



Ҳисобот

# Идоракунии хатари иқлим барои ҳифзи ҳадафҳои расидан ба энергияи ҳолиси сифр (масрафи ҳолиси сифр)

Имкониятҳои гузариш ба энергияи ҳолиси сифр  
дар Қирғизистон, Тоҷикистон ва Ўзбекистон

Сара Опиц-Степлтон, Олена Бородина, Илайда Ниҷар, Викрант Панвар  
ва Ребекка Надин ҳамроҳ бо Фарух Қосимов, Сардор Кошназаров ва  
Азамат Усубалиев

Август 2022



Инъикори масъулият: Ҳисоботи мазкур дар чаҳорҷӯби Амалҳои сиёсати амнияти иқлимӣ дар Осиёи Миёна, Марҳилаи II таҳия шудааст, ки аз ҷониби Идораи Иттиҳод ва Рушд (FCDO) маблағгузорӣ карда мешавад. Андешаҳои изҳоршуда, сиёсати расмии FCDO ё Барномаи Рушди Созмони Милали Муттаҳидро (UNDP) ҳатман инъикос намеkunанд. Харитаҳои, ки дар таркиби он оварда шудаанд, барои тасдиқи сарҳадҳои мушаххас дар сатҳи зермиллӣ, миллӣ ё минтақавӣ аз ҷониби ODI ё БРСММ пешбинӣ нашудаанд.

Ҳонандагон барои дар нашрияҳои худ дубора истифода бурдани маводи дар ин ҳисобот оварда шударо, ба шарте, ки онҳо бо мақсади тиҷоратӣ истифода бурда намешаванд, ҳавасманд карда мешаванд. ODI тасдиқи зарурӣ ва нусхаи маводи барои нашрро дархост мекунад. Барои истифодаи маҷозӣ, мо аз хонандагон хоҳиш мекунем, ки ба манбаи асли дар вебсайти ODI пайваст гарданд. Андешаҳои дар ин мақола овардашуда назари шахсии муаллиф(ҳо) мебошанд ва нуқтаи назари ODI ё шарикони моро ҳатман ифода намеkunанд.

Ин кор тибқи иҷозатномаи CC BY-NC-ND 4.0 амалӣ мегардад.

Тарзи иқтибосоварӣ: Опиц-Степлтон, С., Бородина, О., Ниджар, И., Панвар, В. ва Надин, Р. (2022) Идоракунии хатарҳои иқлимӣ барои ҳифзи ҳадафҳои энергияи ҳолиси сифр: Имкониятҳои гузариш дар Қирғизистон, Тоҷикистон ва Узбекистон. Гузориш. Лондон: ODI ([www.odi.org](http://www.odi.org))

# Изҳори сипос

Муаллифон, ба Фарух Қосимов, Сардор Қошназаров ва Азамат Усубалиев барои таҳқиқ ва пешниҳоди маълумоти заминавӣ оиди тавлиди нерӯи барқ, талабот ва тамоюлҳои Қирғизистон, Тоҷикистон ва Ўзбекистон изҳори сипос менамояд. Онҳо инчунин дар бораи иқлими босуръат тағйирёбанда, идоракунии хатари офатҳои табиӣ ва ҳадафҳои сиёсати энергетикаӣ сабзи се кишвар маълумот пешниҳод намудаанд. Муаллифон инчунин ба БРСММ ва аъзоёни агентҳои миллии гидрометеорология барои шарҳу мулоҳизаҳои оид ба лоиҳаи қаблӣ изҳори сипос мекунанд; мо инчунин ба Пол Сайерс (Сайерс ва Шарикон) барои баррасӣ миннатдорӣ баён мекунем. Green Ink таҳрири нусхабардорӣ ва тарҳрезии нашрҳо таъмин намуд.

## Оиди муаллифон

### Сара Оптиз-Стаплетон

Ассотсиатсияи тадқиқотӣ бо барномаи глобалии хатарҳо ва устувории ODI. Олими иқлим ва гидролог аз рӯи омӯзиш, вай дар мақтаи ҳадамоти иқлим ва идоракунии танзимии хатари офатҳои табиӣ, аз ҷумла мутобикшавии иқлим ва гузариши ками карбон фаъолият мебарад. Манфиатҳои ӯ аз ҳамкорӣ бо Ҳукуматҳои барои беҳтар фаҳмидани иқлими ба ҳам алоқаманд, пай дар пай ва фаромарзӣ, хатарҳои экологӣ ва геополитикӣ ва тарзи идоракунии онҳо барои ҳифзи сармоягузорӣ иборат аст. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4710-6692>

### Олёна Бородина

Таҳлилгари хатарҳои гузариш дар Барномаи глобалии хатарҳо ва устувории ODI. Таҳлилгари хатарҳои геополитикӣ аз рӯи омӯзиш, вай бо марказҳои таҳлилӣ ва дар баҳши корпоративӣ фаъолият намудааст. Майлу рақбати ӯ аз хатарҳои гузариши геополитикӣ ва камкарбон, идоракунии хатарҳои иҷтимоӣ ва сиёсии сармоягузорӣ дар кишварҳои рӯ ба тараққӣ ва ҳамчунон геостратегияи Чин иборатанд.

### Илайда Ничҳар

Таҳлилгари барномаи глобалии хатарҳо ва устувории ODI. Таҳлилгари хатарҳои сиёсӣ аз рӯи омӯзиш, вай ба тамоюлҳои геополитикӣ ва оқибатҳои барои бахшҳои энергетика дар минтақаҳои Баҳри Хазар ва Осиёи Миёна нигаронида шудаанд.

### Викрант Панвар

Муҳаққиқи калон бо барномаи глобалии хатарҳо ва устувории ODI. Иқтисодшиноси таҳассусии таъсири офатҳои макрофискалӣ, ӯ дар атрофи иқлими фискалӣ (молиявӣ) ва таъсири офатҳои табиӣ дар сатҳи соҳибхотиёр ва зер-соҳибхотиёр тадқиқот мебарад.

### Ребекка Надин

Директори барномаи глобалии хатарҳо ва устувории ODI ва роҳбари ташаббуси ODI Global China 2049. Вай як гурӯҳи таҳлилгарон ва коршиносони сиёсатшиносро идора мекунанд, ки хатарҳои дар натиҷаи ҷолишҳои муштараки глобалӣ ба мисли тағйирёбии иқлим, ҷинойтҳои фаромиллӣ ва ноустувории геополитикӣ ба вучуд меоянд, меомӯзанд.

# Мундарица

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Далелу хулосаҳои асосӣ.....                                                            | 7  |
| 1 Муқаддима.....                                                                       | 10 |
| 1.1 Шарҳ.....                                                                          | 10 |
| Эзоҳи 1 Таърифи хатари иқлимӣ.....                                                     | 11 |
| 1.2 Санҷиши пешакии хатар.....                                                         | 11 |
| 2 Сенарияҳо: тамоюлҳои иқлим ва пешгӯиҳо барои солҳои 2050-ум.....                     | 13 |
| 2.1 Шарҳи методологӣ.....                                                              | 13 |
| 2.2 Тамоюлҳо ва мушоҳидаҳои собиқа: боришот, ҳарорат, басомад ва обшавии пирияхҳо..... | 15 |
| 2.3 Сенарияҳо: пешгӯиҳои тағирёбии иқлим барои солҳои 2050-ум.....                     | 17 |
| 2.3.1 Пешгӯиҳо барои боришот ва ҳарорати миёнаи солона ва мавсимӣ.....                 | 17 |
| 2.3.2 Тағйироти пешбинишуда дар басомад ва шиддати ҳодисаҳои фавқуллодда.....          | 23 |
| 3 Баррасии хатари иқлим: таъсир, осебпазирӣ ва хатарҳо.....                            | 26 |
| 3.1 Таъсир.....                                                                        | 26 |
| 3.1.1 Тавлид ва интиқоли таърихӣ.....                                                  | 26 |
| 3.1.2 Таъсирҳои оянда.....                                                             | 27 |
| 3.2 Ҳассосият ва иқтидорҳо.....                                                        | 29 |
| 3.2.1 Ҳассосиятҳо: афзоиши талабот, маҳдудияти умумии амалиётӣ.....                    | 29 |
| 3.2.2 Иқтидорҳо: сиёсати ҷорӣ идоракунии хавфҳо.....                                   | 32 |
| 3.3 Баррасии пешакии хатар: хатарҳои тағирёбии иқлим ба инфрасохтори энергетикӣ.....   | 34 |
| 4 Тавсияҳо: Имкониятҳо тавассути таҷрибаи хуби идоракунии хавфҳо.....                  | 37 |
| 4.1 Тавсияи 1.....                                                                     | 39 |
| 4.2 Тавсияи 2.....                                                                     | 39 |
| 4.3 Тавсияи 3.....                                                                     | 41 |
| 4.4 Тавсияи 4.....                                                                     | 41 |
| 4.5 Тавсияи 5.....                                                                     | 42 |
| 4.6 Тавсияи 6.....                                                                     | 43 |
| 4.7 Тавсияи 7.....                                                                     | 43 |
| Иқтибосҳо.....                                                                         | 44 |
| Замимаи 1 Методология.....                                                             | 49 |

## Руйхати расмҳо

|         |                                                  |    |
|---------|--------------------------------------------------|----|
| Расми 1 | Типологияи хатари ситемаи энергетикӣ.....        | 12 |
| Расми 2 | Боришоти миёнаи солона ва мавсимӣ 1971–2000..... | 15 |

|          |                                                                                            |    |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Расми 3  | Ҳарорати миёнаи солона ва мавсимии ҳадди аксар ва ҳадди ақал 1981–2005 .....               | 17 |
| Расми 4  | Тағйирёбии фоизи пешбинишудаи боришоти солона ва мавсимӣ 2036–2065 .....                   | 19 |
| Расми 5  | Аномалияҳои миёнаи пешбинишуда дар ҳарорати ҳадди аксари солона ва мавсимӣ 2041–2065 ..... | 20 |
| Расми 6  | Аномалияҳои пешбинишуда дар ҳарорати ҳадди аксари солона ва мавсимӣ 2041–2065 .....        | 21 |
| Расми 7  | Талафоти тавозуни вазни пирахҳо 2000–2018 .....                                            | 22 |
| Расми 8  | Июль-сентябрь - рузҳои гармии шадид .....                                                  | 24 |
| Расми 9  | Инфрасохтори асосии мавҷудаи энергетикӣ, 2017 .....                                        | 26 |
| Расми 10 | Стансияҳои обу-ҳавосанҷии «АФРОДИТ» .....                                                  | 50 |
| Расми 11 | Диаграммаи Тейлор .....                                                                    | 51 |

### **Рӯйхати ҷадвалҳо**

|           |                                                                |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------|----|
| Ҷадвали 1 | Маҷмӯаи моделҳои CORDEX, ки дар омӯзиш истифода мешаванд ..... | 14 |
| Ҷадвали 2 | Тағйирёбии басомади ҳаррӯза ва шадиднокии боришот .....        | 25 |
| Ҷадвали 3 | Тамоюли истифодаи неруи барқ .....                             | 29 |
| Ҷадвали 4 | Пешгӯиҳои талабот ба нерӯи барқ .....                          | 30 |
| Ҷадвали 5 | Хатарҳои мустақими иқлимӣ ба системаҳои энергетикӣ .....       | 35 |

# Ихтисорот

|                                      |                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>БОР/ADB</b>                       | Asian Development Bank ( <b>Бонки Осиёи Рушд</b> ) <b>АФРОДИТ/</b>                                                                                                                  |
| <b>APHRODITE</b>                     | Asian Precipitation – Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation ( <b>Боришот дар Осиё - Додаҳои мушоҳидавии баландсифат; Интегратсия дар самти арзёбӣ</b> ) |
| <b>CASA-1000</b>                     | Central Asia–South Asia Power Transmission and Trade Project ( <b>Лоиҳаи интиқоли барқ ва тиҷорати Осиёи Миёна – Осиёи Ҷанубӣ</b> )                                                 |
| <b>ЛММҶ/CMIP</b>                     | Coupled Model Intercomparison Project ( <b>Лоиҳаи муқоисаи модели ҷуфтшуда</b> )                                                                                                    |
| <b>ТМҲХНМ/CORDEX</b>                 | Coordinated Regional Downscaling Experiment ( <b>Таҷрибаи минтақавии ҳамоҳангшудаи хурд намудани миқёс</b> )                                                                        |
| <b>МГУ/GCM</b>                       | General Circulation Model ( <b>Модели гардиши умумӣ</b> )                                                                                                                           |
| <b>НБО/HPP</b>                       | Hydropower plant ( <b>Неругоҳи барқи обӣ</b> )                                                                                                                                      |
| <b>ҲБТИ/IPCC</b>                     | Intergovernmental Panel on Climate Change ( <b>Ҳайати байниҳукумати оид ба тағирёбии иқлим</b> )                                                                                    |
| <b>ФЭ/PV</b>                         | Photovoltaic ( <b>Фотоэлектрикӣ</b> )                                                                                                                                               |
| <b>МИМ/RCM</b>                       | Regional Climate Model ( <b>МИМ - Модели иқлими минтақавӣ</b> )                                                                                                                     |
| <b>РНТ/RCP</b>                       | Representative concentration pathway ( <b>РНТ - Роҳи намояндагии тамаркуз</b> )                                                                                                     |
| <b>ҲҲАқал/<math>T_{\max}</math></b>  | Daily maximum temperatures ( <b>Ҳарорати ҳадди аксари якрӯза</b> )                                                                                                                  |
| <b>ҲҲАксар/<math>T_{\min}</math></b> | Daily minimum temperatures ( <b>Ҳарорати ҳадди ақали якруза</b> )                                                                                                                   |
| <b>НБГ/НБГ</b>                       | Thermal power plant ( <b>Нерӯгоҳи барқи гармидиҳӣ</b> )                                                                                                                             |
| <b>БРСММ/UNDP</b>                    | United Nations Development Programme ( <b>Барномаи Рушди Созмони Милалли Муттаҳид</b> )                                                                                             |

# Далелу хулосаҳои асосӣ

Тадқиқоти мазкур санчиши пешакии хатарҳои минтақавии тағйирёбии иқлим ба инфрасохтори тавлид, интиқол ва тақсимои нерӯи барқ дар Ҷумҳурии Қирғизистон, Тоҷикистон ва Ўзбекистон мебошад. Ҳар се кишвар концепсияҳои энергияи сабزو таҳия кардаанд ва портфелҳои энергияи барқароршаванда, аз ҷумла лоиҳаҳои хурд ва миқёси коммуналӣ, аз ҳисоби маблағгузорию омехтаи Бонкҳои рушд, Фонди Иқлими Сабз ва сармоягузорию хусусӣ амалӣ карда мешаванд.

Дар ҳоле, ки тавсеаи энергияи барқароршаванда ва гузариш ба иқтисоди холиси сифр карбон барои пешгирии тағйирёбии фалокатбори иқлим зарур аст, чунин сармоягузорию ба инфрасохтори энергияи барқароршаванда бояд ба як қатор таҳдидҳои зудтағйирёбанда аз лиҳози тағйирёбии иқлим, таназзули муҳити зист ва киберҳамлаҳо устувор бошад. Системаҳои энергетикӣ камкарбон низ бояд ба имкониятҳои гуногунсозии иқтисод ва технологияҳои нав, аз қабилҳои истифодаи васеъи машинҳои барқӣ мувофиқат кунанд. Бо вучуди ин, банақшагирии дарозмуддати тағйирёбии иқлим, барои бисёре аз сиёсатмадорон ва ширкатҳои энергетикӣ дар саросари ҷаҳон муҳим аст. Инфрасохтори энергетикӣ як сармоягузорию назаррас аст, ки мӯҳлати пешбинишудаи энергияи офтобӣ аз 25 то 40 сол ва нерӯгоҳҳои обӣ тақрибан 80 солро ташкил медиҳад. Хавфи иқлим метавонад на танҳо ба як қисмати мушаххаси инфрасохтор таъсир расонад, балки ба тамоми системаи энергетикӣ ва ҳам экосистемаҳо таъсири пай дар пайро ба вучуд орад.

Тадқиқоти мазкур бо мақсади баррасии пешакии хатар дар асоси таҳлили пешгӯиҳои баландсифати модели минтақавии иқлим аз Таҷрибаи минтақавии Ҷамоҳангшудаи хурд намудани миқёс (ТМҲХНМ) –CAREC дар якҷоягӣ бо баррасии нақшаҳои миллии идоракунии иқлим, хатари офатҳо ва адабиёт оид ба хатарҳои тағйирёбии иқлим барои инфрасохтори энергетикӣ ташаккул ёфтааст. Моделҳои минтақавии ТМҲХНМ ба маҷмӯи моделҳои байналмилалӣ иқлим ишора мекунанд, ки барои Арзёбии шашуми Ҳайати байниҳукуматӣ оид ба тағйирёбии иқлим (ҲБТИ) истифода шудаанд. Аммо онҳо то ҳол ба ҳисобҳои миллии Қирғизистон, Тоҷикистон ва Ўзбекистон шомил нашудаанд. Истифодаи ин моделҳо маҷмӯи моделҳоро барои омӯхтани хатарҳои иқлимӣ инфрасохтори маҳаллӣ васеъ мегардонанд.

Таъсири тағйирёбии иқлим дар ҳар се кишваре, ки дар ин таҳқиқот фаро гирифта шудаанд, аллакай эҳсос мешавад. Дар тӯли чанд даҳсолаи охир, афзоиши айён ва аз ҷиҳати омӯрӣ назаррас дар ҳароратҳои ҳадди аксару ҳадди ақал дар ҳар се кишвар ва дар аксари баландиҳо мушоҳида кардан мумкин аст. Пешгӯиҳои ТМҲХНМ барои солҳои 2050-ум (2036-2065) афзоиши эҳтимолии ҳарорати миёнаи ҳадди аксари солоноро аз 1,8°C то 2,2°C дар аксари минтақаҳо мувофиқи роҳи намояндагии тамаркуз (РНТ)2.6 ва 4.5 бо афзоиши то 4,0°C дар Помир-Олой ва Помири Шарқӣ дар Тоҷикистон ба инобат мегирад. Баландшавии миёнаи солонии ҳадди ақали ҳарорат дар Помир, Помир-Олой ва қисматҳои Тиён-Шон низ дар зери РНТ2.6 то 3,1°C ва дар РНТ4.5 то 3,6°C бештар ба мушоҳида мерасад. То солҳои 2050-ум, тибқи РНТ2.6, қисми зиёди вилояти Бухоро ва қитъае, ки аз ҷануби Навой

ба самти шарқи Ўзбекистон тўл мекашад, 60+ рўзро фаро мегирад, ки ҳарорати ҳадди аксари шабонарӯзӣ аз 33°C зиёд мешавад; тибқи РНТ4.5, беш аз нисфи қаламрави Ўзбекистон ба гармои шадид дучор хоҳад гашт.

Тағйирёбии фазой дар тағйироти пешбинишудаи боришот дар РНТ2.6 ва РНТ4.5 назаррас буда, дар баъзе минтақаҳо афзоиш ва дар дигари онҳо коҳиш меёбад. Басомад ва шиддати ҳаводиси боришоти шадиди ҳаррӯза афзоиш меёбад ва боришоти 24-соата, ки дар 100 сол як маротиба ба вучуд меомад, ба як ҳодиса дар 20 сол тағйир хоҳад ёфт. Гармшавӣ ва тағйирёбии эҳтимолии боришот ба пиряхҳо ва маҷрои дарёҳо аллакай таъсири худро расонидааст ва дар оянда ин омил идома хоҳад ёфт. Вобаста ба андозаи пиряхҳо, баландӣ ва ҷойгиршавии он дар робита бо суръати афзоиш/коҳиш ёфтани гармшавӣ, баъзе ҳавзаҳои обӣ метавонанд ба нуқтаҳои критикӣ расанд, ки пиряхҳо ва қабати барфӣ дигар наметавонанд ба ҷараёни асосӣ ва пурраи маҷроҳои дарёҳо саҳми назаррас гузорад. Дар ҳавзаи Норини Калон расидан ба нуқтаи критикӣ дар солҳои 2040 пешбинӣ гардидааст; дар Норини Хурд бошад, он аллакай расидааст. Он дар навбати худ ба гидроэнергетика ва идоракунии системаҳои энергетикӣ таъсир мерасонад.

Нерӯгоҳҳои нави барқи офтобӣ, шамолий ва обӣ дар доираи ҳадафҳои истифодаи ҳолиси сифри энергияи дар кишвар сохта ё ба нақша гирифта мешаванд. Шабакаҳои минтақавии интиқоли барқ низ, масалан, дар доираи Лоихаи интиқол ва савдои нерӯи барқ аз Осиёи Миёна ба Осиёи Ҷанубӣ (CASA-1000) тақвият дода мешаванд. Инфрасохторе, ки ҳоло ё то соли 2030 сохта шудааст, дар солҳои 2050 ба тағйироти пешбинишуда ру ба ру мешавад; нерӯгоҳҳои барқи обӣ ва гармидиҳӣ муҳлати истифодаи тулонитаре доранд ва бояд ба иқлими соли 2100 омода бошанд. Бо назардошти алоқамандии минтақавӣ, зарар ё халалдоршавии тавлидот ё интиқол дар як нуқта, ки дар натиҷаи ҳодисаи хатарбори иқлимӣ ба вучуд омадааст, метавонад ба таҳдиди хавфҳои пай дар пай дар тамоми системаи минтақавии тақсимоли нерӯи барқ ру ба ру гарданд. Эҳтимолияте вучуд дорад, ки паҳншавии хушксолӣ ё мавҷи гармӣ дар саросари кишварҳои гуногуни минтақа ба оқибатҳои пай дар пай ба шабакаҳои барқӣ ва қобилияти қонеъ кардани талабот дар минтақа оварда расонад.

Зарурат ба сиёсати нави минтақавии идоракунии хатари иқлим ва иншооти суғуртавӣ вучуд дорад. Устуворнокии системаи энергетикӣ, пешгӯии хатарҳо ва талаботро тақозо мекунад. Идоракунии пешгирикунандаи хатарҳо бояд баҳодиҳии пурраи ниммиқдорӣ ва миқдорӣ оид ба тағйирёбии иқлим ва хатари офатҳои табииро (аз ҷумла киберамният) ҳамчун як қисми арзёбии таъсири муҳити зисти инфрасохтори энергетикӣ ба нақша гирифташударо дар ҳама кишварҳо дар бар гирад. Дар ҳоле ки арзёбии инфрасохтори мушаххас талаб карда мешавад, он бояд ба арзёбии ҳавза ё арзёбии умумии система ворид карда шавад. Инфрасохтори инфиродии тавлид ё интиқол қисми системаи бузурги минтақавии об-энергетикӣ буда хатарҳои иқлимӣ фаромарзӣ мебошанд. Тавсияҳои зерини ҷамъбаастшуда нуқтаҳои ибтидоиро дар самти идоракунии фаъоли хавфҳо бо мақсади Ҳифзи сармоягузориҳо ба тавлиди энергияи ҳолиси сифр, иқтисодиёти миллий ва ҳадафҳои рушди минбаъдаи иқтисодӣ пешниҳод карда мешаванд:

**Тавсияи 1:** Сиёсати миллии идоракунии хатари офатҳои табиӣ ва нақшаҳои миллии мутобиқсозӣро барои дарҳости инфрасохтори идоракунии хавфи ҳама гуна хатарҳо таҳя намуда, ҳамзамон сохтор ва дастурҳои минтақавӣ оид ба идоракунии хавфи ҳамаи хатарҳоро таҳя намоед.



**Тавсияи 2:** Барои ҳамаи хатарҳои инфрасохтор арзёбии ниммиқдорӣ то миқдории хавфхоро талаб намуда, арзёбии системаи энергетикӣ минтақавиро таҳия намоед.

**Тавсияи 3:** Барқароркунӣ ва зиёд кардани шумораи истгоҳҳои назорати обу ҳаво, дарё ва пирияхҳо бо мақсади дарёфт ва пешкаши маълумоти беҳтари мушоҳидавӣ идома дода шавад. Агентҳои миллии обуҳавошиносӣ бояд ба ТМҲХНМ ва дигар ташаббусҳои глобалии моделсозии иқлим, ки дар асоси арзёбии ҲБТИ омода гардидаанд, ҳамроҳ шаванд.

**Тавсияи 4:** Самаранокӣ, эътимоднокӣ ва манфиатҳои муштаракӣ инфрасохтори эҳтимолии энергетикӣ дар муҳлати кӯтоҳмуддат ва дарозмуддат бо назардошти хароҷот марбут ба тағирёбии иқлим ва аз даст додани инфрасохтори бозътимод баррасӣ кунед.

**Тавсияи 5:** Гуногунсозии навъҳои тавлидотро зиёд кунед ва шабакаҳои интиқол ва тақсимотро мустаҳкам кунед, аммо дар кучо истеҳсол шудани онҳоро барои коҳиш додани талафот аз таъсир ва интиқол ба назар гиред.

**Тавсияи 6:** Барои коҳиш додани хатарҳои молиявӣ ва таҳкими ҳамкориҳои минтақавӣ оид ба тағирёбии иқлим ва идоракунии хавфи ҳама хатарҳо ба Механизми интиқоли хатари офатҳои табиӣ Бонки Осиёи Рушд - ТМҲХНМ ҳамроҳ шавед.

**Тавсияи 7:** Тақвияти талошҳо барои баланд бардоштани самаранокӣ бо мақсади коҳиш додани талабот ба энергияю об ва истифодаи онҳо чӣ дар дохили кишвар ва ҳам дар ҳамоҳангӣ бо шарикони минтақавӣ.

# 1 Муқаддима

## 1.1 Шарҳ

Ҷумҳурии Қирғизистон, Тоҷикистон ва Ўзбекистон Созишномаи Парижро ба тасвиб расонданд ва ҳар кадом дар раванди таҷдид ва таҳкими Саҳмҳои Миллии Муайяншуда ва Нақшаҳои Миллии Мутобиқшавӣ қарор доранд. Ҳар як кишвар инчунин оиди амнияти энергетикӣ ва оқибатҳои он барои рушди иҷтимоию иқтисодӣ нигарон аст. Тибқи ўҳдадорихои Созишномаи Париж, се кишвар ба гуногунсозии портфелҳои хеши тавлиди нерӯи барқ ба манобеъи таҷдидшаванда ва инчунин баланд бардоштани самаранокии энергия авлавият медиҳанд. Гарчанде ки ин пешрафтҳо мусбатанд, қорҳои зиёдеро бояд анҷом дод ва тавҷӯҳи худро барои бе менеъа ноил шудан ба ҳадафҳо дар самти манбаҳои барқароршавандаи энергия, афзудани самаранокӣ ва ё, ҳатто барои баррасӣ намудани масоили афзоиши онҳо равона кардан лозим аст.

Инфрасохтори муҳим, аз қабилӣ тавлиди нерӯи барқ, хатҳои интиқоли тақсимоии барқ ва қубурҳои интиқоли гази моеъи табиӣ, ба як қатор хатарҳо ва таҳдидҳои техногенӣ (масалан, ҳамлаҳои киберӣ ва тағиребии иқлим) ва табиӣ (масалан, заминҷунбӣ ва тағиребии табиӣ иқлим) ҳассосанд, дучор хоҳанд шуд. Вақте ки инфрасохтор ҳангоми офати табиӣ осеб дидааст ва ё хароб гардидааст, оқибатҳои он метавонанд онро ба зудӣ фаро гиранд, ки боиси халалдоршавӣ ва талафоти иҷтимоию иқтисодӣ дар тамоми системаҳо гардад. Масалан, тўфони Сэнди дар соли 2012 хисороти иқтисодӣ дар соҳили шарқии Иёлоти Муттаҳида 60 миллиард доллари амрикоиро ба бор оварда, хатҳои нақлиётро халалдор кард ва 8,5 миллион хонавода ва қорхонаҳоро аз таъминоти нерӯи барқ маҳрум сохт (OECD, 2019; Страус ва дигарон, 2021).

