

UOT 911.2

## BÖYÜK QAFQAZ ÇAYLARINA YERALTI AXIMIN TÜKƏNMƏ ƏYRİLƏRİNİN TƏHLİLİ

ƏLİYEVƏ İRADƏ SABİR qızı

Bakı Dövlət Universiteti, dosent

aliyeva-1958@list.ru

*Açar sözlər:* yeraltı axım, yeraltı sular, minimal su sərfələri, tükənmə əyrisi, tükənmə əmsalı.

Çayların müxtəlif axım göstəricilərini qiymətləndirmək üçün təklif olunan bütün hesablaşma metodları baxılan axım xarakteristikasının əmələgəlmə mexanizminə əsaslanır. Dağ çaylarına yeraltı axımı kəmiyyətə qiymətləndirmək və azsulu dövr axımının proqnozunu vermək üçün tükənmə əyrilərindən geniş istifadə edilir. Bu zaman belə hesab olunur ki, dağ çaylarının yeraltı sularla qidalanma şəraiti hövzədə toplanmış yeraltı suların ehtiyatı və bu ehtiyatların tükənmə intensivliyi ilə sıx əlaqəlidir. Tükənmə əyriləri yağışsız dövrlərdə, yəni səth suları çayları qidalandırmadıqda yeraltı sularının ehtiyatlarının azalma intensivliyini göstərir. Buna görə də bu əyrilər, adətən, azsulu dövrlərdə müşahidə olunmuş su sərfələrinə görə qurulur [1, s.2]. Tükənmə əyrilərindən çaylara yeraltı axımı hesablaşmaq və onun proqnozunu verməklə yanaşı, minimal və azsulu dövr axımının əmələgəlmə şəraitinə görə ərazilərin hidroloji rayonlaşdırılmasında da istifadə oluna bilər [3].

**Tükənmə əyrilərinin düsturları və onların təhlili.** Tükənmə əyrilərini riyazi tənlikləri müxtəlifdir. Daha çox Bussineskin quraq dövrlərdə bulaqların debitinin azalması üçün təklif etdiyi eksponensial tənliyindən istifadə olunur:

$$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t}. \quad (1)$$

Tez-tez Bussineskin hiperbolik tənliyi də tətbiq edilir:

$$Q_t = Q_0 / (1 + \beta t)^2. \quad (2)$$

Burada,  $Q_t$  və  $Q_0$ - müvafiq olaraq su sərfəsinin son (hesabi) və başlanğıc zaman anında qiymətləri;  $\alpha$  və  $\beta$  - tükənmə əmsalları;  $t$  – hesabi zaman intervalının davamiyyətidir (sutka, dekada, ay).

Qonşu zaman anlarında müşahidə edilən su sərfələri arasında əlaqə xətti olduqda və koordinat başlanğıcından keçdikdə birinci tənlikdən istifadə olunur. Lakin bu əlaqə xətti olmadıqda ikinci tənliyə üstünlük verilir. Bu tənliklərə daxil olan  $\alpha t$  və  $\beta t$  parametrləri vahiddən kiçik olduqda, hər iki tənlik, demək olar ki, eyni nəticə verir.

Rusiyanın Şimal-Şərq regionunda da donmayan çayların qış azsulu dövrlərdə minimal su sərfələri eksponensial qanuna uyğun azalır. Müəyyən olunmuşdur ki, tükənmə əmsalı çayın istilik axımının kəmiyyətindən asılıdır, yəni istilik axımına çay sutoplayıcısına daxil olan istilik və rütubətin dolaylı göstəricisi kimi baxılır. İstilik su balansı indeksi (illik axım layı normasının havanın orta çoxillik temperaturunun  $20^\circ$  C artırılmış qiymətinin hasilini) təklif edilmiş və göstərilmişdir ki, bu indeksi nəzərə alaraq baxılan ərazinin həm müşahidə məlumatları olan, həm də olmayan çaylarının sutkalıq su sərfələrini hesablaşmaq olar [4].

Bəzən, üstlü tənlikdən də istifadə edilir [5].

$$Q_t = Q_0 K^t. \quad (3)$$

Burada,  $K$ – tükənmə sabitidir. O, yerüstü və yeraltı axımın nisbətindən asılı olaraq 0,5-0,9 arasında dəyişir. Tükənmə əyrilərinin aşağıdakı riyazi ifadələri də var [6]:

$$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t} + Q_{QS} \quad (4)$$

$$Q_t = (Q_0 - q) e^{-\alpha t} + q \quad (5)$$

Burada  $Q_{0S}$  və  $q$  yeraltı axımın sabit hissəsidir.

