

ABŞERON YARIMADASINDA GEOTERMAL ENERJİ RESURSLARININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ VƏ İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ

A.V.Əsədova

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Geologiya İnstitutu
AZ1143, Bakı, H.Cavid prosp., 29A*

Abşeron yarımadasında yeraltı suların və süxur kompleksinin malik olduğu temperatur məlumatlarına əsasən 6000 metrə qədər dərinliklərdə yatan pliosen çöküntüləri və lay su komplekslərinin geotermal enerji gücü qiymətləndirilmişdir. Yarımada pliosen çöküntü kompleksi hüdudlarında 50-dən artıq dərin quyu üçün temperaturun paylanması qrafikləri təhlil olunmuş və məsaməli kollektorlarda həcmi istilik toplanması modeli əsasında geotermal resursların sıxlığı hesablanmışdır. Əldə edilmiş nəticələr Abşeronda geotermal enerjiden istifadə olunmasının perspektivliliyini əks etdirir. Abşeronda geotermal enerjiden istifadənin perspektivliliyi burada kifayət qədər enerji resurslarının və bundan istifadə üçün müasir texnologiyaların mövcudluğu ilə əsaslandırılır.

Hazırda ekoloji problemlər qeyri-ənənəvi enerji resurslarının istifadəsini ön plana çəkmişdir. Bu hal geotermal enerji potensialının daha yüksək olduğu ərazilərin müəyyənəşdirilməsi və bu enerjiden istifadə edilməsi kimi məsələləri aktuallaşdırır.

Yeraltı suların temperaturu Yer qabığının ümumi geotermik şəraitini əks etdirən, yerin daxilində istiliyin paylanması və daşınmasında, istilik selinin və ümumiyyətlə, Yer qlobal istilik sahəsinin formalaşmasında mühüm rol oynayan amillərdəndir.

Abşeron yarımadasında dördüncü dövrdən məhsuldar qata qədər yaşlı olan (əsasən abşeron mərtəbəsi və məhsuldar qat çöküntülərində) əhəngdaşı, qum, qumdaşı, qumca çöküntülərində mövcud şəraitlə əlaqədar müəyyən temperatura malik yeraltı sular yayılmışdır. Abşeron yarımadasında ağcagil kompleksi yeraltı suları az debitlidir və ya bu çöküntülər praktik olaraq susuzdur, ona görə də öyrənilməsi o qədər də əhəmiyyət kəsb etmir.

Yarımada hüdudlarında abşeron mərtəbəsi çöküntüləri 0-dan 1300-1500 metrə qədər dərinliklərdə yatır (Azərbaycan Respublikasının geoloji xəritəsi, 2008). Abşeron mərtəbəsində termal suların temperatura görə paylanması 1-ci şəkildə göstərilmişdir (Кенгерлинская, 1973). Qazılmış quyuların kəsilişində abşeron yaşlı sulu horizontlar litoloji cəhətdən əhəngdaşı, qabıq əhəngdaşı, qumdaşı, qum və gillərdən təşkil olunur. 20°C temperaturu sulara abşeron çöküntülərinin səthə yaxın yatdığı sahələrdə – yarımadanın şimal

hissəsində 110-180 metr dərinliklərdə təsadüf olunur. 1000 metrə qədər dərinliyə getdikcə suların temperaturu 40°C-yə qədər artır. Abşeron çöküntülərinin dənizdə batması ilə yarımadadan həm cənubda, həm də şimalda suların temperaturu artır və 950-1100 metr və daha böyük dərinliklərdə 40-50°C-yə çatır. Kompleksin dabanına yaxın hissələrdə suların temperaturu 75°C-yə qədər artır.

Məhsuldar qat çöküntüləri Abşeron yarımadasında geniş yayılmışdır, qərbdə 1000 metr, şərq hissəsində isə 3000 metrə qədər dərinliklərdə yatır. Litoloji cəhətdən bir-birini əvəzləyən mürəkkəbləşmiş qum-gil süxur layları kompleksindən təşkil olunub, üfüqi və şaquli istiqamətdə dəyişkənliyə malikdir. Quyuların kəsilişində qumdaşları, qum, alevrolit, çaqıl və konqlomeratlara rast gəlinir. Müxtəlif neft yataqlarında məhsuldar qatın daxilində şərti olaraq, neft layları ilə qarşılıqlı təsirdə olan sedimentasiya mənsəli flüid saxlaya bilən (su) 40-a yaxın məsaməli horizont ayrılır.

