مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (28) العدد (1) 2006
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol. (28) No (1) 2006

تلوث مكبات النفايات الصلبة على تلوث حامل الصخور الكربوناتية في حوض الأبرش (الساحل السوري)

الدكتور يوسف كابر *

(قبل للنشر في 2006/6/14)

□ الملخّص □

إن الدراسة التي قمنا بها حول تأثير أربعة مكبات مكشوفة فوق مناطق التغذية للحامل الكربوناتي، سمحت لنا باستخلاص النتائج التالية الآتية:

تقدر كمية النفايات الصلبة في المكبات المدروسة بـ 20000 طنا/السنة، وسوف تزداد تدريجياً بفعل التنمية الاجتماعية والاقتصادية في منطقة الدراسة.

تُسهم الهطولات المتباعدة خلال الأشهر الرطبة في تنشيط الرشاحة الخارجة من المكبات المكشوفة، وتسبب زيادة انتشار التلوث، وخاصة في النظام المائي الجوفي للطبقات العليا للحامل الصخري الكارستي والمتشقق.

بيّنت نتائج التحاليل الكيميائية الدورية لـ 32 عينة مأخوذة من مياه جوفية لآبار وينابيع في أماكن متفرقة للحامل الصخري، ارتباط التركيب الكيميائي للعينات المدروسة بالوسط الجيولوجي الكربوناتي خلال الأشهر الجافة، بينما تتأثر نوعية المياه الجوفية في المستويات العليا للحامل بالنفايات الصلبة أثناء الأشهر الرطبة، حيث تزداد قيم معظم الشوارد، وتظهر بعض المعادن الثقيلة، وهذا مؤشر حقيقي للتلوث الكيميائي، ولكن الينابيع الغزيرة مازالت نوعيتها جيدة باعتبارها نقاط صرف خاصة بالجريان الإقليمي للمياه الجوفية العميقة التي تدخل الطبقات السفلية للنظام الجيولوجي من المناطق المجاورة لحوض الأبرش.

أشارت الخريطة البيزومتريه لعام 2005 الى احتمال انتشار التلوث حسب الاتجاهات المسيطرة لحركة المياه الجوفية خاصّةً إلى الأجزاء الغربية للحامل الصخري الكربوناتي.

كلمات مفتاحية: مكبات مكشوفة . الحامل الكربوناتي . النفايات الصلبة . الخريطة البيزومترية . التلوث الكيميائي . الجريان الإقليمي.

* أستاذ مساعد في قسم الجيولوجيا . كلية العلوم . جامعة تشرين . اللاذقية . سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (28) العدد (1) 2006
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol. (28) No (1) 2006

The Impact of Landfills Solid Wastes on Carbonate Aquifer Contamination in the Abrash Basin (The Syrian Coast)

Dr. Youssef Kaber *

(Accepted 14/6/2006)

□ ABSTRACT □

The study of the impact of the four open landfills on a carbonate aquifer in the Abrash basin leads to the following conclusions. The quantity of solid wastes is about 20000 tons per year. It increases gradually by the development of socioeconomic activities in the area. The separate precipitations during rainy months give rise to lixiviation water that escapes from open landfills and contributes to increasing ground water contamination, especially in upper parts of karstic and fractured carbonate aquifer system. The results of 32 periodical chemical analyses showed that there is a relationship between sample composition of springs and wells with geological medium during the dry months. On the other hand, the quality of the ground water in the upper strata is affected by the solid wastes during the rainy months, when most of the ions increase and some heavy metals appear. It is a real index of chemical contamination by solid wastes. Springs with high flow in the lower strata of carbonate aquifer system are steel potable. They are considered as charge in deep regional ground water flow, that enters the system from outside the Abrash basin. The piezometric map refers the possibility of contamination diffusion with the same direction of ground water that predominates the flow especially toward the western parts of carbonate aquifer.

Keywords: Open landfills, Carbonate aquifer, Solid wastes, Piezometric map ,Chemical Contamination, Regional flow.

* **Associate professor, Department f Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

المقدمة Introduction:

تأتي هذه الدراسة ضمن إطار بحث علمي قيد الإنجاز، حول تنمية وتوجيه الموارد المائية في حوض الأبرش. الذي يقع في الجزء الغربي للجمهورية العربية السورية. ويتميز بوفرة وتنوع مصادره المائية، وبمعدل هطول جيد يزيد عن 970مم/عام. تنتشر الصخور الكلسية والدولوميتية في معظم مساحة الحوض، وتشكل النظام المائي الرئيس الذي يستثمر لإمداد القطاع المدني بالمياه المنزلية. هذا وبالرغم من حساسية هذا النوع من الصخور تجاه جميع أشكال التلوث، فقد أنشأت بلديات التجمعات السكنية أربعة مكبات مكشوفة فوق مناطق التغذية الطبيعية للحامل الكربوناتي الحر. الشكل (1) كما أضاف التطور الصناعي لها قائمة طويلة من النفايات الصلبة العضوية واللاعضوية. إن استمرار التعامل التقليدي مع النفايات الصلبة من خلال نقلها وتجميعها في مكبات مكشوفة يؤدي إلى تلوث الموارد المائية الجوفية والسطحية والتربة والهواء، وهذا يقود بدوره إلى مشاكل بيئية وصحية. بشكل عام تتوفر الشروط الأساسية لزيادة مشاكل التلوث للحامل المائي الكربوناتي، وأهمها النفايات الصلبة المتزايدة سنوياً، وانخفاض درجة المقاومة الهيدروليكية للأجزاء العليا للنظام الصخري التي تعيق تسرب الرشاحة الخارجة من المكبات إلى سطح النطاق المشبع.

يعتبر الباحثون أن المكبات المكشوفة أحد أخطر مصادر التلوث الشديدة لجميع عناصر النظام البيئي (Foster 1998) وتهدد مباشرة التوازن القائم بين عناصره المادية والحية. ومن جهة أخرى يسبب ارتفاع التدرجات الهيدروليكية تسريع حركية الملوثات، وزيادة انتشارها خاصّة وفق اتجاه حركة المياه الجوفية السائدة في الحوض، وهكذا نستطيع تفسير ظهور التلوث الكيميائي المرتبط بهذا النوع من النفايات الصلبة في بعض الآبار المحفورة في المنخفضات الواقعة في الجهات الجنوبية الغربية بين بلدتي صافيتا وبيت الشيخ يونس.

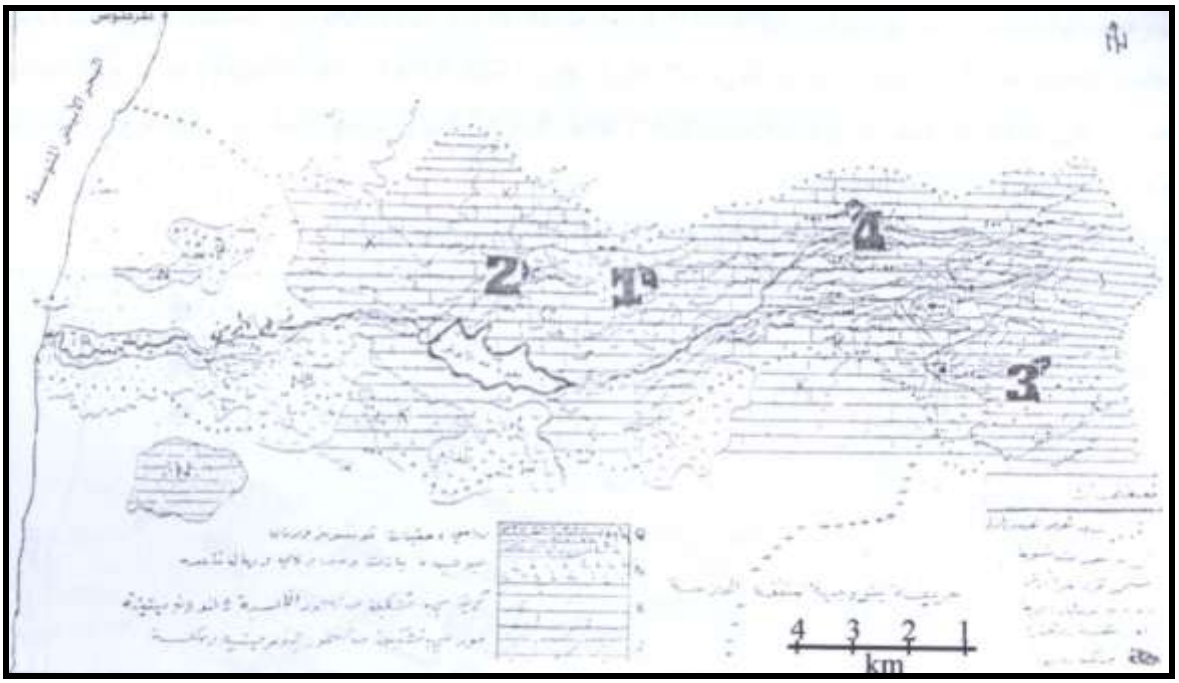
حسب (Custodio 1997) أن ظهور التلوث في عدة آبار أو ينابيع في المناطق التي تتموضع فيها المكبات غير الخاضعة للسيطرة، دليل على تأثر جزء من النظام الجيولوجي بالتلوث الناتج عن النفايات الصلبة. اهتم بعض الباحثين السوريين في هذا المجال من البحوث (ناصر.أ 2004) (المحمد وآخرون 2000)، حيثُ أشاروا إلى تلوث أجزاء من حوضي بردى والساحل كيميائيا وبيولوجيا، بالنفايات الصلبة والسائلة. نّوه (رسول أغا 1999) إلى احتمال انتشار التلوث لأجزاء واسعة في أحواض الأنهار السورية.

نستعرض في هذا البحث أهم النتائج التي توصلنا إليها حول التأثير السلبي للنفايات الصلبة على الموارد المائية للحامل الصخري الكربوناتي.

أهمية البحث وأهدافه:

انطلاقاً من أهمية حماية النظام المائي للحامل الكربوناتي من النواحي الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، وما تشكله النفايات الصلبة المتراكمة في المكبات المكشوفة فوق مناطق التغذية الطبيعية من تهديد مستمر لنوعية الموارد المائية المستثمرة. نسعى من خلال هذا البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية:

* تقدير كمية النفايات الصلبة المتراكمة في المكبات المكشوفة المدروسة.
* دراسة تأثير الملوثات الخارجة من المكبات على النظام المائي للحامل الكارستي المتشقق.
* تقييم نتائج التحاليل الكيميائية بالارتباط مع الوسط الجيولوجي والهطولات المتباعدة.
* الاستفادة من نتائج هذا البحث في تطوير التعامل مع النفايات الصلبة.



