

بنية جريان المياه الجوفية الحرة العائدة لتوضعات البازلت المشقق في محيط بحيرة قطينة ودوره في نقل الملوثات

الدكتور بشار ريشة *
الدكتور عبد اللطيف يوسف **
ديما بلوط ***

(قبل للنشر في 2006/6/28)

□ الملخص □

وقع اختيارنا لهذا البحث نتيجة ملاحظة وجود ملوثات في المياه الجوفية العائدة للبازلت النيوجيني المشقق في محيط بحيرة قطينة. وقد استخدمنا لتنفيذ البحث الجولات الحقلية العملية، التي نفذنا خلالها عملية مسح هيدروجيولوجي، كما قمنا بتحديد شبكة آبار للمراقبة خلال العامين 2003-2004. وقد أكد تحليل عينات المياه المأخوذة من شبكة الآبار وجود التلوث، إضافة إلى تأكيده لتمرکز أكبر قيم لشوارد F^- قرب الشركة العامة للأسمدة وإثباته للدور الضعيف لذي يلعبه الجريان الجوفي في نقل الملوثات. هذا وقد تم تأكيد النتائج السابقة من خلال حساب زمن الرشح ثم حساب التصريف المفترض لمعرفة وجود اتصال بين مياه البحيرة والمياه الحرة. وبناءً عليه وضعنا خريطة هيدروإيزوهيس أكدنا ما توصلنا إليه من نتائج التحاليل الكيميائية وحساب زمن الرشح، وهكذا فقد أتضح تماماً دور الجريان في نقل الملوثات. حيث حد مخروط الانخفاض المحلي الموحد قرب الشركة العامة للأسمدة من انتشار الملوثات F^- ، القادمة من الشركة المذكورة، والتي بينت نتائج البحث أنها أهم مصدر للتلوث في منطقة الدراسة.

كلمات مفتاحية: حوض العاصي - بحيرة قطينة - هيدروجيولوجيا - هيدروكيمياة - تلوث.

* أستاذ مساعد، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة دمشق، سوريا.

** أستاذ، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

*** طالبة دراسات عليا، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة دمشق، سوريا.

The Structure of the Cracked Neogene Basalt Ground Free Water Flow around Qutina Lake and Its Role in Moving Contaminants

Dr. Bashar Reshah *
Dr. Abd Allateef Yousef **
Dima Ballout ***

(Accepted 28/6/2006)

□ ABSTRACT □

We have chosen to do this research as a result of finding contaminants in the Cracked Neogene Basalt around Qutina Lake. The research was carried out through practical field studies in which we had a hydrogeological scan and we marked a net of observation wells for 2003 -2004. The water samples which were tested from the net were confirmed to be contaminated. Moreover, the tests showed a centralization of the highest (F⁻) values especially in the chemical ith area of General Fertilizer Company. The study has also proved the effect, the ground water flow has in moving the contaminants. The previous results were confirmed through calculating the filtration period and the presupposed discharge as a way to prove a link between the water of the lake and the unconfined aquifer. According to what we had so far, we put two hydroisohpis maps which also proved the results we got through chemical analysis and the calculated filtration time. Therefore, undoubtedly the flow plays a part in moving the contaminants. We can see the drawdown cone of the area near the General Fertilizer Company reduced the pollution; which was mainly caused by the work of the company, which speeds the (F⁻) anion. All the results wear clarified in this field study.

Key words :Asi basin – Qutina Lake – Hydrogeology – Hedrochemistry – Pollution .

*Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Damascus University , Damascus, Syria .

** Professor, Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

***Postgraduate Student, Department of Geology, Faculty of Science, Damascus University, Damascus, Syria.

المقدمة:

تقع منطقة الدراسة في محيط بحيرة قطينة، في الجزء الجنوبي الغربي من حوض العاصي، ضمن المنطقة الوسطى من سورية، إلى الجنوب الغربي من مدينة حمص، على الحدود الفاصلة بين الصخور البازلتية والرسوبية الشكل (1).

يبلغ طول بحيرة قطينة 12 كم وعرضها 5 كم وارتفاعها عن سطح البحر أقل من 500 م. المناخ السائد هو المناخ شبه الجاف الذي يتصف بشتاء ماطر معتدل وصيف حار وجاف.

يقدر متوسط درجة الحرارة صيفاً حوالي (25.15) درجة مئوية، وشتاءً حوالي (15.9) درجة مئوية. ويصل معدل الهطول المطري السنوي حوالي [500] ملم. (الأرصاد الجوية)

هيدروجيولوجياً تتألف صخور المنطقة الحاملة للماء، وبشكل كامل، من توضعات البازلت النيوجيني المشقق. وهو عبارة عن صبات مختلفة، ذات سماكة بين (20 - 40) م، تتناوب مع الغضار، الذي تتراوح سماكته بين عدة سنتيمترات إلى (2 - 3) م. لا يحمل الغضار صفة الانتشار الواسع، بل ينتشر بشكل موضعي. لا تملك الصبات البازلتية صفات تشقق ومسامية واحدة. إن بنية البازلت بهذا الشكل، وتتناوب مع طبقات الغضار تؤدي إلى تشكل نطاقات مائية عديدة ذات مناسيب مختلفة. يعتبر البازلت المصمت أو طبقات الغضار، الطبقات الكريمة نسبياً، أما الطبقات المائية فهي بعض الصبات البازلتية في أماكن محدودة وليس على كامل مساحة انتشارها. (غروغبيرو فودخوذ، 1979).

تستثمر مياه الحامل المائي بواسطة مجموعة كبيرة من الآبار. وتستخدم مياه الآبار بشكل أساسي لري المناطق الزراعية المحدودة في محيط البحيرة، وبعض الصناعات البسيطة كصناعة البلوك، كما أنها تستخدم أحياناً للشرب.

تقع على الجانب الشرقي لبحيرة قطينة وبشكل ملاصق تماماً لبلدة قطينة الشركة العامة للأسمدة الشكل (2). وهي تحوي ثلاثة معامل لإنتاج الأسمدة المختلفة. تستخدم الشركة لإنتاج هذه الأسمدة الفوسفات السورية (يتشكل الفوسفات بشكل عام في الطبيعة من منشأين رئيسيين، منشأ ناري حيث يتواجد عنصر الفوسفور ضمن فلز الأباتيت $Ca_{10}(PO_4)_5F_2$ ، ومنشأ من أصل رسوبي حيث يتواجد عنصر الفوسفور بأشكال عديدة تسمى الفوسفورايت، وخامات الفوسفات السورية هي من نوع كربوناتوفلورأباتيت وهي ذات منشأ رسوبي (بيريني، 1996)) مع الكثير من المواد الكيميائية والماء. يتم التخلص من بقايا هذه الصناعة، وذلك حسب تعليمات إدارة الشركة، إلى أحواض الترسيب قرب بحيرة قطينة.

أهمية البحث:

تعاني أغلب دول العالم من مشكلة تلوث المياه الجوفية، ومهما اختلفت مصادر هذه الملوثات، وطرق وصولها إلى المياه الجوفية فالنتيجة واحدة، وهي تردي نوعية المياه الجوفية بحيث تصبح غير صالحة للاستخدامات المختلفة. وسورية كغيرها من دول العالم تعاني من هذه المشكلة في عدة مناطق. ففي محيط بحيرة قطينة، بينت نتائج التحاليل الكيميائية المنفذة من قبل مديرية الري العامة لحوض العاصي، لعينات مائية مأخوذة من آبار مختلفة وبشكل عشوائي زمنياً ومكانياً وجود كميات كبيرة لشاردة الفلور الضارة (F^-) تجاوزت 1.5 ملغ/ل في بعض هذه الآبار. كما ظهر في الصحافة السورية العديد من المقالات حول تلوث المياه الجوفية، ومياه بحيرة قطينة، والوسط المحيط بها،

وانتشار الكثير من الأمراض في المنطقة بسبب الشركة العامة للأسمدة. بناءً على ما سبق قررنا اختيار هذا البحث لرصد تطور قيم إحدى الشوارد الملوثة (F^-) في المياه الجوفية، وإيضاح مصادر وصولها إلى هذه المياه، ودور جريان المياه الجوفية في نقل الملوثات .