Таҳдидҳо ва хатарҳо ба инфрасохтори энергетикӣ босуръат афзоиш меёбанд. Тағиребии иқлим на танҳо басомад ва шиддати ҳодисаҳои фавқулода, аз қабилӣ мавҷҳои гармӣ ва тўфонҳои шадид, балки қарорати миёнаи мавсимӣ ва боришотро низ тағйир медиҳад (ҶБТИ, 2022). Гуногунии фазоии чунин ҷунбишҳои иқлимӣ яқинан нест; баъзе минтақаҳо (ва дар натиҷа инфрасохтор) нисбат ба дигар минтақаҳо осебпазиртар хоҳанд буд ё ба таҳдидҳои нав, ки қаблан ба он дучор нашуда буданд, дучор хоҳанд шуд.

Пешрафтҳои технологӣ инчунин хатарҳо ва имкониятҳои марбут ба истехсол ва интиқолро пешниҳод мекунанд. Рушди саноатӣ, урбанизатсия, афзоиши аҳоли, истихроҷи биткоинҳо, гузариш ба мошинҳои барқӣ ва афзоиши умумии сатҳи зиндагӣ боиси афзоиши талабот ба энергия мегардад. Бо вучуди ин, ҳамлаҳои киберӣ мураккабтар мешаванд ва метавонанд шабакаҳоро халалдор намоянд ва боиси хароб гардидани инфрасохтор, ки миллионҳо хонаҳо, қорхонаҳо ва беморхонаҳоро бе таъмини нерӯи барқ гузоранд, ки он ҳамзамон метавонад ба таври ғайримустақим ба дигар инфрасохтори муҳим, аз қабилӣ обтаъминкунӣ ва қорезӣ таъсир расонанд. Инчунин, имконияте вучуд дорад, ки як кишвар ҳамзамон бо хушқоли ё таҳдиди

дигари иқлимӣ ба зерсохтори энергетикӣ кишвари дигар ҳамлаи киберӣ анҷом диҳад.

Азбаски инфрасохтори мавҷудаи энергетикӣ азнавсозӣ ва такмил дода мешавад, ва ҳам тавлиду интиқоли нав ба нақша гирифта мешавад, хусусияти тағирёбандаи хавфу хатарҳо бояд ба назар гирифта шавад. Дар айни замон умедбахш будани гидроэнергетика дар як дарё маънои онро надорад, ки иқтидор дар давоми 40 сол аз ҳисоби тағирёбии ҳарорат ва боришот дар натиҷаи тағирёбии иқлим бетағйир боқӣ мемонад. Нерӯгоҳи барқии ҳароратӣ, ки бо истифода аз маълумотҳои таърихӣ боришот ва ҳарорат тарҳрезӣ шудааст, метавонад аз уҳдаи тағирёбии мавсимӣ ва ҳодисаҳои шадидтари фавқулода, ки бо сабаби тағирёбии иқлим ба вучуд омадаанд, набарояд. Ҳар як инфрасохтори инфиродӣ дорои ҳассосияти муайяни иқлимӣ ё нишондиҳандаҳои ҳадди ақаллест, ки дар он таъсири манфӣ ҳам мешаванд. Аммо на танҳо инфрасохтори инфиродӣ, балки тамоми системаи энергетикӣ ба инбат гирифтани лозим аст, зеро хатарҳо "дохилӣ" мебошанд ва метавонанд дар системаҳои энергетикӣ миллӣ ва минтақавӣ паҳн гарданд. Идоракунии хатарҳои ҳама хавфҳо бояд ба марҳилаҳои банақшагирӣ, тарҳрезӣ, сохтмон, истифода ва нигоҳдорӣ барои ҳифзи сармоягузорӣ, кам кардани хатарҳои молиявӣ ва таъмини дастрасии нерӯи зарурӣ барои таъмини манфиатҳои дилхоҳи иҷтимоӣ ва иқтисодӣ шомил карда шавад.

## Эзоҳи 1 Таърифи хатари иқлимӣ

«Имконияти таъсири номатлуб ... Дар заминаи тағирёбии иқлим, хавфҳо метавонанд аз таъсири эҳтимолии тағирёбии иқлим ва инчунин воқунишҳои инсон ба тағирёбии иқлим ба вучуд оянд ... хатарҳо аз таъсири мутақобилаи динамикии хатарҳои марбут ба тағирёбии иқлим ва ҳассосияту осебпазирии шахсони ҷабрдида ё системаи экологӣ ба хатар ба вучуд меоянд.»

Хавфҳои инфрасохторӣ аз осебпазирӣ (масалан, талаботи истифодабарии об ё истифодаи барзиёди он дар вақти гармии шадид), таъсирҳо (масалан, нерӯгоҳи барқӣ обӣ дар минтақае, ки сатҳи баланди обшавии пирияхҳо ҷойгир аст) ва хатарҳои тағирёбии иқлим на танҳо барои инфрасохтори инфиродӣ, балки барои тамоми системаи энергетикӣ ба вучуд меоянд.

Манба: Аз *ҲБТИ (2022)* ва *Forzieri et al* дастрас карда шудааст. (2015)

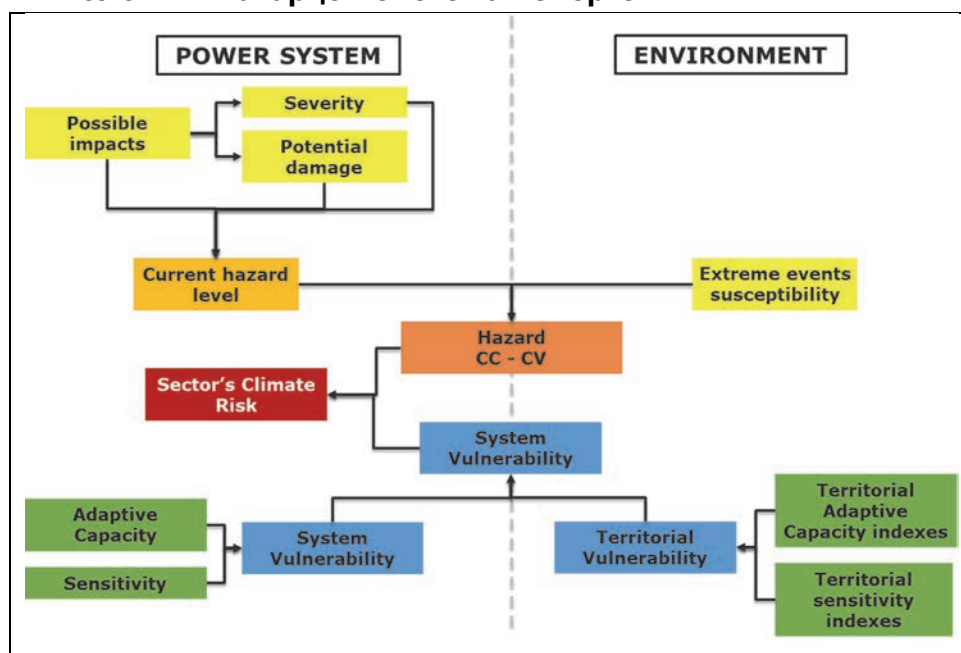
## 1.2 Санҷиши пешакии хатар

Лоиҳаи мазкур бо номи «Татбиқи сиёсатҳои васеъ дар асоси далелҳо ва шӯҳратпараст оид ба иқлим дар Осиёи Миёна» имкониятҳои иҷтимоӣ иқтисодӣ ва сармоягузорию дар давраи гузариш ба иқтисоди сифрӣ нишон медиҳад. Он инчунин санҷиши пешакӣ оид ба хатарҳои иқлимро таъмин менамояд, ки бояд барои ҳифзи дороиҳои энергияи барқароршаванда - энергияи об, шамол, офтоб ва сармоягузорӣ дар се кишвар идора карда шаванд.

Санҷишҳои пешакии хатарҳо имкони зуд муайян намуданро фароҳам меоваранд: (1) хатарҳои вобаста ба тағирёбии иқлим, ки ҳам инфрасохтори инфиродӣ ва ҳам системаи энергетикӣ ба онҳо дучор мешаванд (дараҷаи фазоии хатарҳо); (2) осебпазирии инфрасохтор марбут ба тарҳрезӣ, идоракунии амалиётӣ ва инсонии

инфрасохтор, ; ва (3) хатарҳои мустақим ва пай дар пай, ки метавонанд ба вуқӯъ оянд (Уилловс ва Коннелл, 2003; Санчес-Сиерра ва дигарон, 2021). Чунин санҷиш барои бо сифат инъикос намудани таъсири мустақим – осеб, халалдоршавӣ ё харобшавӣ, ки метавонад ба инфрасохтори истеҳсолӣ, интиқол ё тақсимот аз таъсири хатари иқлимӣ ба вуҷуд оянд, ва чӣ гуна ин таъсирҳо метавонанд ба системаҳои энергетикӣ ва экосистемаҳои гирду атроф паҳн шаванд (ба Расми 1 нигаред).

**Расми 1 Типологияи хатарҳои системаи энергетикӣ**



Манба: Sánchez-Sierra et al. (2021: 5)

Ҳисобот ҳамчун таҳлили пешакии хавф сохтори зерин дорад:

- Боби 2, сценарияҳои тағирёбии эҳтимолии назаррас ва шадид дар ҳарорат ва боришот, ки дар натиҷаи тағирёбии иқлим ба вуҷуд омадааст, муайян мекунад.
- Боби 3, кадом инфрасохтор бинобар ба тақсимои фазоии чашмдошти чунин тағйироҳо ба хатар дучор мешавад ва тасвир барои санҷиши пешакии хавфро, ки дар асоси таҳлили пешгӯиҳои иқлимӣ ва баррасии адабиёти дуюмдараҷаро тавсиф мекунад.
- Ҳисобот бо муҳокимаи таҷрибаи пешқадами ҷорӣ идоракунии хатари иқлим дар инфрасохтори энергетикӣ дар Боби 4 хотима меёбад.

Мо онро «таҷрибаи беҳтарин» намегӯем, зеро ҳанӯз бояд бисёр чизҳоро омӯخت ва идоракунии хавфи тағирёбии иқлим дар тарҳрезии энергетикӣ, банақшагири ва амалиёт ҳамчун як ҷузъи муносибати хатарфаро, ҳанӯз ҷой надорад. Гузориши 2, *Имкониятҳо ва манфиатҳои муштараки гузариш ба иқтисоди холиси сифр дар Қирғизистон, Тоҷикистон ва Ўзбекистон (Панвар ва дигарон, 2022) имкониятҳои гузариш ба иқтисодиёти сифр-карбонро ишора мекунад.*

## 2 Сенарияҳо: тамоюлҳои иқлимӣ ва пешгуиҳо барои солҳои 2050-ум

### 2.1 Шарҳи методологӣ

Пешгуиҳои тағирёбии иқлим бояд бо маҷмӯи маълумотҳои таърихии давраи ибтидоӣ муқоиса карда шаванд. Маълумоти оид ба боришоти ҳаррӯзаи Боришоти Осиё – Интегратсияи маълумоти мушоҳидавӣ ба самти арзёбӣ (АФРОДИТ) маҷмӯи маълумоти аввалиндараҷаи дарозмӯҳлат (солҳои 1951–2005) барои Осиёи Миёна мебошад.

Маълумоти боришоти АФРОДИТ аз маҷмӯаҳои мушоҳидаҳо, ки тавассути созишномаҳои ҳамкорӣ бо агентҳои миллии гидрометеорологӣ ва созмонҳои байналмилалӣ мубодила шудаанд, ҳамчун ва интерполятсия шудаанд (Ятагай ва дигарон, 2012). Бо муттаҳид намудани сарчашмаҳои сершумори маълумотҳои мушоҳида, АФРОДИТ мушкилии марбут ба коҳиш ёфтани зичии истгоҳҳои обуҳавосачӣ ва холигиҳоро дар сабтҳо пас аз пошхӯрии Иттиҳоди Шӯравӣ ба вуҷуд омадааст, рафъ мекунад. Чунин холигиҳоро дар маълумоти истгоҳҳои обуҳавошиносӣ миқёсгардонии истгоҳоро мушкил сохта истоли хатогиҳои пешгуиҳои ояндаи иқлимро душвор мегардонад.

Аз ин сабаб ва зарурати омӯзиши тағирот дар се кишвар, мо на маълумоти АФРОДИТ ва на аз маълумот аз истгоҳҳои обуҳавосанҷии агентии гидрометеорологӣ истифода бурдем. Давраи асосии таърихии солҳои 1971–2000 барои маълумот оиди боришот истифода шудааст. Маълумоти ҳадди аксар ва ҳадди ақали ҳарорат дар пайвастагӣ ба шабакаҳои баландсифат аз маълумоти ERA-Interim (Ди ва дигарон, 2011) гирифта шуда дар он давраи асосии таърихии солҳои 1981–2005 истифода шудааст. Маълумоти ERA-Interim ҳамчун маҷмӯи маълумоти таърихӣ барои муқоиса дар Таҷрибаи Ҷамоҳангшудаи минтақавии коҳиши миқёси иқлим (ТМҲХНМ) истифода мешавад.

Моделҳои умумии гардиш (МГУ) моделҳои иқлимӣ мебошанд, ки барои омӯхтани ҷи гуна тағйир ёфтани иқлим истифода мешаванд. Дар ҷаҳорҷуби бастаи охиринаи таҷрибаҳои моделиронии марҳилаи шашуми Лоихаи Модели муқоисавии дуҷониба (CMIP6), ки Арзёбии шашуми гуруҳи кории байниҳукуматӣ оид ба тағирёбии иқлимро (ҲБТИ) дастгирӣ намуда буд, дахҳо моделҳо аз ҷониби муассисаҳои саросари ҷаҳон кори худро шуруъ намудаанд. Моделҳои гардиши умумӣ (МГУ) иқлими континенталиро хуб тақлид мекунанд, аммо ҳалли тақсимои шабакавии онҳо дар ҳудуди 100–500 км барои пешгуиҳои тағйироти иқлим дар сатҳи маҳаллӣ ва минтақавӣ ё барои истифода дар арзёбии хатари иқлим ва мутобиқшавӣ хеле дағаланд.

Бояд аз усулҳои динамикӣ (моделҳои иқлими минтақавӣ - МИМ) ё омори истифода бурд. Барои ин тадқиқот мо пешгуиҳои ҳаррӯзаи ҳарорат ва боришотро аз домени ТМҲХНМ Осиёи Миёна истифода кардем. ТМҲХНМ як кӯшиши моделсозии иқлими

байналмиллалӣ мебошад, ки тавассути он якчанд Моделҳои иқлими минтақавӣ аз ҷониби Моделҳои гардиши умумӣ идора карда мешаванд. Моделҳои ТМҲХНМ инчунин Арзёбии шашуми ҲБТИ-ро дастгирӣ карданд. Ҳалли шабакаҳои дурнамои ТМҲХНМ дар домени омӯзишӣ  $0,22^\circ$  ё  $0,44^\circ$  ё тақрибан 24–50 км мебошад. Комбинатсияҳои МИМ-МГУ ва Роҳҳои намояндагии тамаркуз (РНТ), ки мо барои таҳлили хеш истифода мебарем, дар ҷадвали 1 нишон дода шудаанд.

Пешгӯиҳои моделҳои иқлим набояд бевосита ҳангоми гузаронидани моделсозии хатарҳо ва арзёбии инфрасохтор истифода шаванд. Ин моделҳо дар тақлид кардани иқлими таърихии маҳаллӣ, минтақавӣ ва глобалӣ хатогӣ дошта (ғаразноканд (Сеневиранте ва дигарон., 2021)) метавонанд дар пешгӯиҳои оянда ҷой дошта бошанд. Аз ин рӯ, ҷомеаи илми иқлимшиносӣ як қатор усулҳои ислоҳи ғаразхоро барои бартараф кардани онҳо аз пешгӯиҳои оянда бе бартараф кардани сигнали тағирёбии иқлим истифода мебаранд. Барои ин тадқиқот мо харитаи ғайрипараметрии квантиро истифода бурдем. Тавсифи муфассали методология дар замима оварда шудааст.

### Ҷадвали 1 Бастаи моделҳои ТМҲХНМ, ки дар тадқиқот истифода шудаанд

| RCP2.6 | Озмоиши GCM-RCM                     | Тавсиф                                                                                                                                                  |
|--------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | NCC-NorESM1-M, GERICs-REMO2015_v1   | Маркази иқлими Норвегия (NCC) – Модели системаи замин; Маркази хизматрасонии иқлим модели минтақавии Олмон (REMO)                                       |
|        | MPI-ESM-MR, GERICs-REMO2015_v1      | Институти Обухавошиносии Макс Планк (MPI) – Модели системаи Замин; Маркази хизматрасонии иқлими модели минтақавии Олмон (REMO)                          |
|        | MOHC-HadGEM2-ES, GERICs-REMO2015_v1 | Идораи Обухавошиносии Маркази Ҳадли (MOHC) – Модели глобалии муҳити зисти маркази Ҳадли v2; Марказӣ хиз-матрасонии иқлим модели минтақавии Олмон (REMO) |
| RCP4.5 | Озмоиши GCM-МИМ                     | Тавсиф                                                                                                                                                  |
|        | MOHC-HadGEM2-ES, RegCM4-3_v5        | Идораи Обухавошиносии Маркази Ҳадли (MOHC); Маркази байналмилалӣ физикаи назариявии Абдусалом (ICTP) Модели иқлими миинатқавӣ (RegCM4)                  |
|        | MPI-ESM-MR, RegCM4-3_v5             | MPI; Маркази байналмилалӣ физикаи назариявии Абдусалом (ICTP) Модели иқлими минтақавӣ (RegCM4)                                                          |

Манба: ТМҲХНМ (2021)

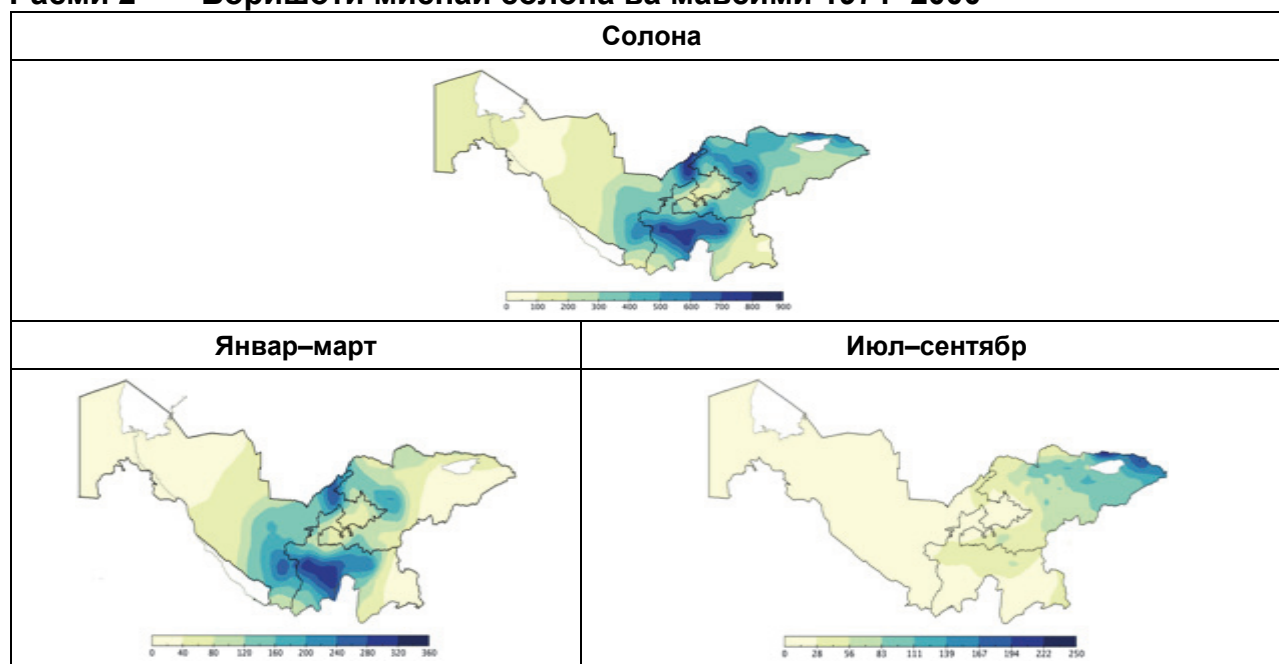
Ин лоиҳа ба Роҳи намояндагии тамаркуз (РНТ)2.6 ва Роҳи намояндагии тамаркуз 4.5 тамаркуз гардидааст, зеро ин ду натиҷаҳои эҳтимолиро дар доираи созишномаҳо ва сиёсатҳои кунунии иқлим инъикос мекунад. РНТ2.6 тақрибан ба нигоҳ доштани гармшавии миёнаи глобалӣ дар сатҳи  $2^\circ\text{C}$  баробар буда ба Созишномаи Париж мувофиқат мекунад. РНТ4.5 гармшавии миёнаи глобалии  $2\text{--}3^\circ\text{C}$  то соли 2100-ро тахмин мекунад ва ба сахмҳои ҳозираи бечунучаро муайянгардидаи миллӣ мувофиқ аст (БРСММ, 2021). Бо интихоби ин ду РНТ, мо нишон медиҳем, ки ҳатто риояи Созишномаи Париж (РНТ2.6) барои манбаҳои барқароршаванда ва системаҳои энергетикӣ дар маҷмӯъ дар саросари Осиёи Миёна оқибатҳои эҳтимолии манфӣ дорад; Саҳмҳои ҳозираи муайянгардидаи миллӣ (масалан, РНТ4.5) метавонанд ба инфрасохтори энергетикӣ таъсири манфии бештар дошта бошанд.

## 2.2 Тамоюлҳо ва мушоҳидаҳои собиқа: боришот, ҳарорат, шиддат ва обшавии пиряхҳо

Иқлими се кишвар гуногун аст: аз гарм ва хушк дар минтақаҳои беканори биёбони Ҷумҳурии Ўзбекистон ва минтақаи ҷанубу ғарбии Ҷумҳурии Тоҷикистон то кӯҳҳои баланд дар қаторкӯҳҳои Помир ва Тиёншон, дар қаламрави Ҷумҳурии Қирғизистон ва Ҷумҳурии Тоҷикистон. Дар боришоти миёнаи мавсимӣ ва солона, инчунин ҳароратҳои ҳадди ақал ва ҳадди ақал (минималӣ ва максималӣ) фарқиятҳои зиёди фазой мавҷуданд.

Ҷоиза назарраси боришоти солона дар моҳҳои зимистон ва баҳор дар қисми зиёди минтақа ба амал меояд; Танҳо дар шарқи Ҷумҳурии Қирғизистон, дар ҳавзаи дарёи Оқсу, боришоти тобисона бартарӣ дорад, ки дар расми 2 дида мешавад. Миқдори зиёди боришоти солона дар атрофи Помиру Олой дар Ўзбекистон (~800–900 мм/сол), кӯҳҳои марказии Помири Тоҷикистон (~1000–1800 мм/сол), инчунин дар шимолу ғарб, ҷанубу ғарб ва Иссиққӯли Қирғизистон (~600–1100 мм/сол) (Ҳукумати Ўзбекистон, 2016; Ҳукумати Тоҷикистон, 2014; 2021; Ҳукумати Ҷумҳурии Қирғизистон, 2016) мутамарказ шудааст. Миқдори умумии боришот аз баландӣ ва самт (ба самти боло ва пасти) дар қуллаҳо вобаста аст. Дар биёбони ғарбии Ўзбекистон ва баландкӯҳи шарқи Помир дар Тоҷикистон камтар аз 100 мм/сол об мегиранд (дар ҳамон ҷо).

**Расми 2 Боришоти миёнаи солона ва мавсимӣ 1971–2000**



Эзоҳ: Миқдори боришот дар мм/сол ва мм/фасл аст. Маҷмӯи миёна аз маълумоти мушоҳидаи боришот дар давраи солҳои 1971-2000 гирифта шудааст. Бо дарназардошти гуногунии фазоии ҳаҷми умумии боришот, махсусан дар кӯҳҳо, миқёси боришот дар харитаҳо миқдори умумии зиёда аз 1000 мм/солро нишон намедиҳад, ки дар кӯҳҳои марказии Тоҷикистон ва баъзе қисматҳои Қирғизистон мушоҳида мешавад. Барои тафсилот ба матн нигаред.

Манба: Ҳисобҳои муаллифони бо истифода аз АФРОДИТ

Тамоюлҳои аз ҷиҳати омӯри муҳим дар боришоти солона ва мавсимӣ аз солҳои 1950-ум дар аксари минтақаҳо ошкор карда намешаванд. Тағйирёбии баланди миёнасол ва даҳсола бо равандҳои иқлимӣ бисёрсола ва чанд даҳсола, ба монанди ларзиши ҷанубии Эл-Нино ва ларзиши даҳсолаи уқёнуси Ором алоқаманд

аст (Умирбеков ва дигарон, 2022). Аз соли 1979 инчониб дар Помири шарқии Тоҷикистон афзоиши боришоти зимистона аз ҷиҳати омори назаррас мушоҳида мешавад (Ҳукумати Тоҷикистон, 2014). Афзоиши ночизи аз ҷиҳати омори назарраси боришот дар қисмати шимолии Тиён-Шони Қирғизистон (Ҳукумати Қирғизистон, 2016), ва баъзе тамоюлҳои хурд, ки аҳмияти омори надоранду ру ба ба камшавӣ ниҳодаанд дар қисмати ҷанубу марказии Ўзбекистон дар вилоятҳои Бухоро ва Қашқадарё (Ҳайдаров ва Герлиц, 2019) ба мушоҳида мерасанд. То ҳол дигар тамоюлҳои дарозмуддати аз ҷиҳати омори муҳими вучуд надоранд.

