

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

5-2025
TABIY FANLAR

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

KIMYO

C.Ш.Кабиров, М.Б.Холиков

Технологические методы переработки фруктов и овощей 226

B.K.Boboyev, N.N.Yusupova

Yangi O'zbekistonda chorvachilikni innovatsion texnologiyalar asosida rivojlantirish istiqbollari 230

S.S.Toyirov

O'zbekiston qishloq xo'jaligining texnika bilan ta'minlash va undagi dastlabki muammolar 233

M.A.Mirzayeva, N.I.Teshaboyev, M.Z.Mamadaliyev

Pomidor o'simligining biologik xususiyatlarini o'rganish 237

I.I.Musayev, A.T.Turdaliyev, A.A.Ahmadjonov, Y.H.Muhammadov

Och tusli bo'z tuproqlar unumdorligi va ularda uzum hosildorligi 241

S.X.Zakirova, Z.M.RajavaliyevaFarg'ona viloyatining eskidan sug'orilgan tipik bo'z tuproqlari va malboro navli malina (*Rubus idaeus*) yetishtirish 246

GEOGRAFIYA

X.S.Mirzaaxmedov

Farg'ona iqtisodiy rayoni investitsion muhiti (iqtisodiy geografik tahlil) 253

D.A.Toymbayeva

Shamollarni o'rganish va tadqiq etishda geoaxborot tizimlari (Sirdaryo viloyati hududida misolida) 262

Sh.X.Turdiboyeva

Qadamjoylar va ziyoratgohlarda turizm va rekreatsiyani rivojlantirish istiqbollari (Farg'ona vodiysi misolida) 267

I.I.Muxitdinov

Kriminogen vaziyatni shakllantiruvchi omillar va ularning tasnifi (Farg'ona viloyati misolida) 273

R.T.Pirnazarov

O'rta Osiyo to'g'onli ko'llarining suv toshqini xavfini genetik-geomorfologik baholash asoslari 278

K.Khamraev

Territorial organization and development prospects of the food industry in Samarkand region 285

EKOLOGIYA

H.P.Zakirova, M.K.Yuldashov

Инновационная "Проблемная" технология в образовании: применение на уроках экологии 290

N.R.Alimkulov, Sh.G.Qarshiboyeva, G'.D.Jangirov

Iqlim o'zgarishi sharoitida Mirzacho'l litogen va gidroiqlimiy muhitining agrolandshaftlar shakllanishidagi o'rni 294

ILMIY AXBOROT

M.Y.Sultonov

Tarixiy xotira va ma'naviy meros: Sharq mamlakatlari tajribasi 302

M.U.Mahmudov*Rhynococris iracundus* (Heteroptera: Reduviidae) turining Farg'ona vodiysida tarqalishi va biologik kurashdagi o'rni 306

ILMIY AXBOROT

M.X.Akbarova, D.Sultonov, Z.A.Yusupova, N.S.Salimova, F.F.MahmudovHayotini ilm-fan va ta'limga bag'ishlagan fidoyi olim, mehribon ustoz (*Valijon Mahmudov tavalludining 75 yilligiga bag'ishlanadi*) 302



UO'K: 551.4:551.48:504.064.4(575)

O'RTA OSIYO TO'G'ONLI KO'LLARINING SUV TOSHQINI XAVFINI GENETIK-GEOMORFOLOGIK BAHOLASH ASOSLARI**ГЕНЕТИКО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ОЦЕНКИ РИСКА НАВОДНЕНИЙ ЗАВАЛЬНЫХ ОЗЕР В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ****A GENETIC-GEOMORPHOLOGICAL FRAMEWORK FOR FLOOD RISK ASSESSMENT OF LANDSLIDE-DAMMED LAKES IN CENTRAL ASIA****Pirnazarov Ravshan Topvoldiyevich** 

Farg'ona davlat universiteti Geografiya kafedrasi dotsenti, geografiya fanlari nomzodi

Annotatsiya

Tog'li hududlarda keng tarqalgan to'g'onli ko'llar halokatli suv toshqinlarining eng muhim tabiiy manbalaridan biridir. Ularning to'g'onlarining buzilishi va xavflilik darajasini prognoz qilish ko'ishunoslikning eng muhim vazifalaridan biri sanaladi. Ushbu maqolada to'g'onli ko'llarning xavfini baholashga yondashuvlar to'g'onning genetik turi va uning gidrodinamik hamda seysmik jarayonlarga nisbatan barqarorligi o'rtasidagi to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlikni o'rnatish orqali o'rganiladi.

