

دراسة تأثير الأنشطة البشرية والزراعية على بعض مؤشرات جودة مياه الشرب حالة دراسة: منطقة قسمين

الدكتور تميم أحمد عليا*

الدكتور إبراهيم نيسافي**

رماز ناصر***

(تاريخ الإيداع 6 / 8 / 2012. قبل للنشر في 14 / 10 / 2012)

□ ملخص □

نظراً لأهمية المحافظة على مصادر مياه الشرب وحمايتها من الملوثات المختلفة، ونتيجة وجود مؤشرات لتلوث مصادر مياه الشرب في منطقة قسمين دفعت السكان إلى تجنب استخدام مصادر مياه الشرب التقليدية في المنطقة. يتضمن البحث دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه في ستة مصادر لمياه الشرب في منطقة قسمين. شملت الدراسة قياس كل من درجة الحرارة، والعكارة، والناقلية الكهربائية و pH و COD و BOD₅ وتراكيز بعض العناصر الثقيلة مثل الحديد والنحاس والكاديوم والرصاص. أخذ عينات المياه من المصادر المذكورة شهريا على مدار عام كامل. أظهرت النتائج أن درجة الحرارة والناقلية و pH وتراكيز العناصر الثقيلة كانت ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفة السورية لمياه الشرب، بالمقابل تجاوزت قيم العكارة و COD و BOD₅ الحد المسموح به حسب المواصفات القياسية السورية مما قد يشير إلى وجود بعض المؤثرات التي تسبب تلوث هذه المصادر المائية.

الكلمات المفتاحية: مياه الشرب، تلوث، المعادن الثقيلة، منطقة قسمين.

* أستاذ مساعد - قسم الكيمياء البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** مدرس - قسم الخراج والبيئة - كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم الكيمياء البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

A Case Study the Impact of Human and Agriculture Activities on Some Drinking Water Quality Indicators in Qasmin Region

Dr. Tamim Alia^{*}
Dr. Ibrahim Nisafy^{**}
Rimaz Nasser^{***}

(Received 6 / 8 / 2012. Accepted 14 / 10 / 2012)

□ ABSTRACT □

Due to the importance of protecting drinking water sources from various pollutants, and the presence of indicators of contaminating drinking water sources in Qasmin area, people there avoid using the traditional sources of drinking water. The research includes studying the physical and chemical properties of water in the six sources of drinking water in Qasmin area which included measurement of temperature, turbidity, electrical conductivity , ph , COD , BOD₅ and concentrations of some heavy minerals such as iron, copper, cadmium and lead. Samples of drinking water there were taken monthly for a year. The results showed that temperature, conductivity, ph and concentrations of heavy metals were within the allowed limits according to Syrian standards for drinking water. At the same time, values of turbidity, COD and BOD₅ exceeded the allowed limits according to Syrian standards for drinking water, which indicate the presence of pollution sources that may cause contamination of these water sources.

Keywords: Drinking Water, Pollution, Heavy Minerals, Qasmin Region.

^{*} Associate Professor , Higher Institute of Environmental Research , Tishreen University, Lattakia, Syria.

^{**} Assistant Professor, Forest & Env. Dep., Faculty of Agriculture. Tishreen University, Lattakia, Syria.

^{***} Postgraduate Student, High Institute of Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تعتمد العديد من المناطق في أنحاء العالم اعتماداً كلياً على المياه الجوفية كمصدر أساسي للمياه من أجل الاستعمالات المختلفة [1]، نتيجة النمو السكاني المتزايد شكل ازدياد الطلب على المياه والغذاء ضغطاً متزايداً على استنزاف المياه الجوفية [2, 3, 4]. في الوقت نفسه تتعرض المياه الجوفية إلى العديد من الملوثات ومنها العناصر المعدنية التي تصل إلى المياه الجوفية بكميات مختلفة تبعاً لعدد من العوامل منها: نوع المعادن التي تدخل بتكوين طبقة تجمع المياه الجوفية، والمدة الزمنية التي تبقى فيها هذه المياه على اتصال مع هذه الطبقات، إضافة إلى عوامل أخرى منها خصائص المياه الجوفية التي تتضمن قيمة pH ودرجة الحرارة وتفاعلات الأكسدة والإرجاع المحتملة [5]. كما ترتبط جودة المصادر المائية بشكل كبير بالعوامل الطبيعية التي تشمل كل من تكوين طبقات الأرض، وسرعة المياه الجوفية، وإعادة تشكل المياه الجوفية، وتفاعل الماء مع التربة والصخور إضافة إلى التفاعل بين الطبقات الجوفية المائية الأخرى [6]. كما تؤثر بتركيب المياه الجوفية عوامل أخرى مثل تغير تركيب المياه الجوفية بسبب تغير درجة حرارة المياه الجوفية بشكل موسمي، وارتفاع منسوبها وانخفاضه، وإعادة تغذية مخزون المياه الجوفية بنسب متفاوتة [5]. إلى جانب العوامل الطبيعية، تؤثر النشاطات البشرية المختلفة على خصائص المياه الجوفية والتي تشمل النشاطات الزراعية، والصناعية، والتطوير الحضري، والاستغلال المتزايد لمصادر المياه [6, 7]. تؤدي النشاطات الزراعية إلى وصول كميات كبيرة من المركبات الأزوتية والفوسفورية والعديد من المعادن ولاسيما المعادن الثقيلة إلى المصادر المائية السطحية والجوفية، فقد أشارت الدراسات العلمية إلى وجود علاقة قوية بين استعمال الأرض الزراعية ونوعية المياه الجوفية والسطحية في المناطق المجاورة ويعود مصدر هذا التلوث بشكل أساسي إلى عمليات التسميد بالأسمدة الكيماوية أو العضوية [6, 8, 9, 10].

كما يمكن أن تشكل بعض النشاطات البشرية المختلفة مثل تربية الحيوانات والدواجن في المناطق الريفية مصدراً مهماً لتلوث مصادر المياه، وخاصة أن غياب التشريع البيئي الصارم في بعض المناطق أو عدم التطبيق الصارم للتشريعات البيئية الصادرة يدفع أصحاب المداجن إلى نشر مخلفات الدواجن على الأرض مباشرة دون الاكتراث إلى الأخطار البيئية والصحية التي يمكن أن تنتج عن ذلك مثل احتمال حدوث الإثراء الغذائي Eutrophication للممرات المائية من خلال الجريان السطحي للمغذيات [11, 12, 13]. كما تسبب هذه الملوثات في التأثير على قيم pH التربة وعلى ناقليتها الكهربائية إضافة إلى زيادة تراكيز الأملاح القابلة للذوبان في محلول التربة والتي تشمل شوارد البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم والصوديوم [14] مما يؤثر على خصائص المياه الجوفية. أشارت بعض الدراسات إلى احتواء مخلفات الدواجن على العناصر الثقيلة والتي تسبب تأثيرات سامة على صحة الإنسان والحيوان حيث يؤدي التسميد غير المدروس بمخلفات الدواجن إلى تراكم Cu و Zn بكميات كبيرة في التربة [15, 16].

