

**M.A.Hümbətəliyev** (MAKA-nın Kosmik Cihazqayırma Məxsusi Konstruktor Bürosu),  
**B.Q.Mehdiyeva** (MAKA-nın Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu)

### COĞRAFI İNFORMASIYA SİSTEMLƏRİ TEXNOLOGİYASI ƏSASINDA BƏRGÜŞAD ÇAYI HÖVZƏSİNDƏKİ DƏYİŞİKLİKLƏRİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

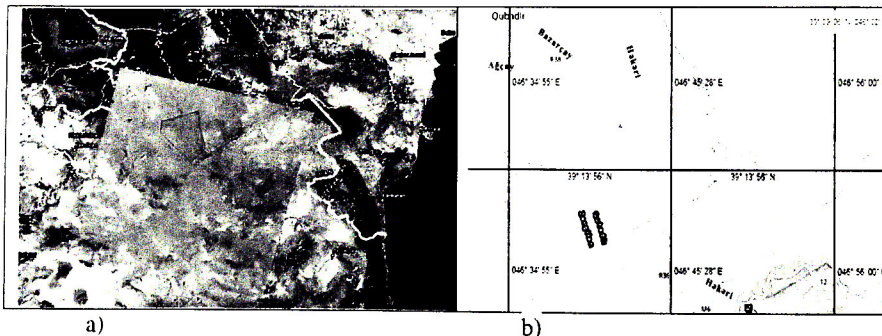
**Giriş.** Ermənistanın hərbi təcavüzü nəticəsində Azərbaycan Respublikasının 20 faizdən çox ərazisinin 30 ilə yaxın bir müddətdə işğal altında saxlanması nəticəsində iqtisadiyyatımızın bütün sahələri kimi meliorasiya və su təsərrüfatı obyektləri də tamamilə dağılmış, əkin sahələrinin su təminatında ciddi çətinliklər yaranmışdır.

Azərbaycan və Ermənistan arasında yerləşən 4 əsas transsərhəd çayın (Araz, Bəsitçay, Bərgüşadçay və Oxçuçay) ekoloji nəzarətdən kənar qalması nəticəsində uzun illər çay hövzəsinin çirklənməsi, yataqda baş vermiş dəyişikliklər haqqında dəqiq məlumatların əldə edilməsi mümkün olmamışdır. Lakin ərazilərin işğaldan azad olunmasından sonra həmin transsərhəd çaylar üzərində mütəmadi olaraq analitik nəzarət həyata keçirilmiş, su və dib çöküntüsü nümunələri götürülərək üzərlərində üzvi-kimyəvi təhlillər aparılmışdır. Hal hazırda çayların yatağı ekoloji fəlakət zonasına çevrilmiş, hətta bəzi çayların suyu o qədər çirklənmişdir ki, ondan təsərrüfat məqsədləri üçün istifadə indi də məqsədemüvafiq hesab edilmir.

Yaxın zamanlarda işğaldan azad edilmiş ərazilərdə olan 10 çay üzərində 11 hidroloji məntəqənin quraşdırılması işlərinə başlanılması və digər hidrometeoroloji stansiyaların bərpasının isə növbəti illərdə həyata keçirilməsi nəzərdə tutulmuşdur [1,2].

Bu baxımdan tədqiqat ərazisindən keçən çay yataqlarında baş vermiş ekoloji dəyişiklikləri tədqiq etmək üçün CIS texnologiyasından istifadə etməklə tədqiqat ərazisinin topoqrafik xəritəsi əsasında ərazi relyefinin rəqəmli modelinin yaradılması, hidroloji xəritələrin qurulması, çay yatağı boyunca baş vermiş dəyişikliklərin müəyyənləşdirilməsi məsələlərinə baxılmışdır.

Tədqiqat obyekti kimi sahəsi 20 min hektar, dəniz səviyyəsindən 1600 metr yüksəklikdə yerləşən Qubadlı rayonundan keçən Bərgüşad çayı götürülmüşdür (şək.1).



