

YER ELMLƏRİ VƏ COĞRAFIYA EARTH SCIENCES AND GEOGRAPHY

DOI: <https://doi.org/10.36719/2707-1146/37/27-37>

Mədinə Əmiraslanova
Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyi
Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu
doktorant
madina.muxtarova.1992@mail.ru

AZƏRBAYCAN ƏRAZISİNDƏ KÜR ÇAYININ SƏVIYYƏ PROBLEMİNİN MƏSAFƏDƏN ZONDLAMA VƏ CİS TEXNOLOGİYALARI ƏSASINDA TƏHLİLİ

Xülasə

Son illərdə su ərazilərinin xəritələşdirilməsi və monitorinqi üçün məsafədən zondlama və coğrafi informasiya sistemləri kimi dərin tədqiqat metodlarından istifadə edilir. Məqalədə 2020-ci ilin yayından Azərbaycan hissəsində Kür çayının antropogen təsir və iqlim dəyişikliyi ilə əlaqəli olaraq səth suyunun səviyyəsindəki və sahəsindəki dəyişikliklər coğrafi informasiya sistemləri və məsafədən zondlama üsulları ilə tədqiq edilmişdir. Eksperimental nəticələr göstərir ki, təklif olunan təsnifat üsulları yüksək dəqiqliklə məsafədən zondlama təsvirlərindən istifadə edərək su obyektlərindən müvafiq xüsusiyyətləri çıxara bilər. Ümumilikdə, tədqiqatın nəticələri göstərir ki, antropogen təsir və hidroloji quraqlıq Kür çayının səth sularının dəyişməsinə geniş təsir göstərmişdir. Tədqiqatın nəticələri Kür çayında dəyişikliklər yaradan amillərlə bağlı bəzi fikirlər təqdim edir ki, bu da 2020-2021-ci illərdə olduğu kimi quraqlıq fəlakətlərinin qarşısını almaq, elmi tədbirləri formalaşdırmaq üçün istifadə edilə bilər. Gələcək işlər digər spektral göstəricilərin tədqiqi və ən müasir təsnifat metodları ilə müqayisə edilməsi yolu ilə səth sularının dəyişməsinin aşkarlanması metodunun təkmilləşdirilməsini nəzərdə tutar. Peyk məlumatlarından istifadə etməklə su obyektinin xüsusiyyətlərinin çıxarılması su ehtiyatlarının tədqiqində və hidroloji quraqlığın qiymətləndirilməsində mühüm rol oynayır.

Açar sözlər: məsafədən zondlama, coğrafi informasiya sistemləri, hidroloji quraqlıq, NDVI, NDSI, NDWI, monitorinq, Kür çayı, su ehtiyatları, su problemi

Madina Amiraslanova
Azerbaijan National Aerospace Agency
Institute for Space Research of Natural Resources
PhD student
madina.muxtarova.1992@mail.ru

Analysis of the level problem of the Kura river in Azerbaijan on the basis of remote sensing and GIS technologies

Abstract

In recent years, deep research methods such as remote sensing and geographic information systems have been used for mapping and monitoring of water areas. In the presented project, the changes in the surface water level and area in the Azerbaijani part of the Kura River from the summer of 2020 in connection with anthropogenic impact and climate change were studied using geographic information systems and remote sensing methods. Experimental results show that the proposed classification methods are able to extract relevant features from water bodies using remote sensing images with high accuracy. In general, the results of the project show that anthropogenic

impact and hydrological drought have a wide influence on the surface water variations of the Kura River. The results of the project give some insights into the factors causing changes in the Kura River that can be used to formulate scientific measures and prevent drought disasters such as 2020-2021. Future work may include improving the surface water change detection method by investigating other spectral indicators and comparing them with state-of-the-art classification methods. The extraction of water body characteristics using satellite data plays an important role in water resources research and hydrological drought assessment.

Keywords: *remote sensing, geographic information systems, hydrological drought, NDVI, NDSI, NDWI, monitoring, Kura River, water resources, water problem*

Giriş

Yer kürəsində davam edən qlobal iqlim dəyişikliyi səbəbindən digər təbii fəlakətlərlə yanaşı quraqlığın da geniş vüsət alması və bu prosesin Azərbaycanda Kür çayı hövzəsində baş verməsi yerli əhali, kənd təsərrüfatı və ölkənin iqtisadiyyatı üçün böyük təhlükə yaradır və bu məsələlər müasir elmin qarşısında aktual və həlli çətin olan multidissiplinar problemlər qoymuşdur.

İnsanlar qədim dövrlərdən bəri yaşadıkları dövrün inkişaf dərəcəsinə uyğun olaraq, çay və göl suyundan səmərəli istifadə etmək üçün su obyektlərini müşahidə etmiş, onlarda baş verən dəyişiklikləri öyrənməyə çalışmışdılar. Son zamanlarda antropogen, endogen və ekzogen proseslərin Yerdəki dinamik təsiri planetimizin ənənəvi metodlarla öyrənilməsində və idarə edilməsində tam təsirli bir nəticə vermir.

