

EKOLOGİYA

UOT 504; 062, 911.2; 912

**ŞƏRQİ ZƏNGƏZUR İQTİSADI RAYONUNUN İŞĞAL DÖVRÜNDƏ
MEŞƏ-BİTKİ ÖRTÜYÜ ƏRAZİLƏRİNDƏ BAŞ VERMİŞ
DƏYİŞİKLİKLƏRİN NDVI İNDEKSİ VASİTƏSİLƏ AŞKARLANMASI****A.S.AĞBABALI*, V.M.MƏMMƏDƏLİYEVƏ**, G.S.UMUDLU******Bakı Dövlət Universiteti, **Milli Aerokosmik Agentliyin Ekologiya İnstitutu
akbabali@bsu.edu.az, valide.mamedaliyeva@mail.ru, gumudlu@bsu.edu.az**

Aparığımız tədqiqat nəticəsində meşə-bitki örtüyündə baş verən dəyişikliklər kəmiyyət və keyfiyyətə qiymətləndirilmişdir. Araşdırmaya görə tədqiqat rayonları üzrə NDVI göstəricisi siniflərə ayrılmış və sahələri hesablanmışdır, nəticədə alınmış sahə göstəriciləri ümumiləşdirilmişdir. Tədqiqatın nəticəsində əldə olunan göstəricilərə əsasən deyə bilərik ki, ən az azalma dağ növləri, qum, qar 718 ha, lakin ən çox azalma güclü sıx meşə örtüyündə 11745 ha baş vermişdir. Ən az artım su obyektı olaraq 583 ha, ən çox artım isə kolluqlar və otlaqlarda 9557 ha baş vermişdir.

Açar sözlər: meşə örtüyü, peyk təsvirləri, sinifləşdirmə, CİS texnologiyaları, bitkinin nisbi normalaşma indeksi, vektor formatı.

Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonu ərazisinin işğal altında qaldığı otuz ilə yaxın bir müddətində təbii və antropogen landşaftları tənəzzül etmişdir. Ötən otuz il müddətdə işğala məruz qalmış inzibati rayonlarda torpaqlar vəhşicəsinə istismar edilib, hər il əkin, örüş və otlaq sahələri yandırılıb, yeraltı sərvətlər talan edilmişdir. Beləliklə, Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonunda səhrələşmə prosesinin intensiv xarakter almasına müəyyən zəmin yaranmışdır. Məhz buna görə işğal dövründə meşə-bitki örtüyü ərazilərində baş vermiş dəyişikliklərin NDVI indeksi vasitəsilə aşkarlanması qarşıya məqsəd qoyulmuşdur.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - bitkinin nisbi normalaşma indeksi – aktiv fotosintetik biokütlənin (adətən vegetasiya indeksi adlandırılır) sadə miqdar göstəricisidir. Bu bitki örtüyünün kəmiyyət qiymətləndirməsi və problemlərini həll etmək üçün ən geniş yayılmış indekslərdən biridir [1, 2, 3, 4].

Bu aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Burada **NIR**– yaxın infraqırmızı sahə spektrində əks olunma, mkm;
RED- qırmızı sahə spektrində əks olunma, mkm.

Bu düstura əsasən, təsvirin müəyyən bir nöqtəsindəki bitki örtüyünün sıxlığı (NDVI) qırmızı və infraqırmızı diapazonda əks olunan işığın intensivliklərinin fərqi ilə onların intensivliklərinin cəminin nisbəti kimi müəyyən olunur [5, 6, 7].

NDVI-ni hesablamaq üçün hər hansı qırmızı və yaxın infraqırmızı diapazonu olan kanallar istifadə oluna bilər. LANDSAT, MODIS və ASTER açıq istifadəli peyk şəkillər üçün kanalların bu indeksinin hesablanması üçün lazım olan nömrələr cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1

**NDVI-nin indeksinin hesablanması üçün
açıq girişli şəkillərin sensor kanalları mkm**

Peyklər	NIR	RED
MSS Landsat(1)	6 (0.7-0.8) və ya 7 (0.8-1.1)	5 (0.6-0.7)
TM Landsat(4,5)	4 (0.76-0.90)	3 (0.63-0.69)
ETM+ (Landsat7)	4 (0.75-0.90)	3 (0.63-0.69)
OLI (Landsat8)	5 (0.85-0.88)	4 (0.64-0.67)
MODIS Terra(Aqua)	2 (0.841-0.876)	1 (0.62-0.67)
ASTER (Terra)	3 (0.76-0.86)	2 (0.63-0.69)

NDVI hesablanması lifli bitkilərin əks olunan spektral əyrinin iki daha stabil sahələrinə əsaslanır. Qırmızı sahə spektrində (0.6-0.7 mkm) ali lifli bitkilərin xlorofil ilə günəş radiasiyasının maksimum udma, yaxın infraqırmızı sahədə (0,7-1,0 mkm) yarpaqların hüceyrə quruluşunun maksimal əks olunmasına rast gəlinir. Başqa sözlə, yüksək fotosintetik fəaliyyəti (sıx bitkilərlə adətən bağlılığı) spektrin qırmızı sahəsində kiçik və infraqırmızı sahədə böyük əks olunmaya gətirib çıxarır [8, 9].

