

ГИДРОЛОГИЯ

Г. А. Осипов

**Подземный сток из озера Севан и родники
Арагатской котловины***

Изучение влияния снижения уровня озера Севан на дебит и химизм родников Арагатской котловины имеет исключительное значение, поскольку все водоснабжение Арагатской котловины, как существующее, так и будущее, основано на родниковой воде.

В результате исследований, выполненных Севанским Гидрометеорологическим Бюро в 1927—30 г.г. [1, 2, 3, 4, 5], была установлена фильтрация из озера Севан. Озерная вода была обнаружена в Ридамал-Макраванских родниках в количестве $2/3$ от общего дебита их. Изучая динамику хлорного числа в указанных родниках, исследователи пришли к выводу, что фильтрация из озера происходит с верхних горизонтов и что при сработке озера на 10 метров она должна прекратиться. Участие озера в питании прочих родников Арагатской котловины Севанским Гидрометеорологическим Бюро отрицалось.

Вопросу о том—связаны ли родники Арагатской котловины с озером Севан или нет и какова дальнейшая судьба мощных родников, выклинивающихся в бассейне реки Раздан (Занги), в частности Крхбулагских, в связи со спуском озера Севан—уделялось много внимания, причем исследователи приходили иногда к противоположным выводам. Одни отрицали вообще всякую возможность фильтрации из озера, другие допускали ее, но в очень ограниченных размерах и, наконец, были и такие, которые склонны были думать, что основные родники Арагатской котловины, как например: Крхбулагские, Арзаканские, Гюмушские, Алапарские, Гарнинские и другие получают питание из озера Севан и в результате его спуска должны будут иссякнуть или, в лучшем случае, уменьшить свой дебит.

Все эти высказывания нельзя считать голословными. Каждый из авторов [6, 7, 8] старался на каком-то материале обосновать свою концепцию.

Наличие таких разноречивых мнений, безусловно, приводило к

* По исследованиям Водно-Энергетического Института АН Арм. ССР.

некоторой неуверенности при решении конкретных практических задач, связанных с вопросом использования того или иного родника, хотя бы в качестве источника водоснабжения, обостряло интерес к этому вопросу и требовало дальнейшего изучения этого вопроса в современных условиях, т. е. в реальных условиях снижения уровня озера Севан.

Именно в связи с этим обстоятельством Водно-Энергетическим Институтом Академии Наук Армянской ССР (ВЭНИ) с 1946 года были организованы систематические наблюдения за режимом некоторых основных родников Араратской котловины, к числу которых были отнесены в первую очередь Рндамал-Макраванские родники (Ахтинский район), как имеющие несомненную связь с озером Севан, на которую явно указывали химизм вод и модуль подземного стока, затем Крхбулагские, Гюмүшские, Гарвинские и другие.

Наблюдения эти продолжаются и по настоящее время. Наибольший интерес в данном исследовании представлял вопрос—изменился ли дебит родников после того, как уровень озера снизился на 2,5—3,0 метра?

Для решения этого вопроса следовало попытаться, в первую очередь, восстановить действовавшие в 1928—30 г.г. гидрометрические створы на Рндамал-Макраванских родниках, учитывающие суммарный дебит отдельных групп родников и по ним вести наблюдения в настоящее время. Однако, в существующих условиях, когда некоторые родники затоплены (Макраванские), другие подперты (Рндамальские), а по реке Раздан проходят расходы, в 25—30 раз превышающие бытовые, возможная ошибка измерения расходов, величина которых превышает дебит выходящих в русло реки Атарбемянских и Макраванских родников (основная масса), восстановить прежние гидростворы, естественно, было невозможно. Поэтому, в целях изучения изменений дебита родников в связи с понижением уровня озера, ВЭНИ было приступлено к наблюдениям над дебитом отдельных родников рндамальской и атарбемянской групп, которые выходят выше уреза воды в р. Раздан.

Среди многочисленных выходов Рндамал-Макраванских родников, допускающих непосредственное производство замеров, оказались следующие девять, считая их сверху вниз по течению реки Раздан: „Баклачи“ (№ 96), „Авазани“ (№ 95), „Ерванди“ (№ 97), „Дзкан-Джрагаци“ (№ 98), „Ахпюрнер II“ (№ 101), „Чрик“ (№ 102), „Тамеи“ (№ 104), „Карвансарайский“ (№ 105) и „Бери“ (№ 108). Условия выхода остальных трех родников „Ахпюрнер I“ (№ 100), „Хшой I“ (№ 107) и „Камурджи“ (№ 110)—исключали эту возможность.

