Yoshimizu, C, Tayasu, I, Nagata, T, and Taniguchi, M (2008) Sources of nitrate and ammonium contamination in groundwater under developing Asian megacities. *Science of The Total Environment* **404(2-3):** 361-376.

Wakida, FT, and Lerner, DN (2005) Non-agricultural sources of groundwater nitrate: a review and case study. *Water Research* **39(1):** 3-16.

World Health Organization, (2007) *Nitrate and Nitrite in Drinking-Water.* S. Geneva.

Zaki, A, Ait Chaoui, A, Talibi, A, Derouiche, AF, Aboussaouira, T, Zarrouck, K, Chait, A, and Himmi, T (2004) Impact of nitrate intake in drinking water on the thyroid gland activity in male rat. *Toxicology Letters* **147(1):** 27-33.

Zhou, M, Fu, W, Gu, H, and Lei, L (2007) Nitrate removal from groundwater by a novel three-dimensional electrode biofilm reactor. *Electrochimica Acta* **52(19):** 6052-6059.

Ref. No. (2525)
Rec. 6/5/2009
In-revised form 17/1/2010

الخاتمة

بينت نتائج هذه الدراسة ان معظم ابار مياه الشرب في منطقة الدراسة ملوثة بالنترات، ومن أهم التوصيات التي تحتمها نتائج هذا البحث:

- توفير منطقة آمنة حول الآبار وخاصة آبار مياه الشرب بدائرة نصف قطرها 100م (البعد المثالي) أو 30م (اقل حد مسموح فيه مع توفير الشروط الفنية المناسبة للحفر الفنية)
- ضبط كمية التسميد وتوعية المزارعين الى الطريقة المثلى لاستخدام الأسمدة الآزوتية
- إجراء التحاليل الدورية على المياه والتربة في بداية كل موسم وذلك لتحديد كمية السماد اللازمة لتلافي حدوث التسميد الزائد
- إغلاق آبار مياه الشرب التي ظهرت فيها نسب عالية من التلوث النتراتي وذلك حفاظاً على الصحة العامة ولدرء انتشار التلوث ضمن نطاق المساحة المحيطة بتلك الآبار
- إرشاد وتوعية الأمهات حول مرض متلازمة الوليد الأزرق الذي قد يصيب الأطفال دون ستة أشهر ومعرفة أسبابه وأعراضه وكيفية تفادي الإصابة به
- القيام بإجراء أبحاث تطبيقية لايجاد حلول تكنولوجية مناسبة لمعالجة وتنقية المياه المعدة للشرب.

REFERENCES

American Public Health Association APHA), (2000) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.*

Babiker, IS, Mohamed, MAA, Teraob, H, Katoa, K, and Ohtaa, K (2004) Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system. *Environment International* **29(8):** 1009-1017.

Fan, AM, and Steinberg, VE (1996) Health implications of nitrate and nitrite in drinking water: an update on methemoglobinemia occurrence and reproductive and developmental toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* **23(1):** 35-43.

Gatseva, PD, and Argirova, MD (2008) High-nitrate levels in drinking water may be a risk factor for thyroid dysfunction in children and pregnant women living in rural Bulgarian areas. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* **211(5-6):** 555-559.

Levallois, P, Theriault, M, Rouffignat, J, Tessier, S, Landry, R, Ayotte, P, Girard, M, Gingras, S, Gauvin, D, and Chiasson, C (1998) Groundwater contamination by nitrates associated with intensive potato culture in Quebec. *The Science of The Total Environment* **217(1-2):** 91-101.

Liu, GD, Wu, WL, and Zhang, J (2005) Regional differentiation of non-point source pollution of agriculture-derived nitrate nitrogen in groundwater in northern China. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **107(2-3):** 211-220.

Mattix, KD, Winchester, PD, Scherer, LRT (2007). Incidence of abdominal wall defects is related to surface water atrazine and nitrate levels. *Journal of Pediatric Surgery* **42(6):** 947-949.

Molden, DJ, Sakthivadivel, R, Perry, CJ, de Fraiture, C, and **Kloezen, WH** (1998) *Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems, 20.* International water Management Institute

Nkotagu, H (1996) Origins of high nitrate in groundwater in Tanzania. *Journal of African Earth Sciences* **22(4):** 471-478.

Sadeq, M, Moe, CL, Attarassi, B, Cherkaoui, I, ElAouad, R, and Idrissi, L (2008) Drinking water nitrate and prevalence of methemoglobinemia among infants and children aged 1-7 years in Moroccan areas. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* **211(5-6):** 546-54.

