

УДК 631.618
AGRIS P10

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/16>

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-МУГАНСКОГО КОЛЛЕКТОРА

- ©**Рустамов Я. И.**, д-р техн. наук, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан
- ©**Надилов Н. Г.**, канд. с.-х. наук, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан
- ©**Керимов А. М.**, канд. с.-х. наук, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан, azad.kerimov.59@mail.ru
- ©**Садыгов А. А.**, канд. с.-х. наук, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF WATER MAIN MIL-MUGAN COLLECTOR

- ©**Rustamov Ya.**, Dr. habil., Institute of Soilsience and Agrochemistry of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan
- ©**Nadirov N.**, Ph.D., Institute of Soilsience and Agrochemistry of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan
- ©**Kerimov A.**, Ph.D., Institute of Soilsience and Agrochemistry of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan, azad.kerimov.59@mail.ru
- ©**Sadygov F.**, Ph.D., Institute of Soilsience and Agrochemistry of Azerbaijan NAS,
Baku, Azerbaijan

Аннотация. В представленной статье рассматриваются результаты анализов качества воды Главного миль-муганского коллектора (ГММК) в целях эффективного и рационального использования в целях орошения. Рассчитаны, обобщены, сгруппированы и оценены качественные показатели воды. Проанализировано направление изменения состояния минерализованности воды с предыдущим годом, а также пути ее вовлечения и рекомендации к использованию.

Abstract. The presented article discusses the results of analyzes of the water quality of the Main Mil-Mugan Collector for the purpose of efficient and rational use in the form of irrigation water. Calculated, generalized, grouped and evaluated the quality indicators of water. The direction of change in the state of water salinity with the previous year, as well as the ways of their involvement and recommendations for use, are analyzed.

Ключевые слова: качественный состав, оценка, минерализация воды, коллектор, дренаж.

Keywords: qualitative composition, assessment, water salinity, collector, drainage.

Из 8641,5 тыс га территории Азербайджанской Республики 60% приходится на предгорья и горные районы, а 40% — на долину равнин. Из 4 165 300 га сельскохозяйственных угодий орошается 1 451 000 га. Часть сельскохозяйственных угодий в той или иной степени потеряла свое плодородие и продуктивность из-за засоления, заболачивания, повторного

засоления и эрозии. В результате производство и качество продукции в сельском хозяйстве из года в год снижаются. Данная ситуация обусловлена следующими причинами [1–3]:

-неправильное использование поливной техники и техники в течение длительного времени;

-нарушение мелиоративных мероприятий, неточная планировка участков; неправильное использование коллекторов и водостоков, несвоевременная очистка, несвоевременная утилизация минерализованных вод;

-осуществление орошения в основном по бороздам и заливным способом, в результате чего большая часть воды используется нерационально и, наконец, потери воды из-за бесхозяйственности и отсутствия контроля.

Годовые запасы воды республики составляют 30,9 млрд м³. В засушливые годы 23 млрд м³ воды приходится на реки, втекающие на территорию республики извне [4].

Поскольку Азербайджан является аграрной страной и расположен в засушливой зоне, 85% производимой здесь сельскохозяйственной продукции выращивается на орошаемых землях. В настоящее время насчитывается 1 451 000 га орошаемых земель. Ежегодно для орошения этих территорий используется 12–14 млрд м³ воды [4].

Вода, забираемая для орошения, неэффективно используется в орошаемом земледелии и является большим расточительством. В результате существующих недостатков в орошаемом земледелии водные ресурсы используются нерационально, перерасход воды повышает уровень грунтовых вод на орошаемых площадях, ухудшает мелиорацию почв, перерасход воды питает коллекторно-дренажную сеть в виде поверхностных и подземных вод. За это время в той или иной степени было потеряно 610 тыс га пашни. В целях улучшения мелиорации этих земель и возврата в сельскохозяйственный оборот построено и введено в эксплуатацию 277,3 тыс га открытого грунта, 320,4 тыс га закрыто и 13 тыс га вертикального дренажа. Собранный в этой дренажной сети вода сбрасывается в Каспийское море по трем основным магистралям–коллекторам: Главному миль-муганскому, Главному ширванскому и Мугано-Сальянскому. Вода главного магистрального коллектора, а также питающей их дренажной сети имеет разный минеральный и химический состав. Основываясь на мировом опыте использования высокоминерализованной воды для орошения, следует отметить, что в случае дефицита воды в Азербайджане для орошения можно использовать маломинерализованную и удовлетворительную по химическому составу коллекторно-дренажную воду непосредственно или в различных пропорциях с канальной водой. С другой стороны, следует отметить, что в Азербайджане проводятся обширные исследования по использованию нетрадиционной воды для орошения.

В эпоху глобального потепления важно выявить и привлечь в летний период дополнительные альтернативные источники воды для орошаемого земледелия. Использование маломинерализованных коллекторно-дренажных вод позволяет избежать разрушения существующих пахотных земель и обеспечивает устойчивое развитие сельского хозяйства, даже если это приводит к потере отдельных культур.

Объект исследования

Пробы воды из самого коллектора, из всей подключенной к нему коллекторно-дренажной сети, из проходящих вблизи него оросительных каналов, а также с сельскохозяйственных полей по трассе в части Главного Миль-Муганского коллектора от пересечения 2-й автомагистрали Саатлы-Имишли до Каспийского моря. Минеральное содержание и химический состав отобранных проб воды определены и систематизированы в

камеральных условиях. Плотный остаток воды анализировали в пробах воды, исследовали сухой остаток и ионный состав соответствии с существующими. На основании полученных результатов была проведена оценка качества воды с соответствующими методиками. При этом велись наблюдения за расходом воды по сети, подмывом русел, заилением, обрушением, состоянием гидротехнических сооружений на них. Исследования проводились в 2020–2021 гг. Участниками экспедиции помимо авторов, также были канд. с.-х. наук Э. А. Гасымов, доцент, научный сотрудник Б. М. Салманов, и др.

Анализ и обсуждение

Главный миль-муганский коллектор представляет собою сложное гидротехническое сооружение. Его строительство началось в 1985 г., а строительство первой его части протяженностью 90 км было сдано в 1994 г. Вторая часть коллектора протяженностью 52,7 км была завершена в 1998 г., а строительство цеха на пересечении с рекой Аракс завершено в 2002 г.

По трассе к коллектору подключены многочисленные крытые и открытые дрены, водохранилища и другие мелкие коллекторы. Химический и минералогический состав приносимой ими воды также различен, так как ареал и объект питания каждого связанного мелкого объекта различен. Поэтому изучение химического и минерального состава вод, поступающих из разных участков Главной миль-муганской коллекторной сети, и использование маломинерализованных коллекторных вод для орошения в маловодные периоды имеет большое экономическое значение. Длина данного коллектора составляет 186 км, ширина от дна 25–45 м, а ширина бетонного каскада, сооруженного в Сабирабадском районе и служащего для понижения уровня воды, составляет 70 м, при среднем глубина 6 м. Нормальный расход воды коллектора 107 м³/с, а максимальный расход воды 147 м³.

Целью исследований стало определение качества воды Главной миль-муганской коллекторной сети и изучение путей отвода маломинерализованных коллекторных вод на орошаемое земледелие для условий Мугано-Сальянской равнины, имеющих большое значение. С целью получения точной и исчерпывающей информации были взяты пробы воды из основных характерных точек Главного миль-муганского коллектора, открытых и закрытых дрен, подземных вод, а также оросительных каналов, пересекающих трассу коллектора, проанализированы в лабораторных условиях, изучена степень пригодности воды для орошения и проведена соответствующая оценка. Если в 2020 г. пробы воды были взяты всего из 30 точек [6], то в 2021 г. пробы воды были взяты из 52 точек, и были определены географические координаты точек.

Для изучения возможности использования воды Главной миль-муганской коллекторной сети для орошения необходимо оценить ее качество. Существует ряд методов определения качества воды, используемой или предназначенной для орошения. В исследовании использовались следующие индикаторы, которые являются наиболее широко используемыми и считаются надежными: Оценка оросительной воды (М) по минеральному составу (Таблица 3). Если в соответствии общепринятой градации $M \leq 0,5$ г/л, то вода полностью пригодна для орошения, при $M = 0,5–2,0$ г/л пригодная, при $M = 2,0–5,0$ г/л менее пригодная и $M > 5$ г/л оценена опасной для орошения.

