مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (20) العدد (6+7) 1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (20) No (6+7) 1998

التركيب الملحي للمياه الجوفية في الأراضي المروية جنوب مدينة اللاذقية□

د.عدنان إبراهيم*
د.علي الأسعد**
د.محمد دريد علاء الدين***

(قبل للنشر في 1998/5/27)

□ ملخص □

استلزمت دراسة تغير النظام الملحي للمياه الجوفية في الأراضي المروية بين نهري الكبير الشمالي والصنوبر إنشاء شبكة رصد تتألف من 160 بئراً مختلفة الأعماق استمرت القياسات فيها سنة ونصف.

برهنت نتائج الدراسة تغير التوازن الملحي للمياه الجوفية في المناطق التي يقع ليها منسوب المياه على عمق قليل من سطح الأرض، كما بينت النتائج سيطرة بعض الشوارد الكيميائية على التركيب الملحي للمياه الجوفية، التي تبين أنها صالحة من الناحية الكيميائية لري المزروعات عموماً، عدا بعض القطاعات التي تنتشر فيها مياه مالحة نسبياً (أكثر من 1500 ملغ/ل).

□ تندرج هذه المقالة تحت بحث علمي بعنوان: "التغيرات الهيدروجيولوجية ومنعكساتها السلبية على الأراضي المروية مستقبلاً وآفاق استثمار المياه الجوفية في منطقة مشاريع ري سد 16 تشرين"، يقوم به المؤلفون الثلاثة ضمن خطة البحث العلمي بجامعة تشرين،

* مدرس في كلية الهندسة المدنية جامعة تشرين.
** أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنية جامعة تشرين.
*** مدرس في كلية الهندسة المدنية جامعة تشرين.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (20) العدد (6+7) 1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research - Engineering Science Series Vol. (20) No (6+7) 1998

THE MINERAL COMPOSITION OF THE GROUNDWATER OF THE IRRIGATED LANDS SOUTH LATTAKIA

Dr. Adnan Ibrahim*
Dr. Ali Al-Asaad**
Dr. M. Duried Alaeldin***

❐ ABSTRACT ❐

The study of groundwater mineral composition of the irrigated lands in the area between Al-Kabir Al-Shimali and Al-Sanwber rivers necessitated the creation of measurement network of 160 wells of various depths. The measurements lasted one and a half year.

The results of the study proved the imbalance of the mineral composition of the groundwater in the areas where the water-table level is close to the surface. Also, the results showed the dominance of certain chemical ions in the mineral composition of the water.

Generally, the groundwater is adequate for irrigation purposes, excluding certain areas where the groundwater is relatively salty (more than 1500 mg/1).

* Faculty of Civil Engineering – Department of Water Engineering – University of Tishreen – Lattakia – Syria.
** Faculty of Civil Engineering – Department of Water Engineering – University of Tishreen – Lattakia – Syria.
*** Faculty of Civil Engineering – Department of Water Engineering – University of Tishreen – Lattakia – Syria.

مقدمة:

تحتوي المياه في الظروف الطبيعية على الكثير من المواد المنحلة لأن الماء مذيب فعال جداً. يحدد تركيز هذه المواد ونوعيتها مدى صلاحية الموارد المائية الطبيعية للشرب والاستخدامات الاقتصادية. تزداد تراكيز المواد المنحلة في المياه الجوفية بسبب طول فترة تماسها مع الصخور الحاملة. ويلعب الكثير من العوامل دوراً هاماً في تحديد نوعية المياه الجوفية[4]، كالتركيب الفلزي للطبقات الحاملة للمياه، والبنية الهيدرولوجية للمنطقة، وإمكانية تمازج المياه وحدوث تفاعلات جيوكيميائية متبادلة، بالإضافة للنشاط الاقتصادي للإنسان.

تؤدي عمليات الري إلى تغير النظام المائي للتربة الزراعية على أعماق غير قليلة، الأمر الذي ينشأ عنه إعادة توزع الأملاح الموجودة في التربة والمياه الجوفية قبل بدء عمليات الري.