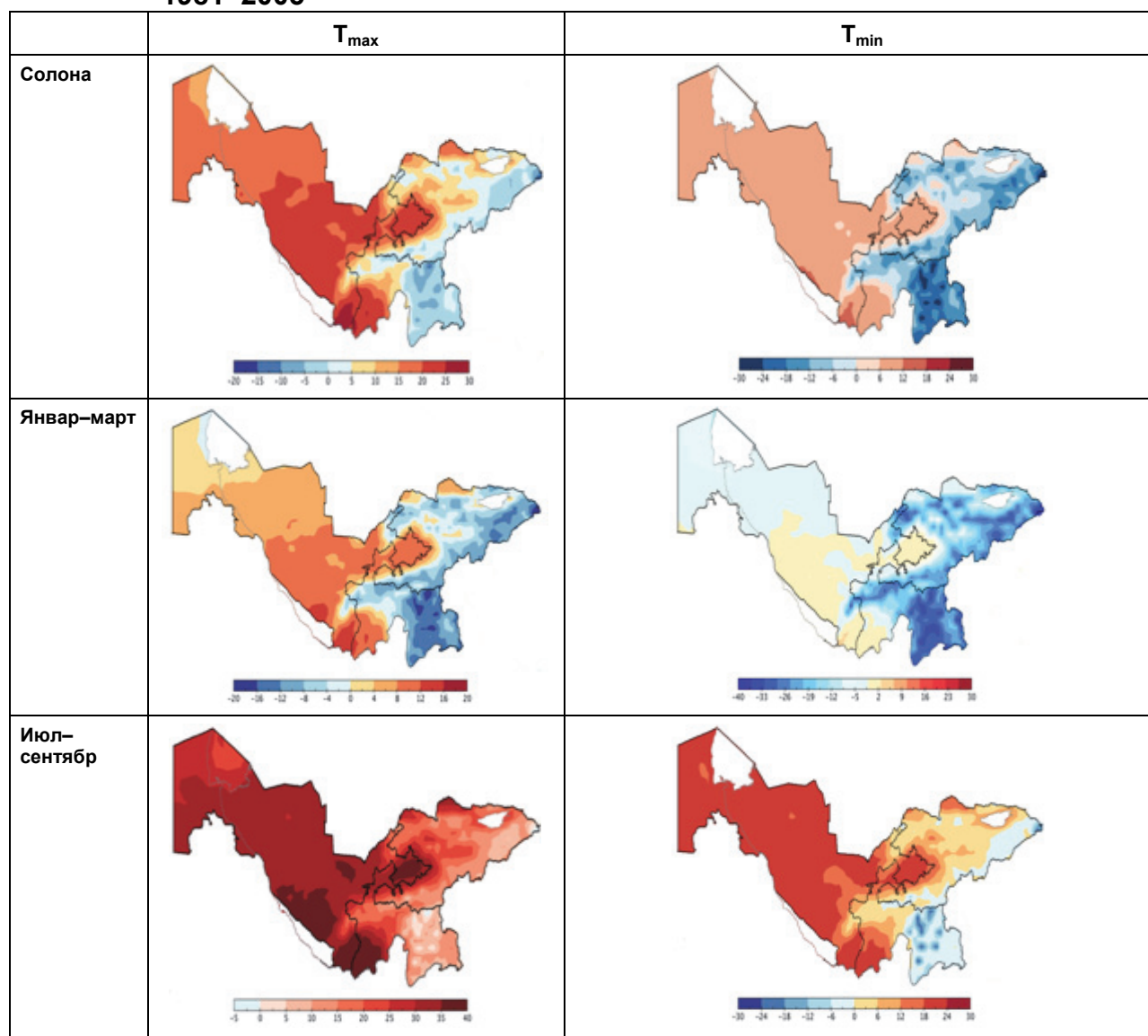
Тафовутҳои калони фазои дар ҳарорати ҳадди аксари шабонарӯзӣ ( $T_{max}$ ) ва ҳадди ақал ( $T_{min}$ ) дар миқёси миёнаи солона ва мавсимӣ мавҷуданд, ки дар расми 3 нишон дода шудааст. Фарқияти ҳарорат бештар дар минтақаҳои кӯҳии релефи баланди топографӣ дошта мушоҳида мешавад. Масалан, дар Шаҳритӯзи ҷанубу шарқи Тоҷикистон ҳарорати максималии шабонарӯзӣ метавонад  $22^{\circ}\text{C}$  ва дар кӯли Булункӯли Помир бошад  $-60^{\circ}\text{C}$ -ро ташкил диҳад (Ҳукумати Тоҷикистон, 2021). Дар Ўзбекистон иқлими континенталӣ дар саросари кишвар, зимистонҳои сард ва тобистонҳои тулонӣ, гарм ва хушк дорад. Ҳарорати миёнаи солонаи ҳадди аксар Ўзбекистон аз  $10^{\circ}\text{C}$  то зиёда аз  $30^{\circ}\text{C}$  аст (ниг. Расми 3), дар моҳи июл ҳарорати баландтарини шабонарӯзӣ дар Термизи вилояти Сурхандарё ба  $40^{\circ}\text{C}$  наздик мешаванд (Ҳукумати Ўзбекистон, 2016). Қисмҳои ғарбӣ ва шимолу ғарбии Қирғизистон нисбат ба қисматҳои шарқии кишвар гармтар буда, ҳарорати баландтарини солона  $5-20^{\circ}\text{C}$  мебошад; баландии Тянь-Шань қад-қадӣ ҷануб/ҷанубу шарқ хунуктар аст. Ба хамин тарик, ҳарорати ҳадди аксари солонаи кӯҳҳои баланд дар Бадахшони Кӯҳӣ дар муқоиса бо даштзорҳои Хатлон пасттар аз ҳарорати яхбандӣ аст.

Таъсири тағирёбии иқлим дар ин таҳқиқот дар се кишвар эҳсос мешавад. Афзоиши равшан ва аз ҷиҳати омори назаррас дар ҳароратҳои баландтарин ва пасттарин дар ҳар се кишвар ва дар аксари баландиҳо сабт карда мешавад. Дар Тоҷикистон суръати даҳсолаи гармшавии миёнаи солҳои 1976 ва 2012 дар тирамоҳ  $0,2^{\circ}\text{C}$ , баҳор  $0,3^{\circ}\text{C}$  ва дар зимистон  $0,15^{\circ}\text{C}$  буд (Ҳукумати Тоҷикистон, 2014). Баландшавии миёнаи ҳадди аксари ҳарорат махсусан дар фасли баҳор ба назар мерасад, ки дар байни солҳои 1981 ва 2015 тақрибан  $0,5^{\circ}\text{C}$  дар як даҳсола афзоиш ёфтааст (Фенг ва дигарон, 2017). Дар байни солҳои 1950 ва 2019 дар Ўзбекистон гармии миёнаи ҳар даҳсола ба ҳисоби миёна  $0,27^{\circ}\text{C}$  буд (Ҳукумати Ўзбекистон, 2021); Суръати гармшавӣ дар атрофи вилоятҳои Тошканд ва Самарқанд аз соли 1991 то ба  $0,52^{\circ}\text{C}$  дар як даҳсола афзудааст (Ҳолматжанов ва дигарон 2020). Ҳарорати миёнаи ҳадди аксар дар фасли баҳор дар атрофи баҳри Арал аз  $40^{\circ}\text{C}$  зиёд шуда, шумораи гармтарин рӯзҳо дар баъзе минтақаҳо аз 25 рӯз то 40 рӯз дар як сол афзоиш ёфтааст (Ҳукумати Ўзбекистон, 2021). Гармшавии ҳаво дар фаслҳои зимистон ва баҳор дар як даҳсола  $0,3^{\circ}\text{C}$  дар аксари минтақаҳои Тиён-Шони Қирғизистон аз соли 1990 ба мушоҳида мерасад ва дар баъзе минтақаҳои кишвар, аз соли 1990 инчониб, дар як даҳсола тақрибан  $0,7^{\circ}\text{C}$  гарм мешавад (Зигфрид ва дигарон, 2011; Гов. Қирғизистон, 2016).

Ин афзоиши густурдаи ҳарорати миёнаи мавсимӣ ва ҳадди аксар ва шумораи ҳодисаҳои гармии шадид ба сатҳи ва тавозуни ҳаҷми пиряхҳо, майдонҳои барфҳои доимӣ ва қабати барф таъсири чашмрас доранд. Дар натиҷа гидрологияи дарёҳои Панҷ, Норин, Вахш ва дигар шохобҳои дарёҳои Амударё ва Сирдарё зарар мебинанд. Захираҳои барф ва пиряхҳо вобаста ба ҳавзаи обҷамъкунӣ ба маҷрои дарёҳо саҳми гуногун мегузоранд; обшавии баҳору тобистон боиси болоравии ҷараёни об ва баъзе шаклҳои обҳезӣ мегардад.



**Расми 3 Ҳарорати миёнаи солона ва мавсимии ҳадди аксар ва ҳадди ақал 1981–2005**



Эзоҳ: Ҳарорати ҳадди аксар ва ҳадди ақал дар °C оварда шудаанд ва миқёси ҳарорат барои ҳар як мавсим ва нишондодҳои солона гуногун аст.  $T_{max}$  дар тобистон дар баъзе ноҳияҳои Узбекистон ва Тоҷикистон аз 40°C зиёд мешавад ва дар тавсиф инъикос наёфтааст. Ҳодисаҳои иқлимӣ шадиди зимистона дар баъзе минтақаҳои Помири Тоҷикистон низ дар тавсиф чандон инъикос наёфтаанд.

Манба: Ҳисобҳои муаллифон бо истифода аз маълумотҳои ҳарорати ERA-Interim

## 2.3 Сенарияҳо: пешгӯиҳои тағирёбии иқлим барои солҳои 2050-ум

### 2.3.1 Пешгӯиҳо барои боришот ва ҳарорати миёнаи солона ва мавсимӣ

Тибқи моделҳои ТМҲХНМ, тағирёбии иқлим дар фаслҳо ва басомадҳо метавонад то соли 2050 дар се кишвар назаррас бошад.

Ҳам афзоиши эҳтимолӣ ва ҳам коҳиш ёфтани боришоти умумии солона ва мавсимӣ дар RNT2.6 ва RNT4.5 имконпазир аст ва фарқиятҳои қавии фазоиро нишон медиҳанд (Расми 4 – ҳамчун тағирёбии фоиз нишон дода шудааст). Боришоти миёнаи солона дар минтақаҳои зерин дар муқоиса бо боришоти таърихии солҳои 1971–2000 коҳиш хоҳад ёфт:

**Ўзбекистон:**

- РНТ2.6: Сурхандарё (–6 то –20%); Бухоро ва Навой (0 то –12%)
- РНТ4.5: Сурхандарё (0 то –6%)

**Қирғизистон:**

- РНТ2.6: Қисматҳои Чуй, Норин, Ош ва Иссиқ-Кул (0 то –8%)
- РНТ4.5: Иссиқ-Кул ва Талас (0 то –8%)

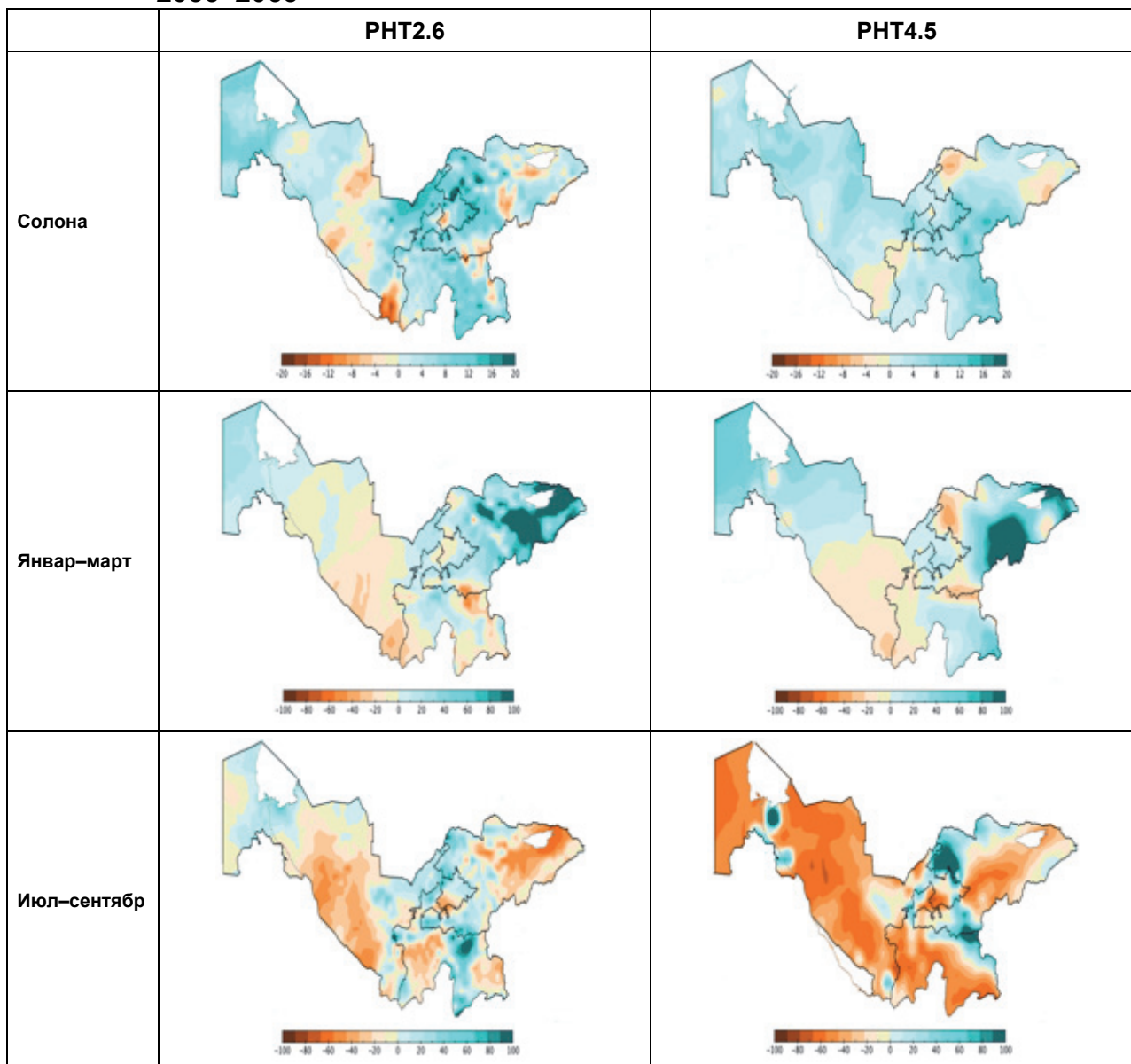
**Тоҷикистон:**

- РНТ2.6: Шарқи Бадахшони Кухӣ (0 то –8%)
- РНТ4.5: Суғди Ҷанубӣ (0 то –5%)

Тағйирёбии боришоти мавсимӣ нишон медиҳад, ки зимистон (январ-март) ва тобистон (июл–сентябр) дар як қисми муҳими минтақаи тадқиқотӣ эҳтимоли хушқтар шуданро дорад. Интизор меравад, ки боришот дар фасли зимистон мувофиқи ҳарду РНТ дар Иссиқ-Кул афзоиш ёбад ва эҳтимолан дучанд гардад. Бо вучуди ин, пешбинӣ шудааст, ки тобистонҳо ба таври назаррас хушқтар мешаванд (РНТ2.6: 0 то –50%) бо коҳиш аз –40% то –70% мувофиқи РНТ4.5 дар назар аст.

Камшавӣ ва андаке зиёдшавии боришоти солона ва мавсимӣ бо баланд шудани ҳарорат ҷуброн карда мешавад. Эҳтимол зиёдшавии  $T_{max}$  ва  $T_{min}$  солона ва мавсимӣ (Расмҳои 5 ва 6), инчунин ҳодисаҳои рӯзҳои хеле гарм аз 30°C боло ба назар мерасанд (Расми 8). Дар назар аст, ки  $T_{max}$  миёнаи солона дар аксари минтақаҳои тадқиқотии ҳудуди РНТ2.6 аз 1,3°C то 1,8°C афзояд; дар доираи РНТ4,5 Ҳарорати ҳадди аксари солона метавонад дар аксари минтақаҳо аз 1,8°C то 2,2°C ва дар Помир-Олой ва Помири шарқии Тоҷикистон то 4,0°C афзояд (Расми 5). Афзудани Ҳарорати ҳадди аксари солона дар фасли зимистон дар РНТ2.6 нисбат ба РНТ4.5 зиёдтар аст ва тобистон дар ҳудуди РНТ4.5 нисбат ба РНТ2.6 афзоиш хоҳад ёфт.

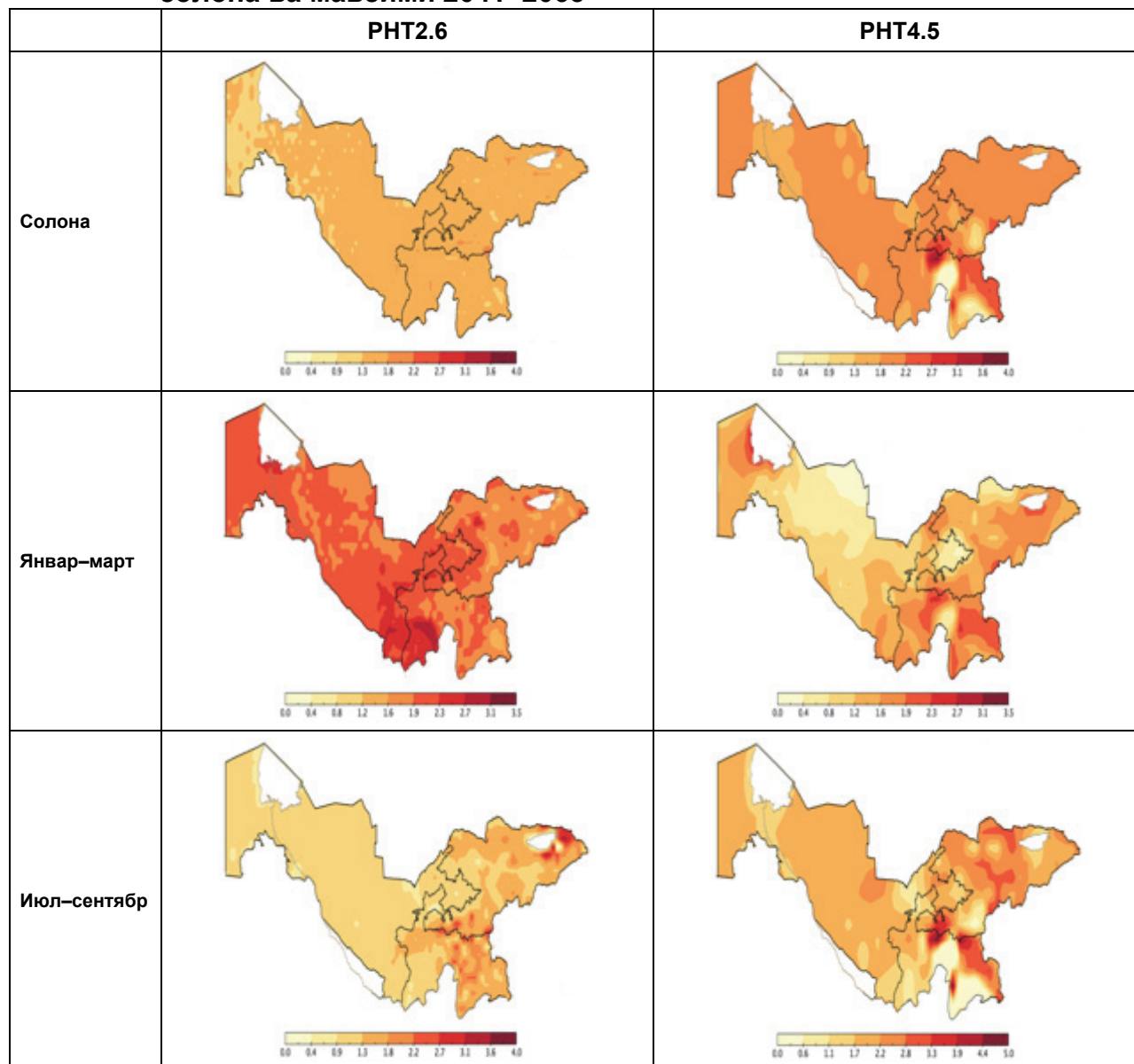
**Расми 4 Тағйирёбии фоизи пешбинишудаи боришти солона ва мавсимӣ 2036–2065**



Эзоҳ: Тағйироти миёнаи фоизи чандмоделӣ дар ҳаҷми миёнаи солона ва мавсимии боришот дар сценарияҳои RHT2.6 ва RHT4.5 пешбинӣ шудааст. Аномалияҳо байни пешгӯиҳои ислоҳшудаи ғаразнок (2036–2065) ва мушоҳидаҳо (1971–2000) ҳисоб карда шудаанд.

Манба: Таҳлили муаллифон бо истифода аз маълумоти АФРОДИТ ва ТМҲХНМ

**Расми 5 Аномалияҳои миёнаи пешбинишуда дар ҳарорати ҳадди аксари солона ва мавсимӣ 2041–2065**

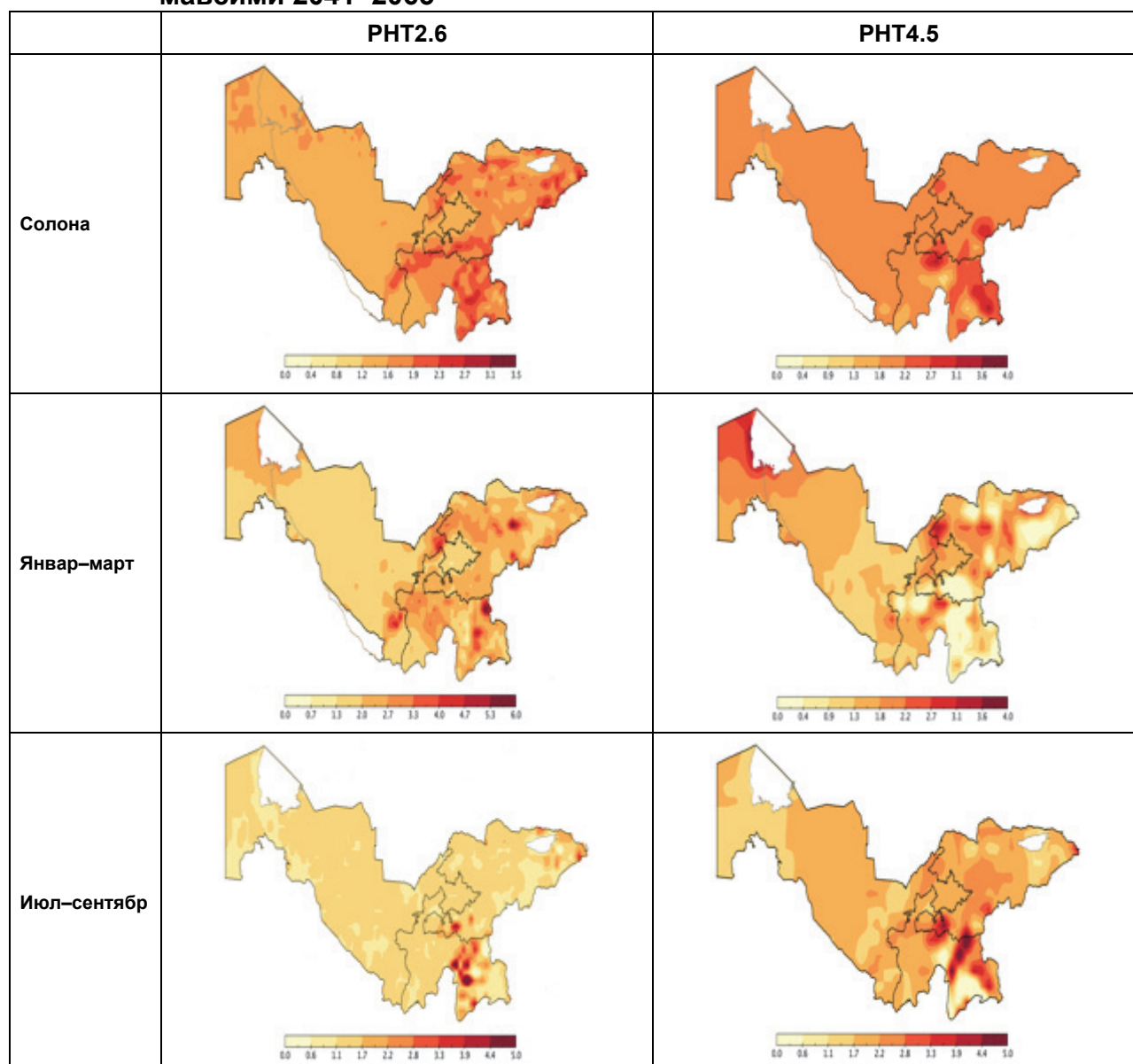


Эзоҳ: Аномалияҳои миёнаи бисёрмодеалӣ дар ҳарорати максималии миёнаи солона ва мавсимӣ (Ҳарорати ҳадди аксар °C) дар сценарияҳои РНТ2.6 ва РНТ4.5 пешбинӣ шудаанд. Аномалияҳо байни пешгӯиҳои ислоҳшудаи ғаразнок (2041–2065) ва мушоҳидаҳо (1981–2005) ҳисоб карда шудаанд.

Манба: Ҳисобҳои муаллиф аз ERA Interim Data ва ТМҲХНМ

Интизор меравад, ки ҳарорати ҳадди ақал (шабона) низ дар асоси мавсимӣ ва солона афзоиш ёбад (Расми 6). Гармшавии Тмин бештар дар Помир, Помир-Олой ва як қисми Тиён-Шон дар ҳар ду РНТ мушоҳида мешавад – гармшавии миёнаи солона то 3,1°C барои РНТ2.6 ва 3,6°C барои РНТ4.5. Дар дигар минтақаҳо, то соли 2050-ум, афзоиши ҳарорати манфии ҳадди ақал метавонад аз 1,2°C то 2,2°C мушоҳида карда шавад.

**Расми 6 Аномалияҳои пешбинишуда дар ҳарорати ҳадди аксари солона ва мавсимӣ 2041–2065**

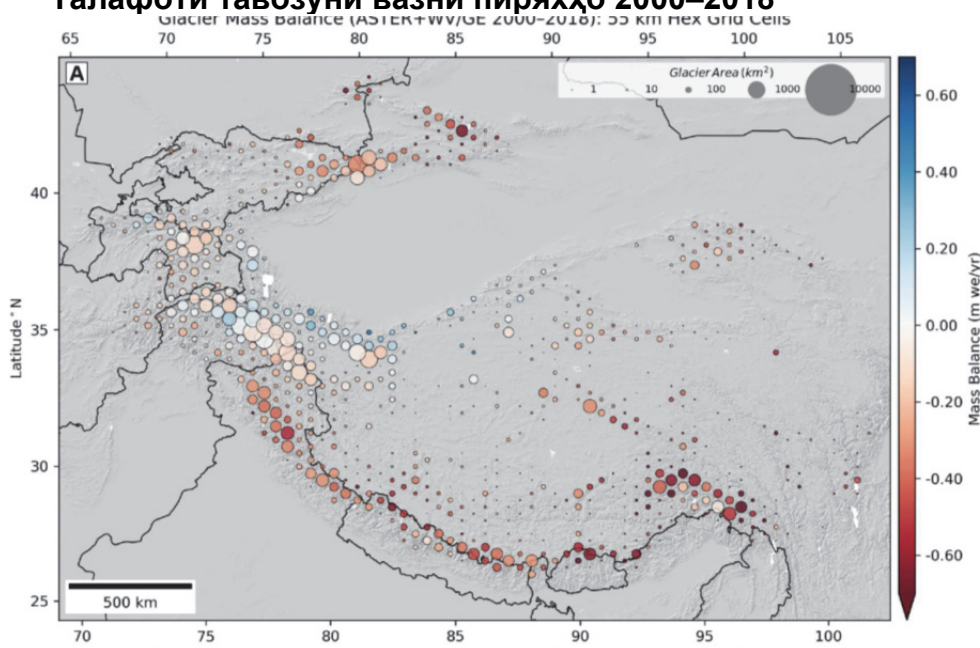


Эзоҳ: Аномалияҳои миёнаи чандмоделӣ ҳадди ақали ҳарорати миёнаи солона ва мавсимӣ (Ҳарорати ҳадди ақал, °C) дар сценарияҳои RHT2.6 ва RHT4.5 пешбинӣ шудаанд. Аномалияҳо байни пешгӯиҳои ислоҳшудаи ғаразнок (2041–2065) ва мушоҳидаҳо (1981–2005) ҳисоб карда мешаванд.