أهمية البحث وأهدافه :

تنتشر في منطقة قسامين التابعة لمحافظة اللاذقية في سورية مجموعة من مصادر المياه الجوفية والتي كانت تعتبر مصادر أساسية لمياه الشرب. خلال السنوات الأخيرة ظهر في هذه المصادر المائية طعم ورائحة غير مستحبين التي اعتبرت مؤشراً على تلوث هذه المصادر المائية مما دفع السكان إلى تجنب استخدامها كمصادر لمياه الشرب، وانتشرت في المنطقة شائعات وآراء تربط مؤشرات التلوث التي ارتبطت ببعض الأنشطة البشرية المختلفة الموجودة في المنطقة وخاصة منها تربية الدواجن. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم بعض المؤشرات الأساسية لجودة أهم مصادر مياه

الشرب الموجودة في المنطقة من خلال قياس درجة حرارة المياه، والعكارة، والناقلية الكهربائية، و pH، والاحتياج الكيميائي للأوكسجين (COD) والاحتياج الحيوي للأوكسجين (BOD_5) وتراكيز بعض العناصر الثقيلة Fe ، Cu ، Cd ، Pb ، وذلك بهدف تقييم جودة المياه في تلك المنطقة وربطها بالنشاطات المختلفة (الزراعية والبشرية) بغية الاستقصاء عن وجود آثار بيئية لهذه النشاطات يمكن أن تؤثر على جودة مصادر مياه الشرب.

طرائق البحث ومواده:

1. وصف منطقة الدراسة :

تبعد منطقة الدراسة (منطقة قسمن) حوالي 20 كم شرق محافظة اللاذقية وتطل على سد 16 تشرين المشاد على نهر الكبير الشمالي، يبلغ عدد سكانها حوالي 2500 نسمة. تنتشر فيها زراعة الحمضيات والزيتون التي تحتاج إلى كميات كبيرة من الأسمدة والمبيدات. تنتشر في هذه المنطقة بعض النشاطات الأخرى تتعلق بتربية بعض الحيوانات ومنها مدجنة كبيرة لإنتاج البيض تقع في وسط منطقة الدراسة إضافة إلى مدجنة أخرى تبعد 2-3 كم عن مركز منطقة الدراسة. يتم التخلص من مخلفات هذه الدواجن بنشرها بالعراء في أحواض غير كتيمة حتى تجف قبل أن ترحل، وبالتالي تبقى هذه المخلفات أثناء تجفيفها عرضة للكثير من العوامل مثل الأمطار والرياح والانغسال.. الخ.

من الناحية الجيولوجية تشكل منطقة الدراسة تلالاً وهضاباً وهي تتبع إلى باليوجين (حسب العمر الجيولوجي) وحسب الوصف الليثولوجي والتي هي عبارة عن حجر رملي، مارل، مارل غضاري، غضار، حجر كلسي وتتميز النفودية في هذه المنطقة بأنها ضعيفة إلى عديمة كما أن عمق الطبقة المائية غير معروف.

2. طريقة أخذ العينات :

شملت الدراسة تقييم جودة مياه الشرب في ستة مصادر مائية تتوزع على منطقة الدراسة وتعتبر هي مصادر مياه الشرب الأساسية في منطقة قسمن، والمصادر المدروسة هي: عين قسمن، نبع البلاط، الخابورية، عين الرواس، بئر جنيينة، آبار الصمصاف. (الشكل 1).

جمعت العينات المائية من المصادر المذكورة شهرياً على مدى عام. عند جمع العينات قيست الخصائص الأساسية لعينات المياه والتي تضمنت قياس درجة الحرارة بواسطة ميزان حرارة زئبقي مدرج، والعكارة بواسطة جهاز Turbi Direct Turbidimeter كما قيست الناقلية الكهربائية و pH باستخدام جهاز قياس حقلي Milwaukee SM 802 من أجل تحديد كل من COD و BOD_5 . أخذت عينات المياه في عبوات زجاجية عاتمة ونقلت إلى المخبر مبردة بدرجة حرارة $4^{\circ}C$ حيث تم قياس COD بجهاز photometer PF-12 من شركة MACHEREY-NAGEL و BOD_5 بجهاز OxiTop من شركة WTW.

أما عينات المياه التي جمعت لتحديد العناصر الثقيلة فقد جمعت بعبوات من البولي ايثيلين غسلت مسبقاً بالماء والصابون ثم بالماء المقطر ثم بالماء الممدد بحمض الأزوت 10%. حفظت عينات المياه بدرجة حرارة $4^{\circ}C$ بعد إضافة حمض الأزوت عالي النقاوة بنسبة 1% لحين إجراء التحليل. رشحت العينات من خلال ورق ترشيح $0,45\mu m$ وتم قياس كل من الحديد والنحاس والكاديوم والرصاص باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Shimadzo AA6800) حيث تم تحليل النحاس والحديد بتقنية اللهب بحدود كشف (0.04، 0.08) mg/kg على التوالي. أما الكاديوم والرصاص فتم تحديدها بتقنية الفرن الغرافيتي، التي تتميز بحدود كشف منخفضة والتي كانت للرصاص $0.13 \mu g/kg$ وللكاديوم هي $0.005 \mu g/kg$.

تم إجراء تحليل التباين باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS 18) للكشف عن وجود تأثيرات معنوية للعوامل المختلفة على الخصائص المدروسة. كما تمت المقارنة بين المتوسطات بطريقة دانكان بدرجة ثقة 95% و 99%.



الشكل 1: مواقع مصادر مياه الشرب المدروسة (1. عين قسمن، 2. نبع البلاط، 3. الخابورية، 4. عين الرواس ، 5. بئر جنيئة، 6. آبار الصفصاف).