Stadler, S, Osenbrück, K, Knller, K, Suckow, A, Sültenfu, J, Oster, H, Himmelsbach, T, and Htzl, H (2008) Understanding the origin and fate of nitrate in groundwater of semi-arid environments. *Journal of Arid Environments* **72(10):** 1830-1842.

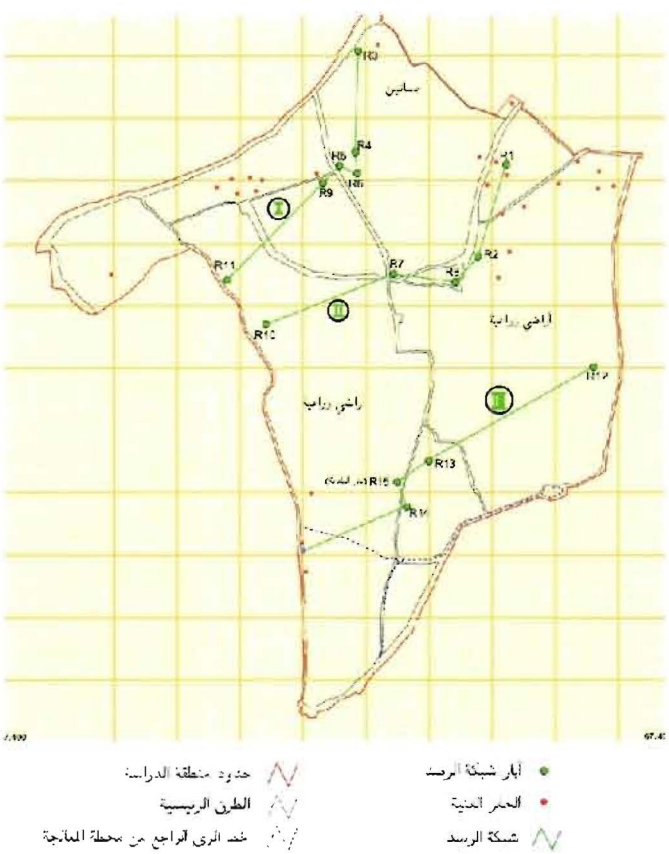
Thorburn, PJ, Biggs, JS, Weier, KL, and Keating, BA (2003) Nitrate in groundwaters of intensive agricultural areas in coastal Northeastern Australia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **94(1):** 49-58.

Umezawa, Y, Hosono, T, Onodera, SI, Siringan, F, Buapeng, S, Delinom, R,

جدول - 2 قيم تراكيز النترات (-NO3) في آبار شبكة الرصد (مارس-يوليو) /2002 (انظر الشكل 1)

رقم البئر	القطفة الأولى (2002/3/9)	القطفة الثانية (2002/4/22)	القطفة الثالثة (2002/5/15)	القطفة الرابعة (2002/6/23)	القطفة الخامسة (2002/7/3)	المتوسط الحسابي *
R1	55	69	46	63	88	(16) 64
R2	45	45	50	46	51	(3) 47
R3	40	45	45	47	68	(11) 49
R4	50	50	41	45	55	(5) 48
R5	57	47	50	83	85	(18) 64
R6	53	45	45	76	78	(16) 59
R7	41	40	51	60	63	(11) 51
R8	50	42	42	81	85	(21) 60
R9	51	45	50	55	58	(5) 51
R10	58	48	41	46	72	(12) 53
R11	53	43	43	50	56	(6) 49
R12	47	45	46	90	122	(35) 70
R13	52	61	48	46	78	(13) 57
R14	48	52	43	40	62	(9) 49
R15	51	50	50	43	57	(5) 50

× الأرقام داخل الأقواس هي الانحراف المعياري.



شكل 1. آبار ومحاور شبكة الرصد في منطقة الدراسة (قرية الريحان)

الري بالتنقيط (معلومات شخصية). واللافت للانتباه أن مياه بعض آبار منطقة الريحان تستخدم للشرب من قبل بعض سكان المنطقة، كما يأتي مثاله لاحقا، على الرغم من كون هذه المياه غير صالحة للشرب حسب تحاليل مؤسسة مياه الشرب والصرف الصحي لمحافظة ريف دمشق وذلك بسبب ارتفاع نسبة النترات (-NO3) إلى قيم 100ملغم/لتر.

