

ӘӨЖ 551.581

Геогр. ғылымд. канд. М.М. Молдахметов \*  
Геогр. ғылымд. канд. Л.К. Махмудова \*  
Геогр. ғылымд. канд. А.К. Мусина \*

**КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРМЕЛІЛІГІ ЖАҒДАЙЫНДА СЕЛ  
ТАСҚЫНДАРЫНЫҢ ЕСЕПТІК ПАРАМЕТРЛЕРІН АЙҚЫНДАУДА  
ЖАСАНДЫ ЖОЛМЕН СЕЛ ҚАЛЫПТАСТЫРУ  
ЭКСПЕРИМЕНТТЕРІНІҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ ЖАЙЫНДА**

*КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРМЕЛІЛІГІ, СЕЛ ТАСҚЫНДАРЫ, СЕЛ  
ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЭКСПЕРИМЕНТТЕРІ, ЕСЕПТІК  
ПАРАМЕТРЛЕР*

*Мақалада өткен ғасырдың екінші жартысынан бастап жүргізілген сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру эксперименттері сараланып, осындай эксперименттердің климаттың өзгермелілігі жағдайындағы маңыздылығы келтірілген.*

Тәжірибелік зерттеулер бақылау жұмыстарымен қатар, жаратылыстану ғылымының теориялық дамуының негізін құрайды. Тәжірибенің стационарлық бақылаудан ерекшелігі – тәжірибе кезінде бақылаушы процестің табиғи жүрісіне араласа алады, ал мониторинг жүргізу кезінде процесс табиғи жағдайда өтіп, бақылаушы оны өзгерте алмайды. Дегенмен, мониторинг белгілі бір мақсатқа, бақылау тәсіліне ие нақты ұйымдастырылған процесс.

Тәжірибелік әдіс ғылыми таным процесінде кеңінен қолданылады. Тәжірибе зерттеліп отырған процеске белсенді әсер ету арқылы қарапайым бақылауды толықтыра отырып, шындыққа анағұрлым жақын фактілерді, құбылыстар арасындағы эмпирикалық тәуелділіктерді айқындауға және теориялық ұғымдар мен бақылаулар арасында байланыс орнатуға мүмкіндік береді. Өткен ғасырдың екінші жартысынан бастап, тәжірибелік әдістер көп жағдайда іргелі ғылыми зерттеулерде де, қолданбалы зерттеулерде де пайдаланыла бастады. Тәжірибе ғылыми зерттеу кезінде қандай да бір мәселені белсенді, әрі мақсатты түрде зерттеуге мүмкіндік береді.

Сел құбылыстарынан қорғанудың тиімді тәсілдерін жасақтау үшін, сел құбылысының табиғатын барынша толық ашып, оның есептік

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

параметрлерінің жеткілікті деңгейде сенімді анықталуына қол жеткізу қажет. Таулы және тауалды аудандар қарқынды игерілген жағдайда селден қорғану шараларының мәні арта түседі. Бұл мәселенің шешімі, ең алдымен, сел қалыптасу процестері жайлы білім деңгейінің артуы және сел тасқындары сипаттамаларын есептеу әдістерінің жетілдірілу дәрежесі арқылы анықталады.

Сел қалыптастыру ошақтарының адам жетуі қиын жерлерде орналасуы, сел тасқынының кенеттен туындауы, қысқа уақыт аралығында өтетіндігі, сирек қайталанатындығы, әртүрлі табиғи жағдайларда әртүрлі формада және мөлшерде көрініс беруі сел тасқындары жөніндегі білімнің жинақталуын қиындатады. Сондықтан, зерттеушілер сел тасқынының сипаты мен типін тек қана қалыптасқан шөгінділердің құрамы және тасқынның арна мен басқа да нысандарға әсер ету нәтижесі бойынша анықтай алады. Мұндай мәліметтерге сүйене отырып жасалған қорытындылардың сандық сипатына қарағанда, сапалық сипаты айқын болады. Себебі кейде бір сарапшы жасаған қорытынды екінші бір сарапшының жасаған тұжырымына қайшы келіп жатады. Сел тасқындарының қалдырған іздерін зертеу барысында алынған нақты нәтижелер сел процестері жайлы әртүрлі гипотеза жасауға негіз болғанымен, құбылыстың нақты теориясын жасауға жеткіліксіз. Ал сенімді мәліметтер тек эксперимент негізінде ғана алынады, оған өткен ғасырдың 70 жылдары Ю.Б. Виноградовтың басшылығымен жүзеге асырылған жасанды жолмен сел қалыптастыру эксперименттері дәлел бола алады [3, 6, 7, 8, 9].

Сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру эксперименттері селдің қалыптасу механизмін зерттеуге, тасқынның гидравликалық параметрлері арасындағы тәуелділікті айқындауға, олардың инженерлік имараттарға әсер ету сипатын анықтауға және басқа да бірқатар мәселелер бойынша танымдық түсінік қалыптастыруға мүмкіндік берді.

Өткен ғасырдың 40 жж. соңына қарай зерттеушілердің сел тасқынын «пробиркада өсіруге» болмайтындығына көздері жетті. Сол кезеңде негізделген сел қалыптасуының «гидрологиялық» тұжырымдамасы сел табиғатына қатысты көптеген сұрақтарға жауап бере алмады. Ал су тасқындарының негізгі сипаттамаларын анықтауға арналған есептік формулаларды сел тасқынын есептеуге қолданудың негізсіз екендігі дәлелденді [2].

Өткен ғасырдың II жартысында Қазақ гидрометеорологиялық ғылыми-зерттеу институтының (ҚазГМҒЗИ) қызметкерлері Алматы маңындағы Шынбұлақ жылғасының арнасында қолда бар формулалардың тасқын жылдамдығын есептеуге жарамдылығын тәжірибе жүзінде тексеріп көру үшін, қысқа уақытта өтетін су тасқындарын жасанды жолмен қалыптастырды. Су жіберу көлемі  $400 \text{ м}^3$ , ал су тасқынының ең жоғары өтімі  $10 \text{ м}^3/\text{с}$  аспады. Арнаның тәжірибелік учаскедегі еңістігінің жеткіліксіздігі (0,16) және түпкі тау жыныстарының жер бетіне шығып жатуы су тасқынының қатты материалдармен (тығыздығы  $1100...1200 \text{ кг}/\text{м}^3$ ) толысу дәрежесін төмендетті [4]. Дегенмен, селдің жүріп өтуі мен оның іздерін зертеуге бағытталған бақылаулар нәтижесінде алынған мәліметтерді талдау ҚазГМҒЗИ селтанушыларына Іле Алатауындағы сел құбылыстарының табиғатына деген көзқарастарды қайта қарастыруды талап ететін селдердің қалыптасуы мен динамикасы жайлы бірқатар қорытынды жасауға мүмкіндік берді. Мысалы, селдің қалыптасуы кезінде беткейлерде орналасқан бос сынықты материалдарға қарағанда арналық шөгінділердің басым болатындығы бұрын қалыптасқан пікірге қарама-қайшы келетін қағидат ұсынылып, негізделді. Сел тасқындары мен осы селді қалыптастыратын су өтімдерінің мәліметтерін салыстыра отырып талдау барысында сел массасының тығыздығы анағұрлым жоғары (есептеулерде қабылданатыннан басқа) болатындығы жөнінде, сондай-ақ тасқынға ілесетін бос сынықты материалдардың ылғалдылығын ескерудің қажеттілігі жөнінде қорытынды жасалды. Сел тасқынының өтімін есептеуге арналған формулалар ұсынылды [5].

Сонымен, алғаш рет жүргізілген эксперименттер сел тасқындарын табиғи арналарда жасанды жолмен қалыптастыруға болатындығын дәлелдеп қана қоймай, сонымен қатар оларды жүргізу біліктілік дағдыларын меңгеруге және бірқатар практикалық мәселелерді шешуге мүмкіндік беретінін нақтылады. Тәжірибе барысында жасақталған селеметриялық аспаптар сыналды, тасқынның гидравликалық параметрлерінің мәндері алынды, кедір-бұдырлық коэффициенті анықталды. Тәжірибе нәтижелері сел тасқынын олардың қалдырған іздері бойынша зерттеу әдісін жасақтау кезінде пайдаланылды [10].

Жасалған тәжірибелердің кемшілігі ретінде жасанды сел жүргізілген учаскенің еңістігі жеткіліксіз болғандығын, сел процесінің кеңістіктік және уақыттық дамуының шектеулілігін, «сел ошақтарының» жасандылығын атауға болады [4].

