**САИДОВ М.С., ҒАЙРАТОВ М.Т.,**
**ДАВЛАТОВ Ф.С., КРИМОВ Ф.Ҳ.**

# ПИРЯХШИНОСИИ УМУМӢ

## (КИТОБИ ДАРСӢ)

**ДУШАНБЕ –2021**

**УДК:556(079.8) (575.3)**
**ББК: 7326.2**
**Саидов М.С., Ғайратов М.Т., Давлатов Ф.С., Каримов Ф.Ҳ. Пиряхшиносии умумӣ. Китоби дарсӣ. – Душанбе: Сино, 2020. – 103 саҳ.**

**Ба Даҳсолаи байналмилалии амал «Об барои рушди устувор солҳои 2018-2028» бахшида мешавад.**

Китоби дарсӣ бори нахуст бо забони давлатӣ барои донишҷӯёни факултети геологияи ДМТ мувофиқи нақшаи таълимӣ ва барномаи фанни таълимӣ пешниҳод карда мешавад.

Дар китоби дарсӣ натиҷаҳои таҳқиқоти ҳамаҷониба ва бо истифода аз усулҳои фосилавӣ бадастомада ҷойдода шудааст. Китоб ба доираи васеи мутахассисоне, ки бо ҳалли масоили обшавии пиряхҳо машғуланд, тавсия мегардад.

**Муҳарриримасъул: дотсенти кафедраи минералогия ва петрография Алидодов Б.А.**

**Муқарризон:**
**Кобулиев З.В.,** узви вобастаи АМИТ, доктори илмҳои техникӣ, профессор, мудири лабораторияи “Экология ва рушди устувор”-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ.
**Абдураҳимов С.Я.**, доктори илмҳои геология ва минералогия, профессор, мудири лабораторияи омӯзишиофатҳои табиии факултети геоэкологияи МДТ-и ДДХ ба номи академик Б.Ғафуров.
**Муртазоев У.И.,** доктори илмҳои географӣ, профессори кафедраи географияи табиии Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С.Айнӣ,
**Комилов О.К.,** доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисии факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.

**ISBN Саидов М.С., Ғайратов М.Т., Давлатов Ф.С., Каримов Ф.Ҳ. 2020**

# МУНДАРИҶА

**Саҳ.**


| | | |
|---|---|---|
| | Сарсухан | 5-7 |
| **Боби I** | Ташаккулёбии пиряхҳои Тоҷикистон ва сабабҳои асосии обшавии онҳо. Пиряхҳои Тоҷикистон манбаи асосии захираҳои обии Осиёи Марказӣ. Маълумоти мухтасар оид ба омӯзиши пиряхҳои Тоҷикистон………………… | 8-14 |
| 1.1. | Баҳодиҳии вазъи кунунии яхбандии пиряхҳои Помир | 15-27 |
| **Боби II**. | Динамикаи майдонҳои барфӣ-яхии Ҳисору Олой……. | 28 |
| 2.1. | Омӯзиши муаммои пиряхҳои Ҳисору Олой…… | 28-29 |
| 2.2. | Баҳодиҳии вазъи муосири яхбандӣ дар минтақаи омӯхташаванда…………………………… | 29-34 |
| 2.3. | Динамикаи майдонҳои барфию яхии ҳавзаи дарёи Панҷ. Омӯзиши муаммои пиряхҳои ҳавзаи дарёи Панҷ……………………………. | 34-38 |
| 2.4. | Баҳодиҳии ҳолати муосири яхбандӣ дар қаламрави минтақаи омӯхташавана………………… | 38-44 |
| **Боби III** | Динамикаи майдонҳои барфӣ-яхии фурӯрафтаи ғарбии қаторкӯҳи Ҳиндукуш…… | 45 |
| 3.1. | Омӯзиши муаммои пиряхҳои Ҳиндукуш…… | 45-46 |
| 3.2. | Баҳодиҳии вазъи кунунии яхбандӣ дар қаламравиминтақаи омӯхташаванда……………… | 46-50 |
| **Боби IV** | Глятсиодинамикаи гиреҳи пиряхи Федченко… | 51 |
| 4.1. | Омӯзиши муаммои пиряхи Федченко……… | 51-52 |
| 4.2. | Баҳодиҳии вазъи муосири яхбандӣ дар қитъаи омӯхташаванда………………………………… | 52-59 |

| | | |
|---|---|---|
| **Боби V** | Пиряхи саргаҳи дарёи Абдуқаҳҳор. Пиряхи-Хирсон… | 60-63 |
| 5.1. | Пиряхҳои каму зиёдшавандаи Сайксой…… | 63-64 |
| **Боби VI** | Пиряхҳои ҳавзаи дарёи Зарафшон. Пиряхи Зарафшон | 65 |
| 6.1. | Пиряхи Рама……… | 66 |
| 6.2. | Пиряхи Тро…………… | 66 |
| 6.3. | Пиряхи Диҳаданг…………… | 67 |
| 6.4. | Пиряхи ПГГ (партияи Гидрографӣ)……… | 67 |
| **Боби VII** | Пиряхи нишебии ҷануби қаторкӯҳи Ҳисор. Пиряхи Якарча…………………………… | 69 |
| 7.1. | Пиряхи ҳавзаи дарёи Сурхоб. Пиряхи 503 (Қизилкӯл). Пиряхи 507. Пиряхи 517. Пиряхи Дидал. Пиряхи ҳавзаи дарёи Обихингоб. Пиряхи Гармо. Пиряхи Скогач. Пиряхи Мазорӣ. Пиряхҳои Помири шарқӣ. Пиряхи октябри хурд. Пиряхи Акбайтал. Пиряхи Бақчигир ……………….. | 78 |
| **Боби VIII** | Пешгӯйиҳои раванди харобшавии пиряхҳо…… | 79 |
| 8.1. | Ҳавзаи дарёи Зарафшон…………….. | 81-83 |
| 8.2. | Нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Ҳисор Ҳавзаи дарёи Сурхоб. Ҳавзаи дарёи Муксу. Ҳавзаи дарёи Обихингоб. Помири Ғарбӣ. Помири шарқӣ…………….. | 83-87 |
| 8.3. | Пешомадҳои танзими пиряхҳо, пешомадҳои континенталӣ…………….. | 87-89 |
| 8.4. | Пешомадҳои минтақавӣ ва умумӣ…………… | 89-90 |
| **Боби IX** | Маделсозии статикӣ ва динамикаи пиряхҳо | 90-97 |
| 9.1. | Пиряхҳои мудом ҳаракаткунанда | 97-98 |

| | | |
|---|---|---|
| 9.2. | Тақсимоти ҳарорат дар буриши пиряххо | 98-100 |
| 9.3 | Тақсимоти фишор дар буриши пиряххо | 100-101 |
| 9.4. | Таҳлили шароити физикӣ дар қабати сархадӣ байни пирях ва ҷинсхои кӯҳии такягоҳ | 101-103 |
| 9.5 | Муоддилаҳои умумии механикӣ барои ҳаракати пиряххо | 103-106 |
| 9.6. | Таҳлили натиҷаҳои таҳқиқот | 107-108 |
| 9.7. | Модели пиряхҳои тапишкунанда | 108-114 |
| 9.8. | Баҳодиҳӣ барои шарти ба вуҷуд омадани таппиши пиряхҳо............................................... | 115 |
| 9.9. | Заминҷунбиҳои пиряхҳӣ | 115-117 |
| 9.10. | Масъалаҳои рушдӣ | 117-118 |
| | Хулоса………………………………………… | 119-121 |
| | Рӯйхати адабиётҳои истифодашуда……………… | 121-130 |

# САРСУХАН

Сарзамини Тоҷикистон дорои табиати нотакрор ва муъҷизавии сайёраи Замин буда, чун осорхонаи табиӣ дар худ нигораҳоеро, чун кӯҳҳои осмонбӯс, пиряххои водию кӯҳии бузургҳаҷм, дарёҳо, кӯлҳо, обҳои зеризаминӣ ва ганҷҳои гаронбаҳои қаъри заминӣ, гирд овардааст.

«Қобили зикр аст, ки ҳамоишҳои ҷаҳонӣ дар ҳалли масъалаҳои мубрами мушкилоти об дар тамоми ҷаҳон саҳми бисёр арзишманд мегузоранд. Бисёр ғояву ибтикорот оид ба масъалаҳои об, ки дар сатҳҳои гуногун, маҳз дар пояи чунин ҳамоишҳо арзи вуҷуд кардаанд. Суръати баланди афзоиши аҳолӣ дар минтақа ва тағйирёбии иқлим, ки ба раванди обшавии пиряххо – манбаи асосии об, таъсири манфӣ мерасонад, сол то сол боиси нигаронӣ мегардад. Мувофиқи арзёбию таҳлилҳои мавҷуда то соли 2030 таъминот бо об ба ҳар сари аҳолӣ ба ҳадди ниҳоиву хатарноки худ – камтар аз 1,7 ҳазор метри мукааб дар як сол, мерасад. Дар муқоиса бояд гуфт, ки ин нишондиҳанда дар солҳои 60-уми асри гузашта тақрибан ба 6 ҳазор метри мукааб барои як одам дар як сол баробар буд» (Форуми умумиҷаҳонӣ оид ба масъалаҳои об, суханронии Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон, шаҳри Дэгуи Ҷумҳурии Корея, 12.04.2015).

Бо ташаббуси Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат,Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарамЭмомалӣ Раҳмон Маҷмааи Умумии Созмони Милали Муттаҳид бо эълони Соли 2003 – соли байналмилалии «Оби тоза», Даҳсолаи байналмилалии амалиёт «Об барои ҳаёт» (солҳои 2005 – 2015), Соли байналмилалии ҳамкорӣ дар соҳаи об (соли 2013) ва Даҳсолаи дуюми байналмилалии амал «Об барои рушди устувор», солҳои 2018 – 2028 барои башарият мавҷудияти як

масъалаи ниҳоят мураккабро бозгӯйӣ намуда, баҳри ҳалли он ҷомеаи ҷаҳониро даъват намуд.

Ҷомеаи ҷаҳонӣ ва давлатҳои ба ин мушкилот рӯбарӯгашта ин иқдомҳоро дастгирӣ намуда, аз натиҷаҳои он қаноатманд ва ба миллати тоҷик сипосгузоранд.

Тавре мушоҳида мешавад, давлатҳо бо пешрафти илму техника ҳамарӯза иқтидори иқтисодии худро бо рақобат пеш мебаранд ва дар ин роҳ чизеро дареғ намедоранд ва бо ин амали худ ба муҳити атроф зарбаи ҷуброннопазир мерасонанд.

Ин аст, ки тадриҷан дар сайёра миллионҳо гектар замин ба шӯразор, ҷангалзорҳо ба биёбон ва баҳрҳо чун баҳри Арал, ба намакзор табдил меёбанд ва ин ҳама натиҷаи истифодаи бемайлону берун аз ҳама меъёрҳои захираҳои обӣ дар кишварҳои гуногун, аз ҷумла дар Осиёи Марказӣ мебошад.

Дар ҷумҳуриҳои поёноби Осиёи Марказӣ аз худ кардани майдонҳои нави кишт ва истифодаи меъёри обмонии қаблӣ боис гардидааст, ки баҳри Арал дар тӯли чанд даҳсола даҳҳо маротиба аз масоҳати аслии худ хурд гардидааст. Бод заррачаҳою кристаллҳои намакҳо, инчунин, дигар минералҳои дар он таҳшиншударо бардошта, дар баландкӯҳҳо ба болои пиряхҳо мехобонад, киин баробар ба гармшавии ҷаҳонии иқлим обшавии пиряхҳоро метезонад.

Захираҳои обии Тоҷикистон сарватҳои миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошанд, ки ба онҳо пиряхҳо, дарёҳо, кӯлҳо ва обанборҳо дохил мешаванд. Сарчашмаи асосии захираҳои обии Тоҷикистон пиряхҳо ва барфҳои доимӣ (фирнҳо) мебошанд. Пиряхҳо ва барфҳои доимии Тоҷикистон манбаи асосии обии на танҳо Тоҷикистон, балки кулли минтақа маҳсуб мегарданд.

Тағйирёбии майдони яхӣ дар Тоҷикистон, хусусан дар минтақаи кӯҳии Помиру Олой, дар охирҳои асри гузашта диққати як қатор пажуҳишгаронро ҷалб намудааст. Аз аксҳои кайҳонию фосилавӣ ва натиҷаи таҳқиқоти анҷомдодаи олимон камшавии майдони яхбаста дар Тоҷикистон баръало мушоҳида мегардад.

Аз натиҷаи таҳлили таҳқиқоти дар қаторкӯҳи Тиёншон анҷомдодашуда маълум мегардад, ки дар ин минтақа қисми зиёди пиряххо (Хан-Тенгри, куллаи Ғалаба, массиви Акширяк ва дигарон) дар давоми чоряк аср то як километр кам шудаанд [53].

## Боби I. ТАШАККУЛЁБИИ ПИРЯХҲОИ ТОҶИКИСТОН ВА САБАБҲОИ АСОСИИ ОБШАВИИ ОНҲО

Назарияҳои камшавии захираи пиряххо хеле зиёданд, аммо ҳар кадоми онҳо бо роҳу усулҳои хос шарҳ дода мешаванд. Баъзеҳо ин равандро ба дигаргуншавии иқлими сайёра мансуб медонанд ва баъзеи дигар инро як раванди эволютсионии дигаргуншавии ҳолати пиряххо мешуморанд.

Барои дуруст шарҳ додани ин масъала моро зарур омад, то таърихи ташаккулёбии пиряхҳои Тоҷикистонро дар давраҳои геологӣ дида бароем.

Барои муайян намудани майдони палеоглятсиалӣ дар кори мазкур марҳилаҳои яхбандии аз тарафи А.К. Трофимов [12] пешниҳодгардида, ки маҷмааҳои таҳшиншавии давраи чорякумро аз рӯйи пайдоиш ба минтақа ҷудо намудааст, истифода шудаанд. Таҳшиншавии ҷудонамудаи Трофимов А.К. ба шуъбаҳои поёнӣ, миёна ва болоии давраи чорякумин [12] мувофиқ мебошанд.

Аз рӯйи натиҷаи таҳлилҳо бармеояд, ки яхбандии калонтарини ҳудуди Тоҷикистон дар давраи плейстотсени поёнӣ ба вуҷуд омадааст (800-850 ҳазорсол пеш). Таҳшинҳои моренавии ин давра дар водии Олой, дар қисми резишгоҳи водии дарёи Муксу, инчунин, қисм-қисм дар соҳилҳои дарёҳои Панҷ, Бартанг, дар болооби дарёи Шохдара, водии Аличур ва ҳудуди ҳавзаи кӯли Қарокӯл ба хубӣ боқӣ мондаанд.

Мисоли хоси мавҷудияти яхбандии бузурги сатҳӣ дар плейстотсени поёнӣ морфологияи сатҳҳои минтақаи кӯҳии Помири Ҷанубӣ ва Ҷанубӣ-Ғарбӣ мебошад, ки он дар натиҷаи экзаратсия ва суфташавӣ дар муддати тӯлонӣ бетағйир боқӣ мондааст ва намуди зоҳирии худро то имрӯз нигоҳ доштааст [24].

Дар Помири Ғарбӣ дар натиҷаи равандҳои пурзӯри экзогенӣ (бодхӯрдашавӣ), ҳамчунин, дар шароити равандҳои бузурги кӯҳпайдошавӣ аз нимаи дуюми давраи миёнаи плейстотсенӣ (185

ҳазор сол пеш) ва ташаккулёбии релефи ҷудогонашудаи навъи алпӣ нишонаи яхбандии сатҳӣ боқӣ намондааст [24].

Дар плейстотсени миёна (185 ҳазор сол пеш) дар натиҷаи равандҳои кӯҳпайдошавӣ яхбандӣ ба намуди нимсатҳӣ (водигӣ) мегузарад ва, асосан, дар минтақаҳои Помири Ғарбӣ ва Шимолӣ ба амал меояд. Дар Помири Шарқӣ ҳанӯз яхбандии сатҳӣ боқӣ мемонад. Дар аксҳои кайҳонии водиҳои минтақаи Помиру Тиёншон ва қаламрави назди сарҳадии Афғонистон пайи ин яхбандӣ ба хубӣ намоён аст [8; 24;64].

Дар аксҳои кайҳонӣ шаклҳои геоморфологии таҳшинҳои моренӣ (кӯҳпораҳои реза, сангу шағал), пайҳои абразионии яхбандиҳои ин синнусол, инчунин, боқимондаи қисмҳои пиряхҳо ва пешу қафоравии онҳо хуб аёнанд. Ивазшавии бисёркаратаи шакли моренаҳо дар охири пиряхҳо ва қаъри водиҳо нишондиҳандаи бевоситаи ҳаракаткунанда будани пиряхҳо мебошад. Ба сифати мисол пайҳои (моренаҳо, пайҳои абразионӣ, суфташавии нишебиҳо ва ғ.) пиряхи бузурги қадимаро метавон зикр кард, ки аз болооби дарёи Панҷ то кӯҳи Ишкошим тӯл мекашанд [5;23; 41].

Дар водии Олой бошад, майдони таҳшинҳои моренавии шакли конусдошта ба мушоҳида мерасад, ки ин далели мавҷуд будани пиряхҳои бузурги дорои хусусияти баланди динамикӣ дар нимаи аввали давраи плейстотсени миёна то пайдоиши қаторкӯҳи Паси Олой мебошад.

Давраи яхбандии кампаҳнгашта давраи плейстотсени болоӣ (65 ҳазор сол пеш) ва голотсен (10-12 ҳазор сол пеш) башумор меравад. Бо сабаби дар шароити иқлими аридӣ (хушк) ба амал омаданаш он асосан дар қуллаҳо ва нишебиҳои баландкӯҳ ташаккул ёфтааст. Дар ин давра асосан пиряхҳои гуногуни намуди водӣ пайдо гардидаанд.

Дар шароити яхбандии муосир ва гармшавии глобалии иқлим як қатор пиряхҳо дар фосилаҳои муайяни вақт хусусияти динамикиашонро (пиряхҳои Хирсон, Валӣ, Дзержинский, Саукдараи хурд ва калон ва ғ.) идома медиҳанд [53; 40; 54].

Ҳангоми омӯзиши яхбандӣ дар Помир аз тарафи О.В. Рототаева феҳрасте тартиб дода шудааст, ки дар он 7049 пирях (аз ҷумла 5690 пиряхи масоҳаташон зиёда аз 0,1 км$^2$) бо масоҳати умумии 7493 км$^2$ ба қайд гирифта шудааст. [42]

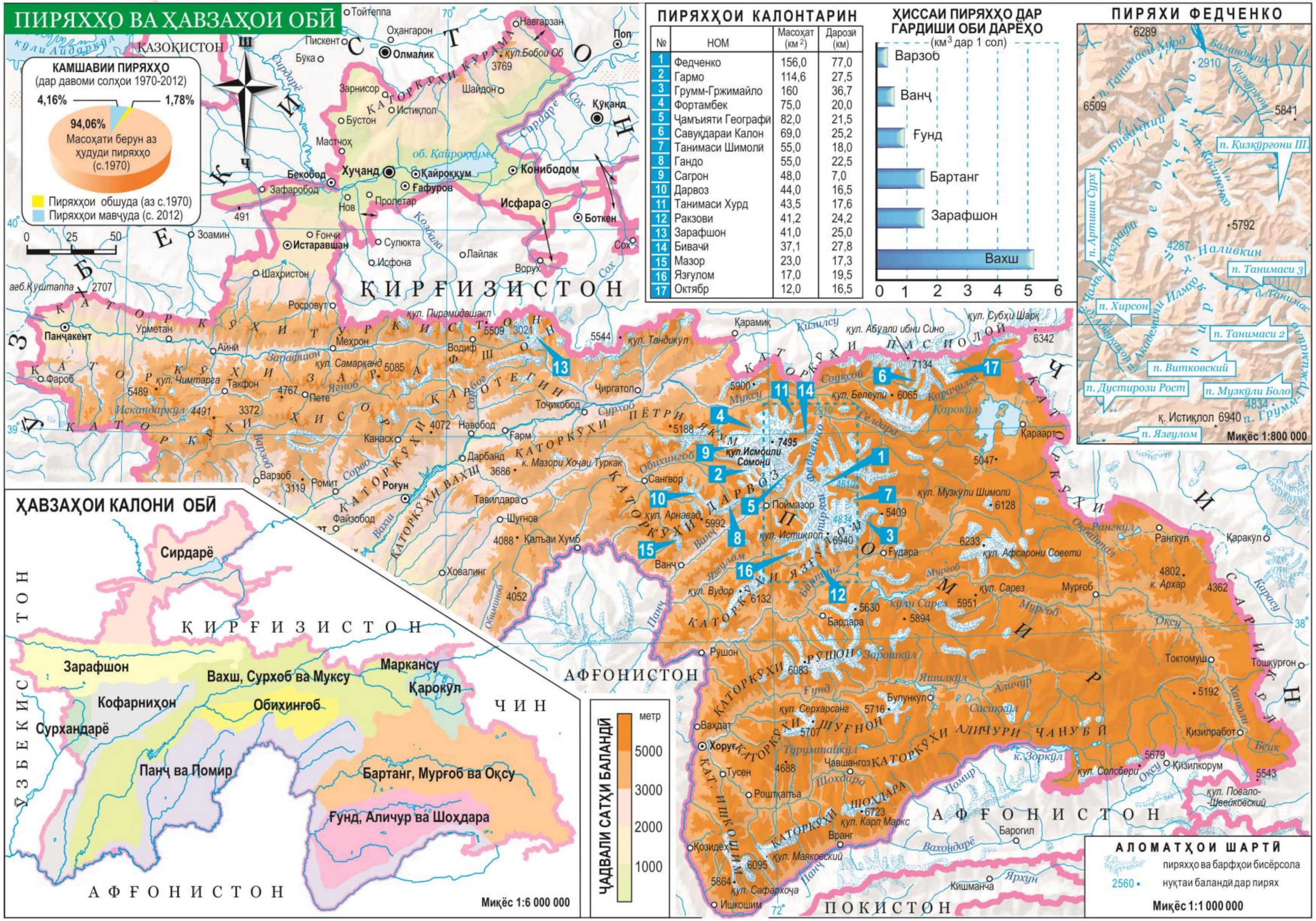
Аз маълумотҳои овардашуда маълум мегардад, ки дар зарфи камтар аз як миллион сол дар минтақаҳои кӯҳии Тоҷикистон, алалхусус Помири Шимолӣ, чор давраи яхбандӣ вуҷуд доштааст. Мутаассифона, пиряхҳодавра ба давраҳаҷман хурд гардида, охир ба нестӣ рӯбарӯ гардида истодаанд.

## Пиряххои Тоҷикистон манбаи асосии захираҳои обии Осиёи Марказӣ

Таъминкунандаи асосии оби нушокиро дар Тоҷикистон яхбандиҳои муосир ташкил медиҳанд, ки масоҳати умумии онҳо ба 7492 км$^2$ (маълумоти аксбардории топографии солҳои 1945 – 2005) баробар аст (рас. 1). Дарозии умумии шабакаи бузурги дарёӣ ба 7546 км, масоҳати умумии кӯлҳо бошад, ба ғайр аз обанборҳои доманадор ба 625,14 км$^2$ баробар аст. Ҳамин тариқ, Тоҷикистон дорои захираҳои бузурги обӣ мебошад, аммо вақтҳои охир маълумот оид ба тағйирёбии ҷараёни об дар дарёҳои калонтарини мамлакат ба даст наомада истодааст. Ба чунин дарёҳо Вахш, Панҷ ва Кофарниҳон мансубанд.

Кадом сабабҳо боиси тағйири ҳолати захираҳои обӣ мегарданд? Сабабҳозиёданд, аммо барои мамлакатҳои кӯҳӣ сабаби асосӣ пиряхҳо мебошанд, ки ҷараёни обҳоро ба дарёҳо танзим менамоянд.

Вақтҳои охир як қатор хабарҳо дар матбуот ба вуҷуд омаданд, ки яхбандиҳо дар минтақаи Помиру Тиёншон кам шудааст. Дар ин ҷо зикри мақолаи Сарвари давлат, Ҷанобӣ Олӣ, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон – «Тоҷикон дар ибтидои қарни XXI», бамаврид аст, ки 8-уми октябри соли 2008 дар «Независимая газета» ба табъ расида буд. Дар мақолаи мазкур ташвиши Президент оид ба камшавии майдонҳои барфию яхӣ дар Тоҷикистон дарҷ гардидааст.




Расми 1. Пиряхҳо ва ҳавзаҳои обии Тоҷикистон

## Маълумоти мухтасар оид ба омӯзиши пиряхҳои Тоҷикистон

Дар қаламрави Тоҷикистон таҳқиқоти сершумор оид ба масъалаи яхбандиҳо анҷом дода шуда буданд. Корҳои Д.В. Наливкин, Н.Н. Дангелштейн, В.П. Ренгартен, В.М. Рейман, А.К. Трофимов, Л.Д. Долгушин, О.П. Сапов, Д.Ф. Сидоров, Л.Ф. Сидоров, А.О. Киммерих, Л.А. Квачев, Н.А.Кузнетсов, О.В. Ротаева, О.В. Варнаков, З.Мӯсоев, Н.Д. Дилмуродов ва дигаронро [37-35] қайд кардан лозим аст.

Бо пайдоиши аксбардории кайҳонӣ, ки аз истгоҳҳои мадорӣ ба даст омадаанд, имкони татбиқи амалии онҳо дар омӯзиши муҳити табиӣ, махсусан яхбандиҳо, пайдо гардид. Масалан, аз рӯйи лоиҳаҳои СММ таҳқиқот оид ба баъзе масоили майдонҳои кӯҳӣ-пиряхӣ бо татбиқи аксҳои кайҳонӣ оғоз гардида буданд, ки ба ақидаи М.Майер, натиҷаҳо ва хулосабарориҳои объективиро медиҳанд [36]. В.М. Котляков чунин мешуморад, ки, глятсиологияи кайҳонӣ аҳамияти бузурги назариявӣ ва амалӣ дорад [20]. Ақидаҳои мусбат нисбати зарурати татбиқи аксҳои кайҳонӣ аз тарафи В.И.Кравтсова барои ҳалли фаврии масъалаҳои харитасозии яхбандии сатҳӣ, кӯҳӣ ва баҳрӣ изҳор гардидааст [28].

Вақтҳои охир тахмин карда мешавад, ки дар асоси аксҳои кайҳонӣ зарурати навсозии харитаҳои топографӣ [40] ҷой дорад ва ин аз ҳақиқат дур нест. Дар Тоҷикистон бо истифодаи аксҳои кайҳонӣ таҳқиқот дар баъзе аз пиряхҳои ҳаракаткунанда [9–10] анҷом дода шуда буд.

Яхбандии муосири Тоҷикистон бо истифодаи аксҳои кайҳонӣ дар Атласи «Захираҳои табиии Тоҷикистон» инъикос карда шудааст, ки дар солҳои 1980-1983 аз тарафи кормандони филиали тоҷикистонии Маркази давлатии

«Табиат» таҳия гардидааст. Аммо сарбории харита, мутаассифона, *самти шарҳиро* бе ифодаи динамикаи ташаккулёбии он дарбар мегирад.

Ҷой доштани вайроншавии яхбандӣ дар минтақаи кӯҳии Помиру Олой, ки дар натиҷаи истифодаи аксҳои рӯйи заминӣ ва масофавӣ зоҳир гардиданд, диққати як қатор муҳақиқонро барвақттар ҷалб карда буд. Таҳқиқоти монанд дар Тиёншон анҷом дода шудааст. Муқаррар гардидааст, ки дар ин ҷо ҳам қисми пиряхҳо (Хан-Тенгри, қуллаи Ғалаба ва дигарон) дар давоми чоряк аср то як километр кам шудаанд [2].

Натиҷаҳои охирини бадастомада оид ба глятсиодинамика дар Тоҷикистон аз ҷониби муаллифони ҳисобот аз рӯйи яке аз қитъаҳои Хитой дар мавзеи пайвастшавии қаторкӯҳҳои Сарикол ва Вахон [42-44] нашр карда шудаанд.

Ҳамин тавр, Д.В. Наливкин ва Н.Л.Корженевский барои ин минтақа ду давраи яхбандиро ҷудо намудаанд [24; 37]. Дертар яхбандиродар ҳудуди ин минтақа А.К.Трофимов ва В.И. Попов ба чор давр, О.К. Чедия ба се давр ҷудо мекунанд. [45; 58–66].

Барои сохтани минбаъдаи палеоглятсионалӣ мо марҳилаҳои яхбандии аз тарафи А.К. Трофимов пешниҳодгардидаро истифода намудем. Он ба маҷмааҳои таҳнишастаҳои чорякумин аз рӯйи минтақа нигоҳдошташуда ҷавобгӯ мебошад, ки ба шуъбаҳои поёнӣ, миёна ва болоии чорякумин [49] мувофиқ мебошад. Яхбандии калонтарин дар плейстотсени поёнӣ, ба монанди яхбандии сатҳии 880 ҳаз. сол пеш аз ин ташаккулёфта, мавҷуд буд.

# 1.1. БАҲОДИҲИИ ВАЗЪИ КУНУНИИ ЯХБАНДИИ ГИРЕҲИ ПИРЯХИИ ПОМИР

Дар ин қисмати китоб глятсиодинамикаи масоҳати паҳншавии яхбандии муосир баррасӣ гардидааст ва он минтақаҳое ба таври мушаххас тасвир гардидаанд, ки дар онҳо гиреҳҳои бузургтарини пиряхӣ ҷамъ шудаанд.

Ҳавзаи пиряхи Федченко (расми 2) ба қисмҳои алоҳида ҷудо гардидааст, ки ҳамчун таъминкунандаи асосии оби дарёи Вахш шинохта шудааст. Дар паҳншавии яхбандии муосир бештар қаторкӯҳи Паси Олой паҳнодор ба ҳисоб меравад. Яхбандӣ аз нуқтаи назари гипсомерӣ асосан дар баландиҳои аз 3700 то 4200м аз сатҳи баҳр ташаккул ёфтааст.

Расми 2. Пиряхи Федченко

Дар водии дарёи Сауксой яхбандӣ дар баландиҳои то 7134 м ба вуҷуд омадааст. Дар ин ҷо инкишофи яхбандии васеъандозаи муосир ва нишонаҳои сершумори яхбандии

бузурги плейстотсении поёнӣ зиёд буда, бо таҳнишастаҳои глятсиалии яхбандиҳои давраи плейстотсении миёна пӯшонида мешаванд.

Дар раванди рамзкушоииаксҳо ва муқоисакунии онҳо бо натиҷаи корҳои анъанавӣ харобшавии (деградатсияи) ба хубӣ ифодагардидаи яхбандии муосир, сабаби маҳдудшавии он мушоҳида мегардад.

Дар нишебии шимолии қаторкӯҳи Паси Олой қисми зиёди пиряххо ақиб менишинанд, минтақаҳои фронталии баъзе аз онҳо бошад, бо ғилофи таҳнишастаҳои моренӣ дар давоми то 6 км (пиряхи Коман) пӯшонида шудаанд, ки бо ин ташаккулёбии яхи «мурда»-ро ба вуҷуд меоранд. Ба сифати намуна пиряхи Корженевскийро метавон зикр кард, ки дар водии дарёи Қизилсу (Олой) бо масоҳати 89,1 $км^2$ ва дарозии 16 км ҷойгир аст. Ҳудуди фронталии пирях дар баландии 3800м, қисмати ғизогираш бошад дар баландии 6600-6700 м аз сатҳи баҳр ҷойгир шудаанд.

Дар нишебии шимолии қаторкӯҳи Паси Олой қисми зиёди пиряххо ақиб менишинанд, минтақаҳои фронталии баъзе аз онҳо бошад, бо ғилофи таҳнишастаҳои моренӣ дар давоми то 6 км (пиряхи Коман) пӯшонида шудаанд, ки бо ин ташаккулёбии яхи «мурда»-ро ба вуҷуд меоранд.

Ба сифати намуна пиряхи Корженевскийро метавон зикр кард, ки дар водии дарёи Қизилсу (Олой) бо масоҳати 89,1 $км^2$ ва дарозии 16 км ҷойгир аст. Ҳудуди фронталии пирях дар баландии 3800 м, қисмати ғизогираш бошад дар баландии 6600-6700 м аз сатҳи баҳр ҷойгир шудаанд.

Дар муддати баррасишаванда пирях ба 3 км ақибнишинӣ кардааст, қисми фронталии онбошад, бо ғилофи моренаҳо пӯшонида шудааст.

