлар тўпламини қуриш. BAMS, doi:10.1175/BAMS-D-11-00122.1

# 1-илова Услубият

Қирғизистон Республикаси, Тожикистон ва Ўзбекистондаги об-ҳаво станциялари зичлигини пастлиги ва ўзгарувчан маълумотларни рўйхатга олиш сабабли тарихий иқлим кузатувлари чекланган; 1990-йилларда баъзи постсовет давридаги мамлакатларда маълумотларнинг мавжудлиги янада пасайди. Помир ва Тянь-Шанда ҳавза даражасида ёғингарчилик ва ҳарорат тенденцияларини аниқлашда станция зичлигининг пастлиги айниқса муаммоли, чунки маҳаллий иқлим шароити ва тенденциялари баландлик, шамол ёки тоғда жойлашишига қараб катта фарқ қилиши мумкин.

Топография ёғингарчилик қачон ва қандай содир бўлишига таъсир қилади. Турли баландликлардаги ҳарорат фарқлари билан биргаликда, бу уч мамлакат ўзгарувчан дунёда ўз иқтисодларини қайта қураётгани сабабли энергетика инфратузилмаси ва сув хавфсизлиги учун хавф туғдириши мумкин бўлган хавф турларига таъсир қилади. Юқори баландликларда ёмғир сув тошқини ва пасттекистикдаги дарёлар бўйлаб сел келишига олиб келиши мумкин. Тоғ музликлари ва қор майдонларида қорнинг тўпланиши ва сув захиралари сув таъминоти ва сув омборларини бошқариш, шу жумладан гидроэнергетика, сув тошқинларини бошқариш ва суғориш учун муҳим аҳамиятга эга.

## 10-РАСМ. АФРОДИТЕ ОБ-ҲАВО СТАНЦИЯЛАРИ



Ёғингарчилик ва ҳароратнинг мавсумий асосда қандай ўзгаришини ва кучли ёғингарчилик, иссиқлик тўлқини ёки қурғоқчилик каби экстремал ҳодисаларнинг жадаллиги ва такрорланишини прогноз қилиш учун етарли тарихий иқлим маълумотлари талаб қилинади. Станция маълумотларидаги камчиликларни ҳисобга олган ҳолда, ушбу лойиҳада географик боғланиш билан тарихий иқлим маълумотлари – APHRODITE маълумотлар тўплами ишлатилган.

APHRODITE – Муссонли Осиё, Марказий ва Шарқий Осиё, Яқин Шарқ ва Россиянинг айрим қисмларини  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  ёки тадқиқот кенгликларида ҳар бир тармоққа тахминан 50-60 км масофада қамраб олувчи 50+ йиллик тармоқли кундалик маълумотлар тўплами доменидир. APHRODITE маълумотлар тўплами Осиё учун ягона узоқ муддатли (1951 йилдан бери) юқори аниқликдаги ёғингарчилик ва ҳарорат маълумотлар тўплами бўлиб қолмоқда. У миллий маълумотларни таъминлаш агентликлари билан ҳамкорликдаги келишувлар туфайли мавжуд бўлган бошқа ҳар қандай тармоқли иқлим маълумотлар тўпламининг қитъаси учун энг кўп ҳақиқий станцияларни ўз ичига олади.

Тожикистонни ўз ичига олган Муссон Осиё домени учун маълумотлар тўплами 1951-2015-йилларни қамраб олади. Лойиҳанинг бошқа барча мамлакатлари учун APHRODITE маълумотлари 1951-2007 йиллар учун мавжуд. Бу кўп мамлакатли тадқиқот бўлгани учун 1971-2000 йиллардаги ёғингарчилик маълумотлари учун асосий тарихий давр қўлланилади. Мамлакат тадқиқотлари шуни кўрсатадики, бу даврда иқлим ўзгариши юзасидан хабар аллақачон аниқланган бўлса-да, аммо исиш тезлиги 2000 йилдан бери тезлашди. Ушбу базавий чизиқдан фойдаланиш тезлаштирилган хабарнинг иқлим прогнозларини нотўғрилигини тузатишга таъсирини камайтиради.

