

УДК 556: 504.4.062.2  
AGRIS P10

https://doi.org/10.33619/2414-2948/92/16

## ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ВОД ГЛАВНОГО МИЛЬ-КАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

- ©**Рустамов Я. И.**, д-р техн. наук, Институт почвоведения и агрохимии при Министерстве науки и образования Азербайджанской Республики; Институт систем управления при Министерстве науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан, Terlan56@mail.ru
- ©**Эфендиев Г. Д.**, канд. техн. наук, Институт систем управления при Министерстве науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан, agjo@mail.ru
- ©**Джафаров А. М.**, канд. с.-х. наук, Институт почвоведения и агрохимии при Министерстве науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан, alicafarov1959@mail.ru
- ©**Касумов Х. М.**, Институт почвоведения и агрохимии при Министерстве науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан, xidirqasimov1958@gmail.com
- ©**Велиева З. М.**, канд. с.-х. наук, Институт почвоведения и агрохимии при Министерстве науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Азербайджан, zenni1958@gmail.com

## ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF THE MAIN MIL-GARABAKH COLLECTOR FOR IRRIGATION

- ©**Rustamov Ya.**, Dr. habil., Institute of Soil Science and Agrochemistry Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Control Systems under the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, Terlan56@mail.ru
- ©**Efendiev G.**, Ph.D., Institute of Control Systems under the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, agjo@mail.ru
- ©**Jafarov A.**, Ph.D., Institute of Soil Science and Agrochemistry Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, alicafarov1959@mail.ru
- ©**Kasumov H.**, Institute of Soil Science and Agrochemistry Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, xidirqasimov1958@gmail.com
- ©**Velieva Z.**, Ph.D., Institute of Soil Science and Agrochemistry Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, zenni1958@gmail.com

*Аннотация.* Представлены результаты оценки содержания и качества воды с целью определения возможностей повторного использования вод Главного Миль-Карабахского коллектора и питающих ее дренажей для орошения сельскохозяйственных полей. Установлено, что минерализация этих вод находится примерно в пределах 0,4–3,6 г/л и по химическому составу преимущественно является хлоридно-сульфатной. Проанализированы существующие классификации коллекторно-дренажных вод по химическому составу, возможности использования для орошения с применением предложенных математических формул и рекомендаций. Статистический анализ результатов исследования проведен с применением критерия  $\chi^2$  (хи-квадрат) Пирсона и точным методом Фишера. Полученные результаты показали, что около 800 млн м<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод являются резервными и могут быть использованы в основном как дополнительный источник воды для орошения.

*Abstract.* The article presents the results of assessing the content and quality of water in order to determine the possibilities of reusing the waters of the Main Mil-Garabakh Collector and the drainages feeding it for irrigation of agricultural fields. It has been established that the mineralization of these waters is approximately in the range of 0.4-3.6 g/l and, in terms of chemical composition, it is predominantly chloride-sulfate. The existing classifications of collector-drainage waters by chemical composition, the possibility of using them for irrigation are analyzed using the proposed mathematical formulas and recommendations. Statistical analysis of the study results was carried out using Pearson's  $\chi^2$  (chi-square) test and Fisher's exact method. The results obtained showed that about 800 million m<sup>3</sup> of collector and drainage water are reserve and can be used mainly as an additional source of water for irrigation.

*Ключевые слова:* засуха, водные ресурсы, грунтовые воды, минерализация, коэффициент ирригации, соленость.

*Keywords:* drought, water resources, groundwater, mineralization, irrigation coefficient, salinity.

Использование воды без учета ее химического состава и качества может постепенно привести к негативным последствиям как для растений, так и для почвы. Миль-Карабахский коллектор (МКК) был построен в 1957-1965 годах для отвода дренажных вод от 155 тыс га орошаемых земель Миль-Гарабахской равнины. Миль-Карабахский коллектор общей протяженностью 152 км и расчетной производительностью 25 м<sup>3</sup>/с был реконструирован и соединен с главным Миль-Муганским коллектором через впадины, образовавшиеся между холмами на наклонной равнине вдоль реки Куры. Наблюдаемая в последние годы естественная засуха, а также антропогенные изменения, происходящие в русле реки Куры, наносят серьезный ущерб экономике страны, в том числе аграрному сектору. В период дефицита пресной воды часто приходится использовать нетрадиционную воду. Повсеместно самопроизвольно, без какого-либо научного обоснования используются в основном сточные и дренажные воды. Следует отметить, что до сих пор отсутствуют конкретные нормативные требования к качеству и составу коллекторно-дренажных вод, используемых в сельском хозяйстве. Однако в мировой науке и практике накоплен достаточно большой опыт использования высокоминерализованных дренажных и сточных вод для повторного орошения сельскохозяйственных полей [1, 2].

