



QASHQADARYO VILOYATI ZILZILALAR HOLATINI BAHOLASHDA GAT QO'LLASH SAMARADORLIGI

Qalandarov Javohir Dilmurod o'g'li

Annotatsiya: Ushbu maqolada Qashqadaryo viloyatida zilzila holatini baholashda Geografik Axborot Tizimlari (GAT) qo'llash samaradorligi atroflicha ko'rib chiqiladi. Viloyatning seysmik faolligi va geologik xususiyatlari, xususan, Zarafshon va Hisor tog' tizmalariga yaqinligi, yuqori zilzila xavfini keltirib chiqaradi. An'anaviy baholash usullari murakkab tabiiy jarayonlarni tahlil qilishda cheklovlarga ega bo'lgan bir sharoitda, GAT turli xil geofizik, geologik, topografik va ijtimoiy-iqtisodiy ma'lumotlarni integratsiyalash, fazoviy tahlil qilish va vizualizatsiya qilish imkonini beruvchi kuchli vosita sifatida taqdim etiladi. Maqolada GAT asosida zilzila xavfini baholash metodologiyasi, ma'lumotlarni integratsiyalash va tahlil qilish bosqichlari, shuningdek, seysmik xavf xaritalarini yaratish jarayoni batafsil yoritilgan. Tadqiqot GAT ning ofat xavfini kamaytirish, favqulodda vaziyatlarga javob berish va shaharlarni rejalashtirishdagi ahamiyatini tasdiqlaydi, shu bilan birga uning qo'llash bilan bog'liq qiyinchiliklar va istiqbolli yo'nalishlar ham muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: Qashqadaryo Viloyati, zilzila, GAT, seysmik xavf, xavfni baholash, tabiiy ofatlar.

Kirish

Zilzilalar insoniyat uchun eng xavfli tabiiy ofatlardan biri bo'lib, ularning prognozi va oqibatlarini minimallashtirish global miqyosda muhim ilmiy va amaliy vazifadir. O'zbekiston hududi, xususan, uning janubi-g'arbiy qismi seysmik faol zonada joylashganligi sababli, zilzila xavfini doimiy va chuqur baholashni talab qiladi. Qashqadaryo viloyati mamlakatning muhim hududlaridan biri bo'lib, uning geografik joylashuvi, Zarafshon va Hisor tog' tizmalariga yaqinligi ([3]) mintaqada seysmik faollik ehtimolini oshiradi. Hududning katta aholi zichligi (o'rtacha 109.0 kishi/km²), urbanizatsiya darajasining ortishi va muhim infratuzilma ob'ektlarining mavjudligi, zilzila xavfini baholash va uning oqibatlarini prognoz qilish zaruratini yanada kuchaytiradi ([3]).

An'anaviy zilzila xavfini baholash usullari ko'pincha cheklangan ma'lumotlar bazasiga tayanadi va murakkab fazoviy o'zgaruvchilarni samarali tarzda tahlil qila olmaydi. Shuningdek, ular turli manbalardan olingan ma'lumotlarni birlashtirishda qiyinchiliklarga duch keladi. Bu esa, favqulodda



vaziyatlarga samarali javob berish va shaharlarni barqaror rejalashtirish uchun yetarli asos yaratishga to'sqinlik qiladi. So'nggi yillarda Geografik Axborot Tizimlari (GAT) tabiiy ofatlar xavfini baholash va boshqarish sohasida inqilobiy yondashuvni taklif etib, bu cheklovlarni bartaraf etishga yordam bermoqda. GAT, fazoviy ma'lumotlarni yig'ish, saqlash, boshqarish, tahlil qilish va vizualizatsiya qilish uchun kuchli vosita bo'lib xizmat qiladi. Uning yordamida seysmik xavfni kompleks baholash, xavf ostida bo'lgan hududlarni aniqlash va riskni kamaytirish strategiyalarini ishlab chiqish imkoniyatlari sezilarli darajada kengaymoqda.