لوحظ ان معظم ابار القرية هي ابار سطحية ضحلة المياه تراوح عمق المياه فيها ما بين 35 و 70 مترا ومنسوب مياهها قد تراوح ما بين 8 و 25 مترا مما يجعل من هذه الابار عرضة للتلوث. وكما يتضح من جدول (2) فقد بلغ المتوسط الحسابي لتركيز النترات (-NO3) في ابار الدراسة خلال الفترة ما بين مارس و يوليو من عام 2002م 55 ملغم/لتر بانحراف معياري قدره 15 ملغم/لتر ومدى 40-122ملغم/لتر. كم لوحظ ان تراكيز النترات في معظم ابار الدراسة قد ازداد بشكل ملحوظ في بداية فصل الصيف (شهري حزيران وتموز). أظهر المسح الميداني الذي اجري تواجد حفر تعفين بالقرب من كثير من أبار الدراسة مثل الآبار،R1، R2، R3، R5 و R9 مما ساهم في ارتفاع النترات في مياه هذه الابار. ومن الجدير بالذكر أن البئر R15 الذي يصل تركيز النترات فيه ما بين 43 و 57 ملغم /لتر هو بئرالشرب الأساسي لقرية الريحان، وأما البئر R7 (تركيز النترات 40-63 ملغم/لتر) فهو بئر الشرب لمدرسة عرفان عبد الحق الابتدائية، والبئر R8 هو بئرالشرب لمدرسة عيد الفضلي الابتدائية. بالاضافة الى تسرب مياه الصرف الصحي الى بعض الآبار قد يكون هناك اسباب اخرى مثل قرب بعض الابار من خط الصرف الراجع عن محطة المعالجة (مثل R13)، أو التدرج الهيدرولوجي من الشمال الشرقي باتجاه الجنوب والجنوب الغربي مما يسمح برشح ملوثات الحفر الفنية المتواجدة بالقرب من هذه الآبار (مثل R8)، أو انتشار المناطق الزراعية حول بعض الابار (مثل R8 و R12). وقد يكون هناك عوامل اخرى ساهمت في رفع تراكيز النترات في الابار من أهمها الضخ الجائر والتسميد العشوائي للأراضي الزراعية المحيطة بالبئر.

يتضح مما سبق وجود بؤر تلوث بالنترات كما يلي: بؤرة اساسية كبيرة يقع مركزها عند البئر R12، وثلاثة بؤر أساسية متوسطة التلوث عند البئر R8 ،R5 وR13. ويلاحظ أن استثمار مشروع الري من المياه الخارجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في عدرا قد أثر على منطقة الدراسة حيث ارتفع منسوب المياه الجوفية بسبب رشح مياه الري عبر الأقنية الثانوية إلا أن نوعية المياه الجوفية قد ساءت نظراً لعدم توافق مواصفات مياه أقنية الري مع المعايير المناسبة للري حسب منظمة (FAO) Molden,*et al*. 1998، وهذا يتفق مع بعض الظواهر الملاحظة حقلياً من بدء انتشار اليباس في بعض البساتين والأراضي الزراعية مما قد يؤدي إلى احتمال خروجها عن نطاق الاستثمار الزراعي خلال فترة من الزمن ولو طالت. ومن الملاحظ أيضا توافق الارتفاع في تراكيز النترات مع أشهر الصيف وقد يكون ذلك أيضا في الشتاء والذي قد يفسر بانغسال أملاح النترات سواء الموجودة في الأسمدة أو في التربة أصلاً بمياه الأمطار النافذة إلى الجوف.

جدول 1 . قيم النترات في بعض آبار قرية الريحان خلال السنوات 1999 – 2001

رقم العينة	تاريخ التحليل	مصدر العينة	النترات (NO_3^-) ملغم/لتر*
1	1999/ 9/16	بئر مياه الشرب الأساسي	105
2	2001/2/21	بئر مياه شرب	82
3	2001/8/12	بئر جديد	94
4	2001/8/18	بئر قديم	88

× الحد المسموح به في مياه الشرب حسب المواصفات السورية هو 40ملغم/لتر

(**المصدر:** جريدة البعث، عدد 13818، تاريخ 11-2009-26)