الشكل (1) خريطة ليتولوجية لمنطقة الدراسة تظهر عليها المكبات المدروسة

طريقة تنفيذ البحث:

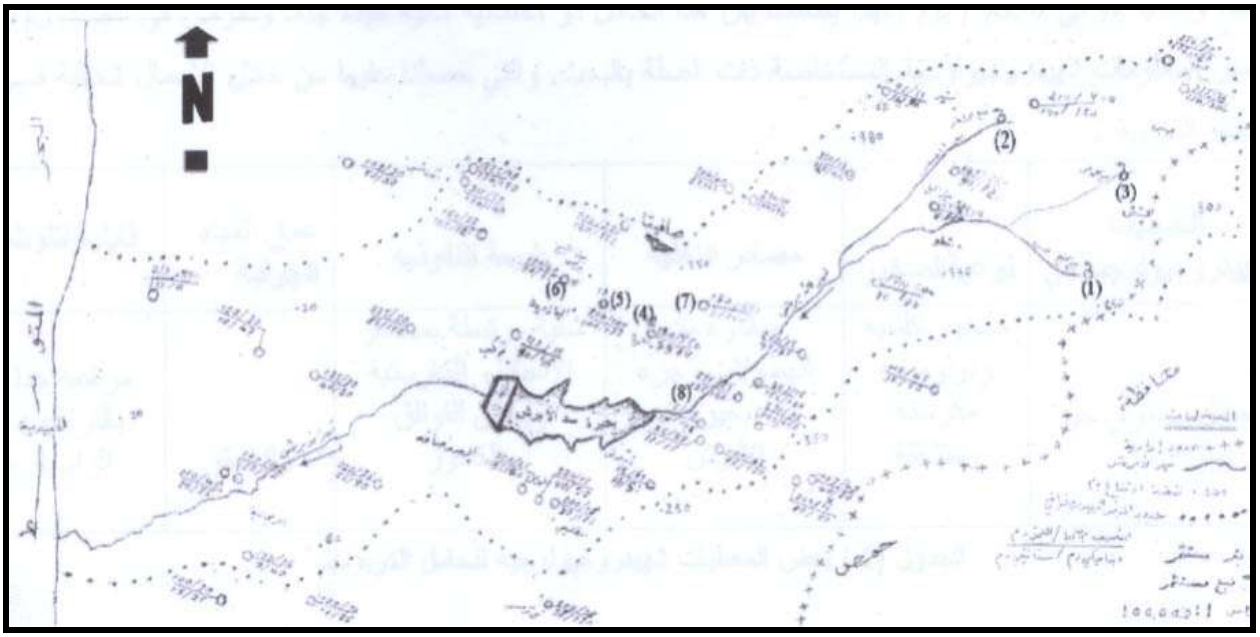
تمت هذه الدراسة على مرحلتين شملت الأولى الأعمال الحقلية كافة. وتضمنت الثانية التحاليل الكيميائية وتقييم النتائج، واستمرت خلال الفترة الممتدة بين (بداية 2004 ـ ونهاية 2005)، وقد جرت الجولات الحقلية بمعدل ثلاث مرات كل شهر. واخترنا أربعة مكبات مكشوفة فوق مناطق التغذية الرئيسة للمياه الجوفية لحامل الصخور الكربوناتية، والتي تشكل مصادر شديدة لتلوث للموارد المائية فوق وتحت سطح الأرض. يبين الشكل (1) مواقعها على الخريطة اللتيولوجية لحوض الابرش والذي يشغل أقل من 1% بالنسبة لمساحة الأراضي السورية. أخذنا 72 كتلة صلبة من المكبات الأربعة: (1) مكب صافيتا، (2) مكب بيت الشيخ يونس، (3) مكب المشتى والكفرون، (4) مكب سبة وعين بشريتي بمعدل ثلاث كتل شهريا من كل مكب، ويتراوح وزن كل منها بين 6 و10كغ وتتوافق مع اسر يتراوح عددها بين (4 و7) أفراد. أي أن متوسط وزن النفايات الناتجة عن الفرد الواحد تكون بقسمة وزن النفايات على عدد الأفراد وقدر بحوالى 1.4كغ/ للشخص في اليوم. ثم قمنا بفرزها يدوياً للتعرف على مكوناتها العضوية واللاعضوية. تم تحديد مواقع 45 نقطة مائية مستثمرة تتكون من 42 بئر و3 ينابيع الحامل الكربوناتي الشكل (2) منتشرة في أماكن متفرقة في حوض الأبرش، وقمت بقياس مستوى المياه الجوفية الثابت بواسطة الحبل الكاشف المتري، وذلك لرسم الخريطة البيزومترية. وقد اخترت 16 عينة مائية لتحليلها كيميائيا، والتي من المحتمل تأثرها بالجريان الملوث القادم من مواضع المكبات المكشوفة وتشمل الينابيع الثلاثة الغزيرة المستثمرة لإمداد معظم التجمعات السكنية بالمياه المنزلية، بالإضافة إلى 13 بئر. سجلت درجات حرارة المياه الجوفية للعينات بواسطة ميزان حرارة زئبقي. وأجريت التحاليل الكيميائية في مخابر المؤسسة العامة لمياه محافظة طرطوس بالطريقة التقليدية. وتم أيضاً تحديد بعض المعادن الثقيلة كالنحاس والزرنيخ والتوتياء والكادميوم والرصاص باستخدام جهاز التحليل الطيفي.

استخدمت الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية لرقعات صافيتا طرطوس الحميدية مقياس 1/50000 للتدقيق الحقلي.

الخريطة الهيدروجيولوجية لسوريا مقياس 1/100000 لدراسة أبعاد الحامل المائي وخاصة الانتشار الأفقي.

صورة فضائية للساحل السوري مقياس 1/10000 لتحديد مناطق التغذية للحامل الكارستي المتمثلة بالمرتفعات الجبلية وسطوح التطبق شبه المائلة باتجاه الغرب والتي تشكل طرق جريان للمياه الجوفية، نظراً لسهولة وسرعة واقتصادية الحصول على المعطيات الجيومورفولوجية، فإنه بالإمكان تحديد السلوكية الهيدروديناميةللنظام الصخري، وأخذها بالحسبان في الدراسات الجيوبيئية.

جمعت النتائج التي تم التوصل إليها ونظمت في جداول وقمت بتمثيل بعضها بيانيا.



الشكل (2) توزع الآبار والينابيع المدروسة (مواقع العينات في الأشكال البيانية)
1 . نبع الشيخ حسن 2 . نبع الشغر 3 . نبع العروس 4 . بئر في بعمرة 5 . بئر في اليازدية
6 . بئر في بيت الشيخ يونس 7 . بئر في بيت ناعسة 8 . بئر في السيسنية

النتائج والمناقشة:

1 . لمحة عن الخصائص الهيدروجيولوجية:

تشغل الصخور الكربوناتية معظم مساحة حوض الأبرش وتصل سماكتها في بعض المواقع إلى 450 متراً مما يجعلها تشكل من وجهة النظر الهيدروجيولوجية الحامل المائي الرئيس في منطقة الدراسة. تتكون من تناوب طبقات كلسية ودولوميتية تعود للدور الكريتاسي ماعدا بعض النطاقات المحدودة في أسفل الوديان التي تنتمي إلى الجوراسي. لقد تعرضت هذه الصخور الكربوناتية للكارست KARST حيث شملت عمليات الحت والانحلال معظم السماكة الصخرية، ولهذا تكثر على أجزائها العليا التجاويف والتشققات والكهوف وتشكل هذه التراكيب الامتصاصية مناطق التغذية الرئيسة للنظام المائي الكربوناتي. يتلقى الحامل معظم تغذيته من مياه الهطولات، والجزء الآخر من التغذية الاصطناعية لبحيرة سد الأبرش الذي تم إنشاؤه عام 1997م في الجزء الأوسط لمجرى النهر ويستخدم لأغراض الري الزراعي. يشكل نهر الأبرش المحور الرئيس للجريان السطحي الذي يخترق طولياً تشكيلة الصخور الكربوناتية من المرتفعات الجبلية للسلسلة الساحلية السورية شرقاً متجهاً إلى البحر المتوسط غرباً. ويتم تصريف جزء مهم من الموارد

المائية الجوفية للحامل الصخري في مجرى النهر بواسطة العديد من الينابيع، وهذا ما يؤدي إلى استمرارية جريانه خلال أشهر الصيف. تشكل سطوح التطبق شبه الأفقية التي تميل قليلاً باتجاه الغرب طرق جريان للمياه الجوفية، وتلعب الفوالق والكسور التي تضرب المنطقة دوراً مهماً في توجيه الجريان الجوفي إلى تحت سطح مياه البحر. كما يتحرك جزء من المياه المتسربة باتجاه نطاق التشبعSaturated zone التي تتوافق مع النظام الكارستي المفتوح ويكون التصريف بواسطة ينابيع عديدة في السفوح الجبلية وبالقرب من مجرى نهر الأبرش وروافده، وهكذا يؤدي هبوط المستويات المائية التدريجي إلى تراجع غزارات الينابيع مع تقدم أشهر الصيف. وتشير قيم التدرج الهيدروليكي الذي يتغير بين 0.08 و0.3 أنه يكون تابعاً للمورفولوجيا المحلية، ويتأثر أيضاً بطبيعة المسارات الكارستية. أما الناقلية المائية فقد تم حسابها بطريقة Jacop في الآبار التي درسناها في المرحلة الأولى للبحث، وقد بلغت وسطياً حوالى 650م^2/يوم ولهذا يصنف أنّ هذا الحامل ذو معطائية مائية جيدة جداً. ونعرض في الجدول (1) بعض المعلومات الهيدروجيولوجية المستخلصة ذا ت الصلة بالبحث، والتي حصلنا عليها من خلال الأعمال الحقلية في منطقة الدراسة.