Şək.1. Qubadlı rayonunun kosmik təsviri: a) Landsat-8 (06.30. 2021-ci il.); b) Tədqiqat ərazisinin konturları

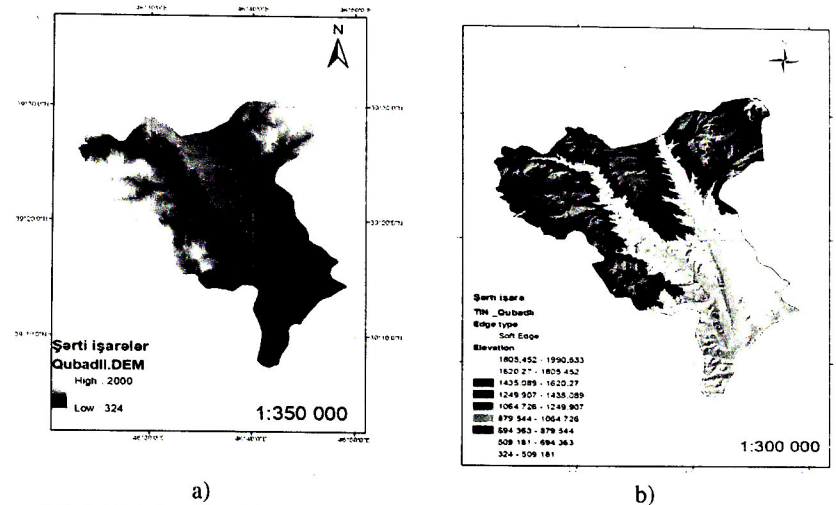
Qubadlı rayonu (WGS 84) 39°15'53" şimal enlikləri və 46°31'53" şərq uzunluqları aralığında sahəni əhatə edir [3,4]. Rayon ərazisindən iki böyük Həkəri və Bərgüşad dağ çayları keçir.

Bərgüşad çayının mənbəyi Ərikli dağlarından başlayır və Urud kəndinə qədər Bazarçay adlanır. Dəli çay, Şəki çayı, Sisyançay, Taxtakörpü çayı, Daşlıdərə çayı, Bəxtiyarlı çayı, Ağa çayı adlı qolları var. Qaralar kəndi yaxınlığında Həkəri çayı ilə birləşərək Araza tökülən Bərgüşad çayının xarakteristikaları aşağıdakı kimidir:

- uzunluğu - 178 km;
- hövzəsinin sahəsi - 2711 km<sup>2</sup>;
- çayın sutoplayıcı sahəsi - 5600 km<sup>2</sup>;
- mənbənin hündürlüyü - 3040 m;
- illik axımın payı - yeraltı (55%), qar (35%), yağış suları (10%);
- orta illik su sərfi - 19,0 kub m/san,
- orta illik asılı gətirmələr sərfi - 3,63 kq/san;
- lillənmə - 200 q/kub m.