Ряд работ посвящен вопросам дренажа и повторного использования сточных вод для орошения [3-5].

Коллекторно-дренажные воды в основном образуются в результате просачивания воды из Верхне-Ширванского и Верхне-Гарабахского каналов, проведенных из Мингячевирского водохранилища. Межхозяйственные магистральные и внутрихозяйственные каналы также оказывают большое влияние на формирование образующихся коллекторно-дренажных вод. Потери воды в оросительных каналах достигают 35-40%. Вода, отфильтрованная из каналов, поднимает уровень грунтовых вод. В то же время в Азербайджане, относящемся к аридной климатической зоне, минерализованные воды вызывают разной степени деградацию почв в результате испарения. В ряде случаев из-за несоблюдения норм орошения речная вода сбрасывается в коллекторы через дрены и собиратели. Это одна из причин низкой минеральности воды, вытекающей из основного Миль-Карабахского коллектора.

Статистический анализ результатов исследования проведен с применением критерия  $\chi^2$  (хи-квадрат) Пирсона и точным методом Фишера.

Критерий Пирсона  $\chi^2$  (хи-квадрат) вычисляется по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - m_i')^2}{m_i'}$$

где:  $k$  – число разрядов наблюдаемых значений,  $m$  – эмпирические частоты,  $m_i'$  – теоретические частоты соответствующих значений. Результаты проверены точным методом Фишера по формуле:

$$P_f = \frac{N_1!N_2!N_3!N_4!}{n_{11}!n_{12}!n_{21}!n_{22}!N!}$$

где  $P_f$  — вероятность нулевой гипотезы;  $n_{ij}$  — число в ячейке пересечения  $i$ -той строки и  $j$ -го столбца;  $N_1, N_2, N_3$  и  $N_4$  — сумма  $n_{ij}$  соответствующих строк и столбцов;  $N$  — сумма всех  $n_{ij}$ ; ! — знак факториала.  $N!$  — означает произведение натуральных чисел от 1-го до  $N$ .

Корреляционный анализ проведен вычислением коэффициента корреляции Пирсона.

Существует ряд методов определения качества воды, используемой или предназначенной для орошения. В наших исследованиях было отобрано 85 проб для оценки качества воды Главного Миль-Гарабахского Коллектора и использованы следующие показатели, которые считаются наиболее распространенными и достоверными.

*I классификация.* Оценка по степени минеральности (М) [6].

Согласно принятой градации: если  $M \leq 0,5$  г/л, то вода *полностью пригодна* для полива, если  $M = 0,5 \div 2,0$  г/л, то вода *пригодна* для полива, если  $M = 2,0 \div 5,0$  г/л, то вода *менее пригодна* для полива, если  $M > 5$  г/л, орошение считается *опасным*.

*Пример.* Степень минеральности воды Главного Миль-Гарабахского коллектора составляет  $1,859 \pm 0,177$  (0,4-10), т.е. в среднем считается пригодной для орошения. Принимается градация классификации «полностью пригодные» и «пригодные» образцы как «пригодные», а «менее пригодные» и «опасные» образцы как «не пригодные». Результаты лабораторных показателей отражены в Таблице 1.

Таблица 1

КАЧЕСТВО ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-ГАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА  
 ПО СТЕПЕНИ МИНЕРАЛЬНОСТИ

Качество воды	Абс.	%
Пригодна	57	67,06
Не пригодна	28	32,94
Достоверность различия	$X^2=18,4 - p<0,001$	

Как видно из Таблицы 1, частота встречаемости образцов, пригодных для орошения, была достаточно высокой – на 34,12% больше чем не пригодных.

*II классификация.* Оценка пригодности воды для орошения по коэффициенту ирригации (К) [7]. Если  $Na' - CI' \leq 0$ , то целесообразно использовать следующую формулу для определения коэффициента ирригации:

$$K = \frac{288}{5CI'}$$

Если  $Na' - CI' > 0$ , то предлагается рассчитывать коэффициент ирригации по следующей формуле:

$$K = \frac{288}{Na^+ + 4CI^-}$$

Согласно принятой градации: если  $K > 18$  — то вода считается *полностью пригодной*, если  $K = 6 \div 18$ , то вода *пригодна*, если  $K = 1,2 \div 6$ , то вода *менее пригодна*, если  $K < 1,2$ , то вода *не пригодна*.

