

DOI: <https://doi.org/10.36719/2789-6919/45/200-206>

**Tural Məhərrəmov**  
Milli Aviasiya Akademiyası  
doktorant  
<https://orcid.org/0009-0008-3457-0884>  
[tural.mhr@gmail.com](mailto:tural.mhr@gmail.com)

## Abşeron ərazisində neft dağılmalarının aerokosmik metodlarla tədqiqi

### Xülasə

Bu məqalə, Abşeron yarımadasında neftlə çirklənmiş ərazilərdə ekoloji vəziyyətin qiymətləndirilməsi və torpaqların çirklənmə səviyyəsinin təhlilinə yönəlmişdir. Tədqiqatda, neft dağılmalarını aşkarlamaq və bu ərazilərdəki dəyişiklikləri izləmək məqsədilə müxtəlif geosensör texnologiyalarından istifadə edilmişdir, o cümlədən Sentinel-1 radar peyk şəkilləri, SAR (synthetic aperture radar) və Landsat-8 peyk məlumatları. Bu geosensör texnologiyalarının tətbiqi ilə yer səthindəki dəyişikliklər, xüsusilə də neft çirklənməsinin yayıldığı ərazilər asanlıqla müəyyən edilmişdir. Peyk məlumatları, müxtəlif zaman aralıqlarında toplanmış görüntülərlə, torpaq səthindəki dəyişiklikləri izləyərək, neftlə çirklənmiş ərazilərin genişlənməsi və ya azalma potensialını göstərməkdə mühüm rol oynayır.

Əldə olunan peyk şəkilləri ArcGIS Pro proqram təminatında analiz edilərək, çirklənmiş sahələrin sərhədləri dəqiq müəyyənəndirilmiş və vizual olaraq xəritə üzərində göstərilmişdir. Bu xəritələr, tədqiqatçılara ərazinin daha geniş perspektivdə qiymətləndirilməsi, çirklənmənin növü və intensivliyinin təhlilinə imkan tanımışdır. Bu məlumatların xəritələşdirilməsi həmçinin, torpaqlarda baş verən degradasiya proseslərinin izlənməsi və gələcəkdə bu ərazilərdə həyata keçiriləcək təmizləmə və bərpa işlərinə dair müvafiq tədbirlərin görülməsi üçün əhəmiyyətli bir əsas yaratmışdır.

**Açar sözlər:** *Abşeron yarımadası, neftlə çirklənmiş ərazilər, ekoloji vəziyyət, torpaq çirklənməsi, geosensör texnologiyaları, Sentinel-1, SAR, Landsat-8, peyk məlumatları, ArcGIS Pro*

**Tural Maharramov**  
National Aviation Academy  
PhD student  
<https://orcid.org/0009-0008-3457-0884>  
[tural.mhr@gmail.com](mailto:tural.mhr@gmail.com)

## Investigation of Oil Spills in the Absheron Region by Aerospace Methods

### Abstract

This paper focuses on assessing the ecological condition of oil-contaminated areas and analysis of soil pollution levels in the Absheron Peninsula. The study utilizes geosensor technologies to detect oil spills and track changes in these regions, including Sentinel-1 radar satellite images, SAR (synthetic aperture radar), and Landsat-8 satellite data. By applying these geosensor technologies changes in the Earth's surface, especially the spread of oil contamination were effectively identified. Satellite data gathered over different time intervals, play a crucial role in monitoring land surface changes and in highlighting the expansion or reduction potential of oil-contaminated areas.

The acquired satellite images were analyzed in ArcGIS Pro software, allowing for the precise identification of the boundaries of contaminated zones, which were then mapped for visual representation. These maps have provided researchers with a broader perspective for evaluating the area, analyzing the type and intensity of contamination, and monitoring the degradation processes of the soil. The mapping of this data also serves as an essential foundation for planning future clean up and restoration efforts in these areas.

