



UOT: 528.8

<https://doi.org/10.59849/2409-4838.2024.2.19>

MƏSAFƏDƏN ZONDLAMA VƏ GİS VASİTƏSİLƏ QIZIL MƏDƏNLƏRİNİN ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİNİN KOMPLEKS QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ VƏ MONİTORİNQİ (KƏLBƏCƏR RAYONU TİMSALINDA)

Aysel Nursirəvan qızı Süleymanova-Rəhmanlı 
FHN Akademiyası, Bakı, Azərbaycan
*suli_ay@mail.ru

İşğal dövrü və aktiv müharibə fazasının təkrarlanması ərazi ekosistemlərini ciddi şəkildə deqradasiyaya məruz qoymuşdur. Məqalə texnogen çirklənməyə məruz qalmış mədən ətrafı ərazilərin təbii şəraitinin problemlə bağlı təhlili məsələsinə həsr edilmişdir. Parametrlərin dəyişmə tendensiyası Coğrafi İnformasiya Sistemi (GİS) mühitinə inteqrasiya edilmiş, monitoring nəticələri xəritələşdirilmişdir. Seçilmiş tədqiqat ərazisi daxilində peyk sensor məlumatlarından istifadə edərək torpaq-bitki örtüyünün müxtəlif parametrlərində baş vermiş dəyişikliklər məkan və zaman daxilində qiymətləndirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, təbii bərpa prosesinin gedişatını təmin edən və ekoloji tarazlığı saxlayan ekosistemlərdə ciddi şəkildə deqradasiya baş vermişdir. Deqradasiyanın baş verdiyi mədən ətrafı ərazilər optimal bioiklim şəraitinə malik ekosistemlərdir. Bu ekosistemlərdə deqradasiyanın baş verməsi və günü-gündən təsir miqyasının artması daha mənfi nəticələrə yol açır.

Açar sözlər. NDVI, LST, VHI, SMI, çirklənmə, deqradasiya məsafədən zondlama.

GİRİŞ

Müasir dövrdə təbiətdə kimyəvi elementlərin yerləşməsi, səpələnmə vəziyyətinin tədqiq olunması ilə bir çox təbiət elmləri məşğul olsa da, hələ də öyrənilməmiş çoxlu problemlər qalmaqdadır. Bu məsələlərin öyrənilməsi təbiət elmləri üçün olduqca müxtəlif torpaq və landşaft örtüklərində, canlı orqanizmlərdə və Dünya okeanında öyrənilir. Bu elementlərin təbiətdə paylanma qanunauyğunları və müxtəlif təbii sistemlərdə onların tapılma formaları, kristallokimya, fiziki kimya və molekulyar biokimya ilə yanaşı eyni zamanda müasir sintetik coğrafiya elmləri də məşğul olur.

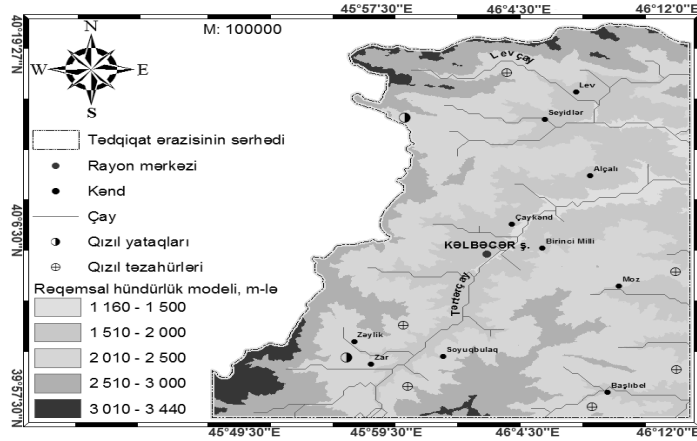
Dağ-mədən sənaye tullantılarının ətraf mühitə təsir arealının müəyyənləşdirilməsi, təbiətin ayrı-ayrı komponentlərində ağır metalların konsentrasiyası, miqrasiyası, bioloji udma intensivliyi və torpağın digər parametrləri ilə qarşılıqlı əlaqəsini öyrənmək məqsədilə bir sıra elmi-tədqiqat işləri aparılmışdır [3, 5, 7].

Fərqli ekoloji şəraitdə ağır metalların (Cd, Cu, Ni, Hg, Pb, Zn, Mo, Cr, Co, Au) müxtəlif torpaq tiplərində profil üzrə miqrasiyasını və qrunt sularına çirkləndirici təsirinin tədqiq edilməsi prioritet istiqamətlərdən biridir [1, 2, 4].