Манба: Ҳисобҳои муаллифон дар асоси маълумоти ERA-Interim ва TMXHM омода шудаанд.

Баландшавии ҳарорат дар ҳама фаслҳо ба майдони пирияхҳо ва қабати барф, инчунин гидрологияи дарёҳо ба дараҷаҳои гуногуни фазой таъсир мерасонад; дар дохили сол ҳам хеле зиёд аст. Дар Муколамаи сеюми Тоҷикистон омадааст, ки пирияхҳо дар фасли тобистон ба тағйирёбии ҳарорат аз 0,5–1,2°C ҳассосанд (Ҳукумати Тоҷикистон, 2014). Маълумоти ташхиси фосилавӣ (дистансионное зондирование) MODIS нишон медиҳад, ки дар Помир аз соли 2002 инҷониб ҳарорати ҳаво ба ҳисоби миёна дар як даҳсола 0,7–1,2°C баланд шудааст (Pohl et al., 2017); Дар байни солҳои 1960 ва 2007 суръати гармшавӣ дар Тиёншон ба ҳисоби миёна дар як даҳсола 0,1–0,2°Cро ташкил дод (Барандун ва дигарон, 2020).

## Расми 7 Талафоти тавозуни вазни пиряхҳо 2000–2018



Эзоҳ: Тавозуни вазни хоси пиряхҳо байни солҳои 2000 ва 2018

Манба: *Шиан ва дигарон*. (2020: Расми 4а)

Ҳаҷми миёнаи умумии пиряхҳо дар Тоҷикистон 30% ҳаҷми умумии онҳоро, ки соли 1930 ба қайд гирифта шуда буд ташкил медиҳанд (Ҳукумати Тоҷикистон, 2014); Дар Қирғизистон 23% пурра аз байн рафтаанд. Дар тағйирёбии тавозуни вазни пиряхҳо дар Помир ва Тиён-Шон тағйирёбии васеи фазой вучуд дорад (Барандун ва диг., 2020 ва 2021; Похл ва диг., 2017; Шиен ва диг., 2020 – ба расми 7 нигаред). Ба пиряхҳои хурдтар дар нуқоти пастртар таъсир расонид, ки сабаби коҳиши майдони онҳо дар ҳавзаҳои дарёҳои Вахш, Панҷ ва Зарафшон шуд. Дар саросари сарҳади Қирғизистон, ҳавзаҳои Қарадарё метавонад то соли 2050 аз пиряхҳо маҳрум гардад (Ғафуров, 2022). Дар ҳавзаҳои Норин ва Зарафшон то соли 2100 метавонад то 80% камшавии майдони пиряхҳо мушоҳида шавад (ҳамон ҷо).

Таъсири тағйирёбии иқлим ба муносибати байни энергия ва об як қатор таъсирот хоҳад дошт. Набудани мониторинг дар макон истифодаи маълумотҳои ташхиси фосилавӣ барои арзёбии тамоюлҳои пиряхҳо тақозо мекунад ва арзёбии ҷараёнҳои мушаххасро дар сатҳи сардоба (ҳавза) барои шохобҳои гуногун мушкил мегардонад (Пол ва дигарон, 2017). Бо вучуди ин, мушоҳидаҳо дар Қирғизистон ва Тоҷикистон нишон медиҳанд, ки аз соли 2000 инҷониб дар бисёр ҳавзаҳои обӣ ҳаҷми маҷроӣ об зиёд шудааст (Барандун ва дигарон, 2020; Похл ва дигарон, 2017). Таъсири эҳтимолии тағйирёбии иқлим барои ҳар ҳавзаҳои дарёҳои гуногун аст, бахусус дар он ҷое, ки дар онҳо майдонҳои барф ё пиряхҳо ба маҷроӣ асосии об мусоидат мекунанд. Маҷроӣ асосии дарёҳо дар аввал бо афзоиши обшавӣ афзоиш хоҳад ёфт, аммо моделҳо эҳтимолан то соли 2100 коҳиш хоҳанд ёфт (Барандун ва дигарон, 2020). Барои ҳар як пирях ва анбори барф нуқтаи муҳиме вучуд дорад, ки пас аз он пирях ё майдони барф дигар наметавонад ба ҷараёни асосии дарёҳо саҳми назаррас гузорад, ки дар натиҷа дастрасӣ ба об коҳиш меёбад. Барои ҳавзаҳои хурди дарёҳо, эҳтимоли расидан ба нуқтаҳои критикӣ назар ба ҳавзаҳои калонтар барвақттар ба вучуд ояд, вале ин бештар ба гармшавӣ дар баландиҳо ва эволютсияи таназзули пиряхҳо ва ё захираҳои барф, ки маҷроӣ обро таъмин

мекунад, вобаста аст (Ғафуров, 2022). Дар Норини Бузург, расидан ба давраи дигаргунии қатъи дар солҳои 2040 дар назар аст; дар Норини Хурд он аллакай расидааст. Расидан ба нуқтаи интиқодӣ метавонад, тақрибан соли 2035 дар Норин Нарчек (ҳамон ҷо) ба вучуд ояд.

Таназзули (деградатсия) яхбандии абадӣ эрозияи хок, сангрехо, сел ва таҳшинҳоро дар дарёҳо зиёд мекунад. Илова бар хатари обхезии кӯли пиряхӣ дар баъзе ҳавзаҳо, эҳтимоли афзоиши обхезии баҳорӣ аз ҳисоби афзоиши барфҳои дар сатҳи паст ва миёна ҷойгир шудаанд, вучуд дорад. Ҳарорати гармтар дар фасли баҳор хатари тармафароиро дар минтақаҳои пасткуҳ зиёд мекунад (Ҳукумати Ўзбекистон, 2016). Ҳамаи ин тағйиротҳо барои системаҳои гидроэнергетикӣ ва идоракунии об хатар эҷод мекунад.

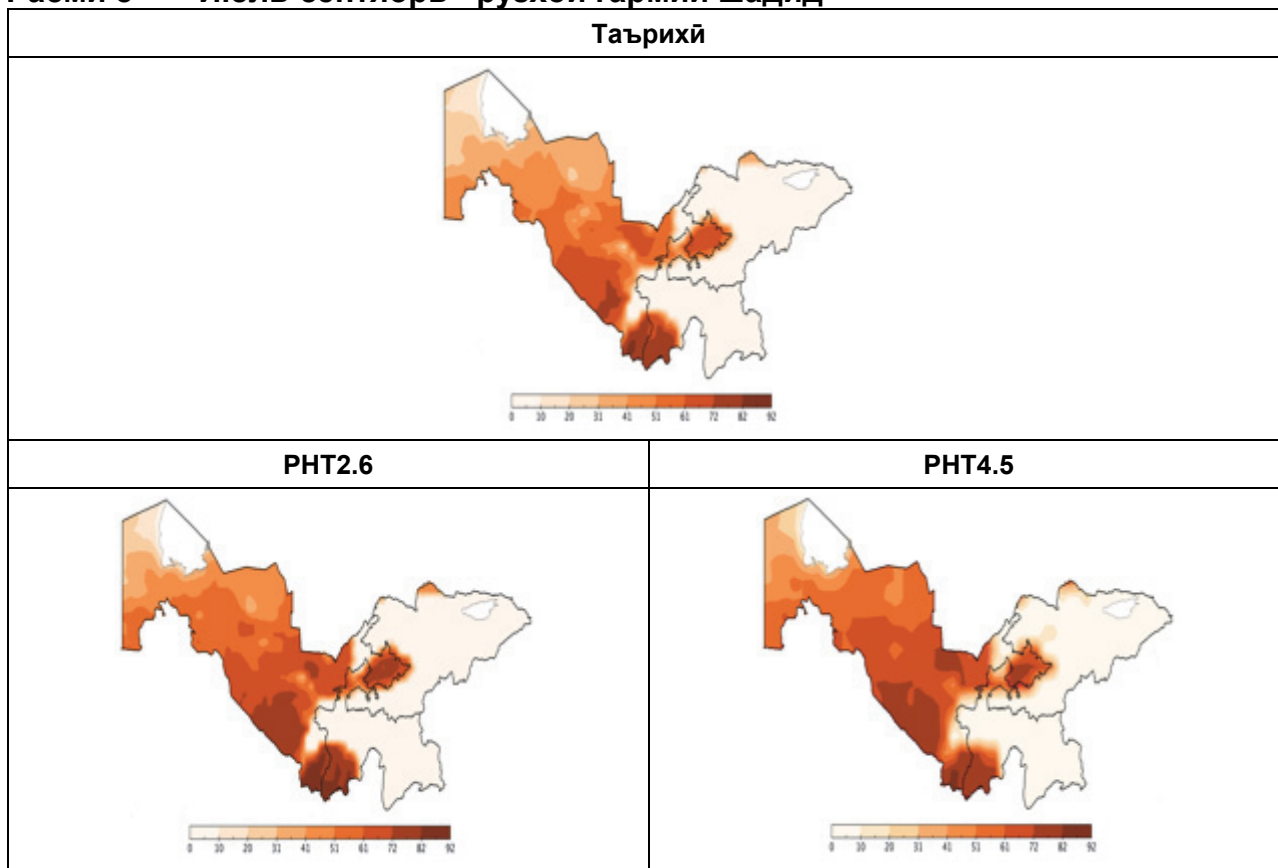
### 2.3.2 Тағйироти пешбинишуда дар басомад ва шиддати ҳодисаҳои фавқулодда

Бисёр ҳодисаҳои фавқулоддаи иқлимӣ мавҷуданд, ки ба ҳадди ниҳоии зарар ба инфрасохтори истеҳсолӣ ва интиқол ва инчунин талабот алоқаманданд. Дар байни тирамоҳу баҳор, сардиҳои шадид, яхбандӣ ва бориши барф дар минтақаҳои кӯҳӣ метавонад самаранокии тавлид ва интиқолро коҳиш дода, боиси хисорот гардад. Масалан, яхбандӣ дар хатҳои интиқоли барқ бо шамолҳои саҳт ё бидуни он метавонад боиси фурухамӣ, кандани хатҳо, ва дар қатори таъсири дигар, инчунин фурупошии пояю симчубҳои барқӣ гардад. Ширкатҳои энергетикӣ се кишвар дар шароити шадиди зимистон таҷриба доранд ва инро ҳангоми тарҳрезӣ, истифода ва нигоҳдории инфрасохтори энергетикӣ ба инобат мегиранд, ки дар машваратҳои миллӣ оид ба ин тадқиқот гузориш дода шудааст.

Банақшагирии инфрасохтор барои ҳаводиси шадиди гармӣ ва хатарҳои минбаъдаи мустақим ва силсилавор, ки метавонанд ба миён оянд, боэътимод нест. Аз ин рӯ, дар ин гузориш таваҷҷуҳи асосӣ ба пешгӯиҳои ду нишондиҳанда, ки ба гармии шадид аз лиҳози шумораи рӯзҳо дар фаслҳои, ки дар он ҳарорати рӯзона аз 33°C<sup>1</sup> ва шабона аз 27°C<sup>2</sup> зиёд мешавад, равона карда шудааст. Мо инчунин тасвири боҳангоми тағйироти эҳтимолиро дар боришоти шадиди 24-соата аз руи басомад ва давомнокии чуғрофиёи интиҳобшуда, инчунин муҳокимаи тағирот дар динамикаи обхезӣ аз сабаби тағйирёбии иқлим дохил мекунем.

Дар гузашта (1981–2005), танҳо дар ҷануби Ўзбекистон (вилоятҳои Сурхандарё, Қашқадарё ва Самарқанд), дар ҷануби Тоҷикистон (Хатлон) ва водии Фарғона аз моҳи июл то сентябри соли равон, 60 рӯз ва бештар, ҳарорати ҳаво аз 33°C зиёд буд (таҳлили додаҳои ERA-Interim). То солҳои 2050-ум (2041–2065), давомнокии фазой барои минтақаҳои меафзояд, ки ҳадди ақалли рӯзҳои гарм дар он, метавонад 60 рӯз ё бештарро мувофиқи ҳар ду РНТ (Расми 8) ташкил диҳад. Дар доираи РНТ2.6, ба қисми зиёди Бухоро ва як раҳ, ки аз қисми ҷанубии Навоӣ ба шарқ тӯл кашидааст, таъсир мерасонад; дар доираи РНТ4.5, минтақаҳои зарардида, бештар ба шимол тӯл кашида зиёда аз нисфи қаламрави Ўзбекистон ба гармӣ дучор шудааст. Ба марказҳои асосии аҳолинишини ҳар се кишвар, аз қабилҳои Тошканд, Қиззах, Ўш ва Бохтар таъсир хоҳанд расонд. Илова бар ин, давомнокии мавсими гарм метавонад эҳтимолан аз моҳи апрел шуруъ гардида, дар баъзе ҷойҳо то моҳи октябр давом ебад. Давомнокии чуғрофиҳои шабҳои гарм дар охири баҳор ва тобистон низ мувофиқи РНТ2.6 ва РНТ4.5 меафзояд (нишон дода нашудааст).

**Расми 8 Июль-сентябрь - рӯзҳои гармии шадид**



Эзоҳ: Миқдори рӯзҳо аз моҳи июл то сентябри соли 1981–2005 (маълумоти таърихӣ) ва пешгӯиҳо (2041–2065) бо ҳарорати ҳаво бештар аз 33°C.

Манба: Ҳисобҳои муаллифон дар асоси маълумоти ERA-Interim ва ТМҲХНМ.

Дар чаҳорҷӯби ин гузориш таҳлили тайирот дар нерӯи тундбодҳои шадид, тӯфонҳои боди бардавом ва жола бар асари тағйирёбии иқлим дар се кишвар ғайриимкон буд. Дар як таҳқиқоти қаблӣ, мо тағйиротро дар басомад ва шиддати боронҳои шадиди 24-соатаи минтақавӣ дар ҳар як кишвар то солҳои 2050-ум барои RHT4.5 ва RHT8.5 таҳлил кардем (Опитз-Стаплетон, 2021). Ҷадвали 2 тағйиротро дар миқдори боришоти ҳаррӯза барои вилоят ё минотиқи интихобшуда нишон медиҳад, ки дар онҳо инфрасохтори асосии энергетикӣ мавҷуд аст ё сохтмони дар нақша аст (барои тафсилоти таъсир ба боби оянда нигаред).



**Ҷадвали 2 Тағйирёбии басомади ҳаррӯза ва шадиднокии боришот**

| Даври баргашт (солҳо)     | Мушоҳида шудааст | PHT4.5 |
|---------------------------|------------------|--------|
| Қирғизистон: Ҷалол-Обод   |                  |        |
| 20                        | 1.41             | 1.72   |
| 50                        | 1.63             | 1.96   |
| 100                       | 1.80             | 2.14   |
| Тоҷикистон: ВМБК          |                  |        |
| 20                        | 0.52             | 0.66   |
| 50                        | 0.59             | 0.76   |
| 100                       | 0.64             | 0.83   |
| Ўзбекистон: Виояти Ҷиззах |                  |        |
| 20                        | 1.42             | 1.85   |
| 50                        | 1.68             | 2.14   |
| 100                       | 1.88             | 2.36   |

Шарҳ: Тағйироти пешбинишавандаи басомади боришоти шадиди 24-соатаи минтақавӣ барои солҳои 2036–2065 (2050-ум) нисбат ба басомаднокии таърихӣ (1971–2000). Нишондодҳо дар мм/соат оварда шудаанд. Таҳлили рӯйдодҳои шадиде, ки муаллиф дар таҳқиқоти қаблӣ анҷом додааст.

Манбаъ: Оптиз-Стаплетон (2021), таҳлили нашрнашудаи TA-9878 REG.

## 3 Баррасии хатари иқлим: таъсир, осебпазирӣ ва хатарҳо

### 3.1 Таъсир

#### 3.1.1 Тавлид ва интиқоли таърихӣ

Дар Қирғизистон ва Тоҷикистон нерӯгоҳҳои барқи обӣ (НБО) дар иқтидори тавлиди барқарӣ доранд. То соли 2021, 5 406 МВт аз иқтидори умумии тавлиди 6 124 МВт дар Тоҷикистон 5 406 МВт-ро барқи обӣ ташкил медиҳад (ВЭО, 2022). Қирғизистон аз 3 896 МВт (МВТ, 2022) дар умум, 3 034 МВт иқтидори тавлиди барқи обӣ дошт. Ўзбекистон дар ҳоли ҳозир бештар ба нерӯгоҳҳои барқи гармидиҳии газӣ ва ангиштӣ (НЭС) таъян мекунад ва нерӯи шамол, офтобӣ ва обӣ камтар аз сеяки (2,25 ГВт) иқтидори умумии тавлиди ро, ки ба 15,6 ГВт баробар аст, ташкил медиҳад (ВМ, 2022).

#### Расми 9 Инфрасохтори асосии мавҷудаи энергетикӣ, 2017



Эзоҳ: Ин харита ба соли 2017 тааллуқ дорад ва ҳама лоиҳаҳои гидроэнергетикӣ, барқи офтобӣ ва шамолро, ки аз ҷониби се кишвар сохта мешаванд ё ба нақша гирифта шудаанд, хатҳои CASA-1000 ё дигар хатҳои минтақавии интиқоли барқи ба нақша гирифташударо нишон наметавонад.

Манба: GENI (2017)

Инфрасохтори истеҳсолӣ ва интиқоли барқ дар минтақа фарсуда мешавад. Дар Ўзбекистон синни миёнаи НБГ ва НБО 60 солро ташкил медиҳад. Дар давоми панҷ соли охир, ду станцияи офтобии коммуналӣ (батареяҳои офтобӣ бо иқтидори зиёда аз 1 МВт), як станцияи электрикии обӣ ва як НБО ва НБГ газӣ сохта шуданд. Синни НБО ва НБГ ангиштсангӣ дар Қирғизистон низ, ба ҳисоби миёна 60 солро ташкил медиҳад ва дар 10 соли ахир нерӯгоҳҳои хурдтари иловагӣ ба истифода дода шудаанд. Синни НБО дар Тоҷикистон бо иқтидори зиёда аз 1 МВт аз 4 то 86 сол аст;

Шаш сол пеш, дар атрофи Душанбе як НБГ-и ангиштӣ сохта ба истифода дода шуда буд (ВЭЗО, 2022).

Таърихан, қисми зиёди инфрасохтори тавлид ва интиқол дар се кишвар (ва ҷануби Қазоқистон ва Туркманистон) ба Системаи энергетикӣ Осиеи Миёна (СЭОМ) пайваст гардида буд, ки он дар замони шӯравӣ таъсис ёфта буд. Якчанд хатҳои интиқоли барқ вучуд доранд, ки кишварҳо ва минтақаро ба ҳам мепайвандад, гарчанде, ки баъзе кишварҳо, шуруъ аз соли 2000 дар нуқтаҳои мухталиф аз дигар кишварҳо қатъ гардида буданд.

Дар иқтисоди тавлиди вобастагии мавсимӣ аз макони ҷойгиршавӣ вучуд дошт ва дорад. Он кишварҳое, ки ба НБО бештар таъия мекунад - Тоҷикистон ва Қирғизистон - иқтисоди тавлиди бештарро дар охири баҳор то аввали тирамоҳ, вақте ки маҷрои дарёҳо қад-қади Вахш ва Норин (инчунин маҷроҳои дигари обӣ) аз сабаби обшавии барф баланд мешавад, доранд. Тавассути СОЭМ мавсимӣ будани иқтисоди тавлиди НБО дар кишварҳои болооб (Тоҷикистон ва Қирғизистон) аз ҳисоби тавлиди НБГ дар фаслҳои дигари сол аз тарафи кишварҳои захираҳои бештари сӯзишвории маъданӣ дошта (Ўзбекистон) ҷуброн карда шуд (Винокуров ва дигарон, 2021). Инфрасохтори кӯҳна ва тафовут дар идоракунии истеҳсолот дар кишварҳое, ки дар он нерӯгоҳҳои гидроэнергетикӣ ва сӯзишвории истихроҷшаванда бартарӣ доранд, ба номутаносибии сарборӣ ва қатъи нерӯи барқ дар зимистон мусоидат мекунад (ҳамон ҷо).

### 3.1.2 Таъсирҳои оянда

Ҳар се кишвар ваъда додаанд, ки манобеъи барқароршавандаи ғайрианъанавӣ (офтоб ва шамол) ва анъанавиро (оби барқӣ) то ба сатҳҳои гуногун густариш диҳанд.

**Қирғизистон:** *Стратегияи Миллии Рушд* барои солҳои 2018-2040 афзалиятҳои бахши энергетикаро муайян мекунад, ки аз онҳо баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ ҳангоми таъмини амнияти энергетикӣ бо истифода аз иқтисоди нерӯгоҳи барқӣ, зиёд кардани ҳиссаи манобеъи барқароршаванда (НБО, офтобӣ, шамол ва НБО-и обанбор дошта) то 10% маҷмӯи энергия ва 'газизатсия'-ро (Шӯрои миллии рушди устувори Ҷумҳурии Қирғизистон, 2018) дар бар мегиранд. *Барномаи Иқтисоди сабз* барои солҳои 2019–2023 ба зарурати гузариши сиёсати Ҳукумат ба самти ҳавасмандгардонии самаранокии энергия, сарфаи он ва тавлиди энергияи барқароршаванда таъкид мекунад. Ҳадафҳои ҳадди аққал 50 МВт энергияи барқароршаванда, аз ҷумла офтоб ва шамол барои минтақаҳои муқаррар карда шудаанд, ки онҳо метавонанд нисбат ба интиқол тавассути шабакаи миллии рақобатпазиртар бошанд, бо назардошти афзоиши пешбинишудаи истеъмоли энергия то соли 2040 (Вазорати иқтисод ва савдои Ҷумҳурии Қирғизистон, 2019а). Концепсияи рушди маҷмааи сӯзишворию энергетикӣ то соли 2030 дар давоми татбиқи барнома ба анҷом мерасад (Вазорати иқтисод ва савдои Ҷумҳурии Қирғизистон, 2019б).

Қирғизистон нерӯгоҳҳои бузурги вилояти Ҷалолободро (НБО-и Токтогул бо иқтисоди 1 200 МВт, болотар аз шаҳри Норин (Ат-Башӣ 44 МВт)) барқарор мекунад. Талашҳо оид ба барқарорсозӣ, дар ҳамкорӣ бо Бонки Осиеи Рушд барои аз байн бурдани лой ва таҳшинҳо, инчунин иваз кардани таҷҳизоти кӯҳна идома доранд. Дар кишвар сохтмони ду НБО-ҳои иловагӣ – Бала-Саруу (Фонди рушди Русияву Қирғизистон) 25 МВт дар вилояти Талас ва 18 МВт Қароқул (ГЭС-и Чакан) дар вилояти Ҷалолобод ба нақша грифта шудааст. Интизор меравад, ки имсол сохтмони се нерӯгоҳи барқӣ

офтобӣ (навъи номаълум) бо иқтидори муқарраршуда аз 125 МВт то 500 МВт ва як нерӯгоҳи барқи шамолий (10 МВт) оғоз шавад. Ин манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар тамоми минтақаҳои Иссиққул ва Чуй ҷойгир хоҳанд шуд. Ҳукумат эътироф мекунад, ки тағирёбии иқлим мушкилоти мавҷудаи энергетикиро «бо сабаби коҳиши тавлиди нерӯи барқи обӣ» боз ҳам шадидтар хоҳад кард (Ҳукумати Қирғизистон, 2016), дар ҳоле ки НБО дар ҳавзаҳои дарёҳои хурд ҷойгир шуда, бо болоравии ҳарорат ба 2°C (Ҳукумати Қирғизистон) 19% коҳиш хоҳад ёфт, (2020) - сценарияи РНТ2.6 аст, ки дар боби қаблӣ зикр гардидааст.

**Тоҷикистон:** Афзалиятҳои энергетикӣ Тоҷикистон дар *Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон* барои давраи то соли 2030 ифода ёфта, амнияти энергетикӣ ва истифодаи самараноки нерӯи барқ яке аз чаҳор афзалияти асосӣ номбар шудаанд (Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2016). Барои бахши барқ стратегия рушдро дар асоси концепсияи «10/10/10/10» пешбинӣ мекунад: (1) иқтидори лоиҳавии системаи энергетикӣ то 10 ГВт зиёд карда шавад; (2) содироти солони нерӯи барқ ба кишварҳои ҳамсоя то 10 миллиард кВт/соат; (3) диверсификатсияи иқтидори системаи энергетикӣ кишвар на камтар аз 10% бо роҳи зиёд кардани иқтидори дигар манобеъи энергия, аз ҷумла ангишт, нафт, газ ва манбаъҳои барқароршаванда; ва (4) то 10% коҳиш додани талафоти нерӯи барқ дар кишвар (ҳамон ҷо). *Нақшаи генералии рушди бахши энергетикӣ* бо дастгирии Бонки Осиёи Рушд (БОР) ҳуҷҷати асосии стратегӣ барои рушди бахши энергетика (БОР, 2017) мебошад. Нақшаи генералӣ нерӯи шамолий ё офтобиро ҳамчун як роҳҳои афзалиятноки таъмини нерӯи барқ баррасӣ накардааст, бо эзоҳ ба он, ки бо мурури замон, онҳо метавонанд тавассути такмили технологӣ ва коҳиши хароҷот ҷолибтар шаванд.

Дар ҳоле, ки Тоҷикистон тавсеъаи тарҳрезии нерӯи барқро идома медиҳад, пас аз иҷрои нақшаи генералии соли 2017, сандуқи энергетикӣ худро барои бунёди паркҳои офтобӣ ва бодӣ гуногун месозад (диверсификатсия). Дар ҳамкорӣ бо Бонки Осиёи Рушд, Бонки Ҷаҳонӣ, Оҷонси рушди байналмиллалӣ ИМА ва Кореяи Ҷанубӣ дар кишвар нерӯгоҳҳои хурду бузурги офтобӣ бо иқтидори муқарраршуда аз 0,2 то 200 МВт сохта мешаванд. Лоиҳаҳо дар саросари кишвар, дар вилоятҳои Суғд, Хатлон ва Бадахшони Кӯҳӣ ҷойгир шудаанд. Онҳо, инчунин аз ибтидои солҳои 2000-ум ба таъмир ва такмил додани НБО, системаҳои интиқол ва тақсимои мавҷуда машғуланд.

**Ўзбекистон:** Тибқи *Стратегияи гузаштани Ҷумҳурии Ўзбекистон ба иқтисодиёти «Яшил» барои солҳои 2019–2030*, Ўзбекистон ҳадаф дорад, ки ҳиссаи манбаҳои барқароршавандаро дар тавлиди умумии нерӯи барқ то соли 2030 ба беш аз 25% зоед намуда, иқтидори тавлиди нерӯи барқро бо мақсади то соли 2030 дучанд гардонидани истеҳсоли солони, 2,5 маротиба афзоиш диҳад. Он инчунин ба навсозӣ ва таҷдиди сохтори системаи таъминоти барқ бо ҷорӣ намудани системаи тавлиди ғайримарказонидашудаи нерӯи барқ дар асоси манобеъи барқароршаванда, барои баланд бардоштани самаранокии энергия ва эътимоднокии шабакаҳои барқ таъкид мекунад. Ин инчунин насби нерӯгоҳҳои муосири офтобӣ ва шамолиро бо иқтидори умумии 8 ГВт ҳамчун афзалияти рушди саноати барқ дар бар мегирад.