**Keywords:** *Absheron Peninsula, oil-contaminated areas, ecological assessment, soil contamination, geosensor technologies, Sentinel-1, SAR, Landsat-8, satellite data, ArcGIS Pro*

## Giriş

Neft sənayesinin fəaliyyəti ətraf mühitə təsir edən əsas amillərdən biri kimi çıxış edir. Azərbaycanda ekoloji problemlərin yaranmasında bu sahənin xüsusi rolu vardır və yanacaq-enerji sektorunda onun payı 70-80%-ə qədər yüksəlir. Neft və qaz ehtiyatlarının hasilatı ətraf mühitə birbaşa təsir göstərməklə, xüsusilə mədən sahələrində və onların yaxın ərazilərində neft tullantıları ilə çirklənməyə səbəb olur. Abşeron yarımadası neft hasilatının əsas mərkəzi olduğu üçün, burada ekoloji çirklənmə daha geniş yayılmışdır (Mirzəyev, Şixəliyev, 2012, s.3-4). Neft və qazın çıxarılması, saxlanması, emalı və nəqli kimi proseslər torpaq, hava və su hövzələrinə mənfi təsir göstərərək ciddi ekoloji problemlər yaradır. Ekoloji mühitin bərpası və qorunması məqsədilə ölkədə fəaliyyət göstərən neft şirkətləri beynəlxalq konvensiyalara qoşulmuş və onların tələblərinin struktur bölmələrində tətbiqini vacib amil kimi müəyyən etmişdir (Aliyev, 2018, s.1-3).

Təbii qaz və neft, qlobal miqyasda mühüm enerji resurslarıdır və onların daşınması əsasən, boru kəmərləri vasitəsilə həyata keçirilir. Bu kəmərlər yerin üstündə və ya altında quraşdırıla bilər, diametri isə 1 metrə qədər ola bilər. Boru kəmərlərinin zədələnməsi sızmalara yol açaraq, çoxsaylı təbii sərvətlərin itirilməsinə səbəb olur və bu da neft və qaz şirkətləri üçün böyük maliyyə itkisinə gətirib çıxarır. Həmçinin, bu cür sızmalar ətraf mühitin çirklənməsinə və geri dönüşü olmayan ekoloji təsirlərə yol açır. Boru kəmərlərinin böyük uzunluqları və məsafələri, yerində izləməyi çətinləşdirir. Belə hallarda havadan və uzaqdan idarə olunan sistemlər boru kəmərlərinin monitorinqi üçün böyük imkanlar yaradır. Bir çox hərbi tətbiqi olmasına baxmayaraq, pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) mülki istifadəsi son zamanlar daha çox diqqət cəlb edir. Hal-hazırda fəaliyyət göstərən kiçik PUA-ların ən mühüm üstünlükləri onların yüksək çevikliyi və məkan ayırdetmə qabiliyyətidir (Mahdianpari, Salehi və b., 2018, s.3).