Если в 2020 г. 2 источника воды ГММК оценены как пригодные, 18 как менее пригодные и 10 не пригодные, то 2021 году 12 источников воды оцениваются как пригодные для орошения, 30 — как менее пригодные и 10 — как непригодные.

Оценка качество воды и их классификация по коэффициенту (К) проводилась по предложенной формуле Н. Стеблера и А. Алехина [5–8].

Если $Na'-Cl' \leq 0$ рекомендуется использовать следующую формулу для определения коэффициента орошения:

$$k = \frac{288}{5Cl^-}$$

если $Na'-Cl' > 0$ то:

$$k = \frac{288}{Na^+ + 4Cl^-}$$

если $k > 18$ то вода полностью пригодна, $k = 6 \div 18$ — пригодна, $k = 1.2 \div 6$ — менее пригодна и $k < 1.2$ вода непригодна орошению.

Таблица 1

ПОЛНАЯ ВОДНАЯ ВЫТЯЖКА г/л / мг. экв.

№	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	Плотн. остаток	Сумма солей
1	-	<u>0,021</u> 0,35	<u>0,042</u> 1,20	<u>0,584</u> 12,16	<u>0,015</u> 0,74	<u>0,013</u> 1,05	<u>0,274</u> 11,92	1,275	0,949
2		<u>0,024</u> 0,41	<u>0,115</u> 3,28	<u>1,022</u> 21,28	<u>0,017</u> 0,84	<u>0,014</u> 1,13	<u>0,529</u> 23,00	2,410	1,721
3	-	<u>0,026</u> 0,42	<u>0,118</u> 3,36	<u>0,934</u> 19,45	<u>0,020</u> 0,98	<u>0,014</u> 1,17	<u>0,485</u> 21,08	2,410	1,597
4	<u>0,001</u> 0,02	<u>0,025</u> 0,41	<u>0,120</u> 3,44	<u>0,903</u> 18,80	<u>0,016</u> 0,80	<u>0,009</u> 0,74	<u>0,486</u> 21,13	2,265	2,030
5	<u>0,002</u> 0,03	<u>0,028</u> 0,47	<u>0,255</u> 7,28	<u>1,166</u> 24,28	<u>0,021</u> 1,05	<u>0,019</u> 1,58	<u>0,677</u> 29,42	3,970	2,168
6	<u>0,002</u> 0,03	<u>0,025</u> 0,41	<u>0,134</u> 3,84	<u>0,963</u> 20,05	<u>0,023</u> 1,15	<u>0,010</u> 0,86	<u>0,513</u> 22,32	2,765	1,670
7	<u>0,002</u> 0,04	<u>0,022</u> 0,36	<u>0,081</u> 2,32	<u>0,788</u> 16,41	<u>0,020</u> 0,98	<u>0,005</u> 0,44	<u>0,407</u> 17,69	1,775	1,325
8	<u>0,002</u> 0,04	<u>0,024</u> 0,40	<u>0,123</u> 3,52	<u>1,020</u> 21,24	<u>0,016</u> 0,82	<u>0,013</u> 1,07	<u>0,536</u> 23,30	2,410	1,734
9	<u>0,002</u> 0,04	<u>0,020</u> 0,33	<u>0,042</u> 1,20	<u>0,640</u> 13,33	<u>0,017</u> 0,84	<u>0,006</u> 0,53	<u>0,311</u> 13,52	1,275	1,038
10	<u>0,002</u> 0,04	<u>0,025</u> 0,42	<u>0,129</u> 3,68	<u>0,963</u> 20,05	<u>0,016</u> 0,78	<u>0,012</u> 0,98	<u>0,516</u> 22,43	2,550	1,663
11	<u>0,001</u> 0,003	<u>0,026</u> 0,43	<u>0,028</u> 0,80	<u>0,699</u> 14,55	<u>0,012</u> 0,59	<u>0,009</u> 0,72	<u>0,334</u> 14,50	1,275	1,109
12	<u>0,002</u> 0,060	<u>0,033</u> 0,54	<u>0,129</u> 3,68	<u>0,905</u> 18,84	<u>0,016</u> 0,82	<u>0,012</u> 0,99	<u>0,490</u> 21,31	2,550	1,587
13	<u>0,002</u> 0,07	<u>0,033</u> 0,54	<u>0,146</u> 4,16	<u>1,341</u> 27,92	<u>0,017</u> 0,84	<u>0,013</u> 1,09	<u>0,707</u> 30,76	3,190	2,259
14	<u>0,002</u> 0,06	<u>0,032</u> 0,53	<u>0,134</u> 3,84	<u>1,051</u> 21,88	<u>0,015</u> 0,74	<u>0,014</u> 1,13	<u>0,562</u> 24,44	2,690	1,810
15	<u>0,002</u> 0,03	<u>0,014</u> 0,23	<u>0,045</u> 1,28	<u>0,759</u> 15,80	<u>0,013</u> 0,66	<u>0,010</u> 0,84	<u>0,364</u> 15,84	1,630	1,207
16	<u>0,001</u> 0,05	<u>0,032</u> 0,53	<u>0,137</u> 3,92	<u>0,963</u> 20,05	<u>0,021</u> 1,07	<u>0,009</u> 0,74	<u>0,523</u> 22,74	2,695	1,686