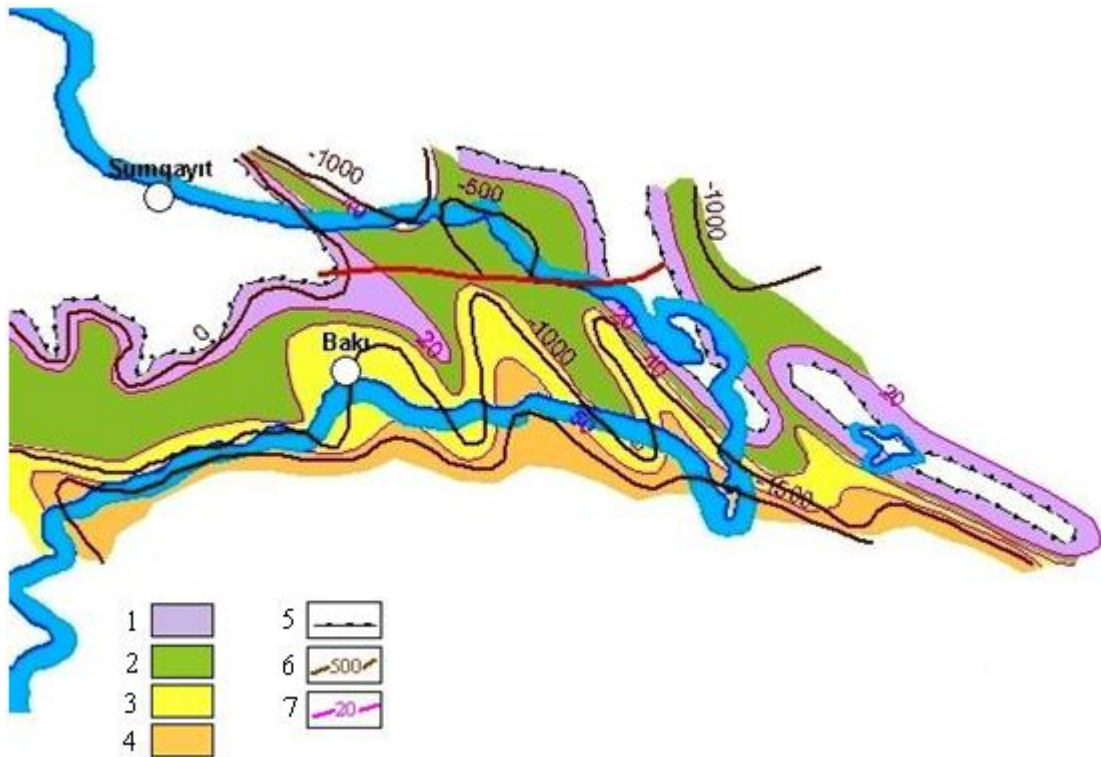
Məhsuldar qatın dabanına görə temperaturun paylanması 2-ci şəkildə əks olunmuşdur. Yüksək temperaturu sulu horizontlar yarımadanın cənub neft yataqlarında (Qaraçuxur, Zığ, Qala) və şimalda dəniz sərhədlərindəki Buzovna-Maştağa yataqlarında açılır. Burada quyuların əksəriyyətində lay sularının temperaturu 40°C-dən yüksəkdir. Məhsuldar qat kompleksinin suları təzyiqlidir. Abşeron yarımadasının cənub və cənub-qərb sahillərində (Şıx sahəsi) artezian sularına rast gəlinir. Burada suların temperaturu

38-68°C arasında dəyişir və bəzi yerlərdə daha yüksək temperatur müşahidə olunur. Yarımadaanın şimal və şimal-şərq yataqlarında suların temperaturu 25-50°C arasında dəyişir. Məhsuldar qat çöküntülərində Bibiheybət strukturu yaxınlığında temperatur anomaliyası müşahidə olunur və bu, məhsuldar qat çöküntülərində struktur izohipslərinə və burada aşkar edilmiş istilik seli anomaliyasına (Якубов и Атакишиев, 1973) uyğun gəlir. Ehtimal oluna bilər ki, pəlçiq vulkanlarında baş verən proseslər də bu tip istilik anomaliyası yarada bilər.

AMEA Geologiya İnstitutu Geotermiya laboratoriyasının geotermal məlumat bankına əsaslanaraq, yarımadaanın abşeron və məhsuldar qat su komplekslərinin inkişaf etdiyi dərinliklərdə temperaturun, geotermal qradiyentin və istilik selinin paylanmasına nəzər salmaq (3-cü şəkil). Regional planda çoxsaylı neft quyularının məlumatları göstərir ki, 20°C-dən yüksək tem-

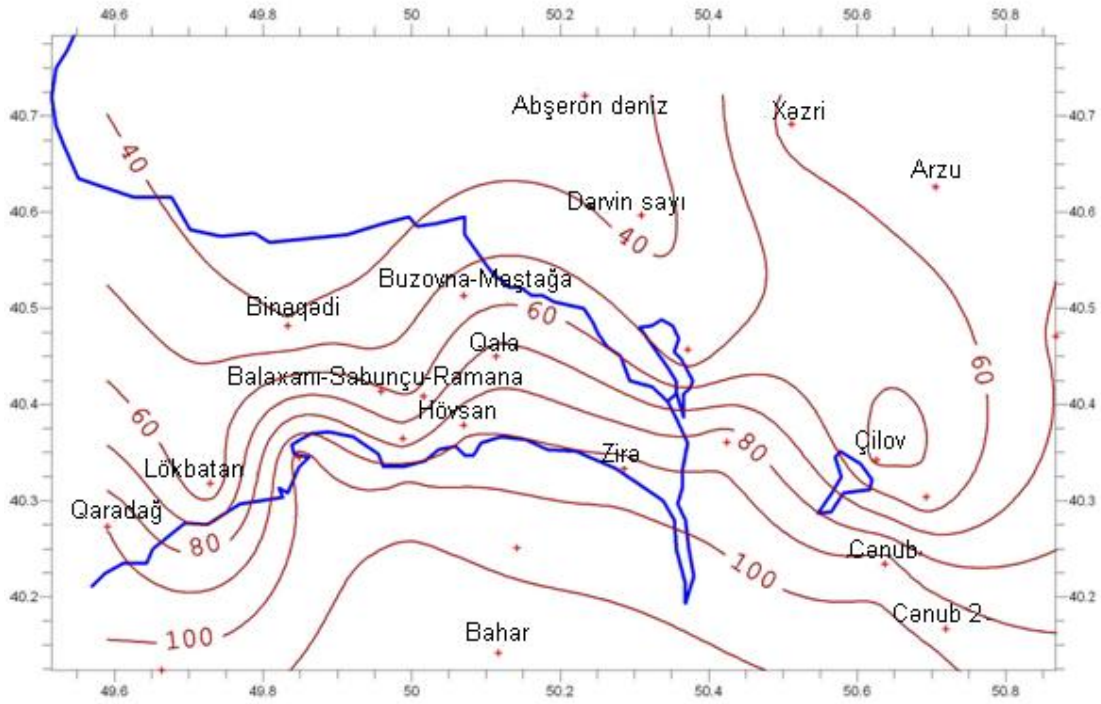
peraturlu termal sular 110-180 metrədən böyük dərinliklərdə geniş yayılmışdır.