النتائج والمناقشة:

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها نتيجة القياسات الشهرية للعينات المأخوذة من المصادر المختلفة على مدار العام تم حساب متوسط النتائج شهريا على مدار العام (الجدول رقم 1). بسبب عدم وجود اختلافات واضحة في النشاطات البشرية والظروف الأخرى بين شهر وآخر وخاصة منها ظروف الطقس وارتباط ذلك بالفصل من السنة، عملت الدراسة على ربط هذه التغيرات في خصائص مياه الشرب مع مصادر المياه من جهة والفصل الموسمي من السنة من جهة أخرى، وذلك بهدف التعرف على تأثير هذه الفصول من السنة على خصائص مياه الشرب وارتباط ذلك بالأنشطة البشرية (وخاصة الزراعية منها). وتكمن الفائدة الأخرى من ربط خصائص مياه الشرب مع الفصول من السنة بإظهار تأثير الظروف الجوية وخاصة سقوط الأمطار في الشتاء واستنزاف المياه الجوفية خلال فصل الصيف على خصائص مياه الشرب. ويظهر الجدول (2) خصائص مياه الشرب في مصادر مياه الشرب المدروسة تبعاً للفصول من السنة.

الجدول (1) : متوسطات قيم العوامل المدروسة خلال عام الدراسة تبعاً لأشهر السنة.

الشهر	pH	الناقلية الكهربائية EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	العكارة (NTU)	درجة الحرارة (C°)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)
	9-6.5	1500-2000	1-5	-	-	2-3
كانون الثاني	7.13	698.33	5.42	16.91	0.083	8.00
	0.20	94.11	8.50	1.96	0.200	3.94
شباط	7.05	726.67	1.96	16.58	0.000	3.75
	0.16	49.26	2.04	1.59	0.000	0.21
آذار	6.96	728.33	3.45	17.58	0.080	5.17
	0.19	78.08	4.60	0.92	0.200	1.47
نيسان	6.98	720.00	5.31	16.58	0.080	3.83
	0.19	83.19	8.02	1.07	0.200	1.25
أيار	6.88	720.00	2.02	16.92	1.080	15.92
	0.18	84.62	2.43	1.02	0.860	2.76
حزيران	6.97	706.67	1.29	17.25	3.580	17.50
	0.16	75.81	1.15	0.88	2.080	1.14
تموز	6.93	810.00	0.54	17.62	3.830	16.58
	0.10	119.33	0.32	0.70	1.470	1.07
آب	6.93	661.67	1.38	17.75	3.420	14.75
	0.12	57.76	1.58	0.88	1.770	1.13
أيلول	6.78	715.00	1.85	17.83	3.410	19.17
	0.13	59.72	1.74	1.03	1.020	1.86
تشرين أول	6.85	665.00	3.28	17.25	1.000	18.50
	0.14	59.25	4.53	0.94	0.630	1.38
تشرين ثاني	7.17	1060.00	-	16.83	1.330	-
	0.20	81.49	-	0.98	0.820	-
كانون أول	7.18	1084.33	-	16.92	1.000	-
	0.10	108.88	-	1.96	0.890	-

من خلال التحليل الإحصائي للنتائج التي تم الحصول عليها تبين عدم وجود تأثير متبادل (تأثير مشترك) ذي أهمية معنوية بين مصادر مياه الشرب من جهة والفصل ضمن السنة من جهة ثانية على خصائص المياه المتعلقة بقيم pH، والناقلية الكهربائية، والعكارة، و قيم COD و BOD₅، أما درجة الحرارة فتأثرت بكل من المصدر والفصل

من السنة وكان يوجد تأثير مشترك لهذين العاملين على درجة حرارة المياه ($p < 0.01$)، ونظراً لعدم أهمية التغيرات في قيم درجة حرارة المياه التي تم رصدها خلال الدراسة لم يتم التركيز على التأثير المشترك لهذين العاملين (مصادر مياه الشرب والفصل من السنة).

الجدول (2) : تأثير فصول السنة على خصائص مياه الشرب في منطقة الدراسة

الرقم	الفصل	pH	الناقلية الكهربائية EC ($\mu\text{s/cm}$)	العكارة (NTU)	درجة الحرارة ($^{\circ}\text{C}$)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)
1	الشتاء	المتوسط	824.44	3.68	16.80	0.36	5.87
		الانحراف المعياري SD	182.98	6.15	1.74	0.68	3.56
2	الربيع	المتوسط	722.78	3.59	17.02	0.41	8.30
		الانحراف المعياري SD	77.40	5.36	1.03	0.69	5.85
3	الصيف	المتوسط	726.11	1.06	17.53	3.61	16.27
		الانحراف المعياري SD	104.60	1.13	0.80	1.69	1.57
4	الخريف	المتوسط	813.33	2.57	17.30	1.91	18.83
		الانحراف المعياري SD	207.70	3.35	1.01	1.35	1.60

وللتعرف على قيم مؤشرات التلوث المتوسطة لمياه الشرب في المصادر المدروسة تم قياس هذه القيم شهرياً على مدار العام ومن ثم حسب المتوسط والانحراف المعياري لهذه القيم (الجدول 3).

الجدول (3) : تغيرات خصائص مياه الشرب الأساسية في مصادر مياه الشرب المدروسة

رقم مصدر مياه الشرب	اسم مصدر مياه الشرب	pH	الناقلية الكهربائية EC ($\mu\text{s/cm}$)	العكارة (NTU)	درجة الحرارة ($^{\circ}\text{C}$)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)
1	عين قسامين	المتوسط	834.17	0.44	16.17	1.50	12.60
		الانحراف المعياري SD	157.04	0.09	0.44	1.58	6.56
2	نبع البلاط	المتوسط	861.67	7.72	15.96	2.38	14.75
		الانحراف المعياري SD	152.43	7.50	1.54	2.20	6.50
3	بئر الخابورية	المتوسط	716.67	5.60	17.10	1.58	11.70
		الانحراف المعياري SD	113.08	3.50	0.29	1.57	6.65
4	عين الرواس	المتوسط	704.17	0.80	17.42	2.38	11.60
		الانحراف المعياري SD	143.99	0.83	0.47	2.28	6.17
5	بئر جنينة	المتوسط	825.83	0.98	17.88	1.17	12.15
		الانحراف المعياري SD	158.54	0.39	0.31	1.32	6.34
6	آبار الصفصاف	المتوسط	687.50	0.38	18.50	0.46	11.10
		الانحراف المعياري SD	142.77	0.27	1.11	0.78	6.84