طرائق البحث والمناقشة:

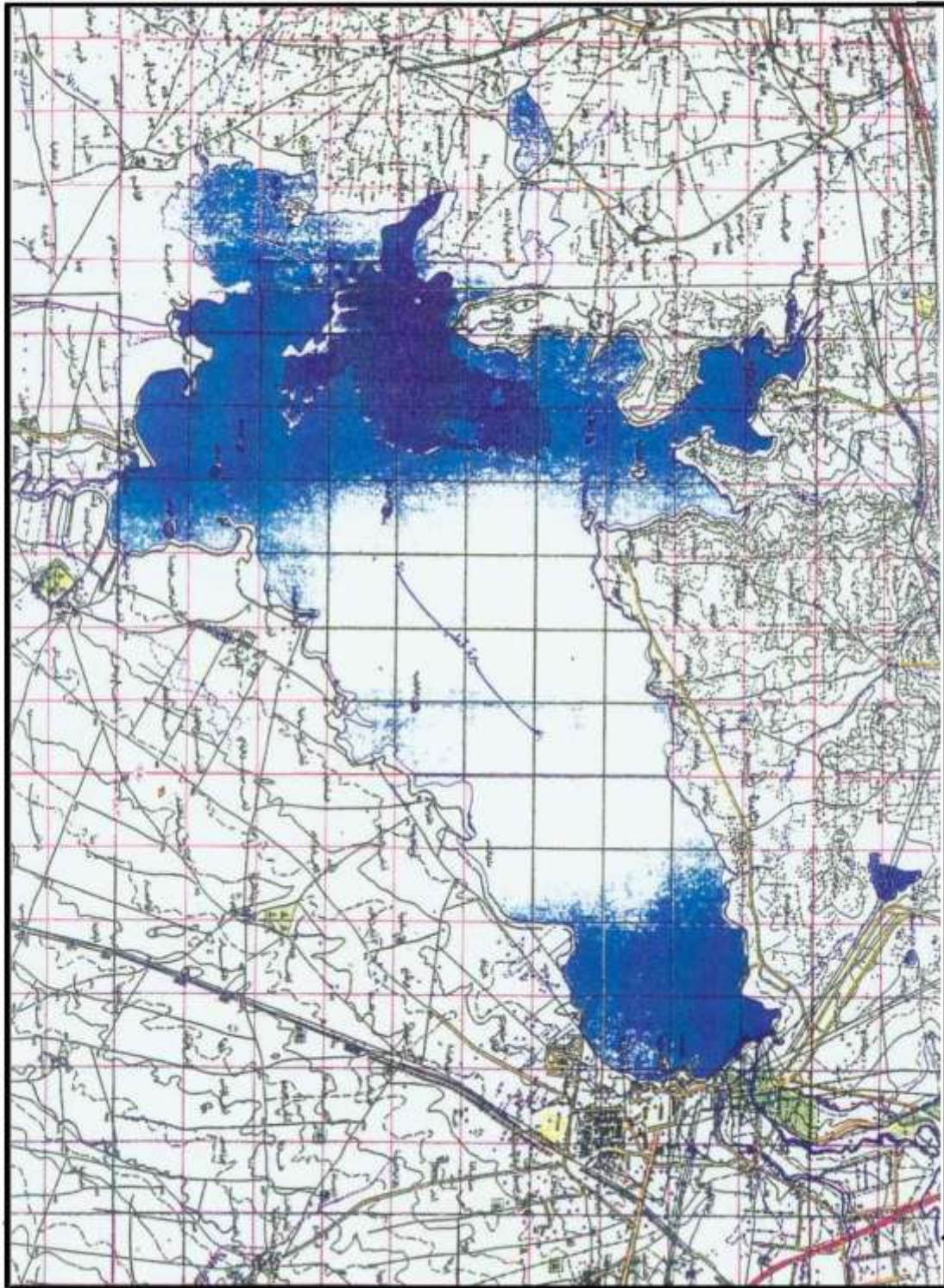
لتنفيذ البحث قمنا أولاً بعدة جولات حقلية توصلنا بنتيجتها إلى ما يلي:

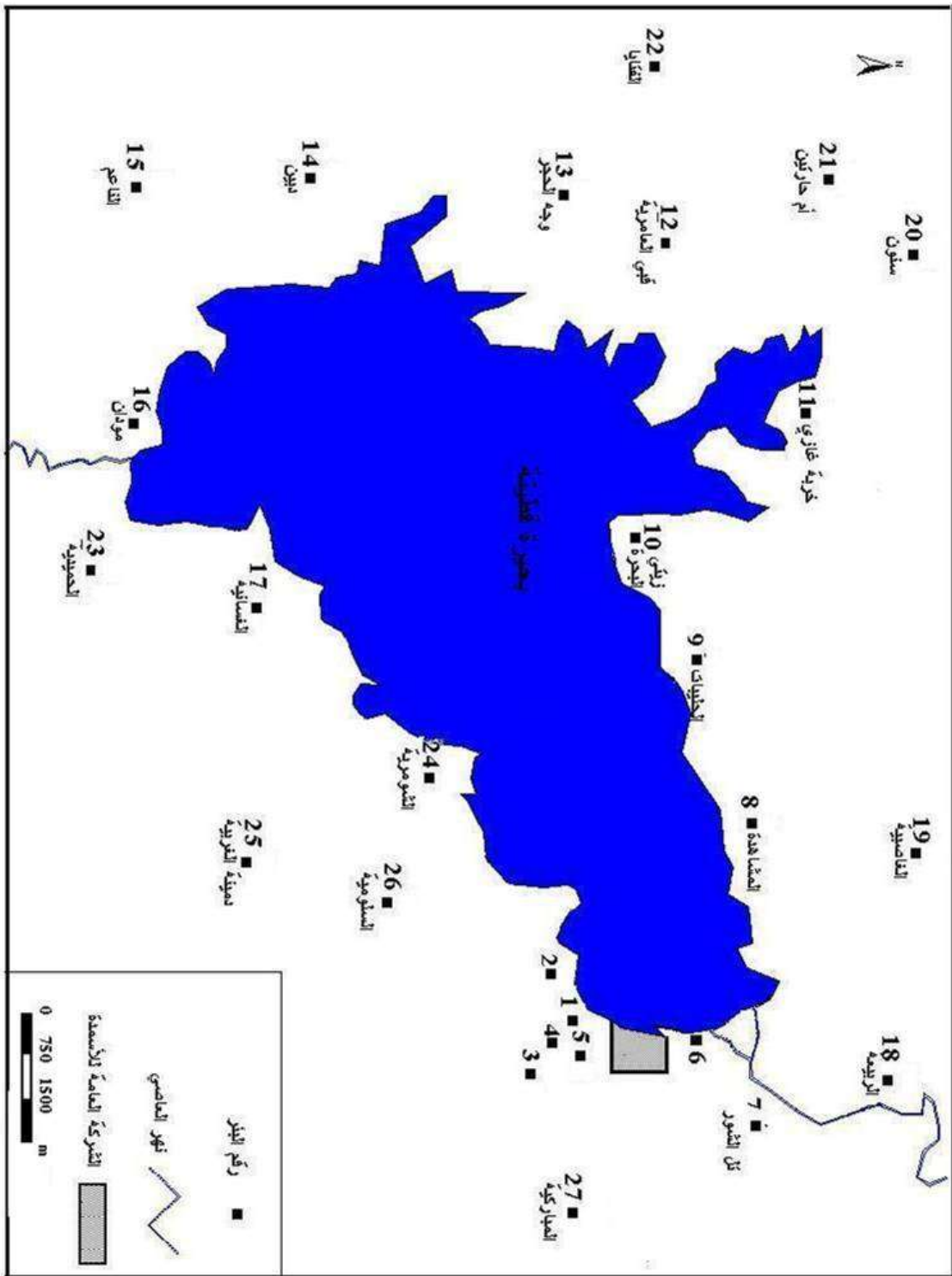
- 1 - بلغ عدد الآبار الاستثمارية في منطقة البحث حوالي / 1100 / بئراً .
 - 2 - تراوحت أعماق الآبار بين 60 و120 م .
 - 3 - تراوحت تصاريف الآبار بين 0.15 و1.2 ل/ثا .
 - 4 - إن جميع الآبار مكسية، ومتوسط نصف قطر الجزء المجمع للماء 0.05 م .
 - 5 - جميع الآبار ملكية خاصة ونظام عملها عشوائي.
 - 6 - المساحات المزروعة حول البحيرة والتي تستخدم السماد محدودة، وتتزايد بالابتعاد عن البحيرة جنوباً وشرقاً
- الشكل (3).