تترافق عملية استثمار الأراضي الزراعية باستخدام المبيدات والأسمدة، التي ينحل جزء منها بمياه الري، كما تنحل بعض أملاح التربة بمياه الري أثناء تسربها باتجاه سطح المياه الجوفية، مما يؤدي إلى تردي نوعية هذه المياه من الناحية الملحية في المناطق الزراعية.

يتعلق تركيز الأملاح في المياه الجوفية بالمنبع الذي تأتي منه هذه المياه، وأيضاً باتجاه تدفق هذه المياه[3]، ويتوافق وجود هذه الأملاح في المياه الجوفية مع قانون الانحلال المرتكز على التماس الحاصل بين الماء والجسم الترابي، أو الصخر الحامل للماء. من هنا فإن تغيرات تراكيز الأملاح في المياه الجوفية تعود إلى مجموعة عوامل منها: الإرجاع؛ التبادل؛ النتح؛ التبخر؛ الهطول المطري؛ سرعة الجريان.

تحصل تفاعلات الإرجاع بفعل عوامل بيوكيميائية وتظهر نتائجها بشكل خاص في تراكيز SO_4^{-2} في المياه الجوفية. وهنا لابد من التذكير بأن المياه الجوفية عندما تتدفق داخل المقطع الترابي، فإن هذا المقطع يمكن اعتباره كمبادل سواءً بالنسبة للكاتيونات أو الأنيونات. لذا فإن حالة من التوازن سوف تحدث بين أيونات المياه الجوفية وسطوح هذه المبادلات. وتزداد تراكيز الأملاح بشكل عام تبعاً لشدة التبخر والانحلال، بالإضافة إلى العوامل المناخية، أي أن تركيز الأملاح في المياه الجوفية يتغير من منطقة لأخرى بحسب الشروط الجيولوجية والمناخية وعمق توضع المياه الجوفية[4].

يتعلق انتقال الأملاح في الترب المشبعة بالماء بعوامل كثيرة، ويمكن التعبير رياضياً عن هذه الحركة بالمعادلة التفاضلية التالية:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - v\frac{\partial c}{\partial x}$$

حيث c: تركيز الأملاح الراشحة في الوسط المسامي، غ/ل؛

v: سرعة الرشح، م/يوم؛

t: مدة المراقبة، يوم؛

x: عمق الطبقة، متر؛

D: معامل الانتشار، م^2/يوم.

منطقة الدراسة (وصف وخصائص):

تشتمل منطقة الدراسة على الأراضي المروية الواقعة في المنطقة الممتدة بين مصب نهر الكبير الشمالي شمالاً ومصب نهر الصنوبر جنوباً، وبين شاطئ البحر المتوسط غرباً وتلال فديو والقطرية شرقاً (الشكل 1).

تتألف المنطقة من سهل ساحلي غربي بارتفاعات لا تتجاوز 10m عن سطح البحر، تنمو فيها أشجار الحمضيات وتزرع الخضار بأنواعها ، ومنطقة تلالية شرقية تنمو فيها بالإضافة إلى الحمضيات الأشجار الحراجية وتصل ارتفاعاتها حتى 170m[6].

تشكل الرمال ريحية المنشأ شريطاً شاطئياً يتراوح عرضه بين 200-600m يتزايد باتجاه الجنوب الشرقي، حيث تتوضع كثبات رملية تحتوي قليلاً من الحصى وتزيد سماكتها على 20m.

تنتشر توضعات البليوسين البحرية mN_2 في المنطقة بسماكة 150-300m، وتزيد على 350m في قرية مزار القطرية[7]، وتتألف من غضار كلسي غالباً، وأحياناً من غضار رملي ومارل.

لا تتكشف صخور البليوسين N_2 على سطح الأرض ضمن حدود المنطقة، إنما تتكشف في الآبار على أعماق مختلفة 7-20m.