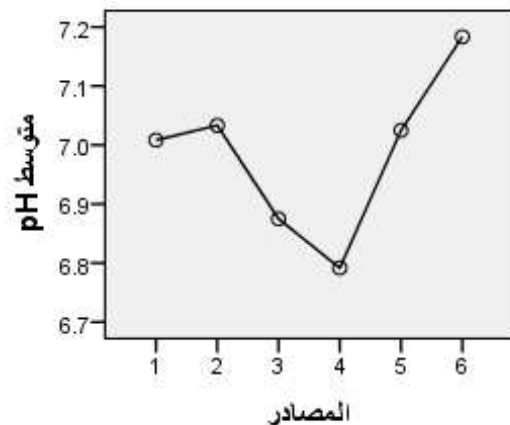
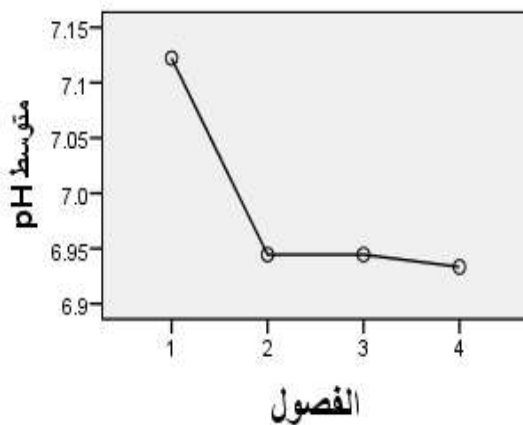
1: تغيرات قيم pH

من خلال القيم المبينة في الجدولين 2 و3 يلاحظ أن قيم pH لمياه الشرب تغيرت ضمن مجال محدود جداً وقد كان للفصل في العام القياسي تأثير معنوي على قيم pH ($p < 0.01$) وكان متوسط قيم pH في فصل الشتاء ($pH = 7.12$) أكبر منها في بقية الفصول من السنة التي لم يلاحظ وجود اختلاف معنوي فيما بينها في قيم pH. يمكن أن يعود ذلك الاختلاف إلى كمية الأمطار التي تهطل بكميات كبيرة في الشتاء مقارنة بفصول السنة الأخرى [18].

كما تأثرت قيم pH مياه الشرب بتغير مصدر هذه المياه فقد أظهر تحليل النتائج إحصائياً وجود فرق معنوي في قيم pH للمصادر المختلفة ($p < 0.01$). وإجراء مقارنة بين متوسطات قيم pH المياه في المصادر المختلفة نجد أن عين الرواس (المصدر رقم 4) تتميز بقيم منخفضة مقارنة ببقية المصادر أما آبار الصفصاف (المصدر رقم 6) فكان قيم pH فيها هي الأعلى من بين المصادر المدروسة (الجدول 4، الشكل 2). وقد يعود سبب اختلاف قيم pH باختلاف مصادر المياه بشكل رئيسي إلى طبيعة المنطقة الجيولوجية التي توجد فيها هذه المياه [19].

الجدول (4) : مقارنة بين متوسطات قيم pH إحصائياً في المصادر المختلفة.

مصادر مياه الشرب	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$
4	a	a
3	a	a b
1	b	b C
5	b	b C
2	b	b C
6	c	C



الشكل (2): تغيرات قيم الـ pH تبعاً لاختلاف كل من مصادر مياه الشرب وفصول السنة في عام الدراسة.

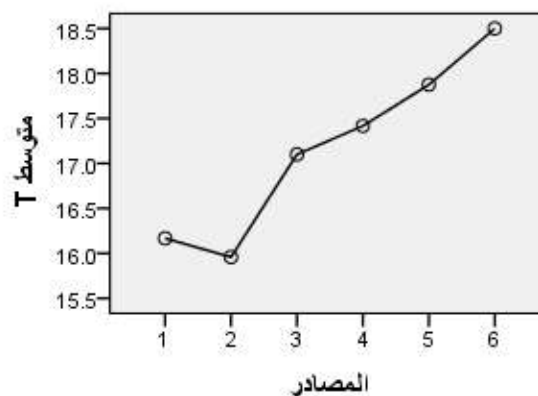
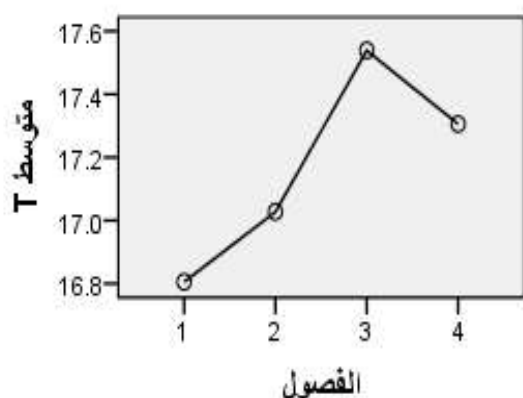
2: تغيرات قيم درجات الحرارة

كما ذكر سابقاً؛ أظهر التحليل المشترك لتأثير كل من مصدر مياه الشرب والفصل من السنة على درجة حرارة المياه وجود تأثير معنوي لكل من العاملين إضافة إلى وجود تأثير مشترك للعاملين (يختلف تأثير الفصل من العام على درجة حرارة المياه تبعاً لمصدر المياه) ويمكن أن يعد ذلك مؤشراً مهماً على اختلاف في مصادر هذه المياه وعمق هذه المصادر بسبب تأثير التغيرات الفصلية المختلفة خلال السنة القياسية وبالتالي الاختلاف في تأثرها بدرجة حرارة الجو [20].

من خلال نتائج مقارنة متوسطات درجات حرارة المياه في المصادر المختلفة يظهر إن درجة حرارة المياه في نبع البلاط (المصدر رقم 2) وعين قسامين (المصدر رقم 1) أخفض منها في المصادر الأخرى ($p < 0.01$) بالمقابل كانت درجات الحرارة في آبار الصفصاف هي الأعلى مقارنة ببقية المصادر (الجدول 5، الشكل 3). ويمكن أن يكون السبب وراء هذا الاختلاف إلى مصدر تغذية هذه الآبار من المياه القريبة إلى السطح وخاصة من حوض نهر الكبير الشمالي. وما يمكن أن يدعم مثل هذا التفسير هو قرب هذه الآبار من حوض نهر الكبير الشمالي وكما يدل على ذلك التغيرات في درجات حرارة المياه في هذا المصدر على مدار العام ($SD=1.11$).

الجدول (5): مقارنة بين متوسطات قيم درجات حرارة المياه إحصائياً في المصادر المختلفة.