*Пример.* Коэффициент ирригации воды Главного Миль-Гарабахского коллектора составляет  $33,86 \pm 2,58$  (3,97-87,14), т.е. в среднем считается пригодной для орошения. Как и в первом примере, мы рассмотрели «пригодные» и «не пригодные» случаи. Результаты лабораторных показателей соответствовали Таблице 2.

Таблица 2

КАЧЕСТВО ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-ГАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА  
 ПО КОЭФФИЦИЕНТУ ИРРИГАЦИИ

Качество воды	Абс.	%
Пригодна	84	98,8
Не пригодна	1	1,2
Достоверность различия	$P_f < 0,001$	

*Примечание.*  $P_f$  – вероятность нулевой гипотезы по точному методу Фишера

Как видно из таблицы, частота встречаемости образцов, пригодных для орошения, была достаточно высокой — на 97,6% больше чем «не пригодных».

*III классификация.* Оценка качества оросительной воды «по процентному содержанию натрия» ( $Na\%$ ), которое предложено А. М. Можейко и Т. К. Воротником [8]. Для оценки качества оросительной воды по содержанию натрия рекомендуется использовать следующую формулу:

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

если  $Na\% \leq 60\%$ , то вода считается *полностью пригодной*, если  $Na\% = (60 \div 80)\%$ , то вода *менее пригодна*, если  $Na\% \geq 80\%$ , то вода *не пригодна*. Так, высокое количество натрия вызывает увеличение количества соды и образование засоления в почве. В зависимости от количества натрия воду можно охарактеризовать как *полностью пригодной* или *непригодной*.

*Пример.* Процентное содержание натрия в воде главного Миль-Гарабахского коллектора была в среднем  $65,27 \pm 1,34$  (38,31-84,37), т.е. вода считалась менее пригодной для орошения. Мы приняли градации классификации «полностью пригодные» образцы как «пригодные», а «менее пригодные» и «не пригодные» образцы как «не пригодные». Результаты лабораторных показателей даны в Таблице 3.

Таблица 3

КАЧЕСТВО ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-ГАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА  
 ПО ПРОЦЕНТНОМУ СОДЕРЖАНИЮ НАТРИЯ

Качество воды	Абс.	%
Пригодна	28	32,9
Не пригодна	57	67,1
Достоверность различия	$X^2 = 18,4 - p < 0,001$	



Как видно из Таблицы 3, частота встречаемости образцов, *пригодных* для орошения, была на 34,2% меньше чем *не пригодных*.

*IV классификация.* Оценка по коэффициенту потенциального поглощения (SAR) натрия [13], т.е. оценка качества поливной воды, ее способность засолить почвы — на основе коэффициента потенциального поглощения натрия:

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

если  $SAR < 10$ , то вода создает *слабую степень* засоления, если  $SAR = 10 \div 18$ , то вода создает *умеренную степень* засоления, если  $SAR = 18 \div 26$ , то вода создает *высокую степень* засоления, если  $SAR > 26$ , то вода создает *очень высокую степень* засоления,

*Пример.* Коэффициент SAR в воде главного Миль-Гарабахского коллектора составлял  $8,51 \pm 0,595$  (2,01-30,16), что означает отсутствие опасности создания засоления в среднем. По классификации образцы со «слабым» и «умеренным» засолением мы считали *пригодными*, а образцы с «высоким» и «очень высоким» засолением — *непригодными*. Результаты лабораторных показателей даны в Таблице 4.

Таблица 4

КАЧЕСТВО ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-ГАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА  
 ПО КОЭФФИЦИЕНТУ SAR

Качество воды	Абс.	%
Пригодна	82	96,5
Не пригодна	3	3,5
Достоверность различия	$P_f < 0,001$	

*Прмечание.*  $P_f$  – вероятность нулевой гипотезы по точному методу Фишера

Как видно из Таблицы 4, частота встречаемости образцов, *пригодных* для орошения, была достаточно высокой — на 93,0% больше чем *не пригодных*.