جمع وتحليل العينات

بدأ جمع العينات في شهر مارس وانتهى في شهر يوليو من عام 2002 بتواتر عينة لكل شهر وذلك بعد أن تم تحديد آبار شبكة الرصد وربطها وفق محاور أساسية. جمعت العينات من مياه الآبار بعد تشغيل المضخة لمدة عشرة دقائق ومن ثم نقلت العينات وبنفس اليوم إلى مختبر مديرية مكافحة تلوث المياه العامة التابع لوزارة الري لقياس تركيز النترات في العينات. تم قياس تركيز النترات في العينات حسب طريقة اختزال الكادميوم (رقم 4500-NO3- E) المحتواة في الطرق القياسية لتحليل المياه ومياه الصرف الصحي× (APHA, 2000). تتلخص طريقة العمل كالاتي: تم ضبط درجة حموضة العينات ما بين 7 الى 9 باستخدام مقياس درجة الحموضة وذلك باضافة محلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك أو هيدروكسيد الصوديوم. لكل 25 مل من العينة اضيف 75 مل من NH4Cl-EDTA ثم اضيف الخليط الى عمود الاختزال لاختزال النترات بحيث كان معدل تصريف العمود من 7 الى 10 مل/دقيقة. تم جمع السائل الخارج من العمود في قارورة زجاجية بعد التخلص من أول 25 مل من السائل. ثم قيس 50 مل من العينة المارة في العمود ووضعت في قارورة زجاجية اخرى ثم اضيف اليها 2 مل من محلول اللون وترك الخليط لمدة لا تقل عن 10 دقائق ولا تزيد عن ساعتين قبل قياس الامتصاص بواسطة جهاز امتصاص الضوء كما خففت العينات عند الحاجة وعوملت محاليل المعايرة بنفس طريقة معالجة العينات. ولتحديد تركيز النيترت (NO2-) في العينات تم تحليل جزء آخر منفصل من كل عينة وبنفس الطريقة ولكن من دون امرارها في عمود الاختزال. تم حساب تركيز النترات في العينات بطرح قيمة النترات في التحليل الاول من قيمة النيتريت في التحليل الثاني.

النتائج والمناقشة

أظهرت التحاليل الاولية التي اجريت على بعض مياه ابار قرية الريحان خلال السنوات التي سبقت هذه الدراسة بواسطة المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي في محافظة ريف دمشق ان مياه الشرب في القرية احتوت على قيم عالية من النترات تجاوزت الحد المسموح كما يظهر في جدول (1). أما نتائج الدراسة الحالية التي اجريت على مياه آبار شبكة الرصد في قرية الريحان (لشكل 1) فقد لخصت في جدول (2). يبين هذا الجدول ان تراكيز النترات في كل ابار الدراسة هي اعلى من الحد المسموح به في مياه الشرب حسب المواصفات السورية (40ملغم/لتر) ما عدا ثلاثة عينات كان تركيز النترات فيها كلها 40ملغم/لتر. أظهرت هذه الدراسة ان 77% من النتائج تقع في المدى 40-60ملغم/لتر (NO3-)، و 13% في المدى 61-80ملغم/لتر (NO3-)، و 8% في المدى 81-100ملغم/لتر (NO3-)، و 1% اكثر من 100ملغم/لتر (NO3-).

تفيد الدراسات الميدانية التي اجريت على قرية الريحان أن المصادر الأساسية لمياه الري هي مياه الآبار والمياه المعالجة الراجعة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة عدرا والتي تمر عبر القناة الثانية (PC2). وبينت التحاليل الاولية ايضا الى احتواء المياه المعالجة هذه على نسب عالية من العكارة والمواد العالقة. وكما أشارت الدراسات التي أجريت في مديرية الري واستعمالات المياه التابعة لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي والتي هدفت الى تقييم استخدامات مياه الصرف الصحي المعالج في سقاية المحاصيل والخضار وتأثيرها على مردود ونوعية المنتجات الزراعية الى ارتفاع نسب النترات (NO3-) في ثلاثة آبار في قرية الريحان إلى قيم عالية وصلت الى 120 ملغم/لتر(معلومات شخصية)، وقد لوحظ ايضا ارتفاع منسوب المياه الجوفية في القرية بعد استخدام مياه الصرف المعالجة بمحطة عدرا لري الأراضي الزراعية بالمنطقة وذلك بسبب الرشح عبر التربة الزراعية شديدة النفوذية في الغوطة. وعزت هذه الدراسات سبب ارتفاع نسبة النترات في آبار المنطقة جزئيا الى استخدام مياه الصرف المعالجة والتي بلغت تراكيز النترات (NO3) فيها الى 20ملغم/لتر هذا بالاضافة الى استخدام مياه الصرف غير المعالجة في الري. وهناك عامل آخر ساهم بشكل أساسي في ارتفاع نسبة النترات في المياه الجوفية وهو الإفراط في استخدام الأسمدة الآزوتية الكيميائية من قبل مزارعي المنطقة والذي تشير اليه السجلات الرسمية بشكل واضح حيث يستخدم المزارعون الاسمدة التالية: السوبرفوسفات (يستخدم بكثرة للمحاصيل الصيفية)، نترات الأمونيوم، اليوريا، السماد الآزوتي والسماد البلدي (من مخلفات معمل القمامة والسماد البقري). أما الأسمدة البوتاسية فنادراً ما تستخدم وذلك لارتفاع ثمنها. ويتم استخدام الأسمدة بشكل عشوائي دون الرجوع إلى وحدة الإرشاد الزراعي حيث يستخدم المزارعون حوالي 500 كغم/هكتارمن اليوريا في الموسم (أي ما يزيد على عشرة أضعاف قيمة التسميد الطبيعية) و200كغم/هكتار في الموسم من السوبر فوسفات الترابي بطيء التفكك. ويستخدم مزارعو القرية طرق الري التقليدية كالغمر على الأغلب ولكن هناك مشاريع قليلة بمساحات محدودة تستخدم