مصادر مياه الشرب	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$
2	a	a
1	a	a
3	b	b
4	b c	b c
5	c	c d
6	d	d

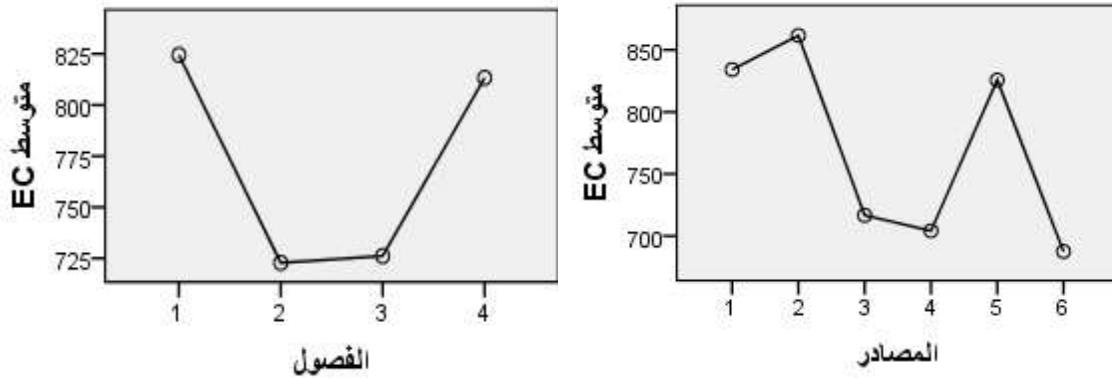


الشكل (3): تغيرات درجة الحرارة (°C) تبعاً لاختلاف كل من مصادر مياه الشرب وفصول السنة في عام الدراسة.

من الشكل (3) وعند مقارنة متوسط درجات الحرارة في فصول السنة القياسية نلاحظ إن درجة الحرارة بلغت أعلى قيمة في فصل الصيف ($t=17.5$) وأدنى قيمة لها في فصل الشتاء ($t= 16.8$) وهذه الفروق لها أهمية معنوية وهي ناتجة بشكل طبيعي عن عوامل المناخ (الجدول 6).

الجدول (6): مقارنة بين متوسطات قيم درجات الحرارة إحصائيا في فصول السنة المختلفة.

الفصل من السنة	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$
الشتاء	a	a
الربيع	a b	a b
الخريف	b c	a b
الصيف	c	b



الشكل (4): تغيرات الناقلية الكهربائية ($\mu\text{s/cm}$) مع اختلاف كل من مصادر مياه الشرب وفصول السنة في عام الدراسة.

3: تغيرات قيم الناقلية الكهربائية

تعبر الناقلية الكهربائية عن كمية الأملاح المنحلة الموجودة كشوارد موجبة وسالبة في المياه. ولدى مقارنة متوسط EC للعينات المائية في فصول السنة نجد أن أعلى قيمة لها في فصل الشتاء والذي يمكن أن يكون نتيجة الأمطار وما تحمله معها من أملاح [20, 22]. إلا أن التحليل الإحصائي أظهر عدم وجود تأثير معنوي للفصول على الناقلية الكهربائية كما أظهر عدم وجود تأثير مشترك لكل من تغير الفصول من السنة وتغير مصادر مياه الشرب.

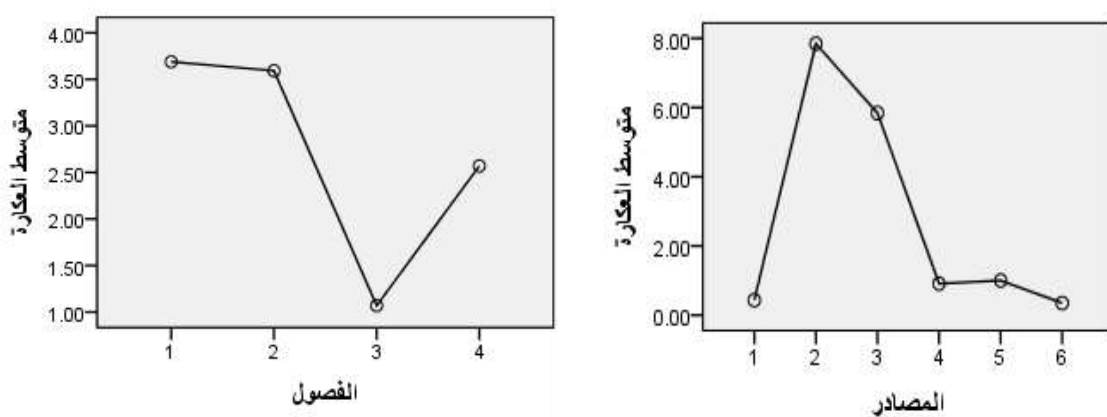
لدى إجراء مقارنة بين متوسطات EC في المصادر المختلفة نجد أن أكبر قيمة لها في نبع البلاط (المصدر 2) في حين أصغر قيمة لها في أبار الصفصاف (المصدر 6) (الجدول 7)، ويمكن تفسير ذلك بأن نبع البلاط عبارة عن مياه جوفية على عمق أكبر بالمقارنة مع أبار الصفصاف التي هي عبارة عن أبار سطحية (الناقلية الكهربائية للمياه الجوفية عادة تكون مرتفعة بالمقارنة مع المياه السطحية) [21].

الجدول (7) : مقارنة بين متوسطات قيم الناقلية الكهربائية للمياه إحصائياً في المصادر المختلفة.

مصادر مياه الشرب	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$
6	a	a
4	a b	a
3	a b	a
5	a b c	a
1	b c	a
2	c	a

4: تغيرات قيم العكارة

تعبر العكارة عن وجود المواد الصلبة في المياه. وعند تحليل نتائج قياس العكارة في عينات المصادر المائية إحصائياً تبين وجود فرق معنوي في قيم العكارة للمصادر ($p < 0.01$) ولوحظت أعلى قيمة للعكارة في المصدر 2 (نبع البلاط) و المصدر 3 (بئر الخابورية) وهي تفوق الحد المسموح به حسب المواصفة السورية لمياه الشرب (الجدول 9، الشكل 5). يمكن أن يكون السبب جزيئات الطين أو السيلت (silt,clay) باعتبار أن هذه المياه جوفية [19،18]. أو بسبب وجود مواد عضوية منحلّة أو وجود مصدر تلوث فهذه الآبار تقع ضمن مناطق سكنية وزراعية [20] كذلك لوحظ وجود تأثير معنوي للفصول على قيم العكارة ($p < 0.05$) وقد كانت مرتفعة في الشتاء وأصغر قيمها في فصل الصيف (الجدول 9) وقد يكون سبب ذلك الأمطار وما تحمله من ملوثات [22] كما أن التحليل الإحصائي أظهر عدم وجود تأثير معنوي لتفاعلي للعاملين معاً (الفصل والمصادر).