Bu göstəricilərin bir-birinə nisbəti başqa təbii obyektlərdən bitkiləri daha dəqiq ayırmağa və analiz etməyə imkan verir. İstifadə edilmə sadə nisbətdə deyil, minimum və maksimum əks olunmanın normallaşmış fərqi ölçmə dəqiqliyini artırır. Şəkillərdə işıqlanma fərqi, buludluluq, tüstü, atmosferlə radiasiyanın udulması və s. kimi hadisələrin təsirini azaldır [10, 11, 12].

Bitki örtüyünün sağlamlığının və sıxlığının artması (yəni, onun pozulmuş ekosistemində olan vəziyyətə yaxınlaşması) ilə əlaqədar fotosintez prosesi nə qədər güclü gedərsə bir o qədər infraqırmızı sahədə onun əks olunmanın radiasiya faizi çox olar ki, nəticədə NDVI indeksinin qiyməti yüksək alınar. Bu NDVI indeksin analizinə görə bitki örtüyünün xüsusiyyətini və növünü təyin

etmə mümkünlüyünü verir.

NDVI hesablanması alqoritmi demək olar ki məsafədən zondlama məlumatlarının emalı ilə bağlı bütün ümumi proqram paketlərinə daxil edilib (Arc View Image Analysis, ERDAS Imagine, ENVI, Ermapper, Scanex MODIS Processor, ScanView və s.) [13,14,15].

NDVI indeksin və yer səthi üzərindəki növlərin müəyyən empirik uyğunluğu (bitki örtüyünün növü və keyfiyyəti daxil olmaqla) cədvəl 2-də təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 2

NDVI indeksinin qiyməti-örtük növü

NDVI, mkm	Örtük növü
0.8-1.0	çox güclü, sıx bitki örtüyü (məsələn tropik yaxud enliyarpaq sağlam meşə)
0.67 -0.8	güclü, sıx bitki örtüyü (meşə)
0.4 - 0.5	çılpaq və seyrəlmiş ağac və kol bitkiləri
0.2 - 0.4	kolluqlar və otlaqlar
0.09 - 0.2	mesəsiz ərazi
-0.1 - 0.1	dağ növləri, qum, qar
-0.42 - -0.33	su obyektli
-0.55 .. -0.5	antropogen örtük (beton, asfalt)
0	səkildə bulud

NDVI indeksini müəyyən etmək üçün ENVI proqramı (ENVI Classic) istifadə edilmişdir. Emal aparmaq üçün ilkin olaraq kosmik təsvirlər əldə edilmişdir. Beləliklə, əldə olunan təsvirlər iyun ayının təsvirləridir.

Burada Landsat-5 peykindən 2000-ci ilin B3 və B4 diapazonda (kanalda) olan təsvirləri, Landsat-8 peykindən isə 2021-ci ilin B4 və B5 diapazonda (kanalda) olan təsvirləri istifadə edilmişdir.

Əldə olunan təsvirlərə əsasən NDVI indeksin hesablanmasını yerinə yetirək. Bunu yerinə yetirmək üçün *ENVI Classic* proqram təminatının əsas menyusunda “*Transform*”-a daxil olaraq (şəkil 1) NDVI alətini seçərək əməliyyatı yerinə yetiririk. Şəkil 2-də NDVI indeksini əks etdirir.