Марказий Осиёга хос юқори аниқликдаги GRIDланган кунлик минимал ва максимал 2 метрлик ҳаво ҳарорати маълумотлар тўплами унчалик осон мавжуд эмас. Кўпгина глобал иқлим моделлаштириш ташаббусларида моделни текшириш учун  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ . ERA-Оралик (Ди ва бошқалар, 2011) ёки  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  CRU (Ҳаррис ва бошқалар, 2020) қўлланилади. ERA-Оралик ва унинг ворислари глобал қайта таҳлил маълумотлари маҳсулотларидир. Иқлимни моделлаштириш ташаббусларида қўлланиладиган ERA-Оралик маълумотларининг одатий базавий даври 1981-2005 йиллардир ва биз ҳарорат маълумотлари учун ушбу базавий чизиқдан фойдаландик.

APHRODITE ва ERA-Оралик маълумотлар тўпламини станция маълумотларига нисбатан тўғри тузатиш идеал бўлар эди. Бироқ, ушбу тадқиқот учун бор-йўғи уч ой вақт ажратилган ва миллий гидрометеорология агентликларининг маълумотларини олиш ва уларни қайта ишлаш учун вақт етарли эмас эди.

Иқлим ўзгаришининг ёғингарчилик ва ҳароратга таъсирини ўрганиш учун CORDEX Марказий Осиё доменидаги минтақавий иқлим модели – глобал иқлим модели (МИМ-ГИМ) дан фойдаланилди. CORDEX – Жаҳон Метеорология Ташкилотининг ташаббуси бўлиб, CMIP5 ёки CMIP6 глобал иқлим моделларининг 100 дан 500 км гача юқори аниқликдаги прогнозларни таъминлаш учун минтақавий иқлим моделлаштириш ва статистик даунскейлингни бирлаштиради. RCMларнинг GCMларга нисбатан қўшимча афзалликлари минтақавий миқёсдаги таъсирини яхшироқ ифодалаш ҳамда иқлим хавф-хатарлари ва уларга мослашишни баҳолаш ва режалаштиришда фойдаланиш учун кўпроқ мос келадиган аниқликга эга прогнозларини ўз ичига олади (Жиоржи ва бошқалар, 2009).

Иккита RCP (2.6 ва 4.5) ишлатилган. RCP4.5 – оралик ташламалар сценарийси; бу моҳиятан одатдагидек сценарий бўлиб, тахминан 2100 йилда SSP2-4.5 га тўғри келади. RCP2.6 камроқ ташламалар сценарийси бўлиб, тахминан 2100 йилда SSP1-2,6 га тўғри келади; бу глобал ҳароратнинг  $2,0^\circ\text{C}$  дан паст бўлишини ва 2050 йилдан кейин ташламаларнинг камайишини англатади. Биз глобал исиш Париж битими