الشكل (5): تغيرات العكارة (NTU) مع اختلاف كل من مصادر مياه الشرب وفصول السنة في عام الدراسة.

الجدول (8): مقارنة بين متوسطات قيم للعكارة للمياه إحصائيا في المصادر المختلفة.

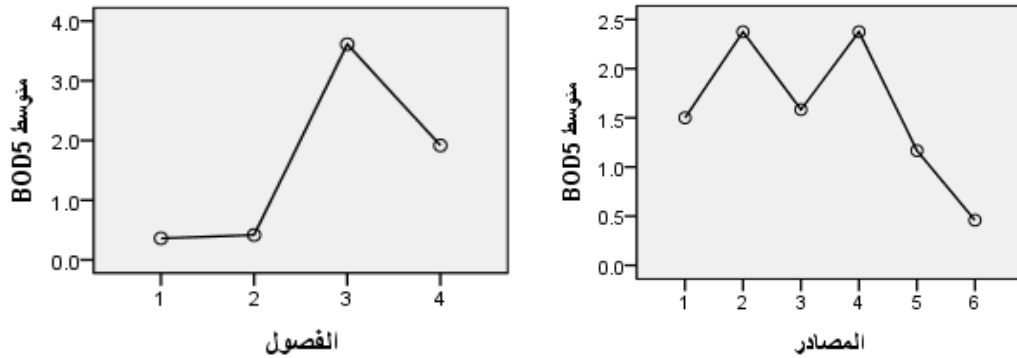
مصادر مياه الشرب	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$
6	a	a
1	a	a
4	a	a
5	a	a
3	b	b
2	b	b

الجدول (9): مقارنة بين متوسطات قيم العكارة للمياه إحصائيا في فصول السنة المختلفة.

الفصل من السنة	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$
الصيف	a	a
الخريف	a b	a
الربيع	b	a
الشتاء	b	a

5: تغيرات قيم BOD_5

أظهر التحليل المشترك لتأثير كل من مصدر مياه الشرب والفصل من السنة على قيم BOD_5 وجود تأثير معنوي لكل من العاملين في حين لا وجود لتأثير مشترك للعاملين ولدى مقارنة المتوسطات BOD_5 للمصادر الستة وجد أن أعلى قيمة كانت في نبع البلاط والرواس (2.375mg/l) بالمقارنة مع أبار الصفصاف أدنى قيمة (الشكل 6، الجدول 10). مما قد يشير إلى وجود مصدر للتلوث في نبع البلاط والرواس. وبمقارنة متوسطات قيم BOD_5 للعينات خلال فصول السنة يلاحظ أن أقل قيمة في فصل الشتاء وأعلى قيمة في فصل الصيف (الشكل 6، الجدول 11) وقد يعود ذلك إلى الاختلافات في درجات الحرارة الموسمية والأمطار والخصائص الجيولوجية فالأمطار في فصل الشتاء تسبب تمديد المياه الجوفية وبالتالي التقليل من BOD_5 [23،22].

الشكل (6): تغيرات متطلب الاكسجين الحيوي BOD_5 (mg/l) مع اختلاف كل من مصادر مياه الشرب وفصول السنة في عام الدراسة.

الجدول (10) : مقارنة بين متوسطات قيم BOD_5 للمياه إحصائياً في المصادر المختلفة

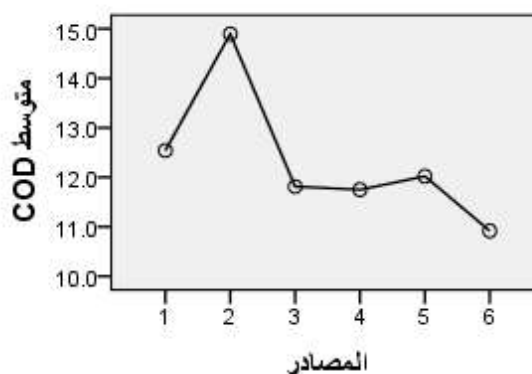
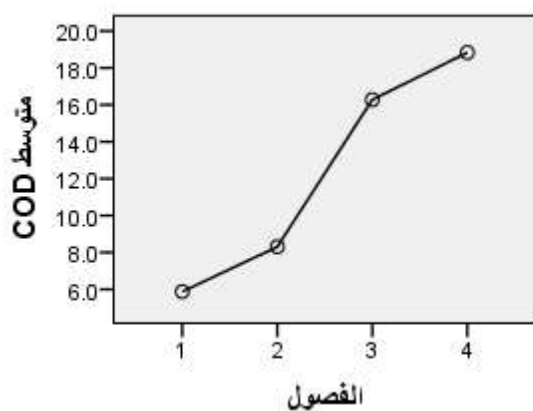
مصادر مياه الشرب	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$
6	a	a
5	a b	a
1	b	a b
3	b c	a b
4	c	b
2	c	b

الجدول (11) : مقارنة بين متوسطات قيم BOD_5 للمياه إحصائياً في فصول السنة المختلفة.

الفصل من السنة	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$
الشتاء	a	a
الربيع	a	a
الخريف	b	b
الصيف	c	c

6: تغيرات قيم COD

أظهرت نتائج تحليل قيم COD للعينات المأخوذة أن هناك تأثيراً معنوياً للفصول على قيم COD حيث لوحظت أصغر قيمة في فصل الشتاء والتي أظهر التحليل الإحصائي أنها لا تختلف معنوياً عن قيمتها في فصل الربيع. كما نجد أن أكبر قيمة هي في فصل الخريف والتي هي أيضاً لا تختلف معنوياً عن قيمتها في فصل الصيف (الشكل 7، الجدول 12). يمكن تفسير ذلك بالتمديد الذي يحصل نتيجة الأمطار في فصل الشتاء [22،23]. كذلك لوحظ أنه أصغر قيمة لـ COD كانت في آبار الصفصاف (المصدر 6) وأكبر قيمة في نبع البلاط (المصدر 2) (الشكل 7) إلا أن التحليل الإحصائي لم يثبت وجود أهمية معنوية لهذه الاختلافات.



الشكل (7): تغيرات متطلب الاكسجين الكيميائي COD (mg/l) مع اختلاف كل من مصادر مياه الشرب وفصول السنة في عام الدراسة

الجدول (12) : مقارنة بين متوسطات قيم COD للمياه إحصائياً في فصول السنة المختلفة.