Паҳншавии васеъро моренаи канорӣ аз тарафи ҷанубии пирях соҳиб гардидааст. Паҳноии он ба 150м мерасад. Аз канори рости водии дарёи Қизилсу ду пиряхи на он қадар калон ба қайд гирифта шудаанд, ки баъди ақибнишинии пиряхи асосӣ хислати мунтазами ҳаракат доранд.

Пештар дар таъминоти пиряхи Корженевский 10 пирях ширкат меварзид, то соли 1985 бошад ин вазифаро танҳо ду пирях иҷро мекард, ки дар болооби водӣ ҷойгир шуда майдони ғизодиҳиро ба вуҷуд меоварданд. Пиряхҳои дигар канда шудаанд. Паҳноии новаи пиряхи Корженевский пештар то 600м буд, то соли 1985 бошад, он қариб ду маротиба кам шуд, ки ин ба камшавии ҳаҷми ях ишора мекунад.

Дар асоси аломатҳои мавҷуда (инкишофи ғилофи таҳнишастаҳои моренӣ қад-қади васеъшавии нова, тақсимшавии забони пирях ба ҷисмҳои алоҳида, рушди тарқишнокии кундаланг ва тӯлонӣ ва ғ.) тахмин карда мешавад, ки дар оянда пирях дар натиҷаи аблятсияи давомнок ақибнишинӣ хоҳад кард.

Ба доманаи ҷанубии қаторкӯҳи Паси Олой як қатор пиряхҳо рост меоянд (Саукдараи Калон ва Хурд, Дзержинский, Октябр ва Валӣ), ки ҳаракатро дар гузаштаи наздик ҳис карда бошанд ҳам, дар замони ҳозира аломатҳои ақибнишиниро нишон медиҳанд. Дар баъзе аз пиряхҳо (Саукдараи Калон, Дзержинский) қисмҳои фронталии забонаҳои онҳо бо таҳнишастаҳои моренӣ дар масофаи 2,5-2,7км пӯшонида шудаанд. Баҳодии қиёсии ҳудудҳои моренаҳои канорӣ дар давраҳои ҷудогонаи аксгириҳои кайҳонӣ васеъшавии ғуншавӣ ба амал омада истодааст, ки ба тезонидани обшавии пиряхҳо оварда мерасонад.

Дар натиҷаи корҳои пештар анҷомдодашудаи рӯйизаминӣ муқаррар карда шуд, ки дарозии пиряхи Саукдараи

Калон ба 25,2 кмва масоҳаташ ба 69,2 км$^2$ баробар аст. То имрӯз он ба 2,2 км ақибнишинӣ кардааст. Дар давраи таҳқиқ он аллакай аз пиряххои канорӣи ғизодиҳандааш канда шудааст.

Ҳавзаи пиряхи Октябр, ки дар водии дарёи Коксой дар доманаи ҷанубии қаторкӯҳи Паси Олой ҷойгир шудааст, ҳамчунин, ба деформатсия дучор омад. Он шакли дарахтмонанд дошта ба таркибаш 11 пирях дохил аст. Дар қисми фронталии он алоқа бо се пирях канда шудааст.

Аз рӯйи маълумоти Г.Б. Осипова бо ҳаммуаллифон пиряхи Октябр аз соли 1945 то соли 1990 ду маротиба ҳаракатро бо фосилаи 40-50 сол анҷом додааст.

Дар соли 1990 он ба масофавӣ 3км ҳаракат намуд. Аз рӯйи аксҳои масофавӣ аз тарафи онҳо пайҳои ҳаракатҳои пешина низ муқаррар карда шуданд, ки дуриашон мунтазам кам мешавад. Муҳақиқон ин ҳолатро бо деградатсияи умумии яхбандӣ дар Помир вобаста медонанд. Дар замони ҳозира дарозии пирях ба 17,6 км, масоҳаташ ба 116 км$^2$ баробар аст [41].

Ҳудуди асосии фронталии забонаи пирях дар баландии 4400 м, ҳудудии болоиаш бошад дар баландии 6600м ҷойгир аст. Таҳлили вазъи яхбандии қаторкӯҳи Паси Олой нишон медиҳад, ки камшавии он новобаста аз ҷойгиршавии гипсометрӣ (3800 – 7100 м) ва экспозитсияи доманаҳои қаторкӯҳ ба амал меояд. Қайд намудан лозим аст, ки фоизи талафот дар доманаи шимолӣ назар ба доманаи ҷанубӣ бештар аст.

Дар қисми нишондодашудаи харита, ки қисми марказии қаторкӯҳи Паси Олой инъикос ёфтааст, ченкуниҳои динамикаи инкишофи масоҳатии майдонҳои барфӣ-яхӣ дар давраи солҳои 1945-1990 анҷом дода шуданад. Дар раванди

топоаксгирӣ дар соли 1945 масоҳати хариташудаи ташаккулёбии глятсиалӣ ба 771 км$^2$ баробар аст. Дар давоми чил сол талафот ба 158 км$^2$ (20,5%) расид. Пешгӯйии тахминӣ то соли 2005 анҷом дода шудабуд. Агар бузургии миёнаи талафот дар давоми 5 сол (19,7 км$^2$) ба инобат гирифта шавад, пас, то имрӯз мумкин аст, ки ин масоҳат ба андозаи 236,8 км$^2$ ва ё ба 30,7% кам шуда бошад [43].

Гиреҳи дигари бузурги пиряхӣ дар болооби дарёи Обихингоб ҷойгир аст, ки дар он чунин пиряхҳо ба харита ворид карда шудаанд: Гандо, Гармо ва ғайраҳо, ки ба ҳарду ташкилдиҳандаи ин водӣ алоқамананд.

Пиряхи Гандо дар болооби водии дарёи Қирғизоб – ташкилдиҳандаи рости дарёи Обихингоб, ҷойгир аст. Дарозии он 18 км ва масоҳаташ 55 км$^2$аст. Аз рӯйи аксҳои кайҳонӣ дар давраи баррасишаванда он ба 1,4 км ақибнишинӣ кардааст. Пирях дар ҳудуди баландиҳои аз 3024 м то 4080 м ҷойгир гардидааст.

Қисми фронталии он дар тӯли 4,5 км бо ғилофи такшонҳои моренӣ пӯшонида шудааст, ки дар ях қисм-қисм урён мешавад. Баъзе аз пиряхҳои канории онро ғизодиҳанда дар доманаи шимолии қаторкӯҳи Гармо аз новаи асосӣ кандашудаанд. Ҳамаи ин аломатҳои манфӣ ақибнишинии пиряхи Гандоро нишон медиҳанд.

Аз рӯйи корҳои пешина он дарозии 27,5 км ва масоҳати 153,3 км$^2$ дорад. Навъи пирях мураккаби водигӣ буда, таъминкунандагони асосии ях пиряхҳои Вавилов, Шокальский ва Беляев мебошанд. Пирях дар ҳудуди баландиҳои аз 3200м то 5200м ҷойгир гардидааст. Аз рӯйи аксҳо тағйироти мураккаби гиреҳи пиряхии Гармо муайян гардидааст.

Муқоисаи маълумоти таҳқиқоти пешина ва маълумоти аз аксҳо бадастомада нишон доданд, ки дар давоми 40 сол

пиряхи Гармо ба 4км ақибнишинӣ кардааст. Дар ин фосила морена ғун шуда, шуста мешуд ва аз тарафи ҷараёни об ба поён бо маҷрои дарёҳои Гармо ва Обихингоб кӯчонида мешуд.

Болотар бо дарозии новаи пирях дар тӯли 9 км он бо ғилофи такшонҳои моренӣ пӯшонида шудааст. Паҳноии нова дар ин фосила ба 1 км мерасад, пештар он ба 1,2 км баробар буд. Дар боло бо паҳншавии нова, ки дар он ҷо пирях урён аст, паҳноии то 0,6 – 0,7 кмкам мешавад. Аломатҳои номбаршудаи деградатсияи пиряхи Гармо имкон медиҳад тахмин карда шавад, ки ақибнишинӣ ва камшавии масоҳати ин пирях давом дорад. Он аз бо пиряхи Шокалский низ дар оянда канда хоҳад шуд.

Диққатро ба худ бештар маҳдудшавии нишондиҳандаҳои гурӯҳи пиряххое ҷалб мекунанд, ки дар канори шимолии қаторкӯҳҳои Мазор ҷойгир шудаанд. Дар ин ҷо танҳо новаҳои асосии онҳо боқӣ мондаанду халос. Ченкунии дарозии пояи пиряхҳо дар нимаи дуюми асри бистум нишон дод, ки баъзе аз онҳо то 0,6 –1,0 км кам шудаанд (пиряхҳои Нусояк, Батруд, Бичов ва дигарҳо). Ғайр аз ин, дар ҳама ҳолатҳоқисмҳои фронталии ин пиряхҳо «яхи мурда» доранд (расми 3). Нишондиҳандаҳои Гиреҳи дигари бузурги пиряхӣ дар болооби дарёи Обихингоб ҷойгир аст, ки дар он чунин пиряхҳо ба харита ворид карда шудаанд: Гандо, Гармо ва ғайраҳо, ки ба ҳарду ташкилдиҳандаи ин водӣ алоқаманданд.

**Рас. 3. Афзоиши масоҳати ғуншавии моренаҳои «пиряхи мурда»**

Пиряхи Гандо дар болооби водии дарёи Қирғизоб – ташкилдиҳандаи рости дарёи Обихингоб, ҷойгир аст. Дарозии он 18 км ва масоҳаташ 55 км² аст. Пирях, тағйироти назаррасро аз сар гузаронидааст. Аз рӯйи аксҳои кайҳонӣ дар давраи баррасишаванда он ба 1,4 км ақибнишинӣ кардааст. Паҳноии яхи урёни пояҳо қариб ду баробар кам шудааст. Ба камшавии пирях афзоиши масоҳати ғуншавии моренаҳо ишора мекунад.

Пирях дар ҳудуди баландиҳои аз 3024 м то 4080 м ҷойгир гардидааст.

Вазъи монанд дар он гиреҳҳои пиряхӣ ба амал омадааст, ки дар қаторкӯҳҳои Пётри Якум, Дарвоз, Ванҷ, Музкол, Рӯшон, Шуғнон, Аличури Шимолӣ ва Вахон ҷойгир шудаанд. Дар ин ҷойҳо ҳам дар асоси маълумоти аксҳои кайҳонӣ ба ху-

лосае омадан мумкин аст, ки деградатсияи яхбандии муосир ба самти камшавии масоҳатҳо муайян гардидааст. Масалан, дар водии дарёи Панҷ дар давоми се давраи аввал яхбандӣ дар давоми давраи чорякумин ба андозаи кофӣ васеъ буд, аммо дар марҳилаи кунунӣ ба тағйироти зиёдӣ алоқаманд бо камшавии он дучор гардидааст.

Барои тасдиқи тағйири шакли давомёбанда яхбандӣ дар Помир, қитъаи санҷишӣ дар минтақаи қисми фронталии кӯли Сарез интихоб гардид, ки дар байни қаторкӯҳҳои Музкол ва Аличури Шимолӣ ҷойгир шудааст. Ҳудуди ғарбии қитъа аз рӯйи кӯли Шодов, ҳудуди шарқӣ бошад аз рӯйи дарёи Догун мегузарад. Бештар доманаи қаторкӯҳҳои Аличури Шимолӣ бо пайдоишоти глятсиалӣ бой мебошад. Дар ин ҷо яхбандӣ дар баландиҳои аз 5200 м то 5800 м аз сатҳи баҳр ҷойгир шудааст.

Дар байни шабакаи сершумори дарёӣ, ки кӯлро ғизо медиҳад, чунин дарёҳоибузургро, ба монанди Лангар, Рамаиф ва Каттармарҷанай, ҷудо намудан мумкин аст.

Харитасозии қаблии пайдоиши глятсиалӣ ва шарҳи онҳо дар аксҳои кайҳонӣ имкон дод, ки муқаррар карда шавад: дар водии ҷойгиршавии обанбор тамоми давраҳои яхбасташавӣ, аз плейстотсени поёнӣ сар карда, мавҷуд буданд.

Сарҳади яхбандии плейстотсени миёна аз рӯйи боқимондаҳои таҳнишастаҳои морении канорӣ ва пайҳои экзаратсия кифоя аниқ ҷудо карда мешавад. Баъзан паҳноии пояҳои пиряхии қаблан ҷойдошта дар плейстотсени миёна ба 6 км мерасид.

Ақидае мавҷуд аст, ки таҳдид аз кандашавӣ ва резиши оби кӯл на танҳо аз ҳолати дарғоти Усой, балки аз вазъи мувозинати об дар кӯл низ вобаста аст, ки бо суръати ҷараёни шориши дарёҳо дар асоси ҳолати яхбандӣ алоқаманд аст.

Дар ин бора Л.С. Шетинников қайд намуда ба он ишора карда буд, ки ҳаҷми об дар кӯл дар шароити рушди яхбандии ҷудогона доимӣ мешавад. [61] Аммо ченкуниҳои пешакии масоҳати яхбандиҳо, ки дар топоаксгирӣ дар соли 1949 ба қайд гирифта шуда буданд ва аксҳои ду аксбардори кайҳонӣ дар солҳои 1975 ва 1984 ба камшавии яхбандӣ ишора мекунанд.

Дар лаҳзаи корҳои топографӣ масоҳати умумии ташаккулёбии глятсиалӣ ба 219 $км^2$ мерасид. Дар фосилаи аксбардориҳои рӯйизаминӣ ва кайҳонӣ аз соли 1949 то соли 1974 яхбандӣ 65 $км^2$–ро аз даст додаст, ки 27,3% -ро аз миқдори умумӣ ташкил медиҳад. Дар байни ду аксбардории кайҳонӣ (с. 1975 – 1984) масоҳати он ба 22 $км^2$ кам шуд. Ҳамин тариқ, талафоти умумӣ дар давоми 35 сол ба 87 $км^2$ ва ё 37% аз ченкуниҳои ибтидоӣ расидааст [43].

Дар ҳисоб барои панҷсола яхбандӣ дар ин минтақа ба ҳисоби миёна 12,4 $км^2$-ро аз даст додааст. Танҳо дар қитъаи баррасишавандаи кӯли Сарез пурра панҷ пиряхи дарозиашон 1-2 км аз байн рафтааст.

Ҳангоми омӯзиши тамоми ҳавзаи пиряхии дарёҳои Мурғоб ва Ёхсу бо татбиқи аксҳои нави кайҳонӣ имконияти гирифтани маълумоти объективӣ оид ба вазъи яхбандӣ ба амал меояд.

Аз рӯйи маълумоти бадастомада дар натиҷаи муқоисаи ду акси аз рӯйи вақт гуногун дида мешавад, ки дар Помир яхбандии муосир ба камшавии бемайлон дучор омадааст. Қайд намудан зарур аст, ки яхбандии реликтии муосир нобаста аз ҷойгиршавиаш дар минтақаҳое, ки ҳаракатҳои пурзӯри кӯҳпайдошавӣ зоҳир гардиданд, мавқеи он дар шароити мусоид, ҷойгиршавии гипсометрӣ ва шароити иқлимӣ, камшавиашро новобаста аз баландӣ ва экспозит-

сияҳо идома медиҳад. Ин ҳолат дар Помири Шимолӣ, Ғарбӣ ва Ҷанубӣ – Ғарбӣ нигоҳ дошта мешавад, ки дар он ҷо асосан гиреҳҳои яхбандии муосир ҷамъ омадаанд.

Дар бораи релефи қисми шарқии ин иншооти кӯҳӣ қайд кардан лозим аст, ки он эҳтимолан, дар замони плейстотсени поёнӣ ва ё миёна ба амал омада, то замони ҳозира боқӣ мондааст (новобаста аз равандҳои кӯҳбунёдшавии дар он замонҳо баамаломада).

Бузургии камшавии яхбандии муосир дар фосилаи вақти аз соли 1945 то соли 1985 чӣ қадар аст? Пештар дар мақолаи А.С.Шетенников қайд гардидааст, ки дар Олою Ҳисораз соли 1957 то соли 1980 яхбандӣ 15%, дар ҳудуди Помир бошад, 10% кам шудааст. Дар ҳавзаҳои дарёи Муксу ва пиряхи Федченко яхбандӣ 3,8% кам гардидааст, ки ин шаҳодати хеле кам намудани вазъи мавҷуда мебошад [65]. Ҳангоми ченкуниҳои такрорӣ аз тарафи Г.Е. Глазирин ва А.С. Шетенников муайян карда шуд, ки масоҳати яхбандӣ дар Помир 28% кам шудааст [5].

Таҳқиқоти академики АИ Федератсияи Россия В.М. Котляров нишон доданд, ки масоҳати яхбандӣ дар ин минтақаи кӯҳӣ ба 36,4% кам шудааст [22]. Дар натиҷаи таҳқиқоти муаллифон дар қаламарави Помир ҳангоми баҳодиҳии микдории масоҳати инкишофи яхбандии муосир маълумоти зерин ба даст омадааст [43].

Соли 1945 масоҳати яхбандӣ ба 7492 км$^2$ баробар буд. То соли 1985 майдонҳои глятсиалӣ 2312 км$^2$кам шуданд, ки 30,8%-и масоҳати дар соли 1945 хариташударо ташкил медиҳад [43].

Агар бузургии миёнаи талафот дар давоми 5 сол баҳо дода шавад, пас он ба 289 км$^2$ барои давраи зикргардида ба-

робар аст. Пешгӯйи талафот, аз соли 1985 то соли 2001, бо бузургии 867 км$^2$ ва ё 11,5% баҳо дода мешавад.

Натиҷаҳои таҳқиқот дар Помир ба баҳодиҳии А.Н.Котляров наздиктар буда, бори дигар исбот мекунанд, ки яхбандии муосир дар шароити гармшавӣ вайрон мешавад [22].

Тағйироти баамалояндаи шароити иқлимӣ дар Евро-Осиё, ки аз ҷониби Т.Е. Хромова ва Л.П.Чернова муқаррар карда шудаанд, чунин аст: поёнтар аз паралелли 55-ум гармшавӣ ба амал омада, дар самти шимолӣхунукшавӣ дар назар аст [62].

Ҷолиб аст, ки дар Симпозиуми глятсиологии соли 2004-ум дар ш. Санкт-Петербург аксари муҳаққиқон қайд намуданд, ки дар минтақаҳои гуногуни Россия раванди устувори камшавии яхбандӣ дар натиҷаи тағйирёбии ҳарорати атмосфера ба амал меояд (Қафқози Шимолӣ, Олтой, Сунтар-Хаята, Урал, Сибири Шарқӣ, Камчатка, заминҳои қутбӣ болотар аз параллели зикршуда).

Тавре ки Нарожний Ю.К. бо ҳаммуаллифон тасдиқ мекунад, дар даҳсолаи авали асри XXI аблятсия хоҳад афзуд [39]. А.Ф.Гзовский пешгӯӣ намуд, ки дар ҳолати идома ёфтани гармшавӣ яхбандӣ дар минтақаи Урали Наздиқутбӣ пурра нобуд мешавад [6].

Аз рӯйи маълумоти мавҷудбуда ошкор гардидааст, ки дар Помир бештар аз 50 пирях пурра нобуд гардидааст. Ба ғайр аз маҳдудшавии масоҳати яхбандӣ аксари пиряххо равияи ақибнишиниро дар натиҷаи аблятсия касб кардаанд. Бузургии камшавии асосҳои онҳо баъзан ба 4 км мерасад.

Агар мо ба маълумоти дар дастбуда оид ба вазъи динамикаи инкишофи яхбандӣ пурра дар давраи чорякуминназар намоем, пас камшавии мунтазами масоҳати яхбанди-

ро мушоҳида менамоем. Аз ин рӯ, дар замони ҳозира дар Помир ва тамоми Осиёи Марказӣ асосан яхбандиҳо ба назар мерасанд. Камшавии доимии вақти байни давраҳои хунукшавӣ ва гармшавӣ дар давраи чорякумин диққатро ҷалб менамояд.

Далелҳои номбаршуда бар он далолатмекунанд, ки раванди баамалояндаи гармӣ ба ташаккулёбии яхбандӣ таъсири манфӣ расонида, хислати на минтақавӣ, балки сайёравиро касб кардааст.

Бузургии вайроншавии яхбандии муосир дар замони ҳозира ба чӣ баробар аст?

Ин раванд метавонад аз сабаби пайдошавии «асари гармхонавӣ», мавҷудият ва инкишофи «сӯрохиҳои озонӣ» ва дигар сабабҳо ба амалояд. Ба ин ҷо фаъолияти дохилии тектоники литосфераро дар минтақаҳои гуногун мансуб донистан мумкин аст, ки ба қатори он соҳаи орогеникии муҳаррики Помир-Олой дохил мешавад.

# Боби II. ДИНАМИКАИ МАЙДОНҲОИ БАРФӢ-ЯХИИ ҲИСОРУ ОЛОЙ

## 2.1. Омӯзиши муаммои пиряхҳои Ҳисору Олой

Таҳқиқот дар минтақаи мазкур қисми мавзӯи «Динамикаи майдонҳои барфӣ-яхии Помир ва минтақаҳои ҳамсоя» ба шумор рафта, дар давоми соли 2002 анҷом дода шудааст.

Минтақаи омӯхташаванда ба таркиби системаи кӯҳии Тиёншони Ҷанубӣ ворид гардида, қисми қаторкӯҳҳои Ҳисор, Зарафшон ва Туркистонро фаро мегирад, ки дар қаламрави Тоҷикистон ҷойгир шудаанд.

Масъалаи гузошташудаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии мазкур ошкор сохтани вазъи ташаккулёбии глятсиалӣ дар давоми фосилаи интихобгардида бо мақсади аниқ намудани динамикаи пайдошавии ташаккулёбии баррасишавандадар вақт ва фазо бо баҳодиҳии пешакииояндабинии равандҳои ҷорӣ дарояндаи наздик мебошад. Таҳқиқот бо роҳи камералӣ анҷом дода шудааст.

Барои таҳқиқи ташаккулёбии майдонҳои барфӣ-яхӣ корҳои топогеодезӣ анҷом дода шуданд, ки дар давраи солҳои 1945 – 1949 сурат гирифта буданд, ҳамчунин, аксҳои кайҳонии солҳои 1985–2005 гирифташуда истифода гардидаанд. Маводи ҳарду аксгириҳо дар масштаби 1:200000 истифода гардидаанд. Ғайр аз ин, маълумоти харитаҳои геологӣ ва адабиёти нашргардида истифода шудааст.

Дар натиҷаи корҳои анҷомёфта амсилаи харитаи «Динамикаи майдонҳои барфӣ-яхии Ҳисору Олой» дар масштаби 1:200000 таҳия гардид, инчунин, як қисмат аз рӯйи қитъаи санҷишии гиреҳи пиряхии Зарафшон бо ҳамин масштаб сохта шуд.

Ба омӯзиши яхбандии Ҳисору Олой таҳқиқоти сершумор бахшида шудаанд, ки дар ин бора дар боби дуюми ки-

тоб маълумот дода шудааст. Аввалин бор ташаккулёбиҳои глятсиалӣ дар минтақаи баррасишаванда бо истифодаи аксҳои кайҳонӣ аз тарафи мутахассисони Филиали тоҷикистонии Маркази Давлатии «Природа» ҳангоми таҳияи Атласи «Природные ресурсы Таджикской ССР» дар солҳои 1980–1983 дар масштаби 1:500000 омӯхта шуда буданд. Таҳқиқоти мавзӯъ аз рӯи масъалаҳои таназзули яхбандӣ дар нашрияҳое инъикос гардидаанд, ки дар онҳо маводи расмии фосилавӣ истифода гардида буданд [4-7, 50, 64]. Шетинников ташаккулёбии муосирро дар Помир ва Олой дар асоси шарҳи аксҳои кайҳонӣ дар солҳои 1952–1959 ва соли 1960 гирифташуда, инчунин, расмҳои кайҳонии соли 1978 гирифташуда таҳлил намуда ба хулосае омад, ки дар ин минтақа таназзули яхбандӣ ба амал омада истодааст [65]. Ҳангоми гузаронидани таҳқиқоти монанд тасдиқ гардид, ки аблятсияи давомнок дар ҳудуди Ҳисору Олой идома дорад [5].

## 2.2. Баҳодиҳии вазъи муосири яхбандӣ дар минтақаи омӯхташаванда

Дар қаламрави Ҳисору Олой ба воситаи корҳои геологӣ-расмгирӣ пайҳои яхбандии давраи плейстотсени поён ёфт нашуданд, танҳо пайҳои се давраи оянда мушоҳида гардиданд. Яхбандии қадимтарин дар ин минтақа дар давраи плейстотсени миёна ба амал омадааст, ки ҳамчун нимрӯпӯшӣ (водигӣ) ҷой доштааст. Асосан пайҳои яхбандии ин давра дар водии дарёи Зарафшон аз рӯйи боқимондаҳои моренаҳо ва пайҳои абразия ба қайд гирифта шудаанд. Дар ин ҷо паҳноии калонтарини пояи қадимаи пирях ба 4 км, дарозиаш тахминан ба 100–110 км мерасид. Боқимондаи муосири он (пиряхи Зарафшон) дарозии ҳамагӣ 18-20 км

дорад. Ду қисмати давраи плейстотсени миёна дар соҳили рости дарёи Яғноб ба қайд гирифта шудааст.

Яхбандӣ дар давраи плейстотсени болоӣ камтар паҳн гардида буд, ва он аз рӯйи қисматҳои такшонҳои моренӣ дар ҳарду канори шохаҳои дарёҳои бузург харитасозӣ мешаванд. Давомнокии пояҳои онҳо на зиёда аз 10 км, паҳноияшон назиёда аз 1,5 км мебошад. Дар минтақаи якҷошавии қаторкӯҳҳои Туркистон ва Зарафшон гиреҳи пиряхии Зарафшон – калонтарин дар Тиёншони Ҷанубӣ, ҷойгир аст. Бевосита пиряхи Зарафшон дарозии 26,5 км, масоҳати 41 км$^2$ дошт. Он шакли дентритмонанд дошт, дар ғизодиҳии он бошад, то 10 пирях ширкат меварзанд. Ҳангоми рамзкушоии аксҳои кайҳонӣ аз рӯйи аломатҳои бевосита ва бавосита параметри пиряхи Зарафшон муайян карда шуд, ки дар плейстотсени миёна инкишоф ёфтааст.

Дарозии пирях ба зиёда аз 110км мерасад. Фаъолияти тектоники қаламрав дар минтақаи ҳавза ва равандҳои экзогенӣ имкон надоданд, ки он дар самти ғарбӣ пайгирӣ шавад. Паҳноӣ аз 2500 м дар поёноби дарёи Зарафшон ва то 4000м дар болообҳо мерасид.

Дар давоми давраи чилсола ин гиреҳи пиряхӣ ба тағйироти ҷиддӣ дучор гардид. Қисми фронталии забонаи пиряхба 1800 м ақибнишинӣ намудааст. Паҳноии қисми урёнгашта ба ҳисоби миёна ба 400 м мерасад.

Моренаи миёнаи канорӣ дар масофаи қариб 8 км ба эрозия дучор гардидааст. Кад-қади ҳудуди ҷанубии поя ғуншавии такшонҳои мулоими моренӣ дар масофаи 11,8 км бо паҳноии то 500-600 мба амал омада, бо қабатҳои охирини монанди пиряхҳои ақибнишин ва онро ғизодиҳанда – Ярхич, Назар Айлоқ ва дигарон ҳамроҳ мешавад. Тахмин карда мешавад, ки ақибнишинии давомноки пиряхҳои ка-

норӣ метавонад ба кандашавии минбаъда бо пояи асосӣ оварда расонад.

Пиряххои Фарахнав, Толстой ва Скаков, ки дар канори рости водӣ ҷойгир шудаанд, дар ояндаи наздик ғизодиҳии пояи асосиро, аз сабаби ғуншавии беанҷоми такшонҳои асосӣ вобаста ба аблятсия, қатъхоҳанд кард. Пиряхҳои Росс ва Преображенский мувофиқан ба 0,9 км ва 4 кмақибнишинӣ намуданд, ки то замонҳои на он қадар дур бо пиряхи асосӣ пайвастбуданд, аммо то имрӯз аз он комилан канда шудаанд.

Дар баъзе ҳолатҳо дар расмҳои кайҳонӣ пайҳои ҳаракати набзии пиряхҳо дида мешавад, ки дар плейстотсени миёна ва голотсен дида мешавад.

Дар ғарби қаторкӯҳи Зарафшон пайҳои яхбандиҳои пешина боқӣ намондаанд. Дар самти шарқ афзоиши захираҳои ях бачашм мерасад, ки бо гиреҳҳои боқимондаи яхбандӣ дар водиҳои дарёҳои Сангиала, Ривут, Падаск, Диходанг ва Шохисафед вобаста аст. Дар гиреҳҳо 5-10 пиряхи на он қадар калон аз рӯйи дарозӣ (то 2 км) иштирок мекунанд. Қисми зиёди онҳо ба 500–800 м ақиб нишастааст.

Доманаи ҷанубии қаторкӯҳи Ҳисор, инчунин, бо талафи калони ташаккулёбиҳои глятсиалӣ аз рӯйи яхбании пеш мавҷудбудаи васеъ паҳнгардида дида мешавад он ҷо гиреҳҳои калони пиряхӣ, ба монанди Қаратоғ, Майхура, Зиддӣ, Хонақоҳ ва Канзён, ба амал омада буданд, ки аз 10 то 15 пиряхро фаро мегирифтанд.

Баҳодиҳии умумии масоҳати инкишофи яхбандии муосир нишон медиҳад, ки он босуръат кам шуда истодааст. Махсусан, вазъияти мазкур дар давраи голотсен ба амал омадааст. Ақибравии пиряхҳо дар замони ҳозира ба 1,5–2 км расидааст. Дар давраи баррасишаванда 10 пирях пурра

нобуд гардид, ки дарозиашон ба 2–4 км мерасид. Дар бораи баҳодиҳии вазъи паҳншави масоҳати яхбандӣ бошад, гуфтан зарур аст, ки дар байни бузургиҳои ҳосилнамудаи таҳқиқоти пешина фарқияти калон мавҷуд аст. А.С. Шетинников сарҳади масоҳати яхбастаро дар Ҳисору Олой дар давраи солҳои 1957-1980 бо истифодаи аксҳои кайҳонӣ таҳқиқ намуда, ба хулосае омад, ки дар ин минтақа масоҳати паҳншавии онҳо ба 15% коҳиш ёфтааст [65]. Минбаъд В.М. Котляков бо ҳамақидагонаш муайян намуд, ки яхбандӣ дар ин минтақа 24% талафот дидааст [23].

Ҳангоми ченкуниҳои такрории масоҳати ташаккулёбиҳои глятсиалӣ маълум гардид, ки нисбат ба соли 1957 масоҳати онҳо ба 28% кам шудааст [5]. Муҳақиқон чунин мешуморанд, ки ба самти минтақаҳои дохилии Помиру Олой баландии зичшавии пиряхҳо меафзояд, иқлими пиряхӣ сард шуда, камшавии яхбандӣ камтар аён аст. Аз маълумоти мо дар Ҳисору Олой коҳишидоимии яхбандӣ ба амал меояд ва, ба монанди Помир, камшавии яхбандӣ новобаста аз баландии ҷойгиршавии объектҳо ва экспозитсияи доманаҳои қаторкӯҳҳо ба амал меояд.

Аз рӯйи маълумоти Пильгуй Ю.Н. ва дигарон [43] маълум мегардад, ки дар лаҳзаи топорасмгирии солҳои 1945–1949 андозаҳои майдонҳои глятсиалӣ то ба 999 км$^2$ мерасиданд. Ҳангоми муқоиса намудан бо маълумоти аксҳои кайҳонӣ, ки соли 1985 анҷом дода шудаанд, муайян карда шуд, ки яхбандӣ дар Ҳисору Олой ба андозаи 364 км$^2$ кам шудааст, ки 36,4%-ро аз ченкуниҳои аввала ташкил медиҳад. Масоҳати боқимонда ба 635 км$^2$ баробар шуд. Ҳангоми аз нав ҳисоб намудани масоҳати камшуда дар давоми панҷ сол он, ба ҳисоби миёна, 45,5 км$^2$-ро ташккил

дод. Агар пешгӯйӣ карда шавад, пас то соли 2000 он боз ба андозаи 136,5 км$^2$ кам шудааст.

Ҳамин тариқ, маълум гардид, ки дар қаламрави Ҳисору Олой фоизи камшавӣ нисбат ба иншооти кӯҳии Помир баландтар аст. Дар он ҷо камшавии майдонҳои барфӣ-яхӣ ба 30,8% мерасад.

Барои тасдиқи маълумоти бадастоварда вазъият дар қитъаи текстии гиреҳи пиряхии Зарафшон таҳқиқ карда шуд, ки дар болооби дарёи Зарафшон ҷойгир аст.