Нерӯгоҳҳои барқи офтобӣ ва шамолий ҳоло дар марҳилаҳои гуногуни рушд қарор доранд. Дар ҳамкорӣ бо Бонки Осиёи Тавсеъа, Корпоратсияи Байналмиллалӣ Молиявӣ/Бонки Ҷаҳонӣ, Бонки Аврупоии Таҷдид ва Рушд, Масдар (АМА), ACWA Power (Арабистони Саудӣ) ва Фанес Групп (БАА) дастгоҳҳои сершумори

фотоэлектрикӣ (ФЭ) (ба таври мутамарказ) ва нерӯгоҳҳои барқӣ шамоли бо иқтидори умумии муқарраршудаи аз 100 то 1 000 МВт таҳия карда мешаванд. Чунин иншоотҳо дар вилоятҳои Сурхандарё, Қашқадарё, Бухоро, Қиззах, Намангон, Хоразм, Самарқанд, Навоӣ ва Фарғона ва вилояти мухтори Қорақалпоқистон - бо як ҳарф - дар саросари кишвар ҷойгир хоҳанд шуд.

**Ҳампайваस्ताгии минтақавӣ:** Баъзе лоиҳаҳои бузурги минтақавии интиқоли барқ, лоиҳаи CASA-1000 мебошад. Ои барои бунёди хати 500 кВ байни Тоҷикистон, Қирғизистон, Покистон ва Афғонистон равона гардидааст, ки тавассути он, Покистон барои қонё гардонидани авҷи талабот дар тобистон, ба нерӯи барқ дастрасӣ хоҳад дошт.

Ҳангоми баррасии харитаи инфрасохтори дар соли 2017 (Расми 9) мавҷуда ва ба нақша гирифташуда, таъсири НБО-ҳои инфиродӣ, стансияҳои шамоли ва паркҳои фотоэлектрикии офтобӣ, НБГ ва системаҳои интиқолии минтақавӣ ба хатарҳои тағйирёбии иқлим, ки дар боби қаблӣ зикр шудаанд, возеанд.

## 3.2 Ҳассосият ва иқтидорҳо

### 3.2.1 Ҳассосиятҳо: афзоиши талабот, маҳдудияти умумии амалиётӣ

Талабот, бесамарӣ ва талафот манбаи ҳассосият дар системаҳои энергетикӣ милли ва минтақавӣ мебошанд. Холо дар минтақа сарфаи энергия паст буда, талафот зиёд аст, гуфта мешавад дар Ҳисоботи 2. Талабот ба нерӯи барқ дар ҳар се кишвар, аз ҳисоби афзоиши аҳоли ва рушди иқтисодӣ ва гуногунсозии иқтисодиёт бе (таърихӣ) сиёсати самаранокии истифодаи энергия ва идоракунии талабот, аз соли 2000 (ба Ҷадвали 3 нигаред) инҷониб, ру ба азоиш ниҳода (Бонки Ҷаҳонӣ, 2020).

Тағйирёбии мавсимии талабот вучуд дорад, ки бо вучуди он насосҳои обёрикунонӣ(миллиорасионӣ) дар даври моҳҳои апрел то сентябр миқдори зиёди нерӯи барқро истифода мебаранд. Ва ин бо назардошти он, ки дар Тоҷикистон, Қирғизистон ва Ўзбекистон, тақрибан 45%, 19% ва 26% шуғли умумӣ дар ин кишварҳо ба соҳаи кишоварзӣ рост меояд (СБМ, 2022). Талабот ба об барои обёрӣ ба моҳҳои хушк, тақрибан аз апрел то октябр рост меояд; қатъ шудани қувваи барқ дар натиҷаи хушксолӣ ё дигар хатарҳо ба қобилияти интиқол додани об барои обёрӣ таъсир мерасонад. Афзоиши талабот аз ҳисоби истихроҷи крипто-асъорӣ дар Қазоқистон ва гуногунсозии технологӣ дар саросари минтақа тамоюлҳои нави талаботро нишон медиҳанд, ки ба системаи мавҷуда фишор ба вучуд меоранд.

### Ҷадвали 3 Тамоюли истифодаи нерӯи барқ

| Кишвар      | 2000 | 2010 | 2019 |
|-------------|------|------|------|
| Қирғизистон | 8.3  | 7.5  | 12.6 |
| Тоҷикистон  | 13.4 | 14.3 | 15.4 |
| Ўзбекистон  | 43.8 | 41.8 | 60.1 |

Эзоҳ: Рақамҳо дар ТВт/соат оварда шудаанд.

Манба: IEA (2022)

Талабот ба нерӯи барқ дар ҳар се кишвар афзоиш хоҳад ёфт (Ҷадвали 4), гарчанде ки пешгӯиҳои талабот пас аз соли 2030 дастрас нестанд. *Стратегияи миллии мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлими Тоҷикистон то соли 2030* афзоиш ёфтани ниёз ба обёриро аз сабаби зиёд шудани басомади хушксолӣ эътироф мекунад

(Ҳукумати Тоҷикистон, 2019). Эҳтиёҷоти баланд ва давомнокии он (соатҳо дар як рӯз) нишон дода шудааст, ки ҳангоми мавҷҳои гармӣ дар бисёр кишварҳо афзоиш меёбад. Дар Покистон, бо аз 30°C ба 1°C баланд шудани ҳарорати ҳаво, талабот ба барқ 109,3 ТВт/соат зиёд шудааст (Алӣ ва дигарон, 2013). Афзоиши эҳтиёҷ ба нерӯи барқ барои хунуккунӣ ҳангоми мавҷҳои гармӣ дар Узбекистон ва Тоҷикистон 25% ҳисоб карда мешавад (Петерсен ва дигарон, 2021a; 2021b). Аммо, оиди чӣ гуна ҳисоб намудани талабот ба барқ ва афзудани он ба насосҳои ирригатсионӣ, ҳисобу китоб пешниҳод карда нашудааст. Зарурати пешгӯии минбаъдаи авҷи талабот дар ин кишварҳо вучуд дорад.

#### Ҷадвали 4 Пешгӯиҳои талабот ба нерӯи барқ

| Кишвар      | 2022 | 2025 | 2030 |
|-------------|------|------|------|
| Қирғизистон | –    | –    | –    |
| Тоҷикистон  | 20.4 | 22.7 | 26.9 |
| Ўзбекистон  | 76   | 93   | 138  |

Эзоҳ: Рақамҳо дар ТВт/соат оварда шудаанд.

Манобеъ: Тоҷикистон: Вазорати энергетика ва захираҳои об; Ўзбекистон: Вазорати энергетика

Илова ба талабот ва сарборӣ, ки он метавонад ба тавлид, интиқол ва тақсимот эҷод кунад, ҷанбаҳои дигари ҳассос ба талаботҳои амалиётӣ ва арзиши ҳадди инфрасохтори мушаххас алоқаманданд.

#### Нерӯи офтобии фотоэлектрикӣ ва нерӯи концентратории офтобӣ (CSP):

Давомнокии пешбинишудаи паркҳои офтобии фотоэлектрикӣ ва васлаҳои хурд - навъи офтобие, ки ҳоло дар се кишвар ба нақша гирифта шудааст - 25-40 сол аст (NREL, 2022). Аз ин рӯ, батареяҳои офтобӣ, ки ҳоло ва то соли 2030 насб шудаанд, ҳанӯз дар солҳои 2050-ум, ки дар таҳлили сценарияҳои тағирёбии иқлим фаро гирифта шудааст, қор хоҳад кард. Системаҳои фотоэлектрикии офтобӣ ҳассосияти маҳдуд ба ҳарорат, ҷанг ва об доранд. Фотоэлементҳои офтобӣ танҳо як қисми радиатсияи офтобии воридшударо ба энергия табдил медиҳанд ва боқимонда ҳамчун гармӣ фуру бурда мешаванд. Табдили самаранокии энергия аз таркиби элементҳо ва радиатсияи офтобӣ, инчунин аз ҳарорати муҳити зист, суръати шамол ва дигар вазъҳои обу ҳаво вобаста аст. Дар рӯзҳои гарм (аз 25°C баландтар) самаранокии табдилдиҳӣ коҳиш меёбад; суръати коҳиш аз таркиби ҳуҷайраҳо вобаста аст (Калделлис ва дигарон, 2014). Дар оянда, эҳтимолияти зиёди ба амал омадани хокбодҳо аз ҳисоби афзоиши бухоршавии умумӣ (эвапотранспирация) вучуд дорад. Ҷангу хок, иқтидори батареяҳои офтобиро коҳиш медиҳад, ки он дар навбати худ тоза кардани панелҳо ва таҷҳизотро талаб хоҳад кард. Панелҳои офтобии фотоэлектрикӣ ва нерӯгоҳи барқи офтобии концентраторӣ ба обе, ки барои тоза намудан истифода мешаванд, талаботҳои мухталиф доранд; самаранокии он метавонад дар давоми як моҳ, аз сабаби олудагӣ ба ҷангу хок то 30% коҳиш ёбад (Панат ва Варанаси, 2022). Агар системаи сардкунӣ обӣ ё гибридӣ истифода шавад, он барои хунуккунӣ об талаб мекунад. Талаботи умумии об барои энергияи офтобӣ дар муқоиса бо НБГ ҳанӯз хеле паст аст (Клайсе ва дигарон, 2013). Ниҳоят, дар иқлими гармтар шиддат гирифтани тӯфонҳо эҳтимол дорад. Шамолҳо ва жола, ки бо ҷунин тӯфонҳо алоқаманданд, метавонанд боиси афзоиши ҳолатҳои осеббинии дастгоҳҳои офтобӣ шаванд.

**НБГ – ҳастай, ангиштӣ, газӣ ва нафтӣ:** Давомнокии пешбинишудаи НБГ аз 60 то 80 солро ташкил медиҳад; аз ин рӯ, НБГ ҳоло сохташуда бояд ба тағирёбии эҳтимолии

иқлим дар соли 2100 истодагӣ кунанд. НБГ ба ҳаводиси шадиди гармӣ, хушксолӣ ва обхезӣ ҳассосанд. Онҳо аксар вақт барои тавлид ва сардкунӣ миқдори зиёди обро талаб мекунанд, ки аз миқдоре, ки барои тавлиди энергияи офтоб ва шамол лозим аст, хеле зиёданд. Об барои сардкунӣ дар нерӯгоҳҳои дорои системаҳои сардкунӣ яқвақта ба маҷроҳои маҳаллӣ рехта мешавад ва ба экосистемаҳои обӣ таъсир мерасонад; дар вақти гармӣ таъсири партовҳои гармтар зиёд мешавад. (Системаҳои хунуккунӣ ҳалқаи пӯшида камтар обро талаб мекунанд ва партовҳои ҳадди ақал доранд). Коҳиш ёфтани иқтидори тавлиди НБГ дар ҳароратҳои гарми ҳаво дар назар аст, ки аз руи ҳисобҳо, ба аз  $-0,4\%$  то  $-0,7\%$  барои  $1^\circ\text{C}$  болоравии ҳарорати оби сардкунандаи беруна аз ҳадди ниҳоии оперативӣ (Кронин ва дигарон, 2018) мебошад. Хушксолӣ, махсусан дар яқоягӣ бо мавҷҳои гармӣ, метавонад сифат ва миқдори обро коҳиш диҳад, ки он дар навбати худ ба зангзании инфрасохтор мусоидат намуда, дар натиҷаи нарасоии об ба коҳиш ёфтани тавлиди неруи барқ оварда мерасонад (Дирезон ва дигарон, 2022). Обхезӣ метавонад инфрасохторро хароб ва ҳалалдор намояд. Дар натиҷаи хароб ё ҳалалдор шудани шабакаҳои нақлиётӣ, интиқоли ангишт, нафт ва газ метавонад ҳалалдор гардад (Опиц-Степлтон ва дигарон, 2021). Агар НБГ ҳангоми обхезӣ ё тӯфон хароб ё валангор гардад, имконияти ифлосшавии экосистемаҳои атроф низ ба вучуд меояд. Дар доираи ин гузориш, арзёбии ҳассосияти хоси иқлими НБГ-ҳои алоҳида дар ҳар як кишваре, ки мавриди омӯзиш қарор гирифтааст, ғайриимкон аст.

**Фермаҳои шамолӣ:** Мӯҳлати пешбинишудаи истифодаи муфиди турбинаҳои шамолӣ тақрибан 20 сол аст (NREL, 2022). Лоихаҳое, ки то соли 2030 муқаррар шудаанд, то аввали солҳои 2050-ум амал мекунанд ва зери хатарҳои дар боби қаблӣ тавсифшуда қарор хоҳанд гирифт. Эҳтимолан, шиддати ҳаводиси сард, ки ба яқбандии майсаҳои (лопасти) турбина мусоидат мекунанд, кам мешавад (Приор ва Бартелми, 2013), гарчанде ки онҳо дар минтақаҳои кӯҳӣ ё минтақаҳои намии баландтар дошта – атрофи кӯлҳо, ба мушкилот ру ба ру хоҳанд шуд. Аммо, мавҷҳои гармӣ инчунин метавонанд ба чузъҳои турбинаҳои бодӣ ва манораҳо осеб расонанд. Ҳадди стандартии ҳарорати кори турбинаҳо ба истеҳсолкунандаи онҳо вобастагӣ дошта аз  $-30^\circ\text{C}$  то  $50^\circ\text{C}$  ташкил медиҳад. Системаҳои турбина метавонанд ҳангоми наздик шудани ҳарорати муҳити атроф ба ҳудуди амалиётӣ, бо мақсади пешгирӣ намудани осеб хомӯш шаванд, аммо дарёфт кардани мушаххасоти дақиқ оиди он душвор аст. Афзоиши шамолҳои номунтазам ва афзоиши суръати шамол аз сабаби тӯфонҳои шадидтар дар шароити тағирёбии иқлим аз нуқтаи назари таъсири он ба тавлиди умумии мавсимӣ ва хисорот бештар омӯхта шудаанд (Солаун ва Серда, 2020; Абдин ва дигарон, 2019). Вобаста аз ҳадди фаъолият, нерӯгоҳҳои шамолӣ бояд турбинаҳоро хомӯш кунанд, то аз сарбории аз ҳад зиёд ва осеби таҷҳизот ҳангоми шамолҳои шадид пешгирӣ кунанд (Дас ва дигарон, 2020).

**Барқи обӣ:** Гидрологияи дарёҳо – маҷроҳои асосӣ, вақти авҷи маҷроҳо, инчунин сифати об ба монанди таҳшин – барои кори НБО-ҳои маҷроӣ ва ҳам нигоҳдории онҳо муҳиманд. Худи ин омилҳо аз мавҷудияти НБО-ҳои болооб вобаста буда, ба тамоми ҳавзаи дарё ва обанборҳои он дахл доранд. Ҳама гуна тағйирот дар гидрологияи дарёҳо феврал ба иқтидори тавлиди нерӯгоҳҳои барқи оби маҷроӣ таъсир мерасонад; НБО-ҳои захиракунанда метавонанд вобаста ба ҳаҷми обанбори захиракунанда баъзе тағйироти гидрологиро бо роҳҳои гуногун бартараф созанд. Маҷроӣ кам аз сабаби хушксолӣ, баҳусус дар баробари мавҷҳои гармӣ ва/ё афзоиши бухоршавӣ аз ҳисоби фаслҳои гарм, тағирёбии вақти авҷи маҷроӣ об ва обхезии шадид дар натиҷаи борону барфи шадид дар моҳҳои сард, ба тавлиди нерӯи барқ таъсир мерасонад (Као ва дигарон, 2016; Шефли, 2015). Таҳшиншавии сарбандҳои

НБО-ҳо низ яке аз мушкилиҳои асосӣ буда, сабаби коҳиш ёфтани иқтидори истеҳсоли ва захиракунии онҳо мешавад. Иқтидори муқарраршудаи НБО Норак аз сабаби таҳшиншавӣ ва фарсудаҷавии инфрасохтор 20–25% коҳиш ёфтааст (Бонки Чаҳонӣ, 2020).

Вобаста ба суръат ва фазои фазоии пирях, обшавии барф ва афзоиши сарбории таҳшинҳо аз хурдашавӣ ва эрозияи яхбандии абадӣ, иқтидори гидроэнергетикӣ метавонад дар аввал – дар тӯли се ё чор даҳсолаи оянда афзоиш ёфта, эҳтимол то соли 2080–2100 коҳиши он ба вучуд ояд (Барандун ва дигарон, 2020; Гуваров, 2022). Тоҷикистон ва Қирғизистон дар фасли зимистон барои пӯшонидани норасоии тавлиди мавсимӣ аз обанборҳо об мебароранд, аммо ин боиси коҳиши тавлид ва таъмини об дар соли оянда шуд (Винокуров ва дигарон, 2021). Тағйирот дар кори обанборҳо ба обанборҳои поёноб ва экологияи дарёву обҳои зеризаминӣ таъсир мерасонад.

Нерӯгоҳҳои барқи обӣ низ як манбаи хатари геополитикӣ мебошанд. Шадидтар гаштани он вобаста аз он аст, ки кишварҳои алоҳида дар шароити тағйирёбии иқлим, дар машварат бо кишварҳои поёноб захираҳои обро чӣ гуна идора мекунанд. Дар тӯли таърих, миёни се кишвар дар мавриди оби полезӣ ва тавлиди барқи обӣ дар маҷрои Сирдарё ва шохобҳои Норин ё Амударё, танишҳо ва баҳсҳо вучуд доштанд. Бино ба гузоришҳо, обанбори Токтогул дар Қирғизистон ва Норак дар Тоҷикистон 60% иқтидори мавҷудаи захиравии оби Осиёи Марказиро идора мекунанд (Сакал, 2015); идоракунии инҳо боиси ихтилофот бо мамлакатҳои ҳамсоя гардид.

**Интиқоол, тақсимот ва зеристгоҳҳо:** Давомнокии пешбинишудаи ин намуди инфрасохтор аз тақрибан 35–45 сол барои зеристгоҳҳо ва то 50 сол барои хатҳои интиқоли барқ тахмин карда мешавад. Масалан, эҳтимол дорад, ки системаи интиқоли CASA-1000 то охири солҳои 2070-ум фаъол бошад. Дар ҳоле, ки яхбандӣ ва вайроншавии шамол ба якпорчагӣ ва тавоноии хатҳои интиқол ва тақсимот хатар эҷод мекунанд. Ҳодисаҳои гармии шадид сабаби дар тамоми шабакаҳои интиқоли байниминтақавӣ ва тақсими маҳаллӣ ба вучуд омадани чолишҳои зиедтаре хоҳанд гашт. Дар назар аст, ки шумораи рӯзҳои хунук коҳиш ёбад, аммо дар миёнакуҳҳо ва баландкӯҳҳо ин мушкилӣ боқӣ хоҳад монд. Иқтидори хатҳои интиқол ва тақсимот ҳангоми гармии шадид, ки дар натиҷа ба афзоиши талабот оварда мерасонад, то 20% коҳиш меёбад (Бурилло ва дигарон, 2018). Дар ин сурат, сарбориро ба дигар хатҳои интиқоли барқ аз нав тақсим кардан лозим меояд. Афзоиши қувваи сарборӣ дар вақти ҳолати фавқулода метавонад боиси ба зудди гарм шудани онҳо ва инчунин коҳиши сарборӣ гардад, ки он дар навбати худ ба талафоти пай дар пай дар интиқол ва тақсимот мегардад. Хатҳои интиқол ва тақсими барқ, ба шамолҳои шадид низ осебпазиранд (Кай ва дигарон, 2019). Ин метавонад боиси ноустувории пай дар пай дар шабака гардад.

### 3.2.2 Иқтидорҳо: сиёсати ҷорӣ идоракунии хавфҳо

Ҳар се кишвар дорои сиёсати идоракунии хатари офатҳои табиӣ ва вазорату идораҳои давлатии гуногунанд, ки мувофиқи вазифаҳои хеш ваколатҳои гуногуни идоракунии хавфҳо ба душ доранд. Чаҳорҷӯбҳои мавҷудаи миллии идоракунии хатари офатҳои табиӣ тамаркуз ба воқуниш ба офатҳои табиӣ ва огоҳии барвақтӣ доранд. Бо вучуди ин, ҳар се кишвар ўҳдадорӣҳои худро оид ба коҳиш додани таъсири иқлим ва мутобиқшавӣ ба онро дошта, стратегияҳои миллии мутобиқшавӣ бошад дар сатҳҳои гуногуни таҳия ва тасдиқ қарор доранд. Бо вучуди ин, иқтидорҳои воқеӣ ва стратегияҳои амалишаванда барои татбиқи идоракунии хавфҳои иқлимӣ



(мутобиқшавӣ) дар банақшагири ва идоракунии соҳавӣ ҳанӯз дар марҳилаи таҳиягардӣ қарор доранд.

Санади «Пешгири ва вокуниш ба ҳолатҳои фавқулода» аз соли 2014 дар Тоҷикистон, вокуниш ба ҳолатҳои фавқулода, огоҳии барвақтӣ аз офатҳои табиӣ ва тарҳрезии категорияҳои ҳолатҳои фавқулодаро тавсиф мекунад, ки дар он, ба таври мушаххас идоракунии хатари тағирёбии иқлим зикр нагардидааст. Дар доираи ин сиёсат ба Вазорати энергетика ва об, ки ба салоҳияти он НБО дохил мешавад, вазифадор карда шудааст, ки «чораҳои пешгирии обхезӣ» ва «пешгири ва вокуниш ба ҳолатҳои фавқулода дар вақти ҳолатҳои фавқулодаи таъмини барқ» (Ҳукумати Тоҷикистон, 2014) таҳия намояд. *Стратегияи нави Миллӣ оид ба идоракунии хатари офатҳои табиӣ* омода аст ва аҳамияти тағирёбии иқлимро дар идоракунии хатари офатҳои табиӣ зикр мекунад. *Стратегияи миллии мутобиқшавӣ ба тағирёбии иқлими Тоҷикистон* то соли 2030 афзалиятҳоро дар чаҳор бахш: энергетика, кишоварзӣ, захираҳои об, нақлиёт ва соҳаҳои мухталифи дигар муайян мекунад (Ҳукумати Тоҷикистон, 2019). Зарурати эҷоди стратегияҳои воқеии татбиқи идоракунии хатари иқлим дар дохил ва байни бахшҳо, инчунин потенциали бештари ҷамоҳангсозии институтсионалӣ дар дохил ва байни сохторҳои давлати оид ба банақшагири ва татбиқ вучуд дорад. Ҳукумати Тоҷикистон ин заруратро дарк намуда бо Барномаи Рушди Созмони Миллали Муттаҳид (БРСММ), Бонки Ҷаҳонӣ, Бонки Аврупоии Таҷдид ва Рушд, Бонки Осиёи Рушд ва ғайра ҷиҳати беҳтар кардани идоракунии хавфи иқлим тавассути як қатор барномаҳо ҳамкорӣ мекунад (Ҳукумати Тоҷикистон, 2020). Тақвияти иқтисодии Вазорати энергетика ва захираҳои об ва кормандони ширкатҳои энергетикӣ барои гузаронидани баҳодихии хатари иқлими вобаста ба энергия ва об ва идоракунии хавфҳо яке аз самтҳои афзалиятноки Стратегияи миллии ва фаъолияти Фонди иқлими сабз мебошад.

**Ҷумҳурии Қирғизистон** дар даҳсолаи охир чанд тағйиротро дар идоракунӣ паси сар намуд, ки он дар навбати худ, таъсири худро ба идоракунии хатари офатҳои табиӣ гузошт. Он дар ҷустуҷӯи барномаи устуворӣ ба офатҳои табиӣ аст ва ба наздикӣ ба таҷдиди консепсияи миллии стратегияи хеш пардохтааст. Қирғизистон стратегияи ҳифз аз офатҳои табиӣ барои солҳои 2018–2030 бо афзалияти сармоягузорӣ ба тадбирҳои коҳиши хатари офатҳои табиӣ барои таҳкими тавонмандии мубориза бо офатҳоро қабул кардааст. Дар доираи *Самтҳои афзалиятноки мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлим* дар соли 2013, чаҳорҷӯби мутобиқсозӣ барои таҳкими ҳамкориҳои институтсионалӣ ва пешниҳоди роҳнамо оид ба методологияи арзёбии хатари иқлим дар бахшҳои афзалиятнок, инчунин нақшаҳои мутобиқсозии соҳавӣ (Ҳукумати Қирғизистон, 2019) таъсис дода шуд. Аз сектори энергетикӣ талаб карда нашуд, ки нақшаи навшударо таҳия кунад, чунон ки он қаблан таҳия шуда буд; Муҳлати эътибори нақшаҳои соҳавӣ, ки дар доираи афзалиятҳои соли 2013 таҳия шудаанд, соли 2017 ба охир мерасад (ҳамон ҷо). Нусхаи нақшаи иқлими бахши энергетикӣ то соли 2013 барои ин таҳқиқот пайдо ва баҳогузори карда нашуд, ва эҳтимолан муҳлати эътибори он ба анҷом расидааст. Ҳоло Қирғизистон Стратегияи миллии худ ва *Нақшаи мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлимро* дар ҳамкорӣ бо БРСММ тавассути Фонди иқлими сабз таҳия карда истодааст, ки тибқи гузоришҳо, идоракунии офатҳои табиӣ ва об барои кишоварзӣ/обёрикунӣ аз ҷумлаи бахшҳои афзалиятнок номбар карда шудаанд. Интизор меравад, ки раванди навсозии Нақшаи Миллии Мутобиқсозӣ моҳи августи соли 2023 ба анҷом расад.

Дар Ўзбекистон Вазорати ҳолатҳои фавқулода мақомоти иҷроияест, ки барои ҷамоҳангсозии идоракунии хатари офатҳои табиӣ ва корҳои барқарорсозӣ дар сатҳи

миллӣ масъул аст; Девони Вазирон захираҳои молиявиро барои бартараф намудани оқибатҳои офати табиӣ муайян мекунад. Системаи давлатии пешгирӣ ва чорачӯӣ дар вазъияти фавқулода ташаккул ва инкишоф дода мешавад. Вай мақомоти роҳбарикунанда, қувваҳо ва воситаҳои органҳои ҳокимияти ҷумҳуриявӣ ва маҳаллӣ, корхонаҳо, муассисаҳо ва ташкилотҳо дар як системаи ягона муттаҳид месозад, ки ба салоҳияти онҳо ҳалли масъалаҳои ҳифзи аҳоли ва ҳудудҳо аз ҳолатҳои фавқулода дохил мешаванд. Он барои ташкил ва амалӣ намудани чорабиниҳо дар соҳаи пешгирӣ ва рафъи ҳолатҳои фавқулода, таъмини амнияти аҳоли ҳангоми руҳ додани онҳо, ҳифзи табиат ва кам кардани зарар ба иқтисодиёти давлат чи дар давраи осоишта ва чи дар замони ҷанг пешбинӣ шудааст.