O'rta Osiyodagi regional ma'lumotlar (Sarez, Sari-Chelek, Iskandarko'l ko'llari) hamda Scopus ma'lumotlar bazasidagi zamonaviy global geomorfologik barqarorlik indeksleri (SI, DBI, HDSI) tahliliga asoslanib, uch toifali xavf tasnifi taklif etiladi. Unga ko'ra, muzlik (morena) yadroli glyatsiogen to'g'onlar payping (suv oqishi orqali emirilish, suffoziya) va termal degradatsiya jarayonlariga moyilligi sababli eng yuqori xavf toifasiga kiritilgan. Gravitatsion (ko'chki) to'g'onlar, garchi katta hajmga ega bo'lsa-da, ularning barqarorligi to'g'on hajmining suv yig'ish maydoniga nisbati asosida baholanishi talab etiladi. Taqdim etilgan genetik-geomorfologik asos operativ ma'lumotlar tanqisligi sharoitida sel xavfini kamaytirish bo'yicha ilmiy asoslangan, ustuvor chora-tadbirlarni ishlab chiqishga imkon beradi.

Аннотация

В горных районах широко распространены завальные озера, которые являются одним из наиболее значимых природных источников катастрофических наводнений. Прогнозирование разрушения их плотин и определение уровня опасности представляют собой одну из важнейших задач лимнологии. В данной статье систематизированы подходы к оценке риска завальных озер путем установления прямой зависимости между генетическим типом плотины и ее устойчивостью к гидродинамическим и сейсмическим процессам.

На основе анализа региональных данных по Средней Азии (озера Сarez, Сары-Челек, Исскандеркуль), а также современных глобальных геоморфологических индексов устойчивости (SI, DBI, HDSI) из базы данных Scopus, предложена трехкатегорийная классификация риска. Согласно этой классификации, гляциогенные плотины (моренные ядра) отнесены к категории наивысшего риска из-за их подверженности процессам пайпинга (сuffoзионного размыва) и термической деградации. Гравитационные плотины (обвально-оползневые), несмотря на их большие размеры, требуют оценки устойчивости на основе соотношения объема плотины к площади водосбора. Представленная генетико-геоморфологическая основа позволяет разрабатывать научно обоснованные, приоритетные меры по снижению селевой опасности в условиях дефицита оперативных данных.

Abstract

Landslide-dammed lakes are widespread in mountainous regions and represent one of the most significant natural sources of catastrophic flooding. Forecasting the potential failure of their dams and determining the level of hazard are among the most crucial tasks in limnology. This article systematizes approaches to flood risk assessment for dammed lakes by establishing a direct correlation between the genetic type of the dam and its stability against hydrodynamic and seismic processes.

Based on an analysis of regional data from Central Asia (Sarez, Sary-Chelek, and Iskanderkul lakes) and contemporary global geomorphological stability indices (SI, DBI, HDSI) from the Scopus database, a three-category risk classification is proposed. According to this classification, glaciogenic dams (moraine cores) are assigned to the highest risk category due to their susceptibility to piping (suffosion washout/internal erosion) and thermal degradation. Gravitational dams (rockslide-landslide dams), despite their large size, require stability assessment based on the ratio of the dam volume to the watershed area. The presented genetic-geomorphological framework allows for the development of scientifically sound, priority measures for mudflow hazard mitigation even under conditions of scarce operational data.

Kalit so'zlar: to'g'on, qulama to'g'on, to'g'onli ko'llar, genetik tasnif, barqarorlik, geomorfologik indeks, suv toshqini xavfi, O'rta Osiyo, glyatsiogen ko'llar.

GEOGRAFIYA

Ключевые слова: плотина, завальная плотина, завальные озера, генетическая классификация, устойчивость, геоморфологический индекс, риск наводнений, Средняя Азия, гляциогенные озера.

Key words: dam, landslide dam, dammed lakes, genetic classification, stability, geomorphological index, flood risk, Central Asia, glaciogenic lakes.

KIRISH

Yuqori tektonik va seysmik faollik, shuningdek, sezilarli zamonaviy va qadimgi muzliklari bilan ajralib turadigan O'rta Osiyoning tog'li hududlari to'g'onli ko'llar hosil bo'lishining mintaqaviy markazi hisoblanadi. Daryo vodiylarining tabiiy to'g'onlar (ko'chkilar, surilmalar, morenalar, muzliklar) bilan to'silishi natijasida shakllanadigan bu suv havzalari halokatli sel toshqinlarining asosiy manbai bo'lib xizmat qiladi. Mintaqa hududida, jumladan O'zbekistonga ta'sir ko'rsatadigan suv havzalarida, 300 dan ortiq shunday ko'llar mavjud bo'lib, ular orasida Sarez ko'li (Murg'ob daryosi havzasi), Sari-Chelek (Qorasuv daryosi havzasi) va Qurbonko'l (Ko'ksuv daryosi havzasi) kabi eng yirik va potentsial xavfli ob'ektlar mavjud [9].