الجدول (1) بعض المعطيات الهيدروجيولوجية للحامل الكربوناتي

التصنيف الهيدروجيولوجيوجي	نوعية الصخور	مصادر التغذية	طبيعة النفوذيه	عمق المياه الجوفية	قابلية التلوث
حامل صخري حر	صخور كلسيه ودولوميتيه مكرسته ومتشققة	مباشره من الهطولات وجزء من بحيرة سد الأبرش	شقية مرتبطة بمظاهر الانحلال الكارستية وبعض الفوالق والكسور	185 متر	مرتفعة جدا بالتراكيب الراسية

2 . خصائص المكبات المدروسة وتصنيف مكوناتها:

وزعنا في المرحلة الأولى الجولات الحقلية إلى مواقع المكبات الأربعة الجدول (2) بإضافة إلى مراجعة مراكز البلديات التي تتولى إدارة النفايات الصلبة في منطقة الدراسة، وذلك للاطلاع على كيفية التعامل مع النفايات الصلبة، وتبين أنها ما زالت تستخدم الطرائق التقليدية أي النقل بالجرارات الزراعية، ثم تجميع القمامة في مكبات مكشوفة. لتقدير كمية النفايات الصلبة في المكبات المدروسة. حصلنا من مديرية الإحصاء بطرطوس على المجموع السكاني لمنطقة الدراسة وحسبنا حصة الشخص الواحد من القمامة المنزلية وتبلغ حوالى 1.4كغ/يوم، وهذه الكمية غير ثابتة، وتختلف حسب المعايير الاقتصادية والاجتماعية، وقد ترتفع في المدن السورية الكبرى كدمشق وحلب إلى ما يزيد عن (2.5 كغ/يوم) نظراً لوفرة المواد الصناعية والتجارية في النفايات الصلبة.

جدول (2) المعطيات ذات الصلة بالمكبات المدروسة

اسم التجمع السكاني	عدد السكان	كمية النفايات الصلبة طن / يوم	المسافة بين التجمع والمكب بـ كم	طريقة التعامل الحالية

صافيتا	24200	33.8	1 كم جنوب شرق	الحرق ورش المبيدات
بيت الشيخ يونس	4500	6.3	داخل تنظيم المدينة	الحرق ورش المبيدات
المشتى والكفرون	7500	10.5	1.5 كم جنوب شرق	الحرق ورش المبيدات
سبة وعين بشريتي	3800	5.3	3 كم جنوب غرب	لا يوجد

كمية القمامة في مكب صافيتا: 24200 × 1.4 = 33 طن/ يوم

كمية القمامة في مكب بيت الشيخ يونس: 4500 × 1.4 = 6.3 طن/ يوم

كمية القمامة في مكب المشتى والكفرون: 7500 × 1.4 = 10.5 طن/ يوم

كمية القمامة في مكب سبة وعين بشريتي: 3800 × 1.4 = 5.3 طن/ يوم

ويكون مجموع النفايات الصلبة اليومية في المكبات الأربعة: 5.3 + 10.5 + 6.3 + 33.8 ≈ 56 طن/ يوم

وترتفع في السنة إلى 365 × 56 = 19.9 طن

اعتمدنا على الفرز المباشر في مواقع المكبات لتصنيف النفيات الصلبة الى ثلاث مجموعات رئيسية وهي:

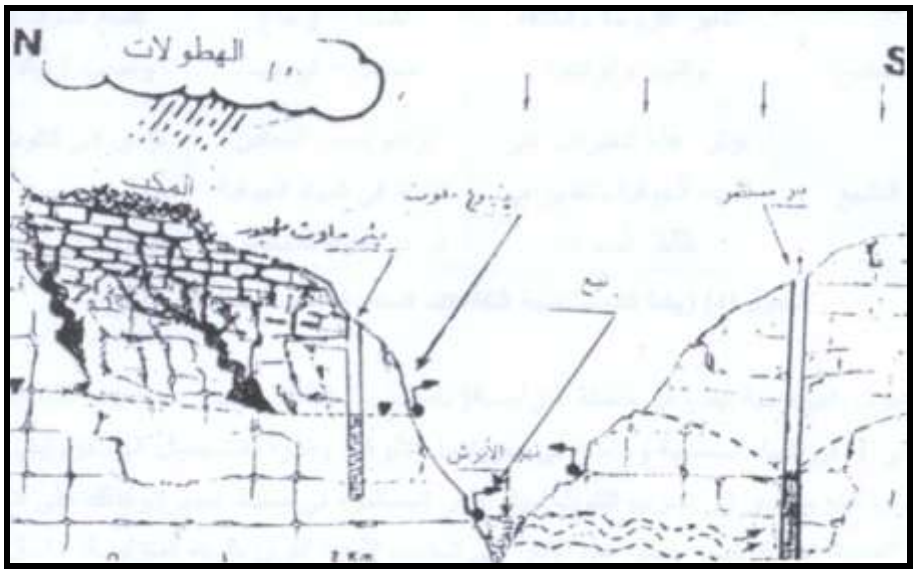
1 . النفايات العضوية الخاصة بالمنازل وتتكون في معظمها من متبقيات الأغذية الحيوانية والنباتية، وتبلغ حوالى 70% من كمية النفايات الصلبة الكلية وهذه النسبة تتوافق أيضاً مع أرشيف البلديات.

2 . النفايات اللاعضوية وتتكون من المواد التجارية المستهلكة كالعبوات المعدنية والبلاستيكية والزجاجية، إضافة إلى الورق والنسيج والكاوتشوك وتصل نسبتها إلى 20% تقريباً.

3 . النفايات الهامدة وتتألف من الأتربة وقطع الحجارة ومصدرها ترميم المنازل وتنظيف الشوارع وتصل نسبتها إلى حوالى 10%.

3 . حركية الملوثات الخارجة من المكبات:

يشكل توضع المكبات المكشوفة فوق مناطق التغذية للحامل الكربوناتي. العامل الأخطر لتلوث النظام المائي الجوفي. تُسهم وفرة التراكيب الرأسية المنتشرة على الأجزاء العليا للنظام الصخري الكارستي والمشقق في تسريع امتصاص الرشاحة lixiviation الخارجة من المكبات التي تزداد شدتها خلال فترات الهطول، وتسهم شروط الوسط الرطب في تفعيل وتنشيط حركية الملوثات الكيميائية والبيولوجية لمواد النفايات الصلبة، وتكون عالية التركيز في أسفل المكب (Allen 2001) وتتسرب معظمها إلى داخل النظام الصخري الكارستي، حيث تؤثر بشدة على الأجزاء العليا من الحامل التي تقع أسفلها مباشرة، حيث تتدخل طرق الجريان الناتجة عن العمليات الكارستية في توجيه وتجميع الملوثات المتسربة عبر شبكة تراكيب الامتصاص، وتتحرك باتجاه الأسفل حتى تصل إلى سطح المياه الجوفية كما يوضح الشكل (3).



الشكل (3) حركية الرشاحة الخارجة من المكب داخل النظام الكارستي

كما نرى في هذا النموذج أن حركية الجريان الملوث تكون حسب التدرجات الهيدرولكية المحلية، وتظهر تأثيراتها في الآبار والينابيع الأقرب إلى مواضع المكبات، خاصة التي تقع في الأجزاء المنخفضة للحامل الصخري في مجاري السيول. اعتمدنا في التدقيق الحقلي على الصورة الفضائية لمنطقة الدراسة والخرائط الجيولوجية والمعطيات الهيدروجيولوجية العمودية لبعض الآبار التي قمنا بتجريبها، إضافة إلى الينابيع المنتشرة بالقرب من مجرى النهر وروافده والتي تتوافق مع نقاط تصريف لنظام الجريان المائي الجوفي الكارستي المفتوح، وهكذا استخلصنا أهم المجاري الجوفية التي تسهم في انتشار التلوث داخل الحامل الصخري الكربوناتي. الجدول (3)

الجدول (3) طرق جريان المياه الجوفية السائدة للنظام الصخري الكربوناتي (حوض الأبرش)

نوع المجرى الجوفي	نسبة الفراغ داخل الصخور	الجريان الجوفي السائد	الأبعاد
التشققات والفجوات الكارستية	مرتفعة	سريع	م . كم
الفوالق والكسور	متوسطة	سريع	م . كم
سطوح التطبيق	متوسطة	سريع	م . كم

حسب المراجع المختصة (Glower 1985)، (Olie et al 1995) أن الهطولات المتباعدة في المناطق شبه الجافة. تلعب دوراً مميزاً في زيادة التلوث بوساطة مجموعة من التفاعلات المتعددة ضمن المجاري الجوفية للصخور الكربوناتية، حيث تؤدي إلى تغيرات فيزيائية وتفاعلات كيميائية وتحلل للمواد العضوية كما يوضح الجدول (4).

بشكل عام تتعرض الصخور الكلسية والدولوميتية في حوض الأبرش للتلوث وأن الحالة المناخية السائدة تساعد في تراكم الملوثات على سطح الحامل وفي داخله، ولذلك من المحتمل حدوث بعض هذه العمليات في الأجزاء التي تكون قريبة لبؤر التلوث الشديدة. مثال المكبات المكشوفة. وهكذا نستطيع تفسير التلوث المتعدد للآبار والينابيع المنتشرة في حوض الأبرش الأوسط والتي أصبحت تعاني من زيادة تراكيز بعض الشوارد الدالة على التلوث الكيميائي.

الجدول (4) زيادة التلوث نتيجة التفاعلات المتعددة داخل الحامل الكربوناتي

الحامل الكربوناتي	التغيرات الفيزيائية	التفاعلات الكيميائية	تحلل المواد العضوية
النطاق غير المشبع	تتغير اللزوجة والكثافة واللون والرائحة	أكسدة . إرجاع انحلال . ترسيب	تفسخ المواد العضوية وتسبب ازدياد الجراثيم
النطاق المشبع	تؤثر هذه التغيرات على المياه الجوفية وتظهر في نقاط الصرف	تراكم بعض المعادن الثقيلة في المياه الجوفية ثم إلى المياه المستثمرة	تؤدي إلى التلوث الميكروبيولوجي للمياه الجوفية وتصل إلى نقاط الصرف

كما أشارت البحوث البيولوجية أيضاً في منطقة الدراسة (ناصر . أ 2004) إلى حصول التلوث الجرثومي (الميكروبيلوجي) في المياه السطحية خاصة في بحيرة سد الأبرش. ونظراً للاتصال الهيدروليكي بين المياه السطحية والجوفية فإنه سيؤدي إلى تسرب التلوث لمياه الآبار المستثمرة في محيط البحيرة، وكذلك على ضفتي النهر خاصة خلال الفيضانات، وقد تهجر بعض هذه الآبار التي تستخدم لإمداد القرى بالمياه المنزلية. مثال بئر بشرائيل شرقي صافيتا.تشير الخريطة البيزومترية لحوض الأبرش عام 2005م. الشكل (4) والتي أنجزتها بواسطة قياس ارتفاعات سطح المياه الجوفية للنقاط المائية المدروسة الشكل (3) إن جزءاً من مياه التغذية التي تدخل من المرتفعات وتجري حسب الميل العام غير المنقطع باتجاه الغرب، ولهذا يكون الهبوط التدريجي للمنحنيات البيزومترية بالاتجاه نفسه. أي من الضواغط المرتفعة على الأقل. ومن المحتمل أن يأخذ التلوث الطابع الانتشاري وفقاً لاتجاه حركة المياه الجوفية ليشمل أجزاء واسعة من الحامل الكربوناتي ذات الامتداد الأفقي الواسع الذي يتصل مع مياه البحر المتوسط للشاطئ السوري. يضاف إلى ذلك الملوثات الناتجة عن الاستعمال الجائر للأسمدة الكيميائية ومبيدات الحشرات في الأغراض الزراعية.