*V классификация.* Для оценки качества воды по процентному содержанию магния (Mg%) предлагается следующая формула [9]:

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

если  $Mg\% \leq 50\%$ , то вода считается *пригодной*, если  $Mg\% \geq 50\%$ , то вода считается *не пригодной*, то есть если количество магния в воде превышает 50% суммы ( $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ), то оно оказывает вредное воздействие на почву.

*Пример.* Процентное содержание магния в воде главного Миль-Гарабахского коллектора составляло  $62,57 \pm 1,24$  (26,23-81,6), то есть в среднем вода считалась *непригодной* для орошения. Результаты лабораторных показателей распределяются, как в Таблице 5.

Таблица 5

КАЧЕСТВО ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-ГАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА ПО ПРОЦЕНТНОМУ  
 СОДЕРЖАНИЮ МАГНИЯ

Качество воды	Абс.	%
Пригодна	10	11,8
Не пригодна	75	88,2
Достоверность различия	$X^2=18,4 - p < 0,001$	



Как видно из Таблицы 5, частота встречаемости образцов, *пригодных* для орошения, была достаточно низкой — на 76,4% меньше чем *не пригодных* [10].

*VI классификация.* Оценка качества воды по потенциальной солености (*PD*) рассчитывалась по следующей формуле:

$$PD = Cl^- + \frac{SO_4^{2-}}{2} \quad (8)$$

если  $PD = 3 \div 15$  мг-экв/л, то вода считается *полностью пригодной*, если  $PD = (15 \div 20)$  мг-экв/л, то вода считается *пригодной*, если  $PD > 20$  мг-экв/л, то вода считается *не пригодной* для орошения.

*Пример.* Потенциальная соленость воды главного Миль-Гарабахского коллектора составляла  $11,25 \pm 0,88$  (3,89-49,14), поэтому она считалась в среднем пригодной для орошения. Мы рассмотрели «пригодные» и «не пригодные» случаи. Результаты распределения лабораторных показателей приведены в Таблице 6.

Таблица 6

КАЧЕСТВО ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-ГАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА  
 ПО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ СОЛЕННОСТИ

Качество воды	Абс.	%
Пригодна	79	92,9
Не пригодна	6	7,1
Достоверность различия	$X^2=121,98 - p<0,001$	

Как видно из Таблицы 6, частота встречаемости образцов, *пригодных* для орошения, была достаточно высокой — на 85,8% больше чем *не пригодных*.

*VII классификация.* Еще одним индикатором опасности натриевого засоления является количество  $CO_3$  и  $HCO_3$  в орошаемой почве. Присутствие бикарбоната в поливной воде играет основную роль в осаждении кальция и небольшого количества магния в форме карбоната. Это вызывает изменение отношения натрия к общему количеству катионов в поливной воде и, как следствие, создает опасность натрия. В связи с этим советские ученые выделили группу слабощелочных оросительных вод [11, 13-15]:

$$NaHCO_3 = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \quad (9)$$

если в воде:  $NaHCO_3 < 1,25$  мг-экв/л, то вода считается *полностью пригодной*,  $NaHCO_3 = (1,25 \div 2,5)$  мг-экв/л, то вода считается *пригодной*,  $NaHCO_3 > 2,5$  мг-экв/л, то вода считается *не пригодной* для орошения.

При оценке действия карбоната натрия следует учитывать и тип почвы. То есть, если вода содержит одинаковое количество карбоната натрия, то случай  $pH > 7$  опасен для почвы, а случай  $pH < 7$  служит улучшению почвы. Щелочность, равная 10 мг/л соды, определяемая по фенолфталеину, представляет собой верхний предел содержания соды в поливной воде.

*Пример.* Остаток карбоната натрия в воде Главного Миль-Карабахского Коллектора составил  $-6,496 \pm 0,37$  (-18,8 - -3,12) и по классификации Уилкокса считался пригодным для орошения. Мы рассмотрели *пригодные (полностью пригодные+пригодные)* и *не пригодные* случаи.

Результаты лабораторных показателей оказались пригодными на 100% (Таблица 7).

Таблица 7

КАЧЕСТВО ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-ГАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА  
 ПО ОСТАТКУ КАРБОНАТА НАТРИЯ

Качество воды	Абс.	%
Пригодна	85	100,0
Не пригодна	0	–
Достоверность различия	P <sub>t</sub> <0,001	

VIII классификация. По соотношению катионов соли рекомендуется использовать соотношение для оценки качества воды [12]. Если  $Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \leq 1$ , то вода считается полностью пригодной,  $Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+}) = (1 \div 4)$ , то вода считается *пригодной*,  $Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+}) > 4$ , то вода считается *не пригодной* для орошения.