Cənubi Qafqazda mühüm texnogen çirklənmə mənbəyi olan dağ-mədən sənaye tarixi Kiçik Qafqaz regionunda çox qədim tarixə malik olmuş, lakin ən intensiv çirklənmə zaman baxımından son 70-80 illik bir dövrü əhatə edir. Bu cəhətdən çirklənməyə məruz qalmış təbii komponentlərdə dərin tədqiqat işlərinin aparılması elmi-nəzəri baxımdan böyük maraq doğurur.

MATERIAL VƏ METODLAR

Tədqiqat Kəlbəcər rayonu ərazisində qızıl mədənləri və qızıl təzahürləri arealını (92270,19 ha) əhatə edir. Ərazinin təsviri rəqəmsal hündürlük modeli (DEM) əsasında verilmişdir (Şəkil 1).



Şəkil 1. Tədqiqat ərazisinin xəritə-sxemi

Ərazi dəniz səviyyəsindən 1160-3440 m mütləq hündürlüklər arası yerləşir. Struktur-geomorfoloji cəhətdən Şərqi Göyçə silsiləsi və Umudlu çökəkliyindən ibarətdir. Tərtərçayın dar və dərin kanyonvari dərəsi ilə kəskin şəkildə parçalanmışdır. Ərazidə çay şəbəkəsinin sıx olması və relyef amplitudası çirklənmənin arealını genişləndirir. Əsasən Trias və Yura dövrünə aid vulkanogen, vulkanogen-çökmə mənşəli fasiyalar geniş yayılmışdır.

Orta illik temperatur $6,07^{\circ}\text{C}$, orta illik yağıntıların miqdarı $782,5$ mm-dir. küləyin orta sürəti $3,11$ m/san-dir. İqlim məlumatları 1995-2023-ci illərin orta statistik göstəricilərini əhatə edir. Ərazinin başlıca landşaftları dağ-çəmən və çimli dağ-çəmən torpaqları üzərində alp çəmənlikləri, qonur dağ-meşə torpaqları üzərində mülayim-rütubətli dağ-meşə landşaftlarıdır.

Ağır metalların müxtəlif yollarla və müxtəlif şəraitdə şirin su mənbələrinə və torpağa keçməsi onlarda çoxsaylı fiziki, kimyəvi və bioloji dəyişikliklər yaradır. Bu dəyişiklikləri iki kateqoriyaya bölmək olar:

1. Ağır metalların vəziyyət dəyişikliyinə ətraf mühitlə təsir əlaqəsi.
2. Ətraf mühitin dəyişikliyinə ağır metallarla təsir əlaqəsi.

Şirin su mənbələrinin və torpağın keyfiyyət göstəriciləri onun mövcud olduğu təbii şəraitin xüsusiyyətlərindən və ona axıdılan antropogen maddələrin miqdar və tərkib göstəricilərindən asılıdır. Eyni zamanda ağır metalların ətraf mühitə təsirinin bioloji reaksiyası da çox müxtəlifdir. Bu müxtəlifliyin başlıca göstəriciləri, xarakter və dərəcələri dib çöküntülərində, müxtəlif birləşmə formalarında, sularda ağır metalların miqdarından və formasından asılıdır.

Prosesin metodoloji gedişatı özündə fond və ədəbiyyat materialları, peyk şəkillərinin emalı, riyazi-statistik dəqiqləşdirmə işlərini əks etdirir.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Qızıl mədənləri işğal dövründə texniki və ekoloji qaydalara riayət edilmədən ekstensiv üsulla çıxarılmış və ətraf ekosistemlər çirklənmişdir. Zod qızıl mədəni ətrafında dağ-mədən işləri nəticəsində ərazi torpaqları texnogen çirklənməyə məruz qalmışdır (Şəkil 2).

Bununla yanaşı, bir sıra qızıl təzahürlərində (Qazıxanlı, Ağzıbir, Zərqulu, Ağduzdağ, Qalaboyun) geoloji kəşfiyyat işləri yerinə yetirilmiş, lokal şəkildə çirklənmə mənbələri yaranmışdır.