عمود الاختزال: حضر العمود باضافة حبيبات النحاس-الكادميوم الى عمود زجاجي مملوء بالماء بحيث كان ارتفاع الحبيبات 18.5 سم. غسل العمود بمحلول NH4Cl-EDTA (200 مل). تم تنشيط العمود قبل التحليل باضافة 100 مل من مزيج محلولي 1.0) -NO3 مجمN/لتر) و -NH4Cl EDTA بنسبة 1:3 ومعدل تصريف 7-10 مل/دقيقة.

حبيبات النحاس-الكادميوم: تم غسل 25 جم من حبيبات الكادميوم (20-100 mesh) بواسطة محلول 6N) HCl) ثم بالماء. اضيف الى الحبيبات محلول 100) CuSO4 مل، 2%) مع التحريك لمدة 5 دقائق أو حتى اختفاء اللون الازرق. أزيل المحلول واضيفت كميات اخرى من محلول CuSO4 حتى بداية تكون المعلق البني ثم غسلت الحبيبات بالماء لازالة اي راسب من النحاس.

محلول اللون: اضيف 100 مل من حمض الفسفوريك (85%) و 10 جم من sulphanilamide الى 800 مل ماء، وبعد الذوبان الكامل اضيف 1 جم من مادة-(1-naphtyl)-N-ethylenediamine dihydrochloride ثم اكمل الحجم الى 1000 مل بالماء.

محلول NH4Cl-EDTA: حضر المحلول باذابة 13 جم من ammonium chloride و 1.7 جم من disodium ethylenediamine teraacetate (EDTA) في حوالي 900 مل ماء ثم ضبطت درجة حموضة المحلول الى 8.5 باستخدام محلول مركز من NH4OH ثم اكمل الحجم الى 1000 مل بالماء. خفف هذا المحلول قبل الاستخدام باضافة 400 مل من الماء الى 600 مل من هذا المحلول.

محاليل النترات: أذيب 0.7218 جم من potassium nitrate المجفف لمدة ساعة عند درجة حرارة 105 درجة مئوية في 1000 مل من الماء. ثم اضيف 2 مل من CHCl3 لتثبيت وحفظ المحلول. خفف المحلول بالماء بنسبة 1:10 ثم حفظ باضافة 2 مل من CHCl3.

محاليل النترات: أذيب 1.232 جم من sodium nitrite في 1000 مل من الماء. ثم اضيف 1 مل من CHCl3 لتثبيت وحفظ المحلول. أضيف الى هذا المحلول فائض من محلول KMnO4 (0.05N)) معلوم الحجم و محلول آخر من Na2C2O4 (0.025M)) معلوم الحجم ثم عوير المحلول باستخدام محلول KMnO4 (0.05N). حضرت محاليل مخففة من المحلول الاصلي للاستخدام اليومي.

منطقة الدراسة

تم اختيار منطقة الدراسة بناءا على المعايير التالية: وجود آبار مياه جوفية قيد التشغيل ومستخدمة لأغراض الري والشرب، وجود حفر تعفين قريبة من الآبار، وجود مناسيب عالية للمياه الجوفية، انتشار الأراضي الزراعية في المنطقة ، وقوع المنطقة ضمن التنظيم القانوني لريف دمشق كذلك مدى توفر معلومات عامة عن منطقة الدراسة مثل الخرائط الطبوغرافية والتنظيمية، وكمية ونوعية المياه وخاصة في الآبار، وتوفر معلومات أولية عن وجود النترات في مياه الآبار، وحدوث إصابات صحية متعلقة بارتفاع النترات. اعتماداً على هذه المعايير فقد تم اختيار قرية الريحان لتكون منطقة الدراسة. تقع قرية الريحان الى الشرق من مدينة دمشق وعلى بعد 15كم منها ويبلغ عدد سكانها حوالي 8000 نسمة.