*Пример.* Соотношение катионов соли в воде главного Миль-Гарабахского коллектора составило  $2,24 \pm 0,12$  (0,62-5,4) и вода считается пригодной для орошения. Результаты лабораторных показателей приведены в Таблице 8.

Таблица 8

КАЧЕСТВО ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-ГАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА  
 ПО СООТНОШЕНИЮ КАТИОНОВ СОЛИ

Качество воды	Абс.	%
Пригодна	79	92,9
Не пригодна	6	7,1
Достоверность различия	X <sup>2</sup> =121,98 – p<0,001	

Так, по 6 из 8 наиболее распространенных и достоверных критериев оценки качества воды, вода главного Миль-Гарабахского коллектора — *пригодна* для орошения, и только по 2 критериям (содержание натрия (III класс), содержание магния (класс V)) — *непригодна* (Рисунок 1).

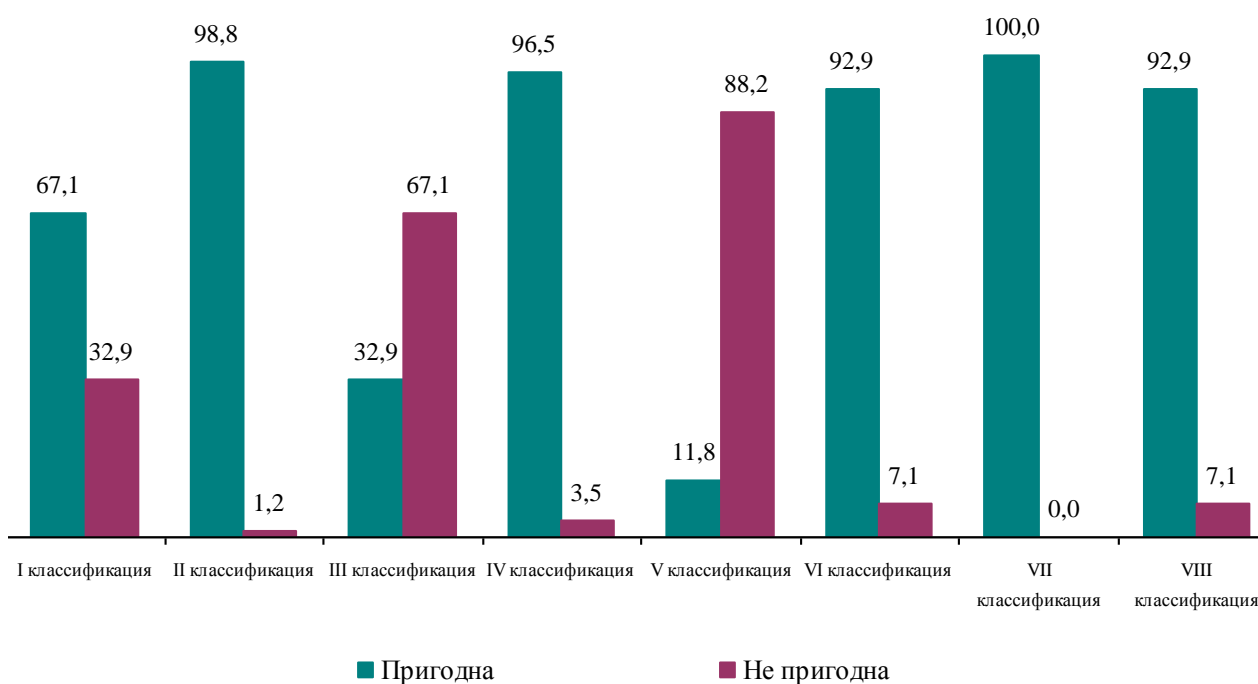


Рисунок 1. Результаты оценки уровня пригодности вод Главного Миль-Гарабахского Коллектора для орошения по 8 критериям

Одновременно, на основе эмпирических данных исследовалась корреляционная связь между показателями по всем восьми критериям. Рассчитанные коэффициенты корреляции Пирсона представлены в Таблице 9.

