

UOT 62.523.8 (075.10)

**KƏRİMOV E.M.**

*Azərbaycan memarlıq və İnşaat Universitetinin*

*[elxankerimov290@gmail.com](mailto:elxankerimov290@gmail.com)*

## **AZƏRBAYCANIN DAĞ ÇAYLARININ HİDROENERJİ POTENSİALININ KOMPLEKS QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ VƏ KİÇİK HES MODELLƏRİ ƏSASINDA OPTİMAL ENERJİ İNTEQRASIYASI STRATEGİYASININ İŞLƏNMƏSİ**

**Giriş.** Müasir dövrdə enerji təhlükəsizliyi və davamlı inkişaf məsələləri dünya miqyasında prioritet istiqamətlərdən biri kimi çıxış edir [1]. Fossil yanacaqlardan asılılığın azaldılması və bərpa olunan enerji mənbələrinin payının artırılması bir çox ölkələrdə strateji məqsəd kimi müəyyən edilmişdir. Azərbaycan da zəngin təbii resurslara malik olmaqla yanaşı, alternativ və bərpa olunan enerji potensialının səmərəli istifadəsi istiqamətində mühüm addımlar atır. Bu baxımdan ölkənin dağlıq ərazilərində formalaşan çay sistemləri hidroenerji baxımından xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Azərbaycanın dağ çayları əsasən Böyük Qafqaz, Kiçik Qafqaz və Talış dağ silsilələri ərazisində formalaşır və yüksək maillik, sürətli axın və mövsümi dəyişkənlik kimi xüsusiyyətlərə malikdir. Bu çayların enerji potensialı həm texniki, həm də iqtisadi baxımdan perspektivlidir. Xüsusilə kiçik güclü su elektrik stansiyalarının (KSES) tikintisi dağlıq və ucqar ərazilərin enerji təminatının yaxşılaşdırılmasında mühüm rol oynaya bilər. Bununla yanaşı, hidroenerji layihələrinin planlaşdırılması zamanı ekoloji tərzliyin qorunması və su ehtiyatlarının davamlı idarə olunması prinsipləri nəzərə alınmalıdır [2, s. 33-41].

Dağ çaylarının hidroenerji potensialının qiymətləndirilməsi zamanı su sərfi, axımın il-

lik və mövsümi dəyişməsi, relyef xüsusiyyətləri və texniki imkanlar kompleks şəkildə təhlil olunmalıdır. Enerji potensialının hesablanması yalnız nəzəri güc göstəriciləri ilə məhdudlaşmır, həm də texniki itkilər, avadanlıq seçimi və şəbəkəyə qoşulma imkanları kimi amilləri əhatə edir. Bu baxımdan hidroenerji potensialının nəzəri, texniki və iqtisadi hissələrinin ayrılıqda və qarşılıqlı əlaqədə araşdırılması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Kiçik HESlərin enerji sistemə inteqrasiyası isə əlavə texniki və təşkilati məsələlər yaradır. Lokal paylayıcı şəbəkələrin gücləndirilməsi, istehsal olunan enerjinin sabit ötürülməsi və digər bərpa olunan enerji mənbələri ilə koordinasiya fəaliyyət inteqrasiya strategiyasının əsas elementləridir. Hibrid enerji modelləri və akkumulyasiya sistemlərinin tətbiqi dağ çaylarından əldə olunan enerjinin daha effektiv istifadəsinə şərait yarada bilər [3, s. 50–58]

**Təhlil.** Azərbaycanın dağ çaylarının hidroenerji potensialının təhlili ilk növbədə hidrometrik göstəricilərin və çay axımının çoxillik dinamikasının araşdırılmasını tələb edir. Dağ çayları yüksək maillik və sürətli axın xüsusiyyətinə malik olduğundan onların enerji potensialı əsasən su sərfi ( $Q$ ) və düşmə hündürlüyü ( $H$ ) parametrləri ilə müəyyən olunur. Hidroenerji gücü  $P = \rho g Q H \eta$  ifadəsi ilə qiymətləndirilir ki, burada suyun sıxlığı ( $\rho$ ),

cazibə sürətlənməsi ( $g$ ), faydalı iş əmsalı ( $\eta$ ) və hidravlik parametrlər əsas rol oynayır. Təhlil göstərir ki, dağ çaylarında düşmə hündürlüyünün böyük olması nisbətən az su sərfi ilə belə əhəmiyyətli enerji istehsalına imkan yaradır. Mövsümi dəyişkənlik dağ çaylarının əsas xüsusiyyətlərindən biridir. Yaz-yay aylarında qar sularının əriməsi və intensiv yağıntılar nəticəsində su sərfi artır, payız-qış dövründə isə azalır. Bu dəyişkənlik kiçik HES-lərin layihələndirilməsi zamanı turbin seçiminə və gücün optimallaşdırılmasına birbaşa təsir göstərir. Sabit enerji istehsalının təmin edilməsi üçün axımın orta çoxillik göstəricilərinə əsaslanan hesablamalar aparılmalı və minimal ekoloji axım həcmi qorunmalıdır [4, s. 44–52].