№	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	Плотн. остаток	Сумма солей
17	<u>0,002</u> 0,06	<u>0,032</u> 0,53	<u>0,140</u> 4,00	<u>1,020</u> 21,24	<u>0,013</u> 0,64	<u>0,010</u> 0,86	<u>0,560</u> 24,33	2,765	1,777
18	<u>0,001</u> 0,05	<u>0,019</u> 0,31	<u>3,680</u> 105,04	<u>1,516</u> 31,56	<u>0,348</u> 17,36	<u>0,077</u> 6,33	<u>2,605</u> 113,27	8,875	8,246
19	<u>0,002</u> 0,06	<u>0,032</u> 0,53	<u>0,193</u> 5,52	<u>1,049</u> 21,84	<u>0,020</u> 0,98	<u>0,025</u> 2,04	<u>0,573</u> 24,93	2,905	1,894
20	<u>0,001</u> 0,04	<u>0,031</u> 0,51	<u>0,196</u> 5,60	<u>1,049</u> 21,84	<u>0,023</u> 1,17	<u>0,015</u> 1,23	<u>0,589</u> 25,59	3,545	1,904
21	<u>0,001</u> 0,03	<u>0,032</u> 0,53	<u>0,196</u> 5,60	<u>1,049</u> 21,84	<u>0,023</u> 1,17	<u>0,011</u> 0,92	<u>0,596</u> 25,93	3,540	1,910
22	<u>0,002</u> 0,02	<u>0,032</u> 0,53	<u>0,232</u> 6,64	<u>1,051</u> 21,88	<u>0,020</u> 0,98	<u>0,004</u> 0,33	<u>0,639</u> 27,78	2,065	1,982
23	<u>0,002</u> 0,06	<u>0,029</u> 0,47	<u>0,193</u> 5,52	<u>1,059</u> 22,05	<u>0,020</u> 0,98	<u>0,018</u> 1,46	<u>0,592</u> 25,72	2,255	1,916
24	нет	<u>0,013</u> 0,21	<u>1,005</u> 287,2	<u>3,789</u> 78,89	<u>0,903</u> 45,08	<u>0,301</u> 24,73	<u>6,819</u> 296,49	14,365	12,830
25	нет	<u>0,031</u> 0,50	<u>0,67</u> 19,36	<u>1,837</u> 38,25	<u>0,054</u> 2,67	<u>0,035</u> 2,89	<u>1,209</u> 52,55	4,455	3,844
26	нет	<u>0,034</u> 0,55	<u>0,294</u> 8,40	<u>1,224</u> 25,48	<u>0,027</u> 1,37	<u>0,020</u> 1,65	<u>0,722</u> 31,41	3,410	2,321
27	нет	<u>0,031</u> 0,50	<u>0,246</u> 7,04	<u>1,080</u> 22,49	<u>0,020</u> 1,00	<u>0,025</u> 2,08	<u>0,620</u> 26,95	3,255	2,022
28	нет	<u>0,031</u> 0,51	<u>0,123</u> 3,52	<u>0,991</u> 20,03	<u>0,016</u> 0,82	<u>0,017</u> 1,42	<u>0,516</u> 22,42	2,695	1,694
29	нет	<u>0,024</u> 0,40	<u>0,034</u> 0,96	<u>0,407</u> 8,47	<u>0,009</u> 0,45	<u>0,009</u> 0,80	<u>0,197</u> 8,58	0,710	0,680
30	нет	<u>0,029</u> 0,48	<u>0,092</u> 2,64	<u>0,817</u> 17,01	<u>0,018</u> 0,92	<u>0,010</u> 0,84	<u>0,423</u> 18,37	1,775	1,389
31	<u>0,002</u> 0,06	<u>0,034</u> 0,55	<u>0,266</u> 7,60	<u>1,107</u> 23,05	<u>0,016</u> 0,78	<u>0,026</u> 2,15	<u>0,652</u> 28,33	3,825	2,103
32	<u>0,001</u> 0,04	<u>0,024</u> 0,40	<u>0,039</u> 1,12	<u>0,409</u> 8,52	<u>0,010</u> 0,49	<u>0,007</u> 0,58	<u>0,207</u> 9,01	0,705	0,697
33	<u>0,002</u> 0,07	<u>0,034</u> 0,56	<u>0,269</u> 7,68	<u>1,195</u> 24,88	<u>0,016</u> 0,82	<u>0,028</u> 2,30	<u>0,692</u> 30,07	3,335	2,236
34	<u>0,002</u> 0,05	<u>0,013</u> 0,22	<u>0,258</u> 7,36	<u>1,166</u> 24,28	<u>0,016</u> 0,78	<u>0,028</u> 2,20	<u>0,665</u> 28,93	3,180	2,143
35	<u>0,002</u> 0,05	<u>0,024</u> 0,39	<u>0,036</u> 1,04	<u>0,321</u> 6,68	<u>0,012</u> 0,59	<u>0,009</u> 0,72	<u>0,158</u> 6,85	0,575	0,562
36	<u>0,002</u> 0,08	<u>0,038</u> 0,63	<u>0,129</u> 3,68	<u>1,341</u> 27,92	<u>0,013</u> 0,64	<u>0,026</u> 2,13	<u>0,679</u> 29,54	3,190	2,228
37	<u>0,002</u> 0,06	<u>0,034</u> 0,56	<u>0,084</u> 2,40	<u>1,138</u> 23,69	<u>0,012</u> 0,59	<u>0,026</u> 2,10	<u>0,552</u> 24,02	2,895	1,844
38	<u>0,002</u> 0,06	<u>0,040</u> 0,65	<u>0,182</u> 5,20	<u>0,961</u> 20,01	<u>0,024</u> 1,21	<u>0,017</u> 1,36	<u>0,537</u> 23,35	3,045	1,763
39	<u>0,003</u> 0,09	<u>0,035</u> 0,58	<u>0,196</u> 5,60	<u>0,934</u> 19,45	<u>0,021</u> 1,07	<u>0,019</u> 1,56	<u>0,531</u> 23,09	3,120	1,739
40	<u>0,001</u> 0,04	<u>0,023</u> 0,37	<u>0,067</u> 1,92	<u>0,407</u> 8,47	<u>0,016</u> 0,78	<u>0,004</u> 0,35	<u>0,222</u> 9,67	1,310	0,740
41	<u>0,001</u> 0,3	<u>0,035</u> 0,58	<u>0,272</u> 7,76	<u>1,138</u> 23,69	<u>0,018</u> 0,92	<u>0,025</u> 2,04	<u>0,669</u> 29,10	3,475	2,158
42	<u>0,001</u> 0,04	<u>0,023</u> 0,38	<u>0,056</u> 1,60	<u>0,350</u> 7,29	<u>0,010</u> 0,49	<u>0,010</u> 0,78	<u>0,185</u> 8,04	0,715	0,635
43	<u>0,002</u> 0,07	<u>0,043</u> 0,71	<u>0,476</u> 13,60	<u>1,983</u> 41,29	<u>0,036</u> 1,79	<u>0,038</u> 3,14	<u>1,167</u> 50,74	5,675	3,745
44	<u>0,002</u>	<u>0,030</u>	<u>0,375</u>	<u>1,195</u>	<u>0,024</u>	<u>0,026</u>	<u>0,755</u>	3,270	2,407

№	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	Плотн. остаток	Сумма солей
	0,05	0,49	10,72	24,88	1,21	2,11	32,82		
45	-	<u>0,036</u> 0,59	<u>1,036</u> 29,60	<u>1,224</u> 25,48	<u>0,097</u> 4,84	<u>0,022</u> 1,79	<u>1,128</u> 49,04	4,215	3,543
46	-	<u>0,031</u> 0,50	<u>4,200</u> 120,00	<u>3,207</u> 66,77	<u>0,392</u> 19,58	<u>0,042</u> 3,43	<u>3,778</u> 164,26	12,055	11,650
47	<u>0,002</u> 0,05	<u>0,035</u> 0,58	<u>0,311</u> 8,88	<u>1,059</u> 22,05	<u>0,025</u> 1,25	<u>0,028</u> 2,26	<u>0,645</u> 28,05	2,350	2,105
48	-	<u>0,018</u> 0,30	<u>0,048</u> 1,36	<u>0,381</u> 7,93	<u>0,021</u> 1,07	<u>0,047</u> 3,90	<u>0,106</u> 4,62	1,130	0,621
49	-	<u>0,035</u> 0,57	<u>0,358</u> 10,24	<u>1,691</u> 35,21	<u>0,028</u> 1,37	<u>0,038</u> 3,08	<u>0,956</u> 41,57	3,455	3,106
50	<u>0,001</u> 0,04	<u>0,029</u> 0,48	<u>0,798</u> 22,80	<u>3,003</u> 62,52	<u>0,033</u> 1,66	<u>0,062</u> 5,11	<u>1,819</u> 79,07	6,380	5,745
51	<u>0,001</u> 0,02	<u>0,032</u> 0,53	<u>0,266</u> 7,60	<u>1,341</u> 68,15	<u>0,023</u> 1,15	<u>0,028</u> 2,28	<u>1,676</u> 72,87	4,250	3,367
52	<u>0,002</u> 0,06	<u>0,035</u> 0,57	<u>0,294</u> 8,40	<u>1,341</u> 68,51	<u>0,026</u> 1,27	<u>0,027</u> 2,16	<u>1,696</u> 73,73	4,675	3,421

Таблица 2

ОЦЕНКА ВОДЫ ПО МИНЕРАЛИЗАЦИИ

№	Минерализация воды, г/л	Пригодность к поливу	№	Минерализация воды, г/л	Пригодность к поливу
1	1,275	пригодное	27	4,255	-
2	2,410	менее пригодное	28	2,695	-
3	2,410	-	29	0,710	пригодное
4	2,265	-	30	1,775	-
5	9,205	не пригодное	31	3,825	менее пригодное
6	3,810	менее пригодное	32	0,705	не пригодное
7	2,105	менее пригодное	33	3,335	менее пригодное
8	2,410	менее пригодное	34	4,180	-
9	1,275	пригодное	35	0,575	пригодное
10	2,550	менее пригодное	36	3,190	менее пригодное
11	1,275	пригодное	37	3,895	-
12	2,550	менее пригодное	38	3,045	-
13	3,190	-	39	3,120	-
14	2,690	-	40	1,310	пригодное
15	1,630	пригодное	41	3,475	менее пригодное
16	2,695	менее пригодное	42	0,715	пригодное
17	2,765	-	43	5,675	не пригодное
18	3,875	менее пригодное	44	3,270	менее пригодное
19	2,905	менее пригодное	45	9,215	не пригодное
20	3,545	-	46	39,055	-
21	3,540	-	47	5,350	-
22	5,065	не пригодное	48	1,130	пригодное
23	4,255	менее пригодное	49	5,455	не пригодное
24	54,81	не пригодное	50	6,380	-
25	6,455	-	51	4,250	менее пригодное
26	3,410	менее пригодное	52	4,675	-

Таблица 3

ОЦЕНКА ВОДЫ ПО КОЭФФИЦИЕНТУ ИРРИГАЦИИ (К)