Tarixiy tajriba shuni ko'rsatadiki, mintaqada ko'l to'g'onlarining buzilishi kam uchraydigan hodisa emas. Faqatgina Tojikiston va Qirg'izistonda XX asrning o'rtalaridan boshlab 70 dan ortiq ko'l to'g'onlarining buzilish holatlari qayd etilgan [8, 11, 12]. So'ngi yillarda Farg'ona vodiysidagi Isfayramsoy (1928, 1966, 1977-yy.) va Shohimardonsoy (1998-y.) daryolari havzalarida ro'y bergan suv toshqinlarining halokatli oqibatlari mazkur hodisalarni prognozlash va ko'l to'g'onlarini buzilish xavfini baholashning ilmiy asoslangan usullarini ishlab chiqishga bo'lgan ehtiyojni ortishiga olib keldi [9]. Shu maqsadda, mazkur maqolada O'rta Osiyo sharoitida to'g'onli ko'llar suv toshqini xavfini baholash uchun ularning genetik tasnifini zamonaviy miqdoriy barqarorlik ko'rsatkichlari bilan integratsiyalash orqali metodologik asosni ishlab chiqish asosiy maqsad sifatida belgilandi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

O'rta Osiyo tog'li hududlarida joylashgan to'g'onli ko'llar, ayniqsa glyatsiogen (muzlik) kelib chiqishli ko'llar mintaqaviy gidrologik xavfsizlik masalasida muhim o'rin tutadi. Ushbu ko'llarning geografik tarqalishi va ularning xavflilik darajasini baholash borasidagi ilk ilmiy tadqiqotlar o'tgan asrning o'rtalaridan boshlangan.

O'rta Osiyodagi to'g'onli ko'llarning geografik tarqalishi masalalariga doir fundamental ilmiy qarashlar L.A.Molchanov (1929), S.D.Muraveyskiy (1960), V.N.Reyzvix va A.M.Nikitin (1968), shuningdek A.M.Nikitin (1987) kabi olimlarning asarlarida uchraydi.

Glyatsiogen ko'llarning bevosita xavfsizligi masalalari hamda ularni gidrologik va geomorfologik nuqtai nazardan dala sharoitida tadqiq etish natijalari R.A.Usubaliyev va S.A.Yeroxin (2007) tadqiqotlarida atroflicha yoritilgan bo'lib, bu ishlar keyingi monitoring va prognoz ishlari uchun asos bo'lib xizmat qilgan. O'zbekiston Respublikasi hududiga ta'sir etuvchi ko'llar borasida ham muhim ma'lumotlar to'plangan. O'zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot instituti (GMITI) xodimlari tomonidan 278 ta glyatsiogen ko'l ro'yxatga olingan bo'lib, ularning 77 tasi Isfayramsoy daryosi havzasiga to'g'ri keladi.

So'nggi yillarda to'g'onli ko'llar, ayniqsa qulama to'g'onlari xavfini baholashda xalqaro ilmiy jamoatchilik, xususan Scopus bazasida e'tirof etilgan tadqiqotlar muhim nazariy va amaliy asos yaratmoqda. Bu tadqiqotlar ko'l to'g'onining genetik turi va uning gidrodinamik hamda seysmik jarayonlarga nisbatan barqarorligi o'rtasidagi bevosita bog'liqlikni o'rnatishga qaratilgan.

Global miqyosda amalga oshirilgan yirik qulama to'g'onlar bo'yicha statistik tahlillar shuni ko'rsatadiki, to'g'onlarning hajmi va shakli kabi statistik xususiyatlari [13, 15] ularning barqarorligini baholashda asosiy parametr hisoblanadi. Geomorfologik xususiyatlarning diskriminant tahlili to'g'onlarning turg'unligini prognoz qilishda muhim o'rin tutadi.

Ayrim tadqiqotlarda [14, 18] qulama to'g'onlarining barqarorlik mexanizmlari va ularning buzilish usullarini tahlil qilishga e'tibor qaratmoqda. Bu erda to'g'on tanasining ichki barqarorligini tahlil qilish usullari [17] ham muhim ilmiy echim hisoblanadi.

Hozirgi kunda to'g'onlarning buzilishi natijasida yuzaga keladigan suv toshqini xavfini baholashda miqdoriy usullar [22] va ta'sir diagrammalaridan foydalanish [21] faol rivojlanmoqda. Bu yondashuvlar to'g'on yorilishi xavfini prognoz qilish va qaror qabul qilish jarayonlarini ilmiy asoslashga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, O'rta Osiyodagi glyatsiogen ko'llar bo'yicha mahalliy tadqiqotchilar tomonidan to'plangan boy ma'lumotlar xalqaro miqyosda e'tirof etilgan, ayniqsa geomorfologik

xususiyatlar, barqarorlik ko'rsatkichlari va miqdoriy xavfni baholashga asoslangan zamonaviy metodologiyalar bilan boyitilishi ko'llar xavfsizligini yanada aniq va samarali boshqarish imkonini beradi.