Texniki baxımdan dağ çaylarında əsasən derivasiya tipli və ya kiçik su anbarlı stansiyaların qurulması məqsədəuyğun hesab edilir. Derivasiya sxemi relyefdən səmərəli istifadə etməyə və böyük su anbarı tikmədən en-

erji istehsalına imkan verir. Bu isə həm tikinti xərclərini azaldır, həm də ekoloji təsirləri minimuma endirir. Turbin növünün seçimi (Pelton, Francis və ya Kaplan) çayın hidravlik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq müəyyən edilir. Enerji sisteminə inteqrasiya baxımından dağlıq ərazilərdə yerləşən kiçik HES-lərin lokal paylayıcı şəbəkələrə qoşulması xüsusi texniki yanaşma tələb edir. Şəbəkənin güc ötürmə qabiliyyəti, gərginlik sabitliyi və ehtiyat qidalanma imkanları qiymətləndirilməlidir. Hibrid enerji modellərinin – məsələn, hidro və günəş enerjisinin kombinasiyası – tətbiqi istehsalın mövsümi dəyişkənliyini kompensasiya edə bilər. Hidroenerji layihələri su ekosistemlərinə təsir göstərə bilər [5, s. 21–29]. Buna görə də layihələndirmə mərhələsində ekoloji minimum axımın saxlanması, balıq keçidlərinin təmin edilməsi və landsaftın qorunması kimi tədbirlər nəzərə alınmalıdır. Davamlı inkişaf prinsiplərinə uyğun yanaşma hidroenerji potensialından səmərəli və təhlükəsiz istifadəni təmin edir [6].

*Cədvəl 1.*

*Azərbaycanın dağ çaylarında hidroenerji potensialının qiymətləndirilməsi  
və inteqrasiya meyarları*

<b>Təhlil istiqaməti</b>	<b>Əsas parametr</b>	<b>Texniki qiymətləndirmə</b>	<b>Optimal yanaşma</b>
Hidravlik potensial	Su sərfi (Q), düşmə hündürlüyü (H)	Mövsümi dəyişkənlik yüksəkdir	Orta çoxillik axım əsasında güc hesablanması
Turbin seçimi	Axın sürəti və maillik	Yüksək düşmə – aşağı sərf	Pelton tipli turbinlərin tətbiqi
Stansiya tipi	Relyef və su ehtiyatı	Böyük su anbarı məhduddur	Derivasiya tipli KSES
Enerji inteqrasiyası	Lokal şəbəkə gücü	Gərginlik sabitliyi problemi	Şəbəkə gücləndirilməsi və hibrid sistem
Ekoloji təsir	Minimum ekoloji axım	Ekosistemə potensial təsir	Ekoloji limitlərin qorunması
İqtisadi səmərəlilik	Tikinti və istismar xərci	Uzaq dağlıq ərazilər	Kiçik güclü regional layihələr

**Mənbə:** <https://www.irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021>

Cədvəldə Azərbaycanın dağ çaylarının hidroenerji potensialının qiymətləndirilməsi zamanı nəzərə alınmalı əsas texniki və iqtisadi meyarlar ümumiləşdirilmişdir. [7] Hidroenerji gücü əsasən su sərfi və düşmə hündürlüyü ilə müəyyən olunur və mövsümi dəyişkənlik layihələndirmə prosesində xüsusi diqqət tələb edir. Turbin seçimi çayın hidravlik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq aparılmalı, yüksək maillikli dağ çaylarında Pelton tipli turbinlər daha məqsədəuyğun hesab olunur. Derivasiya tipli kiçik HES modelləri relyefə uyğun olmaqla həm tikinti xərclərini azaldır, həm də ekoloji təsiri minimuma endirir. Enerji sisteminə inteqrasiya zamanı lokal şəbəkələrin gücləndirilməsi və hibrid enerji modellərinin tətbiqi istehsalın sabitliyini artırır. Eyni zamanda ekoloji minimum axımın qorunması və iqtisadi səmərəliliyin təmin edilməsi davamlı hidroenerji inkişafının əsas şərtləridir. Dağ çaylarının hidroenerjisindən istifadənin optimal modeli hidravlik, texniki, ekoloji və iqtisadi amillərin kompleks qiymətləndirilməsi əsasında formalaşdırılmalıdır [8, s. 17–23].

