

УДК 631.6: 631.6.02  
AGRIS P10

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/11>

## КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОД КЯГРИЗОВ ГЯНДЖА-КАЗАХСКОЙ ЗОНЫ

©*Аллахвердиева К. Э., Азербайджанский государственный аграрный университет,  
г. Гянджа, Азербайджан, [allahverdiyeva-1979@mail.ru](mailto:allahverdiyeva-1979@mail.ru)*

### QUALITY OF QANAT WATER IN GANJA-KAZAKH ZONE

©*Allahverdiyeva K., Azerbaijan State Agrarian University,  
Ganja, Azerbaijan, [allahverdiyeva-1979@mail.ru](mailto:allahverdiyeva-1979@mail.ru)*

*Аннотация.* Статья посвящена вопросу оценки качества вод кягривов, действующих в Гянджа-Казахской зоне. Установлено, что минерализация вод действующих кягривов изменяется от 0,3 до 0,94 г/л и химический состав их довольно благоприятный. Общая щелочность вод кягривов не превышает допустимый предел, значение которых составляет 4–7 мг-экв/л, они прозрачны, не имеют специфического запаха, в составе вод отсутствуют тяжелые металлы и другие вредные ингредиенты. Значение ирригационного коэффициента высокое и составляет 15–84. По всем качественным показателям воды кягривов пригодны к водоснабжению и орошению.

*Abstract.* The article is devoted to the issue of assessing the water quality of the qanats operating in the Ganja-Kazakh zone. It has been established that the salinity of the waters of the operating qanats varies from 0.3 to 0.94 g / l and their chemical composition is very favorable. The total alkalinity of qanat waters does not exceed the permissible limit and its value is 4–7 mg-eq/l, is transparent, does not have a specific odor, there are no heavy metals and other harmful ingredients in the water. The value of the irrigation coefficient is high and is 15–84. According to all quality indicators, the qanat waters are suitable for water supply and irrigation.

*Ключевые слова:* кягрив, вода, минерализация, солевой состав, ирригационный коэффициент, водоснабжение, орошение.

*Keywords:* qanat, water, mineralization, salt composition, irrigation coefficient, water supply, irrigation.

#### Введение

В настоящее время в Гянджа-Казахской зоне насчитывается 33 кягрива. В середине прошлого века количество древних каналов в этой зоне составляло 165. Однако из-за неорганизованности их эксплуатации большинство из них постепенно разрушалось в результате антропогенных и природных воздействий. Помимо физического износа кягривов под воздействием внешних факторов, также произошли некоторые изменения в качестве производимой ими воды, которое по сей день не исследовано. Исключительное значение на современном этапе имеет изучение качественных показателей вод кягривов используемых для обеспечения водных потребностей населения и орошения растений. Ухудшение качества вод кягривов под воздействием внешних воздействий может привести к серьезным

осложнениям. Следовательно, существует необходимость в проведении исследований для изучения качества и пригодности воды, производимой кягризами, функционирующих в Гянджа-Казахской зоне. Цель исследования — определение показателей качества воды кягризов в Гянджа-Казахской зоне и пригодности ее для использования. Для чего в первую очередь выявлено количество и наименование всех существующих кягризов в регионе, не зависимо от их технического состояния.

#### *Методика исследования*

К качественным показателям вод кягризов следует отнести: степень их минерализации, химический состав, запах, прозрачность и другие показатели. В связи с этим, были взяты пробы воды на выходе из кягризов и проведен полный химический анализ (Рисунок 1).



Рисунок 1. Отбор проб воды из каналов

На основе данных количества ионов в водах кягризов, их общая жесткость и степень минерализации сравнивались со значениями, действующих нормативов и стандартов. При проведении химического анализа определена степень минерализации воды, анионов и катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  в мг/л.

Классификация и формула М. Г. Курлова были использованы для определения типа вод кягризов, где ионы солей выражены в мг-экв/л. Метод, приведенный в гидрогеологии и химии, использовался для перевода из мг/л в единицы мг-экв/л [1–3].

Для выражения значений ионов, определенных в мг/л (I) в мг-экв/л путем химического анализа, следует значения данного иона в мг/л, разделить на его атомную или молекулярную массу (A) и умножить к его валентности (V):

$$\dot{i} = \frac{V i_m}{A} \quad (1)$$

Например, для выражения в мг-экв/л. одновалентного иона  $\text{Cl}^- = 13$  мг/л., при атомном весе от 35,46 до 35,5, то при помощи формулы (1) получаем  $I=1,13/35,5=0,37$  мг-экв/л.

Если в составе воды составляет 96 мг/л, то при переходе на мг-экв/л., молекулярная масса иона 96, валентность 2, следует определить по формуле (1)  $I=2,96/96=2$  мг-экв/л.