Если суммарный дебит за 1948 г. всех перечисленных родников принять за 100%, то характеристика их по мощностям представится в следующем виде:

Таблица 1

№№ родников	96	95	97	98	101	102	104	105	108	
Дебит в % ‰	0,0003	2,7	0,001	76	9	0,002	0,0006	8,1	4,2	100

Как это видно из таблицы 1, наиболее мощным родником является родник № 98 — „Дзкан-Джрагац“. Фактически он состоит из двух групп родников, непосредственно примыкающих друг к другу. Одна из групп носит название „Дзкан“, а другая „Джрагац“. Отметки выходов „Джрагац“ выше отметок выходов родника „Дзкан“ на 1,0—1,10 м. Будучи водообильным родником, № 98 практически не реагирует на случайные воды местного происхождения, как-то: дождевые, талые и другие, стекающие с территорий, непосредственно примыкающих к месту выхода родника, поскольку количество их составляет ничтожный процент по сравнению с количеством воды, поступающей из основного источника питания. Однако этого нельзя сказать о маломощных родниках, к числу которых относятся такие родники, как №№ 96, 97, 102 и 104. Они, безусловно, в самой сильной форме реагируют на всякие случайные воды. Подметить эти случайные воды, а тем более учесть их в количественном отношении абсолютно не представлялось возможным. Они в большинстве неуловимы.

Из всего этого следует, что делать какие-либо предположения о происхождении Рндамал-Макраванских родников или говорить об их режиме в реальных условиях снижения уровня озера Севан возможно, только основываясь на гидрографах мощных родников, к числу которых, в первую очередь, относится родник „Дзкан-Джрагац“ (№ 98). С этой точки зрения значимость родника № 98 сильно возрастает.

Ввиду невозможности восстановления „старых“ створов ВЭИИ были организованы трехлетние (1946—1948 г.г.) наблюдения за дебитами отдельных выходов Рндамал-Макраванских родников. Наряду с этим, большое значение было придано гидрохимическому методу, который в данном случае допускал возможность непосредственного сопоставления солевого состава воды за два периода—до начала спуска озера Севан и в процессе спуска.

За истекшие три года по девяти родникам было произведено свыше 500 замеров дебитов с одновременным определением температуры воды и выполнено 272 химических анализа проб воды.

В таблице 2 сопоставляются среднегодовые дебиты некоторых родников из числа Рндамалских, имеющих замеры, выполненные ВЭИИ в более ранние сроки (1940—1942 г.г.) в связи с составлением кадастра родников Арагатской котловины, положенным потом в основу им же составленной Генеральной схемы водоснабжения Арагатской котловины.

Принимая условно величину дебитов родников №№ 95, 98 и 100, замеренных в 1940 году, и № 97 и № 101, замеренных в 1942 г., за 100%, изменения таковых за истекшие годы в %/о выразятся в следующих цифрах:

Таблица 2

Годы	№№ родников				
	95	97	98	100	101
1940	100	—	100	100	—
1942	—	100	99	50	100
1946	—	63	91	1	—
1947	650	61	72	1	—
1948	650	51	68	1	53