مؤشر التلوث للحامل الكربوناتي (A.V.I):

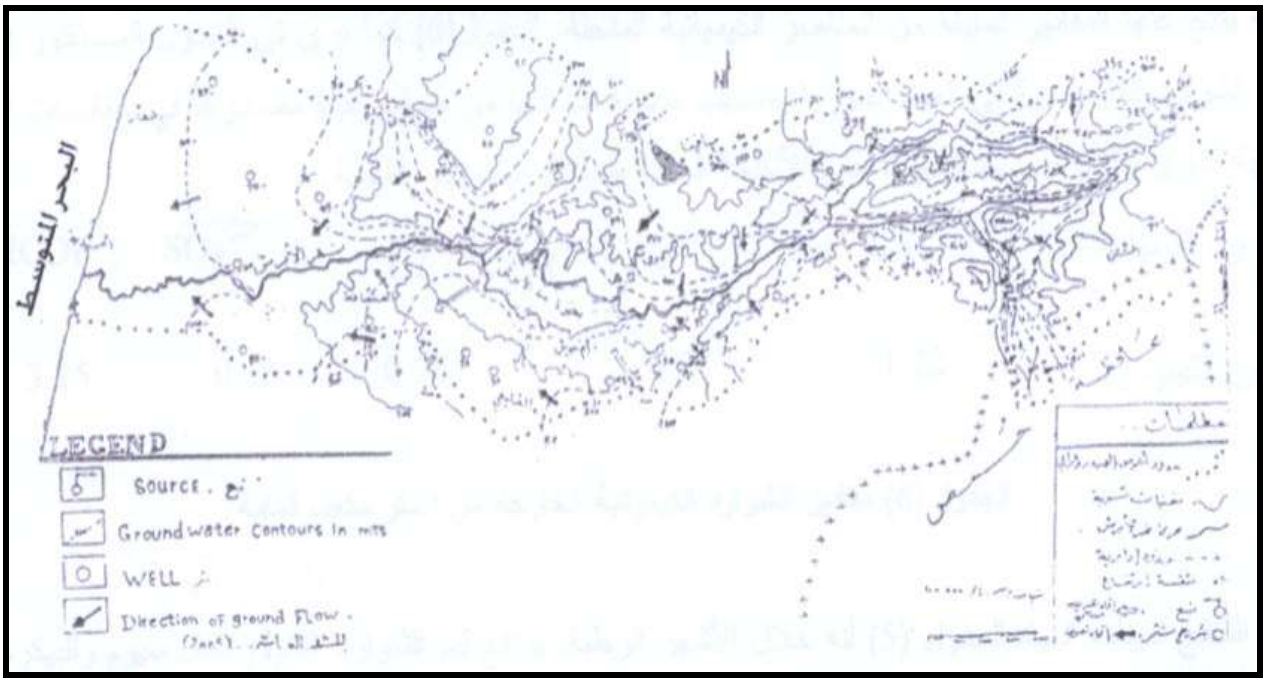
لقد اعتمد (Van Stempvoort 1995) طريقة سهلة لتقدير درجة قابلية التلوث للحامل الصخري ترتكز على الصيغة الآتية: $C \times b \times K = AVI$

حيث أن K – نفوذية الصخر وتحسب بتقسيم الناقلية على سماكة النطاق المشبع أي $650/40 = 16.25 \approx 16 m/d$

هذه المعطيات تتوافق مع القياسات التي أجريناها خلال تجارب الضخ على بعض الآبار المستثمرة من الحامل الكربوناتي

b – سماكة النطاق الغير المشبع وقيمتها الوسطية حوالي 185 متر

c – المقاومة الهيدروليكية $c = k/b = 16/185 = 0.086 \approx 0.091/d$



الشكل (4) الخريطة البيزومترية لحوض الأبرش عام 2005

وهكذا نحصل على درجة التلوث حسب الصيغة السابقة: $AVI = 185m \times \frac{16}{d} \times \frac{1}{d} \times 0.09 = 266.4$ وهي مرتفعة يجب أخذها بالحسبان للتقليل من استخدام الأراضي فوق سطح الحامل الكربوناتي، خاصة مناطق التغذية الرئيسة علماً أنه عندما تكون النتيجة < 23 تكون قابلية التلوث منخفضة. وبين 23 - 200 تكون قابلية التلوث متوسطة، وعندما تكون > 230 تكون قابلية التلوث مرتفعة.

4 . تقييم نتائج التحاليل الكيميائية:

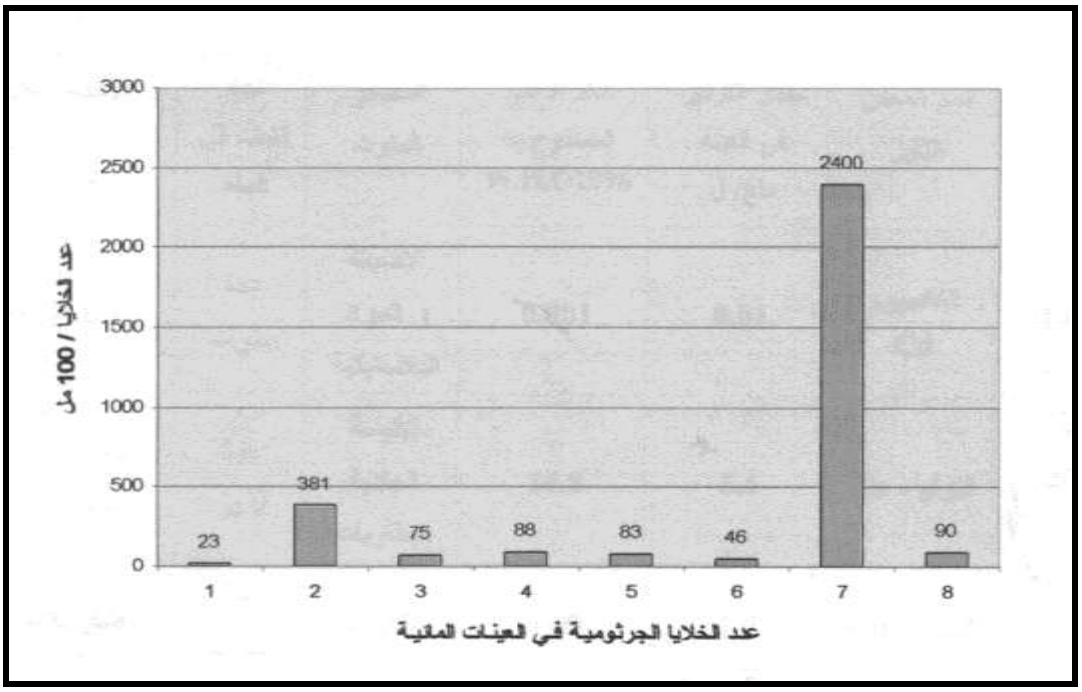
أظهرت نتائج التحاليل الكيمائية على (32) عينة مائية جوفية الجدول (5) من آبار وينابيع موزعة في حامل الصخور الكربوناتية في منطقة الدراسة، وجود علاقة بين تغيرات تراكيز الشوارد المختلفة والتركيب الكيميائي للصخور الكلسية والدولوميتية التي تشكل الوسط الجيولوجي الداخلي، إضافة إلى تأثير عوامل خارجية مرتبطة بالنفايات على سطح الحامل والتقلبات الفصلية. حسب (Custodio 1997) تشكل النفايات الصلبة مصادر تلوث شديدة للموارد الطبيعية بسبب كثرة وتنوع العناصر الكيميائية اللاعضوية الخارجة منها، على سبيل المثال: إن كل (1) متر مكعب من القمامة ينتج عنها المقادير المبينة من العناصر الكيميائية المنحلة. الجدول (6) كما نرى في الجدول المذكور إمكانية ازدياد الشوارد اللاعضوية في المياه السورية بسبب سهولة انحلالها من جهة ووفرة مصادرها في النفايات الصلبة من جهة أخرى والتي سيزداد تأثيرها على الأنظمة المائية خلال السنوات القادمة.

الجدول (6) مقادير الشوارد الكيميائية الخارجة من 1 متر مكعب قمامة

الشوارد الكيميائية	$Na^+ + K^+$	$Mg^{++} + Ca^{++}$	Cl^-	So_4^{--}	HCo_3^-
الوزن بالكيلوغرام	1.22	0.83	0.74	0.18	3.15

كشفت النتائج لعينات المياه الجدول (5) أنه خلال الأشهر الرطبة، ترتفع قيم الشوارد الآتية: الكالسيوم والبيكربونات والمغنيزيوم والصوديوم والمنغنيز والحديد والكلوريد والكبريتات. بشكل عام إن زيادة المحتوى لهذه الشوارد، تعكس كثرة وتنوع مصادر التلوث على سطح الحامل الصخري، خاصة بسبب المكبات المكشوفة، فضلاً عن تأثر المياه الجوفية بنوعية صخور الحامل الكربوناتي المركبة بشكل أساسي من الكالسيت والدولوميت والدليل وفرة شوارد Ca^{++}, Mg^{++}, HCO^-_3، أما في بقية الأشهر الجافة فتكون المياه ضمن الحدود الصحية ما عدا شوارد مركبات النتروجين التي يستمر ارتفاع تراكيزها كنتيجة للتلوث بمياه الصرف الصحي للتجمعات السكانية وخاصة أن الصخور الكربوناتية المتشققة تسهل نقل المواد الملوثة إلى الينابيع أو الآبار. أظهرت النتائج أيضاً إن بعض عينات المياه الجوفية للآبار التي تقع في المنخفضات بين صافيتا وبيت الشيخ يونس والمتوافقة مع اتجاهات الجريانات المحتملة الخارجة من المكبات التي تعود لبلدياتها. ارتفاع تراكيز شوارد النتريت والنيترات التي تتجاوز الحدود المسموح بها في مياه الشرب. (المواصفة السورية 1996)، وأن بعض الآبار أصبحت خارج الاستعمال بسبب التلوث الميكروبيولوجي، الشكل (5) على سبيل المثال بئر بيت الشيخ يونس، والتي كانت تستثمر سابقاً لأغراض الشرب. يعتبر (Falcao 199) أن وجود مركبات النتروجين العضوي النتروبنزين (nitrobenzene)، أي النتريت والنترات والأمونيوم تعكس مصادر أو (مخلفات) بشرية على سطح الحامل الصخري المتشقق. كتوجيه النفايات السائلة المنزلية إلى الفجوات الكارستية، مما إلى وصول الملوثات مباشرة إلى سطح المياه الحرة. فضلاً عن إهمال إجراءات الحماية الصحية بالقرب من الينابيع.

ولكن بشكل عام، فإن إيقاف مصدر الملوث يؤدي إلى التخلص التدريجي من مشاكل هذا النوع من التلوث العضوي خلال مدة تتراوح بين 90 و100 يوم حيث تتلاشى تدريجياً الخلايا الممرضة في المياه مع المسافة المقطوعة للجريان أو مع انقضاء الفترة الزمنية المذكورة. تجدر الإشارة أن المشكلة ذات الأبعاد الصحية والبيئية ستزداد مع ظهور بعض المعادن الثقيلة Heavy metals في عينات المياه الجدول (7) لخمس آبار في هذا الجزء من الحامل الصخري. وتعود ملكيتها للتجمعات السكنية الآتية: بعمرة، السيسنية، اليازدية، بيت ناعسة، بيت الشيخ يونس، ونظراً لتشابه القيم بين الآبار المذكورة حالياً، فقد اعتمدنا الجدول الموحد وتؤكد المراجع المختصة أن وجودها مهما كان ضئيلاً مرتبطاً بالنفايات الصلبة، وتعتبر من أكثر الملوثات الكيميائية خطورة وسمية للكائنات الحيوانية، وتتميز بدوامها الطويل الأجل في الوسط المائي، حيث يتراوح من عدة أشهر إلى عدة سنوات (Montgnomery1995) ومن المتوقع زيادة تراكيز معظم الملوثات الكيميائية في الوسط الطبيعي خلال السنوات القليلة القادمة بسبب تزايد مصادرها في المكبات المكشوفة وعلى جانبي الطرقات وفي مجاري السيول، ثم تجرفها المياه السطحية خلال الفيضانات إلى بحيرة سد الأبرش، وفي هذا الاتجاه إن القمامة تسهم أيضاً في انتشار الملوثات الكيميائية إلى المحاصيل الزراعية من خلال الري، ومن جهة أخرى، فإن عملية الحرق الجزئية للقمامة تسبب تلوث الهواء الجوي بالغازات السامة، إضافة إلى تطاير بعض المعادن الثقيلة كالرصاص حيث ينتقل مع التيارات الهوائية، ثم يترسب على سطح الأرض والمسطحات المائية. إذ تحوي عملية حرق القمامة تحول الملوثات الكيميائية من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية.



الشكل (5) تغيرات عدد الخلايا الجرثومية في العينات المائية المدروسة

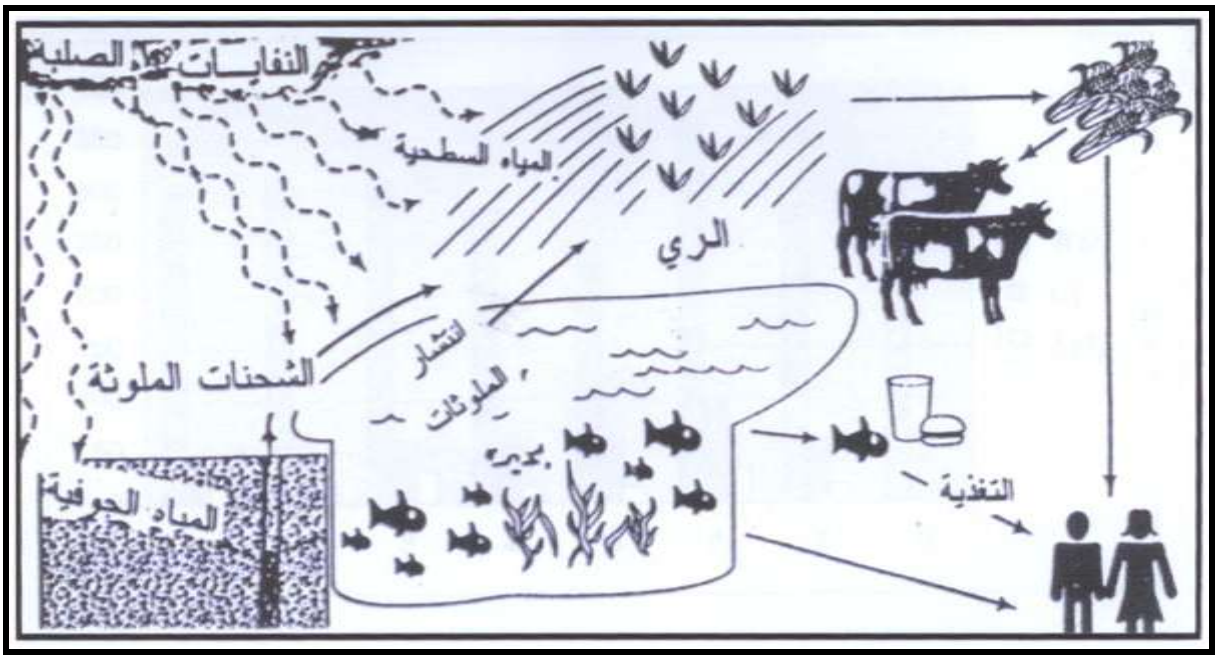
نبع الشيخ حسن تاريخ 2005/2/20، (2) نبع الشغر تاريخ 2005/11/2، (3) نبع العروس تاريخ 2005/2/9، (4) بئر في بعمرا تاريخ 2005/5/8، (5) بئر في اليازدية تاريخ 2005/6/9، (6) بئر في بيت ناعسة تاريخ 2005/8/21، (7) بئر في بيت الشيخ يونس تاريخ 2005/8/2، (8) بئر في السيسنية تاريخ 2005/7/30

الجدول (7) يوضح قيم المعادن الثقيلة في المياه الجوفية في الآبار المجاورة للمكبات وأخطارها على الصحة العامة

اسم البئر وتاريخ القياس	اسم المعدن الثقيل	مقدار التركيز في العينة ملغ/ ل	الحد الأعلى المسموح به W.H.O1996	المصدر الملوث	مدة الثبات في الماء	الأخطار على الصحة العامة
اليازدية 2005/2/11	الكادميوم Cd	0.01	0.001	الأصبغة والمواد البلاستيكية	عدة سنوات	سام يؤذي العين والكلية
السيسنية 2005/5/4	التوتياء Zn	5.0	10.5	الألبسة الجلدية البطاريات	عدة اشهر	سام جدا يؤذي الجهاز العصبي ويؤدي إلى الموت
بعمرا 2005/5/8	النحاس Cu	1.0	0.05	الكابلات	عدة سنوات	ضار للأحياء النباتية
بيت ناعسة	الرصاص Pb	1.5	5	خلائط اللحام	عدة	سام جدا يؤثر على

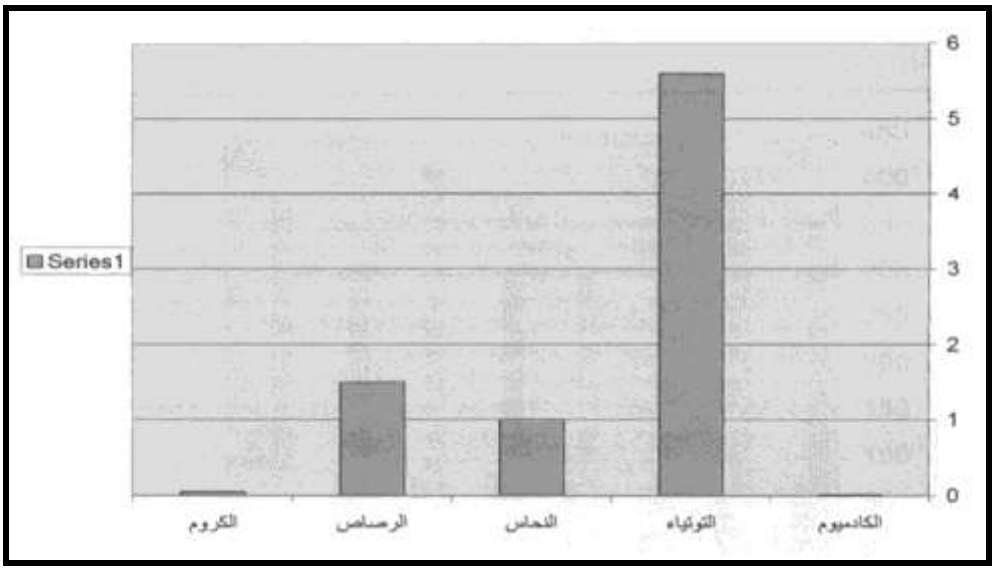
2005/8/21			والبطاريات	سنوات	الدماغ ونقي العظام
بيت الشيخ يونس 2005/9/2	الكروم Cr	0.05	0.3	عبوات الطلاء والاصبغة	عدة سنوات	يتراكم داخل المحاصيل الزراعية ويسبب سرطان الأمعاء

كما نلاحظ فإن الكادميوم والنحاس يتجاوزان القيم المسموح بها حسب معيار الصحة العالمية لمياه الشرب. يشير (Domenico 1998) أن مركبات المعادن الثقيلة أقل انحلالية في جميع الأوساط المرجعية أو المؤكسدة، ولهذا تأخذ هذه النذر الكيميائية صفة التراكم في جميع البيئات القارية والبحرية، وتنتقل من التربة والمياه إلى السلسلة الغذائية النباتية والحيوانية ثم تصل إلى الجسم البشري الشكل (6)، وتسبب له الأورام الخبيثة في الأنسجة التي تستقر فيها إضافة إلى النمو غير السليم للأجنة.



الشكل (6) يوضح انتقال الملوثات بواسطة السلسلة الغذائية النباتية والحيوانية إلى الجسم البشري

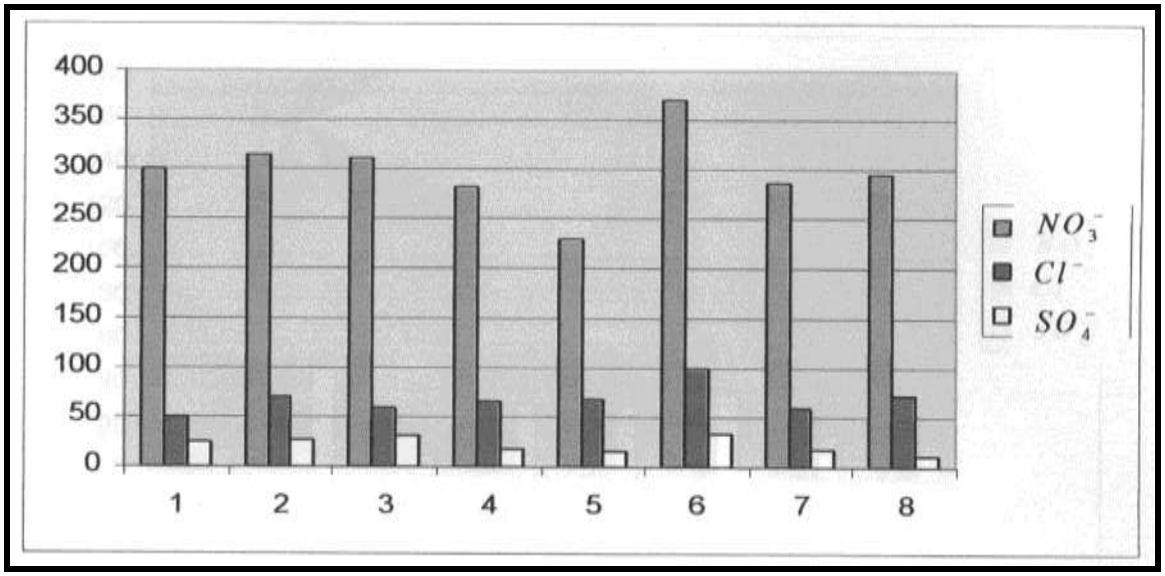
أما الشكل (7) فيبين قيم شوارد المعادن الثقيلة في المياه الجوفية للآبار المدروسة والواقعة تحت تأثير الجريان الملوث المحتمل من مكبي صافيتا وبيت الشيخ يونس في الحوض الأوسط لنهر الأبرش.



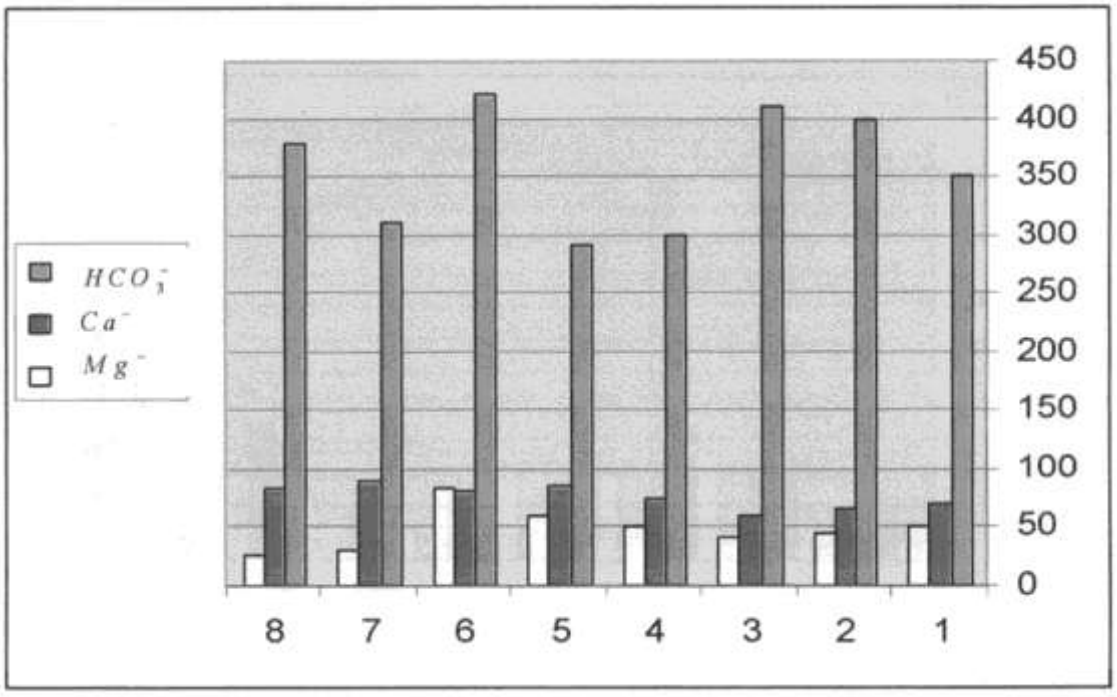
الشكل (7) بعض المعادن الثقيلة للآبار المدروسة جنوب غرب صافيتا
اليازدية 2005/2/11 السيسنية 2005/5/4 بعمرا 2005/5/8 بيت ناعسة 2005/8/21 بيت الشيخ يونس 2005/9/2

بشكل عام تظهر الأشكال البيانية (8) (8́) و(9) (9́) تغيرات قيم الشوارد الكيميائية بين الأشهر الجافة والرطبة حيث ينخفض المحتوى للشوارد المعدنية خلال الاشهر الجافة بين حزيران وتشرين الأول بسبب تراجع عمليات الانحلال الجزئية للنفايات الصلبة الشكل (8)، ولكن ترتفع قيم شوارد النترات So_4^{--}, Cl^-, NO_3^- خلال الفترة نفسها الشكل (9).

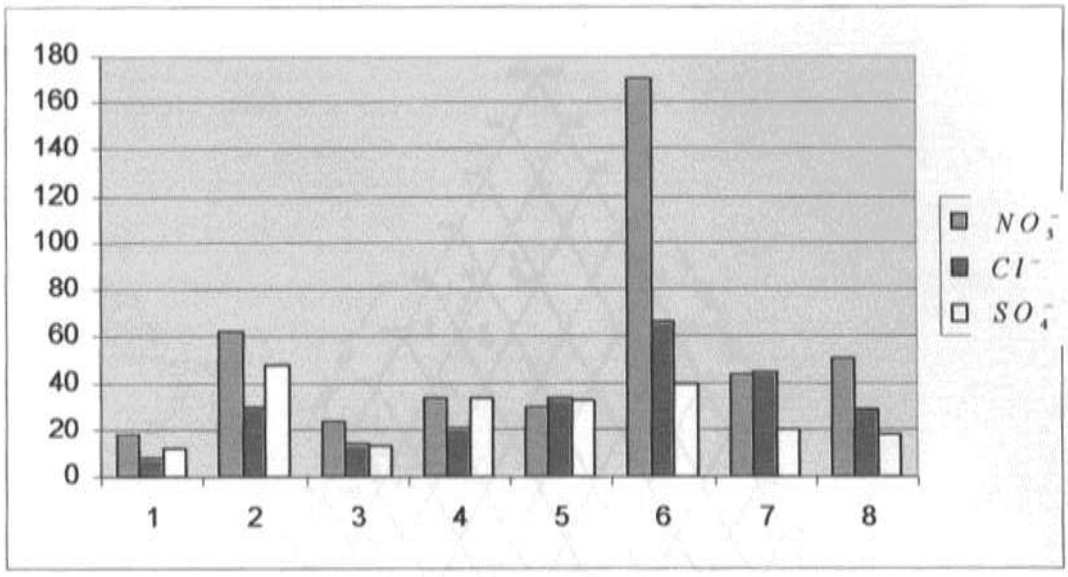
بينما تصل إلى المياه الجوفية خلال الأشهر الرطبة بين كانون الأول ونيسان، العديد من العناصر الكيميائية المذابة الخارجة من رشاحة المكبات فضلاً عن شوارد $Mg^{++}, Ca^{++}, Hco_3^-$ الشكل (8) و(9) وذلك بسبب زيادة انحلال الصخور الكربوناتية في المناخ البارد والرطب (Hem etal 1978).



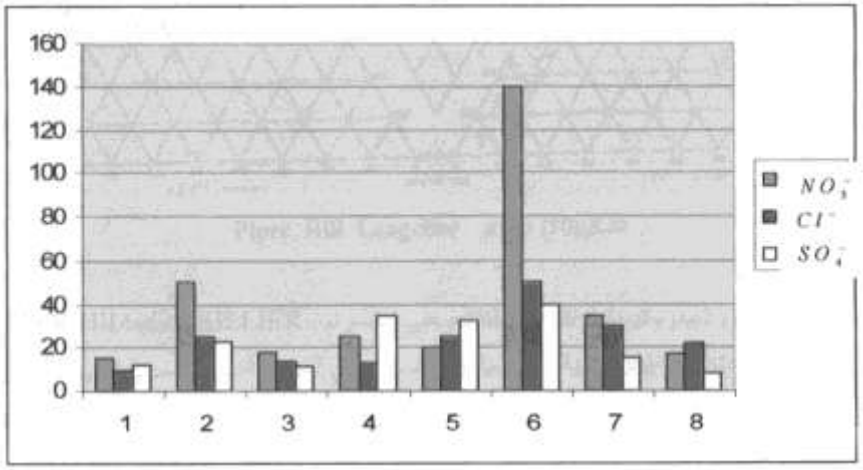
الشكل (8) تراكيز أهم الشوارد المعدنية المنحلة البيكربونات . الكالسيوم . المغنزيوم (الأشهر الجافة 2005)
(1) نبع الشيخ حسن، (2) نبع الشغر، (3) نبع العروس، (4) بئر في بعمرة، (5) بئر في اليازدية، (6) بئر في بيت الشيخ يونس، (7) بئر في بيت ناعسة، (8) بئر في السيسنية



الشكل (8) تراكيز أهم الشوارد المعدنية المنحلة البيكربونات . الكالسيوم . المغنزيوم (الأشهر الرطبة 2005)
(1) نبع الشيخ حسن، (2) نبع الشغر، (3) نبع العروس، (4) بئر في بعمرة، (5) بئر في اليازدية، (6) بئر في بيت الشيخ يونس، (7) بئر في بيت ناعسة، (8) بئر في السيسنية



الشكل (9) قيم بعض الشوارد المائية الرئيسة المنحلة خلال (الأشهر الجافة 2005)
(1) نبع الشيخ حسن، (2) نبع الشغر، (3) نبع العروس، (4) بئر في بعمرة، (5) بئر في اليازدية، (6) بئر في بيت الشيخ يونس، (7) بئر في بيت ناعسة، (8) بئر في السيسنية