Таблица 9

КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ПИРСОНА  
 ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ГЛАВНОГО МИЛЬ-ГАРАБАХСКОГО КОЛЛЕКТОРА

Показатели	<i>K</i>	<i>Na</i> %	<i>SAR</i>	<i>Mg</i> %	<i>PD</i>	<i>NaHCO</i> <sub>3</sub>	<i>Na/(Ca+Mg)</i>
<i>M</i>	-0,571**	0,554**	0,752**	0,036	0,697**	-0,706**	0,598**
<i>K</i>		-0,929**	-0,792**	-0,234*	-0,695**	0,600**	-0,822**
<i>Na</i> %			0,842**	0,247*	0,664**	-0,456**	0,939**
<i>SAR</i>				0,169	0,866**	-0,737**	0,923**
<i>Mg</i> %					0,040	-0,029	0,202
<i>PD</i>						-0,778**	0,729**
<i>NaHCO</i> <sub>3</sub>							-0,462**

*Примечание.* Достоверность корреляционной связи: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ . Здесь: *M* – минеральность воды, *K* – коэффициент ирригации, *Na*% – процентное содержание натрия, *SAR* – коэффициент *SAR*, *Mg*% – процентное содержание магния, *PD* – потенциальная соленость воды, *NaHCO*<sub>3</sub> – остаток карбоната натрия, *Na/(Ca+Mg)* – соотношение катионов соли

Как видно из Таблицы 9, существует статистически значимая положительная или отрицательная корреляционная зависимость между 2 параметрами качества воды: *M* (степенью минерализации) и *K* (коэффициентом орошения) и всеми остальными показателями. Кроме того, установлена положительная корреляция (Рисунок 2) между процентным содержанием натрия и магния ( $r=0,247$ ;  $p < 0,05$ ). Поэтому достаточно добиться процентного снижения содержания натрия или магния, чтобы полностью обеспечить пригодность воды главного Миль-Карабахского коллектора для использования для орошения.

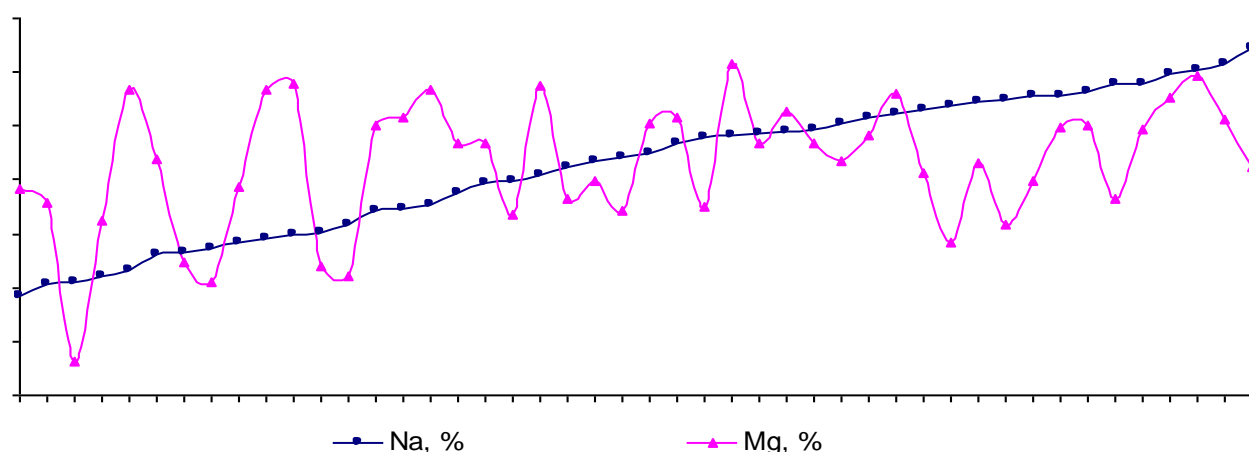


Рисунок 2. Иллюстрация корреляционной зависимости между процентным содержанием натрия и магния в воде главного Миль-Гарабахского коллектора

Установлено, что между большинством показателей существуют достаточно высокие корреляционные связи. Например, связь между минеральностью воды (*M*), потенциальной соленостью ( $r=0,697$ ;  $p < 0,01$ ) и соотношением катионов солей ( $r=0,598$ ;  $p < 0,01$ ) представлена на Рисунке 3.