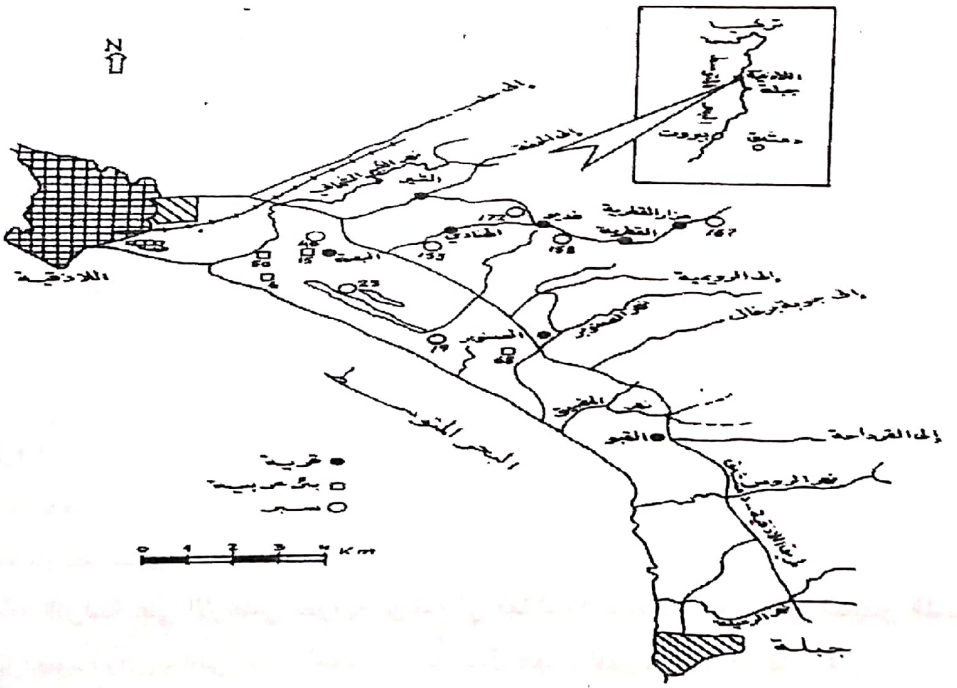
تغطي رسوبيات الرباعي معظم مساحة المنطقة المدروسة (الشكل 2)، وتتألف من حجر رملي منطبق، وحجر رملي بحري وكونغلوميرا نهرية، بالإضافة إلى توضعات ريحية تصل سماكتها إلى أكثر من 50m[7].

يبدو الجزء الأسفل والأوسط للرباعي Q_{I-II} متحداً ليشكل رسوبيات بحرية في السهول الشاطئية المنحدرة باتجاه البحر. وهي تتألف من: حجر كلسي؛ حجر رملي؛ حصى وكونغلوميرا؛ وطف كلسي بسماكة 20m وتميل طبقات الصخور الرسوبية حوالي 8-5 درجات باتجاه البحر[7].