Муқоисакунии сарҳадҳои ташаккулоти глятсиалӣ гузаронида шуд, ки бо топоаксҳои соли 1963 ва ду аксбардории солҳои 1978 ва 1984 харитасозӣ шудаанд.

Дар фосилаи вақти солҳои 1963–1978 масоҳати аввала ба 429 км$^2$, то соли 1978 бошад, ба 132 км$^2$ кам шудааст, ки 30%-и ченкуниҳои пештараро ташкил дод. Дар байни ду аксбардории кайҳонӣ, ки дар солҳои 1978 ва 1984 гузаронида шудаанд, масоҳати майдонҳои барфӣ-яхӣ боз ба 22 км$^2$ кам шудааст, ки 5%-ро ташкил медиҳад.

Ҳамин тариқ, дар давоми се давраи аксбардорӣ дар қаламрави гиреҳи пиряхии Зарафшон талафоти умумии ташаккулоти глятсиалӣ 154 км$^2$ (ва ё 35%)-ро ташкил дод. Барои тамоми қаламрави тадқиқшуда муқаррар карда шуд, ки дар минтақаи мазкур камшавии майдонҳои барфӣ-яхӣ дар оянда низ ба амал хоҳад омад.

### 2.3. Динамикаи майдонҳои барфию яхии ҳавзаи дарёи Панҷ. Омӯзиши проблемаи пиряхҳои ҳавзаи дарёи Панҷ

Қисмати мазкур қисми мавзӯи «Динамикаи майдонҳои барфӣ-яхии минтақаи Помир-Тиёншон ва минтақаҳои ҳамсоя» мебошад.

Барои амалисозии таҳқиқот бо мақсади омӯзиши вазъи яхбандӣ дар ҳавзаи дарёи Панҷ корҳо дар соҳили чапи он (Афғонистон) анҷом дода шуданд, зеро ки оид ба соҳили росташ маълумот аллакай мавҷуд буд. Минтақаи омӯхташуда қисми шарқии Бадахшони Афғонистон, доманаи шимолии қаторкӯҳи Ҳиндукуш ва нимаи ғарбии қаторкӯҳи Вахонро фаро мегирад. Ин ноҳияҳо ҳамчун захираи асосии дарёи Панҷ ба ҳисоб меравад.

Ҳангоми гузаронидани рамзкушоии (дешифронӣ) камералии аксҳои кайҳонӣ, дар маҷмӯъ, бо усулҳои анъанавии рӯйизаминӣ вазифа гузошта шуда буд, ки баҳодиҳии масоҳатии пайдоишоти глятсиалӣ бо мақсади пешгӯйи қаблии рушди онҳо бо вақт ба субут расонида шавад.

Қайд кардан лозим аст, ки ҳаракати глятсиалии канори рости дарёи Панҷ амалан омӯхта нашуда буд. Вобаста ба ин, маълумоти бадастомада аз канори чап ва рости ҳавзаи дарё ҳамчун асос ҳангоми ҳисоби бузургии миёнаи майдонҳои барфӣ-яхии тамоми гиреҳи пиряхии Панҷ хизмат намуд.

Барои омӯзиши вазъи ташаккулёбии майдонҳои барфӣ-яхӣ аксҳои соли 1985 гирифташуда дар қисми аёни спектри масштаби 1:200000 истифода шуданд, ки ба масштаби харитаҳои топогеодезии соли 1959 сохташуда мувофиқат мекунад.

Дар натиҷаи тадқиқот харитаи «Вазъи майдонҳои барфӣ-яхии ҳавзаи дарёи Панҷ (қисмати Афғонистон)» дар масштаби 1:200000 сохта шуд.

Агар ба омӯзиши ҳолат ва инкишофи пайдоишоти глятсиалӣ дар ҳудуди иншооти яхии Помиру Олой тадқиқоти сершумор бахшида шуда бошад, ки хатҳои гуногунро фаро мегиранд, пас, барои минтақаи тадқиқшаванда маълумоти хеле маҳдуд вуҷуд дорад. Дар қалмрави Афғонистон мушоҳидаҳои бевоситаи саҳроӣ ва асбобӣ дар ягон пирях гуза-

ронида нашудааст. Танҳо феҳрасти пиряхҳо аз ҷониби Донишгоҳи Кобул дар солҳои 1984–1988 таҳия шудаасту халос. Ғайр аз ин, реҷаи гидрометеорологии ин минтақа омӯхта нашудааст. Аз рӯйи феҳраст масоҳати яхбандӣ ба 3210 $км^2$ ва ё 45% қаламрави мамлакат баробар аст. Пиряхҳои масоҳаташон на зиёда аз 2 $км^2$ ба 80%, масоҳати дигар пиряхҳо бошад, аз 1 $км^2$ камтар аст.

Маълумоти мавҷудаи нашргардида асосан ба ҳолати қабати барфии қаторкӯҳи Ҳиндукуш [28,60] бахшида шудааст ва силсилаи харитаҳои ташаккулёбии қабати барф таҳия гардидаанд. Аз тарафи В.И. Кравтсова барои ин мақсадҳо аксҳое истифода шудаанд, ки аз радифи мадории «Метеор-30» ба даст омадаанд [28]. Дар натиҷаи таҳлили онҳо хулоса бароварда мешавад, ки давомнокии хобиши барф дар қисми қаторкӯҳи Ҳиндукуш устувор меафзояд. Ин вазъият бо таъсири муссони ҳиндӣ ба ташаккулёбии қабати барфӣ маънидод карда мешавад, ки боришоти иловагии барфро дар давраи тобистонӣ-тирамоҳӣ ба амал меорад. Аммо М.Л. Арушанов бо ҳамақидагонаш таъсири муссони ҳиндиро ба тавозуни ташаккулоти глятсиалии иншооти кӯҳии Ҳиндукуш ва Помир инкор менамоянд ва қайд мекунад, ки он танҳо акси садоест, ки қаторкӯҳро аз ғарб давр зада мегузарад [1].

Маълумоти пешакӣ оид ба ҳолати яхбандии системаи кӯҳии дарканористодаи Қаракорум бо истифодаи маводҳои фосилавӣ, ки аз истгоҳи мадории «Салют-6» ба даст омадаанд, дар кори Л.В. Десинов бо ҳаммуаллифон оварда шудаанд. Дар он асосан динамикаи пиряхҳои набзӣ баррасӣ мешавад.

Дар марҳилаи аввал аз тарафи мо сарҳадҳои яхбандиҳои қадима ошкор карда мешуданд, ки аз плейстотсени поёнӣ оғоз мегардад. Дар қаламрави баррасишаванда, ба монанди

Помиру Олой, ҷудокунии давраҳои яхбандӣ вобаста ба тақсимоти синнусолӣ истифода шудааст, ки аз ҷониби А.К. Трофимов [5] пешниҳод гардида буд. Тасдиқи ин вуҷуд доштани тамоми марҳилаҳои яхбандӣ мебошад. Онҳо аз боқимондаҳо ва равандҳо дар аксҳои кайҳонӣ, ки бо қисматҳои такшоншавиҳои глятсиалии дар ҷараёни аксбардориҳои геологӣ муқоиса карда шудаанд, ошкор гардидаанд. А.К. Трофимов чор давраи яхбандиро ҷудо намудааст, ки ба вақти ивазшавии хунукшавӣ ва гармшавӣ ҷавобгӯ мебошанд. Барои Помир яхбандии сатҳии мансуб ба плейстотсени поёнӣ муқаррар карда шудааст. Пайҳои он, инчунин, дар ҳарду канори дарёҳои Помир ва Панҷ то паҳнои кӯҳи Ишкошим боқӣ мондаанд. Тахмин кардан мумкин аст, ки қаторкӯҳҳои Вахон ва Ҳиндукуш, сарҳади ҷанубии яхбандии бузурги сатҳии дорои ин синнусол мебошад. Дар канори чапи дарёи Панҷ, инчунин, яхбастагии давраи плейстотсени миёна васеъ паҳн гардидааст ва вобаста аз паҳншавии фазогии такшонҳои морении ин синну сол, он, ба монанди Помир, нимрӯпӯшӣ ва водигӣ будааст.

Ташаккулёбиҳои глятсиалии ин давраи яхбандӣ дар тамоми водии дарёи Панҷ, инчунин, дар водиҳои шохобҳои он (Ванҷ, Язғулом, Бартанг, Ғунт, Санглеч, Вахондарё ва дигарон) паҳн гардидааст. Дар аксҳои кайҳонӣ сарҳадҳои яхбандии ин давра равшан аз рӯйи акси ғуншавии моренаҳо ва бо мавқеи зиёдкаратаи фазогии ҷисмҳои моренаҳои ниҳоӣ, дар қаърҳои водиҳо ҷудо шуда меистанд, ки ин, эҳтимолан ба ҳаракатҳои пештар ҷойдоштаи пиряххҳои бузург вобаста аст. Далели ин ақида қисми водии дарёи Панҷ то шаҳраки Ишкошим буда метавонад.

Дар назар дошта мешавад, ки аз рӯйи пиряххҳои бузурги ташкилдиҳанда низ ҳаракатҳои такрорӣ ҷой доштанд. Ин ра-

ванд, эҳтимол аст, ки аз сабаби тағйирёбиҳои шароити иқлимӣ ба амал омадааст. Яхбандии камтар паҳнгардида, инчунин дар Помир, дар плейстотсени болоӣ ва голотсен ба амал омадааст.

Минбаъд оид ба глятсиодинамикаи яхбандии муосири канори чапи дарёҳои Помир ва Панҷ, ки ташкилдиҳандаҳои дарёи Амударё ва ҷараёнҳои танзимкунандаи он мебошанд, маълумот оварда мешавад.

## 2.4. Баҳодиҳии ҳолати муосири яхбандӣ дар қаламрави минтақаи омӯхташаванда

Қисми шарқии Бадахшони Афғонистон минтақаеро ишғол мекунад, ки шохобҳои сершумори бо қаторкӯҳҳои на он қадар тӯлонӣ ҷудо гардидаанд. Сарҳади шимолӣ аз тӯли Қалъаи хумб, сарҳади ҷанубӣ бошад, қад-қади дарёи Важланг мегузарад. Яхбандӣ қисм-қисм дар гиреҳҳои кӯҳии шохобҳои бузургтар ташаккул ёфтааст. Ташаккулёбиҳои глятсиалӣ асосан дар нишонаҳои баландиҳои аз 4100 м то 4900 м ҷойгир мешаванд. Дар шимол – ин гиреҳи бузурги дарёи Ҷавай, ҷанубтар бошад, майдонҳои барфӣ-яхии қитъаи байни дарёи Ҷавай ва кӯли Шева мебошанд. Аз паси онҳо гиреҳи пиряхӣ дар кӯҳҳои Мианкох ва Ягард ва дар ҷануби канорӣ- тарафи чапи водии дарёи Санглеч.

Ҳангоми таҳлили ташаккулёбии яхбандии муосир муайян карда шудааст, ки дар ин қисмати Афғонистон коҳишёбии он ба амал меояд. Муқаррар гардидааст, ки қариб тамоми сутунҳои пиряхҳо тамоюли ақибнишиниро дар асоси аблятсияи қатънаёбанда доранд. Дар натиҷаи раванди мазкур пиряхҳо то 2-2,5 км кам шудаанд. Дар ин ҷо, ба монанди минтақаи Помиру Тиёншон, камшавии яхбандӣ, новобаста аз ҷойгиршавии гипсометрӣ ва экспозитсияи доманаҳои

қаторкӯҳҳо, ба амал меоянд. Ҷойгиршавии пояҳо самтнокии гуногунро доранд. Дарозии миёнаи пиряхҳо аз 0,5 км то 4,5 км тағйир меёбад.

Ҳангоми шарҳдиҳии ҳолати яхбандӣ аниқ гардид, ки дар минтақаи мазкур дар давоми 35 сол дар фосилаи байни топоаксгирӣ ва аксгирии кайҳонии солҳои 1950–1985 24 пирях пурра нобуд гардидаанд. Ҳангоми муқоисаи ченкуниҳои масоҳати паҳншавии ташаккулёбиҳои барфӣ-яхӣ натиҷаҳои зерин дар асоси ҷадвали 6 ба даст омадаанд.

Дар соли 1950 масоҳати умумии барфӣ-пиряхии қисми шарқии Бадахшони Афғонистон 1138 $км^2$-ро ташкил дод; то соли 1985 он ба 482 $км^2$ ва ё 42% аз миқдори умумӣ кам гардидааст. Агар талафот дар давоми панҷсола баробари 68,8 $км^2$ ба инобат гирифта шавад, пас пешгӯйии пешакӣ нишон медиҳад: то соли 2002 масоҳати яхбандӣ, эҳтимол аст, боз ба 206,4 $км^2$ кам гардидааст; дар якҷоягӣ бо талафоти пешина бошад ба 688,4 $км^2$ ва ё ба 60% расидааст.

Барои тасдиқи натиҷаҳои бадастомадаи корҳо оид ба коҳиши яхбандии муосир дар ин соҳа қитъаи санҷишӣ гиреҳи пиряхии водии дарёи Каҷара ва майдонҳои барфӣ-яхии ба он ҳамсояи канори чапи водии дарёи Панҷ, мувофиқан бо расми 4 ва ҷадвали 5, гирифта шудааст.

Ҳангоми муқоисаи сарҳади майдонҳое, ки бо аксгирии топологии соли 1950 ва дар расмҳои кайҳонии солҳои 1972 ва 1980 харитасозӣ гардидаанд, натиҷаҳои зерин ба даст оварда шудаанд: то замони аксбардориҳои рӯйизаминӣ масоҳати умумии ташаккулёбиҳои глятсиалӣ ба 160,6 $км^2$, то соли 1980 он ба 73 $км^2$ ва ё 45,6% аз ченакуниҳои пешинаи яхбасташавӣ кам шудааст.

Дар фосилаи вақти байни солҳои 1950–1972 масоҳати ташаккулёбиҳои глятсиалӣ ба андозаи 51,5 $км^2$ кам гардид, ки ин 32,8%-и талафотро ташкил медиҳад. Дар муддати байни ду ак-

сбардорӣ масоҳати боқимонда боз ба 22 км$^2$ ва ё 14% кам гардид. Бо фарқият аз дигар минтақаҳо сатҳи коҳиши ин яхбандӣ хеле зиёд аст, ки эҳтимолан аз ҷараёнҳои ғарбии гарми баҳримиёназаминӣ вобастааст ва ё, умуман, бо гармшавии умумӣ ва фаъолнокии тектоникии минтақа алоқаманд мебошад.

Қаторкӯҳи Вахон дар байни дарёҳои Помир ва Вахондарё ҷойгир аст. Аломатҳои мутлақи ҷойгиршавии яхбандӣ аз 5000 м то 6280 м мебошанд. Пештар, масоҳати калонтарини яхбандии ташаккулёфта ба фурӯравии ғарбии қаторкӯҳ дар минтақаи ҳамроҳшавии дарёҳои мазкур мувофиқ меояд. Он дар ҳарду доманаи қаторкӯҳи Вахон рушд кардааст.

Ҳангоми харитасозии яхбандии плейстотсени миёна аниқ гардид, ки он дар доманаи шимолии қаторкӯҳ ва ҳудуди шимолии он ба таври васеъ паҳн гардидааст. Дар ин бора ғафсиҳои васеъ рушднамудаи такшонҳои моренӣ шаҳодат медиҳанд, ки қабатҳои решагиро то нишонаҳои мутлақи 3500 м мепӯшонанд. Ин ташаккулёбиҳо дар тарафи муқобили водии дарёи Помир низ ба қайд гирифта шудаанд. Соҳили болоии яхбандии давраи плейстотсени поёнӣ дар баландиҳои 4500-4700 м аз сатҳи баҳр ҷойгир аст. Дар баъзе аз ташилдиҳандаҳои канории маҷрои асосӣ, инчунин, сарҳади болоии яхбандии давраи плейстотсени миёна ба хубӣ ҷудо карда мешавад.

Гиреҳҳои бештар калони пиряхии муосир дар водиҳои дарёҳои Алису, Байтибек, Тилабой, Бешкунон дар доманаи шимолии қаторкӯҳҳои Дараи Иссиқ ва Вахарон ғун шудаанд. Дар доманаи ҷанубии гиреҳи пиряхии Алису беш аз даҳ пирях ҷамъ гардидааст, ки дарозии пояи онҳо аз 300 то 6000 м тағйир меёбад. Ҳамаи пиряхҳо ба раванди аблятсия ва ғуншавии такшонҳои моренӣ дучор гардидаанд. Ин раванд, инчунин, ба ақибнишинии пиряхҳо мусоидат мекунад. Бузургии пӯшонидашавӣ бо рӯпӯши моренӣ аз сарҳади фронталии пирях аз рӯйи дарозӣ ба 1,5 км ме-

расад. Ғайр аз ин, камшавии андозаҳои пояҳои пиряхҳо нишондиҳандаи бевоситаи камшавии ҳаҷми ях дар онҳо мебошад. Дар доманаи ҷанубии қаторкӯҳи Вахон вазъи монанд мушоҳида мегардад (гиреҳҳои пиряхии водиҳои дарёи Вардӣ, Дараи Иссиқ, Вахаран ва ғ.). Дар раванди тадқиқот дар ин минтақа камшавии яхбандӣ, новобаста аз нишондиҳандаҳои мутлақи қаторкӯҳ ва экспозитсияи хамиҳои он, ошкор карда шуд.

Дар охири солҳои 50-уми асри гузашта масоҳати яхбандӣ дар минтақаи қаторкӯҳи Вахон ба 536 $км^2$ баробар буд. Ҳангоми муқоиса намудан бо аксҳои кайҳонии соли 1985 маълум гардид, ки ин масоҳати яхбандӣ ба 196 $км^2$ кам шудааст, ки ба 36,5% масоҳати умумӣ баробар аст. Пешгӯйии вазъи яхбандӣ нишон дод, ки то соли 2002 масоҳати паҳншавии он, мумкин аст, боз ба андозаи 117,6 $км^2$ кам шуда бошад, дар асоси он ки талафоти панҷсолаи он 39,5 $км^2$-ро ташкил дод. Ҳамин тариқ, талафот, эҳтимол аст, то 300 $км^2$ ва бештар аз он зиёд шавад. Дар минтақаи мазкур пурра 8 пирях бо дарозии миёнаи асосашон баробари то 1 км пурра нобуд гардидаанд.

Барои равшан сохтани вазъияти яхбандӣ дар қаторкӯҳи Ҳиндукуш доманаи шимолии он интихоб гардид. Сарҳади ғарбӣ аз рӯйи канори рости дарёи Санглич, қад-қади меҳвари қаторкӯҳи Ҳиндукуш то болооби дарёи Вагҷир, дар шимол мегузарад.

Дар водии дарёи Панҷ, дар ҳарду тараф, сарҳадҳои пиряхҳои бузург рамзкушоӣ карда шудаанд, ки дар замони плейстотсени поён ва миёна мавҷуд будаанд. Васегии асосҳо мувофиқан ба 14 км ва 6 км баробар буд. Яхбандии плейстотсени болоӣ ва голотсенӣ дар қитъаҳои назди кӯҳӣ ва ҳудуди қаторкӯҳҳо паҳн гардидаанд ва дар нишонаҳои мутлақи аз 4800 м то 6000 м ва баландтар (кӯҳи Кӯшак – 7455 м) аз сатҳи баҳр ташаккул ёфтаанд. Дар фосилаи баррасишавандаи қаторкӯҳ миқдори пиряхҳо

бештар аз 300 адад аст, дарозии забонаҳои онҳо аз 200-300м то 14 км тағйир меёбад.

Аз байни гиреҳҳои калонтарини пиряхӣ водиҳои дарёҳои Дараи Деҳкӯл, Иштроғ, Шхвар ва Вағҷирро ҷудо кардан мумкин аст.

Дар гиреҳи пиряхии Дараи Деҳкӯл дар ҷараёни об то 40 пирях ширкат меварзад, дар гиреҳи пиряхии Иштроғ – 18 пирях, дар гиреҳи пиряхии Шхвар – 10 пирях. Ҳангоми омӯзиши аксҳо маълум гашт, ки қисми асосии пиряхҳо майли ақибнишинӣ доранд, яъне ҳамаи онҳо дар шароити инкишофи аблятсия қарор доранд. Камшавии пояҳо дар онҳо ба 0,1-1 км мерасад. Дар баъзе ҳолатҳо пояҳои асосӣ алоқаро бо пиряхҳои канории онҳоро ғизодиҳанда аз даст медиҳанд. Ҳангоми муқоиса бо маводҳои дигар аксари пиряхҳо на танҳо бо тағйирёбии нишондиҳандаҳои худ, балки бо камшавии ҳаҷми ях баҳо дода мешаванд, ки бо афзоиши масоҳати моренаҳои канорӣ қайд мегардад. Ғайр аз ин, ҳангоми ақибнишинӣ дар давраи аблятсияи босуръат ғуншавии моренаҳои ниҳоӣ бо шусташавии онҳо ва аз нав такшоншавии онҳо дар поёноби маҷрои дарё васеъ рушд намудааст.

Маълумоти бадастомада аз рӯйи минтақаҳои омӯхташуда ҷамъбаст гардида, хулосаи умумӣ бароварда шуд [43]. Масоҳати умумии яхбандии канори чапи дарёи Панҷ ҳангоми анҷоми корҳои топогеодезӣ, аз соли 1949 шурӯъ намуда, ба 2933 км$^2$ баробар буд. Ҳангоми муқоиса бо маълумоти аксҳои кайҳонӣ, ки соли 1985 бардошта шудаанд, он ба 1156 км$^2$ кам шудааст, ки 39%-ро ташкил медиҳад. Қайд кардан лозим аст, ки дар давоми давраи баррасишаванда 17 пирях пурра аз байн рафтааст.

Барои тасдиқи раванди манфии ба амалоянда, ки дар доманаи шимолии қаторкӯҳи Ҳиндукуш сурат мегирад, қитъаи санҷишии байни ду дарёи Ҷурм ва Дараи Ишон интихоб гардид,

ки дар он ҷо тамоми шабакаи обӣ дарёи Панҷро (дар асоси расми 5) ғизо медиҳад.

Ҳангоми таҳлили маълумот оид ба ҳудудҳои яхбандӣ, ки ҳангоми топоаксҳо ва расмҳои кайҳонӣ ба даст омадаанд, натиҷаҳои зерин ба даст оварда шудаанд: дар лаҳзаи топоаксгирии соли 1959 масоҳати яхбандӣ ба 356 км$^2$ баробар буд. Ҳангоми муқоисаи ин бузургӣ бо маълумоти ченкуниҳои масоҳатӣ, ки соли 1981 гирифта шудаанд, масоҳати яхбандӣ ба 176,6 км$^2$ (43,5%) кам шудааст.

Дар давраи байни ду аксгирии кайҳонии солҳои 1981 –1985 масоҳати яхбандӣ бозба 20 км$^2$(5,9%) кам шудааст. Дар натиҷаи ниҳоӣ талафоти умумии ташаккулоти глятсиалӣ дар давоми 26 сол ба 49,4 % расид.

Дар ҷадвали иловашуда муаллифон кӯшиш намуданд, ки талафоти ташаккулёбиҳои глятсиалиро дар фосилаи вақти байни солҳои 1949 –2002 пешгӯйӣ намоянд. Азбаски дар солҳои 1949 – 1985 дар доманаи шимолии қаторкӯҳи Ҳиндукуш, дар давоми панҷсола талафот ба ҳисоби миёна, ба 91 км$^2$ баробар буд, то соли 2002, яхбандӣ, эҳтимолан, боз ба 252 км$^2$ кам шудааст. Ҳамин тариқ, талафоти имконпазир ба 712 км$^2$ (58,4%) баробар шудаст.

Барои муайян намудани фоизи миёнаи талафоти ташаккулёбиҳои глятсиалӣ дар ҳавзаи дарёи Панҷ бузургии талафоти канори рости дарё истифода шудааст, ки ба иншооти кӯҳии Помир мансуб аст ва дар ин ҷо яхбандӣ ба 30,8% баробар аст. Дар канори чапи омӯхташудаи дарёи Панҷ ин бузургӣ ба 39,4% баробар аст. Ба ҳисоби миёна камшавии яхбандӣ дар ҳавзаи дарёи Панҷ дар муддати 22 сол ба 35,1% баробар шуд.

# Боби III. ДИНАМИКАИ МАЙДОНҲОИ БАРФӢ-ЯХӢ ДАР ФУРӮРАФТАИ ҒАРБИИ ҚАТОРКӮҲИ ҲИНДУКУШ

## 3.1 Омӯзиши муаммои пиряхҳои Ҳиндукуш

Ба сифати асос барои гузаронидани корҳои илмӣ-тадқиқотӣ дар минтақаҳои Бадахшони Афғонистон ва хамии ғарбии қаторкӯҳи Ҳиндукуш чунин ҳолат ба назаргирифта шудааст, ки онҳо қисми таркибии ҳавзаи ягонаи дарёи Панҷ мебошанд. Дар идомаи он баъди ҳамроҳшавӣ бо дарёи Вахш дарёи Аму ба вуҷуд меояд.

Ба монанди дигар минтақаҳои омӯхташуда, ҳамчун асоси методика таҳлили ретроспективӣ қабул гардидааст. Ҳангоми иҷрои корҳо маълумоти корҳои пешинаи топогеодезӣ дар ҳудуди ду трапетсияи У-42-Б ва У-42-Г дар масштаби 1:500000 истифода шудаанд, ки қисми ғарбии Бадахшони Афғонистонро фаро мегирад.

Корҳои рӯйизаминии топогеодезӣ дар соли 1965 анҷом дода шудаанд. Аз сабаби набудани харитаҳои топогеодезии масштаби баробар дар минтақаи қаторкӯҳи Ҳиндукуш трапетсияи I-42 дар масштаби 1:100000 истифода шудааст. Ба шарҳу эзоҳи ченкуниҳо ва таҳлили аксҳои кайҳонии соли 1985 дар масштаби 1:200000 ҷалб шудаанд, ки имкони баҳодиҳии объективии вазъи ташаккулёбии яхбандиро надода, хислати тақрибӣ дорад.

Маълумот оид ба яхбасташавии Афғонистон хеле камшумор аст, зеро ки ягон пирях бевосита таҳқиқ нагардидааст. Дар тамоми қаламрави Афғонистон танҳо феҳрасти пиряхҳо аз тарафи Донишгоҳи Кобулдар солҳои 1984-1988 таҳия гардидааст. Ғайр аз ин, реҷаи гидрометеорологии минтақа омӯхта нашудааст. Дар Афғонистон асосан реҷаи рӯпӯши барфӣ бо ҷалби маводҳои аксии аз радифи сунъии «Метеор-

30» [28-63] омӯхта шудааст. Бо истифодаи аксҳои кайҳонӣ таҳқиқот дар баъзе аз пиряххои набзӣ анҷом дода шудааст [29].

Дар асоси муқоиса ва таҳлили маълумоти таҳқиқоти рӯйизаминӣ ва аксҳои масофавӣ аз тарафи муҳақиқон харитаи «Динамикаи майдонҳои барфӣ-яхии фурӯравии ғарбии қаторкӯҳи Ҳиндукуш ва минтақаҳои ҳамсоя» дар масштаби 1:500000 тартиб дода шуд.

## 3.2. Баҳодиҳии вазъи кунунии яхбандӣ дар қаламрави минтақаи омӯхташаванда

Аз рӯйи маълумоти В.И. Кравтсова дар минтақаҳои кӯҳии Афғонистон масоҳати яхбандӣ ба 3210 $км^2$ баробар аст.

Масоҳати қисми афзалиятноки пиряххо аз 2 $км^2$, дарозии пояҳои онҳо бошад, аз 5 км зиёд нест [28]. Миқдори асосии пиряхҳо дар хамии шимолии қаторкӯҳи Ҳиндукуш ва қисман дар қаторкӯҳи Вахон ва дар Бадахшони Афғонистон ҷамъ шудааст.

Дар фарқият аз дигар минтақаҳои омӯхташуда дар ин ҷо шакли афзалиятноки пиряхҳо каровӣ, каровӣ-водигӣ ва баъзан дарахтшакл мебошад. Инчунин, пиряхҳо дар қуллаҳои ҳамвор низ вомехӯранд. Шаклҳои генетикии пиряхҳо аз шакл ва нишондиҳандаҳои пиряхҳои дар қисмҳои марказӣ ва шарқии қаторӯҳи Ҳиндукуш пайдошуда фарқ мекунанд.

Таҳлили ташаккулёбии гиреҳҳои кӯҳӣ-пиряхӣ дар фурӯравии ғарбии қаторкӯҳи Ҳиндукуш нишон медиҳад, ки дар ин ҷо ҳиссаи ниҳоят ками яхбандӣ ҷойгир мешавад.

И.М. Лебедева ва А.Д. Ларин чунин мепиндоранд, ки ташаккулёбии яхбандӣ дар Афғонистон асосан аз ҳисоби сиклонҳои баҳримиёназаминӣ ва муссони ҳиндӣ [31] ба амал меояд.

Динамикаи рӯпӯши барфиро омӯхта, Б.К. Саров бо ҳаммуаллифон чунин хулосабарорӣ мекунад: нишондиҳандаҳои он аз ғарб ба шарқ, бинобар мавҷудияти анбӯҳи ҳавои гарми аз ҷануб ба ҷанубу шарқ раванда, меафзоянд [63].

Барои муайян намудани вазъи яхбандии муосир, инчунин, аз рӯйи минтақаҳои дигар, дар марҳилаи аввал мавҷудияти имконпазири яхбандии қадима бо истифодаи аксҳои кайҳонӣ бо мақсади ошкор намудани рушди глятсиодинамика дар марҳилаи имрӯза омӯхта шуд. Дар асоси аксҳи боқимондаҳои ҷудогонаи ғуншавии такшонҳои мулоими моренӣ ва абразия, суфташавии канорҳои водиҳо аз тарафи пиряххо ва ҷисмҳои ҷудогонаи такшонҳои моренӣ бо ҷалби маълумоти аксҳои геологӣ ақида оид ба мавҷудияти яхбандии қадима, тахминан аз плейстотсени миёна, пешниҳод карда мешавад.

Боқимондаҳои яхбасташавии ин давра дар болооби дарёи Фархор, Кокча, Раст, Мунҷа, Варлуҷ ва Шохдара пайдо гардидаанд. Дар ин давра яхбандӣ водигӣ буд.

Пиряхи калонтарини ин синнусол дар водии дарёи Кокча ҷойгир шуда буд. Дарозии он то ба 100 м ва бештар аз он мерасид, паҳноӣ бошад, аз 2 то 3 км буд. Бари пояҳо, асосан, аз 10 км зиёд набуд. Ба мавҷудияти пиряххои ин давра, инчунин, пайҳои сиркҳои бузург шаҳодат медиҳанд, ки дар он ҷо ғуншавии массаҳои барф ба амал меомад, ки баъдан ба коркарди шиддатнок ва нобудшавии пурра дучор гардидаанд.

Ин шаклҳои боқимонда дар болооби дарёҳои Кокча, Машҳад ва дигарҳо ба чашм мерасанд. Умуман, собиқ пиряххои бузург бо як гиреҳи пиряхӣ ва ё гурӯҳи пиряххои хурд ба вуҷуд оварда шудаанд. Масалан, гиреҳҳои пиряхии Раст, Мунҷан пештар шаклҳои мураккаби дарахтшакл доштанд. Дар минтақаи баррасишаванда, инчунин, дида мешавад, ки

яхбандии давраи плейстотсени болоӣ ва голотсенӣ дар шароити иқлими аридӣ рушд мекард ва имрӯз ҳам тараққӣ дорад.

Вазъи имрӯзаро дар асоси маълумоти мавҷуда аз рӯйи минтақаҳои кӯҳӣ-пиряхии Тоҷикистон баҳо дода, қайд кардан ҷоиз аст: дар минтақаи баррасишаванда, камшавии пурзӯри яхбандӣ дар шароити гармшавии ҷаҳонии солҳои охир баамалоянда ба чашм мерасад.

Дар қисми ғарбии Бадахшони Афғонистон яхбасташавӣ дар баландиҳои 4500–4800м, дар хамии ғарбии қаторкӯҳи Ҳиндукуш он дар нишонаҳои 5000–5800м аз сатҳи баҳр ҷойгир гардидааст. Баъзан яхбандии муосир дар баландии 6700м ҷойгир мешавад (қаторкӯҳи Тиргорон).

Набудани яхбандии паҳноияш бузург дар ин минтақаҳо ва ҷойгиршавии он дар баландиҳои зикргардида, эҳтимол аст, ақидаро оид ба таъсири сиклонҳои атлантикӣ ва баҳримиёназаминӣ ва ё, умуман, вобаста ба гармшавии глобалӣ тақвият бахшад.