يتم امداد سكان قرية الريحان بمياه الشرب من بئر مياه جوفية رئيس بعمق 200م بمعدل 35م^3/ساعة، وتضخ المياه من البئر على مدار اليوم وتصل إلى خزان حجمه 25م^3 مزود بمادة الكلور للتعقيم قبل الضخ إلى شبكة مياه القرية. وقد بدأت السلطات المحلية بتجهيز بئر آخر بعمق 300م يبعد فقط 100م عن البئر الأول وبعمق ستاتيكي يصل حتى 15م، وقد وضعت المضخة على عمق 50م حتى يتسنى لها أن تضخ صيفاً وشتاءاً. تخدم شبكة مياه الشرب حوالي 90% من سكان القرية (الجزء الواقع داخل التنظيم) أما بقية السكان فيعتمدوا على الآبار السطحية الشخصية. اضافة الى مياه الشبكة يعتمد حوالي 20% من سكان القرية المقيمين داخل التنظيم على آبار سطحية خاصة ويصل معدل استهلاك المياه اليومي في القرية إلى 250م^3 ويتم الإشراف على كمية ونوعية المياه عن طريق مركز مياه الشيفونية التابع لوحدة مياه دوما، كما تتم التحاليل في مؤسسة مياه ريف دمشق التابعة لوزارة الإسكان والمرافق. أما منطقة الريحان فيتراوح عدد الآبار الجوفية فيها، كما تبين الإحصاءات الواردة من المؤسسات الحكومية المحلية بين 300 و 600 بئر أغلبها آبار سبر تعتمد على مضخات الديزل العمودية. كما تتراوح معدلات الضخ الوسطية للضخ من الآبار ما بين 8-10م^3/ساعة، و يبلغ عدد ساعات الضخ اليومي 8-10 ساعات. وأظهر المسح الميداني الذي اجري على معظم آبار القرية أن منسوب الماء الساكن يبعد عن الأرض حوالي 20م صيفاً و 5-15م شتاءاً. أما بالنسبة للصرف الصحي في القرية فتصل نسبة السكان المخدومين بشبكة صرف صحي الى 90%، أما بقية السكان فيستخدموا التخزين التعفني. تصب شبكة مجاري الريحان في قناة طبيعية دون معالجة بمعدل يصل إلى 400م^3/يوم ويستخدم جزء كبير من هذه المياه في ري المزروعات. تم وصل جزء من مياه الصرف تبلغ نسبته الثلث إلى المجمع العام الواصل إلى محطة معالجة عدرا، أما النسبة المتبقية فلم يتم وصلها بسبب الميول الطبوغرافية المعاكسة. أما حفر التعفين فيصل عددها في القرية الى أكثر من 20 ومتوسط أبعادها 0.7×0.7×2.0م وغالباً ما تكون الحفر مهملة وبلا صيانة دورية.

المقدمة

لقد شهدت أغلب المناطق الريفية في محافظات الجمهورية العربية السورية تطوراً اقتصادياً واجتماعياً و زيادةً مضطردة في النمو السكاني صاحبه طلبا متزايدا على الغذاء. ونتج عن هذا امران هامان، أولهما استغلالا أكبر للموارد الطبيعية من أجل زيادة الإنتاج الزراعي لتلبية الطلب المتزايد على الغذاء. ولقد مورس هذا الامر من دون تطبيق أو استحداث آليات للاستثمار الأمثل في كثير من الاحيان، فاستُنزفَت المياه الجوفية وأفرط في استخدام الأسمدة الآزوتية مما ساهم في تلوث الموارد الطبيعية كالماء والتربة وتدني جودتها، وثانيهما التوسع العمراني على حساب الاراضي الزراعية، دون ان يصاحب ذلك في الغالب تأسيس بنية تحتية مناسبة لتأمين الحياة الصحية السليمة للسكان، والتي يأتي في مقدمتها توفيرمياه صالحة للشرب وما يلزمه من انظمة صرف صحي ملائمة تمنع تلوث المياه الجوفية والبيئة المحيطة. والجدير بالذكر هنا، أن أغلب القرى السورية التي يتراوح عدد سكانها بين الفين وخمسة الآف نسمة تفتقد الى أنظمة صرف صحي منزلي مناسبة، فهي غالبا ما تعتمد على استخدام حفر التعفين المنزلية والتي اذا لم تصمم بطريقة سليمة، فهي غالبا ما تؤدي إلى تلويث المياه الجوفية، المصدر الأساسي للشرب في قرى الريف السوري.