الشكل رقم (3) صورة فضائية تبين توزع الغطاء النباتي في محيط بحيرة قطينة.

- 7 - تم تحديد شبكة مراقبة مكونة من (27) بئراً استثمارياً. كان العدد الأكثر من هذه الآبار قرب الشركة العامة للأسمدة (6) آبار وتوزعت بقية الآبار بشكل شبه منتظم على منطقة البحث الشكل (2).
- 8 - تم أخذ عينات مائية من شبكة المراقبة بمعدل ثلاث جولات سنوياً (شهر أيار وآب وتشرين الأول) للعام 2003 و(شهر أيار وآب وتشرين الأول) للعام 2004، تم اختيار الفترات السابقة بشكل يوافق الحد الأعظمي والأدنى لمنسوب المياه الجوفية والفترة الثالثة بينهما. وتم تحديد الشوارد الأساسية بالإضافة لشاردة الفلور. تظهر نتائج التحاليل في الجداول (1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6) .

الشكل (1) جزء من خارطة طبوغرافية مقاييس 1:100000، أنتجتها هيئة تقنيّة بحريّة و قبطيّة و الأراضي المحيطيّة بها





الشكل (2) : موقع الشركة العامة للأسمدة ومواقع البئر شبكة المراقبة



الشكل رقم (3) صورة فضائية تبين توزع الغطاء النباتي في محيط بحيرة قطينة

الجدول (1) : نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر أيار للعام 2003

نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر أيار للعام 2003									
رقم البئر	PH	T.D.S ملغ/ل	Na ⁺ ملغ/ل	Mg ²⁺ ملغ/ل	Ca ²⁺ ملغ/ل	F ⁻ ملغ/ل	ملغ/ل Cl ⁻	SO ₄ ⁻² ملغ/ل	HCO ₃ ⁻ ملغ/ل
1	6,1	1610	150	300	440	3,1	131,4	600	292,8
2	7,5	1080	220	250	650	3,2	85,9	340,8	256,2
3	6,2	1020	90	100	230	3,4	115	552	292,8
4	6,1	1635	92	105	250	4,7	89	310,1	353,8
5	5,9	1420	200	240	668	8,43	170,4	326,4	262,3
6	6,5	680	10	25	65	0,52	125	102,2	329,4
7	6,7	585	11	36	75	0,58	75	92	359,9
8	7,4	375	11	40	62	0,68	85,2	105	219,6
9	7,66	356	6	32	54	0,25	71	88	195,2
10	7,5	372	6	19	52	0,29	78	86	164,7
11	7,6	380	7	20	47	0,32	68	78	237,9
12	7,3	280	6	22	48	0,35	60,4	88	164,7
13	7,6	345	9	30	65	0,42	72	102	231,8
14	7,62	330	13	50	98	0,42	86	110	225,7
15	7,3	640	15	48	110	0,47	92	130	439,2
16	7,4	985	5	46	112	0,21	95,2	120	140,3
17	7,3	750	6	18	62	0,18	80,4	98	439,2
18	7,4	210	2	8	18	0,29	67,5	95	280,6
19	7,36	722	18	53	120	0,4	87	114	439,4
20	7,6	357	6	28	65	0,18	78,2	108	237,9
21	7,7	285	3	12	28	0,3	89,5	122,8	195,2
22	7,3	282	4	11	23	0,46	81,2	114	122
23	7,2	510	16	69	108	0,41	60,4	78	170,8
24	7,4	385	21	80	143	0,49	87	75,2	225,7
25	7,2	430	22	70	140	0,53	77,6	94	213,5
26	7,1	380	50	50	91	0,96	82,7	82,5	195,2
27	7,3	355	3	24	42	0,2	93	71,4	207,4

الجدول (2) : نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر آب للعام 2003

نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر آب للعام 2003									
رقم البئر	PH	T.D.S ملغ/ل	Na ⁺ ملغ/ل	Mg ²⁺ ملغ/ل	Ca ²⁺ ملغ/ل	F ⁻ ملغ/ل	ملغ/ل Cl ⁻	SO ₄ ⁻² ملغ/ل	HCO ₃ ⁻ ملغ/ل
1	6,7	2010	130	310	450	3,4	115	696	207,4
2	6,2	1550	210	240	600	3,7	182,1	326,4	244,2
3	5,8	1265	90	100	240	4,5	92	320	280,6
4	5,4	1850	90	190	220	5,2	80,6	326,4	341,6
5	5,6	1510	180	235	645	8,6	152,7	331,2	274,5
6	5,1	750	9	20	50	0,47	134,9	120	341,6

7	6,9	685	11	34	68	0,6	68	75	207,4
8	6,8	420	10	30	66	0,67	80	100	207,4
9	7,1	400	5	34	50	0,25	70	86,4	183
10	7,2	390	7	27	55	0,38	76,2	84	170,8
11	7,2	420	5	24	40	0,24	72	85,4	195,2
12	7,3	480	5	26	42	0,3	66	89,8	317,2
13	7,6	650	7,5	29	50	0,47	120	175	256,2
14	7,2	340	13	39	86	0,51	80	108	256,2
15	7,4	670	14	42	90	0,49	92	128	451,4
16	7,4	880	19	40	95	0,32	95,9	125	152,2
17	7,5	490	6	20	55	0,22	75,9	94	317,2
18	7,4	250	1	4	12	0,32	81,2	101	262,3
19	7,2	680	16	80	110	0,42	90,4	128	439,5
20	7,6	345	5	30	55	0,17	94	132	280,6
21	7,2	240	4	12	26	0,4	96	136	152,2
22	7,3	260	3	10	21	0,45	102	149	146,4
23	7,2	480	17	66	118	0,4	69	94	219,6
24	7,5	390	23	65	123	0,48	115,9	79,2	250,1
25	7,2	420	13	70	110	0,3	89,7	81,4	237,9
26	7,2	370	57	53	71	0,96	120	78,5	219,6
27	7,2	345	3	21	33	0,2	103	75,5	225,7

الجدول (3) : نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر تشرين الأول للعام 2003

نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر تشرين أول للعام 2003									
رقم البئر	PH	T.D.S ملغ/ل	Na ⁺ ملغ/ل	Mg ²⁺ ملغ/ل	Ca ²⁺ ملغ/ل	F ⁻ ملغ/ل	ملغ/ل Cl ⁻	ملغ/ل SO ₄ ⁻²	ملغ/ل HCO ₃ ⁻
1	6,2	2500	500	310	600	4,4	81,7	724	183
2	6,3	1450	558	400	720	3,9	218	459,8	231,8
3	6,1	1300	403	200	650	5,2	159,8	580,8	341,6
4	6,3	1320	516	180	670	5,9	92	380	353,8
5	5,5	1550	1006	600	1500	9,2	124,3	350,4	292,8
6	5,9	850	9	26	60	0,53	135	120	378,2
7	6,8	750	14	32	78	0,67	74,6	89	335,5
8	7,8	480	12	30	75	0,69	74	75	189,1
9	7,76	445	7	46	53	0,36	80	72	231,8
10	7,72	440	9	20	67	0,32	78	88	164,7
11	7,52	480	8	19	51	0,43	65	77	219,6
12	7,51	610	8	26	59	0,3	60	88,3	237,9
13	7,74	725	6	16	31	0,65	130	185	274,5
14	7,81	420	29	51	149	0,6	94	125	231,8
15	7,43	710	16	53	108	0,56	99	143	427
16	7,34	980	36	105	360	0,38	101,4	145	189,1
17	7,52	680	6	26	66	0,29	105	148	311,1

18	7,54	250	3	15	37	0,3	90	162	298,9
19	7,36	700	21	67	153	0,42	98	148	475,8
20	7,83	350	9	50	96	0,18	90,8	142	256,2
21	7,82	220	5	10	27	0,4	92	140,5	134,2
22	7,54	250	5	12	28	0,45	108	156	134,2
23	7,48	550	25	40	125	0,69	175	99,4	317,2
24	7,53	405	26	25	177	0,52	125	72	237,9
25	7,49	450	17	22	125	0,42	135	76	280,8
26	7,37	440	67	39	96	0,98	140	88	331,8
27	7,41	410	8	31	62	0,3	110	77	219,6

الجدول (4) : نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر أيار للعام 2004

نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر أيار للعام 2004									
رقم البئر	PH	T.D.S ملغ/ل	Na ⁺ ملغ/ل	Mg ²⁺ ملغ/ل	Ca ²⁺ ملغ/ل	F ⁻ ملغ/ل	Cl ⁻ ملغ/ل	SO ₄ ⁻² ملغ/ل	HCO ₃ ⁻ ملغ/ل
1	6,2	1400	400	146	660	4,2	124,25	709,92	195,2
2	7,7	1420	450	122	800	3,7	202,35	572,4	213,5
3	6,6	1450	327	182	460	6,4	192,25	620,1	167,75
4	6,3	1620	300	150	540	5,5	134,9	450,24	244
5	5,2	1650	700	61	1100	9,4	318,4	470	137,25
6	6,6	710	9	12	60	0,5	209,45	1472	335,5
7	6,4	570	12	61	80	0,65	150	145	329,4
8	7,2	395	13	22	64	0,61	112	96,2	231,8
9	7,7	380	6	36	60	0,36	85,3	90,1	262,3
10	7,9	330	5	39	60	0,29	85	87,5	158,6
11	7,7	390	9	29	52	0,40	75	78	213,5
12	7,5	490	9	17	56	0,39	80	114	256,2
13	7,8	650	14	19	68	0,68	70,4	189	286,7
14	7,2	475	34	29	116	0,8	81,7	122	237,9
15	7,7	620	37	49	148	0,7	210	288,8	396,5
16	6,2	1310	107	126	512	0,63	112,5	215,04	250,1
17	7,25	740	7	22	68	0,31	65	104	420,9
18	7,35	250	5	15	24	0,29	65	98	292,8
19	7,2	610	23	49	128	0,42	125	80	414,8
20	7,6	418	10	50	97	0,21	110	220	347,7
21	7,7	320	7	18	38	0,41	105	189,2	274,5
22	7,5	265	22	15	24	0,46	60	119	158,6
23	7,6	890	42	41	140	0,61	221,88	249,6	396,5
24	7,5	630	54	27	180	0,61	175	285	469,7
25	7,3	445	32	51	136	0,45	159,8	185	335,5
26	7,5	380	60	134	96	0,96	90	62	256,2
27	7,25	395	12	25	58	0,41	65,8	49,2	274,5

الجدول (5) : نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر آب للعام 2004

نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر آب للعام 2004									
رقم البئر	PH	T.D.S ملغ/ل	Na ⁺ ملغ/ل	Mg ²⁺ ملغ/ل	Ca ²⁺ ملغ/ل	F ⁻ ملغ/ل	Cl ⁻ ملغ/ل	SO ₄ ⁻² ملغ/ل	HCO ₃ ⁻ ملغ/ل
1	6.6	2140	210	450	690	5,6	188,15	820,2	213,5
2	6.4	1850	350	650	900	4,4	102,6	680,16	228,8
3	5.5	1680	140	350	500	7,4	98,69	710,4	195,5
4	5.3	1980	132	320	570	6,7	181,05	490	219,6
5	5.2	1890	452	850	1210	12,3	298	580	128,1
6	6.6	740	19	40	75	0,48	195,25	145,8	317,2
7	6.5	632	20	44	79	0,57	147	162	292,8
8	7.2	420	9	36	45	0,65	105	131	256,2
9	7.3	460	10	20	69	0,42	69,2	42,5	237,9
10	7.3	395	6	32	58	0,35	82,5	40	213,5
11	7.5	425	6.6	25	55	0,38	98	50	225,7
12	7.3	520	5.6	24	56	0,38	83,2	142,2	378,2
13	7.7	680	13	32	70	0,8	112,4	182,4	317,2
14	7.5	489	20	40	110	0,87	120,7	141,5	347,7
15	7.2	628	27	54	140	0,74	198,5	254,4	524,6
16	7.2	1380	30	60	150	0,9	149.1	246.24	231.8
17	7.6	765	10	30	68	0,38	69,7	100,5	481,9
18	7.3	235	6	7	42	0,4	80,9	124,8	292,8
19	7.2	650	14	86	100	0,45	137,8	97,8	475,8
20	7.2	550	6	32	65	0,25	121,8	209,3	414,8
21	7.4	420	4	14	29	0,51	127,2	197,6	225,7
22	7.4	245	3	15	22	0,48	67,3	122,1	73,2
23	7.3	930	27	70	136	0,62	205,9	249,6	408,7
24	7.2	685	24	64	123	0,64	103,2	148,2	420,9
25	7.3	510	16	71	114	0,4	149,1	191,2	353,8
26	7.3	420	45	68	150	0,97	94,8	47,2	207,4
27	7.2	435	1	24	45	0,5	71,8	32,8	225,7

الجدول (6) : نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر تشرين الأول للعام 2004

نتائج تحاليل عينات المياه خلال شهر تشرين أول للعام 2004									
رقم البئر	PH	T.D.S ملغ/ل	Na ⁺ ملغ/ل	Mg ²⁺ ملغ/ل	Ca ²⁺ ملغ/ل	F ⁻ ملغ/ل	Cl ⁻ ملغ/ل	SO ₄ ⁻² ملغ/ل	HCO ₃ ⁻ ملغ/ل
1	6.2	2730	504	320	560	6,1	173,95	830,5	198,25
2	6.3	1950	658	400	740	5,7	195,25	770,72	213,5
3	6.4	1820	423	210	460	8,2	181,05	730,08	170,8
4	6.3	2240	506	200	550	8,4	220,1	495,6	207,4
5	5.7	2228	1176	500	1200	14,6	292	635	122,1
6	6	1890	10	20	50	0,48	202,35	145,7	256,2
7	6.8	790	23	42	77	0,68	138,4	173	414,8