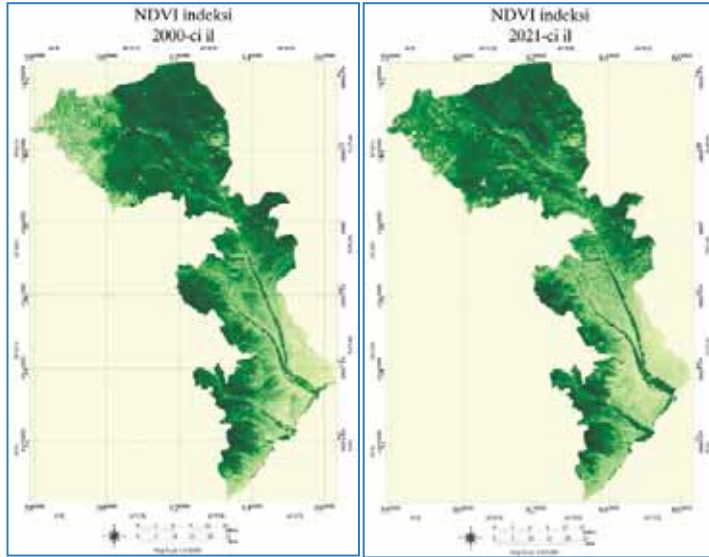


Şəkil 1. ENVI Classic proqram təminatında əsas menyü pəncərəsi

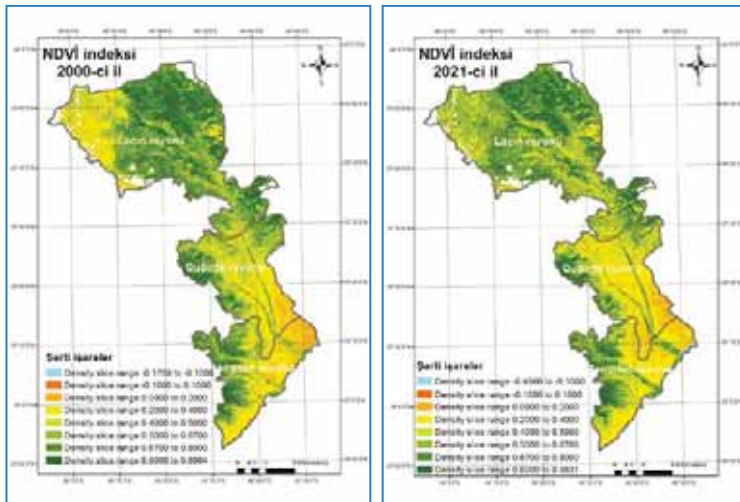
Şəkil 2-də əks olunan təsvirə əsasən deyə bilərik ki, Laçın rayonu digər rayonlarla müqayisədə daha sıx meşə-bitki örtüyünə malikdir.

Alınan nəticələrə əsasən sinifləndirməni apararaq. Sinifləndirməni yerinə yetirmək üçün sinif olaraq cədvəl 2-dən istifadə edilmişdir. Sinifləndirməni yerinə yetirdikdən sonra siniflərə əsasən təsviri raster formatından vektor formatına çevrilməsini yerinə yetiririk. Bu əməliyyatı yerinə yetirdikdən sonra

poliqona (.shp formatına) çevrilməsini aparırıq. Alınan nəticə şəkil 3-də əks olunmuşdur.



Şəkil 2. Tədqiqat ərazisinin müxtəlif illər üzrə meşə-bitki örtüyü (NDVI indeksi)



Şəkil 3. Tədqiqat ərazisinin müxtəlif illər üzrə NDVI indeksin sinifləndirməsi

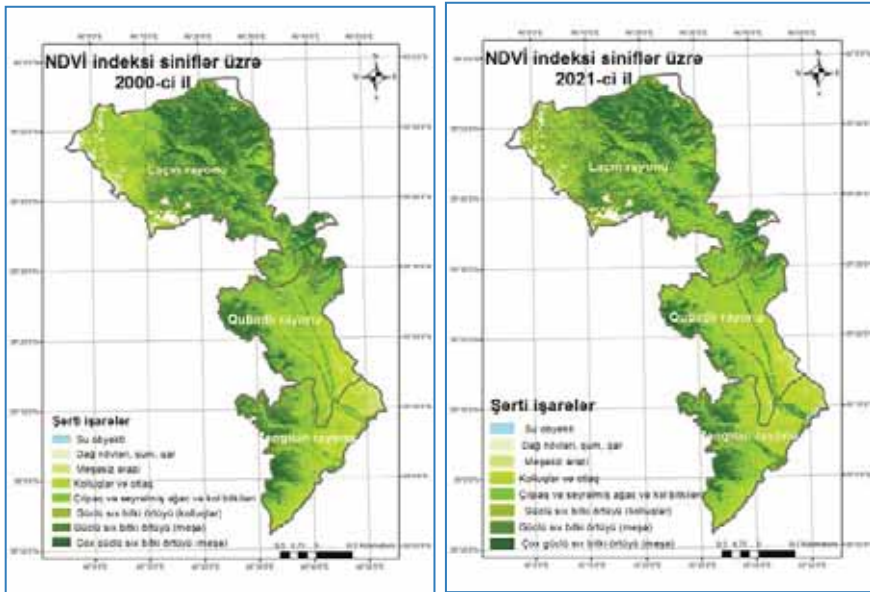
Aldığımız təsvirlərə və şərti işarələrə əsasən deyə bilərik ki, kifayət qədər dəyişiklik baş vermişdir. Bundan sonra ArcGIS proqramında uyğun siniflər üzrə sahələrin hesablanması yerinə yetirilmişdir. Sahələrin hesablanması üçün ArcGIS proqramında *Calculate Geometry* alətindən istifadə edərək sahələrin hesablanması aparılmışdır. Alınan nəticələr şəkil 4-də əks olunmuşdur.