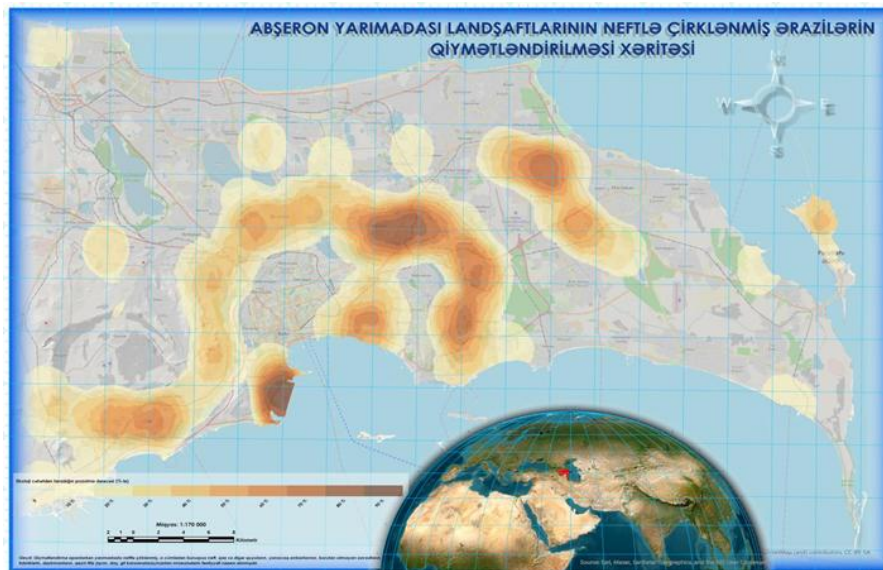
Neft dağılımlarını aşkar etmək məqsədilə bir sıra metodlardan istifadə olunur. Bu metodlar arasında Sentinel-1, Sentinel-1C-band peykləri, SAR (Synthetic Aperture Radar), Envisat, Landsat-8 və ERS kimi multispektral peyk sensorları da mövcuddur. Xüsusilə, səth sularındakı neft dağılımlarını müəyyən etmək üçün Sentinel-1 tədqiqatçıları tərəfindən ən effektiv üsul olaraq qiymətləndirilir. Mikrodalğalı və passiv optik sensorlardan alınan məlumatlar isə ətraf mühitin vəziyyətindən təsirlənə bilər. Passiv optik sensorlar yalnız günəş işığı altında və ya bulud və ya dumanın maneə törətmədiyi zamanlarda neftin yayılmasını aşkar edə bilər. Lakin SAR texnologiyası, həm gündüz, həm də gecə vaxtı işləyərək, buludlardan asılı olmayaraq neft ləkələrini aşkar etməkdə üstünlük təşkil edir (Bayramov, Kada, Buchroithner, 2018, s.35).

## Tədqiqat

Abşeron ərazisində hava keyfiyyətinin müxtəlif aerozollarla çirklənməsi, Xəzər dənizinin su səviyyəsinin dəyişməsi, relyefdəki sürüşmələr və qırılmalar kimi amillər ekoloji vəziyyəti daha da mürəkkəbləşdirərək, yerli əhalinin həyatını çətinləşdirir. Bu faktorlardan hər biri bölgənin təbii mühitinə əhəmiyyətli təsir göstərir və ekosistemin tarazlığını pozur, bunun nəticəsində ətraf mühitin dayanıqlılığı daha da zəifləyir.

Abşeronun quruda yerləşən neft və qaz yataqlarında neftin və qazın yığılması, emalı və daşınması proseslərində müxtəlif tullantılar, o cümlədən lay suları, alçaq təzyiqli səmt qazları, qum dənəcikləri, parafinlər və neft şamları meydana gəlir. Bu tullantılar, artıq mövcud olan ekoloji problemləri daha da dərinləşdirərək, ərazinin ekoloji vəziyyətini sürətlə pisləşdirir. Lay sularının lazımı qaydada idarə olunmaması nəticəsində, neftlə çirklənmiş geniş ərazilər yaranır və çirklənmə yalnız yataq sahəsində deyil, həm də ətrafdakı digər ərazilərdə genişlənir. Bu hallar, bölgənin ekoloji vəziyyətini daha da ağırlaşdırır, ətraf mühitin pozulmasına yol açır və əhalinin sağlamlığına ciddi təsir göstərir.

Bu amillər Abşeronun ekoloji-coğrafi vəziyyətinə ciddi təsir göstərir, bölgədəki təbii mühitin qeyri-sabitliyini artıraraq, həm təbiətə, həm də insan həyatına uzunmüddətli zərərlər vurur. Ekosistemlərin zədələnməsi ilə bağlı baş verən dəyişikliklər, yerli əhalinin həyat keyfiyyətinə və bölgənin gələcək inkişafına mənfi təsir edir.