Дар Бадахшони Афғонистон боқимондаҳои гиреҳҳои пиряхӣ дар водиҳои дарёҳои Дараи Сабз, Куфоб ва Шохдара боқӣ мондаанд. Аз онҳо калонтаринашон гиреҳи пиряхии Шохдара буд, ки дар замони ҳозира пурра аз байн рафтааст.

Дар фурӯравии ғарбии қаторкӯҳи Ҳиндукуш вазъи монанд бо гиреҳҳои пиряхии водиҳои Чал ва Фархор (ташкилдиҳандаи чап) ба амал омадааст. Яхбандии боқимонда дар водиҳои дарёҳои Машҳал, Машхел (ташкилдиҳандаи рост), Раст, Муҷон ва дигар гиреҳҳои на он қадар калони қад-қади канори рости дарёи Кокча боқӣ мондааст.

Тавре ки дида мешавад [43], дар минтақаи мазкур, инчунин, камшавии ҳамаҷояи яхбандии муосир, новобаста аз баландиҳои гипсометрии қаторкӯҳҳо ва экспозитсияи доманаҳои онҳо, ба амал меояд. Ҷамъулҷамъ, масоҳати яхбандӣ

минтақа то лаҳзаи топоаксгирии соли 1985 ба 1304 $км^2$ баробар буд, то аксгирии кайҳонии соли 1987 бошад, он ба андозаи 727,3 $км^2$ кам шудааст, яъне талафот 55,6%-ро ташкил дод.

Таҳлили овардашудаи динамикаи ташаккулоти глятсиалӣнишон медиҳад, ки ақибнишинии сартосарии пиряхҳо ба амал меояд ва дар ин ҷо камшавии пояҳо ба 3,5 км мерасад. Қисмҳои фронталии пиряхҳои муосир дар тӯли то 4-4,5 км, инчунин, бо рӯпӯши мулоими такшонҳои моренӣ пӯшонида шудаанд. Баъзан пояҳои пиряхҳои давомнокиашон на он қадар калон пурра бо такшоншавиҳо пӯшонида шудаанд ва бо ин шароитро барои пайдошавии «яхи мурда», ки обшавиро метезонад, ба вуҷуд меоранд. Дар давоми давраи 29 сол 54 пирях нобуд гардидааст, ки дарозии пояи онҳо ба 1,5 км мерасид.

Дар асоси маълумоти гирифташуда оид ба талафоти яхбандӣ дар давраи вақти баррасишаванда пешгӯйи то соли 2005 анҷом дода шуда буд. Муайян карда шуд, ки дар давраи солҳои 1958–1987 талафоти панҷсола ба123,5 $км^2$, то соли 2005 бошад, эҳтимолан, боз ба 451 $км^2$ кам шуд. Ҳамин тариқ, дар назар аст, ки ҷамъи талафот дар давоми солҳои 1958-2005 ба 1178, 3 $км^2$ (90,6%) баробар шуд.

Барои тасдиқи вазъи манфии яхбандӣ дар ҳудуди минтақаҳои баррасишаванда ду қитъаи санҷишӣ интихоб гардида буданд. Қитъаи якум гиреҳҳои пиряхии Қундуз ва Машҳадро дар бармегирад. То лаҳзаи топоаксгирии соли 1963 масоҳати майдонҳои барфӣ-яхӣ ба 427,2 $км^2$ баробар буд. Аз рӯйи аксҳои кайҳонии соли 1985 масоҳати онҳо то 258, 5 $км^2$ кам шуд, ки 60%-ро ташкил медиҳад. Дар қитъаи мазкур 31 пирях бо дарозии то 2 кмпурра нобуд гардид.

Қитъаи дуюми санҷишӣ гиреҳи пиряхии Муҷонро фаро мегирад, ки дар хамии ғарбии қаторкӯҳи Ҳиндукуш ҷойгир шудааст. Ҳангоми гузаронидани топоаксгирии соли 1958 масоҳати глятсиалӣ ба андозаи 286,5 км² баҳо дода шуда буд ва паҳноии ниҳоят калонро қад-қади ҳарду канори дарёи Муҷон доро буд. Ҳангоми муайян намудани масоҳати боқимондаи он аз рӯйи аксҳои кайҳонии соли 1987 он дар ин давра ба 180,8 км² кам шудааст, ки 63,1% -ро ташкил дод. Ҳамагӣ 10 пирях нобуд гардид, ки дарозии пояҳои онҳо аз 0,6 то 3 км буд. Эҳтимол, баҳодиҳии талафот аз рӯйи ин қитъаи санҷишӣ андаке зиёд нишон дода шуда бошад, зеро маълумоти топоаксҳои масштаби 1:1 000 000 истифода шуда буд.

# Боби IV. ГЛЯТСИОДИНАМИКАИ ГИРЕҲИ ПИРЯХИ ФЕДЧЕНКО

## 4.1. Омӯзиши муаммои пиряхи Федченко

Натиҷаҳои дар боби мазкур овардашуда аз истифодаи аксҳои қайҳонии «Ландсат» ба даст омадааст, ки минтақаи омӯхташавандаро фаро гирифта, имкони пешгӯйии вазъи яхбандиро то соли 2050 фароҳам меорад.

Омӯзиши бевоситаи пиряхи Федченко аз аввали асри гузашта оғоз гардид. Дар мақолаи А.А. Яблоков маълумоти таърихӣ оиди пирях оварда мешавад, ки пештар «Музтоу» ва ё «Муз-Так» – кӯҳи ях [67] номида мешуд. Ба пирях якчанд маротиба Н.Л. Корженевский ташриф оварда буд (солҳои 1910, 1914, 1924 ва 1926) [24].

Маълумоти аввалин оид ба пирях аз ҷониби экспедитсияи Штаби генералӣ таҳти сарварии Н.И.Косиненко ба даст омадааст. Соли 1908 пояи пирях дар тӯли 30 км ташхис гардид. Дар соли 1918 бо ин объект экспедитсияи Шуъбаи туркистонии ҷамъияти москвагии дӯстдорони табиатшиносӣ, антропология ва этнография таҳти роҳбарии В.Ф. Ошанин машғул буд.

Дар соли 1928 пиряхи Федченко аз тарафи Экспедитсияи комплексии Помири АИ ИҶШС тадқиқ гардид. Дар соли 1933 стансияи гидрометеорологии аз ҳама баланд кӯҳташкил ёфт, ки онро Н.П. Горбунов сарварӣ мекард. Аз рӯйи натиҷаҳои бадастовардаи ин экспедитсия ва мушоҳидаҳои шахсии В.Ф. Суслов дар асоси омӯзиши инкишофи яхбандии муосири миёнаи баландкӯҳи Помири Шимолу Ғарбӣ, ки ба он пиряхи Федченко дохил гардид, оид ба камшавии масоҳати пиряхҳо хулоса мебарорад. Ӯ қайд мекунад, ки ҳаракати баъзе пиряхҳо аҳамияти калон дорад [56].

Ҳангоми муқоисакунии аксҳои тахеометрӣ дар раванди омӯзиши пирях дар давраи солҳои 1955–1978 Н.А. Кузнетсов ва В.И. Квачев муқаррар намуданд, ки вайроншавии қатънашавандаи он бо тағйирёбии дарозӣ ва паҳноии пояаш ба амал меояд. Дар ин давра онҳо муайян карданд, ки масоҳати пирях ба андозаи 900 ҳаз. $м^2$ кам шудааст. Ба ин раванд монанд пиряхи Танимаси Хурд низ дарҷ гардидааст [30]. Баъдтар таҳлили масоҳат ва ҳаҷми пиряхҳои Тоҷикистон дар давоми якаср, ки дар он ҷо пиряхҳои Федченко, Рама, Зарафшон ва дигарон бо зудии афзоянда ақибнишинӣ мекунанд [27].

### 4.2. Баҳодиҳии вазъи муосири яхбандӣ дар қитъаи омӯхташаванда

Дар асоси аксҳои кайҳонӣ ва муқоисаи онҳо бо натиҷаҳои корҳои пешинаи рӯйизаминӣ дида мешавад, ки кӯчишҳои бузурги пиряхи Федченко дар нимаи дуюми плейстотсени миёна ба амал меомад, ки он ба самти водии Олой, қад-қади водии Олтин-дара, ки қаторкӯҳи Пасиолойро бурида, ҳаракат мекард.

Пояи пирях то 50 км ба шимол аз мавқеи муосири фронталии забонаи пиряхи Федченко то дарёи Қизилсу давом мекард. Эҳтимол аст, ки дар нимаи аввали плейстотсени миёна ин қисми пешоҳанги пояи асосӣ мебошад. Баъди баландшавии қаторкӯҳи мазкур дар натиҷаи ҳаракатҳои кӯҳпайдошавӣ дар нимаи дуюми плейстотсени миёна, пиряхи Федченко аллакай пурра дар ҳудуди водии дарёи Муксу ҷойгир шуда буд. Дар ин муддат дарозии поя тақрибан ба 172 км бо паҳноии он дар қисми фронталӣ 4 км, миёна 5 км, дар болооби водӣ то 6 км мерасид. Дар қисми фронталии пирях ҳангоми ақибнишинии он қитъаи бузурги моренаҳои ниҳоӣ ба амал омад, ки дар

нақша дар натиҷаи ғуншавии ин такшониҳо, шакли конусмонандро ба вуҷуд овард. Тахмин мешавад, ки пиряхи Федченко дар замони баррасишаванда якчанд ҷунбишҳоро ба тарафи якҷояшавии дарёҳои Қизилсу ва Сурхоб ба амал овард.

Ба таври орографӣ гиреҳи пиряхии Федченко дар қаламрави Помири Шимолӣ ҷойгир шудааст. Аз ғарб ва ҷанубу ғарб гиреҳ бо қаторкӯҳҳои Академияи фанҳо, Язғулом ва Ванҷ, аз шарқ бошад бо қаторкӯҳи Қизилқӯрғон (расми 4) маҳдуд карда шудааст.

Пиряхи Федченко бо нишондиҳандаҳои зерини муосир баҳо дода мешавад: дарозии поя – 77 км, паҳно – 1800 м, масоҳати сатҳи ях 649,6 $км^2$, ҳаҷми массаи яхӣ – 93,6 $км^3$, паҳноии пирях бошад, аз 400 м то 800 метрро вобастаба ҳолати водӣ ташкил медиҳад. Канори қисми фронталии пирях дар баландии 2917м ҷойгир аст ва ба боло қад-қади водӣ то нишонаи 6000м аз сатҳи баҳр тӯл мекашад.

Пирях ба категорияи мураккаби водӣ дохил шуда, шакли дарахтмонанд дорад. Бо он пиряхҳои канории шабакаи онро ғизодиҳанда алоқаманд мебошад. Ташкилдиҳандаҳои бузургтарини он пиряхҳои Бивачий, Наливкин, Академияи фанҳо, №8, Витковский ва дигарҳо мебошанд.

Ҳангоми таҳлили ретростпективии аксҳои кайҳонии дар соли 1985 аз стансияи мадории «Салют» ва соли 2002 аз радифи «Ландсат» гирифташуда, инчунин, корҳои рӯизаминии топогеодезии солҳои 1945-1949 ақибнишинии маълуми пиряхи Федченко дар замони ҳозира муқаррар карда шудааст. Ин вазъияти манфиро натиҷаҳо ва хулосаҳои таҳлилии муҳаққиқони пешина низ тасдиқ менамоянд.

Ҳамин тавр, дар аксбардории соли 1985 ошкор гардидааст, ки қисми фронталии он дар тӯли 8,5 –9 км пурра бо

рӯпӯши такшонҳои мулоими моренӣ дар натиҷаи ҳамроҳшавии моренаҳои мобайнӣ ва канорӣ пӯшонида шудаанд.

Дар фосилаи мазкур забонаи пирях бо силсилаи зичи тарқишҳои кӯндаланг ва баъзан тӯлӣ бурида шудааст, ки пояи пиряхро ба блокҳои сершумори ях тақсим намудааст. Омилҳои номбаршуда ба пурзӯршавии раванди аблятсия ва ақибнишинии пирях оварда мерасонанд.

Нишондиҳандаи коҳишёбии пирях, инчунин, пайдошавии ду кӯли глятсиалӣ дар вақтҳои охир (70x70 м ва 235x140 м) дар охири пирях дар сатҳи шусташудаи моренаи ниҳоӣ мебошад. Истисно нест, ки онҳо доимӣ нестанд ва ташаккулёбии онҳо бо омили иқлимӣ алоқаманд аст.

Ба ғайр аз он, дар қисми фронталии пирях, дар расиш бо канори шарқии водӣ васеъшавии майдони ғуншавии моренаи канорӣ аз ҳисоби пурзӯр гардидани партовҳои маводи шикананда ба амал меояд, ки оид ба камшавии паҳноии поя ба 250-300 м аз бузургии умумии харитасозишуда ҳангоми топоаксбардории соли 1945 (ба 1,8 км баробар буд) шаҳодат медиҳад ва нишондиҳандаи камшавии ҳаҷми ях дар поя ба ҳисоб меравад.

Дар асоси маълумоти аз аксҳои ИСЗ «Ландсат» гирифташуда маълум мегардад, ки дар давоми 20 сол, аз соли 1985 сар карда, коҳишёбии бемайлонуташвишовари пиряхи Федченко мушоҳида мегардад. Яке аз омилҳои ҷиддӣ васеъшавии масоҳати ғуншавии такшонҳои моренӣ чи аз рӯйи периметр ва чи дар қисми марказии пирях ба ҳисоб меравад. Паҳноии моренаи марказӣ ба 350-400 м (200 м дар соли 1945) расида ба болои васеъшавии поя паҳн гардидааст, дар аввали расиш бо пиряхи Бивачний дар тӯли 19-20 км. Вазъи монанд нисбат ба моренаҳои ниҳоие ба амал меояд, ки паҳноии онҳо аз 300 то 700 м бо дарозии 14-15 кмафзудааст. Бузургии охи-

рин ҳамчун бузургии калонтарини моренаи шарқии канориро баҳо медиҳад. Қайд кардан ҷоиз аст, ки дар соли 1945 ин моренаи канорӣ вуҷуд надошт. Ғуншавии афзояндаи таҳнишастаҳои моренӣаз сабаби вайроншавии қабатҳои решагӣ қадқади водӣ ба амал меояд, ки дар баъзе ҷойҳо ба майдонӣ ғизодиҳанда мерасанд.

Ба камшавии ҳаҷми ях дар поя кандашавии он бо як қисми пиряхҳо (Бивачий, №4, №5 ва дигарон) таъсир мерасонад, ки ақибнишиниро идома медиҳанд. Умуман, пиряхи Федченко аз 11 пирях кандашудааст.

В.Ф. Суслов омори камшавии пиряхи Федченкоро анҷом дода, ба чунин хулоса омад: дар давраи солҳои 1928-1968 он ба 460м ақиб нишастааст [33]. Агар ин бузургӣ ба сифати асос гирифта шавад, пас пиряхи Федченко ба ҳисоби миёна ба андозаи 10,4 м дар сол ақиб нишастааст. Ҳамин тариқ, ҳангоми нигоҳдории тамоюл ба ақибнишинӣ эҳтимол кардан мумкин аст, ки то соли 2005 пиряхи Федченко боз ба андозаи 384,8 м кам мешавад, ки бо ченкуниҳои пештара 844,8 метрро ташкил медиҳад. Агар ҳамаи аломатҳои нишондиҳандаи коҳиши пирях ҷамъ карда шавад, маълум мегардад, ки тағйироти доимии ин нишондиҳандаҳо дар замони ҳозира низ ба амал омада истодааст.

Дар поён оид бавазъи манбаъҳои ғизои пиряхи Федченко маълумот дода мешавад.

Қад-қади канори чапи водиипиряхи Федченко пиряхи Танимаси Хурд ҷойгир аст, ки пештар аз пиряхи асосӣ канда шудааст. Он шакли дарахтмонанд дорад. Алоқаи пештар мавҷудбудаи байни даҳ пирях бо пиряхи Танимаси Хурд, аз сабаби рушди аблятсия, қатъ гардид. Қисмҳои пешоҳанги онҳо бо рӯпӯши таҳнишастаҳои моренӣ пӯшонида шудаанд. Массаҳои кушодашавандаи ях қисм-қисм шаклгирӣ пайдо

мекунанд. Агар дар аксҳои соли 1985 қисми фронталии забона бо морена дар масофаи 800 м пӯшонида шуда бошад, пас то соли 2005 сатҳи пояи он қариб дар тамоми тӯлаш пурра бо ин таҳнишастаҳо рӯпӯш гардидааст. Дар гузаштаи наздик пиряхи Танимаси Хурд қариб то маҷрои водӣ давом мекард ва, эҳтимол, пиряхи Федченкоро ғизо медод.

Андозаи пирях 9x0,6 км мебошад. Қисми пешоҳанги пирях дар баландии 3000м, дар болоби водӣ бошад, дар баландии 4400 м аз сатҳи баҳр ҷойгир аст. Ҳаҷми массаи яхӣ – 66 км$^3$.

Ташкилдиҳандаи бузурги гиреҳи пиряхии Федченко, инчунин, пиряхи Бивачий мебошад, ки ба доманаи шарқии қаторкӯҳи Академияи фанҳо мерасад. Аз рӯйи маълумоти топоаксгирии соли 1945, эҳтимол барвақттар ва то замони ҳозира он аз сабаби ақибнишинии мунтазам дар таъмини пиряхи Федченко бо ях иштирок карда наметавонад. Дар аксҳои кайҳонии соли 1985 қисми фронталии забона ба болои паҳноиаш бо рӯпӯши таҳнишастҳои моренӣ дар тӯли 6 км пӯшонида шудааст. Дар ин фосила массаҳои яхӣ қисм-қисм дар сатҳ урён мегарданд. Қисми пешоҳанги пирях дар баландии 3800м, фосилаи ғизодиҳӣ бошад, дар нишонаҳои 5800-6000м ҷойгир шудаанд. Нишондиҳандаҳои муосири дарозии поя бо 15x0,6 км баҳо дода мешавад. Ҳаҷми ях 197 км$^3$ мебошад.

Пештар таъкид қайд гардида буд, ки аз қисми фронталии пиряхи Бивачий то пиряхи Федченко фосилаи «яхи мурда» ҷойгир мешавад, ки бо рӯпӯши таҳнишастаҳои моренӣ пӯшонида шуда, ба коркарди пуриқтидори эрозионӣ ва карстпайдокунӣ дучор гардидааст. Нуқтаи охир нишон медиҳад, ки обшавии пурзӯри яхи пӯшонидашуда ва ташаккулёбии кӯлҳои глятсиалӣ ба амал меояд (аз рӯйи маълумоти

аксбардории топографӣ 20 кӯл ба амал омадааст). Аз рӯйи маводҳои аксбардории кайҳонии соли 1985 афзоиши м иқдори онҳо то 50 адад, инчунин, ба амал омадани карст ба чашм мерасад. Дар аксҳои кайҳонии соли 1989 пайдоиши кӯли нав баамаломада дар минтақаи баррасишаванда бо андозаи 140х140 м дар байни такшонҳои моренӣ ба қайд гирифта шудааст.

Дар гиреҳи яхии Бивачий забонаҳои аз рӯйи дарозӣ на он қадар тӯлонии ташкилдиҳандаи он пурра алоқаашонро бо пояи асосӣ қатъ намудаанд. Танҳо як пирях дар канори чапи водӣ дар гузаштаи на он қадар дур набзӣ ба пояи асосӣ пайваст шудааст. Дар аксҳои кайҳонӣ ақибнишинии васеи пиряхҳои канорӣ аз пояи асосӣ ошкор карда шудааст, ки бо ғуншавии таҳнишастҳои моренӣ алоқаманд аст. Масалан, дар аксҳои ИСЗ «Ландсат» аз пояи пиряхи Бивачий дар натиҷаи афзоиши масоҳати такшонҳои моренӣ массаҳои яхӣ кушодашуда, дар шакли қисмҳои алоҳидаи линзамонанд тақсим шудаанд.

Дар болооби водӣ, ки бо қаторкӯҳҳои Ванҷ ва Язғулом маҳдуд шудааст ва манбаи асосии ғоизогирии пиряхи Федченко ҷойгир гардидааст, тағйироти ҷиддӣ даркоҳиши ғизогирии он аз тарафи пиряхҳои №8, Академияи фанҳо, Витковский ва Наливкин ба чашм намерасад. Аммо, таҳлили ҷамъулҷамъии топоаксҳо оид ба маҳдудшавии имконпазири майдонҳои фирнавӣ шаҳодат медиҳад, ки онҳо дар баландиҳои 5500–5900м аз сатҳи баҳр пайдо шудаанд.

Таъмингари дигари бузурги ях пиряхи Наливкин мебошад, ки дар қисми шарқии гиреҳи пиряхии Федченко ҷойгир аст. Пирях дар баландиҳои мутлақи 4500-4800м аз сатҳи баҳр ҷойгир аст. Дарозии пояи он21 км бо паҳноии доимии наздики 2 км буда, масоҳати сатҳи поя 101,5 $км^2$ мебошад.

Ғуншавии ях бо шабакаи пиряхҳои ташкилдиҳандаи он алоқаманд аст ва шакли дарахтмонандро ташкил дода, онҳо чи дар доманаи шимолии қаторкӯҳи Арал ва чи дар канори муқобили водии асосӣ ҷойгир мешаванд. Қайд кардан лозим аст, ки ҳарду канори водӣ ба раванди аблятсия дучор гардидаанд, ки ба майдонҳои фирнавии он дахолат намудаанд. Дар ин бора қитъаҳои қабатҳои решагии кушода ва афзоиши масоҳати онҳо дар давраи солҳои 1945-2005 ишорат мекунанд.

Ғарбтар аз рӯйи доманаи ғарбии қаторкӯҳи Кизкурган дар ғизодиҳии пиряхи Федченко даҳҳо пиряхҳои хурд бо андозаҳои на он қадар калон ширкат меварзанд (1,5-3 км).

Аз пиряхҳои бештар ҳаракаткунанда пиряхҳои №4 ва №5-ро қайд намудан лозим аст, аммо дар замони ҳозира онҳо бо пояи асосӣ алоқа надоранд. Дар аксҳои кайҳонии соли 1985 пиряхи №4 ба тарафи пиряхи Федченко кӯчидааст ва ба он расида гирифтааст. Андозаҳои он 6х0,8 км мебошанд. Пояи пиряхи №5 15-16 км дарозӣ ва 0,4-1 км паҳноӣ дорад. Аз рӯйи боқимондаҳои моренаи ниҳоӣ дида мешавад, ки пиряхҳои бо хислати набзӣ афзалият доранд, ки дар фосилаҳои муайяни вақт ба амал меоянд. Дар замони ҳозира пиряхи №5, аз сабаби ақибнишиниаш бо пояи асосӣ алоқа надорад. То соли 2005 пиряхи №5 ба андозаи 3 км, №4 1,6 км ақибнишинӣ намудаанд.

Пештар таҳлили глятсиодинамика дар ҳавзаи пиряхи Федченко бо истифодаи аксҳои кайҳонӣ аз тарафи А.С. Шетинников гузаронида шуда буд, ки он талафоти ташаккулоти глятсиалиро ба 3,8% баробар арзёбӣ намуд [65]. Аз рӯйи таҳқиқи В.М. Котляров ва ҳаммуаллифон маълум мегардад, ки ин бузургӣ кам нишон дода шудааст [22]. Таҳқиқоти гузаронидашуда бо муқоиса ва таҳлили вазъи яхбандӣ дар давраи солҳои 1945-2005 дар минтақаи гиреҳи пиряхи Федченко ни-

шон медиҳад, ки миқдори афзалиятноки пиряхҳо дар марҳилаи аблятсия ва ақибнишинӣ, инчунин, камшавии майдонҳои барфию фирнӣ қарор дорад.

Амплитудаи ақибнишинӣ аз бузургии 200-300 м то 4 км баҳо дода шудааст. Аз соли 1945 сар карда масоҳати ташаккулёбиҳои глятсиалии гиреҳи баррасишаванда ба 856 км$^2$ баробар шуда, аз рӯйи аксбардории соли 2005 он ба 228,8 км$^2$ва ё 25,4%-и андозаи пешинааш кам шудааст.

## Боби V. ПИРЯХИ САРГАҲИ ДАРЁИ АБДУҚАҲҲОР. ПИРЯХИ ХИРСОН

Пиряхи Хирсон дар саргаҳи дарёи Абдуқаҳор – соҳили чапи дарё Ванҷ, ҷойгир мебошад. Вай аз нишебии ғарбии қаторкӯҳи Академияи илмҳо ибтидо мегирад, ки баландтарин дар кишвар аст. Дарозии пирях 15,8 км ва масоҳаташ 25,3 $км^2$ мебошад. Вай аз сирки калон дар баландии зиёда аз 4,5 ҳазор метр аз сатҳи баҳр шурӯъ мешавад ва забонаи он дар 3000 метр ҷой дорад. Дар байни соҳаи аккумулятсия ва соҳаи аблятсия афтиши ростфуромади баландиаш 900 метр қарор дорад. Ин пиряхи водигӣ танҳо аз чап як саргаҳ дорад.

Мувофиқи маълумоти калонсолон пирях дар солҳои 1916, 1937 ва 1951 ҳаракат кардааст, вале омӯзиши он танҳо дар ибтидои солҳои 60-ум сар шуд. Баҳори соли 1963 суръати ҳаракати пирях ногаҳон то сад маротиба зиёд шуд ва он бо суръати то 50 метр дар як шабонарӯз ба ҳаракат даромад. Сатҳи болоии пирях кафидан гирифт, дар саргаҳон нишаст ва дар қисми поёнӣ теппаҳои ях ба вуҷуд омаданд. Дар роҳи худаш пирях маҳалли геологҳо – Далнийро хароб кард ва бо сарбанди азиму баланд маҷрои дарёи Абдуқаҳҳорро банд кард, ки дар натиҷа кӯли бо ҳаҷми бист миллион метри кубӣ ташкил ёфт. 18-уми июни соли 1963 об ба воситаи садди яхин ба худ роҳ кушода дар тамоми ҳудуди ноҳияи Ванҷсел бо харҷи 2 ҳаз. $м^3$ дар як сония (харҷи миёнаи дарёи Ванҷ 50 $м^3$ ва баҳорон 300 $м^3$) равон шуд.

Ба туфайли чорабиниҳои пешакӣ хисорот ва талафот пешгирӣ карда шуданд, вале ба зудӣ нақби яхин маҳкам шуд ва ғуншавии об дар кӯл сурат гирифт. То охири моҳи июн

дар кӯл 15 миллион метри кубӣ об ҷамъ шуда, резиши дуюм ба амал омад, ки аз аввалааш сусттар буд.

Ҳамагӣ дар соли 1963 пиряхи Хирсон дарозии худро то 1700 м зиёд кард ва масоҳати он то ба 1,1 $км^2$ афзуд. Ҳаҷми яхи ташкилшуда 140 млн.$м^3$ - ро ташкил дода, он то тирамоҳ бозистод. Дарёи Абдуқаҳҳор аз нақб ба садди яхин ҷорӣ шуд.

Баҳори соли 1973 ҳаракати нави пиряхи Хирсон сар шуд. То ин замон на ҳамаи яхи пешинаи пирях об шуда буд, аз ин хотир вазнҳои нави ях ба мисли пештара ҳаракат мекарданд. Садди яхини дорои паҳнои нимкилометра ва баландии яксаду панҷоҳметра аз нав маҷрои дарёи Абдуқаҳҳорро банд кард. Чуқурии кӯли ташкилшуда 110 метрро дар бар гирифт. 19-уми июни соли 1973, вақте ки дар кӯл 27 млн. кубометр об ғун шуд, резиш ба амал омад. Харҷи максималии об ҳазор метри кубӣ дар як сонияро ташкил медод. Бо вуҷуди ин сатҳи об дар дарёи Ванҷ, дар маркази ноҳия (90 км аз пирях) то 3 метр, дар Қалъаи Хумб (180 км аз Хирсон) якуним метр ва дар Термиз ним метр баланд шуд. Вақте ки дар кӯл 3 млн. метри кубӣ об боқимонд, нақб вайрон гардида, маҳкам шуд, кӯл аз нав пур шуд ва 3-юми июл рахнаи дуюм ба вуҷуд омад.

Чораҳои пешакӣ андешидашуда ҳамаи хисорот ва талафотро пешгирӣ намуданд.

Ҳаракати нави Хирсонро дар соли 1985 интизор буданд, аммо ба муқобили пешгӯйиҳо пирях ором буд. Танҳо тирамоҳи соли 1988 суръати ҳаракати он аз 0,4 то 4,0 метр дар як шабонарӯз афзуд. Дар вақти каму зиёдшудани худ дар соли 1989 пиряхи Хирсон то ба 1,2 км ҳаракат, масоҳати он то ба 0,8 $км^2$ афзуд, ҳаҷми яхи бавуҷудомада қариб 80 млн.$м^3$ ташкил дод. Вале баландию паҳноии садди яхин назар ба

ҳаракатҳои пешина камтар буд, аз ин хотир кӯли таги яхмайда обдор буд ва рахнаҳои он чанд маротиба ба вуҷуд омаданд, аммо он қадар калон набуданд. Пуршавии кӯл 16-уми июни соли 1989 шурӯъ шуда, аллакай дар шаби 26-уми июн рахнаи аввал ба амал омад, лекин дар кӯл ҳамагӣ 4 млн. метри кубӣоб ҷамъ шуда буд. Харҷи об ҳангоми рахнашавӣ ҳамагӣ 60 метри кубӣ дар як сонияро ташкил медод. Рахнаи дуюм бо харҷи бештар аз 120 $м^3$/сония шаби 28-уми июн ба вуқӯъ омад. Чунин селҳо аз ноҳияи Ванҷ гузаштанд, вале ягон хисорот наоварданд. Ҳаҷми максималии (6,1 млн. метри кубӣ) кӯл 5-уми июни соли 1989 ба амал омада, ҳангоми рахнашавӣ харҷи об аз 50-60 $м^3$/сония зиёдтар намешуд. То миёнаи моҳи июл ҳаракати пирях қариб қатъ шуд ва дар садди яхӣ нақби доимӣ ба вуҷуд омад. Каму зиёдшавии охирини пиряхи Хирсон тобистони соли 2001 ба вуҷуд омад. Бо вуҷуди ин пирях то 450-600 метр дароз шуда, 9,6 млн $м^3$ яхро баровард.

Дар моҳи апрел ин пирях то 5 м дар як шабонарӯз, моҳи май бо суръати 40 м дар як шабонарӯз ҳаракат мекард, вале то охири моҳи июн пирях қариб аз ҳаракат бозмонд, суръати он 0,1-0,15 м дар як шабонарӯзро ташкил медод. То дарёи Абдуқаҳҳор он ҳамагӣ 250 м нарасид, аз ин рӯ ягон кӯл ба вуҷуд наомад. То ҳол сababи ҳаракати пирях номаълум аст ва аз ин хотир ба саволи барои чӣ ҳангоми ҳаракати охирин Хирсон то дарё нарасид ва кӯлро ташкил надод, ҷавоб додан мушкил аст. Шояд ин ҳолат ба гармшавии иқлим вобаста бошад. Вобаста ба ҳамин ҳодиса таҳқиқи минбаъдаи он зарур аст.

### 5.1. Пиряхҳои каму зиёдшавандаи Sауксой

Дар солҳои 70-ум аз стансияи кайҳонии “Салют” дар нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Пасиолой, дар болооби дарёи Сауксой як қатор пиряхҳои каму зиёдшаванда ёфт шуданд: Валӣ, Сауқдараи хурд, Дзержинский. Дар натиҷа маълум шуд, ки пиряхи Сауқдараи хурд (бо дарозии 14,3 км, масоҳати 23,5 км$^2$) ҳаракати худро дар соли 1972 шурӯъ карда, то як сол ба 600 метр дароз шуда соли дуюум – боз ба 700 метр дароз шудааст. Давомнокии умумии ҳаракати он 3,5 солро дар бар мегирифт.

Каму зиёдшавии пиряхи Дзержинский (дарозиаш 14,9 км, масоҳаташ 19 км$^2$) низ соли 1972 ба амал омад.