Temperaturun dərinliyə görə paylanma qanunauyğunluğunu göstərmək üçün rəqressiya tənliyinə əsasən trend xətti qurulmuşdur (3-cü şəkil, *a*). Trend xəttindən görünür ki, dərinlik artdıqca geotermal qradiyent azalır. Bu azalma əsas etibarilə hövzədə çöküntü toplanması prosesi ilə əlaqədardır. Belə ki, orta pliosen dövründə sürətli çöküntü toplanması prosesi fundamentaldən gələn istiliyin zəifləməsinə səbəb olur. Sonrakı şəkillərdə (3-cü şəkil, *b* və *c*) paylanma hər kompleks üçün ayrı-ayrılıqda verilmişdir. Burada düzxətli trendə baxılır. Kiçik intervallarda trendi düzxətlə göstərmək daha məqsədəuyğundur, çünki qalınlığı az olan laylarda temperaturun dərinlikdən asılılığı əsasən düzxətli olur. Eyni zamanda, bu düzxətin tənliyindən geotermal qradiyentin qiyməti birbaşa təyin edilir.



1-ci şəkil. Abşeron mərtəbəsinin termal su kompleksləri (Кенгерлинская, 1973)

Sulu kompleksin dabanına görə: 1 – 20°C-yə qədər temperatur zonası; 2 – 20-40°C temperatur zonası; 3 – 40-50°C temperatur zonası; 4 – 50-75°C temperatur zonası; 5 – sulu kompleksin yayılma sərhədi; 6 – izohipslər (m); 7 – izotermlər



2-ci şəkil. Məhsuldar qatın dabanına görə izotermələr

Yuxarıda şərh edilənlərə əsaslanaraq, çöküntülərin yaşına görə istilik seli sıxlığının necə dəyişməsinə müəyyən etmək mümkündür. İstilik selinin sıxlığı

$$q = \lambda \cdot \vec{G} \quad (1)$$

düsturuna əsasən hesablanır. Burada, G – geotermal qradiyent 3-cü şəkildə qurulmuş qrafiklərdən temperaturun dərinliyə görə dəyişməsinə əsasən təyin olunur. Abşeron kompleksi üçün temperaturun dərinliyə görə paylanma trend əmsalı $R^2 = 0,7785$ olan

$$t = 0,0247 \cdot h + 17,73 \quad (2)$$

reqressiya tənliyi, məhsuldar qat üçün isə paylanma trend əmsalı $R^2 = 0,8274$ olan

$$t = 0,0166 \cdot h + 27,199 \quad (3)$$

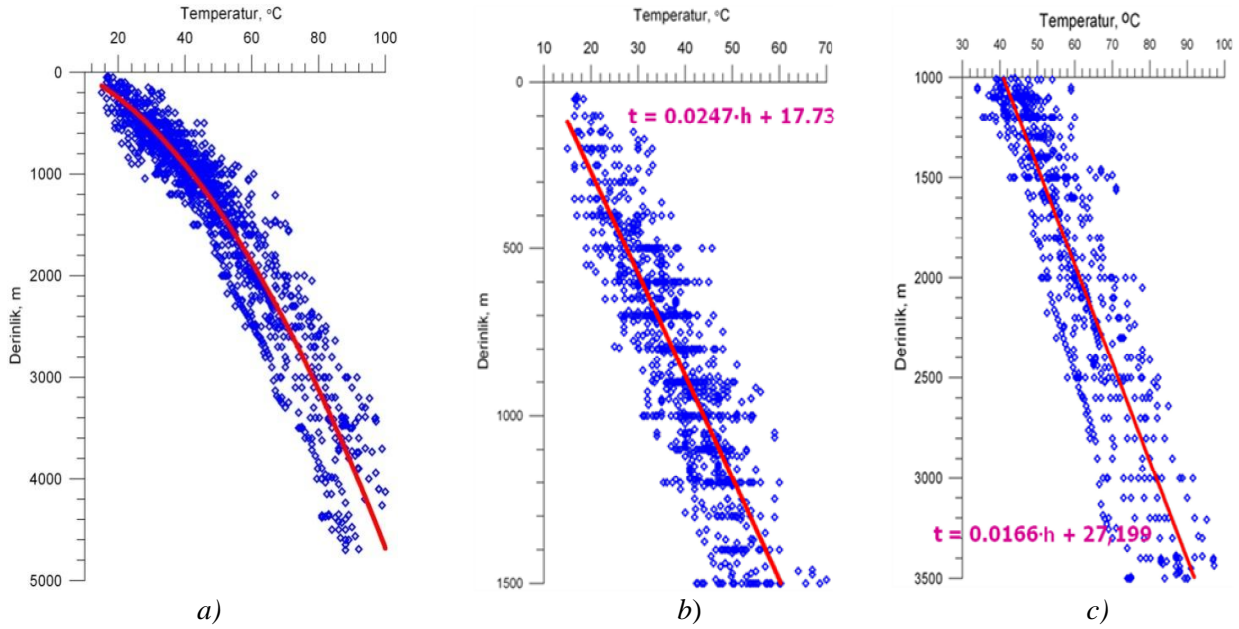
reqressiya tənliyi ilə səciyyələnir. Bu tənliklərdə 1-ci həddin əmsalı baxılan kompleks üçün geotermik qradiyentə ($G = \Delta t / \Delta z$) bərabərdir. Buna əsasən geotermal qradiyent abşeron kompleksi üçün $0,0247$ K/m (və ya $2,47^\circ\text{C}/100\text{m}$), məhsuldar qat çöküntüləri üçün isə $0,0166$ K/m (və ya $1,66^\circ\text{C}/100\text{m}$) alınır.