Obyekt və hadisələrin təhlil olunması, antropogen təsir üzrə dinamikanın elektron xəritələşdirilməsi və fərqli mövzulara uyğun kartoqrafik məhsulların hazırlanması və nəticə olaraq planetin hərtərəfli öyrənilməsi məsafədən zondlama və coğrafi informasiya texnologiyalarını tətbiq etməyi zəruriləşdirir. CIS geoinformatika, məlumatların toplanması, yayılması və s. sahədə iştirak edir. Bildiyimiz kimi, xəritəçəkmə və coğrafi analiz tamamilə yeni bir şey deyil. Lakin CIS daha səmərəli, rahat və operativ yanaşmaya, mövcud problemlərin təhlili və bütövlükdə bəşəriyyətin üzləşdiyi problemlərin həlli üçün optimal metodlara əsaslanan imkanlara malikdir. Bundan əlavə, CIS analiz etmə və proqnozlaşdırma kimi proseslərin avtomatlaşdırılmasına şərait yaradır (Cui, Xiao, Li, Wang, Zhang, Zhan, 2017:167-175). Coğrafi məlumatlar məkandakı obyekt və hadisələrin yerli istifadəsi üçün zəmin yaradır, onlarla əlaqəli hər hansı bir məlumatı mərkəzləşdirir (Cristina, Carmen, Gabriel, 2022:20).

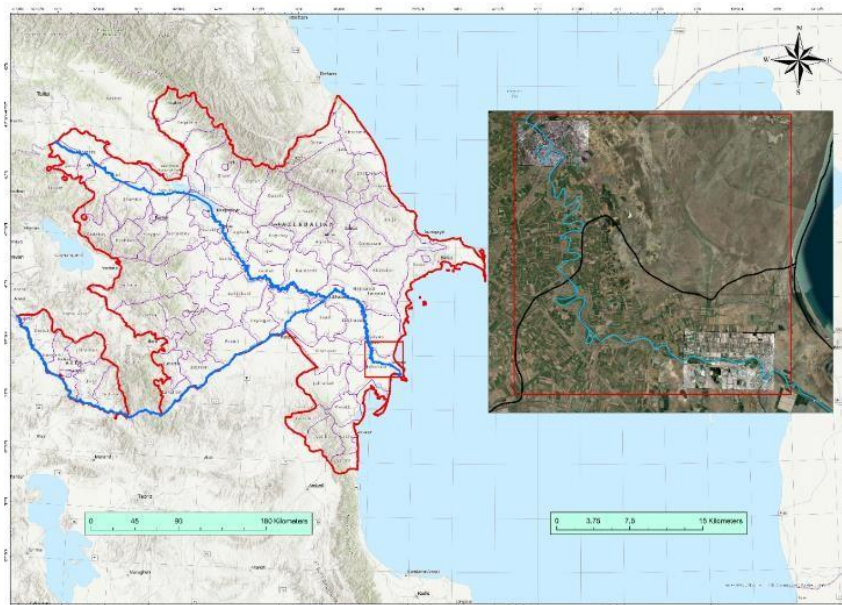
Kosmik texnologiya və ya məsafədən zondlama vasitələri həyati məlumatların toplanması üçün əla imkanlar təklif edir. Əsas səbəb bu texnologiyanın qlobal və regional miqyasda sürətli və təkrarlanan məlumat toplamaq qabiliyyətidir. Bu, kosmik metodların və texnologiyanın danılmaz üstünlüyüdür.

NDVI (Normallaşdırılmış Fərq Bitki örtüyü İndeksi) əvvəllər bitki örtüyünün vəziyyətini və quraqlıq fəaliyyətini səmərəli şəkildə izləmək üçün istifadə edilən göstərici idi. Bu göstərici həm də su xüsusiyyətlərini çıxarmaq üçün istifadə edilir (Rokni, Ahmad, Selamat, Hazini, 2014:4173-4189). Bir çox tədqiqatçılar suyun xüsusiyyətlərinin çıxarılmasını yaxşılaşdırmaq üçün müxtəlif indekslərin birləşməsinə təklif etmişdir. Su ərazilərindəki dəyişikliklərin təhlilində istifadə edilən Normallaşdırılmış Fərq Su İndeksi (NDWI), quraqlığın monitorinqi üçün istifadə edilə bilən bir indeksdir. Quraqlığın monitorinqi üçün istifadə edilən digər indekslərlə yanaşı, NDWI itirilmiş su sahələrini hesablamaq üçün də istifadə edilə bilər (Çağlayan, Erel, Samur, Demiz, Mobariz, Kaplan, 2020: 70-761).

Duzluluğun intruziyası sahilboyu və estuaryan ərazilərdə mürəkkəb məsələdir. Hazırda daxili çay şəbəkələrindən tutmuş dərין okeanlara qədər suyun keyfiyyət dəyişikliklərini izləmək üçün məsafədən zondlama üsullarından geniş istifadə olunur (Phuong, Werapong, Donald, Tri, 2018:6676-6691). Duzlu suyun suvarılan şirin su əsaslı kənd təsərrüfatı ərazilərinə daxil olması kənd təsərrüfatının inkişafı üçün ən mühüm məhdudiyyətlərdən biridir.