8	6.9	470	25	40	76	0,65	197	189,7	329,4
9	7.2	535	10	36	52	0,4	87,8	47,6	213,5
10	7.3	448	13	18	65	0,42	80,7	32,4	195,2
11	7.7	485	10	19	52	0,4	110	38,4	176,9
12	7.8	638	11	23	55	0,45	65,7	146,2	353,8
13	7.7	750	19	14	28	0,75	128,9	192	289,75
14	7.8	515	92	49	116	0,89	124,3	149,9	256,2
15	7.56	850	68	50	98	0,8	220,1	282,3	481,9
16	7.65	1630	120	125	200	1,64	166,85	241,4	262,3
17	7.56	780	10	24	65	0,4	67,3	150,8	292,8
18	7.54	265	5	15	32	0,4	86,8	128,7	256,2
19	7.36	710	22	68	150	0,45	147,3	84,2	420,9
20	7.8	580	12	45	85	0,3	137,5	197,6	378,2
21	7.9	475	4	11	25	0,55	132,5	195,2	256,2
22	7.6	310	4	13	27	0,48	84,2	120,3	73,2
23	7.5	980	25	45	125	0,68	177,5	227,52	378,2
24	7.7	750	32	23	160	0,69	192,4	247	414,8
25	7.4	580	17	20	118	0,4	223,7	291,8	475,8
26	7.3	550	20	42	84	1,1	96,5	49,4	256,2
27	7.2	510	8	22	45	0.5	83.2	45.6	286.7

بينت نتائج التحاليل الكيميائية تواجد لشاردة الفلور في المياه الجوفية بقيم متباينة، فبالقرب من الشركة العامة للأسمدة تراوحت قيم شاردة الفلور بين 5.7 ملغ/ل في البئر رقم (2) وحتى 14.6 ملغ/ل في البئر رقم (5)، أما في بقية المناطق حيث تنتشر الزراعة المحدودة فتراوحت قيم (F^-) بين 0.3 ملغ / ل في البئر (20) وحتى 0.89 ملغ/ل في البئر (14). وظهرت قيم مرتفعة ل (F^-) في بعض الآبار حيث بلغت في البئر (16) في آخر فترة القياس 1.64 ملغ /ل، وفي البئر (26) في آخر فترة القياس 1.1 ملغ /ل .

مما سبق توصلنا للنتائج التالية:

- أ- إن الشركة العامة للأسمدة هي مصدر أساسي لوصول شاردة الفلور إلى المياه الجوفية.
 - ب- استخدام الأسمدة على المساحات المزروعة هو مصدر ثاني لوصول شاردة الفلور إلى المياه الجوفية.
 - ت- هناك احتمال لوصول شاردة الفلور (F^-) إلى المياه الجوفية من مياه بحيرة قطينة.
 - ث- يمكن أن نستنتج من التركيز المرتفع لشاردة الفلور بالقرب من الشركة العامة للأسمدة وقلة ازدياد التركيز أفقياً بالرغم من أن الشركة تعمل منذ عشرات السنين أن دور جريان المياه الجوفية في نقل الملوثات محدود.
- لتأكيد النتائج السابقة كان لابد من تنفيذ الخطوات التالية :

1) حساب الزمن اللازم للرشح عبر منطقة التهوية على المساحات المزروعة والمروية، وإمكانية حدوث الرشح :
وتم ذلك باستخدام المعادلة التالية (SHTENGELOV, R.S, 2005) (مجموع محاضرات حركة المياه الجوفية - جامعة موسكو الحكومية - قسم الهيدروجيولوجيا ، 2005) :

$$t = \frac{m_o n_o}{\sqrt[3]{w^2 k_o}} \quad (1)$$

حيث: m_o سماكة منطقة التهوية، n_o المسامية الفعالة، k_o عامل الرش لتوضعات منطقة التهوية، w شدة الرش (ذو المنشأ الطبيعي أو الناشئ عن مياه الري) .
ولقد تم لحساب t اختيار حالتين:

أ- عندما تكون سماكة منطقة التهوية $m_o = 5$ م، ويعتمد القيم التالية حسب غروزغبيرو فودخوذ (1979) عامل الرش يساوي 0.2 - 0.98 م/يوم، وتُعدّ القيمة الوسطية ل k_o هي 0.59 م/يوم، $n_o = 0.01$ و $w = 5 \times 10^{-5}$ م/يوم \approx 20 ملم / سنة. وهكذا يكون الزمن اللازم للرشح عبر منطقة التهوية هو حوالي 44 يوماً.
ب- إذا كانت سماكة منطقة التهوية $m_o = 10$ م، ونظراً لأن تشقق البازلت يتناقص أحياناً مع العمق فقد استخدمنا القيمة الأدنى ل $k_o = 0.2$ م/يوم، $n_o = 0.05$ ، وكذلك فإن شدة الرش تتناقص أيضاً مع العمق وهي تساوي تقريباً $W = 2.5 \times 10^{-5}$ م/يوم \approx 10 ملم / سنة، ويتعويض هذه القيمة بالعلاقة السابقة فإن زمن الرشح عبر منطقة التهوية يساوي تقريباً 1000 يوماً.

(2) حساب الزمن اللازم للرشح الناتج عما يفقد من مياه الصرف الصناعي مباشرة على أرض الشركة : تكون شدة هذا الرشح عادةً كبيرةً ويتم حساب الزمن اللازم للرشح t بالمعادلة (SHTENGELOV, R.S, 2005) :

$$t = \frac{m_o n_o}{k_o} \quad (2)$$

تم حساب t ضمن المعاملات السابقة:

$$m_o = 5 - 10 \text{ م، } n_o = 0.01 - 0.05, k_o = 0.2 - 0.98 \text{ م/يوم .}$$

فكان الزمن اللازم للرشح من 0.25 حتى 0.5 يوم .

(3) حساب الزمن اللازم لرشح مياه البحيرة الحاوية على (F^-) باتجاه البازلت النيوجيني المشقق الحامل للماء :
مثل هذا الرشح ممكن عندما تتواجد آبار استثمارية قرب حدود البحيرة يكون فيها منسوب المياه الجوفية أدنى من منسوب مياه البحيرة. يتم حساب الزمن اللازم لحركة مياه البحيرة نحو البئر ذي التصريف Q_c والموجود على بعد L_o من حدود البحيرة بالمعادلة (SHTENGELOV, R.S, 2005) :

$$t = \frac{2}{3} \frac{\Pi m n L_o^2}{Q_c} \quad (3)$$

حيث m سماكة البازلت المشقق، وحسب غروزغبيرو فودخوذ فإنه لا يصيب التشقق كل سماكة البازلت .
ولقد اعتمدنا لحساب t القيم الآتية:

$m = 100 - 50 = 50$ م، $n = L_0 - 0.01 = 200 - 0.01 = 199.99$ م، $Q_C = 0.5$ ل/ثا وهي القيمة الأكثر شيوعاً لتصاريف الآبار في منطقة الدراسة (القياسات الحقلية المنفذة من قبل الباحث).

فإذا كان: $m = 100$ م، $n = 0.05$ ، $Q_C = 0.5$ ل/ثا، $L_0 = 200$ م فإن $t \approx 26$ سنة .

وإذا كان: $m = 50$ م، $n = 0.01$ ، $Q_C = 0.5$ ل/ثا، $L_0 = 500$ م فإن $t \approx 17$ سنة .

نستنتج من الحسابات السابقة أن:

(1) أهم مصدر لوصول الملوثات إلى المياه الجوفية هو الرشح الرأسي عبر منطقة التهوية على أرض الشركة العامة للأسمدة.