على الرغم من اهمية عنصر النيتروجين لصحة الانسان، الا ان التعرض لكميات كبيرة من هذا العنصر تزيد عن الحد الأعلى المسموح به في مياه الشرب يكون له مخاطر صحية على الانسان وخاصة حديثي الولادة كما اثبتت العديد الدراسات العلمية المختلفة. لذلك تعتبر مادة النترات من احدى الملوثات الكيميائية اذا وجدت في الماء بتراكيز عالية. ومن امثلة هذه المخاطر سرطان المعدة، حدوث خلل في الغدة الدرقية عند الاطفال والحيوانات المخبرية عند التعرض الى تراكيز عالية من النترات (Zaki, *et al.* 2004; Gatseva and Argirova, 2008)، انتشار مرض متلازمة الوليد الازرق (methemoglobinemia) بين الاطفال حديثي الولادة وغيرهم من الاطفال لسن سبع سنوات الذين تعرضوا للنترات عن طريق ماء الشرب (Fan and Steinberg 1996; Sadeq, *et al.* 2008)، وكذلك شيوع مرض تشوهات في جدار البطن (congenital abdominal wall defects) عند الاطفال حديثي الولادة الذين ولدوا في اماكن احتوى ماء الشرب فيها على تراكيز عالية من النترات والاترازين (Mattix, *et al.* 2007). ولحماية الانسان من التعرض للنترات فقد اتخذت الجهات المسئولة عن الصحة العامة اجراءات وتوصيات تمنع تلوث مياه الشرب بالنترات وغيرها من الملوثات. ومن بين ذلك وثائق منظمة الصحة العالمية WHO التي تنص على أن القيمة الارشادية (guideline value) للنترات في ماء الشرب يجب ان لا تزيد عن 50 ملغم /لتر (أو ما يقارب 10 ملغم/لتر على أساس النتروجين N (World Health Organization, 2007).

تعتبر المياه الجوفية مصدرا اساسيا من مصادر مياه الشرب في معظم دول العالم وبالتالي فان تلوث المياه الجوفية بالنترات وغيرها قد يجعل استخدام هذه المياه وخاصة للشرب امرا متعذرا، ويؤدي استخدامها من غير معالجة الى حدوث مضاعفات سلبية على صحة الانسان. وقد أشار العديد من الباحثين الى ان تلوث المياه الجوفية بالنترات هي مشكلة عالمية. أما وصولها الى المياه الجوفية فيكون من عدة مصادر، أهمها الأسمدة العضوية النيتروجينية، مياه الصرف الصحي، حفر التعفين المنزلية، المخلفات الحيوانية والنباتية وبعض الصناعات بالاضافة الى المصادر الطبيعية (Nkotagu 1996; Levallois, *et al.* 1998; Thorburn, *et al.* 2003; Babiker, *et al.* 2004; Liu, *et al.* 2005; Wakida and Lerner, 2005; Stadler, *et al.* 2008).ففي دراسة عن مصادر تلوث المياه الجوفية في بعض مدن اسيا، اثبت الباحثون ان تسرب مياه الصرف الصحي الآدمي الى المياه الجوفية هو سبب رئيس في تلوثها بالنترات (Umezawa, *et al.* 2008). وفي دراسات اخرى على المياه الجوفية في المناطق الزراعية، اثبت الباحثون ان تركيز النترات في المياه الجوفية لهذه المنطقة اعلى بكثير من غيرها من المناطق التي لا تستخدم في الزراعة (Thorburn,*et al.* 2003; Babiker,*et al.* 2004). أما بالنسبة لمعالجة المياه الجوفية الملوثة بالنترات فقد أشارت العديد من الدراسات الى صعوبتة البالغة وكلفته العالية وأنه يحتاج الى سنوات عدة وذلك بسبب ذوبانية النترات العالية، وقلة قابليتها للترسب والادمصاص، وغيرها من الصفات (Zhou, *et al.* 2007). يهدف هذا البحث الى دراسة ظاهرة تلوث المياه الجوفية بالنترات في احدى قرى الريف السوري ومقارنتها بالمواصفات العالمية، ومن ثم تحليل وتفسير النتائج للخروج بتوصيات من شأنها أن تمهد السبل لحماية المياه الجوفية من التلوث النتراتي.