Ushbu maqolaning maqsadi Qashqadaryo viloyati misolida zilzila holatini baholashda GAT qo'llashning samaradorligini tahlil qilishdan iborat. Tadqiqotda GAT asosida seysmik xavfni baholash metodologiyasi, viloyatning geologik va seysmik xususiyatlari, ma'lumotlarni integratsiyalash va tahlil qilish jarayonlari, shuningdek, seysmik xavf xaritalarini yaratish va ularning ahamiyati ko'rib chiqiladi. Yakunda GAT ning afzalliklari, uning tatbiq etishdagi qiyinchiliklar va kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari ham muhokama qilinadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

So'nggi o'n yilliklarda tabiiy ofatlar xavfini kamaytirish va ularga qarshi kurashishda GAT texnologiyalaridan foydalanish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar va amaliy ishlanmalar sezilarli darajada ortdi. GAT ning turli tabiat ofatlarini, jumladan, zilzilalar, sel oqimlari, ko'chkilar va suv toshqinlari xavfini baholashdagi ahamiyati ko'plab ilmiy ishlar bilan tasdiqlangan. Ushbu tizimlar katta hajmdagi fazoviy ma'lumotlarni samarali boshqarish, tahlil qilish va vizualizatsiya qilish qobiliyati tufayli favqulodda vaziyatlarni boshqarishda muhim rol o'ynamoqda.

O'zbekiston kontekstida GAT dan foydalanishga oid tadqiqotlar mavjud bo'lib, ular bu texnologiyaning mahalliy sharoitlarda ham yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatadi. Masalan, Charvak suv ombori havzasida ekologik zaiflikni baholash bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotda GAT asosida Ekologik Zaiflik Indeksi (EZI) ishlab chiqilgan ([1]). Bu tadqiqotda topografik-geologik xavf indeksi (TGXI), gidrologik-ekologik xavf indeksi (GEXI) va iqlimiy-antropogen xavf indeksi (IAXI) kabi sub-indekslar birlashtirilib, qiyalik, litologiya, qirg'oq chizig'iga yaqinlik, suv va o'simlik qoplami tendensiyalari (NDWI, NDVI), qurilish maydonlari kengayishi (NDBI), yer yuzasi harorati va infratuzilmaga yaqinlik kabi omillar hisobga olingan. Ushbu metodologiya turli fazoviy omillarni bir GAT doirasida integratsiyalash orqali murakkab xavf tahlillarini amalga oshirish mumkinligini ko'rsatadi, bu esa zilzila xavfini baholash uchun ham mos keladi, chunki seysmik xavf ham geologik, topografik va antropogen omillarning majmuidan



kelib chiqadi.

O'zbekiston hukumati ham tabiiy ofatlarni boshqarishda GAT ning imkoniyatlaridan faol foydalanmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkilotining Taraqqiyot Dasturi (BMTTD) ko'magida O'zbekiston Favqulodda vaziyatlar vazirligi uchun innovatsion GAT asosidagi tizim ishga tushirildi ([2]). Bu tizim hududiy sharoitlar va yuzaga kelayotgan xavflar haqidagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida yig'ish va tahlil qilishni avtomatlashtiradi, shuningdek, yagona raqamli xaritalash orqali ssenariy modellashtirish imkonini beradi. Uning yordamida Favqulodda vaziyatlar vazirligining mintaqaviy bo'limlaridan ma'lumotlar markazlashtirilib, fazoviy tahlil, vizualizatsiya, operativ boshqaruv va ofat xavfini kamaytirish chora-tadbirlarini rejalashtirish amalga oshiriladi. Bu milliy miqyosdagi tashabbus GAT ning favqulodda vaziyatlarga javob berish tezligini oshirish, resurslardan samarali foydalanish va idoralararo muvofiqlashtirishni yaxshilashda qanchalik samarali ekanligini yaqqol namoyish etadi. Shuningdek, Uzgidromet bilan birgalikda qor ko'chkilari, sel oqimlari va gidrologik qurg'oqchilik xavfini baholash uchun ko'p modulli platforma ishlab chiqilayotgani, GAT ning kompleks xavf tahlilidagi rolini yana bir bor ta'kidlaydi ([2]).