Ҳадамоти давлатии ҳолатҳои фавқулода аз зерсистемаҳои ҳудудӣ ва функционалӣ иборат буда, дорои се сатҳ: ҷумҳуриявӣ, маҳаллӣ ва иншоотӣ мебошад. Ҳар як сатҳи Ҳадамоти давлатии ҳолатҳои фавқулода дорои:

- мақомоти роҳбарикунандаи ҳадамоти давлатии ҳолатҳои фавқулода
- мақомоти идораи ҳаррӯзаи Ҳадамоти давлатии ҳолатҳои фавқулода
- қувваҳои воситаҳои барои воқуниш ба ҳолатҳои фавқулода
- захираҳои молиявӣ моддӣ барои воқуниш ба ҳолатҳои фавқулода
- системаҳои огоҳидиҳӣ, алоқа ва системаҳои автоматӣ идоракуни ва дастгирии иттилоотӣ.

Ўзбекистон *Стратегияи Ҷумҳурии Ўзбекистон то соли 2030*-ро таҳия кардааст, ки дар мавриди баррасӣ қарор дошта масъалаҳои коҳиш додани шиддати партовҳои газҳои гармхонаӣ бо назардошти имконияту шароитҳои миллӣ; баланд бардоштани устуворӣ ба тағйирёбии иқлим ва идоракунии хатари офатҳои табиӣ; таҳкими тадбирҳо ва амалҳои мутобиқшавӣ ва ғайраро дар бар мегирад. Дар соли 2020 дар якҷоягӣ бо БРСММ ва Фонди Иқлими Сабз таҳияи Нақшаи Миллии Мутобиқсозӣ барои банақшагирии тадбирҳо ва амалҳои мутобиқшавӣ барои панҷ бахши осебпазир: об, кишоварзӣ, тандурустӣ, манзил ва идоракунии ҳолатҳои фавқулода оғоз гардид.

**Иқтидори инсонӣ ва таъминотӣ:** Дар ҳоле, ки сиёсатҳо оид ба идоракунии хатари иқлим ва офатҳои табиӣ дар ҳар як кишвар ҷорӣ карда шудаанд, иқтидори таъминотӣ (логистикӣ) ва инсонӣ барои идоракунии хатарҳо дар тавлиди инфиродии нерӯи барқ, зеристгоҳҳо ва инфрасохтори интиқол низ бояд ба назар гирифта шавад. Омӯзиши нодурусти операторон ё иҷро накардани расмиёти корӣ, махсусан дар вақти хатар ё талабот ба нерӯи барқ, метавонад боиси қатъи густурдаи нерӯи барқ бо таъсири пай дар пай гардад. Масалан, 25 январи соли 2022 қатъ гардидани шадиди барқ дар бисёри кишварҳо ҷой дошт, ки дар асоси гузориш (Ал-Ҷазира, 2022) аз сабаби «тасодуфан қанда шудани хатти асосии интиқоли барқ дар Қазоқистон» ба вучуд омадааст.

### **3.3 Баррасии пешакии хатар: Хатарҳои тағйирёбии иқлим ба инфрасохтори энержетикӣ**

Сенарияҳои хатари тағйирёбии иқлим дар боби 2 – дар якҷоягӣ бо таъсири ба инфрасохтори энержетикӣ мавҷуда ва ба нақша гирифташуда ва осебпазирии умумии амалиётӣ, ки дар боло зикр шудаанд, як қатор хатарҳои<sup>1</sup> умумии эҳтимолии

<sup>1</sup> Барои инфрасохтори инфиродӣ ё системаи энержетикӣ минтақавӣ арзёбии ниммиқдорӣ ё миқдорӣ аз имкони ин таҳқиқот берун буд.

мустваќим ва пай дар паи таъйирёбии иќлимиро ба системаи энергетикии минтаќавӣ таъкид мекунамд.

### Ҷадвали 5 Хатарҳои мустваќими иќлимӣ ба системаҳои энергетикӣ

| Хатари иќлимӣ                                                                                                                                                                                               | Хатари мустваќим                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Хатари пай дар пай                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Ҳодисаи гармии шадид: эҳтимоли зиёда аз 60 руз ҳарорати ҳадди аксар аз 33°C боло дар моҳҳои июл то сентябр дар минтотиқи бузурги Ўзбекистон ва манотиқи хурдтари Қирғизистон ва Тоҷикистон (Расми 8)</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Эҳтимоли бештари хушксоли ва сӯхтори чангалро ба бор меорад</li> <li>бухоршавии обанборҳо зиёд мешавад; ҳарорати об баланд мешавад</li> <li>НБГ – ангишт, газ ё ҳастаи – ҳарорати баландтари оби сардкунӣ самаранокии гармӣ ва иқтидори истеҳсолиро коҳиш медиҳад</li> <li>Самаранокии батареяҳои офтобӣ дар ҳарорати болотар аз 25°C паст мешавад</li> <li>Самаранокии турбинаҳои шамоли бо наздик шудани ҳадди корошоямӣ коҳиш меёбад; барои пешгирӣ кардани зарар онро хомуш бояд кард</li> <li>Симҳои барқӣ дар ХИБ васеъ мегардан; хатҳо фуру ва печида гашта, расиши кутӯҳ ба вучуд меоранд; кам кардани интиқол ва/ё қатъи қувваи барқ</li> <li>Афзоиши талабот ба энергия барои сардкунонӣ ва обёрӣ.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Тавлиди васеи барқ коҳиш меёбад, хусусан агар мавҷи гармӣ минтақаи васеъро фаро гирад</li> <li>Пастшавии шиддат (вольтаж) ва масъалаҳои тавозуни сарборӣ</li> <li>Паст гардидани сарборӣ, шиддат ва қатъи барқ</li> <li>Хатоги шабака; расиши кутӯҳ дар хатти электр ё таксимкунӣ боиси сӯхтори чангал мегардад</li> <li>Васеъшавии мумфарш дар роҳҳо ё роҳи оҳан дастрасии нақлиётро барои таъмири шабака халалдор месозад.</li> <li>Оқибатҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ — нобарориҳои кори корхонаҳо, биноҳои истиқоматӣ, обтозакуни ва партовҳо, беморхонаҳо, фурудгоҳҳо, метроҳо.</li> </ul>                                                       |
| <i>Хушксолии метеорологӣ ва/ё камшавии умумии боришоти мавсимӣ: боришоти миёнаи моҳҳои январ-март дар манотиқи ҳар се кишвар, аз ҷумла дар кӯҳҳои Помиру Олой 2-30% кам мешавад (Расмҳои 5 ва 8)</i>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Хатари хушксоли (таъриф аз рӯи кишвар фарқ мекунад)</li> <li>Таъсири хушксоли, ки бо мавҷҳои гармии ҳамзамон шадидтар мешавад</li> <li>Паст шудани дастрасӣ ва сифати об барои фаъолияти ТЭЦ; баланд бардоштани ҳарорати оби хунуккунӣ ва зиёд шудани партоби об</li> <li>Сатҳи захираи обанборҳо коҳиш ёфта, тавлиди нерӯи барқ ва партоби обро коҳиш медиҳад</li> <li>Мавҷудияти об барои сохтмон ва истифодабарии нерӯгоҳҳои офтобии фотоэлектрикӣ.</li> <li>Осеб дидани экосистемаҳои дарёҳо</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Афзоиши талабот ба энергия барои насосҳои ирригатсионӣ; аз ҳад зиёд сарф кардани обҳои зеризаминӣ; таъсир ба нархи озуқа ва бехатарӣ</li> <li>Истеҳсоли энергия, эҳтимолан дар як минтақаи калон, агар хушксоли васеъ паҳн шавад, коҳиш меёбад.</li> <li>Паст гардидани сарборӣ, шиддат ва қатъи барқ</li> <li>Аз кор баромадани шабака; расиши кутӯҳи дар хатҳои интиқол ё таксимоти барқ боиси сар задани сӯхтор мегардад</li> <li>Оқибатҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ: халалдор шудани тиҷорат; қатъи таъмини барқи биноҳои истиқоматӣ, иншооти обтозакуни ва шабакаҳои рафъи фосилот(канализатсия); халалдор шудани фаъолияти мунтазами</li> </ul> |

| Хатари иқлимӣ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Хатари мустақим                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Хатари пай дар пай                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Туфонҳои қавитар бо шамолҳои шадидтар ва жола: ба таври возеҳ таҳлил карда нашудаанд</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Зарар ба панелҳои офтобӣ, хатҳои интиқол ва симчубҳо</li> <li>• Турбинаҳои шамолӣ барои пешгирӣ кардани сарбории зиёдатӣ ва осеб хомӯш карда мешаванд</li> </ul>                                                                                                                                                                                                  | <p>беморхонаҳо, фурудгоҳҳо ва метроҳо</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Афзоиши ташаннуҷи геополитикӣ дар самти захираҳои об ва энергетика.</li> <li>• Дастрасии нақлиёт барои таъмири инфрасохтор қатъ гардидааст</li> <li>• Паст гардидани сарборӣ, шиддат ва қатъи барқ</li> <li>• Оқибатҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ: халалдор шудани тиҷорат; қатъи таъмини барқи биноҳои истиқоматӣ, иншооти обтозақунӣ ва шабакаҳои рафъи фосилот(канализатсия); халалдор шудани фаъолияти мунтазами беморхонаҳо, фурудгоҳҳо ва метроҳо</li> </ul>                                                                            |
| <p>Баланд шудани ҳарорати рӯзона ва шабона дар ҳама фаслҳо обшавии барфҳои кӯҳӣ, яхбандии абадӣ ва пиряхҳоро суръат мебахшад ва ба робитаи обу энергетикӣ дар минтақа таъсир мерасонад: <i>Tmax</i> ва <i>Tmin</i> дар зимистон то 1,6-2,7°C ва тобистон то 1,1-5°C дар Помир ва Тиён-Шон меафзояд; Ҳарорати гармтари рӯзона ва шабона дар тамоми фасл ва манотиқи тадқиқот (Расмҳои 6 ва 7)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Эҳтимолияти сангрэй, сел ва фаромадани тарма</li> <li>• Тағйирёбии авҷи чараёнҳои об аз охир то аввали тобистон</li> <li>• Обхезии кӯли пиряхӣ</li> <li>• Эҳтимоли фаромадани обхезӣ аз сабаби ҳаводиси борону барфӣ дар охири зимистон ва баҳор дар баландҳои пасту миёна</li> <li>• Афзудани сатҳи таҳшин дар дарёҳо</li> <li>• Ҳарорати гармтари об</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тавлид ва интиқол, ки дар натиҷаи сангрэй, селоб ё тарма зарар дидааст</li> <li>• Дастрасии нақлиёт барои таъмири инфрасохторқатъ гардидааст</li> <li>• Обанборҳои НБО аз сабаби таҳшиншавӣ захираҳои обро аз даст медиҳанд; тавлидот коҳиш меёбад</li> <li>• Тағйирёбии авҷ ва маҷрои асосии дарёҳо, тағири кори НБО-ҳоро тақозо мекунад, бахусус нерӯгоҳҳои барқи оби маҷроӣ ё об захирақунанда ва инчунин тавозуни эҳтиёҷот барои обёрӣ бо эҳтиёҷоти об барои тавлиди нерӯи барқ.</li> <li>• Афзоиши ташаннуҷи геополитикӣ дар самти захираҳои об ва энергетика.</li> </ul> |
| <p>Ҳодисаҳои боришоти шадид: бисёри минтақаҳо/вилоятҳо ва ноҳияҳо. Эҳтимолан, дар бисёри минтақаҳо, басомад ва шиддати боришоти шадиди 24 соата зиёд</p>                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обхезӣ, махсусан дар охири зимистон ва баҳор, вақте ки борон ва барф меборад.</li> <li>• Афзоиши эҳтимолияти ноустуворӣ ва фурупошии нишебиҳо; ба вучуд омадани селу ярч</li> <li>• Дар дарёҳо ва обанборҳо зиёд шудани таҳшин</li> </ul>                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Сатҳи муқаррарии қор дар обанборҳои барқи обӣ бояд пасттар нигоҳ дошта шавад, то обхезиро ба самти дигар равона созад, ки он ҳамзамон дастрасии обро дар поёноб коҳиш медиҳад.</li> <li>• Maximum storage capacity of smaller reservoirs breached by excess run-off</li> <li>• Обанборҳои хурди барқи обӣ имконияти бастании маҷроӣ об ва</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           |

| Хатари иқлимӣ                                                                                                                                                                                                                                  | Хатари мустақим | Хатари пай дар пай                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>мешавад ва ҳодисае, ки қаблан як ҳодиса дар 100 сол рух меод, дар баъзе минтақаҳое, ки дар он сохтмони инфрасохтори тавлид ва интиқоли барҳ дар нақша аст, ба рух додани чунин ҳодиса дар 20 сол, мубаддал мегардад (ҷадвали 2).</i></p> |                 | <p>дарвозаҳои кушода барои раҳнаи об доранд, ки ба ин васила заираҳои тобистонаро кам мекунанд.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Барои ҳифзи инфрасохтор иқтидори тавлиди НБО ва НБГ-ҳо бояд кам карда шавад</li> <li>• Зарар ба тавлид ва интиқол</li> <li>• Дастрасии нақлиёт барои таъмир</li> <li>• Паст гардидани сарборӣ, шиддат ва қатъи барқ</li> <li>• Оқибатҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ: халалдор шудани тиҷорат; қатъи таъмини барқи биноҳои истиқоматӣ, иншооти обтозакуни ва шабакаҳои рафъи фосилот(каналлизатсия); халалдор шудани фаъолияти мунтазами беморхонаҳо, фурудгоҳҳо ва метроҳо</li> </ul> |

Эзоҳ: Хавфҳои умумии мустақим ва пай дар пай, ки аз сценарияҳо экстраполятсия шудаанд (Боби 2); маълумот оид ба таъсир, ҳассосият ва қобилияти мутобиқшавӣ аз адабиёти байналмилалӣ оид ба хатарҳои иқлимӣ дар системаҳои энергетикӣ, дар 'Манба' зикр гардидаанд.

Манба: Абдин ва диг. (2019); Кронин ва диг. (2018); Дас ва диг. (2020); Дайрисон ва диг. (2022); Форзиени ва диг. (2015); Иброҳим ва диг. (2014); Као ва диг. (2016); Клисе ва диг. (2013); ВЭЗО (2021); Оптиз-Стаплетон (2021); Оптиз-Стаплетон ва диг. (2021); Санчес-Сиерра ва диг. (2020); Шейфли (2015); Спат ва диг. (1999); Винокуров ва диг. (2021)

## 4 Тавсияҳо: Имкониатҳо тавассути таҷрибаи хуби идоракунии хавфҳо

Гузариш ба энергияи барқароршаванда ва иқтисодиёти сифр як қисми стратегияи идоракунии хавфҳои тағирёбии иқлим мебошад; ҳарорат баландтар аст; шумораи ҳолатҳои фавқулода афзуда аст; ва шиддати умумии тағирёбии иқлим дар сценарияҳои бештари партовҳо бадтар аз он аст, ки агар партовҳои ҷаҳонӣ тибқи Созишномаи Париж нигоҳ дошта шаванд. Бо вучуди ин, то ҳол зарурати усули идоракунии хавфҳо барои ҳама хатарҳо ба инфрасохтори муҳим, аз ҷумла тавлид, захира, интиқол ва тақсимот вучуд дорад. Талабот ба нерӯи барқ дар се кишвар бо афзоиши аҳоли, диверсификатсияи иқтисод ва пайдоиши технологияҳои нав, боло меравад. Ва ҳатто агар ҳадафҳои Созишномаи Париж оид ба нигоҳ доштани гармшавии миёнаи глобалӣ дар сатҳи 2°C (тахминан РНТ4.5) ё ҳадди ақали 1.5°C (тахминан РНТ2.6) иҷро шаванд ҳам, гармшавии фаслҳо давом ёфта, басомад ва шиддати ҳодисаҳои фавқулодд меафзояд.

Дар ҳоле, ки ин гузориш ба хатарҳои иқлим нигаронида шудааст, ки он аз таъсири давомдори пай дар пайи пандемияи COVID-19 ё киберҳамлаҳои барномаҳои тамаъҷуӣ ба лӯлаи нефту гази ИМА дар соли 2021 шаҳодат медиҳад, хатарҳои зиёде бояд ба нақша гирифта шаванд. Ҳамлаҳои киберӣ бар зидди инфрасохтори муҳим, аз қабили инфрасохтори энергетикӣ метавонанд гуногунранг бошанд. Ба онҳо аз амалҳои ҷосузии саноатии давлатӣ, нобуду хароб кардани системаҳо то ба дуздии маълумот аз ҷониби гурӯҳҳои ҳакерии инфиродӣ ба мақсади ситонидани пул шомиланд. Киберамният ҷалби мутахассисони соҳаи амнияти энергетикӣ ва технологияҳои иттилоотиро дар ҷараёни таҳияи лоиҳа, сохтмон ва амалиёти ҳаррӯза барои пешгирии заифӣҳо дар конструксияи система ва бартараф намудани осебпазирҳои динамикии системаро тақозо мекунад.

Мо тавсияҳои таҷрибавии зеринро пешниҳод менамоем, ки барои кӯмак расонидан ба як равиши идоракунии хавфҳои ҳама хатарҳо дар инфрасохтори энергетикӣ мусоидат мекунад. Онҳо набояд тавсияҳои таҷрибаҳои беҳтарин номида шаванд, чу то ҳол, омузиши тарзи гузаронидани арзёбии хавфи ҳама хатарҳо, бознигарии сиёсатҳо, такмил додани технологияҳо ва стандартҳоро барои идоракунии хатарҳои оянда аз тарафи кишварҳо ва ширкатҳои энергетикӣ дар саросари ҷаҳон идома дорад. Мо бояд бисёр чизҳоро омузему роҳи тулониро паси сар намоем. Бо вучуди он, таҷрибаи кофӣ дар тӯли даҳсолаҳои идоракунии фаъоли хатари офатҳои табиӣ ба даст оварда шудааст, ки он метавонад баъзе таҷрибаҳои хубро барои дар оянда коҳиш додани хатарҳои мураккаби ҷойдошта тавсия намояд.

## 4.1 Тавсияи 1

*Тавсияи 1: Сиёсати миллии идоракунии хатарҳои офатҳои табиӣ ва Нақшаҳои миллии мутобиқсозӣ бо мақсади талаб кардани идоракунии хатарҳои тамоми хавфҳо ба инфрасохтор ва таҳияи сохтори минтақавӣ ва принципҳои роҳбарикунии идоракунии хатарҳои ҳама хавфҳоро навсозӣ кунед.*

Сиёсат ва талаботҳои баҳодиҳии таъсиррасонии муҳити зисти зеримиллӣ ва миллии марбут ба офатҳои табиӣ, тағирёбии иқлим ва хатарҳои техногенӣ бояд таҷдид карда шаванд, то он дар навбати худ тавонад идоракунии фаъолтари хавфҳоро дар банақшагирӣ, иҷозатдиҳӣ ва истифодаи инфрасохтори энергетикӣ талаб намояд. Илова бар ин, бо назардошти пайвастагии шабакаҳои байни се кишвар ва кишварҳои дигар (масалан, Қазоқистон, Афғонистон, Покистон ва Чин), таҳкими идоракунии иқлим, хатарҳои киберӣ ва талабот ба инфрасохтори энергетикӣ ва об тавассути мақомоти мавҷудаи минтақавӣ, Комиссияи байнидавлатии ҳамоҳангсозии хоҷагии оби Осиёи Миёна (КБҶО), Маркази ҳамоҳангсозии диспетчерии «Энергетика» ва вазоратҳои миллӣ зарур аст. Воситаҳои суғуртаи минтақавӣ (ниг. Тавсияи 7) инчунин метавонанд дар беҳтар кардани иқлими минтақавӣ ва идоракунии хатарҳои гуногунхавф кӯмак расонанд. Ва барномаи ҷорӣи Бонки Ҷаҳонӣ "Таҳкими устувории молиявӣ ва суръатбахшии коҳиши хатарҳо дар Осиёи Миёна" низ як василаи дигарро барои ҳамкориҳои минтақавӣ дар соҳаи идоракунии хавфҳо фароҳам меорад.

Гарчанде ки хатарҳои иқлимӣ ба иртиботи энергетикӣ ва обӣ ба оқибатҳои геополитикии минтақавӣ вобастагӣ доранд, матлуб аст, ки ба таҳияи дастурҳои минтақавии идоракунии хатарҳои ҳама хавфҳо ва таҳкими арзёбии минтақавӣ бипардозед. КБҶО идоракунии ҳамгиросудайи захираҳои обӣ ва Арзёбии хатарҳо ва осебпазирии иқлим дар соли 2021 барои Тоҷикистон ва Узбекистон дар доираи «Барномаи коҳиш додани иқлим ва мутобиқшавӣ барои ҳавзаҳои баҳри Арал» (CAMP4ASB) дар бар мегирад; инҳо бояд ҳамчун арзёбии минтақавӣ тамаркуз карда шаванд.

Ба ғайр аз онҳое, ки дар сатҳи минтақавӣ таҳия карда мешаванд, ҷаҳорчӯба ва дастурҳои сершумори байналмилалӣ мавҷуданд, ки кишварҳо метавонанд аз онҳо истифода баранд. Масалан, 2019 *Созмони ҳамкориҳои иқтисодӣ ва рушд Идоракунии хуб барои устувории инфрасохтори муҳим*, маҷмӯаи маҷрзӣи ИМА оид ба муқовимат ба иқлим: Маълумот ва воситаҳо оид ба иқлим барои бахши энергетика ва маҳсулоти глобалии донишҳои Бонки Ҷаҳонӣ (масалан, *Тамоюлҳои рушд дар умумисозии ҳамҷонибаи истодагӣ ба тағйирёбии иқлим*, 2016, *Ҳамкориҳои давлату бахши хусусӣ дар инфрасохтори чандсоҳавӣ*) нуктаҳои ибтидоиро барои таҷдиди назар, таҳияи ҷаҳорчӯба, сиёсатҳои миллӣ ва минтақавӣ пешкаш мекунад.

## 4.2 Тавсияи 2

*Тавсияи 2: Талаб кардани арзёбии ниммиқдорӣ ва миқдорӣ хатарӣ ҳама хавфҳо барои инфрасохтор ва таҳияи арзёбии системаи энергетикӣ минтақавӣ.*

Устувории системаи энергетикӣ пешгӯии хатарҳо ва талаборо дар нури барқ ва ҳам идоракунии пешгирикунанда на аксуламалиро (реактивӣ) тақозо мекунад. Ва ин баҳодиҳии пурраи ниммиқдорӣ ва миқдорӣ тағйирёбии иқлим ва хатарӣ офатҳои табиӣро (аз ҷумла киберамният тавассути ҷалби коршиносони беҳатарии ИИ) ҳамчун боби баҳодиҳии таҳсири муҳити зист барои инфрасохтор ба нақша гирифта шуда талаб мекунад. Гарчанде ки арзёбии мушаххаси инфрасохтор талаб карда мешавад,

он бояд қисме аз баҳодиҳии ҳавзаи обӣ ё кулли система бошад. Инфрасохтори инфиродии тавлид ё интиқол як қисми системаи бузурги минтақавии обу барқӣ мебошад.

Дастурҳо ва воситаҳо барои гузаронидани арзёбии хатари иқлим мавҷуданд, ки баъзеи онҳо дар ин тадқиқот таъкид гардидаанд (Виллоу ва Коннеллс, 2003; Санчес-Сиерра ва дигарон, 2021; Форзиери ва дигарон, 2015; Бертолди ва дигарон, 2018; Дайрисон ва дигарон, 2022). Инҳо Дастури махсуси гидроэнергетикӣ, Дастури устуворнокии иқлимии бахши гидроэнергетикӣ (ИНА, 2019) бо дастгирии Бонки Аврупоии Таҷдид ва Рушд, Бонки Ҷаҳонӣ ва Фонди боварибахши рушди сабзи Кореяи Ҷанубӣ барои мутахассисони соҳаи гидроэнергетика бо мақсади ворид намудани арзёбии хатари иқлим дар якҷоягӣ бо арзёбии таъсири муҳити зист мебошанд. Ҷамчунин зикр мегардад, ки дар *Барномаи миёнамуҳлати рушди Тоҷикистон барои солҳои 2021–2025* аз зарурати тасдиқи методологияи арзёбии хатари иқлим дар бахшҳои алоҳида дар доираи таҳияи нақшаҳои мутобиқсозии соҳавӣ ёдоварӣ карда мешавад.

**Барои неруи барқи обӣ:** Барои ин маҷмӯи васеъи пешгӯиҳоро барои анҷом додани арзёбии таъсири инфиродӣ ва тамоми системаробо истифода аз моделҳои сершумори иқлимӣ, ки ба ҳудуди ҳавзаи обӣ миқёс дода шудаанд, талаб мекунад. Пас аз он лозим меояд то пешгӯиҳоро, ки дар миқёси хурд оварда шудаанд, ба моделсозии якҷоя ё алоқаманде, ки аз модели маҷрои дарё иборат аст, барои баҳисобгирии тағйирот дар гидрологияи дарё (маҷрои асосӣ, ҷараёни баланд, роҳи обхезӣ, шароити гармӣ ва обкашакҳо) ва сипас ба модели идоракунии системаи обанборҳо ворид карда шаванд. Баъзе намунаҳои васоити моделсозӣ аз инҳо иборатанд: RiverWare (воситаи мукаммали системаи обанбори дарё бо равандҳои гидрологӣ, тавлиди ва истифодаи неруи барқ, ҳуқуқ ва сифати об) ва RiverSMART, ки бо RiverWare барои омӯхтани оқибатҳои тағйирёбии иқлим ва сценарияи талабот (CADSWES, 2022), ё модели якдафъаинаи маҷрои ҳавзаи обӣ ва захираи неру (Као ва дигарон, 2016). Воситаҳои маълумот ва моделсозӣ инчунин тавассути Шабакаи оби Осиёи Миёна (ШООМ) дастрасанд.

**Шамолӣ, офтобӣ, захира ва инфрасохтори НБГ:** Тарҳрезӣ ва истифодабарии ин намуди инфрасохтори тавлидӣ бояд басомад ва шиддаи бештари ҳолатҳои шадиди гармии ҳаво, шумораи умумии рӯзҳо ва шабҳои гармтар ва эҳтимолияти афзоиши тӯфонҳои зуд-зуд ва шадид бо шамолҳои саҳт, жола ва боришоти шадидро ба инобат гирад. Мисли гидроэнергетика, банақшагирии хатари иқлим дар дигар намудҳои инфрасохтори тавлидкунанда боиси истифодаи пешгӯиҳои миқёси хурд додашуда ва истифодаи ин маълумотро ҳамчун додаҳои аввалия барои васоити истеҳсолнокӣ, моделҳои молиявии тавлиди неруи шамол ва офтоб, ба монанди System Advisor (Блэр ва дигарон, 2018) дар бар мегирад.

**Интиқол ва тақсимот:** Лоихаҳои сершумори интиқол ва тақсимоти барқ дар сатҳи зермиллӣ ва минтақавӣ амалӣ карда мешаванд. Дар ҳолати ба вучуд омадани сарборӣ дар як системаи энергетикӣ, онҳо метавонанд коҳиш ёфтани шиддат ва қатъ гардидани барқро бо роҳи кумак дар аз нав тақсим намудани сарборӣ ба даст оранд. Аммо мавҷҳои гарми густурда ё шамолҳои шадиде, ки бо тӯфони минтақавӣ алоқаманданд, илова бар талабот дар чанд кишвар, метавонад боиси паҳн гардидани хатарҳо шаванд. Арзёбиҳои гуногуни чандмоделӣ, ба монанди онҳое, ки дар Коэн ва дигарон (2022), Бурилло ва дигарон (2019) ё Кей ва дигарон (2019) тавсиф шудаанд, метавонад дар муайян намудани ноустувориҳои системаи шабака кӯмак расонад.