№	Cl	HCl	Na	Na +HCl	K	Пригодность воды к использованию
1	1,20	4,80	11,92	16,72	17,2	пригодное
2	3,28	13,12	23,00	36,12	8,0	-
3	3,36	13,44	21,08	34,52	8,3	-
4	3,44	13,76	21,13	34,89	8,3	-
5	7,28	29,12	29,42	58,54	4,9	менее пригодное
6	3,84	15,36	22,32	37,68	7,6	пригодное
7	2,32	9,28	17,69	26,97	10,7	-
8	3,52	14,08	23,30	37,38	7,6	-
9	1,20	4,80	13,52	18,32	19,7	полностью пригодное
10	3,68	14,72	22,43	37,15	7,8	пригодное
11	0,80	3,20	14,50	17,70	16,3	-
12	3,68	14,72	21,31	36,03	8,0	-
13	4,16	16,64	30,76	47,40	6,1	-
14	3,84	15,36	24,44	39,80	7,2	-
15	1,28	5,12	15,84	20,96	13,7	-
16	3,92	15,68	22,74	38,42	7,5	-
17	4,00	16,00	24,33	40,33	7,1	-
18	105,04	420,16	113,27	533,43	0,5	не пригодное
19	5,52	22,08	24,93	47,01	6,1	пригодное
20	5,60	22,40	25,59	47,99	6,0	-
21	5,60	22,40	25,93	48,33	5,9	менее пригодное
22	6,64	26,56	27,78	54,34	5,3	-
23	5,52	22,08	25,72	47,80	6,0	-
24	287,2	1148,80	296,49	1445,29	0,2	не пригодное
25	19,36	77,44	52,55	129,99	2,2	менее пригодное
26	8,40	33,60	31,41	65,01	4,4	-
27	7,04	28,16	26,95	55,11	5,2	-
28	3,52	14,08	22,42	36,50	7,9	пригодное
29	0,96	3,84	8,58	12,42	23,2	полностью пригодное
30	2,64	10,56	18,37	28,93	10,0	пригодное
31	7,60	30,40	28,33	58,73	4,9	менее пригодное
32	1,12	4,48	9,01	13,49	21,3	полностью пригодное
33	7,68	30,72	30,07	60,79	4,7	менее пригодное
34	7,36	29,44	28,93	58,37	4,9	-
35	1,04	4,16	6,85	11,01	26,2	полностью пригодное
36	3,68	14,72	29,54	44,26	6,5	пригодное
37	2,40	9,60	24,02	33,62	8,6	-
38	5,20	20,80	23,35	44,15	6,5	-
39	5,60	22,40	23,09	45,49	6,3	-
40	1,92	7,68	9,67	17,35	16,6	-
41	7,76	31,04	29,10	60,14	4,8	менее пригодное
42	1,60	6,40	8,04	14,44	19,9	полностью пригодное
43	13,60	54,40	50,74	105,14	2,7	менее пригодное
44	10,72	42,88	32,82	75,70	3,8	-

№	Cl	HCl	Na	Na +HCl	K	Пригодность воды к использованию
45	29,60	118,40	49,04	167,44	1,7	-
46	120,00	480,00	164,26	644,26	0,4	не пригодное
47	8,88	35,52	28,05	63,57	4,5	менее пригодное
48	1,36	5,44	4,62	10,06	28,6	полностью пригодное
49	10,24	40,96	41,57	82,53	3,5	менее пригодное
50	22,80	91,20	79,07	170,27	1,7	-
51	7,60	30,40	72,87	104,27	2,8	-
52	8,40	33,60	73,73	107,33	2,7	-

Значения коэффициента орошения для обоих случаев были рассчитаны и показаны в Таблице 4 (2021 г.). Если в 2020 г. результаты анализов и расчетов показали, что 4 из 30 проб полностью пригодны для орошения из-за коэффициента орошения, 21 менее пригодны и 5 непригодны а в 2021 г. показатели 6 — из 52 проб полностью пригодны, 24 — пригодны, 19 менее пригодны и 3 — не пригодны ирригации.

Оценка воды по процентному содержанию Na (Na%) проводилась по формуле, предложенной А. Мажейко и Т. Ворорником [8, 9]. Для оценки количества натрия в поливной воде рекомендуется использовать следующую формулу:

$$Na\% = \frac{Na \cdot 100288}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+}$$

если $Na\% \leq 60\%$ то вода полностью пригодна, при $Na\% = (60 \div 80)\%$ — менее пригодна, при $Na\% \geq 80\%$ считается не пригодной орошению. Так, повышенное содержание натрия приводит к увеличению количества соды и образованию засоления почвы. Отчет о процентном содержании натрия (Na) в отобранных пробах воды приведен в Таблице 5. Как следует из Таблицы, в зависимости от количества натрия воду можно отнести к полностью пригодной или непригодной к употреблению. Два из проанализированных образцов полностью пригодны для орошения, а в 50 из них количество натрия превышает допустимый уровень и представляет опасность для почвы.

Оценка по процентному содержанию натрия (Na%). Для оценки количества натрия SAR в поливной воде рекомендуется использовать следующую формулу:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{0.5(Ca^{2+} + Mg^{2+})}}$$

Результаты отчетов, проведенных для оценки качества воды по относительному потенциальному коэффициенту натрия, приведены в Таблице 5. Если $SAR < 10$, вода считается полностью пригодной для использования, если она колеблется в пределах $SAR = 10-18$, она считается пригодной, если $SAR = 18 \div 26$, она считается менее пригодной, а если $SAR > 26$ считается не пригодной. В последнем случае засоление почвы очень велико.

Таблица 4

ОЦЕНКА ВОДЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ Na , в %

№	Na мг/экв.	$Ca+Mg$, мг/экв.	$Na+Ca+Mg$, мг/экв.	Na , %	Пригодность воды к использованию
1	11,92	1,79	13,71	86,9	не пригодное
2	23,00	1,97	24,97	92,1	-
3	21,08	2,15	23,23	90,7	-
4	21,13	21,87	43,00	49,1	полностью пригодное
5	29,42	2,63	32,05	91,8	не пригодное
6	22,32	2,01	24,33	91,7	-
7	17,69	1,42	19,11	92,6	-
8	23,30	1,89	25,19	92,5	-
9	13,52	1,37	14,89	90,8	-
10	22,43	1,76	24,19	92,7	-
11	14,50	1,31	15,81	91,7	-
12	21,31	1,81	23,12	92,2	-
13	30,76	1,93	32,69	94,1	-
14	24,44	1,87	26,31	92,9	-
15	15,84	1,50	17,34	91,3	-
16	22,74	1,81	24,55	92,6	-
17	24,33	1,50	25,83	94,2	-
18	113,27	23,69	136,96	82,7	-
19	24,93	3,02	27,95	89,2	-
20	25,59	2,40	27,99	91,4	-
21	25,93	2,09	28,02	92,5	-
22	27,78	1,31	29,09	95,5	-
23	25,72	2,44	28,16	91,3	-
24	296,49	69,81	366,30	80,9	-
25	52,55	5,56	58,11	90,4	-
26	31,41	3,02	34,43	91,2	-
27	26,95	3,08	30,03	89,7	-
28	22,42	2,25	24,67	90,9	-
29	8,58	1,25	9,83	87,3	-
30	18,37	1,76	20,13	91,3	-
31	28,33	2,93	31,26	90,6	-
32	9,01	1,07	10,08	89,4	-
33	30,07	3,12	33,19	90,6	-
34	28,93	2,98	31,91	90,7	-
35	6,85	1,31	8,16	83,9	-
36	29,54	2,77	32,31	91,4	-
37	24,02	2,69	26,71	89,9	-
38	23,35	2,57	25,92	90,1	-
39	23,09	2,63	25,72	89,8	-
40	9,67	1,13	10,80	89,5	-
41	29,10	2,96	32,06	90,8	-
42	8,04	1,27	9,31	86,3	-
43	50,74	4,93	55,67	91,1	-
44	32,82	3,32	36,14	90,8	-

№	Na мг/экв.	Ca+Mg, мг/экв.	Na+Ca+Mg, мг/экв.	Na, %	Пригодность воды к использованию
45	49,04	6,63	55,67	88,1	-
46	164,26	23,01	187,27	87,7	-
47	28,05	3,51	31,56	88,9	-
48	4,62	4,97	9,57	48,3	полностью пригодное
49	41,57	4,45	46,02	90,3	не пригодное
50	79,07	6,77	85,84	92,1	-
51	72,87	3,43	76,30	95,5	-
52	73,73	3,43	77,16	95,5	-

Если в 2020 г. 10 из исследованных 30 проб воды ГММК оценены как полностью пригодные для использования, 15 — как пригодные и 5 как непригодные [6], то в 2021 г. как следует из Таблицы 5, 3 из 52 проб воды полностью пригодны, 4 — пригодны, 32 — менее пригодны и 13 — не пригодны к использованию в орошении.