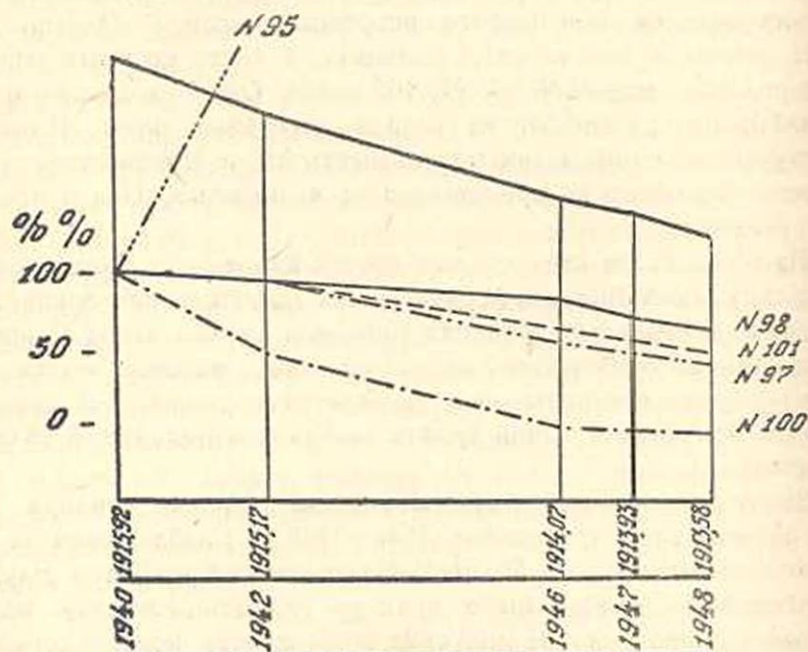


График сработки уровня озера Севан за 1940—1948 г.г. и уменьшения, в связи с этим, дебита Рядамальских родников.

Таблица 2 определенно указывает на происшедшие изменения дебитов, которые, как в этом убедимся мы ниже, должны быть приписаны озеру Севан. Снижение уровня озера Севан за 1940—1948 г.г. примерно на 2,5 м (по сравнению с уровнем 1929 г.) вызвало уменьшение дебита основного родника № 98 на 30%, которое произошло как вследствие иссякания группы под названием „Джрагаци“, так и иссякания части выходов под названием „Дзкан“. Родник № 100, известный под названием „Ахпюрнер I“, имеющий отметки несколь-

ко более высокие, чем отметки „Джрагаци“, практически иссяк еще в 1946 году. Почти вдвое уменьшили свой дебит и другие родники — „Ахпюрнер II“ (№ 101) и „Ерванди“ (№ 97).

Таким образом, снижение уровня озера уже заметно сказалось на дебите Рвдамал-Макраванских родников.

Отмеченное в таблице 2 снижение расходов родников за период 1940—48 г.г., убедительно увязывающееся с фактом снижения уровня озера Севан, получает еще большее подтверждение при сопоставлении с расходами родников смежных бассейнов, не имеющих отношения к озеру Севан, где за эти годы по метеорологическим условиям отмечается не непрерывное уменьшение дебитов, а их колебания с обычными для данных родников амплитудами (см. табл. 6 и 7).

Совсем иначе реагировал на это обстоятельство родник № 95. Его дебит по сравнению с прошлым увеличился более чем в шесть раз. Как увидим ниже, одновременно с увеличением дебита заметно изменился также и солевой состав его воды. Пресная в прошлом вода в настоящее время содержит все признаки, присущие озерной воде. Увеличение дебита произошло, как это видно из дальнейшего, в результате увеличения фильтрации из реки Раздан в связи с увеличивающимися из года в год попусками из оз. Севан. Геологические условия береговой полосы р. Раздан благоприятствуют указанной фильтрации.

За количественными изменениями последовали и качественные изменения воды родников. Так, например, если сравнить содержание некоторых характерных ионов в воде отдельных родников за два периода 1927—1930 г.г. и 1948 г., приняв за 100% среднее содержание их в 1927—1930 г.г., то по отдельным родникам будем иметь следующую картину изменения химизма к 1948 году в %:

Таблица 3

№№ родников	Ca	Mg	Cl
95	102	109	125
98	135	83	87
101	113	92	99
102	128	97	—
105	119	102	101
108	115	73	90
110	114	90	94

Из таблицы 3 легко усмотреть повсеместное увеличение иона Ca и уменьшение ионов Mg и Cl. Исключение составляет родник № 95, где, наоборот, наблюдается увеличение ионов Mg и Cl, т. е. тех ионов, которыми богата озерная вода.

Гидрометеорная вода характерна преобладанием в ней иона Ca над ионом Mg. Вода же озера Севан характеризуется значительным

преобладанием иона Mg над ионом Ca. Поэтому их соотношение является весьма характерным показателем для обнаружения увеличения или ослабления влияния озера.

В таблице 4 приведены коэффициенты, полученные как частное от деления иона Mg на ион Ca, выраженные в миллиграмм-эквивалентах.