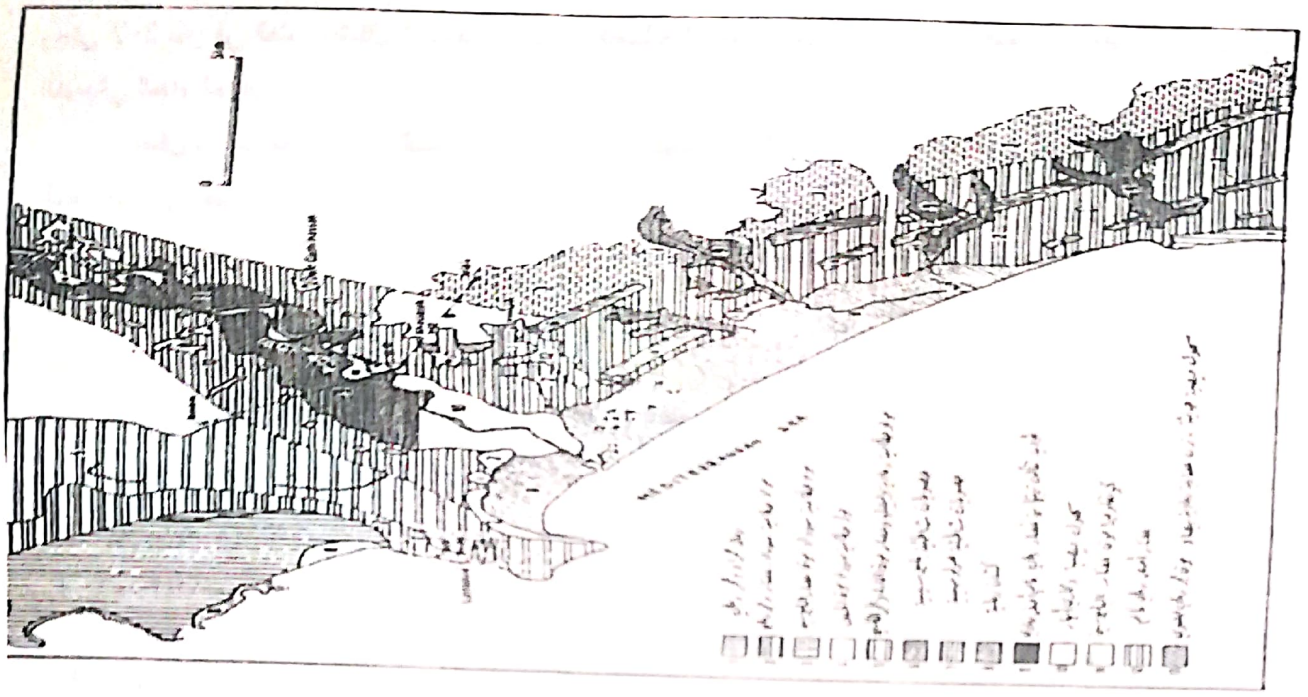
يقتصر انتشار توضعات الهولوسين Q_{IV} على السهول الفيضية والخلجان، وعلى شاطئ البحر. وتتألف من حصى ورمال، تتناوب مع سيلت ومارل، وتصل سماكتها حتى 10m[7،8].

شبكة الرصد والأجهزة المستخدمة:

تتألف شبكة الرصد الخاصة بمشروع البحث العملي الذي نقوم به من 160 بئراً، حفرها المزارعون المحليون لتلبية حاجاتهم من المياه لمختلف الأغراض. بعض الآبار عبارة عن حفر منتظمة دائرية أو مضلعة، وبعضها سبور تتراوح أعماقها بين 3 و60 متراً.



الشكل (1): منطقة الدراسة ومواقع الآبار.



الشكل (2): الخارطة الجيولوجية للمنطقة [7].

بدأنا القياسات الدورية شهرياً في شبكة الرصد اعتباراً من بداية صيف 1996. وقد اشتملت القياسات على قياس الملوحة العامة للمياه الجوفية بمقياس الناقلية الكهربائية (JENWAY 4070)، بالإضافة إلى عمق منسوب المياه الجوفية، وأخذنا عينات المياه من الآبار للتحليل الكيميائي التفصيلي، ونفذت التحاليل في مخبر مكافحة التلوث في مديرية الري العامة لحوض الساحل ومخابر مصلحة الأراضي باللاذقية.

اشتملت التحاليل الكيميائية لعينات المياه الجوفية على قياس الناقلية الكهربائية والقلوية والقساوة، إضافة إلى تحديد محتوى العينات من الكاتيونات $(NH_4^+; Na^+; K^+; Mg^{+2}; Ca^{+2})$، والأيونات $(Po_4^{-3}; HCO_3^{-2}; CO_3^{-2}; NO_2^-; Cl^-; SO_4^{-2})$. وحسبنا اعتماداً عليها نسبة الممتص الصوديوم (SAR) حسب العلاقة[3]:

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

حيث: $Mg^{+2}; Ca^{+2}; Na^+$: تركيز شوارد الصوديوم والكالسيوم والمغنيزيوم على الترتيب، مقدرة بالمللي مكافئ/ليتر.