Соли аввал вай то 580 метр ва соли дуюм то 620 метр дароз шуда буд. Давомнокии умумии ҳаркати он қариб чор солро фаро мегирифт. Пиряхи Валӣ (дарозиаш 7,6 км ва масоҳаташ 11,9 км$^2$) танҳо соли 1973 ба ҳаракати худ шурӯъ кард. Давомнокии ҳаракати вай қариб ду солро дар бар гирифт. Дар ин муддат пирях то 1300 метр дароз шуд. Афзоиши умумии масоҳати ҳамаи пиряхҳо 3,3 км$^2$-ро ташкил медод, яъне 6% аз аввалааш. Ҳамагӣ ба дарозии Сауксой қариб 220 млн. метри кубӣ ях ворид шуд. Эҳтимолияте ҷой дорад, ки зери таъсири тағйиротҳои глобалии иқлим каму зиёдшавии ин пиряхҳо нисбатан шадидтар ва чашмрастар мешавад.

Вобаста ба онки дар болооби Сауксой роҳҳо ва ҷойҳои аҳолинишин нестанд, ягон хисорот аз ҳаракати ин пиряхҳо дар солҳои гузашта ба амал наомадааст.

# Боби VI. ПИРЯХҲОИ ҲАВЗАИ ДАРЁИ ЗАРАФШОН. ПИРЯХИ ЗАРАФШОН

Пиряхи Зарафшон дар пайвасти қаторкӯҳҳои Зарафшон ва Туркистон ҷойгир аст ва сарчашмаи яке аз дарёҳои асосии Ҷумҳурии Тоҷикистон–Зарафшон, ба ҳисоб меравад. Ин пиряхи мураккаби водигӣ ё дендридӣ аст, ки дарозиаш 27,8 км, масоҳаташ 38,7 км² ва бо саргаҳҳо 132,6 км² аст. Баландии забонаи пирях 2810 м аз сатҳи баҳр мебошад. Моренаҳо 10 км²-ро бо саробҳо 24 км²-ро ишғол мекунанд. Мушоҳидаи харҷи оби дарёи Зарафшон дар дидбонгоҳи обсанҷии Дупулӣ ҳанӯз дар охири асри X1X сар шуда, мушоҳидаҳои амиқтари пиряхи Зарафшон аз соли 1927 оғоз шудаанд. Мутобиқи маълумотҳои муҳаққиқон пирях ҳама вақт дар ҳолати харобшавӣ қарор дорад. Гумон аст, ки дарозии нисбӣ ва мавқеи пасттарини забонаи пирях дар охири асри X1X будааст, зеро дар соли 1927 тӯдаи яхи моренавии ниҳоӣ тақрибан дар ним километр аз охири пирях қарор дошт. Аз соли 1927 то 1961 пирях то ба 28 м бо суръати миёнаи 8 м/сол ҳаракат карда, 60 км² -ро озод намуд. Аз соли 1961 то 1976 пирях то ба 980 м бо суръати миёнаи 65 м/сол кутоҳ шуд, ки ин бо фавти массивҳои калони яхҳо маънидод карда мешавад. Аз соли 1976 то 1991 пирях боз ба 1092 метр бо суръати миёнаи 73 км² кутоҳ шуд. Аз соли 1927 то соли 1976 аз ях 1,19 км² озод шуд, аз соли 1961 бошад, 0,93 км². Ҳамин тариқ, пиряхи мазкур дар ҳолати харобшавӣ қарор дорад, суръати қафогардии он ва раванди харобшавӣ дар ҳар як даҳсола меафзояд.

## 6.1.Пиряхи Рама

Пиряхи Рама дар нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Туркистон, дар болооби дарёи Зарафшон, дар дараи кӯҳии танг қарор дорад. Ин пирях водигӣ аст, дарозиаш 8,9 км, масоҳаташ 22,3 $км^2$, баландии охири забонааш 3500 м аз сатҳи баҳр мебошад. Бо морена 3 $км^2$ пӯшонида шудааст.

Чун дигар пиряхҳои ҳавзаи дарёи Зарафшон, ин пирях ҳам қафогардӣ мекунад. Аз соли 1929 то соли 1975 пирях то ба 320 метр қафо рафт, ки аз ях 0,12 $км^2$-ро озод кард. Бо вуҷуди ин, то соли 1948 вай бо суръати 4 м дар як сол ва баъдтар то 9 м дар як сол ба қафо ҳаракат кард. Аз соли 1976 то соли 1991 пирях боз ба 356 м қафо рафт ва се соли охир–60 м дар як сол, ки ин бо обшавии блокҳои ҷудогонаи яхӣ маънидод мешавад. Бо вуҷуди ин боз қариб 30 $км^2$-ро аз ях озод кард.

## 6.2.Пиряхи Тро

Ин пирях дар нишебии қаторкӯҳи Туркистон, дар саргаҳи дарёи Зарафшон ҷойгир аст. Пирях водигӣ аст, дарозии он 3,0 км, масоҳаташ 2,2 $км^2$, баландии забонааш 3920 м аз сатҳи баҳр мебошад. Забонаи пирях ба охири морен ғарқ мешавад. Мушоҳидаҳои пирях дар соли 1959 оғоз шудаанд. Пирях дар ҳолати харобшавӣ қарор дорад, сатҳи болоии он ба ҳисоби миёна то 1 м дар як сол паст мешавад. Забонаи пирях аз соли 1976 то 1988 ба ҳисоби миёна то 1-2 м дар як сол қафо рафт, вале аз соли 1988 то соли 1990 ба 6,1 м, яъне то 30 м дар як сол ва аз соли 1990 то 1991 боз ба 23 м қафо рафт. Хулоса кардан мумкин аст, ки раванди харобшавии пирях то охири асри XXI оҳиста-оҳиста қувват мегирад.

### 6.3. Пиряхи Дихаданг

Пиряхи Дихаданг дар ҳавзаи дарёи Зарафшон дар нишебии қаторкӯҳи Зарафшон ҷойгир аст. Пирях водигӣ буда, дарозии он 2,2 км, масоҳаташ 2,0 $км^2$, бо морена 0,3 $км^2$ пӯшонида шудааст. Баландии забонаи пирях 3600 м аз сатҳи баҳр мебошад. Мушоҳидаҳои пирях аз соли 1959 шурӯъ шудаанд. Аз соли 1977 то соли 1991 пирях то 180 метр ба ақиб баргашт. Суръати миёнаи қафогардии он 13 м дар як сол буд. Вале чун дар дигар пиряхҳо ин суръат то охири асри гузашта зиёд шуд, танҳо аз соли 1990 то 1991 пиряхи Дихаданг якбора то 60 метр қафо рафт, ки ин аз афзудани раванди харобшавии он шаҳодат медиҳад. Ба ғайр аз, ин сатҳи болоии пирях аз ҳисоби обшавӣба ҳисоби миёна то 1 метр дар як сол паст мешавад.

### 6.4. Пиряхи ПГГ (партияи Гидрографӣ)

Ин пирях каровӣаст ва дар нишебии шимолии қаторкӯҳи Ҳисор, дар ҳавзаи дарёи Саритоғ, ки ба Искандаркӯл мерезад, ҷойгир мебошад. Дарозии пирях 1,16 км, масоҳаташ 0,54 $км^2$, паҳноии миёнааш 0,47 км аст. Охири пирях дар баландии 3320 м аз сатҳи баҳр қарор дорад. Мушоҳидаҳои нахустин дар ин пирях соли 1968 гузаронида шуданд. Солҳои 1971-1974 дар пирях ҳар фасли тобистон собиқ экспедитсияи комплексии глятсиологии ПГГ Идораи Гидрометслужбаи ҶШС Тоҷикистон кор мекард ба ин хотир номи пиряхро чунин гузоштаанд. Пирях дар ҳолати харобшавӣ қарор дорад. Аз соли 1968 то 1976 вай то 18 метр бо суръати миёнаи 2,2 м дар як сол ба қафо гашт. Бар замми ин 3100 $м^2$ масоҳатро аз даст дода, сатҳи болоӣ то 3,6-4,0 метр пасттар шуд. Пас аз ин суръати қафогардии он зиёд шуд: аз соли 1982 то 1990 пирях то 63,1 метр бо суръати миёнаи 7,9 метр ба

ақиб рафт. Аз соли 1968 то соли 1986 аз ҳаҷми умумии 11 млн.$м^3$ пирях то 3,9 млн $м^3$, яъне 36,1%-ро аз даст дод. Аз даст додани вазн ба ҳисоби миёна 2% -ро ташкил дод. Дар давоми солҳои 1989-1990 пирях то 12 метр қафо рафт ва то 4 метр паст шуда, зиёда аз як млн.$м^3$ яхро талаф дод. Дар айни замон харобшавии он андаке сусттар шудааст, пирях тахминан то 1 метр дар як сол ба ақиб мегардад. Ҳамин тариқ, чун дигар пиряхҳои ҳавзаи дарёи Зарафшон, пиряхи ПГГ ҳам бошиддат хароб мешавад, чи дар натиҷаи қафогардии забона ва чи дар натиҷаи обшавии ях аз сатҳи болоӣ он вазнро аз даст медиҳад.

## Боби VII. ПИРЯХИ НИШЕБИИ ҶАНУБИ ҚАТОРКӮҲИ ҲИСОР. ПИРЯХИ ЯКАРЧА

Пиряхи Якарча дар ҳавзаи Майхура – тарафи рости дарёи Варзоб, ҷойгир шудааст. Аз шимол ва ғарб ҳавза бо қаторкӯҳи Ҳисор ва аз ҷануб бо шохаи он, бо қаторкӯҳи Усмонтал, иҳота шудааст. Якарча пиряхи каров-водигӣ буда дарозии он 1,15 км, масоҳаташ 0,5 метри мураббаъ ва паҳноии миёнаи он 470 метр аст. Баландии забонаи вай 3880 метр аз сатҳи баҳр мебошад. Чунин пиряхҳои хурд на танҳо бо ивазшавии иқлим, балки бо тағйирёбии боду ҳавои зимистон ҳам хеле зиёд осеб мебинанд. Як зимистони сербарф метавонад на танҳо қафомонии пиряхро суст кунад, балки сабаби ба пеш ҳаракат кардани он то ба чанд метр гардад. Аз соли 1972 то соли 1977 пиряхи Якарча то 25 м бо суръати миёнаи 5 м дар як сол қафо гашт. Дар солҳои 1983-1986 вай аз қисми чап бо суръати 2-4 м/сол, дар қисмати миёна то 1-2 м дар як сол ақибнишинӣ кард. Дар айни замон вай то 2-3 м дар як сол ба қафо меравад ва бо вуҷуди ин сатҳи болоии он ба ҳисоби миёна то 3 м ҳар сол паст мешавад.

Ҳамин тариқ, пирях вазнашро аз ҳисоби камшавии дарозӣ ва аз ҳисоби камшавии ғафсӣ гум мекунад.

Ғафсии пиряхи Якарча аз 50 метр бештар нест, аз ин лиҳоз барои вай обшавӣ аз боло назар ба қафоравии забона хатарноктар аст. Таҳқиқот дар минтақаи мазкур қисми мавзӯи «Динамикаи майдонҳои барфӣ-яхии Помир ва минтақҳои ҳамсоя» ба шумор рафта, дар давоми соли 2002 анҷом дода шудааст.

## 7.1.Пиряхҳои ҳавзаи дарёи Сурхоб

**Пиряхи 503 (қизилкӯл).** Пирях дар нишебии шимолии қаторкӯҳи Пётри Якум, дар ҳавзаи дарёи Шӯраки Шарқӣ ҷойгир аст. Дарозии пирях 2,5 км, масоҳат- 0,9 $км^2$. Забонаи он дар баландии 3000 метр аз сатҳи баҳр қарор дорад. Аз соли 1975 то 1990 пирях то 80 м бо суръати 5,6 м дар як сол қафо гашта, 2,4% -и масоҳати худро аз даст дод.

**Пиряхи 507.** Пирях дар нишебии шимолии қаторкӯҳи Пётри Якум, дар саргаҳи дарёи Шӯраки Шарқӣ қарор дорад. Пирях водигӣ буда, дарозиаш 2,2 км, масоҳаташ 0,7 $км^2$аст ва забонааш дар баландии 2800 метр аз сатҳи баҳр қарор дорад. Қариб тамоми пирях бо морена пӯшонида шудааст. Маълумотҳое низ ҷой доранд, ки дар аввали солҳои панҷоҳум пирях хуруҷ кардааст. Аз соли 1975 то 1986 аз ҳаҷми умумии пирях (16 млн.$м^3$) 3,2 млн. м об шуд, ки 20%-ро ташкил медиҳад. Ҳамасола пирях 1,8% вазни худро аз даст медиҳад. Забонаи вай дар айни замон бо суръати миёнаи 4 метр дар як сол қафо меравад.

**Пиряхи 517.** Пирях дар нишебии шимолии қаторкӯҳи Пётри Якум дар ҳавзаи беноми саргаҳи чапи дарёи Сурхоб макон гирифтааст. Пирях водигӣ аст ва дарозии он 2,9 км, масоҳаташ 0,9 километри мураббаъ буда, забонааш дар баландии 2320 м аз сатҳи баҳр қарор дорад. Аз соли 1975 то 1986 аз ҳаҷми умумии пирях (19 млн.$м^3$) 2,8 млн, яъне 14,8% об шуд. Дар як сол пирях 1,4% вазни худро аз даст медиҳад. Аз соли 1976 то 1990 пирях то ба 130 метр бо суръати миёнаи 8,6 м дар як сол қафо рафт.

Ҳамин тариқ, ба хулоса омадан мумкин аст, ки ҳар се пирях дар ҳолати харобшавӣ қарор доранд. Харобшавӣ махсусан, аз ҳисоби обшавии сатҳи болоии онҳо сурат

мегирад, аз ин рӯ, ба зудӣ бо пешгӯйиҳои тағйирпазирии иқлим онҳо метавонанд пурра нопадид шаванд.

**Пиряхи Дидал.** Дар нишебии шимоли қаторкӯҳи Пётри Якум, дар ҳавзаи дарёи Сурхоб қариб 50 пиряхи хурд ҷойгираст. Аз байни онҳо калонтаринаш пиряхи Дидал аст: дарозиаш 4,8 км, масоҳаташ 1,6 км$^2$, баландии охири пирях 3000 метр аз сатҳи баҳр мебошад. Пирях мураккаби водигӣ мебошад, аз тарафи рост сароби начандон калон дорад. Дидал аз нишебиҳои ҷарии қуллаи Каудал (баландиаш 4778 м аз сатҳи баҳр) ибтидо мегирад. Аз пирях дарёи Каудал ҷорӣ мешавад, ки он дар наздикии деҳаи Қарасағир ба Сурхоб ҳамроҳ мешавад. Забонаи пирях дар дараҳои ҷаридори кӯҳӣ овезон аст (расми 1).

Одатан, Дидал бо суръати якчанд сантиметр дар як шабонарӯз ҳаракат мекунад, аммо тобистони соли 1974 ногаҳон суръати ҳаракаташ то даҳҳо маротиба афзуда, сатҳи болояш кафид ва дар натиҷа роғҳои калоне ба вуҷуд омаданд. Дар саргаҳаш пирях нишаста буд ва дар наздикии ниҳоии он ба шакли мавҷтеппаи яхин ташкил шуд. Дарозии Дидал аёнан меафзуд. Гоҳ-гоҳ аз таги пирях селҳои номураттаб, аммо серҷараён ба поён бо маҷрои дарёи Каудал ҷорӣ мешуданд. То ибтидои моҳи август пирях тавонист то 600 метр дароз шавад. Ҳаракати он бо садоҳои баланду ғурроснок, кафидани пораҳо ва бардамидани ях ба вуқӯъ мепайваст.

Расми 1. Набзи пиряхи Дидал дар ҳавзаи дарёи Сурхоб

Шаби 12-уми август суръати ҳаракати пирях афзуд ва ҳоло вай ба пеш то 1,5 метр дар як соат ҳаракат мекунад. Аз таги пирях селҳо ва овози ҳаракат боз ҳам баландтар мешуд. Қисми пеши Дидал ба ҷарии дувоздаҳ метраи яхӣ монанд шуд, аз даруни он ҷо-ҷо об ҷорӣ мешуд. То ба нимрӯзии 13-уми август пирях боз қариб ба 40 масофаи метр дарозтар шуд ва ҳаракати он то ба панҷметр дар як соат расида буд. Дар нимрӯзӣ аз таги пирях сели пуртуғён ҷорӣ шуд ва баъдан чун раъдсадо медод. Аз Дидал қисми пешаш ҷудо шуд ки дарозии он шашсад метр буда, яхи он қариб 1,5 млн.$м^3$-ро ташкил медод. Бо мавҷҳои бузурги яххои кабуд ва хоколуду лойии кандашуда сели азиме ба поён равон шуд.

Вай аз се барфтӯдаҳои калон иборат буд: аввалаш пасти бо об омехта; дуюм нисбатан зичу то шашсад метр баланд ва, билохир сеюмаш қариб аз яхи холисиборат буд. Ҳангоми ҳаракати худ селаи яхин аз нишебиҳо чимтолро канда партофт.

Водии дарёи Каудал дар тӯли қариб ду километр бо қабати яхӣ сахт пӯшонида шуд. Дарё ба зудӣ барояш маҷрое

сохта, ба ҳаракати худ идома медод. Ғуншавии об ба вуҷуд наомад, об давтанзим шуд ва Дидал кӯтоҳшуда, ба пеш ҳаракат мекарду оҳиста-оҳиста қароргоҳи яхии холиро пур мекард. То миёнаи моҳи сентябр вай дарозиеро ташкил дод, ки ҳангоми ҳаракати он як қисматаш фурӯ афтод вале ин дафъа ягон ҳодисаи табиӣ ва фавқулода ба амал наомад.

Ҳатто дар соли дигар, вақте ки пирях ором шуда буд ва бо суръати муқаррарӣ ҳаракат мекард, аломату изҳои ҳаракати он маълум буданд. Сатҳи болоии Дидал то 20-50 метр нишаст, дар сатҳи болоии он зинаҳои овезони яхӣ ва ҷариҳо то баландии 60 метр ба вуҷуд омаданд, паҳноии пирях кам шуд. Яхтӯда бошад, дар даруни дарёи Каудал дар рафти ду сол об мешуд.

Ҳангоми коркарди маводи мушоҳидавӣ маълум шуд, ки бори аввал доир ба Дидал дар китоби В.И.Липский, муҳаққиқи маъруфи Осиёи Миёна бо номи “Горная Бухара” (Бухорои кӯҳсор) маълумот дода шудааст. Дар китоб сурати ин пирях оварда шудааст. Аз ин сурат **“партофти”** навбатии пирях, аломатҳои нишасти он аз паҳлуҳо ва сӯрохиҳои сершумор ба чашм аён мешаванд. В.И. Липский навиштааст: **“Маълумот доданд, ки ҳафт сол пеш дар ин ҷо фурӯғалтии шадиди барфӣбуд, ки он чор чӯпон, чанд саг ва қариб сад гӯсфандро зер карда ба ҳалокат расонд”.**

Маълум мешавад, ки ин фурӯғалтии барф не, балки ях будааст. Аз ин хотир боз як санаи фурӯғалтии пиряхро соли 1890 ба қалам додан мумкин аст. Калонсолони маҳаллӣ ёдовар мешаванд, ки ҳаракати пирях дар соли 1926 ҳам ба амал омада буд. Пас, аз ин бармеояд, ки дар байни ҳаракатҳои Дидал 36-48 сол мегузарад, то даме ки вазни муайяну ниҳоии ях ҷамъ нашавад.

Ғайр аз ин, тавре зикр шуд, ҳангоми ҳаракати пиряхи Дидал оби камарии даруни ях мақоми асосиро мебозад. Он яхро об карда, пиряхро аз поён мебардорад.

**Пиряхҳои ҳавзаи дарёи Обхингоб**. **Пиряхи Гармо**. Пирях дар саргаҳҳои Обхингоб, дар пайвасти қаторкӯҳҳои Пётри Якум, Академияи илмҳо ва Дарвоз ҷойгир шудааст. Дарёи Гармо аз ин пирях ҷорӣ шуда, бо дарёҳои Бохуд ва Қирғизоб омехта мегардад ва ба дарёи Обхингоб асос мегузорад. Пиряхи Гармо мураккаби водигӣ аст, шохобҳои зиёде дорад.

Дарозии пирях 30,4 км вамасоҳати он 114,6 $км^2$ аст. Интиҳои пирях дар баландии 2907 м аз сатҳи баҳр ҷой дорад.

Мушоҳидаи пирях дар соли 1940 шурӯъ шудааст. Онҳо нишон медиҳанд, ки пирях дар ҳолати харобшавӣ аст. Аз соли 1940 то соли 1957 пирях то 2 км қафо рафта, 2,8 $км^2$ масоҳатро талаф додааст. Баъд дар тӯли ҳафт сол он дар ҳолати мутавозун буд. Аз соли 1964 то 1976 пирях то 240 м қафо рафта, то 0,31 $км^2$ масоҳатро аз ях озод кард. Аз соли 1974 то 1985 вай боз ба 96 м қафо рафт, суръати қафоравии он 8,7 м дар як солро ташкил медод.

Дар солҳои 1985–1990 сатҳи болоии пирях то 13 метр паст шуда, забонаи он аз массиви яхӣ бо масоҳати 3,5 $км^2$ ва дарозии 3600 метр канда шуд. Ҳоло ин яхи мурда бошиддат об шуда истодааст. Дар сатҳи болоии забонаи пиряхи Гармо кӯлҳои сершуморе пайдо шудаанд (даҳкӯл бо дарозии 7 км).

Ҳамин тариқ, вақте ки қафогардӣ бо афтишу кандашавии кӯҳҳои алоҳидаи яхӣ сурат мегирад, харобшавии шадиди пирях ба амал меояд. Дар солҳои наздик аз пиряхи Гармо ва, ҳамчунин, аз пиряхи Федченко саргаҳҳояшон ҷудо мешаванд, ки ин омил раванди харобшавии онҳоро метезонад. Камшавии масоҳати пиряхи

Гармо дар солҳои наздик ба реҷаи ҷоришавии дарёи Обхингоб таъсир мерасонад.

**Пиряхи Скогач.** Пирях дар ҳавзаи дарёи Обхингоб, дар нишебии шимолии қаторкӯҳи Мазор қарор дорад, ки яке аз шохаҳои бузургтарини қаторкӯҳи Дарвоз мебошад.

Дарёи Скогач аз пирях ҷорӣ шуда, ба дарёи Бохуд мерезад. Скогач пиряхи водигӣаст, дарозии он 12,0 км, масоҳаташ 12,6 км мураббаъ, ҳаҷми ях 1,2 км кубӣ аст. Забонаи пирях дар баландии 3050 м аз сатҳи баҳр ҷойгир аст. 1,1 км мураббаи он бо морена пӯшонида шудааст (расми 2).

Аз соли 1969 дар рафти чанд сол дар пирях аз ҷониби мутахассисони Саридораи тоҷикгидромет мушоҳидаҳои глятсиологии дараҷаи дуюм гузаронида мешуданд.

Расми 2. Пиряхи Скогач

Пасгардии умумии пиряхи Скогач аз соли 1969 то 1976 76 м ва ба ҳисоби миёна то 11 м дар як солро ташкил медод. Аз

соли 1975 то 1991 он боз ба 67 метр бо суръати миёнаи 4,2 м дар як сол қафо гашт. Дар соли 1991 вай якбора то 10 метр қафогардӣ кард. Дар давраи солҳои 1969 то 1989 пирях 98,8 млн. метри кубӣ яхро талаф дод, ки ин 8,2% аз вазни умумӣ ва ба ҳисоби миёна дар як сол то 0,5% вазнро ташкил медиҳад.

**Пиряхи Мазорӣ.** Пиряхи Мазорӣ дар сарчашмаи дарёи Обимазор –сарчашмаи калони чапи Обхингоб, қарор дорад. Вай бо нишебии шимолии қаторкӯҳи Дарвоз ҷамъ мешавад. Пирях водигӣаст, дарозии он 16,8 км, масоҳаташ 18,5 км мураббаъ аст, ки аз онҳо 4,0 км$^2$бо морена пӯшида шудааст. Баландии забонаи он 3200 метр аз сатҳи баҳр мебошад. Мушоҳидаи он соли 1958 сар шудааст.

Аз соли 1958 то соли 1978 пирях то 210 метр ақиб рафт ва дар як сол то 10 метр, 0,11 км мураббаъро аз ях озод кард. Аз соли 1975 то соли 1990 вай боз то 261 м бо суръати 16,3 м дар як сол қафо гашт. Аз соли 1987 то 1990 он боз ба 40 м, бо суръати 13 м дар як сол қафо гашта, 0,019 км мураббаъро аз ях озод кард.

**Пиряхҳои Помири Шарқӣ. Пиряхи Октябри Хурд.** Пиряхи мазкур дар нишебии шимолии қаторкӯҳи Пасиолой, дар ҳавзаи кӯли Қарокӯл мавқеъ дорад. Пирях водигӣаст, дарозии он 8 км, масоҳат 11,8–км$^2$, забонаи он дар баландии 4570 м аз сатҳи баҳр қарор дорад. Забонаи пиряхӣ бо морена пӯшонида шудааст, ки сарҳади онро саҳеҳтар муайян мекунад.

Пиряхи Октябри Хурд оҳиста-оҳиста қафо мегардад. Аз соли 1960 то соли 1975 вай то 150 метр қафо рафта,суръати миёнаи қафогардиаш 10м дар як солро ташкил дод.

**Пиряхи Акбайтал**. Пирях дар нишебии шимолии қатори Музкӯл, дар ҳавзаи кӯли Қарокӯл ҷой дорад. Пирях водигӣ аст ва дарозии он 4,6 км, паҳноии миёна 1,2 км ва масоҳаташ

5,58 км мураббаъ аст. Забона дар баландии 4750 метр аз сатҳи баҳр хобидааст. Интиҳои он бо моренаи пурқувват пӯшонида шудааст ва аз ин хотир ҳадди онро муайян кардан мушкил аст.

Наворҳои пирях аз соли 1960 гузаронида мешаванд. Дар айни замон вай то 2-5 метр дар як сол қафо меравад.

**Пиряхи Бақчигир**. Пирях дар ҳавзаи дарёи Ғунд, дар нишебии шимоли қаторкӯҳи ҷанубӣ–Аличур ҷойгир мебошад. Пирях водигӣ буда, дарозиаш 5,9 км, паҳноии миёна 1,7 км, масоҳаташ 11,6 километри мураббаъ аст вазабонаи пирях дар баландии 4430 метр аз сатҳи баҳр қарор дорад. Мушоҳидаи пирях аз соли 1960 оғоз шудааст.

Пирях дар ҳолати харобшавӣ қарор дорад. Дар давраи мушоҳидаҳо сатҳи болоии он то 5 метр паст шудааст. Аз соли 1960 то 1990 вай то 530 метр бо суръати миёнаи 17,7 м дар як сол қафо рафта, масоҳаташ то 3,5% кам шуд.

Бояд гуфт, ки камшавии ҳаҷми пиряхҳои калон назар ба камшавии масоҳаташон нисбатан шиддатноктар сурат мегирад. Баъзеи онҳо то 20-30% ҳаҷми худро ҳангоми масоҳати бетағйир талаф медиҳанд. Сабаб дар он аст, ки камшавии баландии байни саргаҳ ва интиҳо аз пиряхҳои майда ҳамагӣ даҳҳо метрро ташкил медиҳад, дар ҳоле ки пиряхи Федченко бо километр чен карда мешавад. Аз ин хотир раванди обшавӣ ҳамаи пиряхҳоро фаро мегирад ва пастшавии сатҳи онҳо дар тамоми масоҳаташон сурат мегирад.

# Боби VIII. ПЕШГӮЙИҲОИ РАВАНДИ ХАРОБШАВИИ ПИРЯХҲО.

Болотар аз дидбонгоҳи обченкунии Худгиф масоҳати яхбандии Зарафшон 25% аз масоҳати ҳавзаро ташкил медиҳад. Дар тӯли солҳои 1982–1992 харҷи нимсолаи оби Зарафшон дар ин дидбонгоҳаз 36,8 то 29,8 $м^3$/сония кам шудааст. Бо вуҷуди ин дар реҷаи боришот тағйиротҳое мушоҳида нашуданд, ба ивази ин ҳарорати миёнаи боду ҳаво дар давраи аблятсия то $0,9^0$С (аз $13,2^0$С то $14,1^0$С) баланд шуд. Мутахассисони Институти илмӣ-тадқиқотии осиёи миёнагии гидрометеорологӣ (ИИТОМГ) бар онанд, ки исботи ин далел таъсири камшавии масоҳати яхбандӣ дар саргаҳ мебошад, аммо дар хулосаҳо шитоб кардан ҷоиз нест.

Дар мадди аввал равандҳои харобшавии пиряхҳо ба сатҳи оби дарёҳо бо ҳадди баланди саргаҳи пиряхӣ таъсиргузор мешаванд, вале ҳангоми гармшавии минбаъдаи иқлим барои дигар дарёҳои Тоҷикистон оқибатҳои манфӣ ҳам дар назар аст.

Аксари дарёҳои ҷумҳурӣ сарчашмаҳои пиряхӣ-барфӣ ё барфӣ-пиряхӣ доранд, аз ин лиҳоз камшавии ҳадди саргаҳи пиряхӣ ҳам сифатӣ ва ҳам миқдоран реҷаи гидрологии онҳоро тағйир медиҳад ва ин дигаргунӣ ба дарёҳо таъсири манфӣ хоҳад расонд.

Ҳамаи чор варианти тағйирёбии иқлим болоравии ҳарорати миёнаи боду ҳаворо то 2,0-$2,5^0$С дар ним аср пешбинӣ мекунанд. Бо миқдори боришот кор дигар хел сурат мегирад. Бархе бар онанд, ки он зиёд мешавад, дигарҳо пешгӯйӣ мекунанд, ки он кам мешавад. Академик Котляков В.М. иброз медорад, ки зиёдшавии боришот ҷанубтар аз $30^0$

ва шимолтар аз 50$^0$ арз ба амал хоҳад омад ва дар Осиёи Марказӣ (қариб 40$^о$арзи шимолӣ) мумкин аст он кам шавад. Ғайр аз ин, афзудани миқдори боришоти бо баъзе моделҳо пешгӯйишаванда он қадар зиёд нест ва харобшавии пиряххоро бо ягон усул дар шароити болоравии ҳарорати ҳаво ҷуброн нахоҳад кард.

Ҳангоми пешгӯйии пастшавии пиряхҳо бузургии харобшавии бавуҷудомадаи онҳо дар давраи муайян ба инобат гирифта шудааст. Бо кадом суръат қафоравии пиряхҳо ба амал меояд ва пастшавии сатҳи болоии онҳо дар айни замон рух медиҳад ё не мавриди таваҷҷуҳ қарор дода шудааст.

Муайян намудани ҳаҷми ях хеле мушкил аст, зеро ғафсии миёнаи пиряхҳои Тоҷикистон ноаён мебошад.

То соли 2000-ум ҳаҷми пиряхҳои ҷумҳурӣ ба 470 км$^3$ баробар дониста мешуд, вале бо ҳисобҳои солҳои охири глятсиологҳои Институти географияи АИР он ба 567 км$^3$ баробар аст. Ҳамчунин, пешгӯйиҳои харобшавии пиряхҳои Осиёи Марказӣ дар ним асри наздик, ки аз ҷониби олимони гуногун тартиб дода шудаанд, низ мухталифанд. Аз ин хотир, зарурат ба миён омад, ки ҳадди миёнаи онҳоро ба инобат гирем.

Барои он ки афзоиши харобшавии яхбандиро муайян созем, аз тарафи мо ҳисоботи зерин анҷом дода шуд, ки ба ҳар як дараҷа ҳарорати мусбии нимрӯзӣ дар пирях 7 мм ях об мешавад. Агар ҳарорат дар ним аср ба ҳисоби миёна аз ҳозира то 1,5$^0$С баланд шавад ва давомнокии раванди аблятсия 100 рӯзро ташкил диҳад, пас;

$$7*1,5*100=1050мм-1м$$

Пас, пиряхҳо дар минтақаи аблятсия иловатан ҳамасола 1 метр яхро талаф хоҳанд дод. Агар минтақаи аблятсияро то ним масоҳати ҳамаи пиряхҳо гирем, пас дар як сол онҳо 200 км$^3$-ро талаф хоҳанд дод, яъне 36% вазнашонро. Ин, пеш аз ҳама, ба пиряхҳои начандон калон мутааллиқ аст, ки аз рӯйи масоҳат 15%-и тамоми яхбандиро фаро мегиранд ва аз рӯйи миқдор қариб 80%-ро ташкил медиҳанд. Ғафсии онҳо одатан аз 50-60 метр зиёдтар нест. Агар ин ғафсӣ то 15 метр паст фуроянд, пас пирях шадидан ба обшавӣ, чи аз боло ва чи аз поён, шурӯъ карда, баъд аз чанд сол пурра аз байн меравад.