NATIJA VA MUHOKAMA

Tabiiy to'g'onlarning barqarorligini baholashning murakkabligi ularning shakllanishi va evolyutsiyasining ko'p omilliligi bilan bog'liq. Barqarorlik vodiyniing geomorfologik parametrlari, to'g'on materialining xususiyatlari va gidrologik rejimning murakkab o'zaro ta'siri bilan tartibga solinadi [14]. So'ngi yillarda muhandislik geologiyasi va limnologiya sohasida olib borilayotgan zamonaviy tadqiqotlar xavfni tezkor baholash uchun miqdoriy indekslarni (geomorfologik barqarorlik indekslari) ishlab chiqishga qaratilmoqda [13, 15, 19].

Genezis to'g'onning fizik-mexanik xususiyatlari diapazonini va, demak, uning buzilishining eng ehtimoliy mexanizmini belgilaydigan asosiy, birinchi darajali omil sifatida qaralishini taqozo etadi. To'g'onli ko'llar to'g'onlarning shakllanish turiga ko'ra tasniflanadi. Mintaqaviy tadqiqotlarda taklif qilingan [6, 9] va ushbu ishning maqsadidan kelib chiqib, ularni uchta asosiy guruhga ajratish mumkin: glyatsiogen (muzlik hosil qilgan), gravitatsion (tortishish kuchiga bog'liq) va tektonik (qulama). To'g'onning genezisi uning asosiy xususiyatlarini, xususan, materiali, ichki tuzilishi, hajm va g'ovakligini belgilaydi va ular o'z navbatida barqarorlik tenglamalaridagi asosiy parametrlar hisoblanadi.

Glyatsiogen to'g'onlar (morena va muzlik ko'llari) muzliklar faoliyati natijasida shakllanadi. Morena to'g'onlari (mintaqa ko'llarining 50,48%, umumiy suv hajmining 4,12% [9]) bo'sh morenalardan tarkib topgan bo'lib, bir qator tadqiqotchilarning fikriga ko'ra, eng katta bevosita xavfni ifodalaydi [6, 9]. Ularning xavfliligidagi asosiy omil — to'g'on tanasida muz yadroning (ko'p yillik muzlik) mavjudligidir. Issiqlik ta'sirida yoki iliq suvning filtrlanib o'tishi natijasida bu yadroning erishi ichki bo'shliqlar va kanallar hosil qiladi, bu esa paypingga (suffoziya) va natijada to'g'onning to'satdan qulashiga olib keladi [17]. Bundan tashqari, morenalar yuqori g'ovaklik va zaif bog'lanishga ega bo'lib, suv to'g'on ustidan oqib o'tganda (trigerr mexanizmi) eroziyaga o'ta moyil bo'ladi. Shunga o'xshash hodisa 1998-yilda Shohimardonsoy havzasidagi Qora-Qoziq ko'lida ro'y bergan [10].

Muzlik to'g'onlari (mintaqa ko'llarining 37,78%, umumiy suv hajmining 0,48% [9]). Ular ko'proq muzlik tanasi bilan daryo vodiysining to'silishi natijasida hosil bo'ladi (to'siqli muzlik ko'llari, masalan, Mertsbaxer ko'li). Shuningdek, ba'zan, muzlik tanasida va muzlik sirtida ham kichikroq ko'llar paydo bo'lishi mumkin. Muzlik ko'llari to'g'onining yorilish xavfi muzlikning tez degradatsiyasi va uning ichida yoki ostida suv chiqarish kanallarining hosil bo'lishi bilan bog'liq. Bu ko'llar yuqori dinamik, ko'pincha mavsumiy, suv toshqini manbai hisoblanadi [12].

Gravitatsion (ko'chki) to'g'onlar tog' jinslarining massiv tushishi (qulash, surilma, tosh-qor ko'chkilari) va daryo vodiylarini to'sib qo'yishi natijasida hosil bo'ladi. Ko'chki to'g'onlari ko'pincha kattaroq bo'lakli, ba'zan morenalarga nisbatan barqaror materiallardan iborat bo'ladi. Biroq ularning barqarorligi to'g'on hajmi (V_d) va suv yig'ish maydoni (A_c) ga bog'liq [16, 19]. Bu turdagi to'g'onlarning xavflilik darajasi bir qancha omillarga bog'liq. Xususan, ko'l kosasining qisqa vaqt ichida suv massasiga halokatli darajada to'lib ketish; qor (muzliklar)ning keskin erishi va intensiv jala yog'ishi natijasida ko'lga quyilayotgan suv oqimining sezilarli darajada ortishi; katta suv yig'ish maydoniga ega daryo o'zanida kichik hajmdagi to'g'onning paydo bo'lishi va boshqalar. Ko'p hollarda suvning to'g'on ustidan oqib o'tishi (trigger) regressiv eroziyaga va o'zanning jadal yuvilishiga olib keladi, bu esa tez va halokatli sel toshqinlariga sabab bo'ladi [18]. Zilzila va tektonik jarayonlar ham bu turdagi to'g'onlarning mustahkamligiga jiddiy ta'sir ko'rsatib, qulashlarga (dunyodagi qulashlarning 58% [13]) va mavjud to'g'onlarning beqarorlashuviga sabab bo'ladi. Sarez ko'li, Yashilko'l, Sari-Chelek — yirik seysmogen qulashlar natijasida hosil bo'lgan ko'llardir [6, 9].