ID	Class Name	simül	sahe
0	Density sifir range 0.1900 to 0.1900	Dağ növləri, qum, sar	4617
1	Density sifir range 0.1719 to 0.1900	Su obyektli	624
2	Density sifir range 0.0900 to 0.2000	Məqsəd ərazi	11296
3	Density sifir range 0.2000 to 0.4000	Kolluqlar və otlaq	70386
4	Density sifir range 0.4000 to 0.5000	Cəzaq və sərxəmə ağac və kənd bitkiləri	28262
5	Density sifir range 0.5000 to 0.6700	Güclü və biki örtüyü (kolluqlar)	20245
6	Density sifir range 0.6700 to 0.8000	Güclü və biki örtüyü (meşə)	71453
7	Density sifir range 0.8000 to 0.8999	Çox güclü və biki örtüyü (meşə)	35623

Şəkl. 4. Kəlbəcər rayonunun müxtəlif illərdə uyğun siniflər üzrə sahə göstəriciləri (ha-la)

Aldığımız sahələrə əsasən müqaisə etmək üçün təsvirlər üzərində müxtəlif yerlərdə buludlar olduğundan meşə-bitki örtüyünü müqaisə etmək üçün şərti olaraq bütün təsvirlərdə eyni yerdə bulud qəbul edək. NDVI indeksin qiymətlər diapazonuna əsasən bulud olan yerdə NDVI=0 [16,17].

Bütün təsvirlərdən bulud olan əraziləri çıxardırıq. Aldığımız təsvirlər şəkil 5-də əks olunmuşdur.



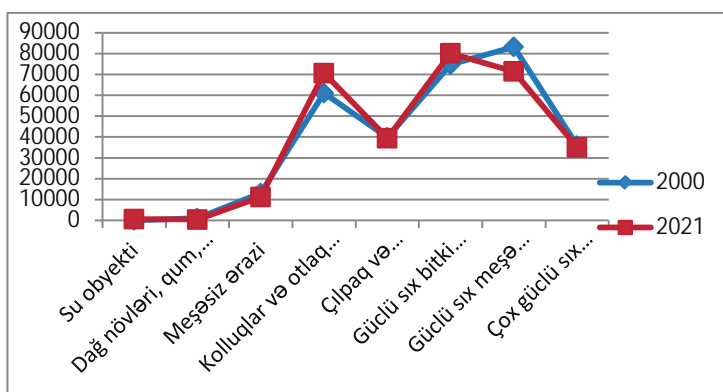
Şəkl. 5. Tədqiqat rayonları ərazisinin buludsuz siniflər üzrə meşə-bitki örtüyü

Beləliklə, apardığımız araşdırmaya görə tədqiqat rayonları üzrə NDVI göstəricisini siniflərə ayırdıq və sahələrini müəyyən etdik. Aldığımız nəticələri (sahə göstəricilərini) ümumiləşdirək, cədvəl 3-də illər üzrə uyğun siniflərə əsasən sahə göstəriciləri əks olunmuşdur.

Cədvəl 3-də əks olunan göstəricilərə əsasən deyə bilərik ki, ən az azalma dağ növlərində, qum və qar olan ərazilərdə 718 ha-dır. Ən çox azalma isə güclü sıx meşə örtüyündə 11745 ha baş vermişdir. Ən az artım su obyektlərində olmaqla 583 ha, ən çox artım isə kolluqlar və otlaqlarda 9557 ha olmuşdur. Sahə göstəricilərinə əsasən aşağıdakı qrafik tərtib edilmişdir (şəkil 6).