**Xəritə 1.** Abşeron yarımadasında neftlə çirklənmiş ərazilərin qiymətləndirilməsi xəritəsi (müəllif tərəfindən tərtib olunub)

Bu xəritə, bölgənin ətraf mühitindəki çirklənmə səviyyələrini izləmək və çirklənmiş sahələrin müəyyənəndirilməsi üçün mühüm alət təqdim edir. Belə xəritələr, ərazilərin bərpası üçün prioritetlərin təyin edilməsi və ekoloji təhlil proseslərinin inkişaf etdirilməsi baxımından vacibdir.

Böyükşor gölü və onun ətraf əraziləri uzun illər boyunca neft sənayesinin təsiri altında qalmış və ciddi ekoloji çirklənməyə məruz qalmışdır. Bu regionda neft hasilatı və emalı prosesləri nəticəsində torpaq, su hövzələri və atmosfer çirklənmiş, ekosistemlərin dayanıqlılığı pozulmuşdur. Xüsusilə neft sızmaları və dağılmaları ətraf mühit üçün əsas problemlərdən biridir.

Müasir dövrdə ekoloji çirklənməni qiymətləndirmək və onun dinamikasını izləmək üçün aerokosmik metodlar geniş tətbiq edilir. Peyk təsvirləri, hava çəkilişləri və digər uzaqdan zondlama texnologiyaları neft dağılmalarının yayılma arealını, çirklənmə dərəcəsini və zamanla dəyişməsinə müəyyən etməyə imkan yaradır. Bu metodlar vasitəsilə Böyükşor ərazisində neft çirklənməsinin mənbələri və təsir sahələri müəyyən edilə bilər.

Aerokosmik tədqiqatlar zamanı multispektral və hiperspektral peyk təsvirləri neftin su səthində və torpaq qatlarında yaratdığı spektral dəyişiklikləri analiz etməyə kömək edir. Termal infraqırmızı və mikrodalğa sensorları vasitəsilə isə çirklənmə sahələrinin gecə-gündüz müşahidəsi mümkün olur. Bundan əlavə, dron texnologiyalarından istifadə etməklə yüksək dəqiqlikli yerüstü təsvirlər əldə edilir və çirklənmənin lokallaşmış sahələrdə yayılma xüsusiyyətləri müəyyən edilir (Hashimov, 2023).

Böyükşor ərazisində aparılan aerokosmik monitoring nəticələri ekoloji rehabilitasiya tədbirlərinin planlaşdırılmasına və effektiv idarə olunmasına mühüm töhfə verə bilər. Belə metodların tətbiqi neft sənayesinin ekoloji təsirlərinin azaldılması və ətraf mühitin dayanıqlı idarə olunması üçün vacibdir (Babaeva, İsmailov, Orudzheva, 2020, s.192).

Müasir dövrün tələblərinə uyğun olaraq, torpaqların neft və neft məhsulları ilə çirklənmə səviyyəsini müəyyən etmək məqsədilə yer səthindən əldə olunan minerallar və göstərici bitkilərdən istifadə edilərək müxtəlif metodlar hazırlanır. Tədqiqatlar sübut edir ki, faydalı minerallarla zəngin olan lay suları və neft tərkibli tullantılar torpaqlarda fərqli çirklənmə səviyyələrinə səbəb olur (Gurbanov, Huseynova, 2020, s.85).



Neftin quruda yayılmasını tədqiq etmək üçün seçilən ərazi  $49^{\circ}55'53.26''\text{E}$  və  $40^{\circ}23'29.65''\text{N}$  koordinatlarında yerləşir. Bu ərazi neft hasilatının həyata keçirildiyi və Xəzər dənizinə yaxın olan bir bölgədir.

Xəritə 2. Tədqiqat ərazisinin peyk görüntüləri. (Xəritə müəllif tərəfindən ArcGIS Pro 3.3 proqram təminatında hazırlanmışdır).