الشكل (9) قيم بعض الشوارد المائية الرئيسة المنحلة خلال (الأشهر الرطبة 2005)
(1) نبع الشيخ حسن، (2) نبع الشغر (3) نبع العروس، (4) بئر في بعمرة، (5) بئر في اليازدية، (6) بئر في بيت الشيخ يونس، (7) بئر في بيت ناعسة، (8) بئر في السيسنية

لتوضيح بعض الخصائص الهيدروكيميائية فقد مثلنا النتائج على ديغرام PIPER HIL–LANGELIER الشكل (10) تأخذ بعض العينات صفة. بيكربوناتية . كلسية وتتوافق مع المياه التي تجري في الطبقات العليا (Davis et al 1997) للنظام الهيدروجيولوجي. بينما تكون المياه الجوفية كلسية . مغنزيومية . سلفاتية . كلورية وتتوافق مع الينابيع الغزيرة التي تخرج من الطبقات العميقة التي مازالت أقل تأثراً بالتداخلات البشرية المباشرة على سطح الحامل، كنبعي الشيح حسن والعروس، وتظهر على الأشكال البيانية وفرة الشوارد المرتبطة بالتركيب الكيميائي للوسط الصخري الكربوناتي أما شوارد الكبريتات والكلوريد فتميل للارتفاع تبعاً لزيادة مسافة جريان المياه الجوفية. (Lopez Vera 2002). ولكن قد تتعرض للتلوث بسبب الاستعمال الخاطئ للآبار التي تزيد عمقها عن الـ (300) متر لأنها تشكل صلة وصل بين سطح الحامل والمياه الجوفية العميقة، أو نتيجة تعرض بعض مناطق التغذية التي تقع خارج حدود نهر الأبرش للتلوث الناجم عن النشاطات البشرية المتعددة، وهذا يتطلب تنفيذ إجراءات الحماية لسطح النظام الهيدروجيولوجي الكربوناتي على مستوى الأحواض النهرية المتجاورة.

النتائج والمقترحات:

بشكل عام يتطلب التعامل مع النفايات الصلبة الأخذ بالحسبان الخصائص الجغرافية والهيدروجيولوجية واختيار الحلول المناسبة لتصريف زيادة كمية القمامة السنوية الناتجة عن المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية.

تجدر الإشارة أن عملية تجميع النفايات الصلبة وردمها في حفر تجهز لهذه الغاية وعزلها وتغطيتها بالتربة الغضارية أصبحت طريقة قديمة تسبب تلوث الأراضي المحيطة بها والمياه الجوفية فضلاً عن ارتفاع حرارة التربة، ومن جهة أخرى فان عدم تجانس صخور الحامل الكربوناتي، إضافة إلى صعود وهبوط مستوى المياه الجوفية في المرتفعات والمنخفضات يجعل من الصعب تحديد مساحات حماية دائرية حول الينابيع والآبار المستثمرة، كذلك فان التغذية الاصطناعية من مياه بحيرة سد الابرش الملوثة تؤدي إلى تدني مياه الآبار المستثمرة المنتشرة في المساحات المحيطة بهذه المسطحات المائية، مما يزيد من صعوبة تنفيذ إجراءات الحماية الوقائية لهذه الأجزاء من الحامل الصخري.

ويمكن الاستنتاج أخيراً ما يلي:

هذا ولتوفير الحماية الطويلة الأجل للحامل الكربوناتي بشكل عام و للموارد المائية المستثمرة بشكل خاص . نقترح مايلي:

- تشكيل المكبات المكشوفة أحد أخطر مصادر التلوث الشديدة لجميع عناصر النظام الجيوبيئي في منطقة الدراسة خاصة على الموارد المائية الجوفية للحامل الكربوناتي خلال موسم الأمطار. وقد حسبنا خلال (2005) كمية النفايات الصلبة، حوالي 20 ألف طن/عام. وهذه الكمية ستزداد سنوياً وبالتالي ستتفاقم مشاكل التلوث مع الزمن.
- أصبحت بعض أجزاء الحامل الصخري الكربوناتي تعاني من مشاكل التلوث المتعدد، بفعل الجريانات الملوثة الخارجة من مكبات النفايات الصلبة. وقد أظهرت نتائج التحاليل مؤشرات تدني نوعية المياه الجوفية بيولوجياً وكيميائياً لخمس آبار (جنوب غرب صافيتا) حيث أصبحت بئر بيت الشيخ يونس خارج دائرة الاستثمار بسبب التلوث الجرثومي أما بقية الآبار المدروسة فتعاني من زيادة تراكيز بعض المعادن الثقيلة كالكادميوم والنحاس حسب معيار الصحة العالمية لمياه الشرب.
- سيقود التعامل التقليدي مع النفايات الصلبة إلى أخطار كامنة متعددة صحية وبيئية تنال من الإنسان والحيوانات الأهلية، كما أنها تؤذي النباتات حيث إن التعامل التقليدي للنفايات الصلبة حتى (2006) لا يواكب تنوع وكثرة مصادرها ولهذا لابد من تطوير أساليب التعامل مع هذا النوع من النفايات من خلال تبادل البحوث العلمية والخبرات بين الجامعات السورية والجهات الرسمية المسؤولة عن إدارة المياه العامة، وذلك لتذليل الصعوبات تعترض تنفيذ إجراءات حماية ثروتنا المائية.
- إن الصخور الكربوناتية ذات حساسية شديدة تجاه جميع أشكال التلوث، حيث لا تملك أجزاؤها العليا شروط الحماية الذاتية الطبيعية، ولهذا لابد من تحديد مكان ملائم يستوفي معظم الشروط الجيوبيئية والهيدروجيولوجية لتجميع ومعالجة النفايات الصلبة هذه العملية قد لا تكون سهلة، وتقتضي رسم الخطط والبرامج وتدريب الكوادر لتحقيقها.

هذا ولتوفير الحماية الطويلة الأجل للحامل الكربوناتي بشكل عام وللموارد المائية المستثمرة بشكل خاص نقترح ما يلي:

1 . ترتيب وتنظيم استخدام الأراضي فوق سطح الحامل الصخري الكربوناتي، خاصة تحديد اتجاهات التوسع العمراني.

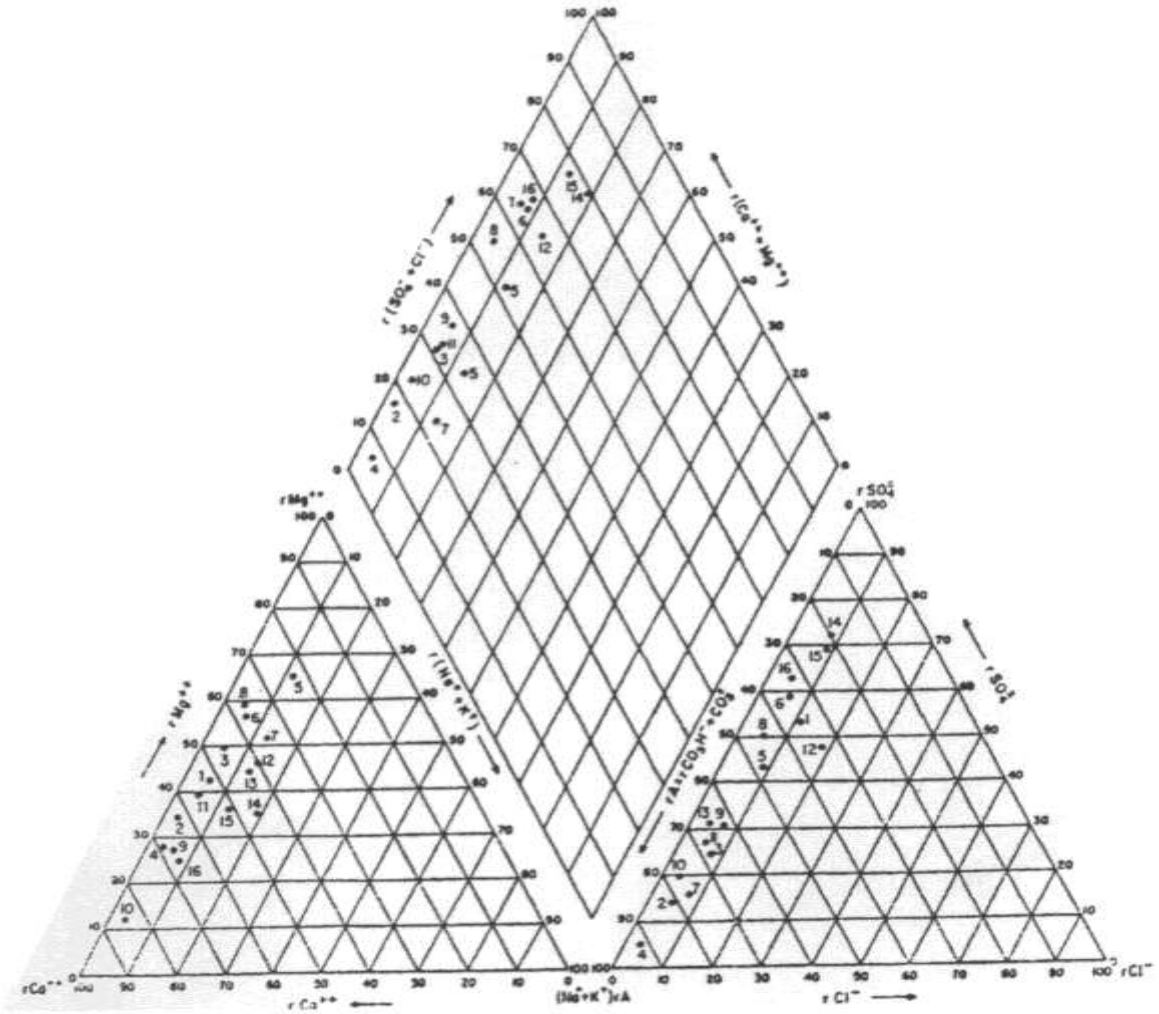
2 . إغلاق المكبات المكشوفة الحالية ونقلها مرحلياً إلى خارج سطح الحامل والتوقف عن عمليات الحرق الجزئية لأنها تسهم في نقل الملوثات لكيميائية والغازات السامة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية أي زيادة انتشار التلوث.

3 . إنشاء محطات معالجة للنفايات الصلبة وذلك لاستيعاب الكميات المتزايدة سنوياً والاستفادة الاقتصادية من بعض المواد المسترجعة فضلاً عن التقليل من مشاكل التلوث المتعدد لأحد أهم مصادر الثروة المائية في سورية.