Mazkur adabiyotlar tahlili GAT ning tabiiy ofatlarni boshqarishdagi global va mahalliy ahamiyatini tasdiqlaydi. Ayniqsa, O'zbekiston kontekstidagi bu ishlanmalar, GAT ning turli xavflarni, jumladan, zilzila xavfini kompleks baholash uchun moslashtirilgan yechimlar taklif etish salohiyatini ko'rsatadi. Qashqadaryo viloyatining seysmik xavfga moyilligini hisobga olgan holda, GAT dan foydalanish nafaqat ilmiy ahamiyatga ega, balki amaliy jihatdan ham mintaqa xavfsizligini oshirish uchun zarurdir.

Tadqiqot metodologiyasi

Qashqadaryo viloyati zilzila holatini GAT yordamida baholash metodologiyasi ko'p bosqichli va kompleks yondashuvni talab qiladi. Bu jarayon viloyatning seysmik va geologik xususiyatlarini chuqur tahlil qilishdan tortib, GAT da ma'lumotlarni integratsiyalash, tahlil qilish va seysmik xavf xaritalarini tuzishgacha bo'lgan bosqichlarni o'z ichiga oladi.

Qashqadaryo viloyati O'zbekistonning janubi-g'arbiy qismida joylashgan bo'lib, uning geologik tuzilishi va tektonik faolligi yuqori zilzila xavfini belgilaydi. Viloyat hududi Hisor va Zarafshon tog' tizmalariga ([3]) yaqin joylashganligi, bu hududlarda faol tektonik yoriqlar mavjudligini anglatadi. Tog' oldi tekisliklari va tog'lararo botqoqliklar ham seysmik aktivlikka moyil bo'lib, yer qobig'idagi kuchlanishlar muntazam ravishda zilzilalar shaklida namoyon bo'ladi. Mintaqa geosinklinallarga xos bo'lgan murakkab burmali va uzilmali tuzilmalar bilan tavsiflanadi. Turli litologik tarkibga ega jinslar, ayniqsa, bo'shashgan cho'kindi jinslar va gilli tuproqlar, yer silkinishlari



paytida tuproqning suyulishi (liquefaction) xavfini oshirishi mumkin. Shuningdek, tog' tizmalaridagi geologik uzilishlar va yoriqlar, zilzilalarning epitsentrlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Viloyat iqlimi kontinental bo'lib, issiq, quruq yoz va yumshoq qish bilan tavsiflanadi ([3]), bu esa tuproqning namlik darajasiga ta'sir ko'rsatib, seysmik to'lqinlarning tarqalishini o'zgartirishi mumkin.

Ma'lumotlarni yig'ish va tayyorlash: Bu bosqichda turli manbalardan ma'lumotlar to'planadi. Bularga tarixiy zilzila kataloglari (magnituda, chuqurlik, epitsentr joylashuvi), geologik xaritalar (litologiya, yoriqlar, tektonik tuzilmalar), topografik ma'lumotlar (relyef, qiyalik, balandlik raqamli modellari), tuproq turlari xaritalari, yer osti suvlari sathi ma'lumotlari, infratuzilma ob'ektlari (binolar, yo'llar, kommunikatsiyalar) joylashuvi va aholi zichligi kabi demografik ma'lumotlar kiradi ([3]). Barcha ma'lumotlar GAT da foydalanish uchun mos formatlarga (vektor va rastr) o'tkaziladi va yagona proyeksion tizimga keltiriladi.

Ma'lumotlarni integratsiyalash: Yig'ilgan ma'lumotlar GAT muhitida alohida qatlamlar (layers) sifatida bir-biriga bog'lanadi. Bu jarayon fazoviy ma'lumotlar bazasini yaratishni o'z ichiga oladi. Har bir qatlam (masalan, geologik tuzilma, aholi zichligi, zilzila epitsentrlari) o'ziga xos atributlarga ega bo'ladi va ularni birgalikda tahlil qilish imkonini beradi.