İstilik selinin qiymətləndirilməsi üçün geoloji kəsilişdə aşkar edilmiş çökmə süxurlar üçün istilik keçiriciliyinin qiymətlərini müəyyən etmək lazımdır. İlkin qiymətləndirmə üçün istilikkeçir-

mə əmsalı (λ) elmi ədəbiyyat məlumatlarına əsasən müəyyən edilmişdir. Burada abşeron mərtəbəsi çöküntüləri üçün istilikkeçirmə əmsalı $1,1$ $\text{Wt}/(\text{m}\cdot\text{K})$, məhsuldar qat çöküntüləri üçün isə $1,35$ $\text{Wt}/(\text{m}\cdot\text{K})$ qəbul olunur.

Yuxarıda qeyd olunan parametrlərə əsasən, konduktiv istilik selinin sıxlığını (1) düsturu ilə qiymətləndirsək, abşeron kompleksi üçün $27,7$ mWt/m^2 , məhsuldar qat üçün isə $22,4$ mWt/m^2 alınır. Məhsuldar qatda istilik selinin şaquli komponentinin azalmasına səbəb olan amillərdən biri burada lateral istiqamətdə konvektiv istilik daşınması prosesi ola bilər.

İstilikkeçirmə əmsalının başqa üsullarla (“iynəvari zond” və “lyambda” cihazı) ölçülmüş qiymətləri bəzi hallarda hətta suyun istilikkeçirməsindən də aşağı olduğu üçün həmin qiymətlər istifadə edəcəyimiz məlumat bazasına daxil edilməmişdir. AMEA Geologiya İnstitutunun Geotermiya laboratoriyasının yenilənmiş məlumat bankına görə, bu ərazi üçün istilikkeçirmə əmsalının orta qiymətlərindən istifadə edilmiş və istilik seli üçün 1-ci cədvəldə göstərilən nəticələr alınmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, bu qiymətlər Azərbaycanın çökmə zonaları üçün səciyyəvi istilik seli göstəriciləridir.



3-cü şəkil. Abşeron yarımadasında termal su komplekslərində temperaturun dərinliyə görə paylanması: *a* – ümumi, *b* – abşeron mərtəbəsi, *c* – məhsuldar qat

1-ci cədvəl

Abşeron yarımadası üçün müxtəlif istilik selinin orta qiymətləri

Komplekslər	$\lambda_{\text{orta}}, \text{Vt/(m}\cdot\text{K)}$		$G_{\text{orta}}, \text{mK/m}$	$q = \lambda \cdot G, \text{mVt/m}^2$	
	Lab. məlumat bazası	Sorğu kitabına* əsasən		Lab. məlumat bazası	Sorğu kitabına* əsasən
Abşeron mərtəbəsi	1,61	1,1	0,0247	39,8	27,7
Məhsuldar qat	1,68	1,35	0,0166	27,9	22,4

* – Дортман Н.Б. 1976. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика), справочник геофизика. Москва.

Bəzi geoloji amillər və proseslər də istilik selinin qiymətinə təsir göstərə bilər. Çöküntülərin yaşına, struktur effektlərinə, sedimentasiya və eroziya proseslərinə və s. görə istilik selinin sıxlığının dəyişməsi bir sıra tədqiqatçılar tərəfindən öyrənilmişdir (Смирнов, 1980). Bu amillərin rolu Abşeronda da nəzərə alınmalıdır. Məsələn, məhsuldar qatda flüidlərin lateral istiqamətdə miqrasiyası və bununla bağlı konvektiv istilik daşınmasının mümkünlüyü burada ölçülən konduktiv istilik selinin az olmasının səbəblərindən biri ola bilər. Digər tərəfdən, məhsuldar qatın dabanının yatım dərinliyinin artması (Abşeron arxipelaqının cənubu, Bakı arxipelaqı) istilik seli sıxlığının qiymətlərinin azalması ilə, bu səthin yatım dərinliyinin azalması və ya məhsuldar qat çöküntülərinin yuyulması (Abşeron yarımadasının şimal-şərq hissəsi) isə istilik seli sıxlığının

qiymətinin artması ilə müşayiət olunur (Алиев, Мухтаров, 2005).

Termal suların proqnozlaşdırılmış istismar ehtiyatları məlumatları (Тагиев и др., 2001) əsasında Abşeronun termal sularının geotermal enerji gücü (suların 30°C-yə qədər soyudulması şəraitində) qiymətləndirilmişdir (Мухтаров, Асадова, 2010). Termal suların Yerin daxilindən gətirdiyi istilik enerjisi (çıxışdakı) onun debitinə görə qiymətləndirilir. Debiti $q=m/t$ kimi ifadə etsək, kütləsi m olan su $m=qt$ qədər enerji gətirər. İstilik miqdarı $Q=mc\Delta T$ -dir və onu $Q=qtc\Delta T$ kimi ifadə edə bilərik. Buradan termal suların vahid zamanda gətirdiyi istilik miqdarını (istilik gücünü) tapmaq olar:

$$W = Q/t = qc\Delta T. \quad (4)$$

Yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə almaqla, Abşeron yarımadasının termal sularının proqnoz

ehtiyatı 20 000 m³/sut (Тагиев и др., 2001) və bu suların geotermal enerji gücü onların ehtiyatı və malik olduğu temperatur (20-90°C) məlumatlarına görə, A.Ş.Muxtarov (2011) tərəfindən 504 MVt kimi qiymətləndirilmişdir. Bu, Abşeronda termal suların enerjisindən istifadə olunmasının perspektivliyini əks etdirir.