Сел тасқындары жасанды жолмен қалыптастырылған Шымбұлақ полигонындағы тәжірибелер тек қуаты аз селдік су тасқындарын туындатуға мүмкіндік берді. Лайлы-тасты сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру үшін, көлемі ондаған мың м<sup>3</sup> құрайтын су қоймасының, тәжірибе жасаушыларға алдын-ала жобаланған су өтімдерін жіберіп тұруға мүмкіндік беретін су жіберу жүйесінің болуы шарт және сел қалыптастырушы грунттардың қорына бай сел ошақтары бар жаңа полигон іздестіру қажет болды [10]. Селді жасанды жолмен табиғи сел ошағында қалыптастыруға мүмкіндік беретін кең ауқымды тәжірибе қажет болды. ҚазГМҒЗИ сел тасқындары бөлімінің мамандары 1969...1970 жж. аэрофотосуреттерді бажайлау кезінде мұндай ошақтың Алматы қаласынан батысқа қарай 60 км жердегі Шамалған өзенінің бастауы маңында 2644...2900 м биіктік аралығында орналасқандығын анықтады. Осы ірі сел жырғысының параметрлері келесі шамалармен сипатталады: бас ошақ ұзындығы – 930 м, жоғарғы жиегі бойынша алынған орташа ені – 95 м, орташа тереңдігі – 45 м. Жырғының жоғарғы жағындағы көне морена кертпешінде бос көл қазаншұңқыры айқын байқалады. Осы сел ошағының қалыптасуына және қуатты сел тасқынының жүріп өтуіне аталған көлдің ақтарылуы септігін тигізуі мүмкін [2]. 1972 ж. 2900 м биіктікте орналасқан көне мореналық көлтәрізді ойысты тұйықтайтын бөгет салынды. Бөгеттің су ағызғыш бөлігінің құрамында сел ошағына өтімі 80...100 м<sup>3</sup>/с құрайтын суды жіберіп тұруды қамтамасыз ететін дроссельдік типтегі екі ярусты жапқыш жүйесі болды. Шамалған полигонында 1972 ж. тамыз айында ең алғашқы тәжірибе өтті. Және 1978 ж. дейін селтанушылар сел жөнінде бұрынырақ қалыптасқан білімді тәжірибе жүзінде нақтылау мақсатында, тасқынның қалыптасу механизмі мен кинематикасы жөніндегі жаңа гипотезаларды тексеру үшін, жаңа селеметриялық аспаптарды және құлақтандыру жүйесін сынау үшін тағы да төрт рет жиналған болатын.

Тәжірибе кезінде сел тасқынының қатты және сұйық құраушыларының қатынасына баса назар аударылды. Ол үшін полигондағы сел жырғысының, арнасының және ысырынды алаңның сипатты учаскелерінде 104 геодезиялық көлденең қимадан тұратын жүйе жасалды. Көлденең қималардың арасындағы орташа қашықтық жырғыларда 30 м, ал ысырынды алаңдарында 100 м аралықты қамтыды. Көлденең қималарды нивелирлеу деректері бойынша сел тасқыны жүріп өткенге дейінгі және кейінгі әрбір жекелеген учаскедегі тасқынға іліккен немесе шөккен селдің қатты құраушыларының мөлшері бағаланды. Су

құраушысының көлемі су қоймасынан жіберілген су өтімінің және грунттардың ылғалдылығының мәндері арқылы анықталды. Сел тасқынының құрамындағы арналық су көлемі жалпы су көлемінің 1 % кем болғандықтан, оның көлемі ескерілмеді.

Ал 1972 және 1973 жж. жүргізілген тәжірибелерде тасқынның сұйық және қатты фазаларының көлемі жөніндегі мәліметтер бойынша есептелген сел жүрген кездегі сел қоспасының орташа тығыздығы, сәйкесінше, 2070 және 2040 кг/м<sup>3</sup> құрады [10]. Тасқынның жекелеген жалдарында сел қоспасының тығыздығы орташа мәннен айтарлықтай жоғары болды.

1978 ж. жүргізілген тәжірибеде сел қоспасының орташа тығыздығы 2000 кг/м<sup>3</sup> кем болды, ал селдің басы өткен кейінгі қоспаның тығыздығы 2300 кг/м<sup>3</sup> жуық болды. Осы мәліметтердің нәтижесінде арна қалыптастырушы мәннен асып түсетін өтімге ие су ағынының еңістігі 0,3 кем болмайтын сел жырғының бос жыныстарымен әрекеттесуі тығыздығы жоғары сел қоспасының қалыптасуына алып келетіндігі дәлелденді. Тәжірибе мәліметтерін талдау барысында ҚазГМҒЗИ мамандары мынадай тұжырым жасады: «Осы ауданның геоморфологиялық жағдайы мен тау жыныстарының физикалық механикалық қасиеттері Іле Алатауының солтүстік беткейінің барлық орталық бөлігіне тән болғандықтан, тәжірибе нәтижелері Іле Алатауы жағдайында жаңбырлы және ақтарылушы су тасқындары тасқын құрамындағы мөлшері 40 % аспайтын қатты материалдардың сумен тасымалдану процесі түріндегі тек турбулентті (III Бүкілодақтық сел конференциясының терминологиясы бойынша) деп аталатын селдерді қалыптастыра алады деген кең таралған пікірді жоққа шығарады...».