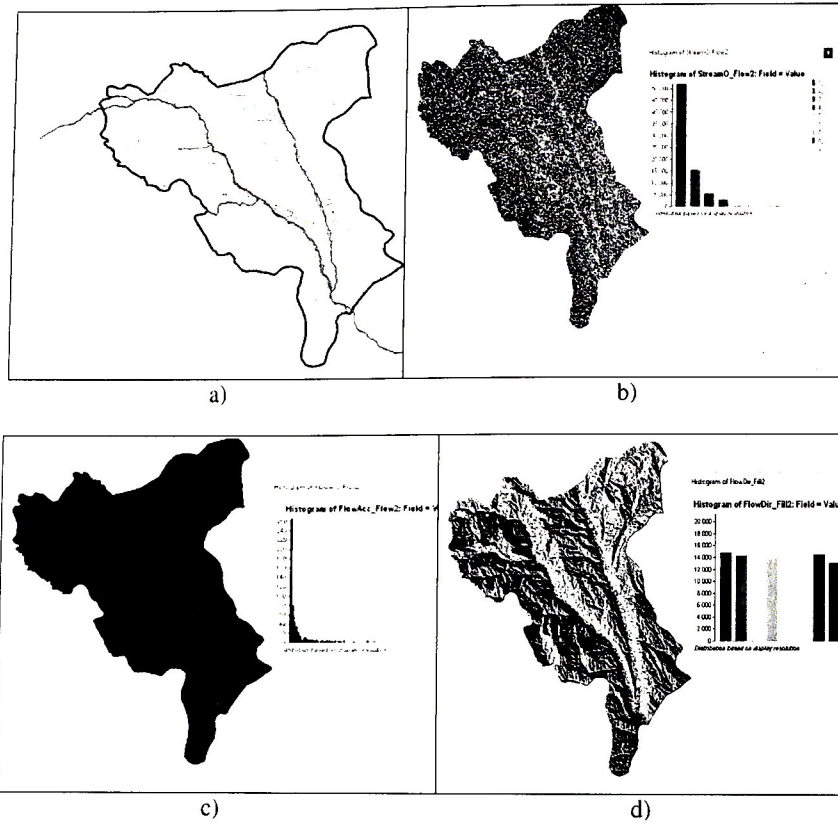
**Təsvirlərin ilkin emalı.** İlk növbədə tədqiqat ərazisinin relyefinin rəqəmli modeli (RRM)–DEM (Digital Elevation Model) qurulmuşdur (şək.2). RRM-DEM dedikdə 3-ölçülü məkan obyektlərinin (səthlərin, relyefin) hündürlük göstəriciləri və ya dərinlik göstəriciləri çoxlununun və digər applikatların qiymətlərinin (Z-koordinatları) üçölçülü verilənlərinin rəqəmli təqdimatı başa düşülür [3].

Tədqiqat ərazisini təsvir etmək üçün trianqulyasiyalı TİN (Terrain Irregular Network) qeyri-requlyar trianqulyasiya şəbəkəsi modelindən istifadə edilmişdir. RRM ilə suyun təyin edilmiş, ya da fərz edilən səviyyəsini bilməklə çayın ixtiyari halını modelləşdirmək, hövzənin və suayırıcıların sərhəddini, meyilliyini, sel yaranan mənbələri, çay yatağında baş vermiş dəyişiklikləri və s. müəyyən etmək mümkündür.



Şək.2. Tədqiqat ərazisinin CMS vasitəsilə elektron təqdimatı: a) DEM modeli; b) TIN modeli (relyefin rəqəmli modeli)

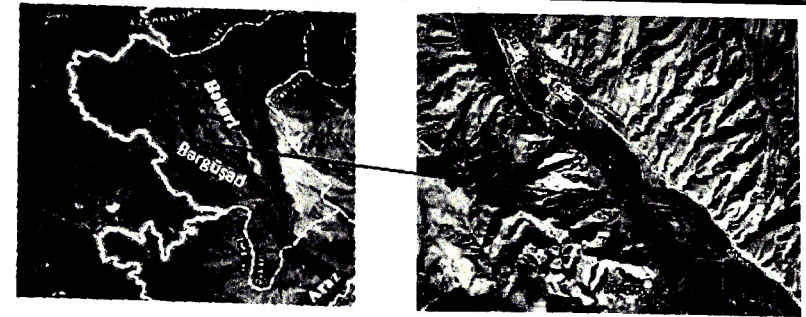
Tədqiqat ərazisində hidroqrafik şəbəkənin inkişafına fiziki-coğrafi amillər təsir göstərir ki, bu da şəbəkənin coğrafi mövqeyi, relyefi, iqlimi, geoloji quruluşu, torpaq-bitki örtüyü ilə sıx əlaqədardır. Ərazi mürəkkəb quruluşa malikdir və relyefin formalaşması prosesində çay dərələri, axının toplanması, axının istiqaməti, axının sahəsi, çay şəbəkəsi də təbii inkişaf mərhələləri keçmişdir (şəx.3).