Termal suların enerjisi ümumi geotermal enerjinin bir hissəsini təşkil edir. Buna görə də bütövlükdə süxur kompleksi enerjisinin təyin olunması daha əhəmiyyətlidir. Geotermal resurslar, ümumiyyətlə, yer daxilində süxurlarda toplanmış geotermal enerjinin çıxarılması və istifadəsi mümkün olan bərpa olunan hissəsini təşkil edir və bu resursların perspektiv – C₃ və proqnoz – P₁ və P₂ olmaqla 3 kateqoriyası qiymətləndirilir (Дядькин и др., 1991).

P₂ kateqoriyası yalnız geotermal enerji yatağının əmələgəlmə mümkünlüyünü səciyyələndirir. P₁ kateqoriyası geotermal enerjinin təsdiq olunmuş mənimlənmə mümkünlüyünü, C₃ kateqoriyası isə geotermal enerjinin mənimlənməsinin iqtisadi cəhətdən səmərəliliyini əks etdirir.

Abşeron yarımadasında Şıx termal sahəsi üçün P₁, P₂ və C₃ kateqoriyalı geotermal resursların sıxlığı aşağıdakı kimi təyin oluna bilər.

Massivin onu əhatə edən mühitin temperaturuna qədər soyudulması ilkin şərtinə əsaslanmaqla, P₂ kateqoriya resurslarının yayılma sıxlığı təyin olunur. Bu resurs aşağıdakı kimi qiymətləndirilir:

$$q_{P_2} = kc_v (H_{pr} - h_{n,q}) (T_{\zeta} - t_{m,t}) \quad (5)$$

burada, k – köçürmə əmsali, $0,034 \cdot 10^{-9}$ t.ş.y./C (Дядькин и др., 1991); c_v – süxurların həcmi istilik tutumu, Şıx yatağında əhəngdaşı süxurlarının həcmi istilik tutumu $887 \text{ C}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$; H_{pr} – proqnoz dərinliyi, 10 000 m; $h_{n,q}$ – neytral qatın qalınlığı, 20 m (Şıx yatağı üçün); T_{ζ} – səthə çıxarılma temperaturu, 68°C (Şıx yatağı üçün); $t_{m,t}$ – ətraf mühitin temperaturu, 14°C (Abşeron ərazisi üçün orta illik). Şıx bulağı üçün hesablamalar göstərir ki, burada P₂ kateqoriyalı resursların miqdarı $0,016 \text{ t.ş.y./m}^2$ -dir.

P₁ kateqoriyalı proqnoz resursları süxur qatının istilik potensialını səciyyələndirir. Bu kateqoriyalı resursların hesablanması üçün aşağı sərhəd 6 km qəbul edilir. Üst sərhədin temperatur rejimi isə tələb olunan istilik istehsalına əsasən müəyyən

edilir. Bu resurslar daxil olan və çıxarılan istilik daşıyıcının temperaturuna görə üç rejimdə hesablanır. Yaşayış massivlərinin qaynar su təchizatı üçün temperatur rejimi yuxarı sərhədi $60-65^\circ\text{C}$ və aşağı sərhədi $5-15^\circ\text{C}$ (qışda – 5°C , yayda – 15°C) müəyyən edilir. Buna görə də mənzil-kommunal istilik təchizatında istilik dəyişdiricidə temperatur itkisini nəzərə alaraq, geotermal istilik daşıyıcının rejimini $70/20^\circ\text{C}$ qəbul etmək lazımdır. Mənzillərin qızdırılması üçün isitmə sistemlərində nisbətən artıq temperatur yükünü nəzərə alaraq, əsas temperatur qiymətləri $80-90^\circ\text{C}$ hesab olunur. Qaynar su təchizatı da nəzərə alınmaqla, çıxarılan kondensatın laya qaytarıldığı temperatur orta hesabla $35-40^\circ\text{C}$ -yə qədər qəbul edilə bilər. Bunu nəzərə alsaq, onda binaların isitmə (qızdırma) sistemləri üçün $90/40^\circ\text{C}$ rejimi qəbul olunmalıdır. Elektrik enerjisi istehsalı üçün çox yüksək temperatur potensialı tələb olunur. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, 6 km dərinlikdə süxurların temperaturu $230-250^\circ\text{C}$ ətrafında dəyişir. Əgər çıxarılan kondensatın $60-70^\circ\text{C}$ temperaturda laya qaytarılmasını nəzərə alsaq, onda geotermal elektrik enerjisi istehsalı üçün $210/70^\circ\text{C}$ rejimi qəbul olunmalıdır (Дядькин и др., 1991).

Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan ərazisi energetik nöqtəyi-nəzərdən aşağı entalpiyalı (dünyanın mülayim istilik seli – $50-60 \text{ mVt/m}^2$ ilə səciyyələnən rayonları) geotermal ehtiyatlara malikdir. Buna görə də burada (o cümlədən Abşeronda) $210/70^\circ\text{C}$ rejimli geotermal yataq yoxdur. Bu rejimli geotermal resurslar litosfer plitələrinin ətraf zonalarında (İtaliyada, Qərbi və Mərkəzi Amerikada, Kamçatkada, Yaponiyada, Yeni Zelandiyada, Filippində və s.) paylanır.

Mövcud geotermal şərait nəzərə alınmaqla, Şıx termal bulağı üçün P₁ kateqoriyalı geotermal resursların $70/20^\circ\text{C}$ rejimində hesablanması məqsədəuyğundur. Bu resursların sıxlığı aşağıdakı kimi qiymətləndirilir:

$$q_{P_1} = kk_c c_v (H_{alt} - H_{üst}) (T_{orta} - t_0) \quad (6)$$

burada, k – istilik sərfinin əmtəə istilik norması, $0,043 \cdot 10^{-3}$ t.ş.y./C (Дядькин и др., 1991); k_c – geotermal enerjinin çıxarılma əmsali, $0,125$ (Дядькин и др., 1991); t_0 – laya geriə qaytarılan suyun temperaturu, 20°C ; H_{alt} – resurs intervalının aşağı sərhədi, m; $H_{üst}$ – resurs intervalının yuxarı sərhədi, m.