Cədvəl 3

Siniflər	İllər üzrə sahələr (ha-la)		Dinamika (2000-2021)
	2000	2021	
Su obyektləri	41	624	583↑
Dağ növləri, qum, qar	1125	407	718↓
Meşəsiz ərazi	13048	11206	1842↑
Kolluqlar və otluqlar (örüş)	61039	70596	9557↑
Çılpaq və seyrəlmiş ağac və kolluqlar	39840	39392	448↓
Güclü sıx bitki örtüyü (kolluqlar)	74688	80140	5452↑
Güclü sıx meşə örtüyü	83200	71455	11745↓
Çox güclü sıx meşə örtüyü	35823	35020	803↓



Şəkl. 6. Tədqiqat üzrə meşə-bitki örtüyündə baş verən dəyişiklik

Apardığımız tədqiqatlar nəticəsində Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonu ərazisində meşə-bitki örtüyündə baş verən dəyişiklikləri və uyğun sahələri müəyyən etdik.

ƏDƏBİYYAT

1. Сайт ГИС ArcGIS [Электронный ресурс]: - Режим доступа <http://www.arcgis.com/home/index.html>
2. Məmmədov Q., Mahmudov X., Ekologiya, Ətraf Mühit və İnsan. - Bakı: Elm, - 2006, - 608 s.
3. Сайт Программные продукты семейства ArcGIS [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.credospb.com/arcgis.html>
4. Mövsümov E., Quliyeva L., Ətraf mühitin kimyası. - Bakı: MBM, - 2010, - 184 s.
5. Горбачева, Е.Н. Программный комплекс ENVI профессиональное решение для комплексной обработки мультиспектральных, гиперспектральных и радарных данных / Е.Н.Горбачева// Геоматика, №2, 2013, - с. 50-54.
6. Babayev A., Torpaq keyfiyyətinin monitorinqi və ekoloji nəzarət. - Bakı: 2011, - 254 s.
7. laboratornaya_rabota_9.pdf (<http://www.free-pdf-tools.ru/>)
8. Дистанционное зондирование [Электронный ресурс]: Определение задач обработки снимка и выбор способа классификации. - Режим доступа: http://www.nrcgit.ru/aster/methods/metods/spectrum_angle.html
9. EarthExplorer. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Dataaccess 08.07.2021
10. EuropeanSpaceAgency. URL: <https://www.esa.int>. Dataaccess 08.07.2021
11. Роскосмос. URL: <https://www.roscosmos.ru>. Dataaccess 08.07.2021

12. Azercosmos. URL: <https://azercosmos.az>. Dataaccess 08.07.2021
13. Чашин, А.Н. Основы обработки спутниковых снимков в QGIS: учебно-методическое пособие / Пермский гос. аграрно-технолог. ун-т. им. акад. Д.Н.Прянишникова. – Пермь: ИПЦ “ПрокростЪ”, - 2018. – 47 с.
14. <http://www.dataplus.ru/Soft/ESRI/ArcGIS/ArcGIS.htm>
15. <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>
16. <http://www.gis-lab.info/qa/ndvi.html>
17. <http://www.wiki.gis-lab.info.html>

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОИЗОШЕДШИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНО-ЗАНГЕЗУРСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА ЗА ПЕРИОД ОККУПАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ИНДЕКСА NDVI

А.С.АГБАБАЛЫ, В.М.МАМЕДАЛИЕВА, Г.С.ГУМУДЛУ

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена исследованию покрытия территории Восточно-Зангезурского экономического района и его классификации. Классификация была проведена на основе расчета индекса NDVI. Дана количественная оценка изменения площадей различных классов покрытия за время оккупации. Полученные результаты обобщены по районам и сведены в таблицу. По полученным данным можно сделать следующие выводы. Наименьшая убыль площади наблюдается в классах горных пород, песка, снега (718 га), а наибольшая – на густые леса (11745 га). Наименьший прирост был у водоемов (583 га), а самый высокий – в зонах кустарников и пастбищ (9557 га).

Ключевые слова: лесной покров, спутниковые снимки, классификация, ГИС-технологии, индекс NDVI, векторный формат.

DETECTION OF CHANGES OCCURRED IN THE AREA OF THE EASTERN ZANGAZUR ECONOMIC DISTRICT DURING THE OCCUPATION PERIOD USING NDVI INDEX

A.S.AGHBABALI, V.M.MAMMADALIYEVA, G.S.UMUDLU

SUMMARY

As a result of our research, changes in the forest-vegetation cover were assessed quantitatively and qualitatively. According to the survey, the NDVI indicator was divided into classes and areas were calculated by regions. The results obtained (field indicators) are summarized. According to the table compiled as a result of the study, we can say that the lowest decrease was in mountain species, sand, snow 718 ha, but the greatest decrease was in 11745 ha in the strong dense forest cover.

The lowest increase was in 583 ha as a water body, and the highest increase was in 9557 ha in bushes and pastures.

Keywords: forest cover, satellite imagery, classification, GIS technologies, relative normalization index of the plant, vector format.