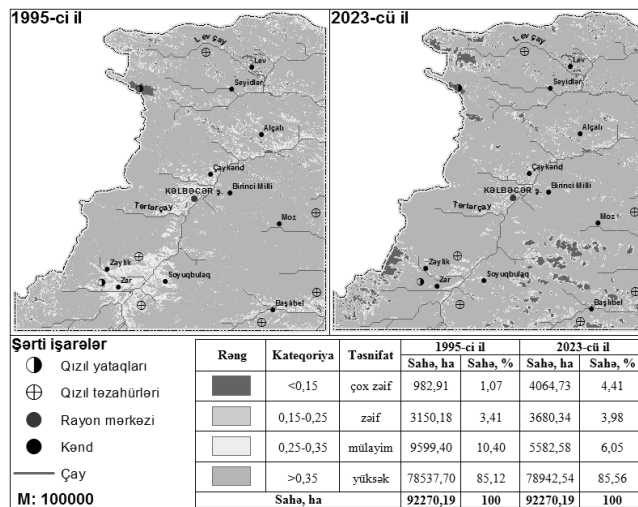
Çirklənmə mənbələri ətrafında peyk təsvirlərindən istifadə edərək (1995-cı il - LANDSAT 4-5 TM C2 L1; 2023-ci il LANDSAT 8-9 OLI/TIRS C2 L1) torpaq-bitki örtüyünün müxtəlif parametrlərində (NDVI, LST, VH1, SM1) baş verən neqativ dəyişikliklərin monitorinqi aparılmışdır. Təsvirin mərkəzi nöqtəsinin koordinatları: $40^{\circ}20'04,24''\text{N}$ $45^{\circ}37'57,76''\text{E}$.



Şəkil 2. Zod qızıl mədəni ətrafı texnogen landşaft

Bitki örtüyündə baş verən dəyişikliklərin öyrənilməsi zamanı müxtəlif peyk sensor məlumatlarından istifadə edilmişdir. Alınmış multispektral zolaqlar müxtəlif vegetasiya indeksləri şəklində (NDVI, SAVİ, ENVI, NDGI və s.) tədqiqata cəlb edilir. Başlıca olaraq, Normallaşdırılmış Bitki Vegetasiya İndeksindən (NDVI) istifadə olunur [6, 9]. NDVI dəyəri -1 və 1 intervalında dəyişir. 1995-ci ilə nisbətən 2023-cü ildə zəif vegetasiya dərəcəsinə malik bitki örtüyünün sahəsi 3,34 % (3081,82 ha) artmışdır (Şəkil 3).

Ərazidə bitki örtüyünün inkişafı ümumi fonda müsbət istiqamətdə getmişdir. Lakin mədənətrafi sahələrdə bitki örtüyü ciddi şəkildə deqradasiyaya uğramışdır. Çirklənmə mənbəyinə yaxın yerlərdə ətrafa yayılan və tədricən çökən kükürd qazı ağac və kol bitkilərinin optimallığının pozulmasına, nəticədə eroziya prosesinin sürətlənməsinə gətirib çıxarmışdır. Uzun illər davam edən bu proses torpağın morfo-metrik quruluşunu dəyişir və yarım tip, hətta tip səviyyəsində ona təsir edir. Çirklənmə mənbələrinə yaxın ərazilərdə ağır metalların akkumulyasiyası və konsentrasiyasının yüksək olması iki səbəbdən - ətrafa atılan tullantıların yuyulub aparılması və yaxud birbaşa çay suları ilə axıdılmasından, ikinci, atmosfer vasitəsilə çökdürülməsindən asılıdır. Bunun qarşısını almağın yeganə yolu ətraf mühitə atılan tullantıların minimuma endirilməsidir. Ərazinin relyef şəraitinin mürəkkəbliyi intensiv surətdə istismar edilən dağ-mədən sənaye tullantılarının saxlanması imkanını məhdudlaşdırdığı üçün uzun illər bu tullantılar çay sularına axıdılaraq ətraf mühiti çirklənməyə məruz qoymuşdur.

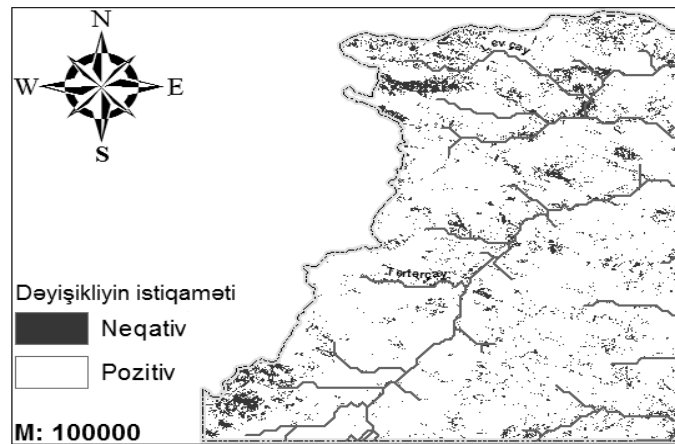


Şəkil 3. NDVI-yə əsasən bitki örtüyünün vegetasiya dərəcəsinin qiymətləndirilməsi



Torpaq səthinin temperaturu (LST) mədən ətrafı ərazilərdə digər ərazilərə nisbətən işğal dövründə artmışdır (3,42°C). Bu qızılın işğal dövründə texniki və ekoloji qaydalara riayət edilmədən ekstensiv üsulla çıxarılması və tullantıların düzgün idarə olunmaması ilə bağlıdır.