Şıx yatağı üçün hesablamalar göstərir ki, burada P₁ kateqoriyalı resursların miqdarı $4,1 \text{ t.ş.y./m}^2$ -dir.

* ton şərti yanacaq

C_3 kateqoriyalı perspektiv geotermal resursların sıxlığı aşağıdakı kimi qiymətləndirilir:

$$q_{C_3} = kc_v \cdot \left(0,125(H_{alt} - H_0) \times \left(\frac{T(H_{alt}) + T(H_0)}{2} - t_0 \right) + k_\xi (H_0 - H_{üst}) \times \left(\frac{T(H_0) + T(H_{üst})}{2} - t_0 \right) \right) \quad (7)$$

burada, H_0 – istilik istehsalının rejiminə əsasən tələb olunan temperaturun hasil edildiyi dərinlikdir. Şıx termal bulağı üçün $70/20^\circ\text{C}$ rejimi nəzərə alınmaqla, H_0 – 1500 m qəbul edilir.

Son onilliklərdə Qərbi Avropa ölkələrində geotermal enerji resurslarının qiymətləndirilməsinə daha müasir yanaşma təklif olunmuşdur. Bu yanaşmaya görə, məsaməli süxurların baxılan həcmində istiliksaxlama modelindən istifadə olunur və geotermal resurslar (H_1) aşağıdakı düsturla hesablanır (Hurter and Haenel, 2002; Зуй, 2007):

$$H_1 = H_0 \cdot R_0, \quad (8)$$

burada, H_0 – süxurların baxılan həcmində toplanan istilik enerjisidir və süxur matrisasında (m) və məsamələrdəki suda (su) toplanmış enerjidir.

$$H_0 = [(1 - P) \cdot \rho_m c_m + P \cdot \rho_{su} c_{su}] \times [T_t - T_0] \cdot A \cdot \Delta z, \quad (9)$$

burada, ρ_m , ρ_{su} – uyğun olaraq süxurun matrisasının və suyun sıxlığı, kg/m^3 ; c_m , c_{su} – matrisa və suyun xüsusi istilik tutumu, $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$; P – ölçüsüz effektiv məsaməlik; T_t – sulu layın

tavanının temperaturu, $^\circ\text{C}$; T_0 – layın səthinin temperaturu, $^\circ\text{C}$; A – baxılan layın səthi, m^2 ; Δz – sulu layın effektiv qalınlığı, m.

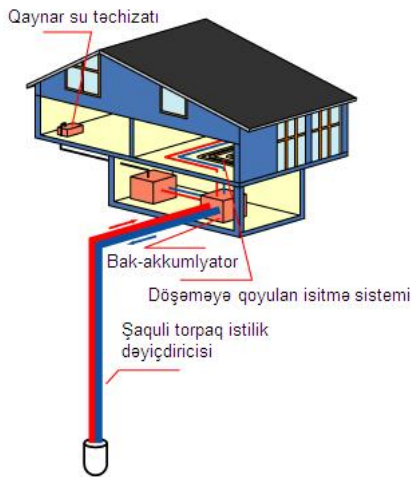
R_0 – bərpa olunma əmsəlidir və çıxarılan istiliyin bir hissəsini təşkil edir. Bu əmsal geotermal enerji resurslarının istifadəsində tətbiq olunan texnologiyadan asılıdır. Əsasən quyuyu cütlüyünün istifadəsinə üstünlük verilir ki, burada quyulardan biri qaynar suyu çıxarmalı, digəri soyumuş suyu sulu horizontun dabanına geri qaytarmalıdır (4-cü şəkil, b). Bu halda

$$R_0 = \frac{0,33(T_t - T_r)}{T_t - T_0} \quad (10)$$

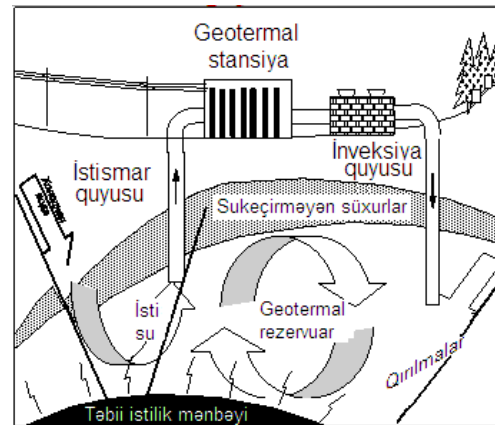
burada, T_r – suyun quyuya vurulma temperaturudur, $^\circ\text{C}$.

Avropa Birliyinin ekspertləri təklif edirlər ki, T_r – 25°C qəbul olunsun (Hurter and Haenel, 2002; Зуй, 2007). Bu o deməkdir ki, geotermal enerjiden istifadə zamanı laydan alınan (və ya layda qızdırılan) su 25°C -yə qədər soyudulur. Lakin bəzən T_r üçün digər qiymətlər də istifadə olunur. Birquyulu sistem istifadə olunduğu halda (4-cü şəkil, a) $R_0 \approx 0,1$.

Qeyd etmək lazımdır ki, Qərbi Avropa ölkələrində tətbiq olunan metodika daha müasir olmaqla yanaşı, həm də geotermal resursları daha dəqiq qiymətləndirmə imkanları verir. Bunu nəzərə alaraq Abşeron ərazisində geotermal enerji resurslarının qiymətləndirilməsi bu metodla reallaşdırılmışdır. 2-ci cədvəldə Abşeronun bir sıra kəsilişləri üçün aparılmış hesablamaların nəticələri təqdim olunmuşdur.



a



b

4-cü şəkil. Geotermal enerjiden istifadə olunmasının birquyulu (a) və ikiquyulu (b) sistemlərinin prinsiplərinin sxemi

Bu nəticələr Abşeronda kifayət qədər enerji resurslarının mövcudluğuna dəlalət edir.