(2) المصدر الثاني من حيث الأهمية لوصول الملوثات إلى المياه الجوفية هو الرشح على الأراضي المروية.

(3) المصدر الأقل أهمية هو الرشح من مياه البحيرة وذلك ممكن ضمن شريط ضيق قرب البحيرة، هذا ولا بد من توفر شرط آخر وهو وجود اتصال هيدروليكي بين البحيرة والمياه الجوفية وذلك لمعرفة حركة الملوثات، ولوضع خارطة الهيدروايزوهيبس التي تبين دور الجريان في نقل الملوثات، ومن أجل ذلك كان لابد من تنفيذ الخطوة التالية في البحث وهي تحديد حركة جريان المياه الحرة في البازلت المشقق:

تتم هجرة مركبات (F^-) بواسطة تيار المياه الجوفية بشكل متوافق مع حركة الجريان. ولمعرفة اتجاه الجريان وسرعة الهجرة لابد من وضع الشبكة الهيدروديناميكية للجريان أي الهيدروايزوهيبس وخطوط الجريان . ولوضع خارطة الهيدروايزوهيبس قمنا بقياس منسوب المياه الجوفية في آبار شبكة المراقبة بالإضافة لتحديد الارتفاع المطلق لمياه البحيرة ومياه نهر العاصي الجدول (7). وهذا وأن الإنشاء الدقيق للشبكة الممثلة لحركة الجريان يتطلب حل السؤال الآتي بالنسبة لكل بئر:

هل يوجد جريان من البحيرة نحو البئر؟ يرتبط بحل هذا السؤال وضع مستوي الهيدروايزوهيبس ذي الارتفاع 500 م. فإذا لم يكن هناك جريان من البحيرة نحو البئر فهذا يعني أنه يوجد بين البحيرة والبئر فاصلة مائية محلية بارتفاع مطلق أعلى من ارتفاع مياه البحيرة وفي الحالة المعاكسة تكون كل الارتفاعات المطلقة لسطح الجريان بين البئر والبحيرة أدنى من منسوب المياه في البحيرة ونستطيع حل السؤال السابق كميّاً بمساعدة التصريف المفترض : (SHTENGELOV, 1988)

$$\bar{Q} = \frac{Q_c}{\Pi q_e L_0} \quad (4)$$

الجدول (7) يبين الارتفاع المطلق لمناسيب الآبار ومنسوب بحيرة قطينة (م) - أيار 2003

الارتفاع المطلق للمنسوب (م)	رقم البئر
493.12	1
488.6	2
489.4	3
497.6	4
497.06	5
498	6
484.6	7
349.7	8
417.6	9
498	10
488.2	11
457.2	12
458.75	13
477	14
496.5	15
498.15	16
485.5	17
460.7	18
508.2	19
457	20
499.3	21
455.4	22
495.05	23
487.9	24
499.7	25
496.8	26
510.2	27
499.5	الارتفاع المطلق لمنسوب بحيرة قطينة (م)

Q_c تصريف البئر، q_e التصريف النوعي للجريان الطبيعي (حسب شبكة الجريان ذات العرض l م) L_0 بعد الآبار عن حدود البحيرة. ويوجد -حسب المعادلة السابقة - جريان من البحيرة إلى البئر إذا تحقق الشرط الآتي $\bar{Q} > 1$. (SHTENGELOV, 1988). ولحساب \bar{Q} لابد من تحديد الجريان الطبيعي q_e ، ولأجل ذلك لا بد من معرفة قيمة الناقلية المائية T . وبما أنه لا توجد أية معطيات عن تجارب ضخ نفذت سابقاً في هذه المنطقة، كان لا بد من تنفيذ بعض التجارب. إن عدم تعاون السكان لم يسمح لنا بإجراء سوى تجربتي ضخ على البئرين (3, 9) وهي تجارب ضخ أحادية على آبار ذات تصريف ثابت، حصلنا بنتيجتها على قيم تقريبية ل T و K ، ويبين الجدولان (8 و 9) نتائج تجارب الضخ. من المفيد أن نذكر أن معظم تجارب الضخ تتغير فيها بعض شروط العمل مما يؤثر على تفسير النتائج، هذه التغيرات يجب أن تسجل وتراعى أثناء الحسابات WEIGHT and (SNDRGGR, 2000).

تم حساب T , K باستخدام المعادلتين الآتيتين (BOREVSKI ; SAMSONOV ; YAZVEN, 1988):

$$T = 0.183 \frac{Q}{Ct} \quad (5)$$

$$K = \frac{T}{h} \quad (6)$$

h السماكة الفعالة ولقد اعتبرناها مساوية ل 10 م تقريباً في البئرين لأن التشقق لا يصيب كامل سماكة البازلت كما ذكرنا. الجدول (10) يبين قيم T , K حسب نتائج الضخ :

الجدول (10) يبين قيم T , K اعتماداً على نتائج الضخ :

رقم البئر	T م ² /يوم	K م/يوم	السماكة الفعالة م
3	18.5	1.85	10
9	2.339	0.2339	10

بسبب قلة عدد تجارب الضخ قمنا بحساب تقريبي ل T اعتماداً على قيمة التصريف النوعي للآبار (BOREVSKI ; SAMASOTLOV ; YAZVEN, 1988).

$$T \approx 1.5q \approx 1.5 \frac{Q_c}{S} \quad (7)$$

حيث S : انخفاض المنسوب في الآبار الاستثمارية عند تصريف بقيمة Q_c . تم تقييم الانخفاض في الآبار الاستثمارية بشكل تقريبي انطلاقاً من افتراضنا أن المنسوب الثابت قرب البحيرة كان متوضعاً على عمق l م، وفي الآبار الأبعد على عمق

5-2 م . تم تنظيم نتائج حساب التصريف النوعية والناقلية في الجدول (11) .

بسبب قلة عدد تجارب الضخ قمنا بحساب تقريبي لقيمة T اعتماداً على التصريف النوعي للآبار على أساس

معادلة فورخ غيمير (Forhgimer : (SHTENGELOV, 1988))

$$T = \frac{Q_c}{2\pi IS} \ln \frac{2L_o}{r_c} \quad (8)$$

حيث r_c نصف قطر الجزء المجمع للماء في البئر وهو تقريباً 0.05 م (الجدول 11) .
 بينت الحسابات بأن قيم T للبازلت المشقق غير كبيرة، وقد بلغت شرق البحيرة 5.34 - 14.25 م²/يوم، وفي
 الجزء الشمالي وسطياً بحدود 1.9 م²/يوم، وفي الجزء الغربي وسطياً 4.36 م²/يوم. بمقارنة متوسط قيم T الحسابية
 وقيم T التي حصلنا عليها نتيجة لتجارب الضخ نجد أن هناك تقارباً كبيراً بين القيمتين. هذا ويجب التنويه إلى أن
 التجارب الكثيرة بينت أن الآبار الاستثنائية تتصف بشيء من المقاومة الإضافية نتيجة لتجمع المواد الناعمة على
 الفلتر وفي الجزء القريب من البئر المستوي الحامل للماء، مما يؤدي لزيادة الانخفاض الحقيقي للمنسوب، لانخفاض
 التصريف النوعي. لذلك ففي الحسابات اللاحقة تم اتخاذ قيمة الناقلية المائية شرق البحيرة مساوية لـ 9 م²/يوم .