To'g'onli ko'llarni genetik baholashdan miqdoriy xavfni baholashga o'tish uchun genetik omillarni jahon amaliyotida faol qo'llaniladigan empirik geomorfologik barqarorlik indekslari bilan integratsiyalash zarur [13, 14, 19].

Xalqaro tadqiqotlar to'g'on va suv yig'ish havzasining geometriyasini to'g'onni yorilish prognozi bilan bog'laydigan bir qator indekslarni ishlab chiqqan. Quyida ular borasida qisqacha so'z yuritamiz:

GEOGRAFIYA

Barqarorlik indeksi (Stability Index, SI) / Vodiy blokirovkalash indeksi (Valley Blocking Index, VBI). Barqarorlik indeksi (Stability Index, SI) va Vodiy blokirovkalash indeksi (Valley Blocking Index, VBI) - bular ko'chki to'g'onining qanchalik beqaror ekanligini va qulash ehtimolini tezda baholash uchun geologik xavfni baholashda ishlatiladigan muhim empirik indekslar hisoblanadi. Ular, asosan, ko'chki to'g'onining geomorfik xususiyatlarini, ya'ni uning shakli va atrofdagi vodiya nisbatan kattaligini hisobga oladi.

Barqarorlik indeksi (*Stability Index, SI*). Barqarorlik indeksi to'g'onning o'zi va u to'sib qo'ygan ko'lning xususiyatlariga asoslanib, uning qanchalik uzoq turishini (barqarorligini) bashorat qilish uchun ishlatiladi. Barqarorlik indeksi (*SI*), odatda, to'g'onning buzilishga chidamliligini (ko'chki materiali) uning ustidan suvning oshib o'tishiga olib keladigan gidrologik kuchlanish (ko'l hajmi) ga solishtirishga asoslanadi. Barqarorlik indeksi (*SI*) uchun ishlatiladigan formulalar turli tadqiqotchilar tomonidan bir-biridan farq qiladi, lekin ko'pincha quyidagi parametrlarni o'z ichiga oladi:

- V_d (*Dam Volume*) - to'g'on materiali hajmi (m^3). To'g'on qancha katta bo'lsa, chidamliligi shuncha yuqori;

- V_l (*Lake Volume*) - to'g'on bilan to'silgan ko'lning maksimal suv hajmi (m^3). Ko'l qancha katta bo'lsa, toshqin va buzilish xavfi shuncha yuqori.

Umumiy ifoda shakli quyidagicha:

$$SI \approx \frac{V_d}{V_l}$$

Bu erda: agar *SI* katta ($SI > 1$) bo'lsa - to'g'on ko'l hajmidan katta, shuning uchun buzilish ehtimoli past (barqaror); agar *SI* kichik ($SI < 1$) bo'lsa - ko'l hajmi to'g'on hajmidan katta, shuning uchun buzilish ehtimoli yuqori (beqaror), degan xulosaga kelinadi.

Vodiy blokirovkalash indeksi (*Valley Blocking Index, VBI*). Vodiy blokirovkalash indeksi to'g'onning barqarorligi emas, balki to'g'onning geomorfologik ta'siri va uning kattaligini atrofdagi vodiya shakli bilan bog'lash uchun ishlatiladi. Bu indeks asosan to'g'onning to'siq sifatida hajmini belgilaydi. VBI odatda to'g'onning maksimal balandligini u to'sib qo'ygan daryo vodiysining kengligiga solishtirishga asoslanadi. VBI (ba'zida *Stability Index* nomi ostida ham ishlatiladi) quyidagi parametrlarni o'z ichiga oladi:

- H_d (*Dam Height*) - to'g'onning maksimal balandligi (m).

- W_v (*Valley Width*) - qulama tushgan joydagi vodiyni kengligi (m).

Umumiy ifoda shakli quyidagicha:

$$VBI \approx \frac{H_d}{W_v}$$

Bu erda *VBI* qancha katta bo'lsa, qulama to'g'on vodiyni kesimini shunchalik to'liq bloklagan bo'ladi, bu esa to'g'onning kattaroq xavfga ega ekanligini ko'rsatadi.

Ko'rinib turibdiki, qulama to'g'onlarning xavfini baholashda *SI* va *VBI* indeksleri turli xavf turlarini ifodalaydi, ya'ni:

-*SI* (yoki V_d/V_l) - to'g'onning gidravlik beqarorligini (suv bosimi ostida buzilish xavfini) baholashda asosiy o'rin tutadi;

-*VBI* (yoki H_d/W_v) - to'g'onning geomorfologik dominantligini (vodiya qanchalik katta to'siq ekanligini) va uning potentsial energiyasini bilvosita baholaydi.