Bitki örtüyünün daha dəqiq qiymətləndirilməsi üçün Vegetasiya Sağlamlıq İndeksindən (VHI) istifadə edilmişdir. Bu ərazidə yüksək optimallığa malik, ekoloji tarazlığın qorunmasında vacib olan bitki ekosistemlərinin vəziyyətinin tədqiqində müstəsna əhəmiyyətə malikdir [8]. VHI-nə əsasən bitkilərin ətraf mühitin təsirindən stressə məruz qalma dərəcəsi öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, yüksək dərəcədə stresə malik bitki ekosistemlərinin sahəsi 1992-ci ilə nisbətən 2023-cü ildə 7,13 % (6579,83 ha) artmışdır. Bu artım dəyişkənliyin aşkarlanması analizinə əsasən xəritələşdirilmiş, transformasiya istiqamətləri müəyyən edilmişdir (Şəkil 4).



Şəkil 4. Bitki ekosistemlərinin stressə məruz qalma dərəcəsi (dəyişikliyin istiqaməti kontekstində)

Torpağın nəmlik indeksi (SMİ) -1 və 1 diapazonunda dəyişir. Beş kateqoriya üzrə qiymətləndirilmə aparılmış, sahələr hesablanmışdır (Cədvəl 1).

Cədvəl 1.

Torpağın nəmlik indeksi üzrə sahəsinin dəyişmə tendensiyası

SMİ	İllər		Sahə, ha	Sahə, %
	1995	2023		
çox quraq	521,76	2946,70	-2424,94	-2,63
quraq	17885,34	44006,65	-26121,31	-28,31
mülayim	59848,88	41024,83	-18824,05	-20,40
rütubətli	11240,59	2899,22	-8341,37	-9,04
çox rütubətli	2773,62	1392,79	-1380,83	-1,49

Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi, bütün kateqoriyalar üzrə dəyişmə mənfi istiqamətdə getmişdir. Nəmliyin qiymətləndirilməsi səthi, kökyanı və ana süxur daxil olmaqla yerinə yetirilmişdir. Bu neqativ istiqamətdə transformasiya meşələrin qırılması, tullantıların düzgün nəql edilməməsi, mədən ətrafı ərazilərdə torpağın struktur pozulmaları və su-fiziki xassələrin pisləşməsi, torpaqların ağır metalların tullantıları vasitəsilə çirkləndirilməsi və s. proseslərlə sıx və üzvi surətdə bağlıdır.

Çirkləndiricilərin torpağa ekstremal səviyyədə təsirinin uzun illər davam etməsi torpağın akkumulyativ horizontunda üzvi maddələrin itirilməsinə və torpaqların deqradasiyasına gətirib çıxarır.



mışdır. Ağır metalların torpaq ekosisteminə təsiri tək onun konsentrasiyasından yox, həm də torpaq mühitindən, rütubətlənmə şəraitindən və yerləşdiyi landsaftdan asılıdır. Bu neqativ təsirin miqyasını azaltmaq üçün bioloji rekultivasiya, tullantıların düzgün nəql edilməsi, faydalı qazıntıların intensiv üsulla çıxarılması, antropogen fəaliyyətin minimuma endirilməsi və s. tədbirlər planının yerinə yetirilməsi məqsəduyğundur.

Tədqiqat nəticələrinin dəqiqləşdirilməsi üçün ərazidə çöl tədqiqatlarının aparılmasına zəruri ehtiyac vardır.

YEKUN NƏTİCƏ

Tədqiqat ərazisində 1995-ci ildə ərazinin 4 %-i (3690,81 ha) çox şiddətli, 14,3 %-i (13194,64 ha) şiddətli, 25,4 %-i (23436,63 ha) mülayim, 31,8 %-i (29341,92 ha) orta, 24,5 %-i (22606,19 ha) fon, 2022-ci ildə isə 6,1 %-i (5628,48 ha) çox şiddətli, 15,8 %-i (14578,69 ha) şiddətli, 25,5 %-i (23528,90 ha) mülayim, 32,6 %-i (30080,08 ha) orta, 20 %-i (18454,04 ha) fon səviyyədə deqradasiyaya məruz qalmışdır. Lokal şəkildə faydalı qazıntıların istismar edildiyi mədən ərazilərində ekosistemlərin xüsusi mühafizə olunması və müasir texnologiyalardan istifadə etməklə təsirin miqyasını azaltmaq mümkündür.