Coğrafi sahələrin xəritələşdirilməsi məqsədilə sürətli və doğru məlumat əldə etmək üçün tətbiq edilən ən effektiv yanaşmalardan biri məsafədən zondlama (MZ) və Coğrafi İnformasiya Sistemlərindən (CİS) istifadədir (AbdAl-Qadir, Al-Ali, Soltan, 2023, s.30). CİS, qlobal yerləşdirmə sistemləri (GPS) vasitəsilə yerüstü məlumatları geokodlaşdırır və uzaqdan algılama məlumatlarını rəqəmsal formata çevirməyə imkan verir. Bu texnologiya müxtəlif səviyyələrdə məlumatların məkan xüsusiyyətlərini təhlil etməyə kömək edir. CİS, həmçinin çoxsaylı sahələrdə tətbiq olunur – məsələn, elmi tədqiqatlar, ekosistem qiymətləndirmələri, aktivlər və resurslar üzərində idarəetmə, şəhər planlaması, kartoqrafiya, hüquq-mühafizə, marketing və s. Məsafədən zondlama ilə CİS-in birləşdirilməsi keçmiş və mövcud məlumatları birləşdirərək gələcəkdə baş verə biləcək vəziyyətləri proqnozlaşdırmağa imkan verir. Bu metodlar ətraf mühitin qiymətləndirilməsində mühüm rol oynayır (Hashimov, Aliyeva, Rustamova, Rustamov, 2014, s.99). CİS-in inkişafında mühüm mərhələ, məsafədən zondlama məlumatları əsasında məlumat toplama prosesinin tətbiqi olmuşdur. Neftlə çirklənmiş torpaqlara dair araşdırmalarda, məsafədən zondlama məlumatlarının düzgünlüyü və etibarlılığı, CİS texnologiyalarının effektivliyini təyin edir (Kurnaz, Aliyeva, Rustamov, 2014, s.7).

Əldə olunan məlumatların təhlili nəticəsində, çirklənmiş ərazilərin müəyyən edilməsi və təmizlənməsi üçün daha geniş və təsirli yanaşmalar təklif edilə bilər. Məlumatların rəqəmsal formada toplanması və analiz edilməsi, müxtəlif ərazilər arasındakı çirklənmə dərəcələrini müqayisə etməyə və təbii mühitin bərpası üçün hansı tədbirlərin görülməsinin daha məqsədəuyğun olduğunu müəyyən etməyə imkan yaradır. Həmçinin, ArcGIS Pro proqram təminatı vasitəsilə hazırlanan çirklənmiş sahələrin xəritələri, yerli idarəetmə orqanlarına və ekoloji mütəxəssislərə bölgənin ekoloji vəziyyətini izləmək və təmizləmə işlərini daha düzgün həyata keçirmək üçün mühüm bir alət təmin edir.

Sahə işlərindən sonra Google Earth və peyk təsvirləri, məsələn, Sentinel-2 peykindən əldə edilən məlumatlarla ərazinin tədqiqi aparılmışdır. Bu təsvirlər 2014 və 2024-cü illər üzrə alınmış və ArcGIS Pro proqramına daxil edilərək, neftlə çirklənmiş sahələr müəyyənəndirilmiş və vektor qatı hazırlanmışdır.

**Şəkil 1.** Google Earth Pro proqramında neft ləkələrinin konturlarının müəyyənləşdirilməsi və vektor qatlarının yaradılması prosesini göstərən təsvir.



a) 2014-cü il (35 m<sup>2</sup>)

b) 2024-cü il (151 m<sup>2</sup>)