Ba'zan, universal hisobda barqarorlik uchun o'lchovsiz to'siqlik indeksi (*Dimensionless Blockage Index, DBI*) ham ishlatiladi va quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$SI = \frac{V_d}{A_c \times H_d}$$

Bu erda: V_d - to'g'on hajmi, m^3 ; A_c - suv yig'ish maydoni (yuqori oqimdagi havza maydoni), km^2 ; H_d - to'g'on balandligi, m.

Ushbu nisbatga asoslangan indekslar nihoyatda muhim, chunki ular to'g'onning yuqori oqimdagi suv yig'ish maydoni (A_c) bilan belgilanadigan gidrodinamik yuklamaga qarshi turish qobiliyatini baholaydi [14, 19].

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, katta suv yig'ish havzasiga (A_c) nisbatan kichik hajmga (V_d) ega bo'lgan to'g'onlarning buzilish ehtimoli yuqori bo'ladi.

Bu indekslar ko'pincha aniq prognoz qilish uchun emas, balki qaysi to'g'onlarning eng yuqori xavf toifasiga kirishini tezkor aniqlash uchun ishlatiladi.

To'g'onning genetik turi formulalardagi qaysi parametrlarning hal qiluvchi bo'lishiga va qaysi indeksning eng dolzarb ekanligiga ta'sir qiladi.

Glyatsiogen to'g'onlar (morenalar) uchun (bo'sh, har xil turdagi materiallardan tuzilgan) ichki barqarorlik va material omillari hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ladi [17, 18]. Geomorfologik indeksning cheklanishi sifatida faqat makrogeometriyaga asoslangan *VBI/DBI* indeksleri olindi. Chunki ular muz yadro yoki morenaning past siljish mustahkamligini hisobga olmaydi, xavfni baholashda ma'lum xatoliklarga yo'l qo'yishi mumkin. Xavfni baholash gidravlik sharoitlar (kritik gidravlik gradiyent) va mayda fraksiyalar tarkibini (payping (suffoziya ta'sirida ichki kanallarning paydo bo'lishi)ga moyillik) tahlil qilish bilan to'ldirilishi kerak [17]. Yuqori *DBI* ga ega bo'lgan morena to'g'oni barqaror bo'lishi mumkin, ammo agar unda muz yadro mavjud bo'lsa, geometrik tuzilishidan qat'i nazar, uning xavfi keskin oshadi.

Gravitatsion to'g'onlar (ko'chkilar), ayniqsa Sarez kabi yiriklari, materiallari yirikroq va zichroq bo'lishi mumkin. Bunda, *VBI/DBI* indeksleri toshish (eroziya) xavfini baholash uchun ko'proq ma'lumot beradi [19]. To'g'on hajmi (*Vd*) va to'g'on balandligi (*Hd*) nisbati eng muhim kritik omil hisoblanadi [19]. Katta ko'chkilar (katta hajmli *Vd*) natijasida hosil bo'lgan to'g'onlar ko'pincha o'zida katta barqarorlikni namoyon etadi. Biroq, zilzilalar natijasida yuzaga kelgan to'g'onlar uchun aftershoklar tufayli ikkilamchi beqarorlik ehtimolini kelib chiqishini ham hisobga olish zarur bo'ladi [16].

Mavzu yuzasidan bajarilgan tadqiqotlar [1, 2, 7] va genetik mexanizmlarni barqarorlik omillari bilan integratsiyalash asosida, O'rta Osiyo sharoitida xavfni kamaytirish choralarini ustuvorlashtirish uchun asos bo'lib xizmat qiladigan uch toifali xavf tasnifi taklif qilamiz.

I-toifa: Eng yuqori xavf (halokatli xavfli ko'llar)

Genetik tur	Asosiy xavf omillari	To'g'onlar yorilishining ehtimoliy mexanizmi
Glyatsiogen (muz yadroli morenalar, muzlik)	-termal degradatsiya; -muz yadrosining mavjudligi; -materialning yuqori g'ovakligi.	Payping (suffozion emirilish) va to'g'onning strukturali qulashi.
Gravitatsion (ko'chki)	<i>Vd/Ac</i> nisbatining pastligi yoki ekstremal seysmik/gidrologik faollik zonasida joylashuvi.	Suvning to'g'on ustidan oshib o'tishi (overtopping) va keyingi regressiv eroziya.

Muz yadroli glyatsiogen to'g'onlar, hatto qulay morfometrik indekslarga (*VBI*) ega bo'lsa ham, ichki buzilishning yuqori potentsialini saqlab qoladi, buni esa oldindan aytish juda mushkul, jarayon juda tez sodir bo'ladi.