تم اختيار أحد عشر بئراً من شبكة الرصد، بحيث تغطي منطقة الدراسة من الناحية الجغرافية، وتمثل التنوع الملحي في أنحاء المنطقة:

خمسة آبار ملوحتها العامة أقل من 1 غ/ل. وتراوحت ضمن المجال 500-900 ملغ/ل؛

بئران ملوحتهما العامة بحدود 1 غ/ل. وتراوحت ضمن المجال 1000-1100 ملغ/ل؛

ثلاثة آبار ملوحتها العامة أكبر من 1.1 غ/ل. وتراوحت ضمن المجال 1100-1500 ملغ/ل؛

بئر واحدة ملوحتها العامة أكبر من 2 غ/ل.

نتائج القياسات ومناقشتها:

أدى الاستخدام المتزايد وغير المدروس من قبل المزارعين لمياه الري بعد إنشاء شبكة ري سد 16 تشرين إلى حدوث تغيرات هيدروجيولوجية في منطقة الدراسة، تجلت بارتفاع كبير لمناسيب المياه الجوفية الحرة بسرعة تتراوح بين 0.2-0.5

وحتى 2-3 متر في العام، وتشكل المستنقعات الدائمة الفصلية (مناطق الغدق). وترافق هذا التغير مع تغيرات في التركيب الكيميائي للمياه الجوفية.

يمكن وصف تغير النظام الملحي للمياه الجوفية تحت تأثير عمليات الري فقط، بالأطوار التالية طور الانحلال؛ طور الحمل التبادلي؛ طور تركيز الأملاح[1،2،5]:

يظهر الطور الأول على الأغلب في الأراضي ذات الصرف الطبيعي الضعيف، وفي الأراضي التي تنعدم فيها حركة التيارات المائية عملياً، وتحتوي طبقة تهويتها على صخور ذات محتوى ملحي عالٍ، ويتميز هذا الطور بازدياد الأملاح في المياه الجوفي بسبب تصويل أملاح التربة بمياه الري المتسربة، ويزداد تركيز الأملاح مع ارتفاع منسوب المياه الجوفية تحت تأثير انحلال الأملاح والتفاعلات الكيميائية التبادلية بشكل رئيس.

خلال الطور الثاني وبعد انحلال الكمية العظمى من الأملاح وخروجا من منطقة التهوية بواسطة تيار التسرب، يلاحظ انخفاض تركيز الأملاح في المياه بسبب تغذيتها بمياه الري العذبة، ويتبدل التركيب الكيميائي للأملاح من كلوريدي-صودي إلى كبريتاتي-صودي-كلسي.

يبدأ الطور الثالث عندما يكون منسوب المياه الجوفية قريباً من سطح الأرض (أقل من 1.5م)، حيث يزداد تركيز الأملاح في المياه الجوفية تحت تأثير التبخر، وتتجمع في منقطة التهوية الأملاح ذات التركيب الكلوري-الصودي، والصودي، مع زيادة نسبة أيونات المغنيزيوم والصوديوم في المحتوى الكاتيوني.

تتراوح الملوحة العامة للمياه الجوفية الحرة في منطقة الدراسة بين 500-1500 ملغ/ل، وتزداد في بعض المواقع لتصل إلى 2500 ملغ/ل، بسبب وجود توضعات جصية محدودة الانتشار من عمر البليوسين N_2 على تماس مباشر مع التوضعات الرباعية[7].

إن قراءة منحنيات تغير الملوحة العامة في الآبار (الأشكال 3،4،5) توضح أن المياه الجوفية التي تقل ملوحتها عن 900 ملغ/ل لم تتأثر بعماليات الري، إذ حافظت هذه المياه على ملوحة وسطية ثابتة خلال فترة المراقبة. أما في الآبار التي تزيد ملوحتها عن 1.1 غ/ل)، فيلاحظ أن الملوحة العامة فيها تعاني من تذبذبات واضحة تصل إلى 0.5 غ/ل خلال العام نفسه (الآبار 40/I؛ 153/II) كما يلاحظ تذبذب في الملوحة خلال موسم الأمطار، يفسر بأن بعض القياسات كانت تؤخذ بُعيد هطول المطر (الجداول 1،2،3).

رقم البئر / الشهر	غرب الطريق (سبر) 25/I	غرب الطريق (سبر) 19/I	غرب الطريق (عربي) 68/I
5-96			
6-96			
7-96	1090		
8-96	960	600	790
9-96	965	605	820
10-96	990	612	793
11-96	1089	612	785
12-96	1052	625	805
1-97	1048	630	714
2-97	1005	581	793
3-97	993	586	780
4-97	963	622	843
5-97	993	938	821
6-97	1071	595	808
7-97	915	635	811
8-97	691	529	732
9-97	680	562	775
10-97	664	597	815
11-97	975	612	797

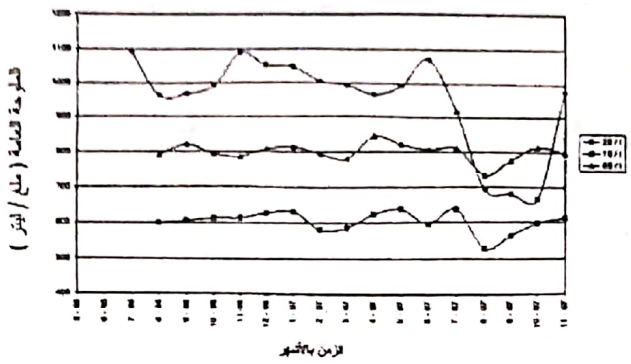
الجدول (1): تركيز الأملاح في مياه الآبار (ملغ/ل)

الجدول (2): تركيز الأملاح في مياه الآبار (ملغ/ل)

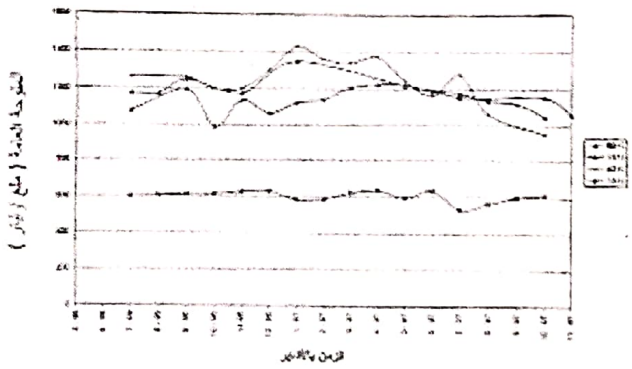
رقم البئر / الشهر	غرب الطريق (عربي) 6/I	غرب الطريق (عربي) 50/I	غرب الطريق (عربي) 15/I	غرب الطريق (سبر) 40/I
5-96	1032			
6-96				
7-96	1115	1175	1080	1260
8-96	1110	1175		1265
9-96	1145	1250	1195	1262
10-96			967	1200
11-96	1365	1178	1140	1203
12-96			1065	1302
1-97		1349	1125	1428
2-97			1144	1362
3-97			1209	1338
4-97			1225	1372
5-97	1033	1217	1222	1242
6-97	1048	1195	1189	1164
7-97	1044	1176	1154	1277
8-97	1036	1136	1148	1059
9-97	978	1116		
10-97	1003	1045	1158	946
11-97			1060	

لجدول (3): تركيز الأملاح في مياه الآبار (ملغ/ل)