Bəzi müəlliflərin fikrincə, azsulu dövr uzun müddət ərzində davam etdikdə axım daha güclü şəkildə tükənir və bu səbəbdən düstur 5-in tətbiqi daha məqsədəuyğundur. Çayın qidalanmasında iştirak edən sulu horizontların sayı azaldıqca, başqa sözlə, hidrogeoloji şərait dəyişdikcə, tükənmə əyrisi də dəyişir. Tükənmə əyrisi azsulu dövrə yerinə yetirilən hidroloji planaalma və məcra su balansının köməyi ilə dəqiqləşdirilə bilər:

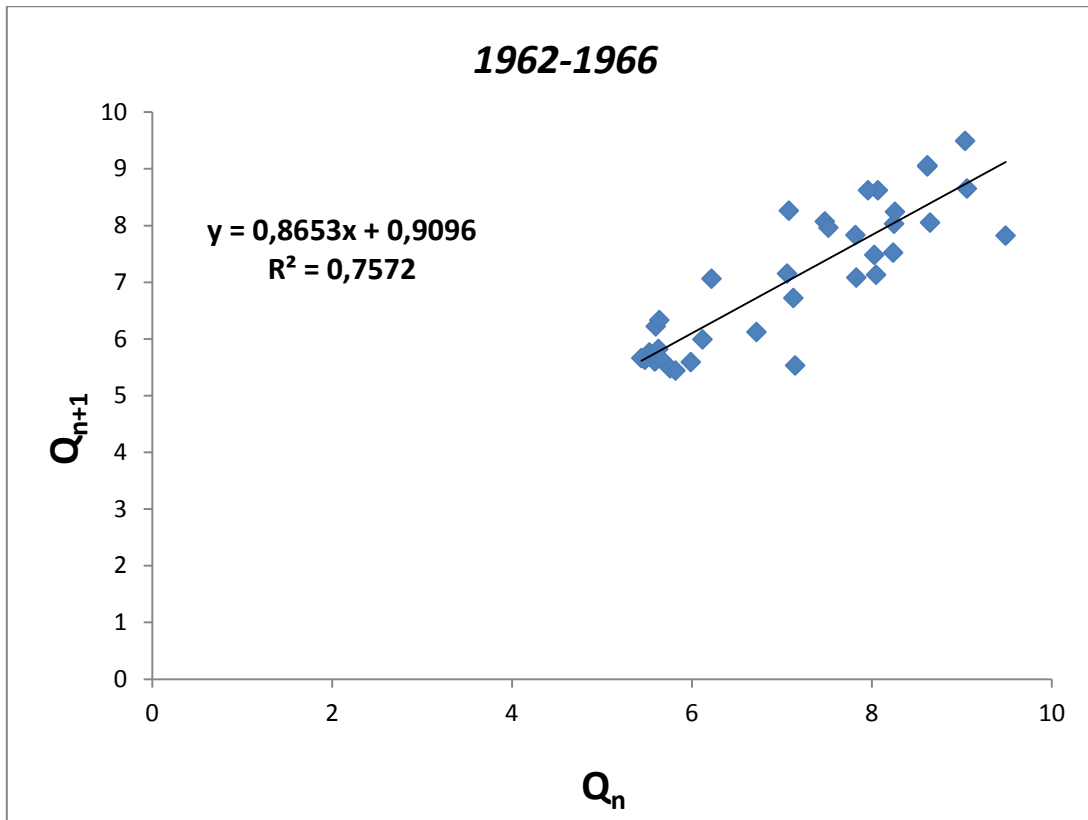
$$\Delta Q = Q_a - Q_y - \Sigma Q_{y.a} \quad (6)$$

Burada,  $Q_a$  –aşağı kəsikdə su sərfi;  $Q_y$  –yuxarı kəsikdə su sərfi;  $\Delta Q$  – bu iki kəsik arasında axımın artımı;  $\Sigma Q_{y.a}$  – kəsiklər arasında yan axımdır [7].