### 4.3 Тавсияи 3

*Тавсияи 3: Барқарорсозии истгоҳҳои мониторинги обу ҳаво, дарёҳо ва пиряхҳо ва зиёд кардани шумораи онҳо барои дарёфти маълумоти беҳтари мушоҳидавӣ идома дода шавад. Агентҳои миллии гидрометеорология бояд ба ТМҶХНМ ҳамроҳ шаванд.*

Арзёбии ниммиқдорӣ ва миқдорӣ оид ба хатарҳо барои банақшагирӣ ва идоракунии инфрасохтор маълумоти хуберо оид ба иқлим, мушоҳидаи дарёҳо, пиряхҳо ва пешгӯиҳои коҳишёфтаи моделҳои иқлимро талаб мекунад. Баъд аз фош хурдани Шуъравӣ, шумораи шабакаҳои истгоҳҳои обу ҳавосанҷӣ ва дарёӣ дар бисёр кишварҳо коҳиш ёфт; Мониторинги пиряхҳо дар мавқеҳои ҷойгиршавии онҳо каманд ва ё тамоман вучуд надорад. Зичии пасти мушоҳидаҳо дар кӯҳҳо махсусан мушкил аст, ки дар он ҷо мониторинги тағирёбии ҳарорат, боришот, қабати барф ва пиряхҳо, инчунин чараёни дарёҳо ва сифати об ноустувор буда барои сабти тағирот дар миқёси зерҳавзаҳо кифоят намекунад.

«Лоихаи такмили обуҳавошиносӣ дар Осиёи Миёна» тавассути сармоягузориҳои Бонки Ҷаҳонӣ ба барқарорсозии истгоҳҳои обу ҳаво ва дарёҳои Тоҷикистон ва Қирғизистон ва баланд бардоштани иқтидори муассисаҳои давлатии обу-ҳавосанҷӣ (гидрометеорология) мусоидат мекунад. Дар ҳоли ниҳоят муҳим будани барқарорсозӣ, инчунин зарур аст, ки шумораи истгоҳҳои мониторинги обу ҳаво, дарёҳо ва пиряхҳо, бахусус дар кӯҳистон, зиёд карда шавад, то тағйирот дар болооб ва миёнаоби (мобайни) дарёҳоро ба назар гиранд. Нахустин лоихаи «Оби Осиёи миёна» (ООМ) ва ҳоло «Осиёи миёнаи сабз» (ООМ-Сабз) шабакаи истгоҳҳои фосилавӣ идорашавандаро дар чанд кишвар васеъ месозад, ки дастрасиро ба маълумот, тавассути маҳзани оммавии маҷрзӣ фароҳам меоварад (Шёне ва дигарон, 2019). Такмили фарогири шабакаи назоратӣ бо дастгирии Бонки Ҷаҳонӣ ва БРСММ. Шаст истгоҳҳои обуҳавосанҷии автоматикӣ васл гардида, васли 25-тои дигар дар нақша аст.

Илова бар беҳбудии маълумоти назоратӣ, шумораи пешгӯиҳои модели минтақавии иқлими баландсифат (50 км ё камтар) барои Осиёи Марказӣ дар маҷмӯъ маҳдуд аст. ТМҶХНМ яке аз бузургтарин талошҳои муштараки ҷомеаи байналмилалӣ иқлимӣ буда, баҳодиҳии ҶБТИ-ро барои фаъол сохтани комбинатсияҳои баландсифати МИМ-GCM-ро дар бар мегирад. Ин барои арзёбии иҷроии моделҳои иқлим дар минтақаҳои мушаххас ва ба даст овардани пешгӯиҳои иқлимӣ бо ҳалли кофӣ барои истифода дар арзёбии хатари иқлим ва мутобиқсозии тағирёбии иқлим зарур аст (Гиорги ва дигарон, 2009). Имрӯз иштироки муассисаҳои обуҳавошиносии Осиёи Миёна дар ТМҶХНМ маҳдуд гардидааст. Аз ҷониби институтҳои моделсозии иқлим дар Аврупо, Покистон ва Туркия танҳо шумораи ками моделҳо фаъол гардонда шудаанд. Аз ин сабаб, кори танҳо шумораи маҳдуди МГУ ё РНТ дар Осиёи Миёна аз санҷиш гузаронида шудааст, ки доираи васеътари бозэтимодтари моделсозии тағирёбии эҳтимолии иқлим вучуд надорад. Гуфта мешавад, ки дар соли 2021, ТМҶХНМ бо якчанд агентҳои миллии обуҳавосанҷӣ дар тамос будааст ва дар ҷустуҷӯи ҷалби бештар ва ҳамкорӣ бо моделсозони минтақавӣ аст, то шумораи моделҳои ин минтақаро ба сатҳи дастрас дар минтақаҳои дигар расонад.

### 4.4 Тавсияи 4

*Тавсияи 4: Самаранокӣ, эҳтимодноки ва манфиатҳои муштараки инфрасохтори эҳтимолии энергетикиро дар муддати кӯтоҳ ва дарозмуддат бо назардошти*

*хароҷоти тағирёбии иқлим ва дасткашӣ аз ба истифода супоридани инфрасохтори бозътимод баррасӣ кунед.*

Вазоратҳои энергетика бояд қобилияти иқтисодӣ, эътимоднокӣ ва зиёдати инфрасохтори эҳтимолии энергетикиро дар муҳлати кӯтоҳ ва дарозмуддат ба назар гиранд. Аз ин рӯ, онҳо бояд сохтмони инфрасохтори эътимодноктарро бо истифода аз сармоягузорӣ ба технологияҳои навро, ки ба бозор ворид мешаванд, баррасӣ кунанд, то он қобилияти тобоварӣ ба баъзе тағйирот дар басомад ва шиддати ҳодисаҳои фавқулода дошта бошад. Ин, ҳамчунон бояд бо мақсади пешгирии талафоти молиявӣ дар ояндаи дарозмуддат ва асоснокии бештари иқтисодӣ барраси карда шавад. Масалан, General Electric бо Масдар барои беҳтар кардани чараёни ҳаво дар турбинаҳои бодӣ кор мекунад, то таъсири гармии шадидро ба шамоли истеҳсоли коҳиш диҳад. Системаҳои бо сардкунандаи ҳавой, камоб ё ҳалқаи пӯшида барои нерӯгоҳҳои барқи гармдиҳӣ метавонанд хатарҳои марбут ба ҳарорати баланд ва хушксолиро коҳиш диҳанд. Дар НБО-ҳо метавонад дигар ислоҳоти мутобиқсозии амалиётӣ аз лиҳози зиёд кардани иқтисодии обпарто ва насби обпартоҳои лабиринтӣ барои гардонидани маҷрои обхезиҳо ворид карда шавад. Беҳтар кардани сарпӯши шишагии панелҳои офтобии фотоэлектрикӣ барои истодагӣ ба жола ё ҷорӣ кардани технологияҳои дастраси истифодаи кам ва ё сифри об барои тоза намудани панелҳо – ду роҳи эҳтимолии мутобиқсозии паркҳои офтобӣ мебошанд.

#### **4.5 Тавсияи 5**

*Тавсияи 5: Гуногунсозии навъҳои тавлиди барқро зиёд кунед ва шабакаҳои интиқоли тақсимодро мустақкам гардонед, аммо барои коҳиш додани талафот аз таъсир ва интиқол, бояд ҷои истеҳсоли онҳоро ба назар гиред.*

Устуворнокии инфрасохтори энергетикӣ барои қонеъ кардани талабот дар ояндаҳои динамикӣ ва номуайян як қатор ислоҳотҳоро тақозо мекунад. Ду ҷузъи муҳими устуворӣ, гуногунсозии намудҳои тавлиди энергия ва таъмини чандирӣ дар шабакаҳои зермиллӣ ва минтақавӣ барои ҷойгир кардани манобеъи барқароршавандаи иловагӣ мебошанд, ки эҳтимол дар давоми 40 соли оянда сохта мешаванд. Иқтисодии насбшуда бояд афзоиш ёбад, то бо тағирёбии намудҳои талабот мувофиқат кунад, зеро навоариҳои технологияи ҷаҳонӣ иқтисодиётро тағир медиҳанд. Фаъолиятҳо, ба монанди истихроҷи криптоасъор ё дигар фаъолиятҳои ТИ метавонанд дар вақтҳои гуногун нерӯи барқро талаб кунанд ва бо кишоварзӣ ва саноати муқаррашуда рақобат кунанд. Гуногунсозии навъҳои тавлиди нерӯ ва чандирии системаи тавлид ва интиқол дар маҷмӯъ барои тавозуни талаботи тағйирёбанда ва афзоианда зарур аст.

Идоракунии хатарҳо ва кам кардани талафоти интиқол ҳангоми қабули қарор оиди дар кучо сохтани иқтисодии нави тавлидӣ ва ҷойгир кардани хатҳои интиқол ва тақсимоли бояд дар якҷоягӣ баррасӣ карда шаванд. Тавлиди нави нерӯ бояд ба ҷойҳои истеҳсоли кувваи барқ – дар наздикии ҷойҳои аҳолинишини калон ва ё дар наздикии маркази манотиқи деҳот ҷойгир карда шаванд. Хавфи обхезӣ ва мавҷудияти об дар шароити тағйирёбии иқлим бояд ба назар гирифта шавад. Сохтмон дар манотиқи мавҷудаю эҳтимолии обхезӣ ё дар он ҷое, ки оби кофӣ барои таъмини талаботи амалиётӣ вуҷуд надорад, маъно надорад.

## 4.6 Тавсияи 6

*Тавсияи 6: Барои коҳиш додани хатарҳои молиявӣ ва ҳамзамон густариши ҳамкориҳои минтақавӣ дар соҳаи иқлим ва идоракунии хавфи ҳама хатарҳо ба Фонди интиқоли хатари офатҳои табиӣ ТМҲХНМ -и БОР ҳамроҳ шавед.*

Системаи минтақавии об-энергетикии Осиёи Миёна ба басомад ва шидидиятнокии хатарҳои иқлимӣ бо иқтидори пай дар пай таъсири иҷтимоӣ-иқтисодии сатҳи миллӣ ва минтақавӣ дар минтақаҳои васеъ, осебпазир аст. Инфрасохтори мавҷуда ва нави энергетикӣ, ки ба фаъолият шуруъ мекунанд, зарар дида, сарфи назар аз чораандешӣ дар таъмини устуворнокӣ, эҳтимолан ноком хоҳанд шуд. Камбудӣ дар ҳифзи ин ҳиссаи талафоти иқтисодӣ аз офати табиӣ мебошад, ки бо суғурта фаро гирифта нашудааст ва он дар ҳар се кишвар баланд мебошад. Хисороти миёнаи солона аз обхезиҳо дар Узбекистон 396 миллион доллар, дар Тоҷикистон 395 миллион доллар ва дар Қирғизистон 73,3 миллион долларро ташкил медиҳад (ТА-9878 REG, 2021a; 2021b; 2021c). Хисороти миёнаи солона аз zilzila низ хеле зиёд аст. Фарогирии суғуртаи хусусӣ паст буда, аксарияти зиёнхоро ҳукуматҳо ба дӯш мегиранд (дар ҳамон чо). Ҳарчанде, ки БОР намунаи як Фонди интиқоли хатари офатҳо дар Минтақаи ҳамкориҳои иқтисодии минтақавии Осиёи Марказӣ (CAAREC) таҳия кардааст, то ҳанӯз ягон фонди суғуртаи минтақавӣ вучуд надорад. Иштироки ҳукуматҳои миллӣ барои идоракунии беҳтари хатарҳои молиявӣ ва ҳамзамон густариши ҳамкориҳои минтақавӣ оид ба иқлим ва идоракунии хатарҳои гуногунхавф тавсия дода мешавад.

## 4.7 Тавсияи 7

*Тавсияи 7: Идомаи таҳкими талошҳои самаранок бо мақсади коҳиш додани талабот ба энергияю об ва истифодаи он чӣ дар дохили кишвар ва ҳам дар ҷамоҳангӣ бо шарикони минтақавӣ.*

Ниҳоят, идома додани таҳкими кӯшишҳо дар самти истифодаи энергия ва об хатарҳои иқлимро дар системаи энергетикю обӣ коҳиш хоҳад дод. Ҳукуматҳои ҳар се кишвар дар ин имӯзиш уҳдадориро барои коҳиш додани таъсир ва мутобиқшавӣ ба дӯш гирифта, авлавиятро ба баланд бардоштани самаранокӣ ва кам кардани талафот додаанд. Ҳар се кишвар бо БОР, Фонди Оғохон, Оҷонсии Иёлоти Муттаҳидаи Амрико оид ба Рушди Байналмилалӣ, БРСММ ва Бонки Ҷаҳонӣ, дар қатори дигар шарикони байналмилалӣ лоиҳаҳои хурду калонро барои баланд бардоштани самаранокӣ амалӣ месозанд. Илова бар ин, кӯшишҳои ҷамоҳангсозӣ дар самти баланд бардоштани самаранокии истифодаи энергия ва об бояд байни ҳамаи кишварҳое, ки тавассути шабақаҳои интиқоли минтақавӣ пайвастанд, тақвият дода шаванд. Кушишу талошҳои камтар дар самти самаранокӣ ва сатҳи татбиқ дар як кишвар метавонад самаранокии кишварҳои дигарро коҳиш диҳад ва манбаи хатар барои ҷамагон гардад.

# Иқтибосҳо

- Абдин, И., Фанг, И. Ва Зио, И. (2019) "Чорчӯбаи моделсозӣ ва муносибсозӣ (оптимизатсия) барои тарҳрезии системаҳои энергетикӣ бо чандирии амалиётӣ ва устуворӣ бар зидди мавҷҳои гармии шадид ва ҳаводиси хушксолӣ" Баррасиҳои энергияи барқароршаванда ва устувор 112: 706–719
- БРО – Бонки Рушди Осиё (2017) *Ҳисоботи хотимагии Нақшаи генералии рушди соҳаи энергетикаи Тоҷикистон*. Манила: БРО
- Алӣ, М., Иқбол, М. ва Шариф, М. (2013) "Муносибати байни ҳарорати шадид ва талабот ба нерӯи барқ дар Покистон" *Маҷаллаи Байналмилалӣ Муҳандисии Энергетика ва Муҳити зист* 4: 36–41
- Бертолди, П. (таҳрир.) (2018) *Чӣ тавр таҳия кардани Нақшаи амалиёти устувори энергия ва иқлим (SECAP) - Қисми 2 - Инвентаризатсияи партовҳои ибтидоӣ (BEI) ва Арзёбии хатарҳо ва осебпазирӣ (RVA)*. EUR 29412 Англисӣ. Люксембург: Дафтари нашрияҳои Иттиҳоди Аврупо
- Блейр, Н., ДиОриё, Н., Фримен, Ч., ва диг. (2018) Модели машваратии система (SAM) *Тавсифи умумӣ (Тафсири 2017.9.5)*. Golden CO: Лаборатория миллии энергияи барқароршаванда, Вазорати энергетикаи ИМА
- Бурилло, Д., Честер, М., Пинсетл, С. Ва Фумиер, И. (2018) Сиёсати энергетикӣ 'Осебпазирҳои инфрасохтори барқӣ аз сабаби афзоиши дарозмуддат ва гармии шадид аз сабаби тағирёбии иқлим дар ноҳияи Лос-Анҷелес' 128: 943–953, doi:10.1016/j.enpol.2018.12.053
- МДҚҚПСОМЗ (CADSWES) – Маркази дастгирии қабули қарорҳои пешқадам оид ба системаҳои об ва муҳити зист (2022) Равзанаи интернетии Воситаҳои баррасии иқлим RiverWare ва RiverSMART. CADSWES ([www.colorado.edu/cadswes/](http://www.colorado.edu/cadswes/))
- Кей, И., Хие, Қ., Хю, С., ва диг. (2019) "Системаи моделсозии ноустувории хатти интиқоли барқ дар зери таъсири шамол" *Сохторҳои муҳандисӣ* 191: 686–697, doi:10.1016/j.sохтмуҳ.2019.04.096
- Кеннон, А., Собӣ, С. Ва Мардок, Т. (2015) "Ислоҳи хатогиҳои харитасозии боришот бо МГУ: Усулҳо то чӣ андоза тағиротро дар квантил ва экстремумҳо нигоҳ медоранд?" *Маҷаллаи иқлимӣ*, doi:10.1175/JCLI-D-14-00754.1
- Кристиансен, Ч., Боберг, Ф, Кристиансен, О., ва диг. (2008) "Дар бораи зарурати ислоҳи ғаразноки пешгӯиҳои минтақавии тағирёбии иқлимӣ ҳарорат ва боришот" *Маҷаллаи тадқиқоти геофизикӣ*, doi.org/10.1029/2008GL035694
- Козн, С., Дайрисон, А., Тюмер, С., ва диг. (2022) «Мультимодельная основа для оценки долгосрочного и краткосрочного климатического воздействия на электрическую сеть» *Энергия таҷрибавӣ* 317: 119193, doi:10.1016/j.энтачр.2022.119193
- ТМҲХНМ – Таҷрибаи минтақавии ҳамоҳангшудаи хурд намудани миқёс (2021) 'Феҳристи ТМҲХНМ РНТ'. Саҳифаи интернетӣ. ТМҲХНМ ([https://is-enes-data.github.io/CODEX\\_MIMs\\_info.html](https://is-enes-data.github.io/CODEX_MIMs_info.html))
- Кронин, Ч., Анандараҷа, Г. ва Дессенс, О. (2018) "Таъсири тағирёбии иқлим ба системаи энергетикӣ: баррасии тамоюлҳо ва норасоӣ" *Тағйирёбии иқлим* 151: 79–93, doi:10.1007/s10584-018-2265-4
- Дас, К., Джуо, Ф., Ньюно, Е. ва Катулулиус, Н. (2020) "Суботи басомади системаи энергетикӣ бо ҳиссаи зиёди нерӯи шамол дар шароити тўфон" *Маҷаллаи системаҳои муосири энергетикӣ ва энергия тоза* 8(2): 219–228

- Дй, Д., Уппала, С., Саймонс, А., ва диг. (2011) *Маҷаллаи семоҳаи Ҷамъияти Шоҳии Метеорологии 'The ERA-Interim reanalysis: конфигуратсия ва иҷрои системаи азхудкунии маълумот'* 137: 553–597, doi:10.1002/qj.828
- Дозио, А. ва Паруолло, П. (2011) "Ислоҳи хатогиҳои пешгӯиҳои баландсифати ENSEMBLES тағирёбии иқлим барои истифода дар моделҳои таъсир: арзёбии иқлими ҷорӣ", *Маҷаллаи тадқиқоти геофизикӣ*, doi:10.1029/2011JD015934.
- Дайрисон, А., Девинени, Н., Тюмер, С., ва диг. (2022) "Нақши робитаҳои минтақавӣ дар банақшагирии амалиёти ояндаи системаи энергетикӣ дар шароити шадиди иқлим", *Ояндаи Замин* 10, doi:10.1029/2021ER002554
- Эби, К., Капон, А., Берри, П., ва диг. (2021) "Ҳавои гарм ва гармии шадид: хатари саломатӣ" *Лансет (The Lancet)* 398(10301) 698–708
- Фенг, Р., Аю, Р., Женг, Ҳ. Ва Ган, М. (2017) "Тағйирёбии фазой ва муваққатӣ дар ҳарорати шадид дар Осиёи Марказӣ", *Маҷаллаи байналмилалӣ иқлимшиносӣ*, doi:10.1002/joc.5379
- Форзиери, Г., Бианчи, А., Ҳеррера, М., ва диг. (2015) *Устуворнокии сармоягузориҳои калон ва инфрасохтори муҳим дар Аврупо ба тағйирёбии иқлим*. EUR 27598 АНГ. Люксембург: Дафтари нашриёти Иттиҳоди Аврупо
- Ғафуров, А. (2022) 'Арзёбии сценарияҳои иқлимии IPCC дар Қирғизистон: Арзёбии таъсир ба об ва пиряхҳо. Муаррифӣ дар Муҳокимаи сиёсати БРСММ: Амали иқлим ва илми иқлим, 18 март 2022, Алмата: БРСММ Қирғизистон,
- Гиорги,Ф., Джонс, К. Ва Асрар, Г. (2009) 'Ҳалли эҳтиёҷоти иттилооти иқлим дар сатҳи минтақавӣ: барномаи ТМҲХНМ' *СҮО Bulletin* 58(3): 175–183
- ПУШБ (GENI) – Пажӯҳишгоҳо умумиҷаҳонии шабакаҳои барқӣ (2017) "Харитаҳои шабакаҳои минтақавӣ: шабакаи Осиёи Миёна". Саҳифаи интернетӣ. GENI ([www.geni.org](http://www.geni.org))
- Ҳукумати Ҷумҳурии Қирғизистон (2016) *Паёми сеюми миллии Ҷумҳурии Қирғизистон дар доираи Конвенсияи барномавии СММ оид ба тағйирёбии иқлим*. Бишкек: Агентии давлатии ҳифзи муҳити зист ва хоҷагии чангал
- Ҳукумати Ҷумҳурии Қирғизистон (2020) *Пешниҳоди омодагӣ бо БРСММ барои Ҷумҳурии Қирғизистон: Банақшагирии мутобиқшавӣ*. Пешниҳод ба Фонди Иқлими Сабз. Бишкек: Вазорати иқтисод
- Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон (2014) *Паёми сеюми миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар доираи Конвенсияи барномавии Созмони Милалӣ Муттаҳид оид ба тағйирёбии иқлим*. Душанбе: Раёсати давлатии гидрометеорология ва Кумитаи ҳифзи муҳити зист
- Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон (2016) *Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030*. Душанбе: Вазорати рушди иқтисод ва савдои Ҷумҳурии Тоҷикистон (<https://medt.tj/en/strategy-and-programmes/nds2030>)
- Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон (2019) *Стратегияи миллии мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон то соли 2030*. Қарори № 482. Душанбе: Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон
- Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон (2020) *Пешниҳоди омодагӣ бо БРСММ барои Ҷумҳурии Тоҷикистон: Банақшагирии мутобиқшавӣ*. Пешниҳод ба Фонди Иқлими Сабз. Душанбе: Кумитаи ҳифзи муҳити зист
- Ҳукумати Ҷумҳурии Ўзбекистон (2016) *Муколамаи сеюми миллии Ҷумҳурии Ўзбекистон дар доираи Конвенсияи ҷаҳорҷубаи СММ оид ба тағйирёбии иқлим*. Тошкент: Узгидромет
- Ҳукумати Ҷумҳурии Ўзбекистон (2019) *Пешниҳоди омодагӣ бо БРСММ барои Ҷумҳурии Ўзбекистон: Банақшагирии мутобиқшавӣ*. Пешниҳод ба Фонди иқлими сабз, Тошкент: Узгидромет

- Ҳукумати Ҷумҳурии Ўзбекистон (2021) Аввалин Гузориши навсозии дусолаи Ҷумҳурии Ўзбекистон дар доираи Конвенсияи барномавии СММ оид ба тағирёбии иқлим. *Тошкент: Узгидромет*
- Гадмунссон, Л., Бремнс, Ҷ., Ҳоген, Ҷ.И. ва Энген-Скауген, Т. (2012) 'Эзоҳи техникӣ: Паст кардани миқёси боришоти РНТ ба миқёси истгоҳ бо истифода аз харитасозии квантӣ - муқоисаи усулҳо. *Муҳокимаҳо оид ба илмҳои гидрология ва системаи замин*, doi:10.5194/hessd-9-6185-2012
- Ҳалимҷанова, М., Шулз, Д., Деттман, К. ва Аҳророва, А. (2016) «Самаранокии энергия дар заминаи мавҷудияти энергия дар Ҷумҳурии Тоҷикистон» *Амалиётҳои WIT оид ба экология ва муҳити зист 250*, doi:10.2495/EQ160111
- Ҳалимҷанова, М., Деттман, К., Шулз, Д., ва диг. (2017) «Роҳҳои баланд бардоштани самаранокии энергия дар системаи энергетикӣ дар мисоли Ҷумҳурии Тоҷикистон» *Амалиётҳои WIT оид ба экология ва муҳити зист 214*, doi:10.2495/ECO170061
- Харрис, И., Озборн, Т., Джонс, П. Ва Листер, Д. (2020) "Тафсири 4-уми CRU TS ҳармоҳаи баландсифати шабакавии маълумотҳои гуногунҷабҳаи иқлим" *Табиат: Маълумоти илмӣ 7(109)*
- Иброҳим, С., Иброҳим, М. ва Аттиа, С. (2014) 'Таъсири тағирёбии иқлим ба кори гармии реактори оби фишордор: Нерӯгоҳи атомӣ', *Маҷаллаи Байналмиллалӣ Энергияи Ҳастай: 793908*, doi:10.1155/2014/793908
- АБЭ – Агентии байналмиллалӣ энергетикӣ (2022) "Роҳбалади маълумот: Истеъмоли энергия: Истеъмоли нерӯи барқ, аз рӯи кишвар". Саҳифаи интернетӣ. АБЭ ([www.iea.org/data-and-statistics/data-browser](http://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser))
- АБНБО – Ассотсиатсияи байналмиллалӣ гидроэнергетикӣ (2019) *Гидроэнергетика Дастури устувории бахш: Барои лоиҳаҳои барқи оби мавҷуда ва оянда*, Лондон: IHA
- ТБМ – Ташкилоти байналмиллалӣ меҳнат (2022) "Меъёр%, шуғл аз рӯи бахш - Ҷустуҷӯи маълумот оид ба шуғл ва расидагии иҷтимоӣ". Саҳифаи интернетӣ. ТБМ ([www.ilo.org/wesodata/](http://www.ilo.org/wesodata/))
- Калделлис, Ҷ., Карсали, М. ва Кавадиас, К. (2014) 'Таъсири ҳарорат ва суръати шамол ба самаранокии дастгоҳҳои фотоэлектрикӣ. Таҷрибае, ки аз андозагирии берунӣ дар Юнон гирифта шудааст' *Энергия барқароршаванда 66: 612–624*
- Као, С., Ашфақ, М., Наз, Б., ва диг. (2016) *Арзёбии дуҷуми таъсири тағирёбии иқлим ба гидроэнергетикаи федералӣ*. ORNL/SR-2015/357 Ҳисобот ба Вазорати энергетикаи Иёлоти Муттаҳидаи Амрико пешниҳод шудааст. Oak Ridge TN: Ташхисгоҳи миллии Ок Рид
- Ҳайдаров, М. ва Герлитз, Л. (2019) "Тағйирпазирӣ ва тағирёбии иқлим дар Ўзбекистон - таҳлил дар асоси маълумотҳои баландсифати CHELSA' *Маҷаллаи Осиеи Миёна оид ба тадқиқоти дар соҳаи об*, doi:10.29258/CAJWR/2019-R1.v5-2/1-19.eng
- Холматҷанов, Б., Петров, П., Хуҷаназаров, Т., ва диг. (2020) 'Таҳлили тағйирёбии ҳарорат дар Ўзбекистон ва гардиши минтақавии атмосферӣ дар Осиеи Миёна дар давоми солҳои 1961-2016' *MPDI Climate 8(101)*, doi:10.3390/cli8090101
- Киелстромм, Е., Боберг, Ф., Кастро, М., ва диг. (2010) "Омори ҳаррӯза ва моҳонаи ҳарорат ва боришот ҳамчун нишондиҳандаҳои самаранокии моделҳои иқлими минтақавӣ". *Таҳқиқи иқлим*, doi.org/10.3354/cr00932
- Клисе, Г., Тидвелл, В., Рено, М., ва диг. (2013) *Мушкилоти об ва таъминот барои лоиҳаҳои барқи офтобии сатҳи коммуналӣ дар қанубу ғарби ИМА*. Ҳисоботи Сандиа SAND2013-5238. Albuquerque NM and Livermore CA: Ташхисгоҳҳои миллии Сандиа
- Ли, Ҳ., Шеффилд, Ҷ. Ва Вуд, И. (2010) "Ислоҳи хатоҳо барои майдонҳои ҳармоҳаи боришот ва ҳарорат аз панели байниҳукуматӣ оид ба моделҳои тағирёбии иқлим AR4 бо истифода аз муқоисаи эквидисансии квантелӣ" *Маҷаллаи таҳқиқоти геофизикӣ*, doi:10.1029/2009JD012882