Для определения типа воды кягризов, единица измерения анионов и катионов, выраженных в мг-экв/л, была переведена в %-экв. Катионы и анионы концентрируются для выражения ионов в %-экв. Ионы, выраженные в %-экв., умножаются на значения, выраженное в мг-экв/л, и делятся на их сумму:

$$i = \frac{i_m}{\Sigma a} 100 \quad i = \frac{i_m}{\Sigma k} 100 \quad (2)$$

К примеру, если сумма анионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  составляют всего 9,08 мг-экв/л, то значение иона  $\text{Cl}^-$  составляет 0,37 мг-экв/л. В данном случае выражения значений в %-экв. ионов, определяется по формуле (2)  $I = 0,37,100/9,08 = 4,1\%$ -экв.

После выражения анионов и катионов в %-экв. Определяли тип сточных вод по методике (формуле), предложенной М. Г. Курловым [3].

Справа от формулы Курлова — степень минерализации воды, анионы в виде фракции и катионы в знаменателе фракции. Иногда в формуле Курлова указываются также рН воды, газы, температура воды, расход и другие параметры. При определении типа и других параметров воды, формула Курлова выражается в более простой форме. Например,

$$M 0,5 \frac{\text{HCO}_3 74 \text{ SO}_4 22}{\text{Ca} 50 \text{ Na} 33 \text{ Mg} 17} T 18^\circ \text{C pH} 7 \quad (3)$$

Из формулы видно, что степень минерализации воды 0,5 г/л, тип гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриево-магниевый. Количество ионов составляет 74% экв. анионов, а ионы 22 %-экв. Количество ионов  $\text{Ca}^{2+}$  составляют 50 %-экв. катионов, ионы  $\text{Na}^+$  — 33 %-экв., и количество ионов  $\text{Mg}^{2+}$  составляет 17 %-экв. Температура воды 18 °С, водородный индекс — 7. Общая жесткость воды Кягризов (Джум) определялась на основе суммы ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в воде, выраженной в мг-экв./л [4–11]:

$$C_{\text{жм}} = \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} \quad (4)$$

Качество воды кягризов также изучался на предмет их цвета, прозрачности, состава твердых частиц, запаха и вкуса. Коэффициент орошения (К) определялся по формулам, предложенным О. А. Алекиным и Н. Стеблером [12–13], в таком случае  $\text{Na}^+ - \text{Cl}^- \leq 0$ :

$$K = \frac{288}{5 \text{Cl}^-}, \quad (5)$$

в таком случае  $\text{Na}^+ - \text{Cl}^- > 0$ ,

$$K = \frac{288}{\text{Na}^+ + 4 \text{Cl}^-}, \quad (6)$$

в таком случае  $\text{Na}^+ - \text{Cl}^- - \text{SO}_4^{-2} > 0$ ,

$$K = \frac{288}{10\text{Na}^+ + 5 \text{Cl}^- + 9\text{SO}_4^{-2}}, \quad (7)$$

Ионы в формулах (5), (6) и (7) выражены в мг-экв./л. Если значение коэффициента полива 6–18, вода считается полностью пригодной для полива. Если значение коэффициента полива меньше 1,2, то вода считается непригодной для полива. Качество поливной воды определяется по следующей формуле остатка карбоната натрия, т. е. опасности засоления почв [11, 14]:

$$\text{ОКН} = (\text{CO}_3^{-2} + \text{HCO}_3^{-}) - (\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{2+}) \quad (8)$$

где, ионы выражены в мг-экв./л. Полностью пригодной для полива считается вода с  $\text{ОКН} \leq 2,5$ . Если  $\text{ОКН} > 2,5$  мг-экв./л, то через некоторое время существует риск засоления почвы.

#### Анализ и обсуждения

Исследования показали, что вода действующих в Гянджа-Казахской зоне, в кягризах прозрачная, без запаха и цвета. Без твердых частиц, нефти и нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, активных ингредиентов, тяжелых металлов и токсичных веществ. Степень минерализации воды кягризов колеблется от 0,266 г/л до 0,936 г/л (Таблица 1).

Таблица 1.

#### СТЕПЕНЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ КЯГРИЗОВ, в мг/л, мг-экв./л и %-экв.

Наименования	Скорость минерализации (сухой остаток), мг/л	Анионы			Катионы		
		$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
Мечеть	520	409	13	96	91	19	69
		6,71	0,37	2,0	4,54	1,56	29,8
		73,9	4,1	22,0	50,0	17,2	32,8
Хаджи Миркасым	700	366	18	144	135	10	179
		6,0	0,51	299	0,90	0,82	7,78
		63,2	5,3	31,5	9,5	8,6	81,9
Хаджи Хилал	530	512	13	41,0	85	26	75
		8,40	0,37	0,85	4,24	2,14	3,24
		87,4	3,8	8,8	44,0	22,3	33,7
Джавадхан	266	226	9,0	32	34	6	56
		3,71	0,25	0,66	1,78	0,49	2,43
		80,3	5,4	14,3	36,8	10,6	52,6
Сеидлер	520	430	6,0	90	85	17	83
		7,20	0,17	1,87	4,24	1,40	3,6
		77,9	1,8	20,2	45,9	15,2	36,9
Чахароглу	300	213	5,0	64	48	10	40
		3,50	0,14	1,33	2,39	0,82	1,76
		70,4	2,9	26,7	48,1	16,5	35,4
Абузербейли	346	268	8,0	43	47	11	52
		4,40	0,23	0,89	2,35	0,90	2,27
		79,7	4,2	16,1	42,6	16,3	41,1
Сухой ручей	520	427	10	86	56	13	120
		7,00	0,28	1,79	2,79	1,07	5,21
		77,1	3,2	19,7	30,7	11,9	57,4
Джомерд Гессаб	600	427	11	141	56	9	154
		7,00	0,31	2,93	2,79	0,74	6,71
		68,4	3,0	28,6	27,2	7,3	65,5

Степень минерализации большинства вод кягривов колеблется в пределах 0,3–0,5 г/л. Общая жесткость воды 4–7 мг-экв/л. Вышеизложенное свидетельствует о том, что качество сточных вод полностью соответствует физическим, химическим, биологическим и санитарным требованиям к питьевой воде [10, 15].

Тип вод кягривов в Гянджа-Казахской зоне различается в зависимости от степени их минерализации. Однако в целом их тип не меняется из-за содержания анионов, и эти воды характеризуются гидрокарбонатно-сульфатным типом (Таблица 2).

Таблица 2.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ТИП ВОДЫ КЯГРИЗОВ ПО ФОРМУЛЕ КУРЛОВА

Название	Химический состав кягривских вод, выраженный формулой Курлова	Тип воды
Мечеть	$M 0,5 \frac{HCO_3 14 SO_4 22}{Na 50 Na33 Mg17}$	гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриево-магниевый
Хаджи Миркасым	$M 0,7 \frac{HCO_3 63 SO_4 32}{Na 82}$	гидрокарбонатно-сульфатно-натриевый
Хаджи Хилал	$M 0,5 \frac{HCO_3 87}{Ca44 Na34 Mg22}$	гидрокарбонатно-кальциево-натриево-магниевый
Джавадхан	$M 0,27 \frac{HCO_3 80 SO_4 14}{Na53 Ca37 Mg11}$	гидрокарбонатно-сульфатный натриево-кальциево-магниевый
Сейидлер	$M 0,5 \frac{HCO_3 78 SO_4 20}{Ca 46 Na37 Mg15}$	гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриево-магниевый
Чахароглу	$M 0,3 \frac{HCO_3 70 SO_4 27}{Ca 48 Na35 Mg17}$	гидрокарбонатно-сульфатный кальций-натрий-магниевый
Абузербейли	$M 0,3 \frac{HCO_3 80 CO_4 17}{Ca43 Na41 Mg16}$	гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-натриево-магниевый
Сухой ручей	$M 0,5 \frac{HCO_3 77 SO_4 20}{Na57 Ca31 Mg12}$	гидрокарбонатно-сульфатный натриево-кальциево-магниевый
Джомерд гессаб	$M 0,6 \frac{HCO_3 68 SO_4 29}{Na 66 Ca27}$	гидрокарбонатно-сульфатный натриево-кальциевый

Изредка встречается гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридный тип. Тип вод кягривов с минерализацией 0,30–0,94 г/л варьирует в зависимости от катионного состава, и эти воды характеризуются натриевыми, натриево-кальциево-магниевыми и кальциево-натриево-магниевыми типами (Таблица 2).

Анализы показывают, что воды кягривов полностью пригодны для питья и хозяйственно-бытовых нужд. Вода кягривов также используется для орошения сельскохозяйственных культур. Эксперименты показали, что повторное засоление почв происходит при длительном орошении гидрокарбонатной водой. То есть, наряду с сульфатными и хлоридными солями, в почве увеличивается количество солей бикарбоната натрия ( $NaHCO_3$ ) и карбоната натрия ( $Na_2CO_3$ ) [16–17].

Этот процесс происходит в результате вытеснения кальция или магния из абсорбирующего комплекса почвы, их замены натрием (увеличение количества Na в

абсорбирующем комплексе) и сочетания натрия, гидрокарбоната ( $\text{HCO}_3^-$ ) и карбоната ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). Образование солей карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и бикарбоната натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ) в почве приводит к ослаблению роста растений и снижению урожайности. Почвы с высоким содержанием солей карбоната натрия называются засоленными.