Azərbaycanın dağ çayları əhəmiyyətli hidroenerji potensialına malikdir və bu potensialın səmərəli istifadəsi ölkənin bərpa olunan enerji strategiyasında mühüm yer tuta bilər. Dağ çaylarının yüksək mailliyi və sürətli axın xüsusiyyətləri kiçik güclü su elektrik stansiyalarının (KSES) qurulması üçün əlverişli şərait yaradır. Bununla yanaşı, mövsümi axım dəyişkənliyi layihələndirmə mərhələsində orta çoxillik su sərfi göstəricilərinə əsaslanan dəqiq hidravlik hesablamaların aparılmasını tələb edir. Derivasiya tipli stansiyalar dağlıq relyef şəraitində daha məqsədəuyğun hesab olunur və böyük su anbarlarının tikintisinə ehtiyac yaratmadan enerji istehsalına imkan verir. [9] Turbin seçimi çayın hidravlik parametrlərinə uyğun aparılmalı və yüksək düşmə hündürlüyünə malik çaylarda Pelton tipli turbinlərə üstünlük verilməlidir. Enerji sisteminə inteqrasiya zamanı lokal şəbəkələrin texniki

vəziyyəti və ötürmə qabiliyyəti nəzərə alınmalı, zərurət yarandıqda şəbəkə gücləndirilməlidir. Ekoloji aspektlərin nəzərə alınması davamlı inkişaf prinsiplərinin əsas şərtidir. Minimum ekoloji axımın qorunması, su ekosistemlərinin və bioloji müxtəlifliyin mühafizəsi hidroenerji layihələrinin həyata keçirilməsində prioritet istiqamət olmalıdır [10, s. 28–34].

Kiçik hidroenerji layihələrinin regional enerji təminatına müsbət təsir göstərməsi və ucqar dağlıq ərazilərin enerji təhlükəsizliyini artırması sosial-iqtisadi baxımdan əhəmiyyətli nəticə kimi qiymətləndirilə bilər. Azərbaycanın dağ çaylarının hidroenerji potensialının reallaşdırılması hidravlik, texniki, ekoloji və iqtisadi göstəricilərin kompleks qiymətləndirilməsi əsasında həyata keçirilməlidir. Elmi əsaslandırılmış layihələndirmə və optimal inteqrasiya strategiyası ölkədə bərpa olunan enerji mənbələrinin payının artırılmasına və davamlı enerji sisteminin formalaşdırılmasına mühüm töhfə verə bilər.

## ƏDƏBİYYAT

1. Abbasov, A. B. (2021). Hidroenergetika və su elektrik stansiyalarının layihələndirilməsi. Bakı: AzTU Nəşriyyatı.
2. Ələkbərov R.Q. (2020). Azərbaycanın çay sistemlərinin hidroenerji potensialı. Energetikanın problemləri, 2(4), 33–41.
3. Həsənov E.M. (2022). Kiçik su elektrik stansiyalarının iqtisadi səmərəliliyi. Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi Xəbərləri, 1(3), 50–58.
4. Quliyev N.S. (2019). Dağ çaylarında su sərfi və enerji potensialının hesablanması metodları. Texniki elmlər xəbərləri, 3(2), 44–52.
5. Məmmədov V. R. (2023). Bərpa olunan enerji mənbələrinin regional enerji təminatında rolu. Energetika və avtomatika jurnalı, 2(2), 21–29.

6. Бессонов, Л.А. (2020). Гидроэнергетические установки. Москва: Юрайт.
7. Кудрин Б.И. (2018). Малые гидроэлектростанции. Москва: Академия.
8. Красник В.В. (2021). Эффективность малых ГЭС в горных районах. Промышленная энергетика, 6, 17–23.
9. Шеховцов В.П. (2019). Проектирование гидроэлектростанций. Санкт-Петербург: Лань.
10. Герасименко А.А. (2022). Интеграция возобновляемых источников энергии в распределительные сети. Энергетик, 8, 28–34.