- Вазорати иқтисод ва савдои Ҷумҳурии Қирғизистон (2019a) *Green Economy Development Program in the Kyrgyz Republic for 2019-2023*. Bishkek: Ministry of Economy and Commerce
- Вазорати иқтисод ва савдои Ҷумҳурии Қирғизистон (2019b) *Нақшаи чорабиниҳои Барномаи рушди иқтисоди сабз дар Ҷумҳурии Қирғизистон барои солҳои 2019-2023*. Бишкек: Вазорати иқтисод ва савдо.
- ВЭ – Вазорати энергетика (2022). Маълумот ва ҳисобҳо. Ҳукумати Ҷумҳурии Ўзбекистон
- ВЭЗО – Вазорати энергетика ва захираҳои об (2021) *Нақшаи идоракунии хушксолӣ дар ҳавзаи дарёи Панч*. Раёсати хочагии оби миинтақаи ҳавзаи дарёи Панч. Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон.
- ВЭЗО – Вазорати энергетика ва захираҳои об (2022) Муоширати шахсӣ: Ҳукумати Тоҷикистон
- Шурои миллии рушди устувори Ҷумҳурии Қирғизистон (2018) *Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Қирғизистон барои солҳои 2018-2040*. Бишкек: Шӯрои миллии рушди устувор
- ТМЭБ – Ташхисгоҳи миллии энергияи барқароршаванда (2022) 'Таҳлили энергетикӣ: Муҳлати муфиди истифодабарӣ'. Саҳифаи интернетӣ. NREL ([www.nrel.gov/analysis/tech-footprint.html](http://www.nrel.gov/analysis/tech-footprint.html))
- ҚДО – Кумитаи давлатии омор (2022) Ҳукумати Қирғизистон
- СҶИР – Созмони ҳамкории иқтисодӣ ва рушд (2019) *Идоракунии хуб барои устувори инфрасохтори муҳим*, СҶИР Баррасиҳои Сиёсати идоракунии хавфҳо. Париж: Нашриёти СҶИР
- Оптиз-Стаплетон, С. (2021) Таҳлили 24-соатаи шиддат ва басомади боришоти шадид барои лоиҳаи БОР: TA-9878 REG: Таъсиси механизми интиқоли хатари офатҳои табиӣ дар минтақаи ҳамкории иқтисодии минтақавии Осиёи Миёна. Маълумот ба нашр нарасидааст.
- Оптиз-Стаплетон, С., Саббаг, Л., Ҳовли, К., ва диг. (2016) "Тамоюлҳои индекси гармӣ ва таъсири тағйирёбии иқлим ба таъсири гармии касбӣ дар Дананг, Ветнам" *Хизматрасониҳои иқлимӣ* 2–3: 41–51, doi:10.1016/j.cliser.2016.08.001
- Оптиз-Стаплетон, С., Хан, Ф., Као, И., ва диг. (2021) *Инфрасохтори энергетикӣ BRI дар Покистон: хатарҳо ва имкониятҳои муҳити зист ва иқлим*. Лондон: ODI
- Панат, С. Ва Варанаси, К. (2022) "Тоza кардани чанги электростатикӣ тавассути индуксияи қувваи чамъгардидаи электрикӣ бо истифода аз намии ҷаббидашуда барои кори устувори панелҳои офтобӣ" *Science Advances* 8(10): eabm0078, doi:10.1126/sciadv.abm0078
- Петерсен, Г., Бош, Р., Даядин, Д. Ва Каттаросси, А. (2021a) *Арзёбии хатарҳои иқлимӣ ва осебпазирӣ (CRVA) (D1.7) Лоиҳаи Ҳисобот дар сатҳи миллии барои Ўзбекистон*. Барномаи Мутобиқшавӣ ва қоҳиш додани таъсири тағйирёбии иқлим барои ҳавзаи баҳри Арал (CAMP4ASB). Барои ТМҶХНМ омода гардидааст.
- Петерсен, Г., Бош, Р., Даядин, Д., ва диг. (2021b) *Арзёбии хатарҳои иқлимӣ ва осебпазирӣ (CRVA) (D1.7) Лоиҳаи Ҳисобот дар сатҳи миллии барои Тоҷикистон*. Барномаи Мутобиқшавӣ ва қоҳиш додани таъсири тағйирёбии иқлим барои ҳавзаи баҳри Арал (CAMP4ASB). Барои ТМҶХНМ омода гардидааст.
- Прайор, С. Бартелми, Р. (2013) "Арзёбии осебпазирӣ энергияи шамол ба тағйирёбии иқлим ва ҳодисаҳои шадид" *Тағйирёбии иқлим* 121: 79–91
- Робинсон, П. (2001) "Дар бораи таърифи мавҷи гармӣ" *Маҷаллаи обуҳавошиносии амалӣ* 40: 762–775
- Сакал, Ҳ. (2016) "Ҷанбаи гидроэнергетикӣ баҳси оби Ўзбекистону Қирғизистон дар ҳавзаи Сирдарё", *Маҷаллаи энергетикӣ ва дипломатӣ* 3, ISSN:2149-0457

- Санчез-Сиерра, И., Грахалес, Д. Ва Галвис, О. (2021) *Равиши методологӣ ба арзёбии хатари тағирёбии иқлим дар баҳши энергетика: Омӯзиши мисол аз Колумбия*. NREL/SR-7A40-77289. Golden CO: Ташхисгоҳи миллии энергияи барқароршаванда, Вазорати энергетикаи ИМА
- Шейфли, Б. (2015) "Пешгӯии тавлиди нерӯи барқ дар иқлими оянда: дастур барои қабулқунандагони қарор ва моделсозон оид ба тафсир ва таҳияи арзёбии таъсир ба тағирёбии иқлим" *WIREs Water* 2(4): 271–289
- Шёне, Т., Зубович, З., Зек, К., ва диг. (2019) «Мониторинги дар ҷой ва фосилавии захираҳои об дар Осиёи Миёна – Шабакаи оби Осиёи Миёна (ШОММ)» дар Л. Мюллер ва дигарон. (таҳр.) *Тамоюлҳои муосир дар тадқиқоти ландшафтҳо. Навоварӣ дар тадқиқоти ландшафт*. Чам: Спрингер
- Шин, Д., Бушан, С., Монтезано, П., ва диг. (2020) "Арзёбии мураттаби минтақавии тавозуни вазни пиряхҳои баландқӯҳи Осиё" *Марзҳо дар илми заминшиносӣ* 7: 363
- Сичфрайд, Т., Бамор, Т., Гвинет, Р., ва диг. (2012) "Оё тағирёбии иқлим норасоии обро дар Осиёи Миёна бештар мекунад" *Тағирёбии иқлим* 112: 881–899, doi:10.1007/s10584-011-0253-z
- Солаун, К. ва Серда, Е. (2020) "Таъсири тағирёбии иқлим ба нерӯи шамол - чаҳор нерӯгоҳи шамолӣ дар Испания" *Энергияи барқароршаванда* 145: 1306–1316
- Спат, П., Манн, М. ва Кёрр, Д. (1999) *Арзёбии муҳлати истифодаи нерӯгоҳҳои барқи гармидиҳии ангиштсангӣ*. NREL/TP-570-25119, Golden CO: Ташхисгоҳи миллии энергияи барқароршаванда, Вазорати энергетикаи ИМА
- Штраус, О., Ортон, П., Биттерман, К., ва диг. (2021) "Зарарҳои иқтисодӣ аз тӯфони Сэнди марбут ба болоравии сатҳи баҳр, ки дар натиҷаи тағирёбии иқлими антропогенӣ ба вучуд омадааст" *Nature Communications* 12: 2720
- TA-9878 REG – Таъсиси механизми интиқоли хатари офатҳои табиӣ дар минтақаи ҳамкориҳои иқтисодии минтақавии Осиёи Миёна (2021a) Шарҳи хатарҳо дар кишвар: *Ўзбекистон*. Манила: БОР ва CAREC
- TA-9878 REG (2021b) *Шарҳи хатарҳо дар кишвар: Тоҷикистон*. Манила: БОР ва ТМҲХНМ
- TA-9878 REG (2021c) *Шарҳи хатарҳо дар кишвар: Kyrgyzstan*. Manila: ADB and ТМҲХНМ
- Умирбеков, А., Пена-Гуерерро, М. ва Мюллер, Д. (2022) "Минтақавӣ гардони телекоммуникатсияи иқлимӣ дар қӯҳҳои Осиёи Миёна пешгӯӣ гардидани боришоти мавсими ро меафзояд" *Мақбулҳои тадқиқоти муҳити зист* 17: 055002, doi:10.1088/1748-9326/ac6229
- БРСММ – Барномаи рушди созмони милалли муттаҳид (2021) *Ҳисобот оиди фарқ дар сатҳи партобҳо 2021: Гарми оғоз гардида – Чаҳони ваъдаҳо оид ба иқлим, ки то ҳанӯз иҷро нашудаанд*. Найроби: БРСММ
- Винокуров, Е., Ахунбаев, А., Усманов, Н., ва диг. (2021) *Сармоягузорӣ ба комплекси обу энергетикаи Осиёи Миёна*. Ҳисоботҳо ва санадҳои корӣ 21/3. Алмата ва Маскав: Бонки Авруосиёи Рушд
- Бонки Чаҳонӣ (2020) *Тоҷикистон: Лоиҳаи коҳиши талафоти энергия дар Тоҷикистон*. Гуруҳи мустақили арзёбӣ, Ҳисобот оид ба арзёбии самаранокии лоиҳа 151202. Вашингтон DC: Бонки Чаҳонӣ
- Ятагай, А., Камигучи, К., Аракава, О., ва диг. (2012) 'АФРОДИТ: Сохтани маҷмӯаи дарозмуҳлати боришоти ҳаррӯзаи шабакавӣ барои Осиё дар асоси шабакаи зиччи ченақҳои борон' *BAMS*, doi:10.1175/BAMS-D-11-00122.1



# Замимаи 1    Методология

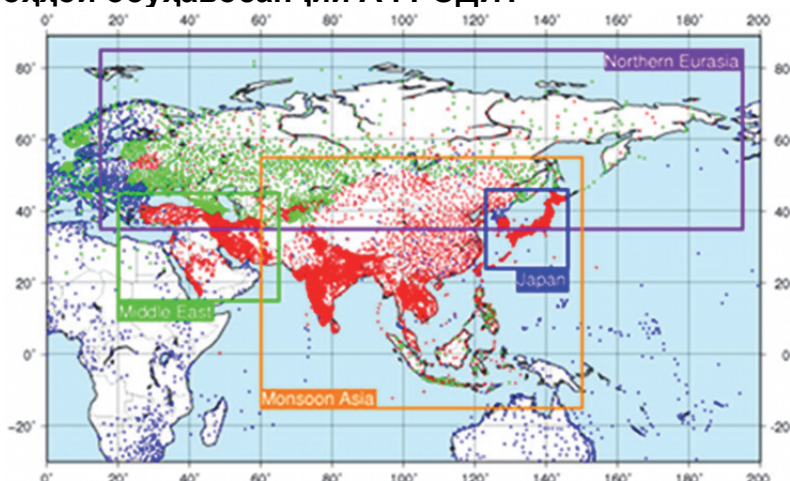
Аз сабаби зичии пасти ҷойгиршавии истгоҳҳои обуҳавошиносӣ ва бақайдгирии номувофиқи маълумот, мушоҳидаҳои таърихӣ иқлим дар Ҷумҳурии Қирғизистон, Тоҷикистон ва Ўзбекистон маҳдуданд; дастрасии маълумот дар солҳои 1990 дар баъзе кишварҳо пас аз даврони шӯравӣ боз ҳам коҳиш ёфт. Зичии пасти ҷойгиршавии истгоҳҳо барои муайян кардани тамоюли боришот ва ҳарорат дар Помир ва Тянь-Шан дар сатҳи ҳавза мушкилот ба бор меорад, зеро иқлими маҳаллӣ ва тамоюлҳои иқлим вобаста ба баландӣ ва самти шамол ё пасти метавонанд фарқи зиёд дошта бошанд.

Топография ба кай ва чӣ гуна ба вучуд омадани боришот таъсир мерасонад. Дар якҷоягӣ бо фарқиятҳои ҳарорат дар баландиҳои гуногун, ин ба намудҳои хатарҳо таъсир мерасонад, ки метавонанд ба инфрасохтори энергетикӣ ва амнияти об бо вучуди далели тағйир ёфтани иқтисодиёти се кишвар аз сабаби тағйирот дар тамоми олам, таҳдид кунанд. Дар баландиҳои калон, боришот барф бо борон боиси обхезӣ ва омадани сел қад-қади дарёҳо дар водиҳои мегардад Ҷамъшавии барф ва захираи об дар пирахҳои кӯҳӣ ва майдонҳои барф барои таъмини об ва идоракунии обанборҳо, аз ҷумла барои гидроэнергетика, идоракунии обхезӣ ва обёрӣ муҳим аст.

Пешгӯии он, ки чӣ гуна боришот ва ҳарорат метавонанд вобаста ба фаслҳо, басомад ва шиддати ҳодисаҳои фавқулода аз қабилҳои боронҳои шадид, мавҷҳои гармӣ ё хушксолӣ тағйир меёбанд, маълумоти кофии таърихӣ иқлимро талаб мекунад. Бо дарназардошти камбудии маълумоти истгоҳҳо, ин лоиҳа маълумоти шабакавии таърихӣ иқлимро, яъне маҷмӯи додаҳои АФРОДИТ-ро истифода бурд.

АФРОДИТ як маҷмӯаи маълумоти ҳаррӯзаии шабакавӣ буда, зиёда аз 50 солро дар бар мегирад, ки Осиёи Муссонӣ, Осиёи Миёна ва Шарқӣ, Ховари Наздик ва қисматҳои Россияро бо катакҳои қутраш  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  ё тақрибан масофаи 25 км-ро дар ҳар катакӣ арзҳои минтақавӣ тадқиқотӣ фаро мегирад. Маҷмӯи маълумоти АФРОДИТ ягона маълумоти дарозмуддат ва баландсифат (аз соли 1951) оиди боришоти баланд ва ҳарорат барои Осиёи Ҷанубӣ менамояд. Бо сабаби созишномаҳои ҳамкорӣ бо агентҳои миллӣ оид ба ҳифзи додаҳо, он нисбат ба дигар маҷмӯаҳои маълумотии иқлимӣ координатгузори шудаи мавҷуда, истгоҳҳои боэътимоди қитъаро дар бар мегирад.

## Расми 10 Истгоҳҳои обуҳавосанҷии АФРОДИТ



Манба: <http://aphrodite.st.hirosaki-u.ac.jp/products.html>

Барои домени Муссон Осиё, ки Тоҷикистонро фаро мегирад, маҷмӯи маълумот давраи солҳои 1951–2015-ро дар бар мегирад. Барои ҳамаи кишварҳои дигари лоиҳа, маълумоти APHRODITE барои солҳои 1951–2007 дастрас аст. Азбаски ин тадқиқот чанд кишварро фаро мегирад, давраи таърихӣ ибтидоӣ барои маълумот оиди боришот барои солҳои 1971–2000 истифода мешавад. Ҳоло, ки тадқиқот дар ин кишварҳо нишон медиҳанд, ки аломатҳои тағирёбии иқлимро аллақай дар ин давра пайдо намудан имконпазир гаштааст, суръати гармшавӣ аз соли 2000 ру ба афзоиш ниҳодааст. Истифодаи ин нишондиҳандаи асосӣ таъсири аломатҳои суръатбахшро ба ислоҳи ҳатогиҳои пешгӯии иқлим коҳиш медиҳад.

Маҷмӯи маълумотҳои баландсифати ҳаррӯзаи ҳадди ақалл ва ҳадди аксари 2 метрии ҳарорати ҳаво барои Осиёи Миёна дар шакли омода дастрас нестанд. Бисёре аз ташаббусҳои глобалии моделсозии иқлим барои тасдиқи модел аз  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  ERA-Interim (Ди ва дигарон, 2011) ва ё  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  НОИ (Ниҳоди омузиши иқлим (Харрис ва дигарон, 2020)) истифода мебаранд. ERA-Interim ва давомдиҳандагони он, маҳсулоти глобалии таҳлили маълумот мебошанд. Давраи асосии маълумотҳои маъмулии ERA-Interim, ки дар ташаббусҳои моделсозии иқлим истифода мешавад, аз солҳои 1981-2005 мебошад ва мо ин давраи асосиро барои маълумот оиди ҳарорат истифода кардем.

Ислоҳ кардани маҷмӯи маълумоти АФРОДИТ ва ERA-Interim нисбат ба маълумоти истгоҳ бехтарин мебуд. Аммо барои ин тадқиқот ҳамагӣ се моҳ муҳлат дода шуда буд ва он барои таъмини маълумот аз агентҳои обуҳавосанҷии миллӣ ва коркарди онҳо кифоят накард.

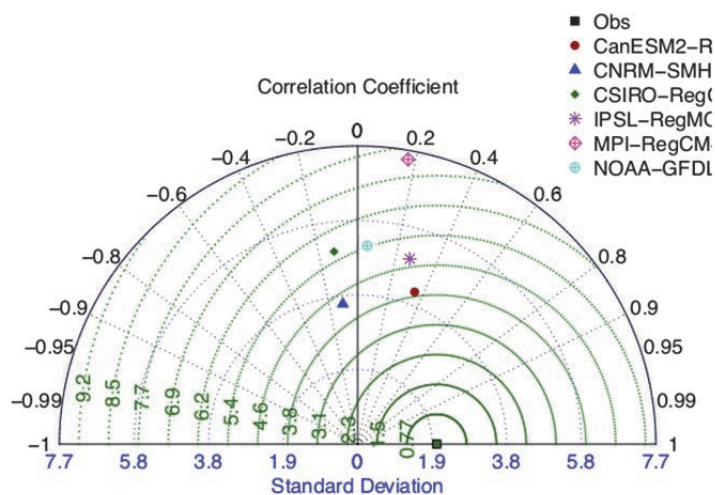
Моделҳои иқлими минтақавӣ – модели глобалии иқлим (МИМ-МГУ) аз домени ТМҲХНМ Осиёи Миёна мебошад, ки барои баррасии таъсири тағирёбии иқлим ба боришот ва ҳарорат истифода шудааст. ТМҲХНМ як ташаббуси Созмони Умумиҷаҳонии Обуҳавошиносӣ мебошад, ки моделсозии минтақавии иқлим ва коҳиши миқёси омори ба ҳам меорад, то дурнамои баландсифатро, ки тавассути муқаррароти 100-500 километрии моделҳои глобалии иқлими CMIP5 ё CMIP6 имконпазир аст, таъмин намояд. Афзалиятҳои иловагии МИМ нисбат ба МГУ муаррифии бехтари таъсирот дар миқёси минтақавӣ ва маҳаллӣ, инчунин пешгӯиҳои муқарраротро (разрешение) барои истифода дар арзёбии ҳатари иқлим ва банақшагирии мутобиқшавиро дар бар мегиранд. (Гиорги ва диг., 2009).

Ду РНТ (2,6 ва 4,5) истифода шуданд. РНТ4.5 сенарияи партобҳои миёнаҳаҷм мебошад; он аслан сенарияи маъмулии раванди кор аст ва тақрибан ба Роҳи муштараки иқтисодӣ-иқтисодӣ (SSP) 2–4.5 дар 2100 мувофиқат мекунад. РНТ2.6 сенарияи партобҳои камҳаҷм мебошад, ки тақрибан ба SSP1–2.6 дар 2100 мувофиқ аст; ин ба 2,0 °C коҳиш ёфтани ҳарорати миёнаи глобалӣ ва партовҳо пас аз соли 2050 мувофиқат мекунад. Мо РНТ 2.6-ро бар РНТ 8.5 интихоб кардем, то хатарҳои эҳтимолиро ба инфрасохтор нишон диҳем, ҳатто агар гармшавии миёнаи глобалӣ ба ҳадафҳои Созишномаи Париж наздик шавад.

Дар ҳоле ки МИМҳо қодиранд, ки хусусиятҳои иқлими маҳаллиро нисбат ба МГУ хеле беҳтар тақлид кунанд, онҳо то ҳол дорои хатогиҳои назаррас аз лиҳози боришот аз ҳад зиёд/кам дар вақтҳои номуносиби сол ё маконҳо, гармӣ ё хунокии шадид ва гайра мебошанд. Хатогиҳои боришот дар моделҳои таърихӣ барои боришоти шадид метавонанд хеле калон бошанд (Кйеллсторм ва диг., 2010); ин номуайяниро метавон ба пешгӯиҳои оянда интиқол дод ва ҳатто аз ҳад зиёд арзёбӣ кард (Расми 11 номуайяниҳои асосиро барои минтақаи муссонии Покистон ҷамъбаст мекунад). Аз сабаби мвҷудияти ин хатогиҳо (ғаразҳо), истифодаи маълумоти пешгӯии МИМ мустақиман барои таҳқиқоти арзёбии таъсир ба тағирёбии иқлим (Кристенсен ва диг., 2008), масалан барои баҳодиҳии модели ояндаи обхезӣ тавсия дода намешавад. Маълумоти МИМ бояд пеш аз истифода ислоҳ карда шавад.

## Расми 11 Диаграммаи Тейлор

Taylor Diagram Monsoon Precip: 1961–2005



Эзоҳ: Диаграммаи Тейлор, хусусиятҳои моделҳои CORDEX барои Осиёи Ҷанубиро барои давраи таърихии мушоҳидаҳои АФРОДИТ оиди майдони миёнаи боришоти шабонарӯзӣ дар шимолу марказии Покистон (30,625–37,12 N ва 69,125–75,625 E) муқоиса иекунад. Ин шаш модел бо боришоти шабонарӯзии мушоҳидашуда дар байни моҳҳои июл ва сентябр дар солҳои 1961-2005 иртиботи мутақобилаи паст доранд. Хатогии мутамаккази решаи миёнаи мураббаъ (PMM) дар моделҳо калон аст, ки хатогӣ дар намиро аз ~3,8 мм/рӯз то 7,5 мм/рӯз нишон медиҳад. Ҳама моделҳо инчунин инҳирофи меъёриро аз ҳад зиёд арзёбӣ мекунанд, ки дутои он (CanESM2-RegCM4 ва CNRM-SMH-RC4A) онро тақрибан дучанд месозанд; ҳамаи моделҳои дигар дар ин омор, натиҷаҳои бадтареро нишон медиҳанд.

Манба: Таҳлили муаллиф барои RA-7989-REG.

Якчанд усулҳои ислоҳи хатоҳо вучуд доранд. Барои ин тадқиқот, мо як техникаи харитасозии квантиро (миқдориро) истифода бурдем. Харитасозии квантилӣ таҳияи функсияи интиқолро дар бар мегирад, ки тақсимоти додаҳои таърихӣ мушоҳидашуда бо моделсозии таърихӣ ва табдил додани тақсимоти тағирёбандаи моделшуда барои мувофиқат бо тақсимоти таърихӣ (Досио ва Парауоло, 2011) муқоиса мекунад. Функсияи интиқол одатан чунин тавсиф карда мешавад (Гадмундсонн ва диг., 2012):

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

дар он  $P_o$  – тағирёбандаи мушоҳидашуда,  $P_m$  – тағирёбандаи моделшуда,  $F_m$  – Шакли додаҳои асосии (ШДА) тағирёбандаи моделшуда ва  $F_o^{-1}$  ШДАи баръакси тағирёбандаи мушоҳидашуда мебошанд.

Пас аз он ин функсияи интиқол барои пешгӯиҳои модели оянда истифода мешавад (Ли ва диг., 2010). Аммо, хатогиҳои МИМ метавонанд доимӣ набошанд. Яъне, хатогиҳо нисбат ба давраи таърихӣ шояд дар оянда низ ҳамин тавр боқӣ намонанд. Ҳамзамон, эҳтимол дорад, ки аломати воқеии тағирёбии иқлим метавонад ШДА-и тағирёбандаро дар оянда табдил диҳад. Усули харитаи делта-квантилӣ хатогиҳоро аз давраи таърихӣ бо нигоҳ доштани тағироти нисбии ояндаи пешбинишаванда дар тағирёбандаҳои квантилӣ ислоҳ мекунад (Каннон ва диг., 2015). Дар ин усул тағирёбии нисбӣ ҳамчун:

$$\Delta_m(t) = \frac{x_{m,p}(t)}{F_{m,h}^{-1}\left(F_{m,p}^{(t)}(x_{m,p}(t))\right)}$$

ки дар он зербанди  $p$  ба арзиши пешгӯии оянда дар вақт ( $t$ ) дахл дорад ва зербанди  $h$  ба тақлидҳои таърихӣ моделшуда ишора мекунад. Пас аз он пешгӯиҳои ояндаи бо хатогӣ ислоҳшуда бо роҳи зарб кардани функсияи тағирёбии нисбӣ ба арзиши моделшуда таърихӣ бо хатогии ислоҳшуда пайдо мешаванд:

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

Пешгӯиҳои боришоти ТМҶХНМ дар муқоиса бо АФРОДИТ, пеш аз он ки таҳлили боришот нишон диҳад, ки чӣ гуна шароит то солҳои 2050-ум (солҳои 2036–2065) тағйир хоҳад ёфт, бо хатогӣ ислоҳ карда шудаанд. Ҳарорати ҳадди аксар ва ҳадди ақали ҳаррӯзаи ТМҶХНМ барои солҳои 2050-ум (солҳои 2041–2065) нисбат ба маълумоти ERA-Interim бо хатогӣ ислоҳ карда шуданд.

Пас аз он, пешгӯии чандмоделаи миёнаи ислоҳашта барои баррасии тағиротҳои солона ва мавсимӣ дар доираи RHT2.6 ва RHT4.5 истифода шуда, таҳлили чӣ гуна тағйир ёфтани ҳолатҳои боришоти шадид ва мавҷҳои гармӣ, гузаронида шуд. Таҳлили тамоюли таърихӣ бо Нақшаҳои миллии мутобиксозӣ, арзёбии хатарҳои кишвар ва адабиёти илмӣ муқоиса карда шуд. Таҳлили пешгӯӣ низ дар саросари сарчашмаҳои гуногун триангулятсия (муайян кардани нуқтаҳои такягоҳӣ дар рӯи замин барои нақшакашӣ) карда мешавад.

Барои қайдҳо:

Барои қайдҳо: