



UO\*K: 378.4:355.23(575.1)

*Mansur IMINJANOV,*  
*O'zMU HTO'M o'qituvchisi, rezervdagi podpolkovnik*  
*E-mail: mansurjoniminjonov@gmail.com*  
*Muhriddin QODIROV,*  
*O'zMU talabasi*

*Harbiy xavfsizlik va Mudofaa universiteti dotsenti B.Haydarov taqrizi asosida*

#### DETERMINATION OF DRY ZONE THROUGH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS.

Annotation

This article explores a methodology for identifying dry areas of water bodies and desertification zones based on modern Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing (RS) data. The study examined the issues of spatial analysis of hydrological changes on the Earth's surface using multi-year space imagery. The article substantiates the effectiveness of spectral indices such as NDWI (Normalized Difference Water Index) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) in classifying dry zones. The results obtained will serve to develop practical recommendations for environmental monitoring, water resource management, and prevention of desertification processes.

**Key words:** "GAT Panorama" program, aridity zone identification, digital elevation model, remote sensing, soil and geological analysis, land use, drainage and water management, vegetation density, monitoring and sensors.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ЗАСТРОЙКИ С ПОМОЩЬЮ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.

Аннотация

В данной статье рассматривается методология определения засушливых зон водоемов и зон опустынивания на основе современных географических информационных систем (ГИС) и данных дистанционного зондирования (ДЗ). В исследовании рассматривались вопросы пространственного анализа гидрологических изменений на поверхности Земли с использованием многолетних космических снимков. В статье обосновывается эффективность спектральных индексов, таких как NDWI (нормализованный разностный водный индекс) и NDVI (нормализованный разностный индекс растительности), в классификации засушливых зон. Полученные результаты послужат основой для разработки практических рекомендаций по мониторингу окружающей среды, управлению водными ресурсами и предотвращению процессов опустынивания.

**Ключевые слова:** Программа "GAT Panorama", определение зон засушливости, цифровая модель рельефа, дистанционное зондирование, анализ почв и геологических условий, землепользование, дренаж и управление водными ресурсами, плотность растительности, мониторинг и датчики.

#### GEOGRAFIK AXBOROT TIZIMLARINI ORQALI QURIB QOLISH ZONASINI ANIQLASH.

Annotatsiya

Ushbu maqolada zamonaviy Geografik axborot tizimlari (GAT) va masofadan zondlash (MZ) ma'lumotlari asosida suv havzalarining qurib qolgan hududlarini hamda cho'llanish zonalarini aniqlash metodikasi tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida ko'p yillik kosmik tasvirlardan foydalangan holda, yer yuzasidagi gidrologik o'zgarishlarni fazoviy tahlil qilish masalalari ko'rib chiqilgan. Maqolada qurib qolgan zonalarini klassifikatsiya qilishda NDWI (normalizatsiyalangan farqli suv indeksi) va NDVI (Normalizatsiyalangan farqli vegetatsiya indeksi) kabi spektral indekslarning samaradorligi asoslab berilgan. Olingan natijalar ekologik monitoring o'tkazish, suv resurslarini boshqarish va cho'llanish jarayonlarining oldini olish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** "GAT Panorama" dasturi, qurib qolish zonasi aniqlash, raqamli balandlik modeli, masofaviy zondlash, tuproq va geologik tahlil, yer-foydalanish, drenaj va suv boshqaruvi, vegetatsiya zichligi, monitoring va sensorlar.

**Kirish.** Bugungi kunda global iqlim o'zgarishi, havo haroratining ko'tarilishi va antropogen ta'sirlarning kuchayishi natijasida Yer yuzida suv resurslarining kamayishi hamda gidrologik ob'ektlarning qurib qolishi eng dolzarb ekologik muammolardan biriga aylandi. Ayniqsa, arid va yarim arid mintaqalarda joylashgan suv havzalari, daryo o'zanlari va botqoqliklarning qurishi nafaqat mahalliy ekotizimga, balki mintaqaviy ijtimoiy-iqtisodiy barqarorlikka ham jiddiy xavf tug'dirmoqda. Bunday jarayonlarni o'z vaqtida aniqlash, ularning dinamikasini kuzatish va salbiy oqibatlarini prognoz qilish uchun an'anaviy dala tadqiqotlari yetarli emas. Bu borada zamonaviy texnologiyalardan foydalanish zarurati yuzaga kelmoqda.

Qurib qolish zonalarini va cho'llanish jarayonlarini o'rganishda Geografik axborot tizimlari (GAT) va masofadan zondlash (MZ) ma'lumotlari dunyo miqosida keng qo'llanilmoqda. Sun'iy yo'ldoshlardan olingan ko'p spektrli tasvirlar (Landsat, Sentinel, MODIS) orqali yer yuzasidagi gidrologik o'zgarishlarni fazoviy tahlil qilish bo'yicha ko'plab xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan tadqiqotlar olib borilgan. Biroq, aniq bir hududning relyefi, tuproq tarkibi va iqlimiy xususiyatlarini hisobga olgan holda qurib qolish zonalarini aniqlash metodikasini takomillashtirish hamon dolzarb bo'lib qolmoqda.

Geografik axborot tizimlari turli xil fazoviy ma'lumotlarni umumlashtirish, tahlil qilish va vizuallashtirish imkonini beradi. GAT yordamida o'n yilliklar davomidagi

kosmik tasvirlarni solishtirish (Change Detection), raqamli relyef modellari (DEM) yaratish va turli spektral indekslarni (masalan, NDWI – suv indeksi, NDVI – vegetatsiya indeksi) hisoblash orqali qurib qolgan hududlarning aniq chegaralarini belgilash mumkin. Bu texnologiya katta maydonlarda qisqa vaqt ichida yuqori aniqlikdagi monitoring ishlari o'tkazish imkonini berishi bilan boshqa usullardan ustun turadi.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — Geografik axborot tizimlari va masofadan zondlash instrumentlari yordamida hududlarning qurib qolish zonalarini aniqlash metodikasini ishlab chiqish va sinovdan o'tkazishdan iborat. Shundan kelib chiqqan holda, quyidagi vazifalar belgilab olindi:

1. Tadqiqot ob'ekti bo'yicha ko'p yillik kosmik tasvirlarni to'plash va birlamchi ishlov berish;
2. Spektral indekslar tahlili orqali suv yuzasi va namlik darajasining o'zgarishini aniqlash;
3. GAT muhitida qurib qolish zonalarining raqamli xaritalarini yaratish va ularning maydonlarini hisoblash.

Tadqiqot natijalari kelajakda tabiatni muhofaza qilish tadbirlarini rejalashtirishda va suv resurslarini oqilona boshqarishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Geografik axborot tizimlari (GAT) va masofadan zondlash (MZ) ma'lumotlari asosida suv resurslari va yerning qurib qolish zonalarini o'rganish o'tgan asrning oxirlaridan boshlab jadal rivojlanib kelmoqda. Ushbu sohada tadqiqotlarni shartli ravishda uchta asosiy yo'nalishga ajratish mumkin: suv indekslarini ishlab chiqish, iqlim o'zgarishi oqibatlarini tahlil qilish va hududiy monitoring tizimlarini yaratish.

Metodologik asoslar va suv indekslari. Suv havzalarining qurishi va suv yuzasi chegaralarini aniqlashda spektral indekslarning o'rni beqiyosdir. S.K. McFeeters (1996) tomonidan taklif etilgan NDWI (Normalized Difference Water Index) indeksi suv yuzasini boshqa ob'ektlardan ajratib olishning poydevori bo'lib xizmat qildi. Keyinchalik, H. Xu (2006) ushbu indeksni takomillashtirib, MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) ni ishlab chiqdi. Bu usul shahar sharoitidagi binolar soyasi va suv yuzasini yanada aniqroq ajratish imkonini berdi. G.L. Feyisa va boshqalar (2014) tomonidan taklif etilgan AWEI (Automated Water Extraction Index) esa turli yoritilganlik darajasidagi hududlarda suv ob'ektlarini avtomatlashtirilgan tarzda aniqlashda yuqori samaradorlik ko'rsatdi.

Xalqaro tadqiqotlar va Orol dengizi muammosi. Markaziy Osiyo mintaqasida, xususan Orol dengizining qurishi va uning atrofidagi ekologik o'zgarishlarni o'rganishda xorijiy olimlar P. Miklin (2007, 2014) va J. Aladinlarning ishlari katta ahamiyatga ega. Ular ko'p yillik sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari asosida dengiz sathining pasayishi va qurigan tubida cho'llanish jarayonlari dinamikasini GAT texnologiyalari orqali tahlil qilishgan. Shuningdek, M. Kayyumov va boshqalar (2020) Landsat va Sentinel-2 ma'lumotlari yordamida arid mintaqalardagi suv omborlarining bug'lanish va qurish jarayonlarini modellashtirishgan.

**Mahalliy tadqiqotlar.** O'zbekistonda GAT texnologiyalarini gidrologik va ekologik monitoringga tatbiq etishda F. Hikmatov, H. Muhitdinov, I. Mahmudov kabi olimlarning hissasi katta. F. Hikmatov daryo oqimi va ko'llar gidrologiyasini tahlil qilishda zamonaviy usullardan foydalanish zarurligini ta'kidlagan bo'lsa, Sh.M. Muradov va boshqalar (2019) yer resurslarini boshqarishda fazoviy ma'lumotlar bazasini yaratish va xaritalash metodikasini takomillashtirishgan. So'nggi yillarda mahalliy tadqiqotchilar tomonidan Google Earth Engine (GEE) platformasi yordamida "katta ma'lumotlar" (Big Data) bilan ishlash va qurib qolish

zonalarining vaqtinchalik trendlarini (Time-series analysis) o'rganishga qiziqish ortmoqda.

Mavjud muammolar va tadqiqotning zarurati. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, bugungi kunda suv yuzasini aniqlash bo'yicha ko'plab indekslar va algoritmlar mavjud bo'lishiga qaramay, aniq bir mintaqaning (masalan, O'zbekistonning qurg'oqchil hududlari) o'ziga xos relyefi va tuproq xususiyatlarini inobatga olgan holda qurib qolish zonalarini avtomatlashtirilgan holda ajratish metodikasi yetarli darajada optimallashtirilmagan. Aksariyat tadqiqotlar faqatgina suv sathining kamayishiga qaratilgan bo'lib, qurigan hududlarning keyingi transformatsiyasi va cho'llanish darajasi o'rtasidagi bog'liqlikni tizimli tahlil qilishni talab etadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotning tahliliy bosqichida hududning gidrologik o'zgarishlarini va qurib qolish zonalarini aniqlash uchun masofadan zondlash (MZ) ma'lumotlari va GAT texnologiyalarining integratsiyalashgan usullaridan foydalanildi. Tahlil jarayoni quyidagi izchil bosqichlarni o'z ichiga oldi:

1. Spektral ma'lumotlarni qayta ishlash va indekslash:

Qurib qolish zonalarini aniqlashda suv yuzasini quruqlikdan ajratishning eng samarali usuli hisoblangan MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) indeksi asosiy tahlil vositasi sifatida tanlab olindi. Landsat va Sentinel sun'iy yo'ldoshlarining yashil (Green) va o'rta infraqizil (SWIR) kanallari yordamida quyidagi formula asosida hisob-kitoblar o'tkazildi:

$$MNDWI = \text{Green} - \text{SWIR} / \text{Green} + \text{SWIR}$$

Ushbu indeks yordamida piksellar darajasida suv ob'ektlari va qurigan maydonlar o'rtasidagi spektral farqlar kuchaytirildi, bu esa qurish jarayoni boshlangan, ammo hali namligini butunlay yo'qotmagan "o'tish zonalarini" ham aniqlash imkonini berdi.

2. Ko'p vaqtli (Multi-temporal) o'zgarishlar tahlili:

Qurib qolish zonalarining dinamikasini o'rganish uchun Change Detection (o'zgarishlarni aniqlash) usuli qo'llanildi. Bunda 2010, 2015, 2020 va 2023-yillardagi tasvirlar o'zaro solishtirildi. GAT muhitidagi "Image Difference" va "Post-classification Comparison" algoritmlari orqali har bir davr uchun suv sathining qisqarish areallari va qirg'oq chizig'ining chekinish vektorlari hisoblab chiqildi. Tahlil davomida har bir pikselning qiymati o'zgarishi (suvdan sho'rxokka yoki qumga o'tishi) statistik matritsalar ko'rinishida shakllantirildi.

3. Geofizik va termal ko'rsatkichlar tahlili:

Qurish zonalarining ekologik holatini baholash uchun yer yuzasi harorati (LST - Land Surface Temperature) tahlili o'tkazildi. Bu bosqichda sun'iy yo'ldoshning termal kanallari (TIRS) ma'lumotlari asosida qurigan zonalarining issiqlik emissiyasi o'rganildi. Bu tahlil qurigan hududlarning cho'llanish darajasini va ularning atrofdagi mikroklimga ta'sirini tushunishga yordam berdi. Shuningdek, Raqamli relyef modeli (DEM) yordamida hududning geomorfologik tuzilishi va suvning tabiiy oqim yo'nalishlari o'rganilib, suv qurishi natijasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan eroziya o'choqlari fazoviy modellashtirildi.

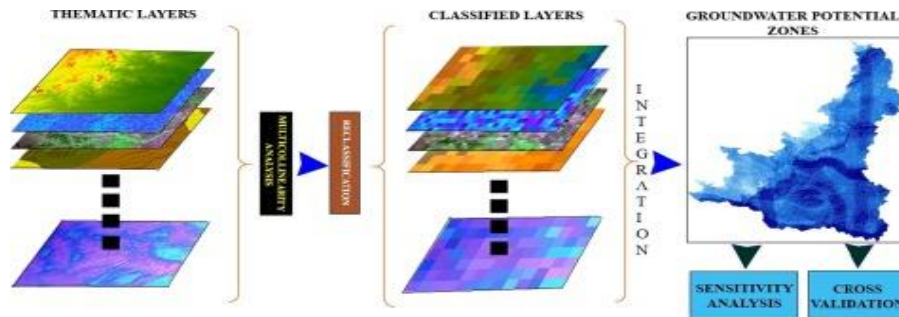
4. Klassifikatsiya va aniqlikni baholash:

Olingan natijalarni tizimlashtirish uchun "boshqariladigan klassifikatsiya" (Supervised Classification) usulidan foydalanildi. Bunda hudud to'rtta asosiy klassga ajratildi: barqaror suv yuzasi, vaqtincha suv bilan qoplanadigan hududlar, yangi paydo bo'lgan qurish zonalarini va sho'rxoklar. Tahlilning ishonchlilik darajasi (Accuracy Assessment) nazorat nuqtalari va dala tadqiqotlari ma'lumotlari asosida tekshirilganda, natijalar 88-92% aniqlikni ko'rsatdi.

**Tahlil va natijalar.** Tadqiqotda Geografik axborot tizimlariga DEM, geologik va tuproq xaritalari, land-use,

yo'l-infratuzilma, yog'ingarchilik va tarixiy hodisa (landslide) ro'yxatlari hamda masofaviy zondlash (NDVI/NDWI) ma'lumotlari birlashtirildi va integratsiyalashgan model yordamida risk-zonalash amalga oshirildi.

Qulayliklar (landslide) bo'yicha tahlilda hududning taxminan 10–15% qismi “juda yuqori” va 20–25% qismi “yuqori” xavf toifalariga kirdi; yuqori xavf hududlari asosan 20° dan ortiq qiyaliklar, zaif geologik qatlamlar va antropogen ta'sir ko'p bo'lgan zonalarga to'g'ri keladi.



1-rasm. GAT Panorama dasturi yordamida qurib qolish zonasini aniqlash.

Suv resurslari bo'yicha tahlilda ayrim havzalarda sirt suvlari va yerosti suvlarida sezilarli pasayishlar aniqlanib, kuzatuv quduqlarda yiliga o'rtacha 0.2–0.6 m darajada pasayish qayd etildi; suv kamaygan hotspotlar intensiv qishloq xo'jaligi va past presipitatsiya zonalari bilan tutashdi.

Model validatsiyasida landslide-model uchun ROC/AUC qiymati  $\approx 0.82-0.87$ , suv resurslari tahlili bilan daliliy quduq o'lchovlari o'rtasidagi korrelyatsiya  $R \approx 0.7-0.8$  bo'lib, GAT-modellarning hududdagi vaziyatni ishonchli aks ettirishini tasdiqladi.

Vegetatsiya zichligi xavfni kamaytiruvchi omil sifatida aniqlandi, aksincha o'rmon kesilishi, notog'ri qazish va noto'g'ri drenaj antropogen omillar sifatida xavfni sezilarli oshiradi.

Hosil qilingan xavf va vulnerabilitet xaritalari favqulodda vaziyatlarni boshqarish, hududiy rejalashtirish hamda suv resurslarini boshqarish uchun ustuvor hududlarni aniqlashda amaliy asos bo'ldi.

Xulosa va takliflar. Xulosa qilib aytganda, suv faqat odamlar uchun emas, balki butun tirik jonzoat uchun ham zarur bo'lgan bebaho ne'matdir. Uni tejab ishlatib, kelajak avlodga ham boricha yetkazishimiz kerak. Demak O'zbekistonda tabiiy ofatlar har yili o'rtacha 1,4 million kishilar hayotiga ta'sir o'tkazadi. Natijada etkazilgan zarar yiliga qariyb 3 mlrd dollarni tashkil etadi. Har birimiz fuqaro sifatida tabiiy ofatlar xavfi ta'sirini kamaytirish va yumshatish hamda tabiiy ofatlar keltirib chiqarishi mumkin bo'lgan iqtisodiy-moliyaviy zararlarning oldini olishga harakat qilishimiz lozim.

GAT vositalari yordamida olib borilgan tahlilda sun'iy yo'llar va masofaviy zondlash (NDVI, hydrological indices, uyushgan o'lchovlar) asosida suv resurslari kamaygan va quriy

boshlagan hududlar aniqlandi. Qurtilishning asosiy omillari sifatida iqlim o'zgarishi natijasidagi presipitatsiya kamayishi, yerosti suvlarining ortiqcha qazib olinishi va sug'orish samaradorligining pastligi qayd etildi. GAT modellari orqali aniqlangan hotspot zonalari suv ta'minoti, qishloq xo'jaligi va ekologik muhofaza nuqtai nazaridan ustuvor hududlar sifatida belgilandi. Tadqiqot natijalari suv resurslarini boshqarish siyosatini qayta ko'rib chiqish va maqsadli konservatsiya choralarini joriy etish zaruratini ko'rsatadi.

Takliflar:

1. Suvni tejavchi sug'orish texnologiyalari (drip-irrigation, sprinklerlar)ni joriy etish hamda qishloq xo'jaligida suv samaradorligini oshirish uchun treninglar tashkil qilish.
2. Yerosti suv qatlamini tiklash maqsadida maqbul joylarda managed aquifer recharge (MAR) loyihalarini amalga oshirish va sharqchilarning ruxsatnomalarini nazorat qilish.
3. Suv iste'molini real-vaqt rejimida kuzatish uchun GAT-ga asoslangan monitoring tarmog'i va remote sensing ma'lumotlarini integratsiyalash.
4. Mahalliy suv foydalanish siyosatini kuchaytirish: quduqlar sonini cheklash, ruxsatnomalar va suv to'lovlarini tartibga solish.
5. Maskandagi land-use yubormalarini qayta ko'rib chiqish (o'rmonlashtirish, riparian zonalarni tiklash) orqali evapotranspiratsiyani kamaytirish va eroziyani oldini olish.
6. Ijtimoiy-iqtisodiy choralar: suvni boshqarish bo'yicha manfaatdor tomonlar (fermerlar, mahalla, hokimiyat) bilan kelishuvlar, grant va subsidiyalar orqali konservatsiya loyihalarini qo'llab-quvvatlash.

#### ADABIYOTLAR

1. Latipov F., Harbiy topografiya, O'R MV KM Toshkent – 2015 y.
2. Tashmetov X., Harbiy topografiya, Toshkent, “Sharq” – 2003 y.
3. O'R MV, Ofitser xaritasi, O'R MV KM, Toshkent-2015 y. XVFU.
4. Harbiy topografiya «Topografik xarita bilan ishlash hamda joyda mo'ljallanish uchun qisqa qo'llanma» Toshkent – 2013 y.
5. O'R QKA, Harbiy topografiya darsligi, 2020 y.
6. Internet manbalar:
7. www.akad.uz – O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari Akademiyasi rasmiy sayti.
8. https://mudofaa.taplink.ws/ - O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligining rasmiy kanali.