تجربة الضخ الأولى - البئر رقم (3) - الجدول (8)

المنسوب الستاتيكي : 10.9 م - عمق البئر 60 م - تصريف البئر خلال التجربة : 0.7 ل/ثا = 2.52 م³/ساعة

الجدول (8)

الزمن بالدقيقة	الزمن من بداية التجربة بالساعة	المنسوب م	الزمن بالدقيقة	الزمن من بداية التجربة بالساعة	المنسوب م
0	0	10.9	15	0.25	11.85
1	0.017	11.3	20	0.333	11.9
2	0.033	11.5	30	0.5	11.98
3	0.05	11.6	60	1.0	12.1
4	0.067	11.65	90	1.5	12.1
5	0.083	11.73	120	2.0	12.1
10	0.167	11.82	180	3.0	12.1

تجربة الضخ الثانية - البئر رقم (9) - الجدول (9)

المنسوب الستاتيكي : 86.3 م - عمق البئر 120 م - تصريف البئر خلال التجربة : 0.5 ل/ثا = 1.8 م³/ساعة .

الجدول (9)

الزمن بالدقيقة	الزمن من بداية التجربة بالساعة	المنسوب م	الزمن بالدقيقة	الزمن من بداية التجربة بالساعة	المنسوب م
0	0	86.3	20	0.333	91.3
1	0.017	87.1	30	0.5	92.0
2	0.033	88.1	60	1.0	92.8
3	0.05	88.7	90	1.5	93.3

4	0.067	89.3	120	2.0	93.7
5	0.083	89.5	180	3.0	93.7
10	0.167	90.3	240	4.0	93.7
15	0.25	91.0	300	5.0	93.7

جدول (11) نتائج حساب التصريف النوعية والناقلية للآبار

رقم البئر	عمق المنسوب (م) M	الانخفاض S (م)	Q _c التصريف		q تصريف نوعي م ² /يوم	الناقلية T= 1.5q م ² /يوم	T م ² /يوم حسب فورخ غير	L ₀ البعد عن البحيرة (م)	Q̄
			ل/ثا	م ³ /يوم					
1	5.8	4.5	0.3	25.92	5.76	8.64		175	2.36
2	9.6	8.1	0.55	47.52	5.87	8.8		400	1.89
3	10.9	9	0.7	60.48	6.72	10.08		925	1.04
4	9.3	8	0.5	43.2	5.4	8.1		525	1.31
5	6.8	5.5	0.4	34,6	6.29	9,44		350	1.57
6	5.9	4.5	0.5	43,2	9.60	14,4	13,6	180	3.82
7	15.3	10	0.7	60,5	6,05	9,1		700×	1.38
8	67.2	65	0.35	30.24	0.47	0.7		475	1.01
9	86.3	85	0.5	43,2	0,50	0,8	0,8	290	2.37
10	89.8	88	0.4	34,6	0,40	0,6		300	1.84
11	13.8	13	0.15	12.96	1	1.5		275	0.75
12	62.2	59	1.2	103,7	1,76	2,64		1375	1.2
13	47.9	45	0.8	69,1	1,54	2,3		1750	0.63
14	59.2	55	0.9	77,8	1,41	2,1	2,56	1675	0.74
15	9.4	7	0.75	64.8	9,26	13,89		2175	0.47
16	14.8	13.4	0.6	51,8	3,87	5.8		300	2.75
17	18.1	17	0.7	60.48	3,56	5.34	5,72	600	1.61
18	32.9	31.5	1.1	95,04	3.02	4,52		300×	5.05
19	8.2	4	0.2	17.3	4.325	6.49		2750	0.10
20	53.3	49	0.5	43,2	0.88	1,32		1950	0.35
21	59.3	56	1.1	95,04	1,7	2,55		2075	0.73
22	62.3	58	1.2	103,7	1,79	2,68		3875	0.43
23	15.9	13	0.9	77,8	5,98	9,0		1000	1.24
24	13.9	12	0.6	51,8	4,32	6,4	6,6	250	3.30
25	21.8	17	1.2	103,7	6,10	9.2		2425	0.68
26	22.6	20	1.1	95.04	9.5	14,25		1500	1.01
27	14.9	10	0.8	69,1	6,91	10,4		2575	0.43

x المسافة عن حدود نهر العاصي

وشمال البحيرة 2 م²/يوم (تم حساب T بأخذ متوسط قيم T في الآبار وإضافة قيمة بسيطة لتعويض المقاومة الإضافية التي ذكرناها).

ولحساب التصريف النوعي للجريان الطبيعي تم اختيار شريحتي حساب :

1- الشريحة الأولى : شرق البحيرة بين البئرين (23) و (25) فكان التدرج الهيدروليكي للجريان اعتماداً على منحنيي الهيدروايزوهيبس 500 و 496 م مساوياً ل $I_e = 3 \times 10^{-3}$ ومنه تصريف الجريان : $q_e = 0.027$ م²/يوم .
($q_e = T I_e = 9 \times 3 \times 10^{-3}$) .

2- الشريحة الثانية : تم حساب I_e شمال البحيرة بين البئرين (19 - 20) اعتماداً على منحنيي الهيدروايزوهيبس (500 و 508) م فكانت قيمة I_e مساوية تقريباً 5.7×10^{-3} وتصريف الجريان عند قيمة T المساوية ل 2 م²/يوم هي 0.012 م²/يوم .

تم استخدام القيمة الوسطية ل q_e لتنفيذ الحسابات اللاحقة وهي مساوية ل 0.02 م²/يوم . أظهرت نتائج الحسابات التي تظهر في الجدول (10) عدم وجود جريان من البحيرة للآبار الأكثر بعداً عنها وهي الآبار (13 - 14 - 15 - 19 - 20 - 21 - 22 - 25 - 27) والآبار ذات التصريف الضعيفة البئر رقم (11) .

و بناءً على النتائج السابقة تم وضع خارطة الهيدروايزوهيبس بشكليين (4 - 5) خلال الشهر الخامس 2003 مع أرجحية الشكل (4) حسب رأي الباحثة وذلك بسبب عدم الانتشار الأفقي لقيم (F^-) الكبيرة .

وضحت الخرائط التي تم تنفيذها بناءً على الحسابات السابقة بنية جريان المياه الجوفية على كامل المساحة المدروسة، فظهرت بعض الفواصل المائية المحلية التي منعت الاتصال الهيدروليكي بين المياه الحرة ومياه البحيرة، وظهرت كذلك الاتجاهات المختلفة لحركة الجريان الجوفي في المنطقة المدروسة الشكليين (4 - 5) .

النتائج:

مكنت دراسة نتائج التحاليل الكيميائية وخرائط الهيدروايزوهيبس ومعالجتها من الوصول إلى النتائج الآتية:

1. يلاحظ أكبر تجمع للشاردة الملوثة (F^-) لتلوث المياه الجوفية في الآبار (1 - 2 - 3 - 4 - 5) التي تقع جنوب الشركة العامة للأسمدة، وهكذا تصل الملوثات إلى تلك الآبار من منطقة الشركة العامة للأسمدة مع جريان المياه الجوفية الذي يتحرك من البحيرة باتجاه الشركة ومن ثم باتجاه مخروط الانخفاض الموحد لهذه الآبار (الشكل 4) . في هذه الحالة فإن انتشار الجريان والملوثات غير ممكن خارج حدود مخروط الانخفاض الموحد. أما في حالة الخريطة الثانية (الشكل 5) فيمكن للجريان أن يتحرك وتنتشر الملوثات حتى مدخل نهر العاصي إلى البحيرة تقريباً.