II-toifa: Mo'tadil xavf (potensial xavfli ko'llar)

Genetik tur	Asosiy xavf omillari	To'g'onlar yorilishining ehtimoliy mexanizmi
Glyatsiogen (muz yadrosiz morenalar, kaar ko'llar)	Ko'l kosasining suv toshqini davrida maksimal darajada to'lishi.	Suvning to'g'on ustidan oshib o'tishi va uzoq muddatli kuchli yog'ingarchilik sharoitidagi eroziya (uzoq muddatli trigerr).
Gravitatsion (ko'chki)	Katta hajmli to'g'onga ega (<i>Vd</i>), ammo to'g'on materialining yuqori emiriluvchanligi yoki ko'lga ikkilamchi surilmalarning tushish ehtimolining mavjudligi.	Suvning to'g'on ustidan oshib o'tishi yoki qulash to'liqini (to'g'onning og'irlik markazining siljishi).

Bu toifadagi xavf asosan tashqi gidrologik omillar ta'sirida ro'y beradi. To'g'onning buzilish holatining rivojlanish vaqti uzoqroq davom etadi, bu xavfni oldini olish choralarini (nazorat ostida suv chiqarish, suvni burish) qo'llashga imkon beradi.

III-toifa: Past xavf (shartli xavfsiz ko'llar)

Genetik tur	Asosiy xavf omillari	To'g'onlar yorilishining ehtimoliy mexanizmi
-------------	----------------------	--

GEOGRAFIYA

Glyatsiogen (zandr, yuqori suv chiqarishli kaar ko'llar)	To'liq qurib qolgan, hajmi kichik yoki yuqori sedimen- tatsiya darajasiga ega.	Tashqi ta'sir (qor ko'chkilari, su- rilmalar) to'liq hosil qilib, lokal suv bosishiga olib kelishi.
Tektonik (qulama)	To'g'onlar mustahkam jinslar- dan tarkib topgan, yuqori bar- qarorlikka ega.	Seysmik qulash (juda past ehtimollik) yoki qulash to'liqini.

To'g'onning barqarorligi uning mustahkam jinslardan tarkib topganligi yoki barqaror morfolo-
giyasi bilan ta'minlanadi. Shunga qaramay, ayrim ilmiy manbaalarda ta'kidlanganidek [2], hatto bu
ko'llar ham ikkilamchi ko'chkilar sabab bo'lgan qulash to'liqini orqali mahalliy xavf tug'dirishi mum-
kin.

XULOSA

To'g'onli ko'llardan kelib chiqadigan xavf har bir to'g'onning genezisi va buzilish mexaniz-
mini chuqur tushunishga asoslangan kompleks chora-tadbirlar strategiyasini ishlab chiqishni talab
qiladi. O'rta Osiyo sharoitida qo'llaniladigan asosiy choralar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Monitoring va erta ogohlantirish. I-toifa (glyatsiogen to'g'onlar) uchun to'g'on tanasi haro-
ratini (muz yadroning erishini aniqlash uchun) va filtratsiya jarayonlarini uzluksiz monitoringini
yo'lga qo'yish [20]. II va III-toifalar uchun suv sathi va meteorologik prognozlarni monitoring ishlarini
tashkil qilish. Samarali erta ogohlantirish tizimlarini yaratish iqtisodiy jihatdan eng samarali nos-
truktural chora hisoblanadi [21, 20].

2. Strukturali choralar. Sun'iy suv chiqarish joylarini (tunnellar, kanallar yoki quvurlardan
iborat sifonlar) joriy etish ko'ldagi suv sathini pasaytirishga yoki xavfsiz sathda saqlashga va su-
vning to'g'on ustidan oshib o'tish ehtimolini kamaytirishga imkon beradi. Biroq tadqiqotlar [20]
ko'rsatganidek, suv chiqarish joylari regressiv eroziya tufayli yuvilishni har doim ham oldini olaver-
maydi, lekin ular to'g'nni yuvilish xavfi ortganda suv sathini pasaytiradi.

3. Xavfni zonalashtirish. Genetik tasnif va ro'y berish ehtimoli bo'lgan toshqinni model-
lashtirish (gidrodinamik 2D modellashtirish [22]) asosida suv bosish xaritalarini ishlab chiqish va
yuqori xavf zonalarida erdan foydalanishga cheklovlar joriy etish.

Tabiiy to'g'onlarning barqarorligini baholashda genetik yondashuv O'rta Osiyo tog'li hudud-
larida suv toshqini xavfini prognozlash tizimining fundamental bosqichi hisoblanadi. U quyidagilar-
ga imkon beradi:

- batafsil muhandislik-geologik tadqiqotlar uchun obyektlarning ustuvorligini belgilash;
- murakkab miqdoriy modellashtirishni o'tkazishdan oldin buzilishning eng ehtimoliy mex-
anizmini (payping, suvning to'g'on ustidan oshib o'tishi, seysmik qulash) aniqlash;
- geomorfologik barqarorlik indekslarini (VBI, DBI) to'g'ri qo'llash uchun kerakli materiallarni
ta'minlash, chunki to'g'onning genezisi material parametrlarining kritik ahamiyatini belgilaydi.