*Список литературы:*

1. Аскеров А. Х. Гидрогеология: учебник для вузов. Баку: Маариф, 1999. 212 с.
2. Бородавченко И. И. Справочник: Мелиорация земель и водное хозяйство. Т. 5. Водное хозяйство. М.: Агропромиздат, 1988. 399 с.
3. Максимов В. М., Бабушкин В. Д., Веригин Н. Н. Справочник гидрогеолога. Л.: Недра, 1979. 512 с.
4. ГОСТ 4151-72. Питьевая вода.
5. ГОСТ 4388-72. Питьевая вода.
6. ГОСТ 4011-72. Питьевая вода.
7. ГОСТ 18165-72. Питьевая вода.
8. ГОСТ 2874-73. Питьевая вода.
9. ГОСТ 18826-73. Питьевая вода.
10. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера.
11. Ковда В. А., Розанов Б. Г. Почвоведение. Ч. 1. Почва и почвообразование. М.: Наука, 1988. С. 51-58.
12. Гасанов С. Т., Даньялов Ш. Д., Зейналова О. А., Сеидов М. М. Принципы использования нетрадиционной воды для полива. Баку, 2006. 99 с.
13. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 296 с.
14. Антипов-Каратаев И. Н., Кадер Г. М. О мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию // Почвоведение. 1961. №3. С. 15-19.
15. Бэббит Г. И. Водоснабжение. М.: Госстройиздат, 1958. 351 с.
16. Азизов Г. З. Водно-солевой баланс мелиорированных почв Кура-Араксинской низменности и научный анализ его результатов. Баку, 2006. 260 с.
17. Мамедов Г. Ш., Гашимов А. Д., Гасанов С. Т. Генезис, диагностика, классификация засоленных почв и оценка их мелиоративного состояния // Научные труды АЗНПО «ГиМ». Баку: Элм, 2016. Т. 36. С. 6-83.

*References:*

1. Askerov, A. Kh. (1999). Hydrogeology: a textbook for universities. Baku, Maarif, 212. (in Azerbaijani).
2. Borodavchenko, I. I. (1988). Spravochnik: Melioratsiya zemel' i vodnoe khozyaistvo. Vol. 5. Vodnoe khozyaistvo, Moscow. (in Russian).
3. Maksimov, V. M., Babushkin, V. D., & Verigin, N. N. (1979). Spravochnik gidrogeologa. Leningrad. (in Russian).
4. GOST 4151-72. Drinking water. (in Russian).
5. GOST 4388-72. Drinking water. (in Russian).
6. GOST 4011-72. Drinking water. (in Russian).
7. GOST 18165-72. Drinking water. (in Russian).
8. GOST 2874-73. Drinking water. (in Russian).
9. GOST 18826-73. Drinking water. (in Russian).
10. GOST 17.1.3.07-82. Protection of Nature. Hydrosphere. (in Russian).



11. Kovda, V. A., & Rozanov, B. G. (1988). *Pochvovedenie. Part 1. Pochva i pochvoobrazovanie. Moscow, 51-58.* (in Russian).
12. Gasanov, S. T., Danyalov, Sh. D., Zeinalova, O. A., & Seidov, M. M. (2006). *Printsipy ispol'zovaniya netraditsionnoi vody dlya poliva. Baku.* (in Azerbaijani).
13. Alekin, O. A. (1953). *Osnovy gidrokhimii. Leningrad.* (in Russian).
14. Antipov-Karataev, I. N., & Kader, G. M. (1961). *O meliorativnoi otsenke polivnoi vody, imeyushchei shchelochnuyu reaktsiyu. Pochvovedenie, (3), 15-19.* (in Russian).
15. Bebbit, G. I. (1958). *Vodosnabzhenie. Moscow, Gosstroizdat, 351.* (in Russian).
16. Azizov, G. Z. (2006). *Vodno-solevoi balans meliorirovannykh pochv Kura-Arazskoi nizmennosti i nauchnyi analiz ego rezultatov. Baku.* (in Azerbaijani).
17. Mamedov, G. Sh., Gashimov, A. D., & Gasanov, S. T. (2016). *Genesis, diagnostika, klassifikatsiya zasolennykh pochv i otsenka ikh meliorativnogo sostoyaniya. Nauchnye trudy AzNPO "GiM", Baku, Elm, 36, 6-83.* (in Russian).

*Работа поступила  
в редакцию 10.05.2021 г.*

*Принята к публикации  
14.05.2021 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Аллахвердиева К. Э. Качественные показатели вод кягризов Гянджа-Казахской зоны // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №6. С. 80-86. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/11>

*Cite as (APA):*

Allahverdiyeva, K. (2021). Quality of Qanat Water in Ganja-Kazakh Zone. *Bulletin of Science and Practice, 7(6), 80-86.* (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/11>