Tədqiqat ərazisi. Başlanğıcını Türkiyənin şərq hissəsindən dəniz səviyyəsindən 2700 m yüksəklikdən götürən bu çay Gürcüstan ərazisindən keçərək Azərbaycan sərhəddinə, sonra

Mingəçevir su anbarına daxil olur və Xəzər dənizinə tökülür. Kür çayının ümumi uzunluğu 1515 km-dir. Tədqiqat sahəsi olaraq Kür çayının Salyan məntəqəsi və Neftçala rayonu Bankə qəsəbəsindən keçən hissəsi seçilmişdir (şəkil 1). Böyük hövzə, landşaft quruluşu, Kür çayının hidrometeoroloji, torpaq şəraiti və çayın çox sayda qolunun olması əvəllər çox vaxt gözlənilməz daşqın təhlükəsi yaradırdı. Tarixən Aşağı Kür çayında daşqınlar müntəzəm olaraq müşahidə edilmişdir, lakin yazılı dəlillər yalnız 1858-ci ildən sonrakı dövrü əhatə edir. Tarixi mənbələr təbii fəlakətə səbəb olan Kür və Araz çaylarının daşqınlarının 1921, 1929, 1931, 1932, 1936, 1937, 1938, 1940, 1942, 1944, 1967, 1969, 1976, 1979, 1982, 1989, 1997, 2002, 2003, 2006, 2007, 2010-cu illərdə olduğunu vurğulayır (Aghayev, 2017:15-28). 1896-cı ildə Saatlı rayonu yaxınlığında Araz çayının sağ sahilindəki torpaq baryerini məhv edən axın, Arazın yeni qolunu yaratdı. Təkcə Muğan düzənliyi deyil, Salyan düzünün cənub-şərq hissələri, o cümlədən 160000 hektar ərazisi sel suları altında qalmışdır. 1915-ci ilin mayında baş verən Kür çayı daşqınları son 150 ilin ən təhlükəli daşqınlarından biri kimi yadda qalmışdır. 2010-cu ilin may ayında Azərbaycan ərazisində baş verən Kür çayı daşqınları əvvəlki daşqınlardan fərqlənirdi. Daşqının əsas səbəbləri eyni zamanda Türkiyə və Gürcüstanda, eləcə də Azərbaycan ərazisində ardıcıl leysan yağışlar olmuşdur. Son illərdə isə (2020-ci il) Kür çayının səviyyəsi azalmaqdadır və su səviyyəsinin azalması fərqli problemləri ortaya çıxarmışdır.



Şəkil 1. Tədqiqat ərazisi

Tədqiqatın məqsədi. Tədqiqatın məqsədi 2020-2021-ci illərdə Azərbaycan ərazisində Kür çayında peyk məlumatlarından və müxtəlif indekslərdən istifadə etməklə səviyyə probleminin, bəzi ərazilərdə duzluluğun səviyyəsinin və hidroloji quraqlıq parametrlərinin təyin edilməsidir. Bu məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlərin həlli nəzərdə tutulur:

1. Kür çayında qeyd edilən illərdə quraqlığa səbəb ola biləcək parametrlərin qiymətləndirilməsi;
2. Məsafədən zondlama verilənləri və CIS texnologiyasından istifadə etməklə Kür çayı üzrə seçilmiş ərazilərdə hidroloji dəyişikliklərin aşkarlanması;
3. NDWI (Normallaşdırılmış Fərq Su İndeksi) indeksini tətbiq edərək su səthinin sahəsində baş verən dəyişikliyin müəyyənəşdirilməsi;
4. Seçilmiş ərazidə quraqlığın NDWI (Normallaşdırılmış Fərq Su İndeksi) və NDVI (Normallaşdırılmış Fərq Bitki örtüyü İndeksi) indeksləri metodlarından istifadə etməklə təyini və təhlil edilməsi;
5. Seçilmiş ərazi üzrə suyun şorlaşmasının NDSI (Normallaşdırılmış duzluluq indeksi) indeksi ilə monitorinqinin aparılması;

6. Su səviyyəsinin azaldığı müşahidə edilən seçilmiş ərazinin xəritəsinin ArcGIS proqram təminatının müxtəlif alətləri və modullarından istifadə etməklə hazırlanması.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Kür çayında baş verən səviyyə problemi məsələlərinin tədqiqi üçün tədqiqatda 3 fərqli metoddan istifadə edilərək təhlil aparılmışdır. Kür çayında iqlim dəyişiklikləri və başqa səbəblərdən yaranan quraqlıq, səviyyə problemi kimi məsələlərin təhlili üçün peyk məlumatları, məsafədən zondlama və CİS texnologiyalarından istifadə edilməsi layihənin elmi ideyası hesab oluna bilər.

Tədqiqatda istifadə edilən materiallar və metodika. Tədqiqat materiallarının əsasını həm Azersky/SPOT 6 (1,5 metr ayırdetmə), həm də Landsat peyk materialları, eləcə də elmi tədqiqat işləri, yerli və xarici tədqiqatçıların son illərdə nəşr edilən məqalələri və internet resursları təşkil edir. Toplanan məlumatların təhlili və qiymətləndirilməsində fiziki-coğrafi, hidroloji, NDWI (Normallaşdırılmış Fərq Su İndeksi) və NDVI (Normallaşdırılmış Fərq Bitki örtüyü İndeksi), NDSI (Normallaşdırılmış Fərq Duzluluq İndeksi) metodlarından istifadə edilmişdir.

Tədqiqatın şərh. Ölkənin əsas su arteriyası hesab edilən Kür çayında suyun səviyyəsi ilin isti dövrünün başlanğıcında yəni, 2020-ci ilin iyun ayında kəskin olaraq aşağı düşmüşdür. Tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, 2020-ci il iyun ayının 10-da Kür çayının deltasının dənizin sahilindən çay yatağı boyunca axının əks istiqamətində Neftçala rayonu Xıllı qəsəbəsinə kimi şor dəniz suyunun yatağı tamamilə doldurmuşdur (Məmmədov, Həsənov, İsmayılov, 2020:16-22).