Таблица 4

№№ родников	$\frac{rMg}{rCa}$	
	1927—30 г.г.	1948 г.
95	1,28	1,36
98	2,32	1,45
101	2,73	2,20
102	2,74	2,06
105	2,68	2,27
108	2,79	1,76
107	2,53	2,01
110	1,89	1,48

Если сопоставить эти величины с той же величиной для озерной воды, равной $\frac{rMg}{rCa} = 2,72$, то легко заметить, что родниковые воды Ридамал-Макравана в первом периоде стояли много ближе к озерной, чем во втором периоде. Вода родников в прошлом больше напоминала озерную, чем теперь. Другими словами, озерная, составляющая смеси во втором периоде уменьшилась и коль скоро уменьшился и дебит родников, то отсюда вывод—происшедшие количественные и качественные изменения логически увязываются с уменьшением фильтрации из озера Севан.

Изменение химического состава воды родника № 95, выразившееся в увеличении во втором периоде содержания в воде иона Mg и в особенности иона Cl' , определенно указывает на усилившееся влияние озерного фактора. На это указывает и гидрометрия. Это обстоятельство, как мы видели выше, могло быть вызвано исключительно влиянием реки Раздан с её большими попусковыми расходами, особенно усилившимися с 1946 года, когда по Раздан, на участке от истока до впадения в неё р. Мармарик (Маман), стали проходить расходы, более чем в 20—25 раз превышающие бытовые.

Несколько слов о термическом режиме Ридамал-Макраванских родников.

В прошлом было установлено, что температура воды отдельных родников в течение года не была подвержена каким-либо колебаниям. Она была постоянной. Наблюдения ВЭИ за 1947 и 1948 г.г.

подтверждают это постоянство. В особенности хорошо подчеркивается это наблюдениями 1948 года, в течение которого температура воды каждого родника определялась в среднем по 40 раз и неизменно показывала одну и ту же величину, но отличную от температуры первого периода.

Сравнивая температуру воды (таблица 5) за два периода, можно заметить увеличение ее во всех родниках, за исключением родника № 110, где она сохранила свою первоначальную величину.

Таблица 5

Годы	№№ родников							
	95	98	101	102	105	108	107	110
1927—30	9,5	9,1	8,7	8,9	8,7	7,4	7,4	7,4
1948	9,9	9,8	9,2	9,1	9,0	7,7	7,6	7,4

Особенно заметно это увеличение в роднике № 98, являющемся в настоящее время ведущим. На снижение уровня озера Севан в наиболее сильной форме реагировал он: снизил свой дебит на 30%, приобрел новый химический облик, став ближе к химии метеорной воды своего бассейна питания и, наконец, изменил свою термику. Все эти изменения, безусловно, нужно приписать уменьшению фильтрации из озера Севан, поскольку во всем остальном естественно-историческая обстановка прошлого не подверглась никаким изменениям.

Теперь посмотрим, сказалось ли снижение уровня озера Севан на основных родниках Араратской котловины?

Возьмем Крхбулагские родники. Если дебит их, замеренный в 1926 году, примем за 100%, то последующие замеры представятся в следующем виде:

Таблица 6

1926	1928	1929	1930	1942	1945	1947	1948
100	99	103	111	101	110	113	107

Таблица 6 определенно подтверждает устойчивость дебита группы родников. Снижение озера, как это видно из таблицы, никакого влияния на родники не оказывает.

Не реагировали на снижение озера также и Гюмушские родники. Их дебит, замеренный в августе 1947 г., даже несколько (7%) превысил дебит, замеренный в июле 1929 г.

Мало изменился и солевой состав воды. Если отношение $\frac{rMg}{rCa}$ в

1929 году составляло 1,31, то в 1947 г. оно показало почти ту же величину—1,25.

Алапарские родники показывают следующую динамику дебита в ‰:

Таблица 1

VII 1929	XI 1935	X 1937	X 1940	X 1941	X 1942	XIII 1947
100	101	93	75	113	98	152

Приведенные цифры определенно отрицают всякое влияние озера на режим данной группы родников. Наблюдаемые колебания дебита должны быть приписаны водности того или иного года, а также сезонному характеру режима родников.