الفصل من السنة	$\alpha \leq 0.05$	$\alpha \leq 0.01$
الشتاء	a	a
الربيع	a	a
الصيف	b	b
الخريف	b	b

7: تغيرات قيم العناصر الثقيلة

إن تراكيز العناصر الثقيلة كانت أصغر من الحد المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 2007/ 45 فتركيز النحاس المسموح به في مياه الشرب هو 1ppm وتحليل العينات أظهر أن نسبة النحاس في العينات هو تحت حد الكشف (0.04ppm) كذلك الأمر بالنسبة للرصاص كانت نسبته أقل من الحد المسموح به هو 0.01ppm أقل من حد كشف الجهاز (0.13ppb).

أما بالنسبة للحديد فقد أظهرت النتائج أن تركيزه في المياه منخفض جداً خلال فصلي الخريف والشتاء (أقل من حد الكشف 0.08 mg/kg). بينما تم الكشف عنه في العينات المائية المأخوذة خلال فصلي الربيع والصيف ولكن بتراكيز منخفضة جداً (الجدول 13). يمكن أن يعود السبب في ظهور الحديد في العينات المائية المأخوذة خلال فصلي الربيع والصيف إلى استنزاف المياه بكميات كبيرة لاستخدامها في العمليات الزراعية.

أما عنصر الكاديوم فقد تم الكشف عنه في معظم العينات المأخوذة على مدار العام ولكن بتراكيز منخفضة. وكان سلوكه مشابهاً لسلوك معدن الحديد حيث يلاحظ انخفاض تراكيزه في عينات المياه خلال فصلي الشتاء والربيع وارتفاعها في فصلي الصيف والخريف ($P < 0.05$) خلال السنة القياسية (الجدول 14، الشكل 8). ويمكن تفسيره كما هو في حالة الحديد بسبب استنزاف المياه الجوفية خلال فصلي الصيف والخريف. كما بين التحليل الإحصائي عدم وجود فرق معنوي في تركيز الكاديوم بين مصادر مياه الشرب المختلفة إضافة إلى عدم وجود تأثير مشترك بين مصادر مياه الشرب والفصل من عام الدراسة.

الجدول (13) : تراكيز الحديد (ppm) على مدار عام الدراسة في المواقع الستة

مصادر مياه الشرب						تاريخ الإعتيان (الشهر)
6	5	4	3	2	1	
nd	nd	nd	nd	nd	nd	12
nd	nd	nd	nd	nd	nd	1
nd	nd	nd	nd	nd	nd	2
0.0838	0.0811	nd	nd	0.0847	nd	3
0.0874	0.1009	0.0847	0.0937	0.0901	nd	4
0.0973	0.0892	0.1063	0.1045	0.0973	0.0937	5
0.0973	0.1099	0.0982	0.0919	0.0901	0.0955	6

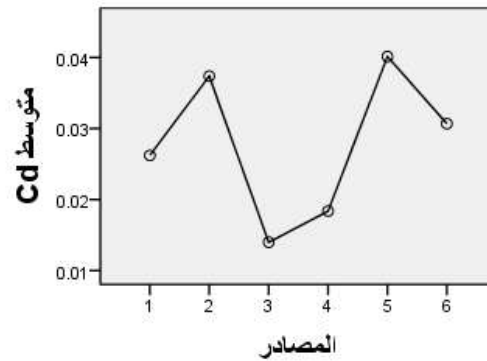
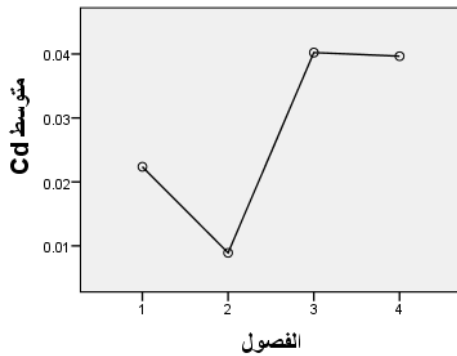
0.1099	0.1045	0.0982	0.1009	0.0964	0.1027	7
0.1135	0.1315	0.1108	0.1279	0.1243	0.0973	8
0.1522	0.1504	0.1405	0.1441	0.1405	0.1279	9
nd	nd	nd	nd	nd	nd	10
nd	nd	nd	nd	nd	nd	11

nd: أقل من حدود الكشف (0.08 mg/kg).

الجدول (14) : تراكيز الكاديوم (ppb) على مدار عام الدراسة في المواقع الستة

مصادر مياه الشرب						تاريخ الإعتيان (الشهر)
6	5	4	3	2	1	
0.0407	0.0244	0.0122	0.0271	0.0108	0.0163	12
0.0163	0.0203	0.0407	0.0305	0.0197	0.0407	1
nd	0.024	0.0429	0.0054	0.0244	0.0061	2
nd	0.0128	0.0085	nd	nd	0.0104	3
nd	0.0093	0.0147	0.0147	0.0159	0.0139	4
0.0054	0.0104	0.0073	0.0085	0.0209	0.0077	5
0.0404	0.0711	0.012	0.0084	0.0120	0.0343	6
0.0211	0.0759	0.006	0.0163	0.1006	0.0458	7
0.0771	0.0795	0.0169	nd	0.0873	0.0193	8
0.0747	0.0759	0.0289	0.0337	0.1392	0.0717	9
0.0721	0.0712	0.0235	nd	nd	0.0423	10
0.0203	0.0068	0.0068	0.0231	0.0176	0.0061	11

nd: أقل من حدود الكشف (0.005 mg/kg).