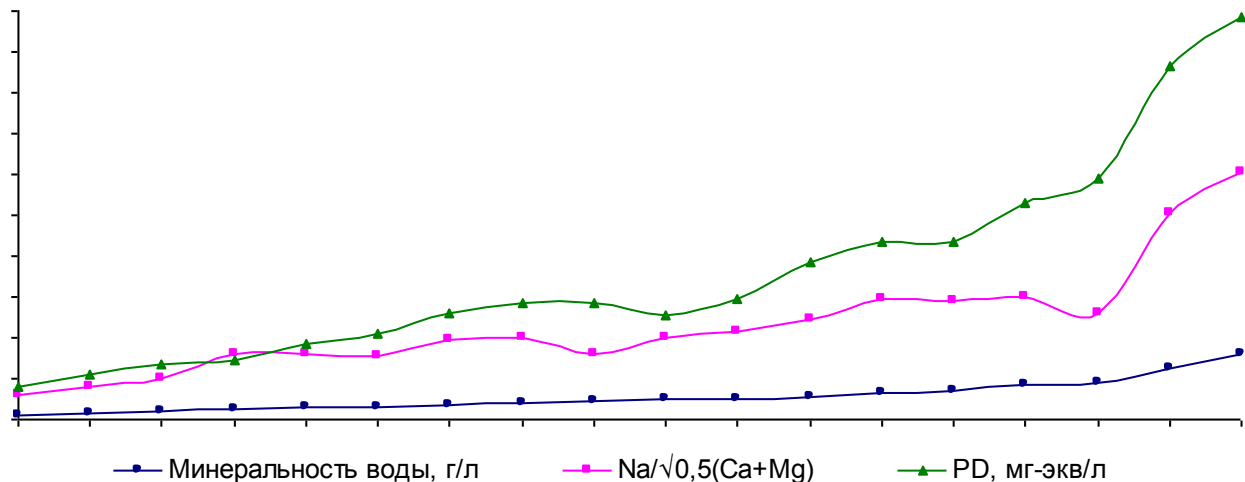


Рисунок 3. Иллюстрация положительной корреляции между минеральностью воды, потенциальной минерализацией и соотношением катионов солей главного Миль-Гарабахского коллектора

#### Выводы

1. Между большинством показателей воды главного Миль-Гарабахского коллектора существует достаточно высокая корреляционная зависимость. Этот фактор говорит о том, что нет необходимости проверять каждый из 8 критериев.
2. Оценив качество воды коллектора по 2 критериям (степень минеральности (М) и коэффициент ирригации (К)) можно сделать предположение о других показателях.
3. Наличие положительной корреляционной связи между процентным содержанием натрия и магния в воде свидетельствует о том, что достаточно добиться снижения процентного содержания одного из этих показателей для того, чтобы полностью обеспечить пригодность воды главного Миль-Гарабахского коллектора для использования в орошении.

#### Список литературы:

1. Минашина Н. Г. Орошение минерализованными водами и расчет промывного режима // Использование минерализованных вод для орошения. М.: Колос, 1973. С. 67–69.
2. Нестерова Г. С. Возможность использования соленых вод для орошения сельскохозяйственных культур: (Аналит. обзор). М., 1972. 99 с.
3. Решеткина Н. М., Барон В. А., Якубов Х. Вертикальный дренаж орошаемых земель. М.: Колос, 1966. 232 с.
4. Чембарисов Э. И., Бахритдинов Б. А. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии. Ташкент: Укитувчи, 1989. 231 с.
5. Якубов М. А., Якубов Х. И., Якубов Ш. Х. Коллекторно-дренажной сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение. Ташкент: Узбекистан, 2011. 189 с.
6. Костяков А. Н. Основы мелиораций. М.: Сельхозгиз, 1960. 622 с.
7. Антипов-Каратаев И. Н., Кадер Г. М. О мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию // Почвоведение. 1961. №3. С. 15-19. EDN: YROBGZ
8. Можейко А. М., Воротник Т. К. Гипсование солонцеватых каштановых почв УССР, орошаемых минерализованными водами, как метод борьбы с осолонцеванием этих почв // Труды УкрНИИГиМ почвоведения. 1958. Т. 3. С. 111-208.