Dünyanın ABŞ, Almaniya, Çin və s. kimi ölkələrində bu cür aşağı potensiallı geotermal resurslardan istifadə texnologiyaları güclü inkişaf etmişdir. Bu enerjinin istifadə olunması üçün müxtəlif texnoloji sistemlər (4-cü şəkil) və vasitələr mövcuddur. Müasir texnologiyalar müxtəlif reagentlərin köməyi ilə aşağı temperaturu geotermal mənbələrdən yüksək təzyiqli buxar almağa və bundan elektrik enerjisi istehsalı üçün istifadə etməyə imkan verir. Bu cür texnologiyaların Azərbaycana gətirilməsi burada geotermal enerjiden geniş istifadə olunmasına təkan verə bilər.

Bu vasitələrdən biri və son zamanlar istifadəsi sürətlə inkişaf etməkdə olan istilik nasoslarıdır. Geotermal enerjini digər alternativ enerji növlərindən fərqləndirən xüsusiyyətlərdən biri istilik nasoslarından istifadə etməklə bu enerji növünün istənilən ərazidə istifadə oluna bilməsidir. Geotermal enerji dünyanın müxtəlif ölkələrində elektrik enerjisi istehsalı üçün, məişət istilik sistemlərində, kənd təsərrüfatında, istixanalarda,

balıqçılıq təsərrüfatlarında və s. istifadə olunur. Geotermal enerjiden fərdi təsərrüfatlarda istifadə etməyin səmərəli olması onun bu yolla inkişaf etdirilməsinin əsasında dayanır.

İstilik nasoslarının əsas funksiyası istilik enerjisinin bir yerdən başqa yerə ötürülməsidir. Fizikadan məlumdur ki, təbiətdə istilik yüksək temperaturu cismdən aşağı temperaturu cismə daşır. Başqa sözlə, istilik mühitdə temperaturun azalması istiqamətində daşır. Yəni istiliyin təbii olaraq yayılması üçün mühitdə temperatur qradientinin olması vacib şərtidir. İstilik nasoslarının özəlliyi ondan ibarətdir ki, onlar istiliyi nisbətən soyuq cismdən buna nisbətən isti olan cismə ötürməyə imkan verir (<http://geoheat.oit.edu/index.htm>). Məişətdə işlədiyimiz soyuducular istilik nasoslarının bir nümunəsidir. Onlar aşağı temperatura malik kameradan istiliyi alıb daha yüksək temperaturu otağa ötürməklə kameranı daha da soyudurlar. Beləliklə, istilik nasosları az miqdarda elektrik enerjisi sərf etməklə bundan dəfələrlə çox istilik enerjisini bir yerdən başqa yerə daşımağa imkan verir.

2-ci cədvəl

Abşeron yarımadasında geotermal resursların sıxlığının proqnoz qiymətləri

Nö	Sahə	Layın tavanının dərinliyi, m	Layın dabanının dərinliyi, m	Layın qalınlığı, m	Temperatur*, °C	H ₀₁ , MJ/m ²	H ₁ , çıxarıla bilən resurs, t.ş.y./m ²
1	<i>Darvin sayı</i>	20	700	680	17/37	101,50	0,57
2	<i>Pirallahı</i>	20	800	780	17/42	104,31	1,17
3	<i>Gürgən dəniz</i>	20	3200	3180	17/86	362,28	2,03
4	<i>Cənub</i>	1000	4200	3200	43/95	2936,55	19,131
5	<i>Cənub 2</i>	1400	4500	3100	41/96.5	3314,24	20,516
6	<i>Çilov</i>	100	1000	900	14/48	64,82	0,364
7	<i>Həzi Aslanov</i>	50	1400	1350	15/53	139,78	0,941
8	<i>Palçıq pıliləsi</i>	30	1500	1470	13,5/54	76,10	0,366
9	<i>Buzovna-Maştağa</i>	680	2040	1360	33/55	702,94	3,712
10	<i>Qala</i>	380	2115	1735	28/73.5	612,05	1,717
11	<i>Zirə</i>	1400	4800	3400	41/94	2847,64	20,448
12	<i>Binəqədi</i>	20	1240	1220	17/41	211,61	6,331
13	<i>Balaxanı-Sabunçu-Ramana</i>	70	1270	1200	20/48.5	116,28	3,479
14	<i>Suraxanı</i>	230	1820	1590	23/57	308,13	6,338
15	<i>Qaraçuxur-Zığ</i>	320	2290	1970	31/75	900,56	4,330
16	<i>Hövsən</i>	900	3700	2800	34/87.5	1554,26	9,232
17	<i>Bibiheybət</i>	340	3080	2740	26,5/104	849,94	1,506
18	<i>Lökbatan</i>	20	1400	1380	17/52.5	180,83	4,058
19	<i>Qaradağ</i>	100	3600	3500	22/90	910,72	17,030
20	<i>Qum adası</i>	600	4600	4000	30,5/104	3009,89	10,040
21	<i>Bahar</i>	1500	5700	4200	50/114.5	5282,96	37,997

*) Layın tavanında / dabanında

Yerin istiliyindən istifadə olunması halında isə istilik nasosları istilik daşınmasının intensivliyini artırır. Məlumdur ki, istilik yerin dərinliyindən səthə daşır, lakin bu təbii istilik selinin qiyməti o qədər kiçikdir ki, praktik olaraq, bundan istifadə etmək mümkün deyil. İstilik nasosları istilik daşınmasının intensivliyini artıraraq praktik istifadə üçün kifayət edəcək istiliyin yer səthinə daşınmasına imkan yaradır. Aşağı potensiallı geotermal regionlarda istər termal su, istərsə də süxur kompleksi hesabına geotermal enerji alınmasının ən önəmli yolu istilik nasoslarından istifadə olunmasıdır. Abşeron yarımadası aşağı potensiallı geotermal regionlardan olduğu üçün burada istilik nasoslarının tətbiqi geotermal enerjidən istifadə olunmasının inkişafına səbəb olar.

İstilik nasosları vasitəsilə istilik təchizata qazanxanalar vasitəsilə olan təchizata nisbətən daha faydalıdır. Belə ki, istilik nasoslarını il boyu (qışda isitmə, yayda isə sərinləşdirici sistemləri ilə) işlətmək imkanı olduğundan, onların işləmə müddəti və effektivliyi 2 dəfəyə qədər artır. İqtisadi səmərəlilik və universallığı (həm qızdırıcı, həm də sərinləşdirici sistemlərdə tətbiq olunması), istənilən yerdə tətbiq edilə bilməsi, ekoloji təmiz texnologiya olması və texniki təhlükəsizliyi istilik nasoslarının üstün cəhətlərindəndir.

Yanacaqdan istifadə olunmadan qızdırıcı və soyuducu (sərinləşdirici) sistemlərdə eyni zamanda istifadəsinin mümkünlüyünə görə istilik nasosları bütün dünyada geniş yayılmaqdadır. Təkcə onu demək kifayətdir ki, Stokholm şəhərində isitmə sistemlərinə verilən istiliyin 12%-i Baltik dənizinin 8°C temperaturu suyunun istiliyi ilə işləyən 320 MVt-lıq istilik nasosları vasitəsilə təmin edilir.

Beləliklə, aparılan tədqiqatların nəticələri (2-ci cədvəl) göstərir ki, Abşeron yarımadasında məhsuldar qat çöküntüləri (qalınlığı 6000 metrə qədər) orta hesabla Yer səthinin hər kvadrat metrində təxminən 8 t.ş.y. ekvivalentində çıxarıla bilən geotermal enerji ehtiyatına malikdir. Bu halda geotermal enerjidən kommunal təsərrüfatlarında (isti su təminatı və binaların qızdırılmasında), kənd təsərrüfatında (istixanalarda) və s. istifadə etmək məqsədəuyğundur. Dünya təcrübəsi göstərir ki, bu məqsədlə istilik nasoslarından istifadə olunması yaxşı nəticə verir. Abşeron ya-

rımadasında kifayət qədər geotermal enerji resurslarının və eyni zamanda, istifadədən çıxarılmış çoxlu quyuların mövcudluğunu nəzərə alaraq, istilik nasoslarının yüksək effektivliyə malik olması və enerji ehtiyatlarının qənaətli sərfi nöqtəyi-nəzərindən istilik nasoslarının tətbiqi ilə burada geotermal enerjidən istifadə olunması məqsədəuyğun sayılmalıdır.

Təşəkkürlər. Bu tədqiqatlar qismən Ukrayna Elm və Texnologiya Mərkəzinin 5363 sayılı grant layihəsi üzrə maliyyə dəstəyi ilə həyata keçirilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

- ƏLİZADƏ, A.A. (baş redaktor). 2008. Azərbaycan respublikasının geoloji xəritəsi. Miqyas 1:500 000. Bakı.
- MUXTAROV, A.Ş. 2011. Cənubi Xəzər hövzəsinin çökmə kompleksinin istilik sahəsinin strukturu. Geol.-min. e. doktoru ... diss. avtoreferatı. Bakı. 42.
- АЛИЕВ, А.С., МУХТАРОВ, А.Ш. 2005. Анализ результатов геотермических исследований в Азербайджане. В кн.: *Геология Азербайджана. Том V – Физика Земли*, 229-263.
- ДЯДЬКИН, Ю.Д., БОГУСЛАВСКИЙ, Э.И., ВАЙНБЛАТ, А.Б., ОСТРОУМОВА, И.М., ТРОМЦКАЯ, Е.Б., МОЙСЕЕНКО, У.И. 1991. Геотермальные ресурсы СССР. В сборнике научных трудов: *Геотермические Модели Геологических Структур*. Санкт-Петербург.
- ЗУЙ, В.И. 2007. Подземное тепло Подляско-Брестской впадины. *Литосфера*, 1(26), 89-99.
- КЕНГЕРЛИНСКАЯ, Г.Б. 1973. Карты термальных вод Азербайджанской ССР (объяснительная записка), масштаба 1:600 000. ВСЕГЕИ. Москва. 155.
- MUXTAROV, A.Ş., ASAĐOVA, A.V. 2010. Геотермический потенциал недр Азербайджана. В материалах VII Азербайджанской Международной Геофизической конференции *Пути повышения эффективности геофизических исследований в активных геодинамических условиях на примере Южно-Каспийской впадины*. Баку.
- СМИРНОВ, Я.Б. 1980. Тепловое поле территории СССР (пояснительная записка к картам теплового потока и глубинных температур в масштабе 1:10 000 000). ГУГК СССР. Москва. 150.
- ТАГИЕВ, И.И., ИБРАГИМОВА, И.Ш., БАБАЕВ, А.М. 2001. Ресурсы минеральных и термальных вод Азербайджана. Чашыюглу. Баку. 168.
- ЯКУБОВ, А.А., АТАКИШИЕВ, И.С. 1973. Геотермические исследования нефтегазовых месторождений Апшерона. Баку. 86.
- HURTER, S., HAENEL, R. 2002. Atlas of Geothermal Resources in Europe. Leibniz Institute for Applied Geosciences (GGA). Hannover. Germany. 92.
<http://geoheat.oit.edu/index.htm>

Мəqaləyə g.-m.e.d. A.B.Ələkbərov rəy vermişdir