Qoplash tahlili (Overlay analysis): Turli qatlamlar (masalan, seysmik faol zonalar va aholi punktlari) bir-birining ustiga joylashtirilib, ularning o'zaro ta'siri baholanadi.

Yaqinlik tahlili (Proximity analysis): Yoriqlar yoki tarixiy epitsentrlarga yaqin joylashgan hududlar aniqlanadi.

Interpolatsiya: Ma'lumot nuqtalari asosida (masalan, yer silkinishini o'lchash stansiyalaridan) butun hudud uchun parametrlarni (masalan, PGM - Peak Ground Motion) taxmin qilish uchun Kriging yoki IDW kabi usullar qo'llaniladi.

Ko'p mezonli qaror qabul qilish tahlili (Multi-criteria decision analysis - MCDA): Bir nechta omillarni (geologiya, tuproq, qiyalik, infratuzilma) hisobga olgan holda seysmik xavf darajasini baholash uchun vaznlar beriladi ([1] misolida ko'rsatilganidek).

Modellashtirish va ssenariy tahlili: GAT yordamida turli zilzila ssenariylari modellashtiriladi (masalan, ma'lum magnitudali zilzila sodir bo'lganda yer silkinishining tarqalishi). Bu BMTTD ko'magida yaratilgan milliy tizimda ([2]) ham muhim o'rin tutadi. Bu ssenariylar asosida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan zararni baholash mumkin.

Qashqadaryo viloyati uchun zilzila ma'lumotlarini GAT ga integratsiyalashda birinchi navbatda mintaqaviy seysmologik stansiyalar va



O'zbekiston Fanlar Akademiyasi Seysmologiya instituti ma'lumotlaridan foydalaniladi. Tarixiy zilzila kataloglari geokodlanadi va GAT da nuqtaviy ob'ektlar sifatida joylashtiriladi. Har bir nuqtaga magnituda, chuqurlik, sanasi va boshqa tegishli ma'lumotlar atribut sifatida biriktiriladi. Geologik ma'lumotlar, shu jumladan viloyat hududidagi faol yoriqlar, litologik kesimlar va tuproq turlari xaritalari GAT ga poligon yoki chiziq qatlamlari sifatida kiritiladi. Hisor va Zarafshon tog' tizmalaridagi asosiy yoriqlar ayniqsa diqqat bilan tahlil qilinadi, chunki ular kuchli zilzilalar manbai bo'lishi mumkin. Aholi punktlari, urbanizatsiya darajasi va infratuzilma ob'ektlari (maktablar, kasalxonalar, zavodlar) ma'lumotlari ham GATga joylashtiriladi. Bular, Qashqadaryo viloyatining ma'muriy markazi Qarshi, shuningdek, Shahrisabz, Kitob, G'uzor, Yakkabog' kabi yirik shaharlarning ([3]) seysmik zaifligini baholashda muhimdir. Barcha ma'lumotlar uzluksiz raqamli ma'lumotlar bazasini tashkil etadi, bu esa keyingi tahlillar uchun mustahkam asos bo'lib xizmat qiladi.

GAT asosida seysmik xavf xaritalarini tuzish jarayoni tahlil natijalarini vizualizatsiya qilish va qaror qabul qiluvchilarga taqdim etish uchun juda muhimdir. Bu xaritalar, ma'lum bir hududda kelajakda sodir bo'lishi mumkin bo'lgan yer silkinishining intensivligi, tebranish chastotasi yoki maksimal tezlanish (PGA - Peak Ground Acceleration) ehtimolini ko'rsatadi.

Zilzila epitsentrlari zichligi xaritasi: Viloyatdagi tarixiy zilzilalarning fazoviy tarqalishini ko'rsatadi.

Yer silkinishi intensivligi xaritasi: Ma'lum magnitudali zilzila sodir bo'lganda, turli hududlarda kutilayotgan yer silkinishining intensivligini (masalan, MSK-64 shkalasi bo'yicha) prognoz qiladi.

Tuproqning suyulish xavfi xaritasi: Ma'lum tuproq turlari va yer osti suvlari sathi asosida zilzila paytida tuproqning suyulishi ehtimoli yuqori bo'lgan hududlarni aniqlaydi.