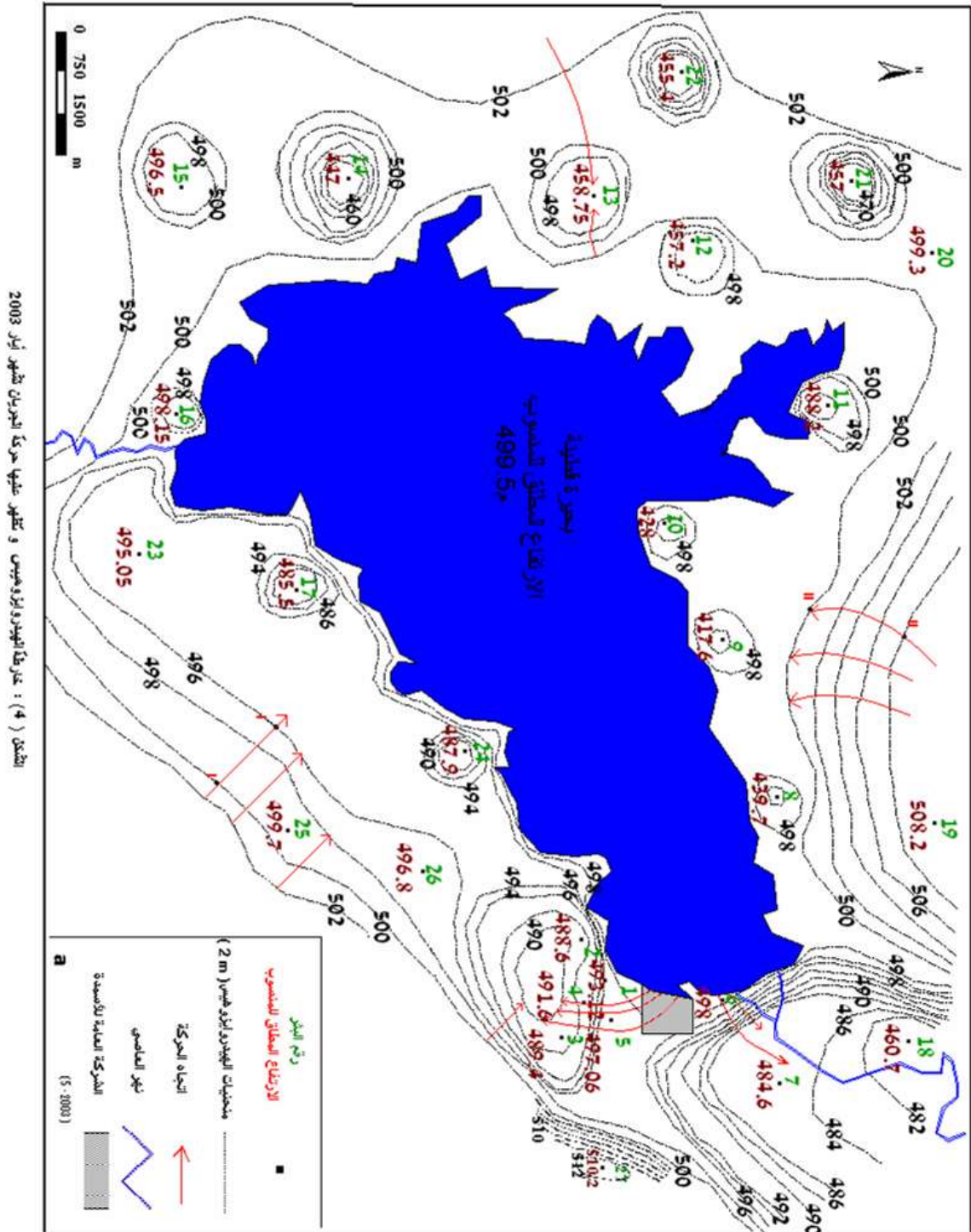
2. الشركة العامة للأسمدة هي المصدر الرئيس لتلوث المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

3. يحدد كمية الملوثات في الآبار الموجودة على مسافة كبيرة من البحيرة بمحتوى هذه الملوثات في مياه الجريان الطبيعي للمياه الجوفية والذي يتلقى التلوث من رشح مياه الري في المناطق المزروعة.

4. في الشريط الضيق والقريب من البحيرة، فإن محتوى المياه الجوفية من شوارد (F^-) يتحدد بوجود هذه الشوارد في مياه البحيرة، نتيجة حركة مياه البحيرة نحو الآبار الاستثمارية وكذلك من المياه الراشحة من مياه الري.

5. لوحظت في البئرين (16) و (23) قيم كبيرة لشوارد (F^-) مخالفة للتوزيع العام لهذه الشاردة في المنطقة.

6. انتشرت في المنطقة بعض الفواصل المائية المحلية، منعت الاتصال بين مياه البحيرة والمياه الجوفية في بعض الآبار، وعقدت حركة المياه الجوفية في المنطقة. ولقد لعب ذلك دوراً إيجابياً في عدم انتشار شوارد (F^-) بقيمها الكبيرة والقادمة مع الجريان الجوفي الحر من أرض الشركة العامة للأسمدة لمسافات كبيرة .



المقترحات:

- 1) لابد من إجراء دراسة تفصيلية لحركة جريان المياه الجوفية في المنطقة باستخدام شبكة آبار أكثر كثافة وأدق توزيعاً، وذلك لتحديد الدقيق لحركة الجريان، وتحديد الوضع الهيدروجيولوجي بشكل دقيق.
- 2) تقييم ظروف عمل الشركة العامة للأسمدة، وظروف التخلص من مياه الصرف الصناعي، وذلك بإجراء دراسة تفصيلية على المساحة التي تتواجد عليها الشركة. مبدئياً السبب هو ضياع كمية كبيرة من المياه الناتجة عن الصناعة عبر أنابيب صرف هذه المياه.
- 3) من الأفضل حفر مجموعة آبار مراقبة للدراسة لجميع الآبار الموجودة هي آبار استثمارية. ونشر بعض هذه الآبار على حدود مخروط الانخفاض الموحد حيث أكبر قيمة للتلوث.
- 4) ضرورة إجراء عملية تنقية للمياه الجوفية الملوثة الموجودة ضمن مخروط الانخفاض الموحد. والتصور الأولي الموجود حالياً هو عكس حركة المياه الراشحة من المياه الصناعية على أرض الشركة العامة للأسمدة نحو مجرى نهر العاصي، وهذا الأمر يحتاج لدراسة تفصيلية إضافية.
- 5) تقييم شامل لمصادر التلوث في المنطقة وتحديد الملوثات المحتمل تواجدها في المياه الجوفية.
- 6) تنفيذ مجموعة من تجارب الضخ الفردية بأكثر من قيمة للتصريف، وكذلك بعض تجارب الضخ الجماعية مع آبار مراقبة للحصول على قيم أدق لكل من T و K وذلك لتدقيق العلاقة بين مياه البحيرة والمياه الجوفية.

المراجع:

- 1- بيريني، عبد الرحمن - الشوائب المرافقة لخامات الفوسفات وكيفية معالجتها، مجلة العلوم الجيولوجية - الجمعية الجيولوجية السورية، العدد التاسع، 1996، ص 79- 83 .
- 2- غروزغبيروفودخوذ (1979) - التقرير الهيدروجيولوجي، حوض العاصي، 1979، ص 228 .
- 3 - وزارة الدفاع، قسم الأرصاد الجوية، تقارير داخلية (1960 - 2004).
- 3- BOREVSKI, B. V ; SAMSONOV, B. G ; YAZVEN, L .S - *Methods of Defining the Coefficients of Aquifers according to the Pumping Data* , Nedra, Moscow ,1988,325pp. (in Russian).
- 4- SHTENGELOV,R.S – *Formation and Evaluation of the Exploited Preserved Free Groundwater*, Nedra, Moscow ,1988, 229pp.(in Russian).
- 5- WEIGHT,W.D and SNDEGGR, J. L - *Manual of Applied Hydrogeology*, McGraw-Hill, New york, 2000, 608pp.