Таблица 5

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ
 ПО ОТНОСИТЕЛЬНОМУ ПОТЕНЦИАЛЬНОМУ КОЭФФИЦИЕНТУ Na

№	Na, мг/экв.	Ca+Mg, мг/экв.	0,5(Ca+Mg), мг/экв.	$\frac{Ca+Mg}{2}$	$\frac{Na}{Ca+Mg} \cdot 2$	Пригодность воды к использованию
1	11,92	1,79	0,90	0,95	12,54	пригодное
2	23,00	1,97	0,98	0,99	23,23	менее пригодное
3	21,08	2,15	1,07	1,03	20,47	-
4	21,13	21,87	10,94	3,30	6,40	полностью пригодное
5	29,42	2,63	1,32	1,15	25,58	менее пригодное
6	22,32	2,01	1,00	1,00	22,32	-
7	17,69	1,42	0,71	0,84	21,06	-
8	23,30	1,89	0,95	0,97	24,02	-
9	13,52	1,37	0,68	0,82	16,49	-
10	22,43	1,76	0,88	0,94	23,86	-
11	14,50	1,31	0,65	0,81	17,90	-
12	21,31	1,81	0,90	0,95	22,43	-
13	30,76	1,93	0,96	0,98	31,39	не пригодное
14	24,44	1,87	0,93	0,96	25,46	менее пригодное
15	15,84	1,50	0,75	0,87	18,21	-
16	22,74	1,81	0,90	0,95	23,97	не пригодное
17	24,33	1,50	0,75	0,87	27,97	не пригодное
18	113,27	23,69	11,85	3,44	32,93	-
19	24,93	3,02	1,51	1,23	20,27	менее пригодное
20	25,59	2,40	1,20	1,10	23,26	-
21	25,93	2,09	1,05	1,02	25,42	-
22	27,78	1,31	0,65	0,80	34,73	не пригодное
23	25,72	2,44	1,22	1,11	23,17	менее пригодное
24	296,49	69,81	34,90	5,91	50,17	не пригодное
25	52,55	5,56	2,78	1,67	31,47	-
26	31,41	3,02	1,51	1,23	25,54	менее пригодное

№	Na, мг/экв.	Ca+Mg, мг/экв.	0,5(Ca+Mg), мг/экв.	$\frac{Ca+Mg}{2}$	$\frac{Na}{Ca+Mg}$ 2	Пригодность воды к использованию
27	26,95	3,08	1,54	1,24	21,73	-
28	22,42	2,25	1,12	1,06	21,15	-
29	8,58	1,25	0,62	0,79	10,86	пригодное
30	18,37	1,76	0,88	0,94	19,54	менее пригодное
31	28,33	2,93	1,46	1,21	23,41	-
32	9,01	1,07	0,53	0,73	12,34	пригодное
33	30,07	3,12	1,56	1,25	24,06	менее пригодное
34	28,93	2,98	1,49	1,22	23,71	-
35	6,85	1,31	0,65	0,80	8,56	полностью пригодное
36	29,54	2,77	1,38	1,17	25,25	менее пригодное
37	24,02	2,69	1,35	1,16	20,71	-
38	23,35	2,57	1,26	1,12	20,85	-
39	23,09	2,63	1,31	1,14	20,25	-
40	9,67	1,13	0,57	0,75	12,89	-
41	29,10	2,96	1,48	1,22	23,85	-
42	8,04	1,27	0,64	0,80	10,05	пригодное
43	50,74	4,93	2,46	1,57	32,32	не пригодное
44	32,82	3,32	1,66	1,29	25,44	менее пригодное
45	49,04	6,63	3,32	1,82	26,95	не пригодное
46	164,26	23,01	11,50	3,39	48,45	-
47	28,05	3,51	1,76	1,33	21,09	менее пригодное
48	4,62	4,97	2,48	1,57	2,94	полностью пригодное
49	41,57	4,45	2,23	1,49	27,90	не пригодное
50	79,07	6,77	3,38	1,84	42,97	-
51	72,87	3,43	1,72	1,31	55,63	-
52	73,73	3,43	1,72	1,31	56,28	-

Для оценки воды по процентному содержанию магния (Mg%) предлагается следующая формула: Для оценки воды по процентному содержанию магния (Mg%) предлагается следующая формула:

$$Mg\% = \frac{Mg^{2+} \cdot 100}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$$

если $Mg\% \leq 50\%$, вода полностью пригодна для орошения, если $Mg\% > 50\%$, она считается менее пригодной. По полученным результатам можно сказать, что большая часть взятой воды (21 проба из 30) за 2020 г. можно считать пригодной для использования по этому показателю а проведенные исследования в 2021 г. показали, что (Таблица 7) в большинстве случаев (39 проб и 52) вода по наличию Mg (39 проб) менее пригодна, а оставшаяся часть (13 проб) полностью пригодна орошению.

Таблица 7

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ПРОЦЕНТНОМУ СОДЕРЖАНИЮ Mg

№	Mg, мг/экв.	Ca+Mg, мг/экв.	Mg, в%	Пригодность воды к использованию
1	1,05	1,79	58,6	менее пригодное
2	1,13	1,97	57,4	-
3	1,17	2,15	54,4	-
4	21,13	21,87	96,6	-
5	1,58	2,63	60,1	-
6	0,86	2,01	42,8	полностью пригодное
7	0,44	1,42	31,0	-
8	1,07	1,89	56,6	менее пригодное
9	0,53	1,37	38,7	полностью пригодное
10	0,98	1,76	55,7	менее пригодное
11	0,72	1,31	55,0	-
12	0,99	1,81	54,7	-
13	1,09	1,93	56,5	-
14	1,13	1,87	60,4	-
15	0,84	1,50	56,0	-
16	0,74	1,81	40,9	полностью пригодное
17	0,86	1,50	57,3	менее пригодное
18	6,33	23,69	26,7	полностью пригодное
19	2,04	3,02	67,5	-
20	1,23	2,40	51,3	-
21	0,92	2,09	44,0	полностью пригодное
22	0,33	1,31	25,2	-
23	1,46	2,44	59,8	менее пригодное
24	24,73	69,81	35,4	полностью пригодное
25	2,89	5,56	52,0	менее пригодное
26	1,65	3,02	54,6	-
27	2,08	3,08	67,5	-
28	1,43	2,25	63,5	-
29	0,80	1,25	64,0	-
30	0,84	1,76	47,7	полностью пригодное
31	2,15	2,93	73,4	менее пригодное
32	0,58	1,07	34,1	полностью пригодное
33	2,30	3,12	73,7	менее пригодное
34	2,20	2,98	73,8	-
35	0,72	1,31	55,0	-
36	2,13	2,77	76,9	-
37	2,10	2,69	78,1	-
38	1,36	2,57	52,9	-
39	1,56	2,63	59,3	-
40	0,35	1,13	31,0	полностью пригодное
41	2,04	2,96	68,9	менее пригодное
42	0,78	1,27	61,4	-
43	3,14	4,93	63,7	-
44	2,11	3,32	63,6	-

№	Mg, мг/экв.	Ca+Mg, мг/экв.	Mg, в%	Пригодность воды к использованию
45	1,79	6,63	27,0	полностью пригодное
46	3,43	23,01	14,9	-
47	2,26	3,51	64,4	менее пригодное
48	3,90	4,97	78,5	-
49	3,08	4,45	69,2	-
50	5,11	6,77	75,5	-
51	2,28	3,43	66,5	-
52	2,16	3,43	63,0	-

Предлагается следующая формула для оценки потенциальной солености (PD) воды:

$$PD = CI^- + \frac{SO_4^{2-}}{2}$$

если PD = 3–15 мг экв./л, вода полностью пригодна для орошения, если PD = 15–20 мг экв./л, она пригодна для орошения, если PD > 20 мг экв./л, то она не пригодна для полива. считается непригодной для полива.