المواد والطرق المستخدمة

جميع الكيماويات المستخدمة هي من النوع عالي الجودة (analytical grade) الا اذا ذكر غير ذلك. الماء المستخدم في التحليل هو ماء عالي النقاوة وخالي من النترات.

جهاز التحليل الطيفي (UV-Vis Spectrometry): تم قياس تركيز النترات (N-NO3-) عند طول موجة 543 نانوميتر.

Technicar Paper Ref. No 2525

تلوث مياه الآبار بالنترات: دراسة حالة في قرية الريحان في الجمهورية العربية السورية

Nitrate Contamination in Wells Water: A Case Study of Al-Rehan Village in Syrian Arab Republic

Walid Saleh[1], Reem Abed-Rabboh[2] and Amjad M Shraim[3]

وليد صالح، ريم عبد ربه وأمجد شريم

[1]*Institute for Water, Environment and Health , Middle East and North Africa Region , United Nations University*

[2]*Water Safety Directorate , General Commission for Environmental Affairs , Damascus, Syria*

[3]*Chemistry Department , Faculty of Science , Taibah University , Almadinah Almunawarah , Saudi Arabia*

National Research Centre for Environmental Toxicity, University of Queensland –Brisbane, Australia

E.mail: unwa99@hotmail.com

المستخلص: تفتقر معظم قرى الجمهورية العربية السورية، والتي يقل عدد سكان معظمها عن 5000 نسمة لأنظمة صرف صحي مناسبة. وغالبا ما يعتمد سكان هذه القرى على حفر فنية (خزانات تعفين) للتخلص من صرفهم الصحي مما يؤدى الى تلوث مياه الآبار بالملوثات المختلفة ومن ضمنها النترات. وعادة ما يستخدم سكان هذه القرى مياه الابارغير المعالجة للشرب. في هذه القرى يفرط المزارعون في استخدام الاسمدة الكيميائية والعضوية (مخلفات الحيوانات) مما ساهم ايضا في تلويث المياه الجوفية. ولدراسة مدى تلوث الآبار بمادة النترات في قرى سورية تم اختيار قرية الريحان كحالة دراسة وكنموذج للقرى الاخرى. تتبع قرية الريحان لمنطقة دوما التابعة لمديرية ريف دمشق وتقع شرق مدينة دمشق على بعد 15 كم ويبلغ عدد سكانها حوالي 8000 نسمة. هذا وقد أجريت الدراسة على 15 بئرا في القرية في الفترة ما بين مارس ويوليو من عام 2002 وأظهرت نتائج الدراسة ان تراكيز النترات في مياه آبار الدراسة قد تراوحت مابين 40 و 122 ملغم / لتر بوسط حسابي 55 ملغم / لتر وانحراف معياري مقداره 15 ملغم / لتر (عدد القياسات 75). وجد أن حوالي 95% من ابار هذه القرية تحتوي على تراكيز نترات أعلى من الحد المسموح فيه لمياه الشرب وذلك بسبب الحفر الفنية (خزانات التعفين) و استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لري المزروعات وكذلك الاستخدام المفرط للاسمدة الزراعية في منطقة الدراسة.

كلمات مدخلية: *التلوث بالنترات، مياه الآبار، المياه الجوفية، مياه الصرف، البالوعات، قريةالريحان.*

Abstract: Most villages in the Syrian Arab Republic with populations less than 5000 inhabitantslack adequate wastewater disposal systems. These villages depend on individual household cesspits to discharge domestic wastewater. This has resulted in contamination of groundwater resources where groundwater is utilized for dringing purposes without treatment. Farmers in these villages use chemical and organic (manure) fertilizers in large quantities which has also led to further contamination of groundwater, in particular,with nitrates. To assess the groundwater nitrate contamination in some villages in Syria, a village called Al-Rihan has been selected for this study. This village has a population of 8000 and is located in the Douma area of the Damascus countryside. Nitrate concentrations in 15 water wells from this village have been monitored for five (5) months (March-July, 2002). The measured nitrate concentrations (as NO3-) are as follows: range 40-122 mg/L, mean 55 mg/L and standard deviation 15 mg/L (N 75). More than 95% of the studied wells were found to contain a nitrate concentration greater than the permissible level. The major sources of nitrate contamination in the monitored water wells have been identified as: individual household cesspits, use of treated municipal wastewater for irrigation and unregulated use of fertilizers.

Keywords: *nitrate contamination, well water, groundwater, wastewater, cesspits, Al-Rihan.*