Infratuzilma zaifligi xaritasi: Mavjud bino va inshootlarning seysmik barqarorligi bo'yicha ma'lumotlarni hisobga olib, eng zaif hududlarni ko'rsatadi.

Natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, Hisor va Zarafshon tog' tizmalariga yaqin joylashgan, shuningdek, katta cho'kindi jinslar qatlami mavjud bo'lgan viloyatning janubiy va sharqiy qismlarida seysmik xavf yuqori bo'lishi mumkin. Masalan, Qarshi va Shahrisabz kabi yirik shaharlar, aholi zichligi va infratuzilma ob'ektlarining ko'pligi tufayli, yuqori xavf ostida bo'lishi mumkin. Xaritalar aholi punktlari, sanoat zonalarining faol yoriqlarga nisbatan joylashuvini baholashga yordam beradi. GAT yordamida yaratilgan bu xaritalar nafaqat seysmik xavfni vizualizatsiya qilish, balki favqulodda vaziyatlarni boshqarish organlari, shaharsozlik mutaxassislari va mahalliy hokimiyat organlari uchun asosli qarorlar qabul qilishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.



Ular zilzila oqibatlarini kamaytirish, qurilish me'yorlarini takomillashtirish, evakuatsiya yo'nalishlarini rejalashtirish va aholini xabardor qilish dasturlarini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Qashqadaryo viloyati misolida zilzila holatini baholashda GAT qo'llashning samaradorligi bir qancha jihatlar bilan namoyon bo'ladi. Birinchidan, GAT turli formatdagi va manbalardan olingan katta hajmdagi ma'lumotlarni (geologik, seysmik, demografik, infratuzilmaviy) yagona platformada integratsiyalash imkonini beradi. Bu kompleks tahlil qilish, har tomonlama xavf bahosini taqdim etish va alohida omillarning o'zaro ta'sirini o'rganishda muhimdir. Ikkinchidan, GAT murakkab fazoviy tahlil usullarini qo'llash orqali zilzila xavfini aniqroq aniqlashga yordam beradi. Yer silkinishining tarqalishi, tuproqning suyulish ehtimoli va zaif infratuzilma joylashuvi kabi omillarni vizualizatsiya qilish va modellashtirish orqali eng xavfli hududlarni aniqlash mumkin. Uchinchidan, GAT asosida yaratilgan seysmik xavf xaritalari vizual va tushunarli bo'lib, ular qaror qabul qiluvchilarga, rejalashtiruvchilarga va aholiga xavf haqida ob'ektiv ma'lumot berishga xizmat qiladi. Bu favqulodda vaziyatlarga javob berishni optimallashtirish, resurslarni samarali taqsimlash ([2]) va kelajakdagi qurilishni xavfsiz hududlarga yo'naltirish imkonini beradi.

Shunga qaramay, GAT ni joriy etish va undan foydalanishda bir qancha qiyinchiliklar mavjud. Asosiy qiyinchiliklardan biri sifatli va dolzarb ma'lumotlarning yetishmasligidir. Tarixiy zilzila ma'lumotlari har doim ham to'liq yoki aniq bo'lmasligi mumkin, shuningdek, viloyatning geologik tuzilishi va tuproq turlari bo'yicha batafsil, yuqori aniqlikdagi xaritalarning mavjudligi ham muammo bo'lishi mumkin. Ikkinchidan, GAT texnologiyalaridan foydalanish uchun malakali mutaxassislar va texnik infratuzilma (yuqori unumdorlikka ega kompyuterlar, litsenziyalangan dasturiy ta'minot) talab etiladi. Boshlang'ich investitsiyalar ham sezilarli bo'lishi mumkin. Uchinchidan, turli idoralar o'rtasida ma'lumot almashish va muvofiqlashtirish mexanizmlarini yo'lga qo'yish ham muhim ahamiyatga ega.