Расчеты, связанные с оценкой качества воды на предмет потенциальной засоленности показывали, что только 3 из 30 образцов (2020 г.) потенциально соленые, а вся оставшаяся вода (27 из 30) считается непригодной для полива по этому показателю [6]. Показатели солености воды за 2021 г., указанные в Таблице 8, показали, что 23 из 52 проб воды оказались полностью пригодными, 16 — пригодными и 13 не пригодными для ирригации. Сопоставление данных за 2 года показали направление к резкому опреснению (Рисунок).

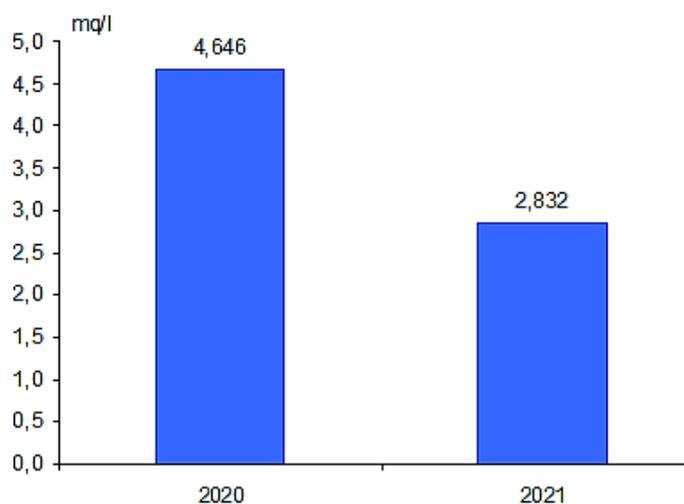


Рисунок. Диаграмма содержания солей в воде ГММК за период исследований 2020–2021 гг.

2020	2021	снижение	в %	P
4,65±0,37 (2,01–7,88)	2,83±0,35 (1,28–8,88)	1,813	39,03	p<0,01

Таблица 8

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ПОТЕНЦИАЛЬНУЮ МИНЕРАЛИЗАЦИЮ

№	Cl, мг/экв.	SO ₄ , мг/экв.	0,5 SO ₄ , мг/экв.	PD, мг/экв.	Пригодность воды к использованию
1	1,20	12,16	6,08	7,28	полностью пригодное
2	3,28	21,28	10,64	13,92	-
3	3,36	19,45	9,72	13,08	-
4	3,44	18,80	9,40	12,84	-
5	7,28	24,28	12,14	19,42	пригодное
6	3,84	20,05	10,02	13,86	полностью пригодное
7	2,32	16,41	8,20	10,52	-
8	3,52	21,24	10,62	14,14	-
9	1,20	13,33	6,66	7,86	-
10	3,68	20,05	10,02	13,70	-
11	0,80	14,55	7,28	8,08	-
12	3,68	18,84	9,42	13,10	-
13	4,16	27,92	13,96	18,12	пригодное
14	3,84	21,88	10,94	14,78	полностью пригодное
15	1,28	15,80	7,90	9,18	-
16	3,92	20,05	10,02	13,94	-
17	4,00	21,24	10,62	14,62	-
18	105,04	31,56	15,78	120,82	не пригодное
19	5,52	21,84	10,92	16,44	пригодное
20	5,60	21,84	10,92	16,52	-
21	5,60	21,84	10,92	16,52	-
22	6,64	21,88	10,94	17,58	-
23	5,52	22,05	11,02	16,54	-
24	287,20	78,89	39,45	326,65	не пригодное
25	19,36	38,25	19,12	38,48	-
26	8,40	25,48	12,74	21,14	-
27	7,04	22,49	11,25	18,29	пригодное
28	3,52	20,03	10,02	13,54	полностью пригодное
29	0,96	8,47	4,24	5,20	-
30	2,64	17,01	8,50	11,14	-
31	7,60	23,05	11,52	19,12	пригодное
32	1,12	8,52	4,26	5,38	полностью пригодное
33	7,68	24,88	12,44	20,12	не пригодное
34	7,36	24,28	12,14	19,50	пригодное
35	1,04	6,68	3,34	4,38	полностью пригодное
36	3,68	27,92	13,96	17,64	пригодное
37	2,40	23,69	12,85	15,25	-
38	5,20	20,01	10,00	15,20	-
39	5,60	19,45	9,72	15,32	-
40	1,92	8,47	4,23	6,15	полностью пригодное
41	7,76	23,69	11,85	19,61	пригодное
42	1,60	7,29	3,65	5,25	полностью пригодное
43	13,60	41,29	20,65	34,25	пригодное
44	10,72	24,88	12,44	23,16	-

№	Cl, мг/экв.	SO ₄ , мг/экв.	0,5 SO ₄ , мг/экв.	PD, мг/экв.	Пригодность воды к использованию
45	29,60	25,48	12,74	42,34	-
46	120,00	66,77	33,38	153,38	-
47	8,88	22,05	11,02	19,90	пригодное
48	1,36	7,93	3,96	5,32	полностью пригодное
49	10,24	35,21	17,61	27,85	не пригодное
50	22,80	62,52	31,26	54,06	-
51	7,60	68,15	34,08	41,68	-
52	8,40	68,51	34,26	42,66	-

Для оценки качества воды по показателю щелочности предлагается использовать зависимость $(CO_3^- + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$.

При ответе $(CO_3^- + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) < 2.5$ мг-экв/л вода считается полностью пригодной к употреблению, а при $(CO_3^- + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) > 2.5$ мг-экв/л — пригодна к употреблению. Результаты расчетов по оценке качества воды по показателю щелочности приведены в Таблице 9. По результатам расчетов из 52 проб 36 полностью пригодны для орошения по щелочности, а 16 непригодны для орошения.

Для оценки качества воды по соотношению катионов солей рекомендуется использовать отношение $Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$. Если ответ $Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+}) < 1$, вода полностью пригодна к употреблению, если от $Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+}) = 1 \div 4$, то она считается пригодной к употреблению, а если $Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+}) > 4$, то считается непригодной к употреблению. Результаты проведенных расчетов для оценки качества воды по соотношению катионов солей приведены в Таблице 10. Как видно из Таблицы, только 2 из 52 проб по соотношению катионов солей можно признать годными, а остальные 50 признаны непригодными.

Таблица 9

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ЩЕЛОЧНОСТИ

№	CO ₃	HCO ₃	(CO ₃ + HCO ₃)	Ca	Mg	(Ca+Mg)	ПЩВ	Пригодность воды к использованию
1	-	0,35	0,35	0,74	1,05	1,79	-1,44	полностью пригодное
2	-	0,41	0,41	0,84	1,13	1,97	-1,56	-
3	-	0,42	0,42	0,98	1,17	2,15	-1,73	-
4	0,02	0,41	0,43	0,74	21,13	21,87	-21,44	не пригодное
5	0,03	0,47	0,50	1,05	1,58	2,63	-2,13	полностью пригодное
6	0,03	0,41	0,44	1,15	0,86	2,01	-1,57	-
7	0,04	0,36	0,40	0,98	0,44	1,42	-1,02	-
8	0,04	0,40	0,44	0,82	1,07	1,89	-1,45	-
9	0,04	0,33	0,37	0,84	0,53	1,37	-1,00	-
10	0,04	0,42	0,46	0,78	0,98	1,76	-1,30	-
11	0,03	0,43	0,46	0,59	0,72	1,31	-0,85	-
12	0,06	0,54	0,60	0,82	0,99	1,81	-1,21	-
13	0,07	0,54	0,61	0,84	1,09	1,93	-1,32	-
14	0,06	0,53	0,59	0,74	1,13	1,87	-1,28	-
15	0,03	0,23	0,26	0,66	0,84	1,50	-1,24	-
16	0,05	0,53	0,58	1,07	0,74	1,81	-1,23	-
17	0,06	0,53	0,59	0,64	0,86	1,50	-0,91	-
18	0,05	0,31	0,36	17,36	6,33	23,69	-23,33	не пригодное