Bunun əsas səbəbi Xəzər dənizində daimi olaraq səviyyənin enməsi və qalxması, aşağı axın hissələrində çay dibi eroziyasında baş vermiş dəyişikliklər və eləcə də çay vadisinin dibinin dəniz səviyyəsində aşağı düşməsi ilə əlaqədirdir (Şəkil 2). Ən önəmli amillərdən biri isə Xəzərin sahillərinə xas olan şərq, şimal-şərq və cənub-şərq istiqamətlərində əsən küləklərin təsiri nəticəsində Kür çayının mənbəyinə doğru dəniz sularının axması olmuşdur (10).



Şəkil 2. Neftçala rayonu Bankə qəsəbəsində tamamilə dəniz suları ilə örtülmüş Kür çayı

Kür çayında suyun səviyyəsinin düşməsinin digər səbəblərdən biri də iqlim dəyişikliyi. Kür çayı hövzəsində məhdud sayda biləcək su ehtiyatları mövcuddur. Qlobal istiləşmə davam edərsə nəticə olaraq Kür çayında sudan istifadə nəzərəcarpacaq dərəcədə məhdudlaşa bilər. Kür hövzəsində temperaturun $0,7-0,9^{\circ}\text{C}$ artması artıq buzlaqların, yağışların azalmasına və su axınının azalmasına səbəb olmuşdur. İqlim dəyişikliyi modelləri göstərir ki, iqlim dəyişikliyinə təsirləri gələcəkdə daha da pisləşə bilər. Su qıtlığının artması, kənd təsərrüfatı məhsuldarlığının azalması, otlaqların degradasiyası və ekstremal hava hadisələrinin artması Kür hövzəsində artıq ortaya çıxan mənfi təsirlərdir (15). 22 iyun tarixində isə dəniz suyunun yataq boyunca Salyana, Qaralar kəndinə çatdığı müşahidə edilmişdir. Çayda suyun səviyyəsinin kəskin olaraq enməsi ilə bağlı yatağın sulu hissəsinin eni 4-5 m-ə qədər azalmışdır. Çay yatağının boyunca ölçüləri tez-tez dəyişən uzunsov adalar yaranmışdır və bəzi ərazilərdə çay yatağının akkumulyativ sahilləri demək olar ki, sudan azad olmuşdur (Şəkil 3, 4).



Şəkil 3. Salyan rayonu ərazisində Kür çayında suyun azalması ilə əmələ gəlmiş adalar (12 iyun 2020)



Şəkil 4. Çay yatağında yaranmış uzunsov adalar, Salyan məntəqəsi

2020-ci il mayın 15-dən 31-dək Kür çayının yuxarı axınında suyun səviyyəsi 108 sm azalmışdır. Kür çayının Mingəçevir su anbarından aşağıda suyun səviyyəsi Yevlax məntəqəsində 47 sm, Zərdab məntəqəsində 127 sm, Surrada 165 sm, Şirvanda 190 sm, Salyanda 154 sm müşahidə edilmişdir.



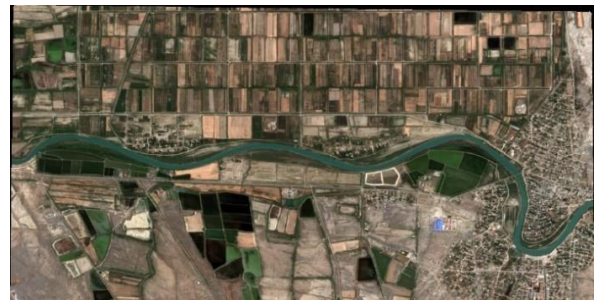
Şəkil 5. Surra məntəqəsində qurumuş çay sahilləri və dəniz suyu ilə dolmuş çay yatağı (12 iyun 2020)

2020-ci il may ayına aid kosmik şəkillər vasitəsilə aparılan hesablamalardan aydın olmuşdur ki, Kür çayında deltanın sahəsi 134 km², əsas çay boyu isə uzunluğu 18 km, dənizlə olan sahil xəttinin uzunluğu isə 59 km-dir (11).

Data. Kür çayının tədqiqatı üçün seçilən ərazilərdə su səviyyəsinin fiziki dəyişməsinin, hidroloji quraqlığın və bəzi ərazilərdə duzluluğun müəyyən edilməsi üçün Azersky/SPOT 6 və Landsat peyk görüntülərindən istifadə edilmişdir. Azersky/Spot 6 dataları Azərbaycan Respublikasının Kosmik Agentliyi (Azərkosmos) tərəfindən, Earth Explorer (12) saytı üzərindən Level 2 olaraq təmin edilmişdir. Tədqiqatda istifadə edilən görüntülər 2018-2021-ci illəri əhatə edir. İstifadə olunan kosmik görüntülər aşağıdakı şəkillərdə ardıcılıqla verilmişdir.