Вобаста ба гармшавии ҳаво дар солҳои минбаъда обшавии барф дар кӯҳҳо на аз 1-уми март, балки аз 15-20-уми феврал шурӯъ хоҳад шуд. Дар натиҷа пӯшиши барф барвақттар об мешавад ва мутаносибан давраи аблятсия дар пиряхҳо пештар оғоз мешавад. Афзоиши давомнокии аблятсия дар пиряхҳо омили иловагӣ мебошад, ки харобшавӣ ябандиҳоро мустаҳкам мекунад.

## 8.1. Ҳавзаи дарёи Зарафшон

Агар камтар аз ним аср ҳавзаи мазкур сеяки масоҳати яхбандии худро ва ними ҳаҷми яхро талаф дода бошад, пас мантиқан тахмин кардан мумкин аст, ки то соли 2050 яхбандии он пурра барҳам хоҳад рафт. Вале ин ҳодиса ба вуқӯъ нахоҳад омад, зеро дар баробари кӯтоҳшавӣ пиряхҳо баландтар шуда истодаанд, дар манотиқи нисбатан сардтар (ба ҳар як километр болоравӣ сардтар то 6-7$^0$С) раванди обшавӣ камтар мегардад.

Ҷадвали 3 - Пешгӯйиҳои пешакии тағйироти имконпазири яхбандии пиряхҳои алоҳидаи ҷумҳурӣ дар давраи то соли 2050

*(маълумотҳои Агентии обуҳавошиносии Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон)*

| №, Р/т | Номгуйи пиряхҳо | Камшавии дарозӣ, км | Камшавии дарозӣ, км$^2$ | Камшавии ҳаҷм, % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Зарафшон | 4-5 | 25-30 | 30-35 |
| 2 | Рама | 1,5-2,0 | 3,0-3,5 | 25-30 |
| 3 | Тро | 0,5-1,0 | 1,0-1,2 | 30-35 |
| 4 | Дихаданг | 1,2-1,5 | 1,0-1,5 | Зиёда аз 50 |
| 5 | ПГГ | то соли 2030 пурра об мешавад | | |
| 6 | Якарча | то соли 2030 пурра об мешавад | | |
| 7 | 503, 507, 517 | то соли 2030 пурра об мешавад | | |
| 8 | Федченко | 8 | 15-20 | 3-5 |
| 9 | Гармо | 7-8 | 30-40 | 25-35 |
| 10 | Скогач | 0,5-1.0 | 1 | 30-35 |
| 11 | Мазорӣ | 1,5-2,0 | 2-3 | 30-35 |
| 12 | Бакчигир | 1,5-2,0 | 2-3 | 35-40 |
| 13 | Октябри хурд | 1,0-1,5 | 2-3 | 25-30 |
| 14 | Акбайтал | 0,5-1.0 | 1,0-1.5 | 30-40 |

Аз ин рӯ, хулоса кардан мумкин аст, ки то ним аср садҳо пиряхҳо, ки масоҳаташон аз 1 км$^2$ камтар ва ғафсии ях камтар аз 60 метр мебошад об мешаванд ва аз байн хоҳанд рафт (аз ҷумла пиряхи ПГГ ва Дихаданг). Пиряхҳои нисбатан калонтар аз 20 то 30%-и вазни худро талаф медиҳанд ва ба боло то 200-300 метр қафо хоҳанд гашт. Масоҳати яхбандии ҳавза пас аз панҷоҳсол то 20-25% ва ҳаҷми ях то 30-35% кам

мешавад. Дар натиҷа саргаҳи пирях то ду маротиба камтар мешавад. Дарёи Зарафшон ва шохобҳои он аз дарёҳои бо сарчашмаи пиряхӣ-барфӣ ба дарёҳои бо сарчашмаи барфӣ-пиряхӣтабдил меёбанд (саргаҳи яхӣдар моҳи июл-сентябр зиёда аз 38%).

## 8.2. Нишебии ҷанубии қаторкӯҳи Ҳисор

Пиряхи Якарча ва дигар пиряххои ҳавзаи Варзоб, ҳамчунин, Хонақо, Қаратоғва Кофарниҳон аз миён мераванд, зеро масоҳат ва ғафсии онҳо ночиз аст. Дар натиҷа обшавии пиряхии тобистонаи ин дарёҳо кам мешавад ва ба ҷойи сарчашмаи ғизодиҳии пиряхӣ-барфӣ манбаи барфӣ-боронӣ меояд. Обёрӣ аз дарёҳо баҳорон сурат мегирад ва тобистон обдиҳӣ камтар мешавад (расми 3).

Дар давраи моҳҳои июл-сентябр дарёҳо танҳо аз чашмаҳо ва борони каму беш ғизо хоҳанд гирифт. Барои таъмини дарёи Душанбе об басандагӣ хоҳад кард, вале барои пур кардани канали калони Ҳисор, дигар каналҳо вабарои кори каскади НОБ-и Варзоб об тақрибан кифоят намекунад.

**Ҳавзаи дарёи Сурхоб.** Пиряхҳои нисбатан калони нишебии қаторкӯҳи Пётри Якум то соли 2030 об мешаванд, зеро харобшавии онҳо шадидан сурат гирифта аст вағафсии яхашон низ кам аст. Садҳо пиряхҳои майда бо масоҳати камтар аз 1 км$^2$ дар соҳили рости дарёи Сурхоб, дар нишебии қаторкӯҳи Олой ҳам аз байн хоҳанд рафт. Пиряхҳои наздикуҳӣ дар болооби Камароб ҳам пурра об мешаванд.

Расми 3. Пиряхҳои қаторкӯҳи Ҳисор

Масоҳати яхбандии соҳили рост то 15-20%, ҳаҷми ях то 25-30% кам мешавад, аммо қисми бештари яхбандӣ нигоҳдошта мешавад, зеро дар ин ҷо пиряхҳои калон бисёранд, ки дар баландиҳои калон ва дар нишебиҳои ноаёни экспозитсияи шимолӣ ҷойгиранд. Яхбандӣ дар ҳавзаи Сангикар аз байн меравад, он дар ҳавзаҳои Сарбо ва Ярхча кам шуда, дар ҳавзаи дарёи Қоқсу беҳтар нигоҳдошта мешавад.

**Ҳавзаи дарёи Муксу.** Пиряхи Федченко на зиёда аз 3-5%-и вазни худро талаф хоҳад дод, зеро захираи зиёди сарморо дорад. Узели яхбандии вай ҳоло то ба чандин асрҳо мерасад. Масоҳати пиряхҳои ҳавзаи Муксу: Фортамбек, Сугран, Мушкетов, Шоғозӣ ва ғайра то чанд километр ихтисор мешавад ва ин 15-20%-ро ташкил хоҳад дод. Вобаста ба ҳамин

обшавии шиддатноки саргаҳи пиряхӣдар дарёи Муксу то дараҷае зиёд хоҳад шуд.

Агарчи садҳо пиряхҳои хурд дар соҳили рост, дар нишебиҳои ҷанубии қаторкӯҳи Олой нест шаванд ҳам, сарчашмаи ғизодиҳии асосиро он аз пиряхҳои нишебии қаторкӯҳи Пасиолой мегирад ва онҳо дар тӯли ним аср чандон кам намешаванд. Масоҳати онҳо кам шуда ва обшавӣ шадидтар мегардад.

**Ҳавзаи дарёи Обхингоб**. Вахш бо ҳамроҳшавии дарёҳои Сурхоб ва Обхингоб ба вуҷуд меояд. Харобшавии яхбандӣ дар ҳавзаи Обхингоб бештар аст.

Аз ҳама сахттар пиряхи асосӣ – Гармо, хароб хоҳад шуд, зеро барои экспозитсияи ҷанубу ғарбиаш бо таъсири афканишоти нурҳои офтобӣ зарар дидааст. Баъд аз панҷоҳ сол ҳавза метавонад то 25% масоҳати яхбандиро ва то 35% ҳаҷми яхро талаф диҳад. Вобаста ба ҳамин то 15-20%-и обшавии дарёи Обхингоб, махсусан дар вақти тобистон кам хоҳад шуд. Пиряхҳои майдаи ҳавза бо андозаи камтар аз 1 км$^2$ пурра то соли 2030 аз миён мераванд.

**Помири Ғарбӣ**. Обшавии пиряхӣ ба реҷаи дарёҳои Ванҷ ва Язғулом ба таври амиқ таъсир мерасонад, зеро обшавии чапи ташкилдиҳандаи дарёи Бартанг–дарёи Мурғоб, бо кӯли Сарез танзим карда мешавад ва обшавии дарёи Ғунд бошад, қисман бо кӯли Яшилкӯл мерезад.

Помири Ғарбӣдар тӯли ним аср ҳамаи пиряхҳои худро бо масоҳати то 1 км$^2$ талаф медиҳад ва масоҳати яхбандии он то 15-20% ва ҳаҷми пиряхҳо то 20-25% кам мешавад. Дар болообҳо, саргаҳҳои ҳамаи дарёҳои Помири Ғарбӣпиряхҳои азиме ҷойгиранд, ки бо калонтарин узели яхбандӣ дар Тоҷикистон пайвастанд, аз ин рӯ яхбандии Помири Ғарбӣ

назар ба дигар ноҳияҳои кишвар мутаносибтар ва муътадил мебошад.

Муайян кардан мумкин аст, ки пиряхи Хирсон аз рӯйи дарозиаш ихтисор мешавад ва ба каму зиёдшавии он дигар ташкилёбии обҳои камарӣ хатар эҷод намекунанд. Ба ин далел ҳаракати нопурра ва кӯтоҳи он дар соли 2001 ба қайд гирифта шуд.

Пиряхҳои калон, ба монанди РГО, Абдуқаҳҳор, Мазорӣ, Рақзой, Грумм-Грижимайло то садҳо метр ихтисор хоҳанд шуд. Ҳаҷми онҳо то чанд фоиз кам мешавад, аммо ин ба обшавии пиряхӣ таъсир намерасонад.

Пиряхи Бақчигир дар ҳавзаи дарёи Ғунд то сеяки масоҳат ва сеяки ҳаҷми худро аз даст медиҳад. Интиҳои ҳамаи пиряхҳо баъд аз ним аср то 100-200 метр баландтар хоҳанд шуд.

**Помири Шарқӣ.** Дар Помири Шарқӣ пиряхҳо нисбатан дар баландии бештар қарор доранд, иқлим сарди континенталӣ буда, тобистон кӯтоҳ аст. Аз ин хотир харобшавии яхбандӣ дар ин ҷо он қадар вусъат намеёбад.

Баъд аз ним аср пиряҳои Октябрскийи Хурд ва Оқбайтал то 1-1,5 км кӯтоҳтар мешаванд. Аз ҳисоби ин ва обшавии сатҳи болоӣ ҳаҷми ях дар онҳо то 25-30% камтар мешавад. Ҳардуи онҳо ба ҳавзаи кӯли Қарокӯл шомиланд. Айни замон сароби об дар кӯл ба бухоршавии сатҳи болоии он баробар аст. Агар ин тавозун ба пастшавӣ оғоз кунад, пас сатҳи кӯл паст шуда, масоҳаташ ихтисор мешавад.

То соли 2050 дар Тоҷикистон якчанд ҳазор пиряхи хурд аз байн меравад. Харобшавии яхбандиҳо аз ҳама сахттар дар обдавҳои дарёҳои Зарафшон, Кофарниҳон бо шохобҳои Обхингоб таъсир мерасонад.

Масоҳати яхбандии кишвар то 20% кам мешавад, ҳаҷми ях то 25% ихтисор мешавад, вале пиряхҳои нисбатан калон ва пиряхҳои аз ҳама асосӣ боқӣ мемонад, бо вуҷуди он ки забонаи онҳо болотар ҷойгир мешаванд. Обдави пиряхии Панҷ қариб бетағйир мемонад, обдави Вахш то як қадар аз ҳисоби камшавии обдави Обхингоб паст мешавад.

## 8.3. Пешомадҳои танзими пиряхҳо, пешомадҳои континенталӣ

Гармшавии иқлим ва харобшавии яхбандӣ равандҳои ҷаҳонӣ мебошанд, ки тамоми сайёра ва тамоми қитъаҳои Заминро фаро гирифтаанд. Масоҳати яхбандӣ оҳиста-оҳиста ҳам дар Антарктида, ҳам дар Гренландия ва ҳам дар навоҳи кӯҳии олам, аз ҷумла дар Осиёи Марказӣ, кам мешавад. Баъд аз ним аср яхбандӣ дар Ӯзбекистон аз байн меравад, баъд аз якуним аср мувофиқи ҳисобу китоби мутахассисони глятсиологи Қирғизистон ҳамаи пиряхҳои хурду миёнаи Тиёншон об мешаванд. Дар мубориза бо ин ҳодисаи табиат айни ҳол одамият қудрат надорад. Вақте ки болоравии ҳарорати ҳаво ва камшавии яхбандӣ ба вуҷуд меояд. Ба ҷойи мубориза бо ин ҳодиса, баръакс, одаткунӣ ба ин тағйиротҳо самараноктар хоҳад буд, Мутахассисон доир ба яхбандӣ тахмин мекунанд, ки доир ба идоракунии реҷаи яхбандиҳои пиряхҳои куҳӣ чанд чорабиниҳо гузаронидан лозим аст. Ҳангоми дида баромадани мушкилот маълум мешавад, ки қариб ҳамаи ин чорабиниҳо барои шароити Тоҷикистон татбиқнашаванда мебошанд:

1. Афзудани сунъии боришот ҳоло дар ҳолати коркардқарор дорад. Дар айёми тобистон ҳангоми баландшавии ҳарорати боду ҳаво ва намнокии ками

ҳаво бо роҳи сунъӣ ташкил намудани боришот дар Осиёи Марказӣ аслан ғайриимкон аст.

2. Партофти сунъии тармаҳо дар замони мо танҳо дар баъзе минтақаҳои роҳҳои автомобилгард ва конҳо татбиққарда мешавад, татбиқи он дар ҳамаи ноҳияҳои кӯҳии Тоҷикистон аз имкон дур аст. Ҳангоми камшавии миқдори боришот миқдори тармаҳо ҳам кам мешавад.
3. Лозим меояд, ки ҳазорҳо километри мураббаъ яхро пӯшонем. Вале аз куҷо пайдо намуданиин миқдор меравад гармӣ изолятсия имкон дорад, онро чӣгуна ба пиряххо бурда расонидан ва чӣгуна шиддати обшавиро танзим кардан мумкин аст? Ба ин саволҳо то ҳол посух вуҷуд надорад.
4. Дар зимистон яхкунонии иловагии кӯлҳои сунъии таги пиряххо низ мавриди омӯзиш қарор дорад. Дар кӯҳҳои Тоҷикистон чунин сардиҳои давомдор ва сахт намешавад, чунон чӣ дар Сибир (ба ҷуз баъзе ноҳияҳои Помири Шарқӣ), ки метавон дар ин манотиқто ҳаҷми 1 млн.$м^3$ обҳои ғуншударо ба ях табдил дод. Офтоби осиёи миёнагӣ он қадар гарм аст, ки ҳамаи яххо то моҳи март об мешаванд.
5. Ҳифзи пиряххо аз обшавии шадид дар гармо бо роҳи аз болои онҳо ташкил додани дуди ғафси сафед ё тумани зич аз ҷиҳати техникӣ ниҳоят мушкил аст, барои пиряххои калон бошад, амалан ғайриимкон мебошад. Бо вуҷуди ин ҳоло ба инобат гирифта нашудааст, ки ин чораҳо то чӣ андоза ба муҳити атроф – набототу ҳайвонот таъсир мерасонанд, агар дар болои сабзазорҳои алпӣ ва субалпӣ то чанд моҳдуд ва туман овезон бошад.

## 8.4 Пешомадҳои минтақавӣ ва умумӣ

Ҳамин тариқ, қариб ҳама чораҳои дар боло доир ба танзими обшавии ях номбаршуда барои шароити Тоҷикистон номусоиданд, ба ҷуз аз як чиз: аккумулятсияи обдави тирамоҳӣ дар ғунҷоиши буферӣ, яъне сохтани обанборҳои сунъӣ дар кӯҳҳо. Онҳо бояд оби камариро дар байни фаслҳо ғундоранд, агар онҳо барои майдонҳои кишт зарур бошанд.

Мувофиқи мақсад мебуд, агар сатҳи обанборҳои кӯҳӣ калон набуда, чуқуриашон ҳар чӣ қадар зиёдтар бошад. Ин ҳолат талафотро аз ҳисоби бухоршавӣ кам мекунад. Ҳамзамон, обанборҳо бояд бехатар бошанд, масалан, ҳангоми тармафаройӣ ва дигар офатҳои табиӣ хисорот бояд минималӣ бошад. Обанборҳои бе НБО-и танҳо барои обёрӣ таъиншуда аллакай дар ҷумҳурии Тоҷикистон вуҷуд доранд: обанбори Селбур, Мӯъминобод, вале онҳо дар водиҳо мавқеъ доранд.

Усули дуюми мубориза бо камобӣ, ки аз сабаби харобшавии пиряхҳо ба миён омадааст, сохтмони истгоҳҳои обкашӣ мебошад, ки аз дарёҳои калон ба нишебиҳо ва террасаҳо об медиҳанд.

Усули сеюм омӯзиши комили тӯдаҳои барфӣ ва истифодаи васеътари обҳои тагизаминӣ мебошад. Нигоҳдорандагони табиии чунин обҳои навъҳои аллювиалӣ, такшинҳои флюво-глятсиалӣ, хокрезаҳои азими куҳаншуда, массивҳои гачӣ ва ғайра мебошанд. Дар ин ҷо захираҳои истифоданашуда ҳастанд.

Албатта, яке аз усулҳои асосӣ обёрии самараноку сарфакорона аст.

# БОБӢ XI. МОДЕЛСОЗИИ СТАТИКА ВА ДИНАМИКАИ ПИРЯХҲО

Мувофиқ бо муайянкунии стандарти пирях – ҷисми барфӣ, яхӣ, дар минтақаҳои хунуки Замин яке аз сарчашмаҳои асосии оби тоза ба шумор меравад [9-25]. Барои мониторинги захираҳои обӣ ва истифодабарии онҳо дар хоҷагии халқ ва энергетика омӯзиши пиряхҳо аҳамияти муҳими амалӣ дорад. Нахуст маълумотҳои илмӣ оид пиряхҳои минтақаи Осиёи Марказӣ дар нимаи аввали асри XIX ба даст оварда шудааст: экпедитсияи Советӣ-Олмонӣ дар Помир соли 1928, рӯйхати пиряхҳои Тоҷикистонро Корженевский Н. дар соли 1930 аз чоп баровардааст. Баҳодиҳии дақиқи майдони пиряхи Федченко, бузургтарин дар Евроосиё, ба 8041 км$^2$ аз ҷониби Забиров Р. дар соли 1955, ба руйхатгирии пиряхҳои собиқ Шуравӣ –солҳои 1957-1966 пешниҳод гардидааст [37-48].

Аз соли 1970 то имрӯз технологияи маҳворагӣ истифода мешавад, ки барои омӯзиш ва мониторинги пиряхҳо истифода мешавад. Чӣ тавре, ки аз мушоҳидаҳои таҷрибавӣ нишон медиҳанд пиряхҳо дар дараҷаи баланд гирифтори равандҳои минтақавии иқлимӣ ва боду ҳаво гардидаанд. Дар ин даҳсолаҳои охир дар натиҷаи гармшавии иқлим майдони пиряхҳо дар Тоҷикистон то 30% хурд гаштааст, 132 пирях ва майдони камтар аз 2 км$^2$-ро аз байн бурдааст [37].

Ба нақшагирии инкишофи иқтисодии ҷумҳури дар дараҷаи баланд аз ҳолат ва динамикаи захираҳои обӣ ва дар маҷмӯъ алалхусус аз пиряхҳо вобастагӣ дорад. Барои ҳамин бурдани мониторинги бетанаффуси ҳолат ва динамикаи пиряхҳо хело муҳим мебошад. Дар кори мазкур масъалаҳои

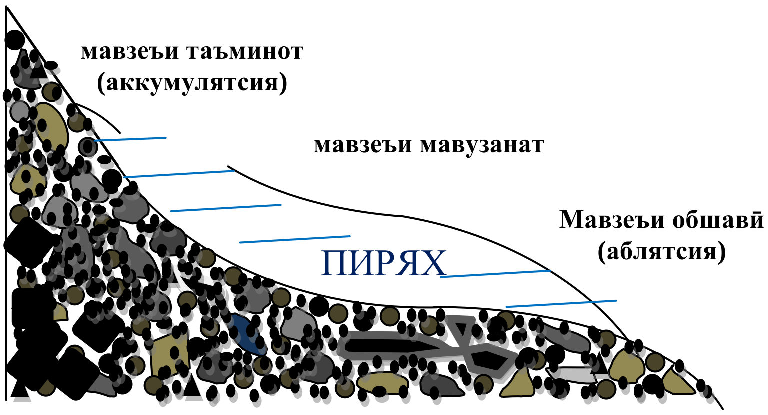
сохтани моделҳо ва баҳодиҳии ҳолати миқдории пиряхҳо муҳокима мешавад. Аз рӯйи нуқтаи назари физика пиряхҳоро аз рӯйи оромӣ ва ҳаракаташон ба се гурӯҳи калон тақсим намудан менамоянд [55].

Ба гурӯҳи якум пиряхҳои аз ҳисоби афзоиши массаи барф ва ях ё обшавии пирях – афзоиши пирях ё баръакс хурд гаштани масоҳати пирях ба амал меояд. Барои ҳамин маводи пирях ба таъсири қувваи гравитатсия нигоҳнакарда ба самти поёнии нишебӣ ҳаракат намекунад. Одатан ин пиряхҳо андозаи на он қадар калон доранд ва дар ҷойи чуқуршудаи қишри замин ҷойгир мебошанд [14].

Ба намуди дуюм прияхҳое дохил мешаванд, ки маводи онҳо таҳти қувваи гравитатсия мудом ба самти поёнии нишебӣ ҳаракат мекунад. Дар минтақаи ғизогири барф ва ях ҷамъ мешавад ва дар минтақаи аблятсия обшавии онҳо ба амал меояд бо ҳамин тарз мувозинати тахминии массаи пирях нигоҳ дошта мешавад. Ба ин намуди пиряхҳо пиряхҳои калон ба монанди яке аз пиряхҳои калони Осиёи Марказӣ– пиряхи Федченко дохил мешавад [48,15]. Пиряхи Федченко ба пиряхҳои куҳӣ-водиӣ таълуқ дорад. Ба гурӯҳи сеюм пиряхҳои дилзананда дохил мешавад. Дар чунин пиряхҳо ҳама вақт ҷараёни пирях мудом бо зуд ивазшавии суръати он ба як ё ду маротиба ба назар мерасад. Дар ҳудуди Тоҷикистон тахминан 20 чунин пиряхи калон мавҷуд аст: Хирсон, Гармо, Дидал, Кашола ва ғайра [15-21].

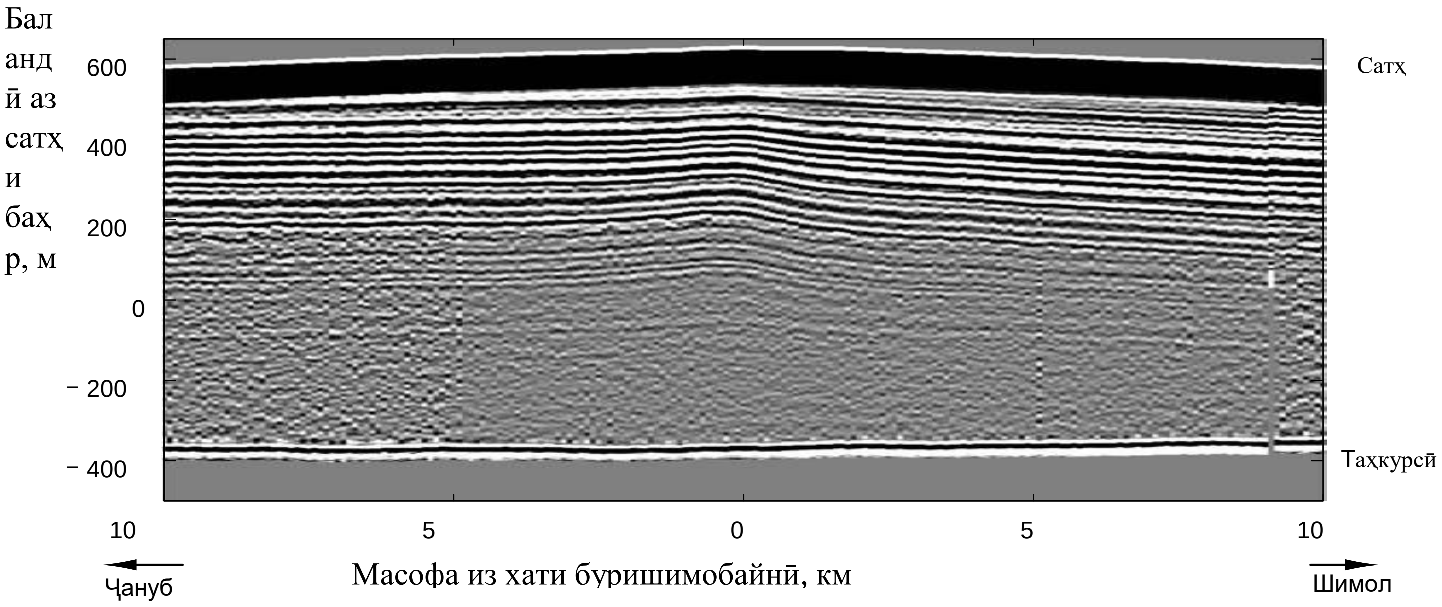
Дар асоси моделкунони оромӣ ва ҳаракати пиряхҳо тавсифи миқдори интерпритатсияи барои ин се гурӯҳ дода мешавад. Ҳаракати пиряхҳо таҳти қувваи гравитатсионӣ ба амал меояд ки амали таъсири он ба самти поён қад-қади нишебии кӯҳӣ, қувваи соиш ва часпидани танаи пиряхӣ бо ҷинсҳои дар зери

пирях хобида баръакси амали ҳаракат хобиш доранд. Ҳаракати пиряхҳо асосан ба калонхои аз онҳо алоқаманд аст, чунки барои ба ин гуна пиряхҳо таъсири қувваи гравитатсия бузург мебошад. Дар минтақаҳои баланд ва болоии пиряхҳо, дар ҷойҳои таъминотӣ, барф ва ях ҷамъ мешаванд, ки ин ҷамъшавӣ номи аккумулятсия дорад. Аз таъсири вазн барф фишурда мешавад ва ин барфи зер шуда номи фирн дорад. Агар фишори вазн боз баландтар шавад, онгоҳ барф ба ях табдил меёбад ва ҷисми пирях пайдо мешавад. Дар минтақаҳои пастӣ ва поёнии пирях, дар чойҳои аблятсия, ҳаво гармтар мебошад ва дар инҷо обшавии ях мегузарад. Аблятсия ҳам бо роҳҳои кафидан ва ҷудо шудани қисми ҷисми пирях, ё бухоршавӣ, бевосита аз ях ба буғ, сублиматсия, гузашта метавонад. Бақомонии массаи пирях мазмуни принсипи мувозинати масса дорад (расми 1). Лекин ба бақо монии массаи пиряхҳо обу хаво ва иклим таъсир мерасонанд. Дар зимистон массаи пирях зиёд мешавад азбаски дар ин фасли сол барф асосан меборад, дар тобистон бошад бар акс масса камтар мешавад аз сабаби обшавӣ. Дар баҳор ва тирамоҳ массаи пирях ба миқдори солонаи миёна наздик мешавад.




Расми 1. Схемаи буриш аз пирях.

Қабатҳои поёнӣ ҷой дошта фишори қабатҳои болоро ба худ кабул мекунанд. Дар расми 2 буриши пирях дар мисоли сохти қабати яке аз пиряхҳои Антарктикаи Ҷанубӣ оварда шудааст [74].




Расми 2. Суратӣ буриши яке аз пиряхҳои Антарктикаи Ҷанубӣ бо тасвири радари акси садо [74].

Агар ин фишор бисёр калон шавад онгоҳ ҷинси яхӣ аз ҳолати сахти чандир ба ҳолати часпакӣ-қаишӣ табдил мегардонад. Бузургии критикӣ баробари кариби 1 МПа мебошад. Фишори қабатҳо, ки ғавсии $\Delta H$ дорад, ба қабатҳои поёнӣ баробари вазни ин қабати боло $P$ ба масохати такягоҳ $S$ мебошад, $p = P/S$, яне, баъд аз ихтисори $S$ мебарояд, ки:

$$p = \rho g \Delta H, \qquad (1)$$

ки дар инҷо $\rho$ – зичии моддаи ях, $g$ – шитоби қувваи вазнинӣ [25].

Агар мафҳуми параметрҳои физикиро дар баробарии (1) гузорем, ғафсии критикии барои гузариш ба ҳолати часпакӣ-қаиширо меёбем ва он ба $\Delta H \cong 100$ м тахминан баробар аст. Ғафсии критикии бой додани мустаҳками ҳангоми фушрурдашавии ҷисми яхӣ наздик ба 600 м мебошад. Дар

минтақаи сарҳади пирях бо сатҳи чинсхои кухии ҷойгиршуда дар он аз ҳама қисми ҷинсҳои қабати ғафсдошта ҳатман ҳолати вайроншавӣ наздик ба он ҷойгир мебошанд.

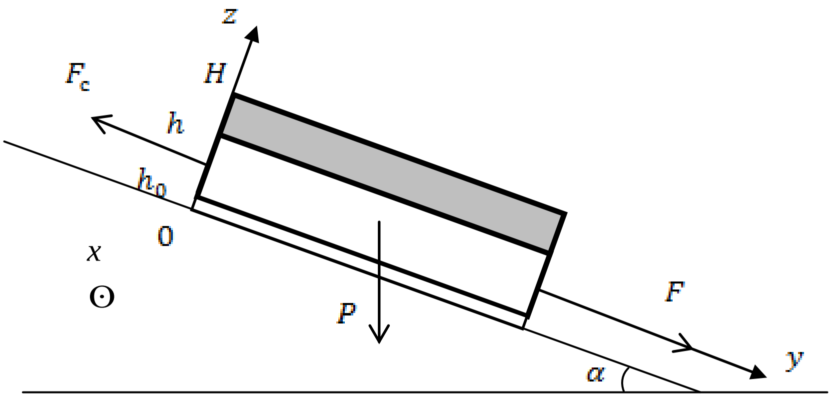
Модели соддаи барои пешниҳоди мувозинат, ҳолати ором ва ҳолати ҳаракаткунандаи пирях тавассути ҳамлаи нишебдошта хизмат кардан метавонад. Бо ҳамин тариқ модели пиряхро метавонем бо ёрии се қабат: болоӣ сахти чандирнашуда дарнамуди плитаҳои яхӣ, миёна–қаиши-ёзанда, поёнӣ бо сохтори вайроншуда тассавур намоем (расми 3). Ҳаракати пиряхро тасвир менамоем дар росткунҷа рости системаи декарти координат. Кунҷи моилиро бо $\alpha$ ишорат менамоем. Ҳаракати пиряхро $0xyz$ аз аввал дар канори пирях дар сарҳади ҷинсҳои хобида тири$x$ кундаланг ба ҳамвории расм $y$, ба самти поении нишебӣ, $z$, беруна ба ҳамвории нишеби нормалӣ [21]. Ғафсии қабати қаишӣ-часпакӣ нормалӣ – $h$, ғафсии плита, ки дар расми 1 нишон дода шудааст дар намуди буриши тобиши сиёҳдоштаи параллелепипеди росткунҷа, агар $H - h$. Қувваи вазнини $P$ қувваи лағжиши $F$ -ро пайдо кунад дар самти муқобили он қувваи соиш ҷойгир мешавад $F_c$.

Мувозинати ҷисм дар ҳамлаи нишебӣ дошта хангоми баробар будани проексияи кувваи вазнинӣ ба самти ғеҷидани $y$, $F$, ва қувваи соиши оромӣ $F_c$ иҷро мешавад:

$$F = F_c. \quad (2)$$

Азбаски $F = P\sin\alpha$, $F_c = k_0 P\cos\alpha$, бо коэффитсиенти соиши оромӣ $k_0$, онгоҳ (2) нишон медиҳад, ки шарти мувозинат зерин мебошад:

$$k_0 = tg\alpha. \quad (3)$$




Расми 3. Схемаи чисми пирях ва куввахои таъсиркунанда

Баробарии (3) кисмати конуни классикии Кулон-Амонтон барои ин модели идеалии «соиши хушк» месозад. Чуноне ки (3) нишон медиҳад, мувозинат аз массаи ҷисм вобастагӣ надорад. Яне ҷисми вазнин ҳам проексияи вазнинии лағжишӣ калон дорад ва ҳам соиши калонтар ба ӯро медорад ва ин ду қувва муқобил буда доимо дар баробарӣ мебошанд.