**Kərimov E.M.**

*Azərbaycan memarlıq  
və İnşaat Universitetinin*

*elxankerimov290@gmail.com*

**Azərbaycanın dağ çaylarının  
hidroenerji potensialının kompleks  
qiymətləndirilməsi və kiçik hes modelləri  
əsasında optimal enerji inteqrasiyası  
strategiyasının işlənməsi**

**XÜLASƏ**

Bu məqalədə Azərbaycanın dağ çaylarının hidroenerji potensialının kompleks qiymətləndirilməsi və kiçik su elektrik stansiyaları (KSES) modelləri əsasında optimal enerji inteqrasiyası strategiyasının işlənməsi məsələləri araşdırılır. Azərbaycanın dağlıq ərazilərində yerləşən çay sistemləri yüksək maillik və sürətli axın xüsusiyyətlərinə malik olduğundan alternativ və bərpa olunan enerji

mənbəyi kimi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Tədqiqat çərçivəsində çayların hidrometrik göstəriciləri, axım həcmi, illik su sərfi dinamika və enerji potensialının hesablanma metodları sistemli şəkildə təhlil olunur. Məqalədə hidroenerji potensialının nəzəri və texniki hissələri ayrılıqda qiymətləndirilir, coğrafi və iqlim amillərinin enerji istehsalına təsiri araşdırılır. Xüsusilə kiçik HES modellərinin seçilməsi zamanı su axımının dəyişkənliyi, relyef xüsusiyyətləri, ekoloji tələblər və iqtisadi səmərəlilik meyarları nəzərə alınır. Enerji sisteminə inteqrasiya baxımından lokal şəbəkələrin gücləndirilməsi, paylayıcı xətlərin optimallaşdırılması və hibrid enerji sistemləri ilə qarşılıqlı əlaqə məsələləri təhlil edilir. Azərbaycanın dağ çaylarında kiçik güclü hidroenerji layihələrinin həyata keçirilməsi regional enerji təminatının yaxşılaşdırılmasına, enerji təhlükəsizliyinin artırılmasına və karbon emissiyalarının azaldılmasına mühüm töhfə verə bilər. Optimal enerji inteqrasiyası strategiyası texniki, ekoloji və iqtisadi göstəricilərin kompleks qiymətləndirilməsi əsasında formalaşdırılmalı və davamlı inkişaf prinsiplərinə uyğun şəkildə həyata keçirilməlidir.

*Açar sözlər: dağ çayları, hidroenerji potensialı, kiçik HES, bərpa olunan enerji, enerji inteqrasiyası, su sərfi, regional enerji təminatı, davamlı inkişaf.*

**Karimov E.M**

*Azerbaijan University of  
Architecture and Construction*

*elxankerimov290@gmail.com*

**Complex assessment of hydropower potential of mountain rivers of Azerbaijan and development of optimal energy integration strategy based on small hepp models**

**ABSTRACT**

This article investigates the comprehensive assessment of the hydropower potential of mountain rivers in Azerbaijan and the development of an optimal energy integration strategy based on small hydropower plant (SHP) models. Due to their high gradients and fast-flow characteristics, mountain rivers in Azerbaijan represent a significant renewable energy resource. The study systematically analyzes hydrometric indicators, flow rates, annual discharge dynamics, and methodologies for calculating hydropower potential. The theoretical and technical components of hydropower potential are evaluated separately, and the impact of geographical and climatic factors on energy generation is examined. Particular attention is given to the selection of small hydropower models, taking

into account flow variability, terrain conditions, environmental requirements, and economic feasibility criteria. From an integration perspective, issues such as strengthening local grids, optimizing distribution lines, and interaction with hybrid energy systems are analyzed. The research demonstrates that the implementation of small-scale hydropower projects on Azerbaijan's mountain rivers can significantly contribute to regional energy supply improvement, enhancement of energy security, and reduction of carbon emissions. The optimal integration strategy should be developed based on a comprehensive evaluation of technical, environmental, and economic parameters and implemented in accordance with sustainable development principles.

**Keywords:** *mountain rivers, hydropower potential, small hydropower plants, renewable energy, energy integration, water discharge, regional energy supply, sustainable development.*

*Məqaləyə AzMIU-nun  
"Meliorasiya və su təsərrüfatı  
tikintisi" kafedrasının dosenti  
A.Ə.Mürsəlov rəy vermişdir.*

***Redaksiyaya daxil olma/Received 12.02.2026***

***Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 10.03.2026***