№	CO ₃	HCO ₃	(CO ₃ + HCO ₃)	Ca	Mg	(Ca+Mg)	ПЩВ	Пригодность воды к использованию
19	0,06	0,53	0,59	0,98	2,04	3,02	-2,43	полностью пригодное
20	0,04	0,51	0,55	1,17	1,23	2,40	-1,85	-
21	0,03	0,53	0,56	1,17	0,92	2,09	-1,53	-
22	0,02	0,53	0,55	0,98	0,33	1,31	-1,76	-
23	0,06	0,47	0,53	0,98	1,46	2,44	-1,91	-
24	-	0,21	0,21	45,08	24,73	69,81	-69,60	не пригодное
25	-	0,50	0,50	2,67	2,89	5,56	-5,06	-
26	-	0,55	0,55	1,37	1,65	3,02	-2,47	полностью пригодное
27	-	0,50	0,50	1,00	2,08	3,08	-2,58	не пригодное
28	-	0,51	0,51	0,82	1,43	2,25	-1,74	полностью пригодное
29	-	0,40	0,40	0,45	0,80	1,25	-0,85	-
30	-	0,48	0,48	0,92	0,84	1,76	-1,28	-
31	0,06	0,55	0,61	0,78	2,15	2,93	-2,32	-
32	0,04	0,40	0,44	0,49	0,58	1,07	-0,63	-
33	0,07	0,56	0,63	0,82	2,30	3,12	-2,49	-
34	0,05	0,22	0,27	0,78	2,20	2,98	-2,71	не пригодное
35	0,05	0,39	0,44	0,59	0,72	1,31	-0,87	полностью пригодное
36	0,08	0,63	0,71	0,64	2,13	2,77	-2,06	-
37	0,06	0,56	0,52	0,59	2,10	2,69	-2,17	-
38	0,06	0,65	0,71	1,21	1,36	2,57	-1,86	-
39	0,09	0,58	0,67	1,07	1,56	2,63	-1,96	-
40	0,04	0,37	0,41	0,78	0,35	1,13	-0,72	-
41	0,03	0,58	0,61	0,92	2,04	2,96	-2,35	-
42	0,04	0,38	0,42	0,49	0,78	1,27	-0,85	-
43	0,07	0,71	0,78	1,79	3,14	4,93	-4,15	не пригодное
44	0,05	0,49	0,54	1,21	2,11	3,32	-2,78	-
45	-	0,59	0,59	4,84	1,79	6,63	-6,04	-
46	-	0,50	0,50	19,58	3,43	23,01	-22,51	-
47	0,05	0,58	0,63	1,25	2,26	3,51	-2,88	-
48	-	0,30	0,30	1,07	3,90	4,97	-4,67	-
49	-	0,57	0,57	1,37	3,08	4,45	-3,88	-
50	0,04	0,48	0,52	1,66	5,11	6,77	-6,25	-
51	0,02	0,53	0,55	1,15	2,28	3,43	-2,88	-
52	0,06	0,57	0,63	1,27	2,16	3,43	-2,80	-

Таблица 10

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО СООТНОШЕНИЮ КАТИОНОВ СОЛЕЙ

№	Na	Ca	Mg	Ca+Mg	Na, (Ca+Mg)	Пригодность воды к использованию
1	11,92	0,74	1,05	1,79	6,6	не пригодное
2	23,00	0,84	1,13	1,97	11,7	-
3	21,08	0,98	1,17	2,15	9,8	-
4	21,13	0,74	21,13	21,87	1,0	полностью пригодное
5	29,42	1,05	1,58	2,63	11,2	не пригодное
6	22,32	1,15	0,86	2,01	11,1	-
7	17,69	0,98	0,44	1,42	12,5	-
8	23,30	0,82	1,07	1,89	12,3	-
9	13,52	0,84	0,53	1,37	9,9	-
10	22,43	0,78	0,98	1,76	12,7	-

№	Na	Ca	Mg	Ca+Mg	Na, (Ca+Mg)	Пригодность воды к использованию
11	14,50	0,59	0,72	1,31	11,1	-
12	21,31	0,82	0,99	1,81	11,8	-
13	30,76	0,84	1,09	1,93	15,9	-
14	24,44	0,74	1,13	1,87	13,1	-
15	15,84	0,66	0,84	1,50	10,6	-
16	22,74	1,07	0,74	1,81	12,6	-
17	24,33	0,64	0,86	1,50	16,2	-
18	113,27	17,36	6,33	23,69	4,8	-
19	24,93	0,98	2,04	3,02	8,3	-
20	25,59	1,17	1,23	2,40	10,7	-
21	25,93	1,17	0,92	2,09	12,4	-
22	27,78	0,98	0,33	1,31	21,2	-
23	25,72	0,98	1,46	2,44	10,5	-
24	296,49	45,08	24,73	69,81	4,2	-
25	52,55	2,67	2,89	5,56	9,5	-
26	31,41	1,37	1,65	3,02	10,4	-
27	26,95	1,00	2,08	3,08	8,8	-
28	22,42	0,82	1,43	2,25	10,0	-
29	8,58	0,45	0,80	1,25	6,9	-
30	18,37	0,92	0,84	1,76	10,4	-
31	28,33	0,78	2,15	2,93	9,7	-
32	9,01	0,49	0,58	1,07	8,4	-
33	30,07	0,82	2,30	3,12	9,6	-
34	28,93	0,78	2,20	2,98	9,7	-
35	6,85	0,59	0,72	1,31	5,2	-
36	29,54	0,64	2,13	2,77	10,7	-
37	24,02	0,59	2,10	2,69	8,9	-
38	23,35	1,21	1,36	2,57	9,1	-
39	23,09	1,07	1,56	2,63	8,8	-
40	9,67	0,78	0,35	1,13	8,6	-
41	29,10	0,92	2,04	2,96	9,8	-
42	8,04	0,49	0,78	1,27	6,3	-
43	50,74	1,79	3,14	4,93	10,3	-
44	32,82	1,21	2,11	3,32	9,9	-
45	49,04	4,84	1,79	6,63	7,4	-
46	164,26	19,58	3,43	23,01	7,1	-
47	28,05	1,25	2,26	3,51	8,0	-
48	4,62	1,07	3,90	4,97	0,9	полностью пригодное
49	41,57	1,37	3,08	4,45	9,3	не пригодное
50	79,07	1,66	5,11	6,77	11,7	-
51	72,87	1,15	2,28	3,43	21,2	-
52	73,73	1,27	2,16	3,43	21,56	-

Таблица 11

ИТОГОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ МАГИСТРАЛЬНОЙ КОЛЛЕКТОРНОЙ МИЛЬ-МУГАНСКОЙ СЕТИ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПАРАМЕТРАМ

№	Результаты перевода								Итоговые показатели	
	Показатели пригодности для орошения								пригодности воды	
	1	2	3	4	5	6	7	8	баллы	в %
1	4	4	0	4	3	5	5	0	25	62,5
2	3	4	0	3	3	5	5	0	23	57,5
3	3	4	5	3	3	5	5	0	23	57,5
4	3	4	5	5	3	5	0	5	30	75,0
5	3	3	0	3	3	4	5	0	21	52,5
6	3	4	0	3	5	5	5	0	25	62,5
7	4	4	0	3	5	5	5	0	26	65,0
8	3	4	0	3	3	5	5	0	23	57,5
9	4	5	0	3	4	5	5	0	26	65,0
10	3	4	0	3	3	5	5	0	23	57,5
11	4	4	0	3	3	5	5	0	24	55,0
12	3	4	0	3	3	5	5	0	23	57,5
13	3	4	0	0	3	4	5	0	19	47,5
14	3	4	0	3	3	5	5	0	23	57,5
15	4	4	0	3	3	5	5	0	24	60,0
16	3	4	0	3	5	5	5	0	25	62,5
17	3	4	0	0	3	5	5	0	20	50,0
18	0	0	0	0	5	0	0	0	5	12,5
19	3	4	0	3	3	4	5	0	23	57,5
20	3	4	0	3	3	4	5	0	22	55,0
21	3	3	0	3	5	4	5	0	23	57,5
22	0	3	0	0	5	4	5	0	17	42,5
23	3	3	0	3	3	4	5	0	21	52,5
24	0	0	0	0	5	0	0	0	5	12,5
25	0	3	0	0	3	0	0	0	6	15,0
26	3	3	0	3	3	0	5	0	17	42,5
27	3	3	0	3	3	4	0	0	16	40,0
28	3	4	0	3	3	5	5	0	23	57,5
29	4	5	0	4	3	5	5	0	26	65,0
30	4	4	0	3	5	5	5	0	26	65,0
31	3	3	0	3	3	4	5	0	21	52,5
32	4	5	0	4	5	5	5	0	28	70,0
33	3	3	0	3	3	0	5	0	17	42,5
34	3	3	0	3	3	4	0	0	16	40,0
35	4	5	0	5	3	5	5	0	27	67,5
36	3	4	0	3	3	4	5	0	22	55,0
37	3	4	0	3	3	4	5	0	22	55,0
38	3	4	0	3	3	4	5	0	22	55,0
39	3	4	0	3	3	4	5	0	22	55,0
40	4	4	0	3	5	5	5	0	26	65,0
41	3	3	0	3	3	4	5	0	21	52,5