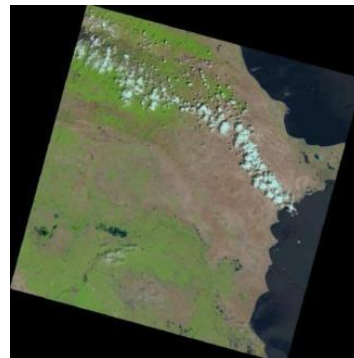
Şəkil 6. Salyan məntəqəsi
(07/11/2021)



Şəkil 7. Neftçala rayonu Bankə qəsəbəsi
(31/08/2020)



Şəkil 8. Landsat 8 -dən əldə olunan görüntülər
(03/09/2018)



(07/08/2020)

Cədvəl 1. Tədqiqatda istifadə olunan Landsat 8 peyk görüntülərinin göstəriciləri

Sensor	Tarix	Buludluluğun nisbəti	Path/Row
Landsat 8	03/09/2018	2,18	167/032
Landsat 8	07/08/2020	7,43	167/032

Metodlar

Bu tədqiqatın əsas məqsədi Kür çayının seçilmiş ərazisində su səthində və ətraf ərazilərdə dəyişiklikləri müəyyən etməkdir. Təhlillərin aparılması üçün ArcGIS 10.5 və ArcGISPro proqram təminatından istifadə edilmişdir. Su sahəsini hesablamaq üçün istifadə olunan spektral indeks NDWI (Normallaşdırılmış Fərq Su İndeksi) indeksindən istifadə edilmişdir. NDWI indeksi peyk görüntüsündə açıq su xüsusiyyətlərini vurğulamaq üçün istifadə olunur və su hövzəsinin torpaq və bitki örtüyünə qarşı fərqlənməsinə imkan verir.

NDWI indeksi 1996-cı ildə Mcfeeters tərəfindən təklif edilmişdir. Bu gün onun əsas tətbiqi su hövzələrində su səthində kiçik dəyişikliklərin aşkarlanması və monitorinqidir. NDWI indeksini

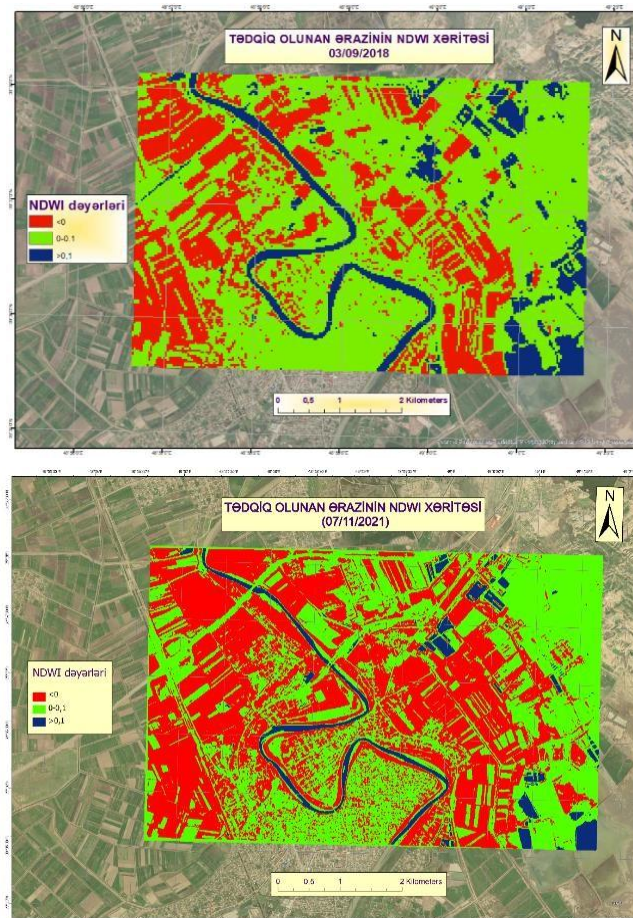
hesablamaq üçün yaşıl (GREEN) band və yaxın infraqırmızı (NIR) istifadə edilmişdir. Onun hesablanma formulu aşağıda verilmişdir (13):

$$NDWI = \frac{(GREEN - NIR)}{(GREEN + NIR)}$$

Landsat 8 üçün hesablanma qaydası:

$$NDWI = \frac{(Band\ 3 - Band\ 5)}{(Band\ 3 + Band\ 5)}$$

Tədqiqatda NDWI indeksi 3 dəyər əsasında sinifləndirilmişdir. 0-dan aşağı dəyərlər su olmayan sahələr, 0 ilə 0,1 arasındakı olan sahələr dayaz su sahələri, 0,1 dən böyük isə su sahələri kimi təsnif edilir.



Şəkil 9. NDWI analizləri, Salyan məntəqəsi

Çay ətrafında sahələrdə dəyişiklikləri müəyyənləşdirmək üçün NDVI (Normallaşdırılmış Fərq Bitki Örtüyü) indeksindən istifadə olunmuşdur. NDVI bitki örtüyünün yaşıllığını ölçmək, bitki örtüyünün sıxlığını müəyyənləşdirmək və bitki sağlamlığındakı dəyişiklikləri qiymətləndirmək üçün istifadə edilən metoddur. NDVI dəyərləri həmişə -1 ilə +1 arasındadır, ancaq hər növ bitki örtüyü üçün dəqiq bir sərhəd yoxdur. Məsələn, mənfi dəyərlər olduqda, adətən su səthi kimi qəbul edilir. Digər tərəfdən dəyərlər +1-ə yaxın olduqda, onların sıx yaşıl yarpaqlar olma ehtimalı yüksəkdir. Ancaq NDVI sıfıra yaxın olduqda, ehtimal olunur ki, yaşıl yarpaqlar yoxdur və hətta şəhərləşmiş bir ərazinin olması ehtimalı daha böyük olur (14).