Belə hesab olunur ki, əksər çay hövzələrində yeraltı suların tükənmə əmsalları kifayət qədər sabitdir, çünki onlar hövzənin geoloji şəraiti ilə əlaqədardır və bu şərait demək olar ki, dəyişmir. Buna baxmayaraq, buxarlanma, donma və s. amillərin təsiri nəticəsində tükənmə əmsalı azsulu dövr ərzində dəyişə bilər [5]. Təcrübə göstərir ki,  $\alpha$  və  $\beta$  tükənmə əmsalları, həmçinin  $K$  əmsalı eyni bir əyri üçün sabit qalmır və azsulu dövrlərin sonunda azalır. Bu, azsulu dövrlərin sonunda çayların daha dərinə yerləşən sulu horizontlardan qidalanması ilə izah olunur. Doğrudan da tədqiqatlar göstərmişdir ki,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $K$  əmsallarının qiymətləri yalnız tükənmə dövründə deyil, ildən-ilə də dəyişir və bu qiymətlər arasında fərq 105-240% təşkil edə bilər. Bunu nəzərə almaq üçün aşağıdakı düstur təklif olunmuşdur [8].

$$Q_t = Q_0 e^{-\alpha_1 t} + Q_{m_0} \frac{\alpha_1}{\alpha_1 - \alpha_2} e^{-\alpha_2 t} + Q_\pi \quad (7)$$

Burada,  $\alpha_1$  və  $\alpha_2$  - qış mövsümünün birinci və ikinci hissələrində tükənmə əmsalları;  $Q_{m_0}$  - qışın ikinci hissəsinin başlanğıcında çaya yeraltı axım sərfi;  $Q_\pi$  –ən dərinədəki sulu horizontlardan çaya daimi yeraltı axımdır (üçüncü hissədə,  $\alpha_3 \approx 0$ ).



Şəkil 1. Göyçay (Göyçay məntəqəsi) üçün qonşu dekadaların su sərfələri arasında əlaqə qrafiki

Təcrübi məlumatlara görə,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ -ilə müqayisədə orta hesabla 2-4 dəfə böyükdür. Eyni bir əyri üçün tükənmə əmsalları sabit qalmadığına görə təklif olunur ki, əyrinin müxtəlif hissələri üçün əmsalın 2-3 müxtəlif qiymətlərindən istifadə olunsun. Bu isə öz növbəsində hesablamaları mürəkkəbləşdirir.

Düstur 5-ə görə, azsulu dövrlərdə qonşu zaman anlarında müşahidə edilən eyni davamiyyətli (dekada, ay) su sərfələri arasında xətti əlaqə olmalıdır:

$$Q_{n+1} = aQ_n + (1 - a)q \quad (8)$$

Burada,  $Q_n$  və  $Q_{n+1}$  – əvvəlki və sonrakı zaman intervalları  $T$  (dekada, ay) üçün orta su sərfələri;  $a$  – bucaq əmsalıdır:

$$a = e^{-\alpha T} \quad (9)$$

$Q_{n+1}=f(Q_n)$  əlaqəsinə (şəkil 1) görə bucaq əmsalı tapıldıqdan sonra, tükənmə əmsalı ( $\alpha$ ) hesablana bilər:

$$\alpha = \frac{\ln a}{T} \quad (10)$$

**Müşahidə məlumatları və alınmış nəticələrin təhlili.** Böyük Qafqazda Qusarçaydan başqa qalan çayların təbii rejimində iki azsulu faza müşahidə olunur: qış və yay-payız. Hər iki azsulu dövrdə çaylar başlıca olaraq yeraltı sularla qidalanır. Lakin bütün çaylarda qış azsulu dövrdə orta su sərfi yay-payız azsulu dövrlə müqayisədə kiçikdir [9]. Bu, o deməkdir ki, qış azsulu dövrdə ərazi çayları daha dərində yerləşən yeraltı sularla qidalanır və qış dövründə tükənmə əmsalı çay hövzəsinin hidrogeoloji şəraitini daha yaxşı səciyyələndirir.

Cədvəl 1.