Şəx.3. Tədqiqat ərazisinin hidroloji xüsusiyyətləri: a) hidroqrafik şəbəkə; b) axının istiqaməti və histogramı; c) axının toplanma səthi və histogramı; d) axın sahəsi və histogramı

Tədqiqat ərazisinin hidroqrafik şəbəkəsi uzun geoloji dövr ərzində formalaşmışdır. Bu ərazidə də çay şəbəkəsinin inkişafı relyef və geoloji quruluşa əlaqədar olub, hövzənin relyef formalarından, meyilliyindən və yüksəkliyindən, hövzə ərazisində iqlim şəraitindən, torpaq-bitki örtüyünün xüsusiyyətlərindən asılıdır [4].

Bərgüşad çayı hövzəsində getmiş dəyişiklikləri tədqiq etmək üçün test ərazisində çayın uzunluğu  $L = 1000 \text{ m}$ , hövzənin eni  $H = 30 \text{ m}$ , çayın maksimal dərinliyi  $h = 1,5 \text{ m}$  götürülmüşdür (şəx.4).

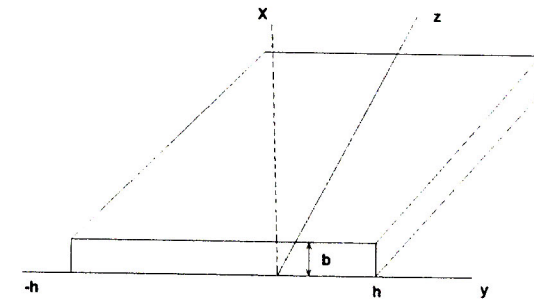


Şəx. 4. Tədqiqat ərazisinin coğrafi konturları (2021-ci il üçün Landsat kosmik təsviri) və eksperiment üçün götürülmüş test ərazisi

**Tədqiqat metodu.** Təbii axınları tədqiq etmək üçün prosesin sadələşdirilmiş, ancaq axının əsas xüsusiyyətlərini özündə cəmləşdirən hidroloji model elementlərindən istifadə edilmişdir [4].

Təbii axınlar geoloji baxımdan mürəkkəb struktura malik olan axınlardır. Bundan başqa axının sərhəddi çox mürəkkəb həndəsi formaya malikdir. Bütün bu çətinliklərə baxmayaraq, maye mühitin hərəkətinin Havye-Stoks tənliyini xüsusi hallarda inteqrallamaq mümkündür və alınan nəticələr baxılan halda prosesin kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərini təhlil etməyə imkan verir.

Bərgüşad çayı yatağında baş vermiş dəyişikliklərin axına təsirini kəmiyyət göstəriciləri ilə müqayisəli şəkildə təqdim etmək üçün ərazidə kifayət qədər uzunluğa malik olan prizmatik eksperimental hissə ayrılmışdır [5]. Maye hərəkətinin müqayisəli təhlili (dəyişiklik getmişdən əvvəl və sonrakı vəziyyəti) sonda Havye-Stoks tənliyinin sadələşmiş variantının həlli ilə bilavasitə bağlıdır. Başqa sözlə, özlü mayenin prizmatik həcmdə stasionar hərəkətini tədqiq etmək lazımdır (şəx.5).



Şəx.5. Çay yatağında ayrılmış prizmatik test ərazisinin sxematik təqdimatı

Məlumdur ki, Havye-Stoks tənliyi aşağıdakı kimidir:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} = -\frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 \vec{v} . \quad (1)$$

Burada  $\nabla$  - Hamilton operatoru,  $\rho$  - mayenin sıxlığı ( $10^3 \text{ kq/m}^3$ ),  $\mu$  - mayenin özlülüyü ( $10^3 \text{ kq/msan}$ ),  $p$  - təzyiq ( $10^6 \text{ N/m}^2$ ),  $\vec{v} = \{u, v, w\}$  sürət vektoru,  $\{u, v, w\}$  - isə uyğun koordinatlar üzrə sürət vektorunun proyeksiyalarıdır.