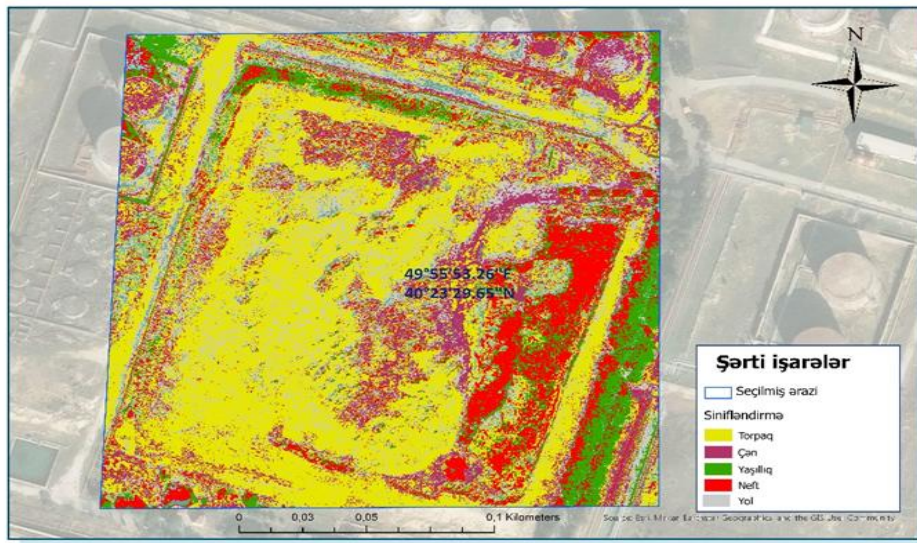
Neft dağılmalarının təhlil edildiyi ərazi ArcGIS Pro proqramında, alətlərin köməyi ilə analiz edilərək təsnif edilmişdir. Təsnifat alətləri, raster məlumat dəstinin piksel və obyektlərini təsnif etmək üçün idarə olunan və idarə olunmayan üsullardan seçim etməyə imkan verir. Nəzarət olunan təsnifat metodunu istifadə etmək üçün təlim nümunəsi faylı təqdim olunmalıdır. Təsnifat alətlərinin siyahısında isə təlim nümunələri yaratmaq və ya mövcud faylı daxil etmək üçün təlim nümunəsi meneceri mövcuddur. Müxtəlif təsnifat metodları mövcuddur və bu tədqiqatda Support Vector Machine (SVM) metodundan istifadə edilmişdir (Classify, n.d.).

Maşın öyrənmə (ML), məlumatların avtomatik olaraq təhlil edilməsi, qruplaşdırılması və proqnozlaşdırılması üçün istifadə olunan müxtəlif alqoritm və metodları əhatə edir. Bu texnologiyalar müxtəlif sahələrdə tətbiq edilərək, xüsusilə məkan məsələlərinin həllində faydalıdır. Məsələn, şəkillərin növlərə ayrılması, yerin təhlili və çoxölçülü məlumatların proqnozlaşdırılması sahələrində geniş istifadə edilir. ArcGIS-də ənənəvi maşın öyrənmə üsullarına əlavə olaraq məkanla əlaqəli spesifik metodlar da mövcuddur. Bu metodlar coğrafi məlumatların təhlilində daha dərinə və daha düzgün nəticələr əldə etməyə kömək edir. Klasterləşdirmə, oxşar xüsusiyyətləri olan və ya eyni yerdə yerləşən məlumatları qruplaşdırma prosesidir. ArcGIS proqramı bu cür qrupları müəyyən etmək üçün geniş alqoritm seçimi təklif edir və bu, müxtəlif xüsusiyyətlərə və ya coğrafi mövqeyə əsaslanır (Machine Learning in ArcGIS, 2017).

Support Vector Machine (SVM) metodu, seqmentli raster məlumatlarını və ya standart görüntüləri təsnif etmək üçün çox güclü, nəzarətli bir alqoritmədir. Bu metod, verilən məlumatları təsnif etmək üçün optimal xətt və ya hyperplan tapmağa çalışır. Məqsəd, fərqli kateqoriyaları bir-birindən ayıran ən geniş məkanı tapmaqdır. SVM, xüsusilə yüksək ölçülü verilənlər və mürəkkəb təsnifat məsələləri üçün əlverişlidir. Bu metod həm də müxtəlif növ məlumatlarla yaxşı işləyir, məsələn, görüntü emalı və digər məkan məlumatları ilə. SVM'nin əsas üstünlüyü onun yüksək dəqiqliklə işləməsi və mürəkkəb verilənləri düzgün şəkildə təsnif etməsidir.