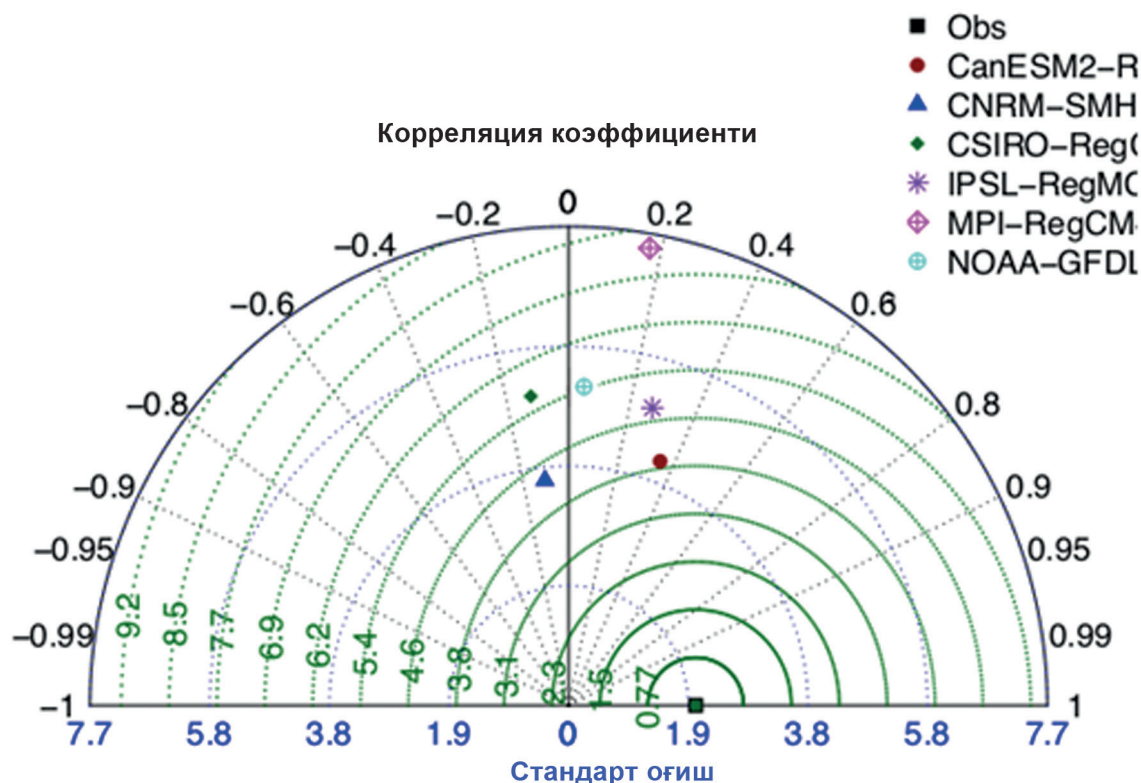


мақсадларига яқинлашган тақдирда ҳам инфратузилма учун потенциал хавфларни кўрсатиш учун RCP8,5 ни ўрнига RCP2.6 ни танладик.

RSMлар маҳаллийлаштирилган иқлим хусусиятларини GSMларга қараганда анча яхши тақлид қила олсалар ҳам, улар кўпинча сезиларли четга чиқишга эга – йилнинг нотўғри вақтларида ёки жойларда жуда кўп/оз ёғингарчилик; жуда иссиқ ёки жуда совуқ ва ҳоказо. Тарихий моделлардаги ёғингарчилик хатолар экстремал ёғингарчиликнинг кўрсаткичлари учун жуда катта бўлиши мумкин (Кжеллстром ва бошқалар, 2010); бу ноаниқликлар келажақдаги прогнозларга ўтказилиши ва ҳатто янада кучайтирилиши мумкин (қуйидаги Тейлор диаграммаси Покистоннинг муссон минтақаси учун асосий ноаниқликларни умумлаштиради). Ушбу силжишлар туфайли, RCM прогнози маълумотларидан тўғридан-тўғри иқлим ўзгариши таъсирини баҳолаш тадқиқотлари учун (Кристенсен ва бошқалар, 2008), масалан, келажақдаги сув тошқини моделини баҳолаш учун фойдаланиш тавсия этилмайди. Фойдаланишдан олдин RCM маълумотлари тузатилиши керак.

## 11-РАСМ. ТЕЙЛОР ДИАГРАММАСИ

Тейлорнинг муссон ёғингарчиликлар диаграммаси: 1961-2005 й.



Расм: CORDEX Жанубий Осиё моделларининг тарихий даврдаги ишлашгани APHRODITE кузатувлари билан Покистоннинг шимолий-марказий ҳудудларида ўртача кунлик ёғингарчилик миқдорини таққослайдиган Тейлор диаграммаси [30.625-37.12N ва 69.125-75.625E]. Олти модел 1961-2005 йиллар давомида июл-сентябр ойларида кузатилган кунлик ёғингарчилик билан паст корреляцияга эга. Моделларнинг марказлаштирилган ўртача квадратик (RMS) хатоси катта бўлиб, намлик мойилликни ~3,8 дан 7,5 мм/кунгача кўрсатади. Барча моделлар стандарт оғишларни ҳам ошириб юборади, иккитаси (CanESM2-RegCM4 and CNRM-SMH-RC4A) стандарт оғишни деярли икки баравар оширади; бошқа барча моделлар бу статистикада янада ёмонроқ ишлайди.