Baxılan halda Havye-Stoks tənliyi çayın təcrübi olaraq götürülmüş iki müstəvi paralel sahili arasındakı axın üçün aşağıdakı kimi yazıla bilər [6]:

$$\frac{d^2 w}{dy^2} = -\frac{\Delta P}{\mu L} . \quad (2)$$

Burada  $\Delta P$  təcrübi olaraq götürülmüş hissənin  $L$  uzunluğu boyu təzyiq düşgüsüdür.

(2) tənliyini təbii sərhədlərin sahilində sürətin sıfıra bərabər olması şərti daxilində inteqrallasaq,  $w=0$ ,  $y=\pm h$  olanda

$$w = \frac{\Delta P h^2}{2 \mu L} \left[ 1 - \left( \frac{y}{h} \right)^2 \right] \quad (3)$$

alırıq.

Bu məlum parabolik profildir [6].

(3) haldən istifadə edərək axının orta sürətini, maksimal sürətini və maye sərfini tapa bilərik.

$$w_{\max} = \frac{1}{2} \frac{\Delta P h^2}{\mu L} . \quad (4)$$

$$W_{\text{or}} = \frac{Q}{2h} = \frac{1}{3} \frac{\Delta P h^2}{\mu L} = \frac{2}{3} W_{\max} . \quad (5)$$

$$Q = \int_{-h}^h W dy = \frac{2}{3} \cdot \frac{\Delta P h^3}{3} . \quad (6)$$

Burada  $w_{\max}$  - maksimal sürət,  $W_{\text{or}}$  - orta sürət,  $Q$  - isə  $x$  oxu boyunca vahid uzunluğa düşən maye sərfidir.

**Nəticə.** Məsafədən zondlama verilənlərindən istifadə etməklə Bərgüşad çayı yatağında hər hansı bir səbəbdən baş vermiş dəyişiklikləri tədqiq etmək üçün DEM model qurulmuş, hidroloji xəritələr tərtib edilmişdir. Çay yatağı boyunca digər ölçüləri ilə müqayisədə çox böyük uzunluğa malik test sahəsi ayrılmış, eksperimental prizmatik hissə qeyd edilmiş, təzyiq düşgüsünün təsiri altında axınlara baxılmışdır.

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. <https://1news.az/az/news/20211127104256342>-Yaxın zamanda Qarabagda 11 hidroloji məntəqənin quraşdırılmasına başlanılacaq-ETSN
2. <http://www.qubadli-ih.gov.az/page/13.html>
3. Mehdiyeva B. Q., Şıxlarova S.R. Həkeri çay hövzəsində sel axınlarının riyazi modelləşdirilməsi. İkinci Qarabağ müharibəsi yeni nəsil müharibə kimi. 44 günlük Vətən müharibəsində qazanan qələbənin ildönümünə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi-praktik konfransın proqramı. 21-22 oktyabr 2021-ci il. Bakı-2021.
4. Earth Explorer. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Data access 06.30. 2021.
5. Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока (опыт критического анализа). Л.: Гидрометеиздат. 1988. - 312 с.
6. Л.Г. Лойцанский. «Механика жидкости и газа». Москва, Наука, 1979. - 930с.

*М.А.Гумбаталиев, Б.Г.Мехтиева*

#### Оценка изменений в бассейне реки Баргушад на основе геоинформационных технологий

##### Резюме

По данным дистанционного зондирования разработана цифровая модель рельефа и составлены гидрологические карты для изучения изменений русла реки Баргушад. Вдоль русла был выделен тестовый участок и проведены исследования потока реки.

*М.А.Гумбаталиев, В.Г.Мехдијева*

#### Estimation of changes in the Bargushad river basin on the basis of GIS technologies

##### Abstract

Using remote sensing data, a DEM model was developed and hydrological maps were compiled to investigate changes in the Bargushad river basin. A test section was identified along the riverbed and studies of the river flow were carried out.