Лекин мушоҳидаҳо оиди пиряхо нишон медиҳанд, ки ҳолати мувозинатӣ ва ҳаракати онҳо аз масса вобастагӣ дорад: чи ҳеле ки масса калон мебошад, ҳамон кадар ҳолати мувозинат заиф мебошад ва суръати лағжиш зиёд мешавад. Яке аз фарқияти пирях аз ҷинсҳои механики мустаҳкам дар ҳамвории моил дар он аст, ки барои пиряхҳо қонуни классикии Кулон-Амонтон барои «соиши хушк» дар ҳолати оромӣ ва ҳаракати он иҷо мегардад. Агар барои блоки пурра дар ҳамвории моил қувваи соиш аз вазни он вобаста набошад дар ин маврид ҳар қадаре, ки пирях андозаи калон дошта бошад қувваи нигоҳдорандаи камтар дорад. Дар ҳолати пиряхо чи ҳеле ки пирях калонтар ҳаст, ҳамон қадар суръати шоридан ва лағжидани он ба самти поёнии нишебии кухӣ баланд мешаванд (қонуни Глэн) [71-73]. Чунин хусусият дар

рафтори пирях нишон медиҳад, ки ҷисми пиряхии дар ҳамвории моил ҷойгир бударо танҳо қувваи соиши хук нигоҳмедорад ва наметавонад паҳлӯи мустаҳкам ба ҳисоб равад. Аз инҷо маълум мегардад, ки назарияи умумии мустаҳками ва ҳаракат дар ҳамвории моил бо қонуниятҳои ҳаракати пиряхҳо ва умуман бо пиряхҳои дилзананда бо тарзи махсус истифода бурдан лозим ҳаст ва аввалин часпакӣ-қаишии ҷинси ях дар назар доштам лозим ҳаст.

## 9.1. Пиряхҳои мудом ҳаракаткунанда

Ҷараёни ҳаракати пиряхро дар мисоли пиряхи Федченко яке аз пиряхҳои калони ҷаҳон, ки дар Помири дар Тоҷикистон ҷойгир мебошад дида мебароем. Масоҳати майдони пирях 600 $км^2$, ҳаҷмаш 130 $км^3$, ғафсии миёнааш қариб 500 м дар баъзе ҷойҳо то 1км, зичиаш 850-950 $кг/м^3$ градиенти нишебиаш дар 70 км 0,06 - 4,50, суръати ҳаракаташ 0,7 м-ро дар як шабонарӯз ташкил медиҳад. Барои муқоиса суръати максималии ҷараёни пиряхи калони Ҳимолой дар ҳудудҳои 0,03 м до 0,30 м ҷой гирфтааст [71, с.78]. Ҳар қадаре, ки пирях бузург бошад ҳамон қадар тез ҳаракат мекунад ва дар фасли тобистон суръати ҳаракаташ зиёдтар аст. Дар қисмати миёнаи пиряхи Федченко суръати зиёд наздик ба 0,90 м дар як шабонарӯз дар канораҳояш наздик ба 0,27 м дар як шабонарӯз мебошад. Ҳудуди сахти ях барои деформатсияи квазистатистики ба 4,5-5,0 МПа баҳогузори карда мешавад, ҳудуди равонии ях 55-65%-ро аз мустаҳками ба фишор ба 1,0-3,0 МПа баробар буда зариби коэффитисенти ёзандаги $10^{10-12}$ Па·с ташкил медиҳад [9,17-51]. Ҳаминро бояд дар назар дошт, ки ин андозаҳои физикӣ танаи пирях чунин баҳодиҳи мешаванд ва модели ҷараёни ҳаракати онро ба роҳ мемонем.

## 9.2. Тақсимоти ҳарорат дар буриши пиряхҳо

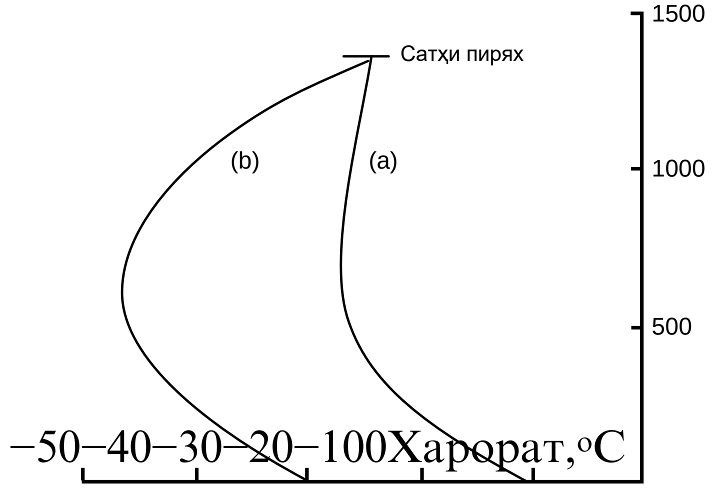
Харорат дар пирях аз таъсири ҳавои беруна, соиш дар моддаи ҷисми пирях ва дар қабати сархадӣ бо ҷинсҳои таҳкурсӣ вобастагӣ дорад. Хароратродар сатҳи берунии пиряхҳоҳавои атмосфера месозад ва гармии нурҳои офтобӣ. Агар ин хароратҳо кифоя барои моеъ шудани ях шаван, онгоҳ дар инҷо ях ба об табдилро мезаронад. Дар даруни пирях соиши модда ҳангоми ҳаракати он хароратро мебардорад. Дар таҳкурсӣ бошад, ғайр аз соиши ҷинсҳои пирях бо ҷинсҳои кӯҳии такягоҳ боз фишори баланд аз сабаби таъсири гравитатсия ба қабарҳои болоӣ ва заду хурдҳои ях ба барҷастагиҳо ва чукуриҳои релйефӣ кӯҳӣ, ва ҳамчунин ҷараёни харорат аз зеризаминӣ, ҳарорати моддаи ях баланд мебардорад. Боз ходисаи нуфуз кардани об ба қабатҳои поёнии пирях, ки номаи перколятсия дорад, ба баландшавии харорати ин қабатҳо морад. Обшавии сатҳи пиряҳ, ки аз сабаби баландшавии ҳаво мегузарад, аз ин ҷихад рафти фаслӣ дорад. Ҳарорат дар даруни пирях аз фасли сол нисбатан суст вобастагӣ надорад.

Ҳамтаъсир ва саҳми манбъаҳои хароратии номбаршуда ба тақсимоти ҳарорат дар ҷинси пиряхҳо муқаррар менамоянд. Дар пиряхҳои нисбат тунук, ки суръати ҳаракат паст дорад, харорати ҳаво паст мебошад, дар фасли тобистон гармии ҳаво ва аз нурҳои офтобӣ кам аст ҷараёни хароратии қишри Замин тез сарф мешавад ва дар қабати сархадии пирях бо ҷинсҳои таҳкурсӣ ях дар ҳолати “яхи хунук” меистад. Дар пиряхҳои нисбат ғафс, ки ҳаракати тез доранд, ҳарорати ҳавои атроф ва гармшавӣ аз нурҳои офтобӣ нисбат кам ҳаст, ҷараёни ҳароратии Замин зиёдтар ба қабатҳои сархадӣ таъсири худро мерасонад ва дар маҷмӯъ ях дар ин қабат дар ҳолати “яхи

гарм” истода метавонад. Тағйирёбии фаслии ҳарорат, ё аз сабаби раванди иклим ба тақсимоти ҳарорат дар пиряхҳо таъсири худро гузаронида метавонад [48,70,75].

Ҳисоббарории назариявӣ оиди тақсимоти ҳарорат бо чуқурии қабатҳои пиряхҳо гузарондида шудааст ва яке аз мисолҳои ин ҳисобот дар расми 4 тасвир карда шудааст. Дар қисмати (а) ҳарорат дар таҳкурсии пирях аз ҳарорат дар сатҳи боло калон мебошад, $0^0$C нисбат ба -$15^0$C ва дар қисми (в) баракс, -$20^0$C нисбат -$15^0$C. Дида мешавад, ки аз поёни пирях ба самти боло ҳарорат аввал паст мешавад, ва баъдтар калонтар [71-73].

Аз расми 4 дида мешавад, ки бо баланди таъсири ҳарорати Замин ба ҳарорати пирях камтар мешавад.




Расми 4. Тасвирҳои назариявӣ барои тақсимоти харорат бо чуқурии пиряхҳо.

Дар ҷадвали дасти рост баланди аз таҳкурсӣ нишод дода шудааст, м.

## 9.3. Тақсимоти фишор дар буриши пиряххо

Барои муқоиса, зичиибарфи нав борида баробари қариби 0,1 г/см$^3$ мебошад, ях бошад қариби 0,9 г/см$^3$. Барф то 97% ҳаво дар таркиби худ медорад. Барои пиряхҳои идеалӣ моддаи ҷинси пиряххо чун яклухт ҳисоб карда мешавад ва бо чукурӣ шиддати механикӣ баланд мешавад ҳангоми баландшавии вазни қабатҳои дар боло ҷой дошта. Ин намуди тақсимоти шиддат монанди таксимоти шиддати гидростатикӣ, геостатикӣ ва литостатикӣ мебошад. Барои пиряхҳои аслӣ риоя бо ин қонуният қабул карда мешавад. Лекин ин тасаввурот мазмуни тахминӣ дорад, чунки дар муҳити пиряхҳои аслӣ ҳолати модда як ҳел нестаст ва таснифҳои физикию химиёвӣ гайри яклухт мебошад, ва дар тагийрёбии ҳам фазоӣ ва ҳам вактӣ мебошад. Мутобиқи тасаввуроти амалии ҳозира [72,73] дар қисмати ғизои пирях, аккумулятсия, деформатсияи тӯли бояд шакли васеъшавӣ дошта бошад, ва дар қисмати моъешавии пирях, аблятсия, – фишурдашавӣ. Дар ин ҷой массаи пирях чамъ катор монанд мешавад.

## 9.4. Таҳлили шароити физикӣ дар қабати сархадӣбайни пирях ва ҷинсхои кӯҳии такягоҳ

Дар ҳолати оромӣ пирях аз лағжиш нигаҳдор мешавад аз таъсири қувваҳои соиш ва бандкунӣ дар сархад байни пирях ва ҷинсҳои кӯҳии такягоҳ. Яне ҳолати пирях аз ин шарти сархадӣ вобастагӣ дорад. Чи ҳеле ки амалёти тадқиқотӣ нишон медиҳад, дар таҳкурсии пиряххо як чан намуди ҳолати модда вучд доштан метавонад. Ҷинси яхӣ ба ҷинсҳои куҳии таххурсӣ дар яхбанди зич мебошанд. Дар ин ҳолат часпакии ях бисёр калон мешавад ва суръати сарҳадӣ ба нол баробар

мешавад. Ин ҳолат ба пиряхои нисбатан массаи хурд дошта таълуқ дорад ва ин намуди ях дар тахкурсии пирях номи «яхи хунук» дорад.

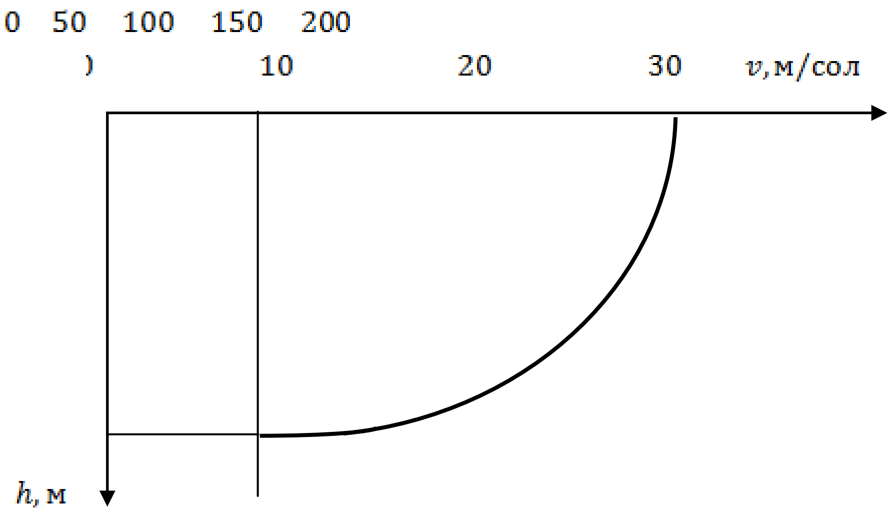
Агар дар сархади поёни соиш нисбат калон ҳаст ва ё ҷараёни гармии заминӣ баланд ҳаст, онгоҳ дар тахкурсии пирях «яхи гарм» пайдо мешавад ва қабати мобайнӣ дар сархади пирях ва ҷинсҳои тахкурсӣ обӣ мешавад. Ин намуди ҳолати сархадӣ ба пиряхҳои бузург таълуқ дорад.

Ҷинси яхӣ аз таъсири фишори баланд, ки аз бузургии критикӣ барои вайроншавии сохтори кристаллӣ калон мебошанд, ба ҳолати «желе» табдил меёбанд. Дар инҷо суръати сархадӣ дар ҳудудҳои васъе тагийр меёбанд аз ниҳоят кам то ба бузургии, ки барои суръатҳои қабати обӣ дар сархад вуҷуд буда мувофиқ мебошад. Албатта чинсҳои пиряхҳо дар ҳолатҳои ниҳоят гуногун буда метавонанд, чунки тагийрёбии фишор ва ҳарорати дарунӣ, ҷараёни ҳароратии заминӣ, ҳарорати берунӣ бисёр тағйирёбанда мебошанд ва ғайр аз он аз обу ҳаво ва иклим вобастагӣ дорад. Аз барои ҳамин ҳолати асли сархадӣ бисёр гуногун ва омехта шуда метавонанд.

Тақсимоти суръати қабатҳои пирях $v$бо чуқурӣ $h$дар мисоли пиряхи Атабаскаи Канада дар расми 5 нишон дода шудааст. Ин пирях ғавсии 200 м дорад [49, 76].

Дар тӯли тахминан 100 м боло суръати қабатҳои пирях қариб тағйир намеёбад ва ба 30 м/сол баробар ҳаст. Ин қабати боло ба плитаи модели 3 қабата мувофиқ мебошад (расми 2). Дар чуқурии 100 м суръат баробари 25 м/сол, дар 180 м – 17 м/сол ва дар 200 м – 8 м/сол ташкил медихад. Мутобиқи модели 3-қабата (расми 2) дар чуқуриҳои аз 100 то 200 м моддаи пирях часпакию ёзанда мебошад. Дар мисоли ин

пирях дида мешавад, ки қабати сархадӣ дар расиши ҷисми пирях бо ҷинсҳои тақягоҳӣ дар ҳолати желе монанд мебошад, яне ба моеъ наздик аст.




Расми 5. Гаксимоти суръати қабатҳои пиряхи Атабаска, Канада,бо чуқурӣ[76].

Мутобиқи тасаввуроти физикаи пиряххо дар ин кабаати сархадӣ ҷисми пирях бо пасту баландиҳои ҷинсҳои такягоҳӣ заду хурб меёбад ва ҳам аз сабаби соиши дарунии моддаи пирях ва ҳам соиши сатҳӣ ба ҳолати желе табдил мекунад ва қисматан моеъ мешавад. Лекин ин маъно надорад, ки дар давоми ин зонаи расанда чинси пирях хатман обакӣ ҳаст. Вазиятро тасаввур кардам мумкин ҳаст, ки дар ин зона ҷинси пирях дар баъзе ҷойҳо дар ҳолати сахт ва дар дигар ҷойҳо дар ҳолати моеъ вуҷуд дорад.

Дар пиряҳои бузурги Помир эҳтиомлияти вуҷуд доштани дар пиряхҳо қабати хеле ва обакӣ баланд мебошад, чунки ғайр аз фишор аз вазнини пиряҳо ва соишҳо ҳангоми ҳаракати чисмҳои онҳо боз ҷараёни ҳароратии кӯҳҳои ин мавзеъи географӣ баланд маҳсуб меёбад [37,48,29].

## 9.5. Муоддилаҳои умумии механикӣ барои ҳаракати пиряхҳо

Барои осонӣ реҷаи ҳаракатӣ мунтазам аз назр гузаронида мешавад. Чуноне ки мушоҳидаҳо нишон медиҳанд, дар бисёр ҳолатҳо пиряхҳо, асосан калонтарин аз онҳо, бо ҳаракати мудоми доми мешоранд, ва ин таҳминӣ қабул кардан мумкин ҳаст. Шарти яклухтии шуридани пиряхҳо ҳам қабул намоем, чунки таркиш байни қабатҳои чинсҳои пиряхҳо кудрати калон талаб мекунад.

Барои қабати болоии пирях, ҳамлаи сахт, ҳангоми реҷаи ҳаракати мунтазамии он проексияи қувваи вазнинӣ ба самти поёнии нишебии кӯҳӣ баробари ба қувваи соиш дар сарҳад байни ин ҳамла ва қабати ҳамсоягии поёнӣ, ки дар ҳолати часпакию коишӣ мебошад (расми 2). Аз барои ҳамин шарти сарҳадӣ байни ин ду қабат бо тарзи зерин навиштан мумкин ҳаст [27]:

$$\rho g(H-h)S\cdot\sin\alpha = \mu\frac{dv}{dz}S, \qquad (4)$$

ки дар инҷо $\mu$ – коэффитсиенти часпакии ҷинси пирях мебошад.

Барои ҳаракати мунтазами як варақ дар қабати мобайнӣ, ки дар баландии $z$ҷойгир ҳаст нисбати тахкурсии пирях, шарти баробарии қувваҳо зерин мебошад:

$$\rho g(H-z)S\cdot\sin\alpha = \mu\frac{dv}{dz}S, \qquad (5)$$

ки дар инҷо қабул шаддаст, ки зичии ҷинси ях дар қабатҳо тахминан доимӣ мебошад.

Баъд аз интеграл гирфтан аз қисматҳои рост ва чап дар (5) бо назардошти шарти сарҳадӣ дар байни қабатҳои мобайнӣ ва поёнии такурсӣ баробарии оянда ба даст оварда мешавад:

$$v = \frac{\rho g \cdot \sin\alpha}{\mu} \cdot \left(H(z - h_0) - \frac{(z - h_0)^2}{2}\right) + v_0, \qquad (6)$$

ки дар инҷо $v_0$ – суръати моддаи яхӣ дар вараҷи сарҳадӣ байни қабати миёнаи пиряхӣ ва кабати поёнии ӯ.

Барои қабати поёнӣ муодилаи ҳаракати модда ба муодилаи ҳаракати модда дар қабати миёнаи мобайнӣ монад мебошад, лекин дар он дигар ғавсӣ $h_0$ ва коэффитсиенти динамикии часпакӣ $\mu_0$ мешаванд –

$$v = \frac{\rho g \cdot \sin\alpha}{\mu} \cdot \left(h_0 z - \frac{h_0^2}{2}\right). \qquad (7)$$

Дар инҷо қабул шудааст, ки фарқият байни зичиҳои модда дар қабатҳои пирях ҷудо кам мебошад, як чанд фоизро ташкил карда, нисбати фарқият дар коэффитисентҳои часпакӣ, ки як чанд дараҷаи бузургиро месозад [27].

Барои «яхи хунук» суръати $v_0$ баробари 0 мебошад. Аз барои ҳамин аз (6) мебарояд, ки тақсимоти суръат дар қабати мобайнӣ, яне часпакӣ-коишӣ, бо тарзи зерин тасвир кардан мумкин ҳаст:

$$v = \frac{\rho g \cdot \sin\alpha}{\mu} \cdot \left(Hz - \frac{z^2}{2}\right). \qquad (8)$$

Аз (7) дидан мумкин ҳаст, ки суръат дар варақҳои пирях бо тарзи парабола аз нол то суръати кабати боло меафзояд.

Барои «яхи гарм» азбаски бандкунӣ дар сархад байни қабати поёнӣ ва ҷинсҳои кӯҳӣ дар тахкурсӣ ҷудо калон мебошад қабул мекунем, ки суръати сархадӣ баробари нол мебошад $v_0$=0. Онгоҳ бо ёрии (6) ёфтан мумкин ҳаст, ки таксимоти суръати варақҳо дар қабати поёнии пирях намуди зерин қабул мекунад:

$$v_1 = \frac{\rho g \cdot \sin\alpha}{\mu_0} \cdot \left(h_0 z - \frac{z^2}{2}\right). \qquad (9)$$

Дар шарти $z = h_0$аз (8) ба даст меорем, ки қимати суръат дар сарҳади қабатҳои мобайнӣ ва поёнӣ намуди зерин дорад:

$$v_0 = \frac{\rho g \cdot \sin\alpha}{2\mu_0} \cdot h_0^2. \qquad (10)$$

Бо роҳи монондани $v_0$ аз (10) ба (6) тақсимоти суръат дар қабати мобайнӣ меёбем:

$$v = \rho g \cdot \sin\alpha \left\{ \frac{1}{\mu} \left( H(z - h_0) - \frac{(z - h_0)^2}{2} \right) + \frac{1}{2\mu_0} h_0^2 \right\}. \qquad (11)$$

Аз (10) суръати қабати болоӣ дар $z = h$ ёфтан мумкин ҳаст:

$$v = \rho g \cdot \sin\alpha \left\{ \frac{1}{\mu} \left( H(h - h_0) - \frac{(h - h_0)^2}{2} \right) + \frac{1}{2\mu_0} h_0^2 \right\}. \qquad (12)$$

Азбаски$h_0 \ll h$, онгоҳ суръати ҳамларо дар намуди зерин пешниҳод кардан мумкин ҳаст:

$$v = \rho g \cdot \sin\alpha \left\{ \frac{1}{\mu} \left( Hh - \frac{h^2}{2} \right) + \frac{1}{2\mu_0} h_0^2 \right\}. \qquad (13)$$

Монанди тақсимоти суръат дар қабати мобайни барои «яхи хунук» (7) барои «яхи гарм» ҳам ин тақсимот шакли парабола дорад, лекин суръат дар таҳкурсии пирях дар ҳолати 2-юм баробари нол нест. Коэффитсенти часпакии динамикӣ барои қабати таҳкурсии обӣ бо як чанд дараҷаи бузургӣ нисбат ба ин коэффитсиент барои қабати мобайнӣ хурд мебошад, $\mu_0 \ll \mu$, лекин азбаски ғавсии қабати $h_0$ ниҳоят кам ҳаст, $h_0 \ll h$, қисмати охирин дар (13) роли калон бози карда метавонад ва аз ин лиҳоз ба ҳаракати умумии пирях ин қабати ниҳоят тунук таъсири калон расонида метавонад.

## 9.6. Таҳлили натиҷаҳои таҳқиқот

Баҳодиҳӣ оиди шиддатҳои геостатикӣ дар ҷинсҳои пиряххо нишон медахан, ки то чуқуриҳои тахминан 100 м шиддатҳо аз бузургиҳои критикӣ барои табдил шудан ба ҳолати часпакию ёзанда намебароян. Ин асос додааст, ки модели 3 қабата дароварда шавад: қабати боло чун лавхаи сахт, мобайнӣ дар шакли моддаи часпакию ёзанда ва таҳкурсӣ, моеъи обшуда. Барои ҳаракати ҷинси пирях ифодаҳои аналитикӣ ба даст оварда шудаанд: барои лавҳа (1), мобайнӣ (3) ва (6) ва таҳкурсӣ (4) бо таври мувофиқ.

Барои баҳодиҳии таснифҳои ҷисми пиряхи бузрг қабул намоем, ки ҳаракати он мунтазам мебошад ва бузургии ҳаракати лавҳаи он ба 70 см/шабона рӯзбаробар ҳаст. Барои зичии пирях $\rho$ = 900 кг/м$^3$, тахминан қабул мешавад, кунҷи нишебӣ 0,06 - 4,50 км дар тӯли 70 км ташкил мекунад, яъне 0,03 радиан дар миёна. Барои ки дар изофаи (10) аъзои охирин аҳаммияти мувофиқ медошт монанди аъзои аввала, дар қавсҳои лунда, ва суръат ин ҳел бошад, коэффитсиенти часпакӣ баробари $\mu \cong 2{,}2\cdot 10^8$ Па·с бояд шавад. Ин бузургӣ қариби 2 маротиба кам мебошад нисбати он, ки барои ях дар ҳароратҳои аз -14$^0$Сдо 0$^0$С қабул шудааст. Ин мушоҳидро мерасонад, ки саҳми қабати обӣ дар сарҳади «яхи гарм» бо ҷинсҳои таҳкурсӣ ҷудо баланд ҳаст нисбати он дар ҳолати шуридани пластикии массаи пиряхҳӣ. Аз ин мебарояд, ки бояд нобаробарии зерин риоя карда шавад:

$$h_0^2 \gg \frac{2\mu_0 H}{\mu} \cdot \left(H - \frac{h}{2}\right). \qquad (14)$$

Бо даровардани ба (10) $\mu = 10^{10}$ Па·смутобиқи ва$\mu_0 = 10^{-3}$Па·с, $H = 800$ м, $h = 700$ м, баҳодиҳӣ барои ғафсии қабати обӣ меёбем: $h_0 \gg$ 0,27мм. Ин аст, ки ниҳоят тунук

будани қабати обӣ кифоя мебошад барои молишӣ таъсирбахшӣ байни пирях ва ҷинсҳои таҳшинӣ.

Баъд, барои суръати лавҳа суръати 0,7 м/с карда, бо ҷалби ифодаи (10) бузургии $h_0$=2,4 мм ёфта мешавад, ки ин нихоят баланд ҳаст нисбат ба баҳои поёни барои $h_0$ мутобиқи нобаробарии (14). Аз ин мебарояд, ки модели «яхи гарм» роли бузурги қабати пойнии обӣ дар таҳкурсии пиряхҳо иҷро карда метавонад дар динамикаи умумии ҳаракати пиряхҳо.

## 9.7. Модели пиряхҳои тапишкунанда

Пиряхи тапишкунандаи Хирсон дар Помири Тоҷикистон дарозии пирях 15,5 км, майдонаш – 25,3 км$^2$дар давоми 10-12сол ба амал омадааст. Ин давра бо 11 соли давраи фаъоли офтобӣ мувофиқат мекунад, ки саҳми обшавии давравии ин пиряхро нишон медиҳад. Дар вақти ҷунбидани забони пирях ба масофаи 2 км ба самти поён роҳи дарёи Абдуқаҳҳорро мебандад. Кули ҳаҷмаш 17-20 м$^3$ пайдо мекунад, ки бо об пур мешавад ва хатари фалокатовари обхезӣ, сел ва дигар ҳодисаҳои геологии хатарнокро дар води дарёи Ванҷ ба вуҷуд меорад. Мисол ба монанди ҳаракати пирях дар солҳои 1916, 1937, 1951, 1963, 1973 ба амал омада буд. Дар асоси мушоҳидаҳо якқатор пешгуйиҳои ин ҳаракатҳо тартиб дода шуда буд.

Пиряхи Кашолаях якчанд киломер дуртар аз пиряхи Хирсон ҷойгир гаштааст дарозиаш 25 километр ва паҳноиаш аз 900 то 2000 м, то соли 2000 фаъол буд баъди танаффуси 130-150 сола. Суръати фаромадани он дар як сол ба 150 метр ба-робар аст. Мушоҳидаҳои таҷрибавӣ барои вайроншавии устворӣ ва ҳаракати пиряхҳо ба монанди пиряхи Дидал дар Тоҷикистон нишон медиҳад, ки пеш аз фазаи фаъолшавӣ

ҷамъшавии анбуҳи барфӣ дар қисмати миёнаи пирях пас аз он ҳаракати якуякбораи пешравии ба амал меояд. Агар дар вақти мушоҳида пиряхи дарозруяи Дидал дар ин давра фазаи фаъоли ҳаракаташ ба 1300 м баробар бошад дар давраи аз ҳама оҳиста – оҳиста ҳаракаткунии он ду маротиба меафзояд.

Агар мувозинати ғизогирӣ ва ақибнишинии пирях вайрон гардад ях дар муддати дуру дароз дар саргаҳи пирях то ҳолати критикӣ ҷамъ мешавад пас аз он афзоиши фишор дар қабати пирях ҳаракати пиряхродар қисмати поёнии ҷараёнаш ба вуҷуд меорад. Ҳаҷми умумии ях дар пирях нигоҳ дошта мешавад. Дар натиҷа дар саргаҳдар сатҳи пирях пастравӣ, ва қисмати поёнии пирях варам мекунад ва забонаи пирях ба самти поёнии водӣ ҳаракат мекунад. Пас аз ҳаракати пиряхи Хирсон дар соли 1973 сатҳи пучшудаи қисми пирях а 50-70 м поён фаромад.

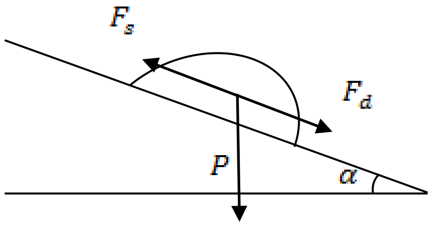
Ин мушоҳидаҳо аҳаммияти нисбатан мунтазами ҷамъ шавии массаи пирях дар яке аз ҷойҳои мобайнии ҷисми пирях ё дар баландтарин қисмати он  то ҳолати критикӣ, ки баъд аз расидан ба он фаъолнокии лағжиши он дар марҳидаи ҳаракати давравии таппиши он якбора баланд мешавад. Марҳилаи барқароршавии ҳолати пирях чун қоида давомдортар мешавад, нисбати марҳилаи таппиши фаъолӣ.

Бо назардошти ин маълумот ва дигар натиҷаҳо профили ҷисми пирях, ки дар нишебии консеквентӣ бо кунҷи $\alpha$ вуҷуд дорад тавассути сегменти силиндрӣ, ки шакли гайридуруст дорад, тасвир намоем (расми 6). Тири сатҳи ҷисм мувофиқи хамвори горизонт мегузарад. Барои ба тарзи соддагӣ ҳисоботро гардондан қабул намоем, ки шакли ҷисми пирях шакли силиндри гирд дорад бо радиуси $R$, баландии$h$, дарозии$l$ва кунҷи кушодашавӣ$2\beta$ (расми 7). Мутобики таъриф

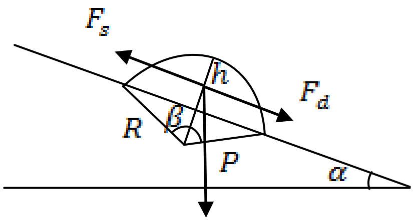
дар ҳолати оромӣ ҷамъи векторҳои ҳаммаи қувваҳои таъсиркунанда ба ҷисм баробари нол мебошад –

$$\boldsymbol{P} + \boldsymbol{F}_d + \boldsymbol{F}_s = 0, \quad (15)$$

ки дар инҷо $\boldsymbol{P}$ – қуввваи гравитатсионӣ, $\boldsymbol{F}_d$– қувваи гравитатсионии ғеҷиш ба самти поёни ҳамворӣ, $\boldsymbol{F}_s$ – қувваи монеашавӣ дар намуди ҷамъи қувваи соиши ором ва қувваи бандкунии бо қабатҳои дар поён хобида.



Расми 6. Профили ҷисмипирях.



Расми 7. Тасвири профили доиравӣ. дои-

Дар асоси қонунҳои маълуми механика, қайдкунии ифода барои қувваи таъсиркунанда (15) боҷисми геометрӣ мувофиқ баробари зеринро ба даст меорем [11]:

$$\cos\alpha \cdot (\tan\alpha - k_r) = \frac{c_r S}{\rho g V}, \quad (16)$$

ки дар иҷо $\rho$ – зичии ҷисм, $k_r$ – коэффитсиенти соиши оромӣ, $c_r$ – коэффитсиенти бандшавӣ оромии ҷисм бо ҷинсҳои такягоҳӣ, $g$ – шитоби гравитатсионӣ, $V$ – ҳаҷми ҷисм.

Бандкунӣ ҷисм баъзе вақт ҳисоб мекунанд, ки ӯ аз ду қисмат сохта мешавад – аз бандшавӣ, ки тавассути алоқаҳои сохторӣ-кристаллӣ, ва алоқаҳои бандшавӣ молекулярии часпак пайдо мешавад. Ҳангоми баландшудани шиддати лағжиш қувваҳои бандшавӣ ҳам баланд мешаванд ва дар ҳолати шиддатҳои ҳудудӣ қисмати сохторӣ-кристаллӣ вайрон шудан мегирад ва сипас бандкунӣ тавассути фақат аз қисмати молекулярӣ иборат мебошад. Қабул намоем, ки дар ҳолати ҳудудӣ бандкунӣ оромӣ баробари арзиши калотари мебошад,

ки ин ба коэффитсиенти бандшавии лағжиш баробар ҳаст – $c$, монанди баробарии коэффитсиенти соиши оромии калонтарин ба коэффитисенти лағжиш $k$ дар ҳолати вайроншавии мувозинат.