الشكل (8): تغيرات تركيز الكاديوم (ppb) مع اختلاف كل من مصادر مياه الشرب وفصول السنة في عام الدراسة

الاستنتاجات والتوصيات :

- من خلال النتائج التي ظهرت في هذا البحث يمكن التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:
- تجاوز قيم العكارة الحد المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب 2007/45 خاصة لبئر الخابورية ونبع البلاط يمكن أن يعود إلى وجود فوالق أو شقوق في طبقات الحماية العليا مما يسبب وصول الملوثات إلى الحامل المائي
 - ارتفاع قيمتي COD، BOD₅ في بعض المصادر المائية المدروسة يدل على وجود تلوث محدود لهذه المصادر بفعل النشاطات المختلفة.
 - تظهر قيم ناقلية المياه في المصادر المدروسة إلى إمكانية وصول ملوثات الطبقة السطحية إلى الحامل المائي.
 - لا يوجد مصادر تلوث ذات أهمية بما يتعلق بالعناصر الثقيلة فقد أظهرت النتائج أن تراكيزها كانت ضمن الحدود الطبيعية المسموح بها.
- من خلال النتائج المستخلصة نقترح ما يأتي:
- إجراء دراسات تتعلق بخصائص المياه من الناحية الجرثومية للتأكد من إمكانية استخدامها كمصدر لمياه الشرب.
 - القيام بعدة إجراءات لحماية آبار الصفصاف من الملوثات الخارجية باعتبارها المصدر الرئيسي لمياه الشرب في هذه المنطقة فهي مجموعة من الآبار السطحية تبين أنها تتأثر بالعوامل الخارجية بشكل كبير لذلك لابد من منظومات حماية ومعالجة لضمان السلامة الكيميائية والحيوية لهذه المياه .

المراجع:

- [1] BABIKER, I.S.; MOHAMED, M.A.A.; TERAQ, H.; Kato, K.; OHTA, K. *Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system*. Environment International, 29, 2003, 1009–1017.
- [2] DE SANTA OLALLA, F.M.; DOMINGUEZ, A.; ORTEGA, F.; ARTIGAO, A.; FABEIRO, C. *Bayesian networks in planning a large aquifer in Eastern Mancha, Spain*. Environmental Modelling and Software, 22 (8) , 2007, 1089–1100.
- [3] TAIT, N.G.; DAVISON, R.M.; LEHARNE, S.A.; LERNER, D.N. *Borehole Optimisation System (BOS) – a case study assessing options for abstraction of urban groundwater in Nottingham, UK*. Environmental Modelling and Software, 23(5), 2008, 611–621.
- [4] ATAIE-ASHTIANI, B. *MODSharp: regional-scale numerical model for quantifying groundwater flux and contaminant discharge into the coastal zone*. Environmental Modelling and Software, 22 (9), 2007, 1307–1315.
- [5] SCHRÖDER, J.J.; SCHOLEFIELD, D.; CABRAL, F.; HOFMAND, G. *The effects of nutrient losses from agriculture on ground and surface water quality: the position of science in developing indicators for regulation*. Environmental Science & Policy, 7 , (2004) , 15–23
- [6] JIANG, Y.; WU, Y.; GROVES, C.; YUAN, D.; KAMBESIS, P. *Natural and anthropogenic factors affecting the groundwater quality in the Nandong karst underground river system in Yunan, China*. Journal of Contaminant Hydrology, 109, (2009), 49–61.
- [7] LEWIS, K.A.; BARDON, K.S. *A computer-based informal environmental management system for agriculture*. Environmental Modelling and Software, 13 (2), 1998 , 123–137.
- [8] KARAVOLTSOS, S.; SAKELLARI, A.; MIHOPOULOS, N.; DASSENAKIS, M.; SCULLOS, M. *Evaluation of the quality of drinking water in regions of Greece*. Desalination, 224, (2008), 317–329.
- [9] KARAKOC, G.; ERKOC, F.U.; KATIRCIOGLU, H. *Water quality and impacts of pollution sources for Eymir and Mogan Lakes (Turkey)*. Environment International, 29, (2003), 21–27.
- [10] BULUT, E.; AKSOY, A. *Impact of fertilizer usage on phosphorus loads to Lake Uluabat*. Desalination, 226, (2008), 289–297.
- [11] FLORIN, N.H.; MADDOCKS, A.R.; WOOD, S.; HARRIS, A.T. *High-temperature thermal destruction of poultry derived wastes for energy recovery in Australia*. Waste Management , 29, (2009) , 1399–1408.
- [12] SAUER, T.H.; COMPSTON, S.; WEST, C.H.; RAMIREZ, G.; GBUR, E.; PARKIN, T. *Nitrous oxide emissions from a bermudagrass pasture: Interseeded winter rye and poultry litter*. Soil Biology & Biochemistry, 41, (2009) , 1417–1424.
- [13] SZOGI, A.A.; VANOTTI, M.B. *Prospects for phosphorus recovery from poultry litter*. Bioresource Technology, 100, (2009) , 5461–5465.
- [14] HAYNES, R. Judge. *Influence of surface-applied poultry manure on topsoil and subsoil acidity and salinity: A leaching column study*. Plant Nutr. Soil Sci, 171, (2008), 370–377.

- [15] ZHOU,D.M.; HAO,X.Z.; WANG,Y.J.; DONG,Y.H.; CANG,L. *Copper and Zn uptake by radish and pakchoi as affected by application of livestock and poultry manures*. Chemosphere ,59, (2005) ,167–175.
- [16] GUERRA-RODRÍGUEZ,E.; ALONSO,J.; MELGAR,M.J.; VA´ZQUEZ,M. *Evaluation of heavy metal contents in co-composts of poultry manure with barley wastes or chestnut burr/leaf litter*. Chemosphere, 65, (2006), 1801–1805.
- [17] المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 لعام 2007، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، وزارة الصناعة، دمشق، سورية.
- [18] MANGORE,E.; TAIGBENU, AE. *Land-use impacts on the quality of groundwater in Bulawayo*. Water ,SA , 30, (2004) ,453-465.
- [19] PRAKASH, K. L.; Somashekar, R. K. *Groundwater quality - Assessment on Anekal Taluk, Bangalore Urban district, India*. Journal of Environmental Biology, 27 (4) ,(2006), 633-637.
- [20] GUPTA, L. N. *Surface and Ground Water Quality Monitoring of Chitrakoot During Amavasya Occasion Day*. Journal of Chemistry and Chemical Sciences, 1, Issue 1, (2010), 1-92.
- [21] ULLAH, R.; MALIK, R. N.; QADIR,A. *Assessment of groundwater contamination in an industrial city, Sialkot, Pakistan*. African Journal of Environmental Science and Technology , 3 (12) , (2009), 429-446.
- [22] ADEYEMI,O.; OLOYEDE,O,B.; OLADIJI,A,T. *Physicochemical and microbial characteristics of leachate- contaminated groundwater*.Asin journal of Biochemistry,2 (5) , 2007, 343-348.
- [23] DVORNIC,A.; DJOGO,M.; MILORADOV,M,V.; VUJIC,G. *Biological and chemical oxygen demand as indicators of organic pollution of leachate and piezometric water from semi controlled, non sanitary landfill in novi sad, Serbia*. International Journal Of Engineering ,(2), 2011,79-82.