4 . تحديد مناطق حماية بيئية فوق سطح المرتفعات الجبلية المتوافقة مع مناطق التغذية الرئيسية للحامل المائي، خاصة الواقعة شرقي بحيرة الأبرش، وذلك لتخفيف التلوث الناجم عن النشاطات البشرية.

5 . صياغة القوانين لتوضيح وتنظيم العلاقة بين السكان والوسط الطبيعي، وتأهيلهم من خلال ندوات في القرى لتفهم حاجات العناصر البيئية، المادية والحية، وكيفية التعامل بحذر وعقلانية مع الموارد المائية. باعتبار السكان جزءاً مهماً من مكونات البيئة التي يعيشون فيها، وتشجيع المشاركة في حمالات النظافة، ثم فرز النفايات في المنازل ووضعها في الحاويات المخصصة لذلك، والامتناع عن رمي القمامة على جانبي الطرقات العامة وفي المجاري المائية السطحية.

إن تأجيل تنفيذ إجراءات الحماية المترافقة مع تطوير الكوادر البشرية العاملة في مجال النظافة كذلك رفع مستوى الثقافة المائية لدى المواطنين، سيؤدي إلى زيادة انتشار التلوث للأنظمة المائية وعرقلة تطوير مصادر إمدادات المياه العذبة لأجل توسيع دائرة الاستثمار، إضافة إلى تهديد الصحة العامة.



الشكل (10) ديغرام Piper Hill Langelier

الجدول (5) نتائج التحاليل الكيميائية المدروسة

No	Place المكان	D.T.S المتبقي الجاف	Conductivity A25C° µS/cm	تركيز الشوارد السلبية Mg/L						تركيز الشوارد الموجبة Mg/L				PH	القساوة Mg/L	عدد المستعمرات 100 ml	Date التاريخ
				HCO_3^-	Co_3^{-2}	Cl^-	$No3^-$	$So4^{-2}$	$No2^-$	$Po4^{-2}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Cu^{+2}	Fe^{+3}			
1	نبع الشيخ حسن	115.4	303	317.2	0	4.99	7.92	11	0.016	0.16	68	39.51	0.05	0	7.4	25	23	20/2/2005
2	نبع الشيخ حسن	125.3	382	353.8	0	9.99	5.72	12.5	0.009	0.01	72	47.07	0	0.01	7.9	25	26	21/8/2005
3	نبع الشيخ حسن	185.6	585	317.2	0	10.99	8.36	10	0.003	0.26	76	41.59	0.1	0.05	7.45	28	381	16/3/2005
4	نبع الشقر	405.8	841	317.2	0	29.99	47.96	15	0.013	0.19	72	42.19	0.56	0	7.18	23	402	8/8/2004
5	نبع الشقر	385.5	834	366	0	27.49	48.4	17	0.012	0.38	108	37.31	0.51	0.04	7.22	30	304	2/11/2005
6	نبع الشقر	391.2	854	341.6	0	29.99	62.04	13	0.009	0.38	124	39.75	0.89	0.01	7.3	35	200	17/2/2005
7	نبع العرومس	245.3	452	305	0	7.49	13.2	9	0.009	0.38	64	91.95	0.08	0.01	7.89	25	85	26/8/2004
8	نبع العرومس	205.2	485	292.8	0	11.99	12.67	6	0.01	0.27	60	59.51	0.04	0.01	7.9	23	98	16/8/2004
9	نبع العرومس	245.6	545	280.6	0	12.49	12.67	17	0.019	0.24	60	31.70	0.09	0	7.69	28	90	26/9/2005
10	نبع الشيخ حسن	125.9	378	366	0	19.99	20.21	15	0.039	0.37	88	31.70	0.44	1.8	7.32	35	76	16/1/2005
11	نبع الشقر	136.6	342	256.2	0	9.99	17.16	14	0.016	0.15	76	44.63	0.02	0.04	7.9	25	85	10/4/2004
12	نبع الشقر	365	653	341.6	0	17.49	48.04	46.8	1.0	0.43	76	44.3	0.1	0.03	7.39	29	121	20/10/2004
13	نبع العرومس	348	625	366	0	14.99	35.72	45	3.009	0.35	72	64.63	0.23	0.01	7.74	24	269	24/1/2005
14	نبع العرومس	412	636	305	0	7.49	46.72	19.5	2.009	0.38	72	64.63	0.26	0	7.8	24	60	20/8/2005
15	نبع العرومس نبع	295	698	427	0	14.99	18.36	10.4	0.006	0.14	84	51.72	0.01	0	7.3	34	52	28/11/2004
16	نبع العرومس	289	664	378.2	0	4.99	19.68	12.3	0.006	0.4	60	30.20	0.13	0.02	7.2	33	49	12/10/2004

No	Place المكان	D.T.S المتبقي الجاف	Conductivity A25C° µS/cm	تركيز الشوارد السلبية Mg/L						تركيز الشوارد الموجبة Mg/L				PH	القساوة Mg/L	عدد المستعمرات 100 ml	Date التاريخ
				HCO_3^-	Co_3^{-2}	Cl^-	$No3^-$	$So4^{-2}$	$No2^-$	$Po4^{-2}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Cu^{+2}	Fe^{+3}			
1	الفرزلية /نهر	275.4	743	329.4	0	19.99	7.48	33	0.009	0.13	76	29.26	0.16	0	7.50	31	83	9/6/2005
2	الفرزلية /نهر	415.6	716	366	0	21.3	13.46	41	0.013	0.24	84	26.82	0.04	0.01	7.20	32	59	10/1/2005
3	الفرزلية /نهر	425.3	733	341.6	0	14.8	20.1	41	0.013	0.29	92	29.26	0.05	0	7.25	35	121	11/2/2005
4	السبينة /نهر	326.9	736	366	0	3.49	20.5	12	0.006	0.22	80	24.39	0.03	0	7.40	30	93	30/7/2005
5	السبينة /نهر	415.2	706	414.8	0	15.99	7.04	2	0.006	0.28	80	24.39	0.06	0.2	7.30	30	81	2/8/2005
6	السبينة /نهر	325.1	710	378.2	0	18.49	12.3	7	0.019	0.44	84	26.82	0.05	0.06	7.5	32	63	4/5/2005
7	بصر/نهر	405.6	715	329.4	0	20.49	13.6	30	0.013	0.22	101.2	14.63	0.13	0	7.6	30	86	19/7/2005
8	بصر/نهر	415.2	699	329.4	0	16.99	24.8	34	0.006	0.2	88	19.51	0	0	7.57	30	83	22/3/2005
9	بصر/نهر	325.1	671	341.6	0	14.99	24.2	23	0.009	0.51	80	24.39	0.08	0.03	7.73	30	25	8/5/2005
10	بيت ناصحة /نهر	713.3	678	256.2	0	7.49	36.0	13	0.013	0.72	60	19.51	0.04	0	7.83	23	46	9/10/2005
11	بيت ناصحة /نهر	713.2	657	256.2	0	39.60	43.3	18	0.023	0.2	76	9.75	0.08	0.04	7.60	23	38	21/8/2005
12	بيت الشيخ يونس/نهر	644.6	1625	317.2	0	5459	63.0	13	1.0	0.26	72	9.75	0.02	0	7.65	22	2600	25/2/2005
13	بيت الشيخ يونس /نهر	125.6	1550	329.4	0	66.99	171.5	18	0.036	0.86	76	14.63	0.06	0.02	7.4	25	2400	2/8/2005
14	بئر الفل /نهر	125.9	745	292.8	0	14.99	17.16	40	0.003	0.38	84	12.19	0.11	0	7.32	26	22	2/9/2005
15	بدنا /نهر	615.8	764	305	0	45.99	15.84	20	0.016	0.45	92	863	0.27	0	7.37	29	26	29/3/2005
16	بدنا /نهر	625.1	740	329.4	0	29.99	40.92	18	0.019	0.24	100	7.31	0.5	0.08	7.31	28	19	23/1/2005

المراجع:

1) المعايير القياسية السورية لمياه الشرب . وزارة الصناعة، هيئة المواصفات والمقاييس السورية دمشق 1996 ص1 . 45

2) المحمد ياسر وآخرون . تقدير بقايا المبيدات والجراثيم والطفيليات في المياه السطحية والجوفية في غوطة دمشق. مكتب المياه والبيئة. فرنسا والشرق الأدنى 2000، ص 20 – 26.

3) ناصر أميمه . دراسة تأثير الري بمياه الآبار الملوثة على الخضار المزروعة في الساحل السوري، المجلس الأعلى للعلوم، أسبوع العلم الثالث والأربعون، دمشق، 2004، ص27 . 41.

4) رسول آغا واثق . المياه الجوفية العميقة غير المتجددة والخيارات الاستراتيجية المستقبلية في إدارة الموارد المائية في سوريا، مركز أكساد، دمشق، 1999، ص1 . .38

5) Allen A.Chapman O-Impacts of landfills on groundwater resources quality. Hydrogeology. journal vol 6 Neitherland 2001. PP135 - 150.

6) Custodio,E.1997. protection de la calidad de aguas subterraneas en aquifers karsticos. Barcelona 1997 pp913 – 921

7) Davis, N.S & Wiest, R.J – Hydrogeolegy, Edition Ariel, Barcelona, 1971, 563p.

8) Domenico, P.A physical Chemical Hydrogeology Jon willy & son corp USA, 1998, 690 p.

9) Falco, D.P - Pathogenic bacterical as contaminants of fresh water from different sources in Araguara.water research vol 27.Brazil, 1993, pp737 - 741.

10) Foster, S. - Fundamentals concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy C.H.R Vol 38, prage. 1998, pp. 69 - 83.

11) Glower, A - migration of contaminants in ground water from alandfills. Water Resource Research. Prage, 1995, pp. 231- 239.

12) Hem, G.D - Study and interpretation of chemical characteristics of natural water for supply. Ilinois 1978, pp – 103 - 120.

13) Montgomery. C.W - Enviromental Geology Fourth edition, Brown publisher, London 1995 pp, 496.

14) Lopez Vera F - Estrategias para proteger las aquas subterrneas de la contaminacion Revista latino - Americana de Hidrogeologia n 2, Brazil, 2002, pp1 – 21.

15) Olie F.J et al - Control of ground water contaminations from landfills. Poland. Report vol 3 poland, 1995 pp. 142 – 154.

16) Van Stempvoort, D et al – Aquifer Vulnerability Index, amethod on mapping ground water, report Canada 1995, pp. 111 – 131.

17) W. H. O - Guide lines for drinking water quality. World Health Organization, Second edition vol 1 Geneva, 1996