Рассмотрим, наконец, родники села Гарни. Они замерялись ВЭИ три раза—28/IX—1940г., 17/X—1942 г. и 14/VIII—1947 г. Температура воды этого родника при всех замерах оставалась неизменно равной 7,2°. Что же касается дебита, то его величина по той же причине, что и для Алапарских, подвергалась постоянному изменению. Так, например, замер, произведенный в 1942 г., показал увеличение дебита по сравнению с 1940 г. на 28‰, а последующий замер по сравнению с тем же годом показал увеличение уже на 60‰.

Заканчивая на этом краткий обзор качественных и количественных изменений, происшедших за истекшие годы в основных родниках Араратской котловины, можно указать на то, что снижение уровня озера Севан отразилось лишь на Рндамал-Макраванских родниках. Что же касается остальных родников Араратской котловины, то контрольные замеры, выполненные за последние два года, определенно указывают на то, что снижение озера не отразилось ни на дебите родников, ни на их солевом составе. Изменения того и другого нужно приписать только сезонным колебаниям, но никак не влиянию уровня озера Севан.

На основе всего того, что было сказано выше, можно сделать следующие выводы:

1. В результате снижения уровня озера Севан на 2,5—3,0 м фильтрация из озера заметно уменьшилась.

2. На уменьшение фильтрации из озера Севан реагировали все родники рндамал-макраванской группы, за исключением родника „Авазани“ (№ 95).

3. Снижение уровня озера Севан особенно заметно сказалось на дебите самого мощного родника этой группы—на роднике „Дзкан-Джрагаци“ (№ 98), снизившего свой дебит примерно на 30‰.

4. В связи с большими попусковыми расходами фильтрация воды из реки Раздан увеличилась. Пока что наиболее заметно сказалась она на дебите и химии родника „Авазани“ (№ 95).

5. Отмечено заметное повышение температуры воды во всех

родниках риадал-макраванской группы. Наибольшее повышение, порядка одного градуса, отмечено в роднике № 98.

6. Во всех родниках, начиная от № 98 и вниз по течению реки Раздан, температура воды в течение года остается практически неизменной. Такое постоянство отмечено и в прошлом, но только при более низких значениях температуры воды.

7. В связи с увеличившимися попусками из оз. Севан, в результате ввода в эксплуатацию постоянного водоприемника на озере, доступными для непосредственного использования остались три родника за №№ 98, 101 и 105. Из них наиболее мощным является родник № 98, который и должен быть рекомендован в качестве основного источника водоснабжения при решении практических задач. Родники за №№ 101 и 105 сравнительно маломощны и не могут являться надежными источниками водоснабжения.

8. Фильтрация из озера происходит с верхних горизонтов, а не с глубоких. Иначе говоря, предположение о том, что фильтрация из озера прекратится при некотором снижении его уровня, оправдывается.

9. Снижение озера Севан примерно на 2,5—3,0 м не отразилось на дебите и химизме основных родников Араратской котловины, что дополнительно подтверждает отсутствие их связи с оз. Севан.

Водно-Энергетический Институт
Академии наук Армянской ССР.

Поступило 25 VI 1949.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов В. К.—Водный баланс оз. Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна. Ч. IV, Ленинград, 1938.
2. Соколов А. П.—Бюллетень Бюро Гидромет. исследований на озере Севан (Гокча) № 7—8. Эривань, 1929.
3. Соколов А. П.—Подземный сток воды из озера Севан. Изд. Севанского Гидромет. Бюро. Ч. I, вып. 4. Эривань, 1934.
4. Ляпши С. Я.—Материалы гидрохим. исследований. Изд. Севанского Гидромет. Бюро. Ч. IV, вып. I. Ленинград, 1932.
5. Киреев И. А.—Гидрограф. работы на озере Севан. Изд. Севанского Гидромет. Бюро. Ч. V. Ленинград, 1933.
6. Турцев А. А.—Гидрогеол. очерк бассейна реки Занги. Изд. АН СССР, Ленинград, 1931.
7. Паффенгольд К. Н.—Бассейн озера Гокча (Севан). Тр. Всесоюзного Геологоразвед. объединения НКТП СССР. Вып. 219. Изд. ОНТИ, 1934.
8. Кузнецов С. С.—Гидрогеология Северо-Западного побережья озера Гокча. Изд. АН СССР, Ленинград, 1929.