Support Vector Machine (SVM) metodunun tətbiqi, həmçinin böyük verilənlər bazalarında və mürəkkəb strukturda olan məlumatlarda təsnifatın yüksək dəqiqliklə aparılmasını təmin edir. Bu metod, məlumatları təsnif edərkən onların həndəsi strukturlarına əsaslanır və onları optimal qərar sərhədləri ilə ayırır. Məsələn, SVM, müxtəlif növ vizual məlumatları, o cümlədən peyk şəkilləri və digər coğrafi məlumatları təsnif edərkən əhəmiyyətli üstünlüklərə malikdir. O, müxtəlif siniflər arasında ən düzgün ayırma sərhədini tapmaqla yanaşı, dəqiqlik, dayanıqlılıq və sürət baxımından da effektivdir. SVM, xüsusilə geniş məlumatlar üzərində işləyərkən çox güclü performans göstərir və geniş tətbiq sahələrində istifadə olunur.

### Xəritə 3. Təsvirin klassifikasiya edilməsi ( xəritə müəllif tərəfindən tərtib olunub)



Tədqiqatda neftlə çirklənmiş ərazidə bitki örtüyünün və torpağın vəziyyətini təhlil etmək məqsədilə iki müxtəlif vegetasiya indeksi tətbiq edilmişdir. Bunlardan biri NDVI (Normallaşdırılmış Fərq Bitki Örtüyü İndeksi) olub, bitki örtüyünün sıxlığını və sağlamlığını qiymətləndirmək üçün istifadə edilir. NDVI, bitkilərin yaşıl rəngini nəzərə alaraq onların fotosintez fəaliyyəti barədə məlumat verir və beləliklə çirklənmiş sahələrdə bitki örtüyünün dəyişikliklərini izləməyə kömək edir.

Digər indeks isə SAVI (Torpağa Uyğunlaşdırılmış Bitki Örtüyü İndeksi)dir. Bu indeks, torpağın xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq bitki örtüyünün vəziyyətini daha dəqiq ölçməyə imkan verir. SAVI, torpağın quru və nəmli şəraitə görə dəyişən xüsusiyyətlərini hesaba alaraq, bitki örtüyünün sağlamlıq vəziyyətini daha etibarlı şəkildə təhlil edir. Bu indekslər, xüsusilə çirklənmə nəticəsində torpaq və bitki örtüyündəki dəyişiklikləri ölçmək üçün faydalıdır və neftlə çirklənmiş ərazilərdə ekoloji vəziyyətin qiymətləndirilməsində vacib rol oynayır.

NDVI və SAVI indekslərinin birgə istifadəsi, tədqiqatçıların torpağın və bitki örtüyünün dəqradasiyasını və ekosistemdəki digər dəyişiklikləri daha dəqiq şəkildə analiz etmələrinə imkan verir.

### Nəticə

Əldə edilən nəticələr, neft dağılmalarının təhlili və qiymətləndirilməsi üçün müasir texnologiyaların effektiv istifadəsini göstərir. ArcGIS Pro və Google Earth Pro kimi alətlər vasitəsilə toplanan məlumatlar, həmçinin məsafədən zondlama texnologiyalarının tətbiqi ətraf mühitin monitorinqi və bərpası üçün mühüm rol oynayır. Bu yanşmalar, ətraf mühitin vəziyyətini dəqiq qiymətləndirməyə və çirklənmiş sahələrin sürətli və effektiv şəkildə müəyyənəşdirilməsinə imkan verir.