Çayların tükənmə əmsalları ( $\alpha$ )

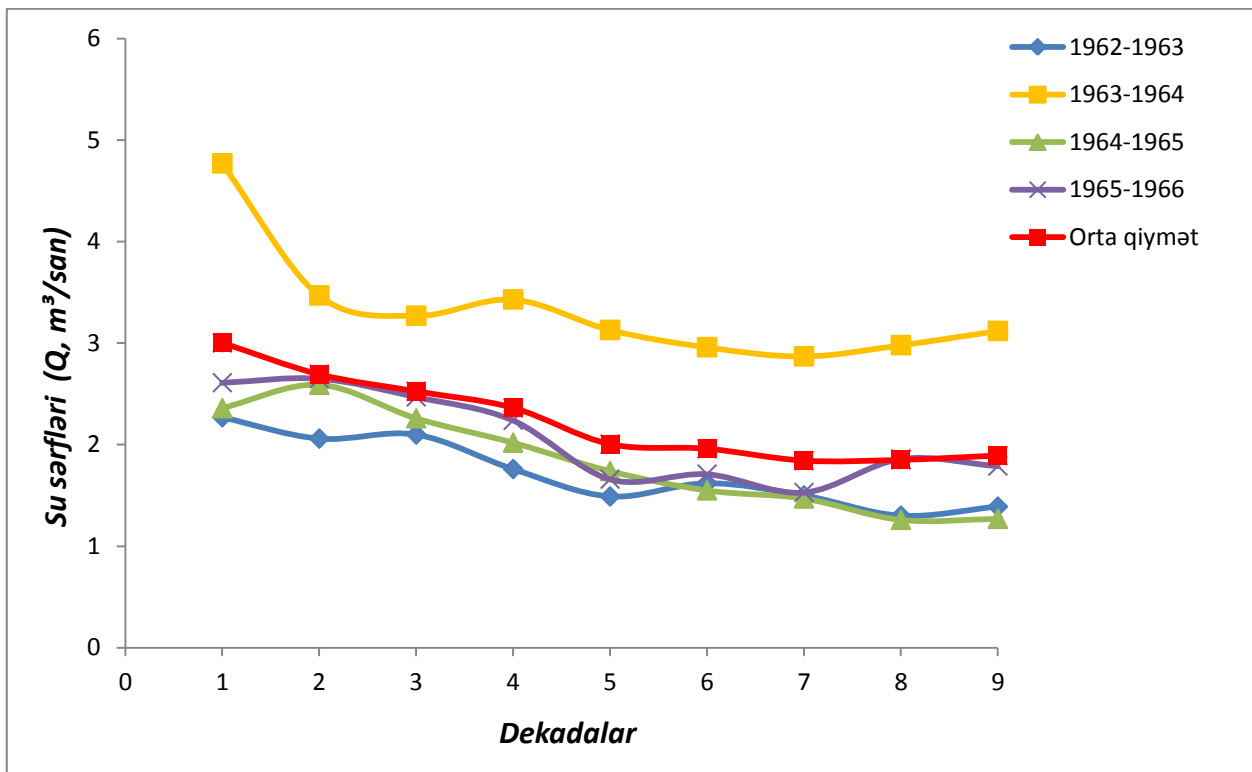
Nö	Çay	Məntəqə	$\alpha$
1	Qusarçay	Quzun	0,0145
2	Quruçay	Susay	0,0089
3	Qudyalçay	Qırız	0,0280
4	Qudyalçay	Küpçal	0,0066
5	Qudyalçay	Xınalıq	0,0150
6	Qaraçay	Rük	0,0087
7	Çaqacukçay	Rustov	0,0135
8	Vəlvələçay	Təngialtı	0,0233
9	Xarmidorçay	Xaltan	0,0138
10	Damarcıq	Mənsəb yax.(Kiş)	0,0039
11	Balakənçay	Balakən	0,0153
12	Talaçay	Zaqatala	0,0193
13	Əyriçay	Baş Daşaqıl	0,0043
14	Əlicançay	Qayabaşı	0,0166
15	Dəmiraparançay	Qəbələ	0,0155
16	Bumçay	Bum	0,0098
17	Axoççay	Xanagah	0,0125
18	Göyçay	Göyçay	0,0048
19	Girdimançay	Qaranohur	0,0079
20	Pirsaat	Poladlı	0,0359

Bunu nəzərə alaraq, hövzələri Böyük Qafqaz təbii vilayətinin müxtəlif fiziki-coğrafi rayonlarında yerləşən 18 çayın (20 müşahidə məntəqəsi) 5-illik (hidroloji il) (1962-1966) orta

dekadalıq su sərfələrinə görə qış azsulu dövr üçün tükənmə əyriləri (şəkil 2) qurulmuş və tükənmə əmsalları hesablanmışdır (cədvəl 1). Bu cədvəldən görüldüyü kimi, müxtəlif çaylar üçün tükənmə əmsalının qiymətləri təqribən 10 dəfə fərqlənir: 0.0039 (Damarcıq – mənsəb) və 0.0359 (Pirsaat – Poladlı).