9. Szabolcs I., Darab K. Irrigation water quality and problems of soil salinity // *Acta agronomica-Academiae Scientiarum Hungaricae*. 1982.
10. Ковда В. А., Минашина Н. Г., Егоров В. В. Почвы аридной зоны как объект орошения. М.: Наука, 1968. 222 с.
11. Буданов М. Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения. Киев: Урожай, 1970. 48 с.
12. Wilcox L. V. Determining the quality of Irrigation Water, *Agricultural Information Bulletin*, No. 197 // USDA, Washington, DC. 1958.
13. Гапона Е. Н. К теории обменной адсорбции в почвах // *Журнал общей химии*. 1933. Т. 3. №2. С. 33-42.
14. 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>
15. Rustamov Y. I., Jafarov A. M., Gasimov K. M., Bakhyshev D. R. Potentaility of utilising water for irrigation of the main Mil-Karabakh collector // *Mechanics*. 2022. V. 42. №8. P. 58-64.

#### References:

1. Minashina, N. G. (1973). Oroshenie mineralizovannymi vodami i raschet promyvnoy rezhima. In *Ispol'zovanie mineralizovannykh vod dlya orosheniya*, Moscow, 67–69. (in Russian).
2. Nesterova, G. S. (1972). *Vozmozhnost' ispol'zovaniya solenykh vod dlya orosheniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: (Analit. obzor)*. Moscow. (in Russian).
3. Reshetkina, N. M., Baron, V. A., & Yakubov, Kh. (1966). *Vertikal'nyi drenazh oroshaemykh zemel'*. Moscow. (in Russian).
4. Chembarisov, E. I., & Bakhritdinov, B. A. (1989). *Gidrokimiya rechnykh i drenazhnykh vod Srednei Azii*. Tashkent. (in Russian).
5. Yakubov, M. A., Yakubov, Kh. I., & Yakubov, Sh. Kh. (2011). *Kollektorno-drenazhnoi stok Tsentral'noi Azii i otsenka ego ispol'zovaniya na oroshenie*. Tashkent. (in Russian).
6. Kostyakov, A. N. (1960). *Osnovy melioratsii*. Moscow. (in Russian).
7. Antipov-Karataev, I. N., & Kader, G. M. (1961). O meliorativnoi otsenke polivnoi vody, imeyushchei shchelochnyuyu reaktsiyu. *Pochvovedenie*, (3), 15-19. (in Russian). EDN: YROBGZ
8. Mozheiko, A. M., & Vorotnik, T. K. (1958). Gipsovanie solontsevatykh kashtanovykh pochv USSR, oroshaemykh mineralizovannymi vodami, kak metod bor'by s osolontsevaniem etikh pochv. *Trudy UkrNIIGiM pochvovedeniya*, 3, 111-208. (in Russian).
9. Szabolcs, I., & Darab, K. (1982). Irrigation water quality and problems of soil salinity. *Acta agronomica-Academiae Scientiarum Hungaricae*.
10. Kovda, V. A., Minashina, N. G., & Egorov, V. V. (1968). *Pochvy aridnoi zony kak ob'ekt orosheniya*. Moscow. (in Russian).
11. Budanov, M. F. (1970). *Sistema i sostav kontrolya za kachestvom prirodnykh i stochnykh vod pri ispol'zovanii ikh dlya orosheniya*. Kiev. (in Russian).
12. Wilcox, L. V. (1958). Determining the quality of Irrigation Water, *Agricultural Information Bulletin*, No. 197. *USDA, Washington, DC*.
13. Gapon, E. N. (1933). K teorii obmennoi adsorbtsii v pochvakh. *Zhurnal obshchei khimii*, 3(2), 33-42. (in Russian).
14. 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>

15. Rustamov, Y. I., Jafarov, A. M., Gasimov, K. M., & Bakhyshev, D. R. (2022). Potentaility of utilising water for irrigation of the main Mil-Karabakh collector. *Mechanics*, 42(8), 58-64. (in Russian).

Работа поступила  
в редакцию 23.05.2023 г.

Принята к публикации  
01.06.2023 г.

*Ссылка для цитирования:*

Рустамов Я. И., Эфендиев Г. Д., Джафаров А. М., Касумов Х. М., Велиева З. М. Оценка пригодности вод Главного Миль-Карабахского коллектора для орошения // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №7. С. 107-117. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/92/16>

*Cite as (APA):*

Rustamov, Ya., Efendiev, G., Jafarov, A., Kasumov, H., & Velieva, Z. (2023). Assessment of the Suitability of the Main Mil-Garabakh Collector for Irrigation. *Bulletin of Science and Practice*, 9(7), 107-117. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/92/16>