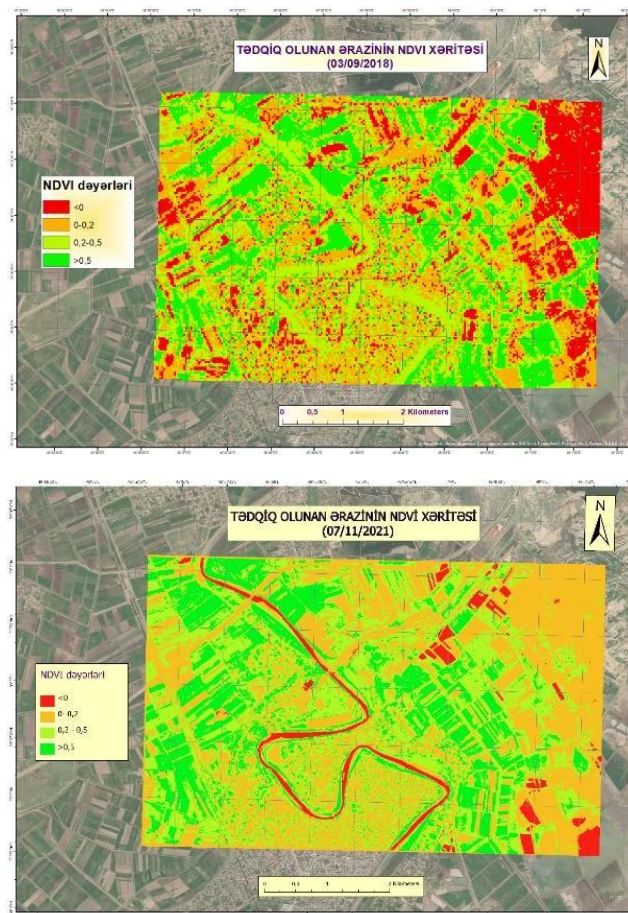
NDVI ənənəvi şəkildə qırmızı (Red) və yaxın infraqırmızı (NIR) diapazon dəyərləri arasındakı nisbət kimi hesablanır:

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

Landsat peykindən əldə edilən kosmik şəkillər üzrə NDVI aşağıdakı kimi hesablanır (16):

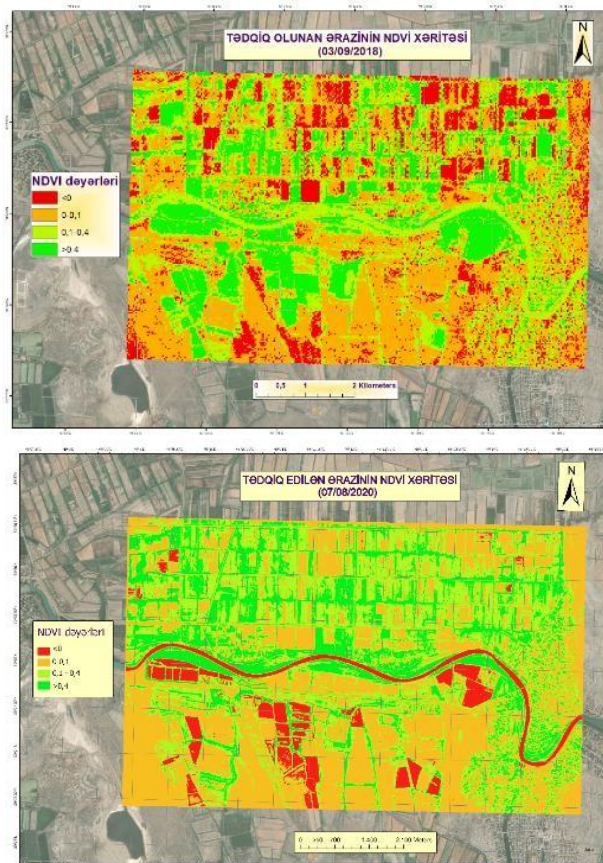
$$NDVI = \frac{(B5 - B4)}{(B5 + B4)}$$

Salyan məntəqəsi üçün NDVI dəyərləri 4 fərqli sərhədlə sinifləndirilmişdir. Sıfırdan kiçik dəyərlər çılpaq ərazi, 0-0,2 aralığında çılpaq kənd təsərrüfatı sahələri, 0,2-0,5 yaşıl sahələr, 0,5-dən böyük ərazilər isə sıx yaşıl sahələrdir.



Şəkil 10. NDVI analizləri, Salyan məntəqəsi

Neftçala rayonu Bankə qəsəbəsi üçün NDVI dəyərləri 4 fərqli sərhədlə sinifləndirilmişdir. Sıfırdan kiçik dəyərlər çılpaq ərazi, 0-0,1 aralığında çılpaq kənd təsərrüfatı sahələri, 0,1-0,4 yaşıl sahələr, 0,4-dən böyük ərazilər isə sıx yaşıl sahələrdir.



Şəkil 11. NDVI analizləri, Neftçala rayonu Bankə qəsəbəsi

Torpağın şoranlaşması torpağın həll olunan duzlarla zənginləşdirilməsi prosesidir və bu da şoran torpaqların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu proses suvarılan ərazilərdə kənd təsərrüfatı üçün ciddi problemə çevrilir. Əsasən, şoran torpaq şəraiti dünyada geniş torpaq sahələrinin dəyərinin və məhsuldarlığının əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb olmuşdur. Şoranlaşma ümumiyyətlə suvarılan torpaqlarda çox və ya orta miqdarda həll olunan duzlar olan suvarma suyunun uzun müddət istifadəsi nəticəsində baş verir (Golabkesh, Ghanavati, Nazarpour, Timmor, Pol, 2021:1139-1154).