Манба: RA-7989-REG учун муаллиф таҳлили.

Хатоларни тузатишнинг бир қатор усуллари мавжуд. Ушбу тадқиқот учун биз квантли хариталаш усулидан фойдаландик. Квантил хариталаш кузатилган тарихий маълумотларнинг тақсимланишини моделлаштирилган тарихий симуляциялар билан таққослайдиган узатиш функциясини ишлаб чиқишни ва моделлаштирилган ўзгарувчининг тақсимланишини тарихий тақсимотга мос келадиган тарзда ўзгартиришни ўз ичига олади (Досио ва Парауоло, 2011). Ўтказиш функцияси одатда қуйидагича тавсифланади (Гудмундссон ва бошқ, 2012):

$$P_o = F_o^{-1}(F_m(P_m))$$

Бу ерда  $P_o$  – кузатилган ўзгарувчи,  $P_m$  – моделлаштирилган ўзгарувчи,  $F_m$  – моделлаштирилган ўзгарувчининг кумулятив тақсимлаш функцияси,  $F_o^{-1}$  – кузатилган ўзгарувчининг тескари кумулятив тақсимлаш функцияси.

Кейинчалик бу узатиш функцияси моделнинг келажакдаги башоратларига қўлланилади (Ли ва бошқалар, 2010). Бироқ, RCM ўзгаришлари стационар бўлмаслиги мумкин. Яъни, тарихий давр ўзгаришлари келажакда айнан бир хил бўлмаслиги мумкин. Шу билан бирга, келажакда иқлим ўзгаришининг ҳақиқий сигнали ўзгарувчининг кумулятив тақсимлаш функциясини ўзгартириши мумкин. Квантил делтани хариталаш усули тарихий даврдан четланишларни тўғрилайди, шу билан бирга квантил ўзгарувчиларда башорат қилинган келажакдаги нисбий ўзгаришларни сақлайди (Кэннон ва бошқалар, 2015). Ушбу усулда нисбий ўзгариш қуйидагича топилади:

$$\Delta mt = \frac{x_{m,p}(t)}{F_{m,h}^{-1}(F_{m,p}^{(t)}(x_{m,p}(t)))}$$

бу ерда  $p$  сатр остидаги индекс ( $t$ ) вақтдаги прогнознинг келажакдаги қийматини англатади ва  $h$  сатр остидаги индекс моделлаштирилган тарихий симуляцияларни билдиради. Сўнгра хатога созланган келажакдаги прогнозлар нисбий ўзгариш функциясини тарихий хатолик билан тузатилган моделлаштирилган қийматга кўпайтириш йўли билан топилади:

$$\hat{x}_{m,p}(t) = \widehat{x_{o,m,h,p}}(t) \Delta_m(t)$$

CORDEX ёғингарчилик прогнозлари 2050-йиллар (2036-2065) оралиғида шароитлар қандай ўзгаришини таҳлил қилишдан олдин APHRODITE маълумотлари асосида ўзгартирилди. 2050-йиллар учун (2041 ва 2065 йиллар оралиғида) CORDEX кунлик максимал ва минимал ҳароратлари ERA оралиқ маълумотлари асосида ўзгартирилди.

Кейинчалик RCP2.6 ва RCP4.5 га мувофиқ йиллик ва мавсумий ўзгаришларни ўрганиш учун ўртача тузатилган кўп модели прогноз ишлатилган ва кучли ёмғир ҳодисалари ҳамда иссиқлик тўлқинлари қандай ўзгариши мумкинлиги таҳлил қилинган. Тарихий тенденция таҳлиллари ММПлар, мамлакатларда хавфларни баҳолаш ва илмий адабиётлар билан таққосланди. Башоратлар таҳлили, шунингдек, бир нечта манбалар асосида триангуляция қилинган.