ƏDƏBİYYAT

1. Водяницкий, Ю.Н. Формулы оценки суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидами // Почвоведение, – 2010. №10, – с. 1276-1280.
2. Дубовник, В.Д., Сердюков, С.Ю. Содержание тяжелых металлов в почве промышленного активной зоны г. Курска // Изд-во Юго-западного гос.ун-та, – 2014, 1 (52), – с. 34-40.
3. Глебова, И.В., Гридасов, Д.С., Тутова, О.А. Анализ экологического мониторинга территорий Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, – 2002, 1(1), – с. 74-78.
4. Евдокимова, Г.А., Мозгова, Н.П., Калабин, Г.Н. Содержание и токсичность тяжелых металлов в почвах зоны воздействия воздушных выбросов комбината “Североникель” // Почвоведение, – 2011. №2, – с. 261-268.
5. Неведров, Н.П., Проценко, Е.П., Глебова, И.В. Соотношение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах Курска // Почвоведение, – 2018. №1, – с.111-117.
6. Chao, M.A., Guo, Z. Annual integral changes of time serial NDVI in mining subsidence area // Transactions of Nonferrous Metals Society of China, – 2011, 21, – p. 583-588.
7. Onyotin, J., Agyemang, I. Environmental and rural livelihoods implications of small-scale gold mining in Talensi-Nabdam Districts in Northern Ghana // Journal of Geography and Regional Planning, – 2014, 7, – p. 139-160.
8. Pei, F. Monitoring the vegetation activity in China using vegetation health indices / F.Pei, C.Wu, X.Liu [et.al.] // Agricultural and Forest Meteorology, – 2018, 248, – p. 215-227.
9. Wang, W. Monitoring and evaluating restoration vegetation status in mine region using remote sensing data: case study in Inner / W.Wang, R.Liu, P.Zhou [et.al.] // Journal of Remote Sensing, – 2021, 13, – p. 1307-1350.



**COMPLEX ASSESSMENT AND MONITORING OF THE ENVIRONMENTAL
IMPACT OF GOLD MINES THROUGH REMOTE SENSING AND GIS
(IN REPRESENTATION OF KALBAJAR DISTRICT)**

A.N. Suleymanova-Rahmanli

Territorial ecosystem was subject to severe degradation in the period of occupation and due to repetition of active war phase. The article is devoted to the analysis of natural conditions of the areas around the mine which is exposed to man-made pollution. The tendency of changing parameters is integrated into the medium of Geographical Information System (GIS), and the monitoring results are mapped. The changes in different parameters of soil-vegetation cover were evaluated spatially and temporally using satellite sensor data within the selected study area. It has been determined that serious degradation has occurred in the ecosystems that ensure the progress of the natural recovery process and maintain the ecological balance. Areas around mines where degradation occurs are ecosystems with optimal bioclimatic conditions. The occurrence of degradation in these ecosystems and the increase in the scale of impact can lead to more negative consequences day by day.

Keywords: *NDVI, LST, VHI, SMI, pollution, degradation remote sensing.*

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И МОНИТОРИНГ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗОЛОТЫХ
РУДНИКОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПУТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС (В ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВЕ
КЯЛБАДЖАРСКОГО РАЙОНА)**

А.Н. Сулейманова-Рахманлы

Период оккупации и повторения активной фазы войны серьезно деградировали экосистему. Данная статья посвящена анализу проблем природного состояния территории вокруг рудников подверженных техногенному загрязнению. Тенденция изменения параметров интегрировано в среду Географической Информационной Системы (ГИС), результаты мониторинга нанесены на карту. Изменение различных почвенно-растительных параметров оценивались в пространстве и времени с использованием данных спутниковых датчиков на выбранной территории исследования. Установлено, что произошла серьезная деградация экосистем, обеспечивающий ход естественного восстановительного процесса и поддерживающих экологическое равновесие. Деградирующие участки при рудниковой территории представляют собой экосистемы с оптимальными биоклиматическими условиями. Возникновение деградации этих экосистем и увеличение масштаба воздействия с каждым днем могут привести к более негативным последствиям.

Ключевые слова: *NDVI, LST, VHI, SMI, дистанционное зондирование загрязнения, деградации.*