Tədqiq olunan ərazinin duzluluğunun müqayisəsi prosesi üçün Landsat peykindən əldə edilən 2 kosmik şəkildən istifadə edilmişdir. Tədqiqatda NDSI (Normalized Difference Salinity Index) indeksindən şoran və duzsuz əraziləri müəyyən etmək üçün istifadə olunur. NDSI indeksini əldə etmək üçün aşağıdakı hesablama aparılır (Hamideh, Sattar, Sina, Sharolyn, Paul, Somayeh, Simon, 2018:14).

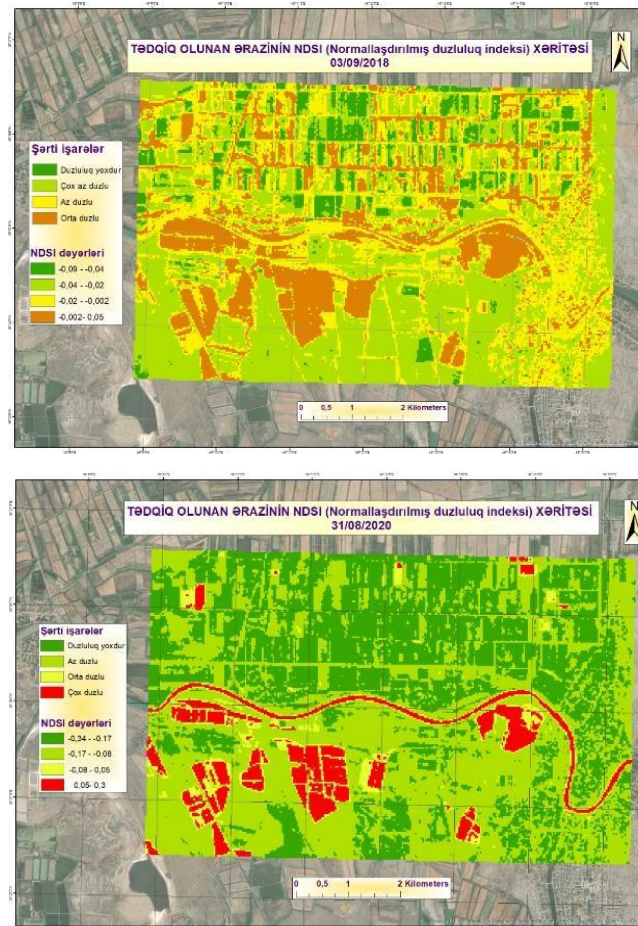
$$NDSI = \frac{(R + NIR)}{(R - NIR)}$$

Landsat 8 üçün isə hesablamalar aşağıdakı kimi aparılır:

$$NDSI = \frac{B3 - B4}{B3 + B4}$$

Neftçala rayonu Bankə qəsəbəsi üçün NDSI dəyərləri hər tarix üçün ayrı olaraq 4 fərqli sərhədlə sinifləndirilmişdir. 03/09/2018 tarixində kosmik şəklin analizindən çıxan nəticələrə əsasən -0,09- (-0,04) arası duzluluq yoxdur, -0,04- (-0,02) arası çox az duzlu, -0,02-(-0,002) arası az duzlu, -0,002-0,05 arası isə orta duzlu sahələr kimi dəyərləndirilmişdir. 31/08/2020 tarixində kosmik şəklin analizinə əsasən -0,34-(-0,17) duzluluq yoxdur, -0,17-(-0,08) az duzlu, -0,08-0,05 orta duzlu, 0,05-

0,3 arasına isə çox duzlu sahələr kimi dəyərləndirilmişdir. 2020-ci ilin kosmik şəkli ilə aparılmış NDSI analizindən suyun çox duzlu olması göstəricisinin əsas səbəbi Xəzər dənizinin Kür çayının mənbəyinə doğru axmasıdır.



Şəkil 12. NDSI analizləri, Neftçala rayonu Bankə qəsəbəsi

Nəticə

Ölkənin əsas su arteriyalarından biri olan Kür çayında olan vəziyyət həm iqlim, həm antropogen təsirlərdən qaynaqlanır. Nəticə olaraq göstərilən səbəblərdən ekoloji tarazlıq pozulmuş və əhalinin su təminatı ilə bağlı problemləri yaranmışdır. Azərbaycanda dağətəyi zonada kənd təsərrüfatında suya tələbat əsasən Kür və Araz çaylarının hövzələri hesabına formalaşır. Kür çayı bölgəsində və kəndlərdə əkin sahələrinin suvarılması, heyvandarlıq üçün şirin su ehtiyatının azalması ərazinin inkişafını tamamilə dayandıra bilər. Salyan və Neftçala kimi əhalinin suya olan tələbatının əsasən çay hövzəsindən asılı olduğu əraziləri nəzərə alsaq, iqtisadi nəticələr daha mürəkkəb problemlərə gətirib çıxara bilər. Aparılmış tədqiqatın nəticələrinin əhəmiyyəti monitorinq, məlumatların toplanması, məlumatların emalı, nəzərdən keçirilməsi və milli səviyyədə həyata keçirilən fəlakət riskinin azaldılması və bərpa tədbirlərinin həyata keçirilməsində irəliləyiş və problemlər haqqında hesabatın hazırlanması üçün qabaqcıl metodun hazırlanmasıdır.