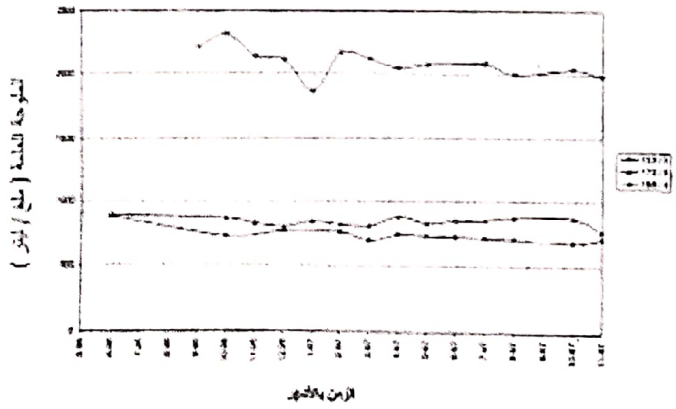
رقم البئر / التاريخ	شرق الطريق (عربي) 153/II	شرق الطريق (عربي) 172/II	شرق الطريق (عربي) 158/II	شرق الطريق سبر 167/II
5-96				
6-96		890	875	
7-96				
8-96				
9-96	2210			705
10-96	2310	865	730	712
11-96	2140	827		693
12-96	2110	802	765	728
1-97	1854	840		717
2-97	2170	818	781	697
3-97	2120	8020	695	696
4-97	2050	877	741	707
5-97	2050	930	730	697
6-97		848	724	690
7-97	2085	850	714	715
8-97	1997	873	707	705
9-97				
10-97	2040	869	681	700
11-97	1983	769	710	695



الشكل (3): تغير تركيز الأملاح مع الزمن



الشكل (4): تغير تركيز الأملاح مع الزمن



الشكل (5): تغير تركيز الأملاح مع الزمن

SAR	الفوسفات	البيكربونات	الكربونات	النتريت	الكبريتات	الكلورايد	الأمونيا	البوتاسيوم	الصوديوم	المغنيزيوم	الكالسيوم	الملوحة العامة	تاريخ التحليل	رقم البئر
Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l		
0.22	0			0	108	120	0.58	9	12	60.78	132.26	1065	20/07/96	6/I
0.31	0.09			0	35.33	115	0.46	11.2	18	98.4	100	1035	30/09/96	
	0				101.5	100	0.23	10.01		48	80	979	03/05/97	
1.19/3.47		195.25	240.03		57.64	173.72		60.22	68.97	101.62	88.18	1100	97/07/27	
0.5	0.06				15	40	0.046	10.5	25	26.4	144	773	26/09/96	158/II
	0				10.8	25	0			24	80	685	03/05/97	
0.86/0.29		341.7	120		22.6	139		55.1	16.1	53.5	149.9	700	26/07/97	
0.91	0.09			0	129	105	0	5.3	55	60	180	1125	30/09/96	
	0.03				189.7	150	0.23	5.38		60	100	1150	03/05/97	
1.13/3.3		341.7	144		194.5	125.2		35.2	69	96.3	123.5	1250	27/07/97	
0.21	0			0	102	190	0	4	12	80.25	140.25	1110	20/07/96	
0.72	0			0.001	31.33	55	0	702	43.5	79.2	148	930	96/09/30	
	0				91	75	0.23	2.75		48	80	904	03/05/97	
0.74/2.17		73.2	288		83.1	90.4		7	43.7	96.3	104.2	1030	97/09/27	

الجدول (4): التحليل الكيميائي التفصيلي لعينات من بعض الآبار في منطقة الدراسة

بينت مناقشة نتائج التحاليل الكيميائية (الجدول 4) أن:

- محتوى المياه الجوفية من الشوارد الموجبة منخفض عند نهاية موسم الأمطار وبداية موسم الري، ثم يرتفع تدريجياً خلال موسم الري، وينطبق هذا الكلام على القساوة الكلية والقساوة الكلسية والمغنيزية.
- تركيز الشوارد السالبة ثابت على الأغلب ولا يتأثر كثيراً بالري.
- تركيز شوارد الفوسفات والنتريت معدوم أو ضئيل جداً.
- محتوى المياه الجوفية في المناطق ضعيفة الملوحة (أقل من 1 غ/ل) من شاردة الكلور Cl^- أكبر من شاردة SO_4^{-2} في نهاية موسم الري. أما في بدايته فيلاحظ توازن في تركيز شاردتي الكلور والكبريتات.
- يلاحظ في مناطق تواجد المياه الجوفية ذات المحتوى الملحي 1 غ/ل وأكثر، تركز الأملاح في الطبقات العلوية من التربة أو عند السطح مباشرة، حيث يتراوح عمق سطح المياه الجوفية بين 0.2 و2 متر عن سطح الأرض، ويكون تركيز شاردة الكلور أكبر من تركيز شاردة الكبريتات في نهاية الصيف. أما في بداية الصيف فالصورة غير واضحة.
- يمكن بشكل عام ترتيب محتوى المياه الجوفية من الكاتيونات وفي جميع الآبار المشمولة بالدراسة وخلال مختلف الفصول، وبغض النظر عن شدة الملوحة على الشكل التالي $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^{+} > K^{+}$.
- يمكن تقسيم منطقة البحث إلى قسمين رئيسين: الأول ويشمل المناطق التي تتوضع فيها المياه الجوفية على عمق يزيد على مترين، ويلاحظ فيها ثبات نسبة الأملاح خلال فترة المراقبة، أي أنها تمر بطور الحمل التبادلي، وستنتقل إلى طور تركيز الأملاح مع ارتفاع منسوب المياه الجوفية واقترابه من سطح الأرض؛ القسم الثاني، ويشمل مناطق الغرق الفصلي والدائم، والمناطق التي يقترب فيها منسوب المياه الجوفية من سطح الأرض (0.2-2 متر)، ويتغير تركيز الأملاح في المياه الجوفية خلال موسم الري، وهي تمر بطور تركيز الأملاح.

استنتاجات وتوصيات:

- من الواضح أن التخفيض اللاحق لمحتوى المياه الجوفية من الأملاح في أراضي القسم الثاني ممكن فقط بمساعدة شبكة صرف صناعية مع زيادة سرعة النقل المائي بوساطة تيار التسرب، يحل بعدها نظام هيدروكيميائي مستقر نسبياً.
- لم تزداد ملوحة المياه الجوفية ضمن حدود المنطقة المدروسة زيادة كبيرة خلال ثماني سنوات من استثمار شبكة الري، بسبب الهطولات الوفيرة للأمطار خلال فصلي الشتاء والربيع، والتي يتسرب منها جزء هام لتغذية المياه الجوفية.
- يتأثر تركيز الأملاح في المياه الجوفية بشكل محدود جداً بعمليات تسميد الأراضي.
- المياه الجوفية صالحة لري كافة المزروعات في المنطقة، عدا بعض القطاعات المحدودة المساحة.
- ضرورة استثمار المياه الجوفية الصالحة للري في المناطق التي تتوفر فيها شروط هيدروجيولوجية مناسبة، بهدف الاستفادة منها وتخفيض منسوبها.
- ضرورة الاستمرار بمراقبة التغيرات الكيميائية في منطقة الدراسة، الأمر الذي يساعد على تلافي وقوع مثل هذه الظواهر في مناطق أخرى يجري التخطيط لإنشاء شبكات ري فيها.
-

المراجع

[1]- Thomas D.L., Perry C.D., Evans R.O., Izuni F.T., Stone K.C., and Gilliam J.W., *Agricultural Drainage Effects On Water Quality in Southeastern U.S.,* Journal of irrigation and drainage engineering /July/August 1995, 277-281 p.p.

[2]- Linsley R.K., Franzini J.B., Freyberg D.L., Tchobanglous G., Water-Resources Engineering 4-ed. New York 1992.

[3]- Irrigation., Drainage and salinity Unesco /FAO, 1973.

[4]- حسن علي عبد الله. ري وصرف ومعالجة التملح. مؤسسة الكويت للتقدم العلمي (إدارة التأليف والترجمة والنشر)، سلسلة الكتب المتخصصة. الطبعة الأولى 1995، الكويت. 690ص.

[5]- ف.أ. بارون، التنبؤ بنظام المياه الجوفية في الأراضي المروية، موسكو 1981. 246ص، (بالروسية).

[6]- خارطة سورية الطبوغرافية، رقعة جبلة، مقياس 1/25000، دمشق 1972.

[7]- خارطة سورية الجيولوجية، رقعة جبلة، مقياس 1/50000، مع المذكرة الإيضاحية، دمشق 1978.

[8]- التحريات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية في الأحواض الأربعة (سورية – حوض الساحل) أربعة مجلدات. غروز غيبروفودخوز، تبليسي 1979.