Шамалған полигонындағы тәжірибелер селеметриялық аспаптар мен құрылғыларды және сел қаупін құлақтандырудың әртүрлі жүйелерін сынақтан өткізуге мүмкіндік жасады.

Тәжірибелік зерттеулер сел құбылыстары жайлы білімді айтарлықтай молайтып, әртүрлі әдістемелік құжаттар, сел процесінің теориялық мәселелері, селден қорғану шаралары жайлы нұсқаулықтар жасақтаудың негізі болды.

Кейінірек сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру эксперименттері 1991 және 2003 жж. «Қазселденқорғау» ММ басшылығымен аталған Шамалған өзені алабында екі рет жүзеге асырылды. Бұл зерттеу тәжірибелерінің мақсаты да алдыңғы жүргізілген

тәжірибелердегідей сел табиғатын айқындаумен қатар, сел тасқындарының есептік сипаттамаларын алуға арналды және де осы есептік сипаттамаларды сел жүріп жатқан уақытта тіркеуге арналған арнайы құрылғыларды сынақтан өткізуге бағытталды.

Климаттың ғаламдық өзгеруіне байланысты 20 ғ. соңғы онжылдығы мен 21 ғ. бірінші онжылдығында Қазақстанның шығыс, оңтүстік-шығыс және оңтүстік таулы аудандарында сел әрекеттілігінің артатындығы жайлы болжамдар бірқатар әдебиет көздерінде жарияланып жүр [1, 11]. Өткен ғасырда Қазақстанның таулы аудандарында салынған селден қорғану имараттары климаттың стационарлығына негізделіп, жобаланды. Ал, климаттың ғаламдық өзгермелілігі селден қорғану имараттарын жобалауға, тұрғызуға және пайдалануға гидрологиялық тұрғыдан негіз болатын есептік параметрлерді қайта қарастыруды қажет етіп отыр. Сол себепті сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру эксперименттерін кезекті уақытын кейінге ысырмай, дер кезінде жүргізіп отыру қажет.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баймагамбетов Б.О., Яфязова Р.К. К адаптации стратегии защиты от селей в условиях глобального потепления. // Вестник КазНТУ. – 2008. – №5(68). – С. 21-25.
2. Баймолдаев Т.А., Виноходов В.Н. «Казселезащита» – оперативные меры до и после стихии. – Алматы: Изд-во «Бастау», 2007. – 284 с.
3. Виноградов Ю.Б. Искусственное воспроизведение селевых потоков на экспериментальном полигоне в бассейне р. Чемолган. // Селевые потоки. – 1976. – № 1. – С. 3-6.
4. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 143 с.
5. Киренская Т.Л., Мочалов В.П., Раушенбах И.О. Исследование селевых потоков в КазНИИ // Труды КазНИИ Госкомгидромета. – 1982. – Вып. 81. – С. 70-83.
6. Киренская Т.Л., Степанова Т.С., Балабаев Ф.Г. «Чемолган-78» // Селевые потоки. – 1978 – № 3. – С. 86-92.
7. Степанова Т.С., Хонин Р.В., Кржечковская Н.И, Хайдаров А.Х. Результаты эксперимента по воспроизведению селевого потока в бассейне р. Чемолган в 1976 г. // Селевые потоки. – 1978. – № 3. – С. 86-92.

8. Хонин Р.В., Керемкулов В.А., Мочалов В.П. Третий эксперимент по искусственному воспроизведению грязекаменного протока. // Селевые потоки. – 1977. – №2. – С. 57-63.
9. Хонин Р.В., Мочалов В.П., Земс А.Э. Экспериментальный полигон в бассейне р. Чемолган и история его создания. // Селевые потоки. – 1976. – №1. – С. 7-24.
10. Цукерман И.Г. Экспериментальные исследования селей // Труды КазНИИ Госкомгидромета. – 1982. – Вып. 81. – С. 84-97.
11. Яфязова Р.К. Глобальное потепление климата и селевая активность. Проблемы адаптации. // Гидрометеорология и экология. – 2001. – №3-4. – С. 97-106.

Поступила 16.01.2014

Канд. геогр. наук	М.М. Молдахметов
Канд. геогр. наук	Л.К. Махмудова
Канд. геогр. наук	А.К. Мусина

### **О ЗНАЧИМОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ КЛИМАТА**

*В статье проанализированы экспериментальные исследования воспроизведения искусственных селевых потоков, начиная со второй половины прошлого столетия, и значимость проведения таких экспериментов в условиях нестационарности климата.*