№	Результаты перевода								Итоговые показатели	
	Показатели пригодности для орошения								пригодности воды	
	1	2	3	4	5	6	7	8	баллы	в %
42	4	5	0	4	3	5	5	0	26	65,0
43	0	3	0	0	3	0	0	0	6	15,0
44	3	3	0	3	3	0	0	0	9	22,5
45	0	3	0	0	5	0	0	0	8	20,0
46	0	0	0	0	5	0	0	0	5	12,5
47	0	3	0	3	3	4	0	0	13	32,5
48	4	5	5	5	3	5	0	5	32	80,0
49	0	3	0	0	3	0	0	0	6	15,0
50	0	3	0	0	3	0	0	0	6	15,0
51	3	3	0	0	3	0	0	0	9	22,5
52	3	3	0	0	3	0	0	0	9	22,5

Сравнительные итоговые показатели расчетов оценки качества воды по различным показателям приведены в Таблице 11. Пригодность воды к употреблению условно оценивалась в баллах. Так, по некоторым параметрам вода, полностью пригодная для орошения, оценивается в 5 баллов, полезная — в 4 балла, менее полезная — в 3 балла, бесполезная или представляющая опасность вода считается быть 0 баллов. Если учесть, что оценка качества воды проводится по 8 параметрам, то оценка может иметь максимум 40 баллов. Принимая 40 баллов за 100%, также рассчитывали процент юзабилити каждого образца, а абсолютные и относительные значения оценки отображали в столбцах 10 и 11 Таблицы 11. Как видно, ни в одной из 52 отобранных точек не было воды, полностью пригодной для орошения по всем параметрам.

Для облегчения оценки качества оросительной воды мы сочли целесообразным сгруппировать пробы воды, отобранные по источникам. Для чего в первую группу вошли пробы воды, отобранные из оросительных каналов, во вторую группу — из подземных вод, в третью группу — из подземных вод, отведенных в Главный миль-муганский коллектор инженерными сооружениями, в четвертую группу — из вод, отобранных непосредственно из Главного миль-муганского коллектора. В результате постгруппового анализа качества воды сложилась довольно интересная и контрастная картина.

Таким образом, хотя вода оросительных каналов выглядит лучше по количеству сухого остатка, воды с наибольшим или относительным показателем (1 место, 48 балл, 2 место, 4 балл) отмечены в пробах, отобранных из Главного миль-муганского коллектора. Из 7 проб, взятых из подземных вод, 4 — можно считать частично пригодными для орошения. Количество сухого остатка в пробах, отобранных из подземных вод, составляет даже 0,71% в 2 точках (точки 29 и 42) и 1,3% в одной точке (точка 40), что равно или ниже уровня воды в оросительном канале.

Три другие относительно высокоэффективные воды наблюдались в водохранилищах и стоках, сбрасываемых в Главный Миль-Муганский коллектор (точки 7, 9 и 30). Из проб, взятых из ирригационного канала, высокие показатели качества были в точке 32 (70%) и низкие — в точке 35 (67,5%). Качество пробы воды, взятой из точки 11, по многим параметрам было ниже качества коллекторно-дренажных и подземных вод.

Выводы

1. Учитывая, что в формировании как подземных, так и коллекторно-дренажных вод играют роль многие факторы, изменяющиеся во времени и пространстве, следует отметить, что формирование объема и качества Главного миль-муганского коллектора, эти динамические процессы управления и использования этих вод необходимо контролировать и, при необходимости, вмешиваться.

2. В случае дефицита воды, в зависимости от качества коллекторно-дренажной воды, часть ее может быть использована для орошения. При этом на следующих этапах при поливе коллекторно-дренажными водами с низким содержанием минералов и специфическим химическим составом следует изучать влияние этих вод на продуктивность растений, мелиорацию почв, миграцию и динамику солей в почвенном слое, изменение химического состава, эрозии оросительной сети и др.

3. Использование коллекторно-дренажных сетевых вод для сельскохозяйственных нужд требует составления определенных прогнозов и проведения экономического анализа. Таким образом, использование нетрадиционных вод в орошаемой земледелии в настоящее время позволяет получать определенный урожай и, соответственно, экономический эффект от сельскохозяйственных культур. С другой стороны, использование в орошении воды с большим химическим содержанием может сопровождаться ухудшением мелиоративного состояния земель. Поэтому в дальнейшем затраты на улучшение мелиорации земель следует сопоставлять с текущими выгодами, и при положительном результате можно рассмотреть использование нетрадиционных вод.

Во всех случаях привлечение нетрадиционных вод, в том числе вод коллекторно-дренажной сети, к орошению представляет собой сложный процесс, требующий постоянного контроля и регулярного контроля за используемой водой и землями, на которых она используется. Для получения более точных показателей следует изучить качество воды коллекторно-дренажной сети в динамике путем организации новых экспедиций, а также проводить соответствующие мониторинги земель на участках образования дренажных вод с различным химическим составом.

Список литературы:

1. Ахмедзаде А. Д., Гашимов А. Д. Кадастр мелиоративных и водохозяйственных систем. Баку, 2006.
2. Ахмадзаде А. Ч. Гейдар Алиев и водное хозяйство Азербайджана. Баку, 2003.
3. Абулрагимов Т. И. Водное хозяйство Азербайджана. Баку, 1969.
4. Волобуев В. Р. Почвы Азербайджанской ССР. Баку, 1963.
5. Гасанов С. Т., Даньялов Ш. Т., Даньялов С. Ш., Гажиматов К. Н. Проблема нехватки поливной воды и принципы использования нетрадиционной воды для орошения. Баку, 2018.
6. Надиров Н. Г., Керимов А. М., Салманов Б. М., Исаев А. О возможности использования минерализованных вод главного Миль-Муганского коллектора в орошаемой земледелии Азербайджана // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №8. С. 117-129. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/69/16>
7. Аллахвердиева Ф. Ф. Тенденция изменения качества воды главного Ширванского коллектора за многолетний период // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №1. С. 61-70. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/74/08>
8. Костяков А. Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1960.
9. Маслов В. С., Минаев И. В., Гувеч К. В. Справочник по мелиорации. М., 1989.

References:

1. Akhmedzade, A. D., & Gashimov, A. D. (2006). Cadastre of reclamation and water management systems. Baku.
2. Akhmadzade, A. Ch. (2003). Heydar Aliyev and the water industry of Azerbaijan. Baku.
3. Abulragimov, T. I. (1969). Vodnoe khozyaistvo Azerbaidzhana. Baku. (in Russian).
4. Volobuev, V. R. (1963). Pochvy Azerbaidzhanskoj SSR. Baku. (in Russian).
5. Gasanov, S. T., Danyalov, Sh. T., Danyalov, S. Sh., & Gazhimatov, K. N. (2018). The problem of lack of irrigation water and the principles of using unconventional water for irrigation. Baku.
6. Nadirov, N., Kerimov, A., Salmanov, B., & Isayev, A. (2021). On the Possibility of the Use of Mineralized Water Main Mil-Mugan Collector in the Growing Agriculture of Azerbaijan. *Bulletin of Science and Practice*, 7(8), 117-129. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/69/16>
7. Allakhverdiyeva, F. (2022). The tendency of Change in Water Quality of the Main Shirvan Collector Over a Long Period. *Bulletin of Science and Practice*, 8(1), 61-70. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/74/08>
8. Kostyakov, A. N. (1960). Osnovy melioratsii. Moscow. (in Russian).
9. Maslov, V. S., Minaev, I. V., & Guvech, K. V. (1989). Spravochnik po melioratsii. Moscow. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 18.03.2022 г.*

*Принята к публикации
23.03.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Рустамов Я. И., Надиров Н. Г., Керимов А. М., Садыгов А. А. Сравнительная оценка качества воды Главного миль-муганского коллектора // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №4. С. 134-154. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/16>

Cite as (APA):

Rustamov, Y., Nadirov, N., Kerimov, A., & Sadigov, F. (2022). Comparative Assessment of the Quality of Water Main Mil-Mugan Collector. *Bulletin of Science and Practice*, 8(4), 134-154. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/16>