Müqayisə üçün qeyd etmək lazımdır ki, Qarabağ yaylasının qərb hissəsi çaylarının orta aylıq minimal su sərfələri haqqında məlumatlarına görə hesablanmış tükənmə əmsalının qiymətləri də çox böyük intervalda dəyişir: 0.002 (Azat çayı - Qarni məntəqəsi) və 0.045 (Arpa çayı – Cermux məntəqəsi).

Tükənmə əmsallarının ərazi üzrə paylanma qanunauyğunluqlarını müəyyən etmək üçün onların çay sutoplayıcılarının sahəsi və orta hündürlüyündən asılılıqları təhlil olunmuşdur. Lakin baxılan əlaqələr aşkar edilməmişdir. Bu, tükənmə əmsalının dəyişkənliyinin böyük və təhlildə istifadə edilən məlumatların qısa müddəti (5 il) əhatə etməsi ilə əlaqədar ola bilər.



*Şəkil 2. Dəmiraparançayın (Qəbələ məntəqəsi) tükənmə əyriləri*

### ƏDƏBİYYAT

1. Иманов Ф.А., Тарвердиева Н.Н., Османов Ф.Б. Анализ кривых истощения рек Азербайджана // R.X. Piriyevin anadan olmasının 90 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfransın materialları. Bakı: 2014, s.20-25
2. George M. Hornberger, Jeffrey P. Raffensperger, Patricia L. Wiberg, Keith N. Eshleman. Elements of Physical Hydrology. The Johns Hopkins University Press, USA, 1998, 302 p.
3. Imanov F.A., Gurbanov Ch.Z., Gojamanov M.H. The patterns of distribution of depletion coefficient of river flow on the territory of Azerbaijan in periods of low flow // International scientific-technical Conference. Natural disasters and human safety. Abstracts of presentations. December 04-06, 2017. Baku, Azerbaijan. pp.264-265.
4. Ушаков М.В. Модель кривых истощения зимнего стока рек северо-востока России // Вестник САФУ. Сер.: Естеств. науки. №3, 2016, с.5-14

5. Виссмен У., Харбаф Т.И., Кнэпп Д.У. Введение в гидрологию. Л.: Гидрометеиздат, 1979, 470 с.
6. Руководство по гидрологическим прогнозам. Выпуск 1. Л.: Гидрометеиздат, 1989-357с.
7. Владимиров А.М., Малышева Н.Г. Оценка вероятности появления гидрологической засухи // Ученые записки РГГМУ. Гидрология, № 24, 2012, с.5-17.
8. Ситников В.К. Особенности подземного питания рек в бассейнах Зеи и Буреи в период зимней межени. // Труды ДВНИГМИ, 1965, вып. 20, с.86-92.
9. Иманов Ф.А., Минимальный сток рек Кавказа. Баку: Нафта-пресс, 2000, 299 с.

**РЕЗЮМЕ**  
**АНАЛИЗ КРИВЫХ ИСТОЩЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО СТОКА РЕК**  
**БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

*Алиева И.С.*

**Ключевые слова:** *подземный сток, подземные воды, минимальные расходы воды, кривая истощения, коэффициент истощения*

Статья посвящена анализу кривых истощения рек Большого Кавказа в периоды минимального зимнего стока. Используются данные по стоку 20-ти рек. Коэффициенты истощения рассчитаны по экспоненциальному уравнению Буссинеска. Рассмотрены пространственные закономерности изменения этого коэффициента.

**SUMMARY**  
**ANALYSIS OF DEPLETION CURVES OF UNDERGROUND FLOW**  
**OF GREAT CAUCASUS RIVERS**

*Aliyeva I.S.*

**Key words:** *underground flow, underground water, minimum discharges, depletion curve, depletion coefficient*

The article is devoted to the analysis of the curves of the depletion of rivers of the Greater Caucasus during winter periods. The data on the flow of 20 rivers was used. The coefficients of depletion are estimated from the Boussinesq exponential equation. The spatial regularities of this coefficient change are considered.

Daхilolma tarixi:	İlkin variant	02.07.2018
	Son variant	28.09.2018