Təhlil zamanı Azersky/SPOT 6 və Landsat 8 peyk materiallarının dəqiqliyinə əmin olduqdan sonra (Landsat peyk materiallarının əksəriyyətində buludluluğun nisbəti çox olduğundan istənilən tarixləri əldə etmək çətinlik yaratmışdır) təhlil aparılmışdır. Hər 2 peyk materiallarının qarşılıqlı analizi aşağıdakı nəticələri əldə etməyə imkan vermişdir. Təklif olunan metodlarla analiz həm ArcGIS 10.5, həm də ArcGISPro proqram təminatının alətlərindən istifadə edilərək aparılmışdır.

2018-2021-ci illərin Sayan məntəqəsi üçün NDWI indeksinin analizindən açıq su xüsusiyyətlərini aydın görmək mümkündür və təhlil su hövzəsinin torpaq və bitki örtüyünə qarşı

fərqlənməsinə imkan vermişdir. Təhlilə əsasən 2018 və 2020-ci illəri müqayisə etdikdə həm dayaz su sahələrinin, həm də çay yatağında baş verən azalmanı müşahidə edə bilərik.

2021-ci il Salyan məntəqəsi ərazisinin NDVI analizlərindən çay yatağında çılpaq torpaq sahələri və ya üzəri az miqdarda yaşıllaşmış sahələri görmək mümkündür. Həmin sahələr hidroloji quraqlıqdan, yəni, çay yatağında suyun quruması zamanı əmələ gələn adalardır.

Aparılan NDSI analizlərindən aydın olur ki, 2020-ci ildə su göstəriciləri (0,05-0,3) duzlu sahələr kimi dəyərləndirilmişdir. Bunun da əsas səbəbi Xəzər dənizinin Kür çayına 30-40 km axması olmuşdur. Nəticədə Xəzərin Kürə axması duzluluğa və şirin su obyektlərinin vəziyyətinin pisləşməsinə gətirib çıxarmışdır.

Ümumilikdə qeyd etmək olar ki, Kür çayında axın prosesləri çox mürəkkəbdir və bu mürəkkəblik çoxlu problemləri ortaya çıxarır. İqlim dəyişiklikləri, quraqlıq səbəbləri əhalinin suya tələbatının daha da artıracağı mövqeyindən baxdıqda yaxın illər üçün problemlərin davam edəcəyi qaçılmazdır. Bu problemlərin həlli Kür çayının əsaslı kompleks tədqiqatlarını tələb edir.

Ədəbiyyat

1. Cui, B.L., Xiao, B., Li, X.Y. Wang, Q., Zhang, Z.H., Zhan, C. (2017). Exploring the geomorphological processes of Qinghai Lake and surrounding lakes in the northeastern Tibetan Plateau, using Multitemporal Landsat Imagery (1973-2015). Glob, Planet, Chang, pp.167-175.
2. Cristina, Sh., Carmen, M., Gabriel, D. (2022). Surface water change detection via Water indices and predictive modeling using remote sensing imagery: A case study of Nuntasi – Tuzla lake. Romania, pp.20.
3. Rokni, K., Ahmad, A., Selamat, A., Hazini, S. (2014). Water feature extraction and change detection using Multitemporal Landsat Imagery. Remote sens., pp. 4173-4189.
4. Çağlayan, E.B., Erel, F., Samur, E.B., Demiz, M., Mobariz, M.A., Kaplan, G. (2020). Uzaktan algılama teknikler ile Akşehir gölündeki alansal değişiminin izlenmesi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, s.70-761.
5. Phuong, T.B.N., Werapong, K., Donald, M., Tri, P.D.V. (2018). Remote sensing techniques to predict salinity intrusion: application for a data-poor area of the coastal Mekong Delta, Vietnam. International journal of remote sensing, pp.6676-6691.
6. Aghayev, A.T. (2017). Assessment of the 2010 Kura river flood using remote sensing data and tools geomatics and environmental engineering”. 2017, pp.15-28.
7. Məmmədov, R.M., Həsənov, M.S., İsmayılov, M.C. (2020). Azərbaycanın şirin su ekosistemləri: problemlər və gözləntilər. Coğrafiya və təbii resurslar, N 2, s.16-22.
8. Golabkesh, F., Ghanavati, N., Nazarpour, A., Timmor, B.N., Pol, J.E. (2021). Monitoring soil salinity changes, comparison of different maps and indices extracted from Landsat satellite images. Case study – Atabieh, Khuzestan, pp.1139-1154.
9. Hamideh, N., Sattar, C.B., Sina, A., Sharolyn, J.A., Paul, C.S., Somayeh, P., Simon, P. (2018). Soil salinity mapping of urban greenery using remote sensing and proximal sensing techniques. The case of veale gardnes within the Adelaide Parklands. Sustainability, pp.14.
10. <https://science.gov.az/az/news/open/13383>
11. <https://science.gov.az/ru/news/open/15205>
12. <https://earthexplorer.usgs.gov>
13. <https://eos.com/make-an-analysis/ndwi/>
14. <https://gisgeography.com/ndvi-normalized-difference-vegetation-index/>
15. <https://www.ecolifeinfo.az/kur-cayi-su-s%C9%99viyy%C9%99sinin-azalması-ekoloji-v%C9%99-sosial-effektli%C9%99r/>
16. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-normalized-difference-vegetation-index>