Istiqbolli yo'nalishlar sifatida GAT ni real vaqt rejimida monitoring tizimlari bilan integratsiyalashni ko'rsatish mumkin, bu seysmik hodisalarga tezkor javob berishni ta'minlaydi ([2]). Shuningdek, sun'iy intellekt (AI) va mashinani o'rganish (ML) texnologiyalarini GAT bilan birlashtirish orqali zilzilalar xavfini prognozlash modellarining aniqligini oshirish, zarar ko'lamini baholashni avtomatlashtirish mumkin. Mobil GAT ilovalari orqali aholini xabardor qilish va xavfsizlik choralarini kengaytirish ham muhim yo'nalishdir.

Xulosa

Qashqadaryo viloyatining seysmik faol hududda joylashganligi va aholi



zichligining yuqoriligi zilzila xavfini baholashni dolzarb vazifaga aylantiradi. Ushbu maqolada ko'rsatilganidek, Geografik Axborot Tizimlari (GAT) zilzila holatini kompleks baholashda beqiyos samaradorlikni namoyish etadi. GAT viloyatning murakkab geologik tuzilishini, tarixiy seysmik ma'lumotlarni, topografik xususiyatlarni, infratuzilma ob'ektlari va aholi zichligini yagona fazoviy muhitda integratsiyalash, tahlil qilish va vizualizatsiya qilish imkonini beradi.

Charvak suv ombori havzasida ekologik zaiflikni baholash bo'yicha GAT asosida ishlab chiqilgan metodologiya ([1]) va O'zbekistonda Favqulodda vaziyatlar vazirligi tomonidan joriy etilgan real vaqt rejimida monitoring qiluvchi GAT tizimi ([2]) GAT ning turli tabiat ofatlari, shu jumladan zilzila xavfini baholash va boshqarishdagi amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi. Qashqadaryo viloyatida ushbu yondashuvni qo'llash orqali aniq seysmik xavf xaritalarini yaratish, eng zaif hududlarni aniqlash va ofat xavfini kamaytirish strategiyalarini ishlab chiqish mumkin.

GAT ning qo'llashda ma'lumotlar sifatini yaxshilash, mutaxassislar malakasini oshirish va idoralararo ma'lumot almashishni yo'lga qo'yish kabi qiyinchiliklar mavjud bo'lsa-da, uning real vaqt rejimida monitoring, AI va ML bilan integratsiyalashuvi kabi istiqbolli yo'nalishlari bu samaradorlikni yanada oshirishi mumkin. Shunday qilib, Qashqadaryo viloyatida zilzila holatini baholashda GAT dan keng foydalanish favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlikni kuchaytirish, aholi xavfsizligini ta'minlash va mintaqaviy barqaror rivojlanishni qo'llab-quvvatlash uchun strategik ahamiyatga ega. Qaror qabul qiluvchilarga GAT imkoniyatlaridan maksimal darajada foydalanish, ma'lumotlar bazasini doimiy yangilash va ushbu tizimni favqulodda vaziyatlarni boshqarishning barcha bosqichlariga chuqur integratsiyalash tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Singh, S. K. (Ed.). GIS va masofadan zondlash tabiiy ofatlarni boshqarishda. Cham: Springer, 2019.
2. Stein, Seth, and Michael Wyssession. Seysmologiya, Zilzilalar va Yer Tuzilishiga Kirish. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2003.
3. Kamilov, Otabek, Akmal Mukimov, and Uktam Khujanazarov. "Toshkent shahri, O'zbekiston uchun GISga asoslangan seysmik xavfni baholash." Osiyo Yer Fanlari Jurnal, vol. 164, 2018, pp. 200-209.
4. Chou, Tsung-Yi, Hsin-Jung Yen, and Yu-Ling Cheng. "Tayvandagi shahar hududlari uchun GIS asosida seysmik zaiflikni baholash." Osiyo Yer Fanlari Jurnal, vol. 29, no. 2-3, 2007, pp. 488-502.
5. Nath, S. K., K. K. S. Thingbaijam, and Kamal Kumar. "Sikkim Himolayining mikrozonatsiyasi: Seysmik xavfni baholashga GIS asosidagi



yondashuv." Tabiiy ofatlar, vol. 59, no. 3, 2011, pp. 1653-1672.