Keyingi tadqiqotlar O'rta Osiyoning noyob seysmo-gidrologik sharoitlarini hisobga olgan
holda, aynan glyatsiogen va gravitatsion to'g'onlar uchun barqarorlik indekslarining regional che-
garaviy qiymatlarini ishlab chiqishga qaratilishi maqsadga muvofiq. Faqat regional tajriba va zamo-
naviy global usullarni birlashtirgan kompleks, genetik asoslangan yondashuv to'g'onli ko'llardan
kelib chiqadigan halokatli suv toshqinlarini oldini olish, hech bo'lmaganda ularning tahdidini ka-
maytirish uchun barqaror asosni ta'minlay oladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ерохин С.А. Мониторинг прорывоопасности горных озер Кыргызстана // Автореферат дис. канд.
геол.-мин. наук. - Бишкек, 2012.
2. Ерохин С.А., Загинаев В.В. Прогноз прорывоопасности горных озер Кыргызстана на основе их катало-
га. - В эл. кн. Мониторинг чрезвычайных ситуаций (mes.kg).
3. Кидяева В.М. Оценка потенциальной опасности при прорывах горных озер // Дисс. ... канд. геогр. наук.
- Москва, 2014.
4. Молчанов Л.А. Озера Средней Азии // Труды САГУ, - Ташкент, 1929. - Сер. 12-а. - Вып.3. - 83 с.
5. Муравейский С.Д. Очерки по теории и методам морфометрии озер // В кн.: Реки и озера. - М.: Гео-
графиз, 1960. - С. 91-125.
6. Никитин А.М. Озера Средней Азии. - Л.: Гидрометеиздат, 1987.
7. Петраков Д.А. Селевая опасность ледниковых озер и оценка вероятности их прорыва // Селевые пото-
ки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды Международной конференции. Пятигорск, Россия, 22-29 сентября
2008 г. - Отв. ред. С.С. Черноморец. - Пятигорск: Институт «Севкавгипроводхоз», 2008. 396 с.

8. Пирмамадов У.Р. и др. Риск и последствия прорывов высокогорных озер Таджикистана. Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. - Труды 6-й Международной конференции (Душанбе-Хорог, Таджикистан). - Том 1. - Душанбе: ООО «Promotion», 2020. - С. 1-24.
9. Пирназаров Р.Т., Хикматов Ф.Х. Тоғонли қўлларнинг гидрологик режими ва улар хавфини камайтириш масалалари. Монография. - Тошкент: Фан ва технология, 2013. - 176 б.
10. Рейзвих В.Н., Никитин А.М. К вопросу о географическом распределении и типизации озер Средней Азии // Сб. работ ТГМО. - Ташкент, 1968. - Вып.8. - С. 3-20.
11. Устойчивость горных озер Центральной Азии. Риски воздействия и принятие мер. Оценочный доклад. - Отв. ред. Негматуллаев С.Х. - Душанбе, 2008. - 51 с.
12. Усубалиев Р.А., Ерохин С.А. Формирование высокогорных озер как следствие деградации современного оледенения Тянь-Шаня // Материалы гляциологических исследований. - Москва, 2007. - Вып. 103. - С. 134-137.
13. Statistical characteristics and stability index (si) of large-sized landslide dams around the world // ETDEWEB.
14. Recent Advances in Stability and Failure Mechanisms of Landslide Dams // Frontiers in Earth Science. DOI: 10.3389/feart.2021.659935.
15. Discriminant analysis of the geomorphic characteristics and stability of landslide dams // Engineering Geology. DOI: 10.1016/j.enggeo.2009.04.004.
16. Controls on the formation and size of potential landslide dams and dammed lakes in the Austrian Alps // Natural Hazards and Earth System Sciences. DOI: 10.5194/nhess-21-1615-2021.
17. Research Progress in Methods for the Analysis of the Internal Stability of Landslide Dam Soils // Applied Sciences. DOI: 10.3390/app14156702.
18. Distribution and Stabilization Mechanisms of Stable Landslide Dams // Sustainability. DOI: 10.3390/su16093646.
19. Significant parameters of a landslide dam inventory from the stability assessment aspect -data analysis based on the 'part of the Eastern Alps' data inventory // ResearchGate. [4.5] Review on risk assessments of dammed lakes // Frontiers in Earth Science. DOI: 10.3389/feart.2022.981068.
20. Landslide Dam // Encyclopedia of Natural Hazards. Springer. DOI: 10.1007/978-1-4020-4399-4_212.
21. Warning Decision-Making for Landslide Dam Breaching Flood Using Influence Diagrams // Frontiers in Earth Science. DOI: 10.3389/feart.2021.679862.
22. Quantitative flood hazard assessment methods: A review // Journal of Flood Risk Management. DOI: 10.1111/jfr3.12877.