Таҳти назари вобастагӣ байни ҳаҷм ва масоҳати такяи сегмента доиравӣ силидрӣ, монанди (16), шарти зеринро барои мувозинати оромии ҷисмро ба даст овардан мумкин аст –

$$cos\,\alpha \cdot (\tan\alpha - k_r) = \frac{c_r \cdot f(\beta)}{\rho g h}, \qquad (17)$$

ки дар инҷо $f(\beta)$–як намуди функсия аз кунҷи кушодашавӣ:

$$\frac{4\sin\beta \cdot (1 - \cos\beta)}{2\beta - \sin 2\beta}. \qquad (18)$$

Аз маънои (17) ва (18) мебарояд, ки шарти лозимӣ, лекин нокифоя барои мувозинат, ин калон будани тангенси кунҷи нишебӣ нисбат коэффитсиенти соиши оромӣ мебошад. Дар ҳолати кунҷи кушодашавӣ ҳангоми баландии ҷисм ҳамчун коффитсиенти бандшавӣ оромӣ баланд мешаванд. Як лахза расидам ешавад, ки ҳангоми баландшавии баландӣ коэффит-сенти соиши оромӣ баробари коэффинтисенти соиши лағжишӣ баробар мешавад ва ҳолати ҳудудӣ расида мешавад. Бо баландшавии хурди бепоёни ояндаи ғавсии ҷисм мувозинат вайрон мешавад ва ҷисм дар нишебӣ ба поён равӣ шуруъ рафтан мегирад. Сипас шарти критикӣ, ки барои вайроншавии мувозинат кифоя мешавад (15), намуди зеринро қабул менамояд:

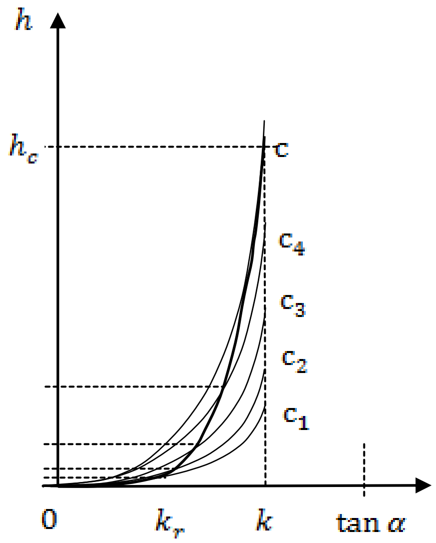
$$h = \frac{c \cdot f(\beta)}{\rho g cos\alpha \cdot (\tan\alpha - k)}. \qquad (19)$$

Дар ин модел қувваҳои гравитатсионӣ, чун қувваҳои ҳаҷмӣ, ки рост таносуб ба қааби бузургии миёнаи ҷисм

мебошан, ва қувваҳои бандшавӣ, ки ба квадрати сатҳи лағжишӣ байни ҷисми пирях ва нишебии лағжишӣ рост таносуб мебошанд. Бинобари ин ҳангоми бузургиҳои миёнаи ҷисм ва сатҳи бандшавӣ калон бошанд, қувваҳои, ки ҷисми пиряхро дар нишеби медоран, афзалият доран, дар ҳолати мукобил қувваҳои гравитатсиони афзалият доран, монади ба ҳолатҳо бо ҷисмҳои лағжишӣ.

Ҳангоми баланд шавии қисмати ҷисми қубла зада шудаи пирях, баланравии шиддатҳои таъсиркунандаи механикӣ, обшавӣ дар ҷойи васл муқовимат ба лағжиш мутобиқи (15) паст мешавад. Ҳамин ки шарти ҳудудӣ, критикӣ расида шудааст (19) вайроншавии ҳолати устувори пирях сар мешавад дар шакли канда шавӣ бо паст шудани коэффитсиенҳои лағжишӣ ва бандшавӣ бо сабабт баладшавии харорат мобайни соишхурии қабатҳои ҳамҳудуд, обшавии ях ва табдили ӯ ба ҳолати моеъ дар ҷойи васлшавӣ.

Ҳаминки ҳаҷми критикии ҷисм ғун шудааст, қувваҳои ҳаҷмӣ нисбати қувваҳои сатҳӣ афзалият шудан мегиранд ва канда шавии ҷисм рӯй медиҳад, яне лағжиш. Графикипротсесси тайёршавӣ ва вайроншавии мувозинати ҷисм, ки бо тарзи аналитикӣ бо воситаи таносубҳои (17) ва (19) тасвир карда мешавад, дар расми 8 нишон дода шудааст.




Расми. 8. Вобастагии тарҳии $h_c(k,c)$.

Дар ҳолати оромӣ ба баладӣ $h$ баланшавии коэффитисиенҳои соиши ором ва бандшавии ором мувофиқат мекунад. Ҳар яке аз хатҳои расми 8 мутобиқи коэфэфитисенти бандшавии хусусӣ сохта шудааст, $c_1 < c_2 < c_3 < c_4 < c$, чун параметрҳо барои функсияи $h(k_r)$. Коэффитсиенти $k_r$ дар ҳудуд аз яке аз арзиши хурдари то арзиши калонтарин, $k$, тағйир мешавад. Ҳангоми баландшудани баландӣ $h$ арзишҳои коэффитсенҳои бандшавӣ ҳам баланд мешаванд, ва хатти натиҷавӣ ҳаммаи хаттҳои мобайни $h(k_r)$ мебурад мутобиқи балагшавии коэффитсиенти бандшавӣ аз $c_1$ то $c$. Нуқтаҳои бурида шудаи хатти аслӣ бо хаттҳои параметрӣ тавассути хаттҳои қаторнуқта нишон дода шудааст. Барои пиряххо обшавӣ дар сархади ҷисмҳо бо ҷинсҳои такягоҳ хос мебошад, ки ин ба пастшавии коэффитсиентҳои соиш ва бандшавӣ мусоидат мерасонад ва бинобари ин –ба сабук гузоштани шарти вайроншавии мувозинати ҷисми пирях. Баъд аз, ки мувозинат вайрон мешавад ва ҳаракат сар мешавад коэффитсиенти соиши лағжишӣ аз сабаби соиш ва обшавии

ях дар сархад бо ҷинсҳои такягоҳ чолокона то як чанд маротиба паст мешавад ва ҳамин ҳел ба ҳаракат шитоб дода мешавад. Ба анҷом додани лағжиши пирях васъшавии ӯ ва баландравии бандшавӣ бо ҷинсҳои такягоҳӣ мусоидат менамояд. Ин васъшавӣ ҳамин маъно дорад, ки баландии ҷисми қубла дамонда паст мешавад ва пирях ба ҳолати оромӣ, ки тавассути шартҳои (17) ва (19) тасвир карда мешавад, мегузарад.

## 9.8. Баҳодиҳӣ барои шарти ба вуҷуд омадани таппиши пиряхҳо

Ифодаи (19) имкон медихад ки баландиҳо ва ҳаҷми критикӣ барои барҷастаи қисмати пирях барои ба вуҷуд омадани таппиши он. Қабул намоем, ки барфи фишурда шуда зичии 700 кг/см$^3$ ва бандкунӣ – (0,5-5,0) $\cdot 10^4$ Па дорад. Таъин намоем, ки кунҷи кушодашавии барҷаста баробари $30^0$ мебошад. Барои кунҷи нишебии шуриданӣ $30^0$ ифодаи (19) интервали баландии қисмати барҷастагӣ аз 4 до 40 м буданро нишон медиҳад, ҳаҷм бо дараҷаи бузургӣ $10^4$-$10^5$ м$^3$ ҳангоми васъегии пирях 1500 м. Барои нишебӣ $15^0$ ин интервал аз 10 то 100 м ташкил мекунад, ҳаҷм $10^5$-$10^6$ м$^3$ бо дараҷаи бузаргӣ барои васъегии пирях 1500 м.

## 9.9. Заминҷунбиҳои пиряхӣ

Одатан заминҷунбиҳо дар пиряхҳои бузургтарири ҷаҳон аввал мушоҳида карда шудаанд ва муайян карда шуддаст, ки ин заминҷунбиҳо аз сабаби шикастан ва ҷудо шудани кистамҳои паҳлуии пиряхҳо ба вуҷуд меоянд. Қудрати ин заминҷунбиҳо ниҳояд калон шуда метавонад, то магнитудаи М 5 ва боло, яне тахминан $10^{13}$ Ҷоул ва боло мебошад [77, 78].

Дар солҳои охир заминҷунбиҳои пиряхӣ дар куҳҳои Тён-Шон ҳам мушоҳида карда шудааст, ки  мутобиқимуаллифон аз сабаби тағйирёбии ҳарорати муҳити атроф мегузаран. Ҳангоми хунукшавии ҳаво ва ҷинси пиряхҳо яхи онҳо васеъ мешавад дар ҳудуди аз $4^0$С то $0^0$С ва аз фишори фишурдашавияшон шакастҳо пайдо мешаванд, ки ба пайдошавии заминҷунбиҳо оварда мерасонад. Дар вақти гармшавии ҳаво ва аз ин сабаб моеъ шудани пиряхҳо об ба қабатҳои поёнии пирях мегузарад, фишори дарунӣ дар ҷинси пирях вайрон мешавад, ҳолати соиш дар муҳити пирях дигаргун мешавад ва дар натиҷа дар мавзеъи ин ноустуворӣ лағжиши тези нисбатӣ байни ду қисми паҳлуӣ ва манбаъи заминҷунбӣ ба вуҷуд оварда мешавад. Қудрати заминҷунбӣ аз бузургии қисмҳои лағжишӣ ва суръати ин лағжиш вобаста аст. Лағжиши заминҷунбӣ ҳам дар натиҷаи шикаста шавии ях, ҳам дар натиҷаи заду хурд байни қисмҳои алоҳидаи пирях, монанди торосҳо, пайдо мешавад. Масалан, дар пирябе, ки ғафсии 100 м ва масоҳати буриш 50 км$^2$ дорад, агар лағшиши тез якбора 10 м ташкил кунад, онгоҳ магнитудаи заминҷунби баробари қарибиМ 5 мешавад.

Дар сарҳад байни пиряхҳои бузург бо ҷинсҳои кӯҳии таҳкурсӣ фишори ниҳоят калон $10^6$-$10^7$ Па бо адади дараҷа таъсир мекунан, ва ҳам қувваҳои соиш ва часпак. Ин гуна сархадҳо ҷихати сохторӣ ғайри яклухт мебошан. Дар мавзеъҳои выступов ложа, масалан дар назди трогҳо, сураътҳои локалӣ, маҳаллӣ, кам шудаанд ва дар атрофи ин ҷойҳо чангак байни ҷинсҳои паҳлуӣ пайдо мешавад. Ҳаракати умумии массаи пиряхҳӣ ба ин ҷой кудрати шиддати механикии чандирӣ таъмин мерасонда. Дар натиҷа манбаъи муҳит, ки фишори аз миёнаи бузурги калон ҳаст, шаклёбӣ

мегирад ва дар хаҷми ин манбаъ калон шуданро гирифтан мегирад. Ин раванд ба омода шавии манбаҳои заминҷунбиҳои тектоникӣ мутобиқи модели ҷисми дарунии консолидӣ дар сархадҳо байни геоблокҳо монандиро ташкил мекунад [18]. Ҳангоми калоншавии ҳаҷми ин ҷисм шаддат, чун фактори кубӣ дар атрофи фактори сатҳӣ, мутобиқи конуни «куб-квадрат», яне «ҳаҷм-сатҳ», ба бузургиҳои критикӣ мерасад ва фазаи вайроншавии он сар мешавад, ки ин фаза бо лағжиши олӣ ба анҷом мерасад. Тасаввур кардан мумкин аст, ки роли ҳамин консентраторҳои шиддати механикро ҳамон ҷойҳои қабати моеъ иҷро карда метавонад, ки дар он ҳарорат аз бузургиҳои критикӣ барои яхшавӣ хурд мебошад, ва аз ин сабаб дар ин ҷой яхшавии локалӣ мегузарад ва пирях ба ҷинсҳои кӯҳии таҳшинӣ мечаспад. Нақши монеъа ба ҳаракати пирях дар ин шароити яхбандӣ ва часпидани ҷинси пирях иҷро мекунад. Ҳақиқатан фарқият байни коэффитсиентҳои часпакии ях ва об қариби 13 дараҷаи бузургиро ташкил мекунад: барои об дар $0^{o}C$ ин коэффитсиент баробари$1{,}7878 \cdot 10^{-3}$ Па·с мебошад, бароиях дар ин ҳарорат бошад $-10^{10}$ Па·с бо дараҷаи бузургӣ. Аз барои ҳамин дар ҷойҳои мубодилаи фазавӣ байни ях ва об дар таҳкурсиҳои пиряхҳо пайдошавии консентратсияҳои калони шиддати механикиро мушоҳида кардан мумкин ҳаст.

## 9.10. Масъалаҳои рушдӣ

Бо мақсади омӯзиши динамикаи пиряхҳои калон, монанди пиряхи Федченко, ва дақиқтар намудани моделҳои онҳо муайян намудани тақсимоти параметрҳои физикии сохторҳои чуқурӣ ва сохти геометрии он бо воситаи чоҳкании бевоситаӣ, ба даст овардани қонқнятҳои тағйирёбии онҳо бо

чуқурӣ ва самтҳои латералӣ: ғавсихои қабатҳо, ғайрияклуҳтиҳо, ҳарорат, фишор, суръати ҳаракат.Омӯзиши таъсири ин омилҳо ба динамикаи обшавии қабатҳои берунӣ, сатҳӣ, ва дохил шудани обҳои пайдошуда аз миёни ковокиҳо ва яхнабастаи об дар муҳити онҳо.

Натиҷаҳои чоҳканӣ имкон медодан барои муайян намудани шартҳои ҳудудӣ барои ҳолати оромӣ ва ҳаракати пиряхҳои калон.

Тасаввурот ифода кардан мумкин, ки дақиқ намудани роли омилҳои обу ҳавоӣ ва иклимӣ дар динамикаи пиряхҳо, хусусантаъсир нисбати онҳо аз тарафи тагйирёбиҳои глобалии иклимӣ.

Ҳисоботи суръатҳои шоридани пиряхҳои калон дар чорчӯбаи модели часпакӣ-пластикӣ дар мисоли поряхи Федченко дар Помир, Тоҷикистон, ки инро формулаи (3) нишон медиҳад, ба арзиши 0,7 м дар шабона рӯз меорад, ки ин натиҷа дар мувофиқат ба бузургиҳои миёнаи мушоҳидавӣ мебошад. Формулаи (3), ки ба даст оварад шудааст нишон медихад, ки дар қабати часпакӣ-пластикӣ сураъти қабатҳо бо тарзи қоидаи параболӣ квадратӣ аз тарафи такягоҳ ба қабати сейюми сахт баланд мешавад ва тасдиқ мекунад, ки чуноне ки пирях калон хаст, ҳамон қадар ӯ тезтар ҳаракат мекунад. Дар мавсими тобистон коэффитисенти часпакӣ пастар мешавад ва суръати ҳаракати пирях баландтар мешавад, дар зимистон бошад, –бо тарзимуқобил. Модели «пиряхи гарм» тасдиқ мекунад, ки қабати пастарини обдор дар такягоҳи пирях роли муҳимро иҷро мекунад дар динамикаи умумии ҳаракати пирях. Мувофиқати арзишҳои суръатҳо дар қисматҳои болоитарини пиряхи Федченко, ки тавассути ченкуниҳои саҳроӣ мушоҳида карда шудаанд, ва ононе, ки тавассути ҳисоботи назарияви ба даст оварда шудаанд, ҳамчун тасдиқи қонуниятҳо

маолум оиди ҳоситяҳои пиряххо, нишон медиҳад, ки модели мазкури пешниҳод шуда қобили татбиқ мебошад. Аз таҳқиқот оид ба мавзӯи анҷомдодашуда дар майдонҳои гуногуни минтақаи Помиру Тиёншон, Ҳиндукуш, Олой мебошад хулосаҳои зерин пешниҳод карда мешаванд.

## ХУЛОСА

1.Таҳлили маводҳои аксии фосилавӣ бо ахбороти таҳқиқоти анъанавӣ маълумотиобъективӣ ва босифатро оид ба объектҳо ва ҳодисаҳои гуногуни муҳити табиӣ, аз он ҷумла оид ба вазъи ташаккулёбии яхбандӣ вобаста ба вақту фазо фароҳам меоварад.

2.Дар тамоми минтақаҳои омӯхташуда камшавии яхбандӣ ба амал меояд. Ин ҳодиса, умуман, дар давоми нимаи дуюми асри гузашта андозаҳои зеринро ташкил дод: дар Помир – 30,8%, дар Ҳисору Олой–36,4%, дар ҳавзаи дарёи Панҷ (Афғонистон)–39,4%, дар фуроиши ғарбии қаторкӯҳи Ҳиндукуш ва қисми ғарбии Бадахшони Афғонистон – 55,6% ва дар ҳавзаи пиряхи Федченко – 25,4%.

3.Қисми зиёди пиряхҳо ба раванди аблятсия дучор омада,пояҳои онҳо тамоюли ақибнишинӣ доранд, ки баъзан то 4 км мерасад.

4. Аз тамоми пиряхҳои қабланба харита воридкардашуда микдори зерин пурра нобуд гардидаанд: дар Помир –51, адад Ҳисору Олой –10, адад ҳавзаи дарёи Панҷ – 17 адад, дар хамии ғарбии қаторкӯҳи Ҳиндукуш – 54 адад. Муқаррар гардидааст, ки коҳиш ва тағйирёбиинишон диҳандаҳои яхбандӣ, новобаста аз ҷойгиршавии гипсометрӣ, ташаккулёбиҳои глятсиалӣ ва эспозитсияи доманаҳои қаторкӯҳҳо, ба амал меояд;

5. Натиҷаҳои бадастомада хулосаҳои пешинаи тадқиқотчиёнро тасдиқ мекунанд, ки яхбандӣ дар минтақаи Помиру Тиёншон ва минтақаҳои ҳамсоя боқӣ мондамондаанд.

6. Маълумоти мавҷуда оид ба минтақаи Помиру Тиёншон, инчунин, аз рӯйи дигар минтақаҳои кӯҳӣ-пиряхӣ (Антарктида, Алп, Қафқоз, Ҳимолой, Гренландия, Урали

наздиқутбӣ, Архипелагҳои шимолӣ ва ғ.), нишон медиҳанд, ки ин раванди манфӣ рушди сайёравӣ дорад;

7. Эҳтимол меравад, ки раванди коҳиши яхбандӣ бо тағйирёбии шароити иқлимӣ, вобаста ба афзоиши «асари гармхона» ва таъсири сиклонҳои баҳри миёназаминию атлантикӣ вобаста дониста мешавад;

8. Пешгӯйии вазъи яхбандии муосир аз рӯйи майдонҳои ҷудогона пешакӣ мебошад ва барои баҳодиҳӣ ба коҳиши имконпазири яхбандӣ бароиояндаи наздик маводҳои аксии нави фосилавӣ зарур мебошанд;

9. Вобаста ба таназзули яхбандӣ дар қаламрави Тоҷикистон зарурати гузаронидани мониторинги маҷмаавӣ бо мушоҳидаҳои реҷаи ҳароратии атмосфераҷой дорад, ки баҳодиҳии объективии вазъи яхбандиро бароиояндаи наздик имконпазир мегардонад.

## Руйхати адабиёти истифодашуда

1. Арушанов М.Л., Щетинников А.С. К вопросу о влиянии Индийского муссона на режим ледников Памира. Материалы гляциологических исследований. Вып., – М., 1979, – С.143-150.

2. Бондырев Л.Г. Эволюция некоторых ледников Тянь-Шаня за последнюю четверть века. Материалы гляциологических исследований. Вып. 1, – М., 1961, С.81.

3. Варнакова О.В. Гляциологическое районирование Памира. Материалы гляциологических исследований. Вып. 46, – М., 1983, С.39-52.

4. Варнакова О.В., Рототаева О.В. Общие закономерности размещения и поверхностного режима ледников бассейна реки Сурхоб (Памиро-Алай). Материалы гляциологических исследований. Вып.18, – М., 1978, – С.123-145.

5. Глазырин Г.Е., Щетинников А.С. Состояние оледенения Гиссаро-Алая и возможная его динамика в связи с будущими изменениями климата. Материалы гляциологических исследований. Вып. 90, – М., 2001.

6. Гзовский А.Ф., Носенко Г.А., Цветков Д.Г. Ледники Урала: современное состояние и перспективы эволюции. Материалы гляциологических исследований. Вып. 98, – М., 2005, – С.207-213.

7. Глазырин Г.Е., Финаев А.Ф. Прогноз изменения оледенения гор Западного Таджикистана. Материалы гляциологических исследований. Вып.95, – М., 2003, – С.102-106.

8. Дангельштейд Н.Н. Геологический очерк Северо-Каракульского района на Восточном Памире. В кн.: Труды Таджикско-Памирской экспедиции 1933года. – Л.,1936.

9. Геологический словарь. Под ред. К.Н. Пфаффенгольца и др. Москва (М.): «Недра», 1993, т.1, 488 с.

10. Дильмурадов Н., Соколов Л.Н. Пульсирующие ледники Таджикистана. Изв. АН Тадж.ССР. Отд. физмат, химии, и геологии. – Душанбе, 1983, – С.83-91.

11. Дильмурадов Н. Пульсация ледника Медвежьего на Западном Памире. Докл. АН Тадж.ССР, 1989, том XXI, – № 9, – С.615-616.

12. Давыдович Н.В., Осипова Г.Б. Хроники сокращения гляциосферы: факты и анализ. Материалы гляциологических исследований. Вып. 97, – М., 2004, – С.3-15.

13. Долгушин Л.Д. Пульсирующие ледники. Материалы гляциологических исследований. Хроника обсуждения. Вып. 14, – М., 1968.

14. Десинов Л.В., Иванченко А.С., Котляков В.М., Носенко Г.А. Результаты эксперимента по изучению оледенения Каракорума с борта орбитальной станции «Салют-6». Материалы гляциологических исследований. Вып.42, – М., 1982, – С.18-22.

15.Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Ледники (Природа мира). М: «Мысль», 1989, с. 4-34.

16. Добровольский И.П. Теория подготовки тектонического землетрясения.: «Наука», 1991, 219 с.

17. Кеммерих А.О. Роль ледников в стоке рек Средней Азии. Материалы гляциологических исследований. Хроника обсуждения. Вып.20, – М., 1972.

18. Квачев Л.А. и другие. Колебания ледников Средней Азии. Тр. САРНИГМИ, вып.14, – Л., Гидрометеоиздат, 1974.

19. Кузнецов Н.А. Некоторые результаты гляциологических исследований на леднике ГТП. Тр. САРНИГМИ, вып. 45 (126), – Л., Гидрометеоиздат, 1977.

20. Котляков В.М. Становление и перспективы космической гляциологии. Исследование Земли из космоса. – № 1, 1981, – С.7-15.

21. Енохович А.С. Справочник по физике. М.: «Просвещение», 1978, 415 с.

22. Соколов Л.Н. Движение ледников. В кн.: Коллективная монография “Природа и природные ресурсы. Таджикистан“, Душанбе: «Дониш», 1982, с. 286-289.

23. Котляков В.М., Рототаева О.В., Лебедева И.М. Сомнительные исследования ледников Памиро-Алая. Материалы гляциологических исследований. Вып. 88, – М., 2000.

24. Корженевский Н.Л. Муксу и его ледники. В кн.: Труды гидрометеорологического отд. Среднеазиатского метеорологического института. Т.1, – Ташкент, 1927.

25. Котляков В.М., Кренке А.Н. Нивально-гляциальные системы Памира и Гиссаро-Алая. Материалы гляциологических исследований. Вып.35, – М., 1979, – С.25-33.

26.Корн Г.А., Корн Т.М. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: «Наука», 1977, 832 с.

27. Квачев В.И., Керносов Г.А. Изменчивость современного оледенения Таджикистана. Материалы гляциологических исследований. Вып.64, М., 1988.

28. Кравцова В.И. Картографирование снежности в горах Афганистана с использованием космических съемок. Материалы гляциологических исследований. Вып.67, – М., 1989, – С.44-49.

29. Кравцова В.И. Использование космических снимков в картографировании горного оледенения. Материалы гляциологических исследований. Вып.42, – М., 1982, – С.18-22.

30. Кузнецов Н.А., Квачев В.И. Наблюдения в 1976-1978гг. на леднике Федченко и его притоках. Материалы гляциологических исследований. Вып.42, – М., 1982, – С.160-164.

31. Каримов Ф.Х. Моделирование медленно движущихся и пульсирующих ледников. Вестник Национального университета Таджикистана, Серия естественных наук. Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, Бахши илмҳои табиӣ/, ¼ (168), 2015, с. 260-266.

32. Лебедева И.М., Ларин А.Д. Ледниковая система Афганистана: морфология, климат, массобмен, сток. Материалы гляциологических исследований. Вып.72, – М., 1991, – С.76-87.

33. Лебедева.И.М. Испарение с ледников в Средней Азии. Материалы гляциологических исследований. Вып. 20. – М., 1972, – С. 94-105.

34. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: «Наука», 1988, 736 с.

35. Мусоев З., Дильмурадов Н. Ледники Таджикистана. – Душанбе, 1994, – С. 104с.

37. Майер М. Дистанционное зондирование снега и льда. Материалы гляциологических исследованный. Вып. 42,М., 1982, –с. 213-232.

38. Малхасян У.Г., Рудич К.Н. Изменчивый лик Земли. М.: «Недра», 1987, 140 с.

39. Наливкин Д.В.Обзор геологии Памира и Бадахшана.Тр. ВГРО НКТП СССР.1932, т.11, вып.182.

40.Нарожный Ю.К.,Промов В.В. и др. Возможные тенденции изменение режима ледников и климата высокогорье Алтая до 2010г. Материалы гляциологических исследований. Вып.98.- М. 2005,- с 220-224с

41. Осипова Г.Б., Хромова Т.Е., Цветкова Д.Г. Проблемы исследования горных ледников по материалам космических съемок. Материалы гляциологических исследований. Вып.98, – М., 2005, – С.129-135.

42. Осипова Г.Б., Цветков Д.Г. Ледник Октябрьский, Восточный Памир в 1944-1945гг. Особенности эволюции в стадии восстановления и подвижки. Материалы гляциологических исследований. Вып. 93, – М., 2002.

43. Пильгуй Ю.Н. Состояние оледенения Памира. В сб.: Исследование природной среды космическими средствами. Вып.1, 2004, С.68-78.

44. Пильгуй Ю.Н., Саидов М.С., Состояние оледенения в Таджикистане. Сб. тезисов. Международная конференция по региональному сотрудничеству в бассейнах трансграничных рек. – Душанбе, 2005.

45. Пильгуй Ю.Н. Современный режим оледенения в долине реки Карачукурсу (Китай). В сб.: Исследование природной среды космическими средствами. Вып.2, 2005, – С.93-97.

46. Попов В.И. Литология кайнозойских мелассСредней Азии. Изд-во АН Узб.ССР, – Ташкент, 1954.

47. Пильгуй Ю.Н., Саидов М.С., Хамидов А.Ш., Шакирджанова Г.Н. Ледники Таджикистана в условиях изменения климата. Душанбе: НИЦ Агентства по землеустройству, геодезии и картографии при Правительстве Республики. Таджикистан, 2008, 116 с.

48. Ренгартен В.П. Геологическое строение района Мургаб-Истык на Восточном Памире. В кн.: Труды Таджикско-Памирской экспедиции 1933года. – Л.,1936.

49. Рейман В.Р., Сидоров Л.Ф. О древнем оледенении Юго-Восточного Памира. ДАН СССР, 1962, т.147, № 2.

50. Рототаева О.В. Особенности оледенения Восточного Памира. Материалы гляциологических исследований. Вып.26, – М., 1975.

51. Рототаева О.В. Построение полей высоты границы питания и аккумуляции для ледниковой системы Гиссаро-Алая. Материалы гляциологических исследований. Вып. 35, – М., 1979, – С.33-41.

52. Сапов О.П., Файзиев Р.Р. Основные этапы развития оледенения Юго-Восточного Памира. ДАН АН Тадж.ССР, 1968, т.11.

53. Сапов О.П. К палеографии четвертичного периода Северного Памира. В кн.: Страны и Народы Востока. Вып. 16, – М., 1975.

54. Сидоров Л.Ф., Сапов О.П. Новейшие поднятия Памира и Заалайского хребта и особенности их древних оледенений. Докл. ГО СССР, вып. 16,1970.

55. Сидоров Л.Ф. Признаки ранне четвертичного оледенения Памира. В кн.: Герценовские чтения. География и геология. Л., 1968.

56. Сидоров Л.Ф. Природа Памира в четвертичное время. Изд-во «Наука», Ленинградское отделение. – Л., 1979.

57. Суслов В.Ф. Морфологические особенности и тенденция развития оледенения Северо-Западного Памира. Материалы гляциологических исследований. Вып.1, – М., 1961, – С.78-79.

58. Суслов В.Ф. К вопросу о происхождении долины ледника Федченко. Изв. ГО СССР, Ан Узб.ССР, – Т.6, 1962.

59. Трофимов А.К. Площадь распространения и основные этапы развития четвертичного оледенения Памира и Гиссаро-Алая. Изд-во ВГО, 1968.

60. Тарасов Л.В. Физика в Природе. М.: «Просвещение», 1988, 351 с.

61. Таблицы физических величин. Под ред. И.К. Кикоина. М.: «Атомиздат», 1976, 1009 с.

62. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. Отв. ред. В.В. Федынский. М.: «Недра», 1976, 527 с.

63. Хромова Т.Е., Чернова Л.П. Динамика ледников Евразии на фоне изменения температуры воздуха и осадков в 1976-1995гг. Материалы гляциологических исследований. Вып. 93, – М., 2002.

64. Царов Б.К., Геткер М.И., Пятова Р.Б. Некоторые характеристики режима устойчивости снежного покрова в горах Гиндукуша. Материалы гляциологических исследований. Вып.56, – М., 1986, – С.73-78.

65. Щетинников А.С. Изменение стока с ледников Памиро-Алая при деградации оледенения. Материалы гляциологических исследований. Вып.51, – М., 1984, – С.68-74.

66. Щетинников А.С. Морфология и режим ледников Памиро-Алая. – Ташкент, 1998.

67. Чедия О.К. Доорогенные выравнивания поверхности в горах Средней Азии. «Геоморфология», № 3, 1972.

68. Яблоков А.А. Полвека ледовой вахты. Журнал «Звезда Востока», № 1, – Ташкент, 1984, – С.76-78.

69. Яблоков А.А. Ледяной поток. Метеорология и гидрогеология, №7, 1975, с. 106-107.

70. Encyclopedia of Ice, Snow and Glaciers. Eds. V.P. Singh, P. Singh, U.K. Haritashia. Dordrecht: Springer, 2011, 1253 pp.

71. Bennett M.R., Glasser N.F. Glacial Geology: Ice Sheets and Landforms. 2nd Ed., Chichester: Wiley & Blackwell Ltd. Publication, 2009, 385 pp.

72. Cuffey K.M., Paterson W.S.B. The Physics of Glaciers, 4th Ed. Amsterdam, Boston, Heidelberg…: Elsever, 2010, 702 pp.

73. Hooke R. LeB. Principles of Glacier Mechanics, 2nd Ed., Cambridge: Cambridge University Press, 2005, 429 pp.

74. Nereson, N.A., Raymond, C.F., Waddington, E.D. and Jacobel, R.W. (1998). Migration of the Siple Dome ice divide, West Antarctica. Journal of Glaciology, 44(148), 643–652.

75. Ekström G., Nettles M., Tsai V.C. Seasonality and Increasing Frequency of Greenland Glacial Earthquakes, Science, 311, 5768, 2006, 1756-1758.

76. Raymond, C.F. (1971). Flow in a transverse section of Athabasca Glacier, Alberta, Canada. Journal of Glaciology, 10(58), 55–84.

77. Tsai V.C., Ekström G. Analysis of Glacial Earthquakes, J. Geophys. Res., 112, 2007, F03S22.

78. Walter F., Canassy P.D., Husen S., Clinton J. F. Deep icequakes: What happens at the base of Alpine glaciers? Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 118(3), 2013, pp. 1720-1728.