Neft dağılmalarının təyin edilməsi üçün istifadə olunan təhlil metodları, xüsusilə SVM (Support Vector Machine) təsnifat metodları ilə bu məlumatların daha dəqiq və etibarlı şəkildə işlənməsi mümkündür. Bu prosesin düzgün idarə edilməsi, həmçinin ətraf mühitin qorunması və çirklənmiş sahələrin təmizlənməsi məqsədilə həyata keçirilən tədbirlərin düzgün istiqamətlənməsini təmin edir. Beləliklə, bu tədqiqat ətraf mühitin vəziyyətinin yaxşılaşdırılması və təbii sərvətlərin daha səmərəli istifadəsi üçün töhfə verir.

### Ədəbiyyat

1. Aliyev, R.Z. (2018). On the ecological status of the Absheron Peninsula. *Gynecol Women's Health*, 12(4), pp.1-3.
2. AbdAl-Qadir, S.S., Al-Ali, A.K., Soltan, B.H. (2023). Monitoring Soil Contamination by Hydrocarbons and Heavy Metals in Parts of Basra Southern Iraq Using Remote Sensing and GIS Techniques. *İraqi Geological Journal*, 56(1D), pp.29-42.

3. Bayramov, E., Kada, M., Buchroithner, M. (2018). Monitoring oil spill hotspots, contamination probability modelling and assessment of coastal impacts in the Caspian Sea using Sentinel-1, landsat-8, radarsat, envsat and ERS satellite sensors. *Journal of Operational Oceanography*, VOL.11, NO. 1, pp.27-43. <https://doi.org/10.1080/1755876X.2018.1438343>
4. Babaeva, M.P., Ismailov, N.M., Nadzhafova, S.I., Keiserukhsaya, F.SH., Orudzhevaa, N.I. (2020). K voprosu o razrabotke pdk nefti i nefteproduktov v razlichnykh tipakh pochv na osnove ikh assimilyatsionnogo potentsiala (na primere pochv Azerbaidzhana). *Pochvovedenie*, № 11, s.1393–1400 DOI:10.31857/S0032180X20110040.
5. Classify.(n.d.). <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/image-analyst/classify.htm>
6. Gurbanov, E.M., Huseynova, H.Z. (2020). Methods for Determining Soil Contamination by Oil and Petroleum Products and Indicator Plants in the North of Caspian Sea. *International Journal of Agriculture and Biological Sciences* ISSN (2522-6584), pp.84-89.
7. Hashimov, S., Zawadzki, J. *Observations of the oil-polluted soil of Absheron Peninsula using Landsat 8 OLI and Sentinel 2A imagery*, <https://dx.doi.org/10.46544/ams.v27i3.04>, <https://repo.pw.edu.pl/info/article/WUT4139a9fc82004563b9f873605dad62da/>
8. Hashimov, A.M., Aliyeva, B.N., Rustamova, S.R., Rustamov, R.B. (2014). Geotechnical and space data fittings in environmental studies. *International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering"*. Issue 21, Volume 6, Number 4, pp.98-101.
9. Kurnaz, S., Aliyeva, B.N., Rustamov, R.B. (2014). Advances of Space Technology in Geotechnical Studies By Global. *Journal of Researches in Engineering: J General Engineering*, Volume 14, p.7.
10. Mirzəyev, A.B., Şıxəliyev, F.B. (2012). *Abşeron yarımadası və Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorunda yerləşən neft mədən ərazilərinin ekoloji problemləri və onların aradan qaldırılması yolları*. ISBN: 978-9952-453-35-5.
11. Mahdianpari, M., Salehi, B., Mohammadimanesh, F., Larsen, G., Peddle, D.R. (2018). Mapping land-based oil spills using high spatial resolution unmanned aerial vehicle imagery and electromagnetic induction survey data. *Appl Remote Sens.* 12(3), 036015, doi: 10.1117/1.JRS.12.036015.
12. *Machine Learning in ArcGIS*. (2017). <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/analytics/analytics/machine-learning-in-arcgis/>

Daxil oldu: 10.02.2025

Qəbul edildi: 17.05.2025