Գ. Ա. Օսիպով

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՀՈՍՔԸ ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻՑ ԵՎ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ԴԱՇՏԻ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Այն հարցը, թե Արարատյան դաշտի աղբյուրները կապված են արդյոք Սեանա լճի հետ և ինչ է կատարվելու նրանց հետ Սեանա լիճն իջեցնելիս, դրված է եղել և անցյալում և հետագա տարիներին, ըստ որում տարբեր հետազոտողներ երբեմն դալիս էին իրար հակառակ եզրակացությունների. նրանց մի մասն առհասարակ հերքում էր լճից ֆիլտրացման հնարավորությունը. մյուսներն այդ հնարավոր էին համարում, բայց սահմանափակ քանակով, և վերջապես կային հետազոտողներ, որոնք կարծում էին, որ Արարատյան դաշտի հզոր աղբյուրները, ինչպես օրինակ՝ Ղրթառլաղի, Արզաքանի, Գյումուշի, Ալափարսի, Գառնիի և ուրիշները, մասամբ սնվում են Սեանա լճից և լճի իջեցման հետևանքով նրանք պետք է ցամաքեն, կամ լավազույն ջրի ելքը պետք է պակասի: Այս հակասական կարծիքներն այս կամ այն աղբյուրի օգտագործման հետ կապված գործնական կոնկրետ խնդիրները լուծելիս առաջացրել են որոշ անվստահություն և սրել այդ հարցով զբաղվելու անհրաժեշտությունը, պահանջելով նրա նոր լուծում՝ Սեանա լճի իջեցման ուսկ պայմաններում:

Այդ հանգամանքի շնորհիվ Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Զբաղ-էներգետիկ Ինստիտուտում 1946 թվից Արարատյան դաշտի որոշ աղբյուրների վրա կադմակերպվեցին սիստեմատիկ դիտողություններ: Այդ աղբյուրների թվում առաջին հերթին Ռնդամալ-Մաքրավան (Ախտալի շրջան) աղբյուրներն էին, որոնք, անկասկած, կապված էին Սեանա լճի հետ:

Առանձին աղբյուրների ջրի ելքի և աղբի պարունակության փոփոխության վերաբերյալ կատարված 3 տարվա (1946—48 թ.թ.) դիտողություններով պարզված է, որ Սեանա լճի մակարդակը 2,5—3 մետր իջեցնելու հետևանքով լճից ֆիլտրացումն զգալի կերպով պակասել է: Ֆիլտրացման նվազումն այս կամ այն աստիճանով արտահայտվել է Ռնդամալ-Մաքրավան խմրի բոլոր աղբյուրների վրա, բացի մեկից՝ Ալազանի աղբյուրից, որի ելքն աճել է Հրազդան (Ջանգու) գետից եղած ֆիլտրացման շնորհիվ: Լճի մակարդակի իջեցումն զգալիորեն անդադարձավ այդ խմրի ամենամեծ աղբյուրի՝ Ջկան-Ջրաղացի ելքի վրա, որը պակասեց մոտ 30 տոկոսով: Սեանա լճի վրա մշտական ջուրընդունելի շահագործման հետևանքով լճից ջրի ելքի ավելացման կապակցությամբ անմիջական օգտագործման համար մատչելի երեք աղբյուր մնաց, որոնցից երկուսը Ռնդամալ գյուղում (Ջկան-Ջրաղացի և Աղբյուրներ II), իսկ մեկը՝ Ախարբեկյան (Գարվանսարա) գյուղում: Նշված երեք աղբյուրներից ամենամեծը Ջկան-Ջրաղացի աղբյուրն է, որը գործնական կոնկրետ խնդիրներ լուծելիս պետք է առաջադրվի որպես ջրամատակարարման հիմնական աղբյուր:

Ֆիլարացումը լճից տեղի ունի բարձր հորիզոններից, և ոչ թե խորքերից և նրա մակարդակի որոշ իջեցումից հետո պետք է դադարի: Ինչպես ցույց են տվել մի շարք տարիների գիտողությունները, Սեանա լճի մակարդակի իջեցումն Արարատյան դաշտի հիմնական աղբյուրների ելքի և քիմիական բաղադրության վրա չանդրադարձավ, որը մի ավելորդ անդամ ապացուցում է Սեանա լճի հետ եղած կապի բացակայությունը: