تقييم بعض المعادن الثقيلة في مياه الشرب بمدينة البيضاء، ليبيا

عبدالحفيظ عبد الرحمن موسي، آلاء فتحي سعد

كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

الملـخص

أجريت هذه الدراسة للخزان الرئيسي وخزان التجميع الفرعي وشبكة التوزيع لأربعة أحياء بمدينة البيضاء (حي الجنين، حي البيضاء الجديدة، حي وسط المدينة وحي المنطقة الصناعية) والتي يتم تزويدها بالمياه من محطة سوسة لتحلية المياه، لغرض تقييم بعض المعادن الثقيلة (الألومنيوم، الحديد، النحاس، الرصاص، المنجنيز، الزنك، الكادميوم، الكروميوم، الزئبق والزرنيخ) في مياه الشرب بمدينة البيضاء وفقاً لبعض المعايير المعتمدة من منظمة الصحة العالمية (WHO) والمواصفات القياسية الليبية.

أظهرت النتائج أن تركيز الألومنيوم بمياه جميع الأحياء قد تجاوز الحد الأقصى المسموح به؛ وأن تركيز الحديد قد تجاوز القيمة الدلالية القصوى (0.3 مليجرام / لتر) في كل من حي الجنين (1.04 مليجرام / لتر) بحوالي ثلاثة أضعاف وفي حي وسط المدينة (0.364 مليجرام / لتر)؛ وأن تركيز الزنك والزرنيخ بمياه جميع الأحياء أقل من الحد الأدنى للقيم الدلالية، وأن تركيز كل من النحاس والمنجنيز بجميع المناطق تقع ضمن نطاق القيم الدلالية المسموح بها.

تبين مقارنة نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الأحياء الأربعة مع مياه الخزان الرئيسي أن تركيز معدن الحديد قد ارتفع بحوالي أربع وعشرون مرة في حي الجنين وحوالي أربع مرات في حي البيضاء الجديدة وبمقدار الضعف في حي المنطقة الصناعية، وأن معدن الزنك قد ارتفع بحوالي ثلاثون مرة في حي البيضاء الجديدة بفارق معنوي عند مستوي احتمال $P\leq0.05$. كما تبين أن هناك زيادة معنوية في تركيز النحاس والزنك في حيي الجنين ووسط المدينة. قد تعزي هذه الزيادة من ناحية إلى أنابيب ووصلات شبكة المياه ومن ناحية أخري إلى انتهاك السكان لشبكة توزيع المياه عن طريق ربط منازلهم على أكثر من مصدر لتغذية الشبكة. وحيث أن تركيز هذه المعادن، فيما عدا تركيز معدن الألومنيوم ومستوي تركيز معدن الحديد في كل من حيي الجنين ووسط المدينة، إما أقل أو ضمن نطاق القيم الدلالية فإن مياه هذه الأحياء تعد مأمونة.

الكلمات الدالة: المعادن، الثقيلة، مياه، الشرب، البيضاء

1. المقدمة

ان لنوعية وسلامة المياه دوراً هاماً ومباشراً على صحة المستهلك، حيث تعتبر المياه ضرورة لوجود الحياة، وتعاني العديد من مدن العالم من مشكلة تلوث المياه وتسبب الامراض للسكان نتيجة عدم السيطرة على الملوثات وغياب الرقابة والمتابعة. ان المياه المستخدمة للشرب او في الاغذية او الغسل، يجب ان

تكون خالية من الأحياء المرضة والمواد الكيميائية والعناصر الثقيلة والعالقة، ولأيمكن الاعتماد علي الحس لتقدير نقاوة المياه، فقد تكون العينة رائقة وعديمة الطعم والرائحة، الا انها تحتوي على عدد من الملوثات التي تجعلها غير صالحة للشرب.

التلوث الكيميائي هو أحدث مصادر التلوث في مياه خزانات المنازل، وتعتبر العناصر المعدنية الثقيلة مثل الكادميوم، الرصاص، الزرنيخ وغيرها بالغة الأهمية نظرا لعلاقة التركيزات المرتفعة منها بالعديد من الأمراض على المدى القصير والطويل وعلاقة التركيزات المنخفضة عند المستويات المسموح بها بالنواحي الحيوية والفسيولوجية داخل جسم الإنسان (السباعي والجنيدي، 1997)، وقد

أكدت معظم الدراسات وجود علاقة وثيقة بين تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في مصل دم أو خلايا أنسجة الكائنات الحية وحدوث الأمراض السرطانية (Davis *et al.* , 1969).

من خلال الدراسات السابقة اوضح (Yang *et al.* , 1999). ان الرصاص يؤثر في أعضاء وأجهزة جسم الإنسان ويعد الجهاز العصبي المركزي أكثرها حساسية خاصةً عند الأطفال، كما يتلف الرصاص أيضاً الكلي والكبد والجهاز المناعي، ويؤدي تعرض النساء الحوامل للرصاص إلي الولادة المبكرة وصغر وزن المولود وضعف قدرته الذهنية، كما أنه يحدث أيضاً التشوهات الخلقية و يعتبر الرصاص واحداً من أكثر العناصر الملوثة سميةً ،حتى ولو بتركيزات منخفضة جداً فهو يتراكم في الجسم ويمتص مباشرة من الدم إلي الأنسجة الأخرى، وعندما يغادر مجري الدم، يتم تخزينه مع باقي المعادن في العظام حيث تستمر نسبته في الزيادة بصفة مستمرة (William,2000).

إن وجود الحديد في الماء بكميات كبيرة يسبب تلف معدات وانسداد أنابيب شبكات توزيع المياه (السلاوى، 1989). وتسبب زيادة النحاس عن المعدل المسموح به، تلون وصلات الشبكة باللون الأخضر المزرق، أما من الناحية الصحية فتظهر مشاكل بالجهاز الهضمي مثل الإسهال والتقيؤ والدوران والمغص المعوي وأضرار للكبد والكلي (Zacarias,2001).

يعتبر الكادميوم من ملوثات المياه الخطيرة وواحداً من أكثر العناصر الثقيلة سميةً بسبب خواصه التراكمية في أجسام الكائنات، وتظهر أعراض التسمم به على هيئة ارتفاع في ضغط الدم وتلف الكلى وتدمير كريات الدم الحمراء. وقد شددت منظمة الصحة العالمية علي عدم تجاوز نسبته في مياه الشرب لتركيز 10 ميكروجرام/لتر وإذا تجاوز ذلك فيصبح غير صالح للاستخدام الادمي (عبد المنعم واليمني،2009).

يؤدي عدم تناول الزنك بكميات مناسبة إلى إعاقة النمو وفقدان الشهية وظهور البقع على الجلد وإعاقة التطور للأعضاء التناسلية ووظيفتها. ومن الناحية الأخرى، يؤدي تناول الزنك بتركيز أعلي من الحد المسموح به إلى الحمى والسعال والتقيؤ والاكتئاب والصداع والوهن والوعكة الصحية. وتعد سمية الزنك أقل بكثير من سمية المعادن الثقيلة الأخرى مثل الكادميوم. (American Thyroid Association and Thyroid Foundation of Canada , 1996).

تعتبر جميع مركبات الزئبق سامة للكائنات الحية ولكن بتأثيرات متفاوتة وتعد المركبات العضوية أشدها سمية وخطورة حيث تتميز هذه المركبات بثباتها وقدرتها على التراكم داخل الأنسجة الحية. ولا يؤدى الزئبق أية وظيفة فسيولوجية نافعة في جسم الإنسان، ويصنف ضمن السموم العصبية وتظهر التأثيرات السامة له، على شكل اضطرابات عصبية وكلوية، والتي تقترن مباشرةً بمركبات الزئبق العضوية وغير العضوية على التوالي (الساحلي، 2006) كما أنه يحدث أيضاً التشوهات الخلقية. يعد المنجنيز عنصراً أساسيا في العديد من الأنظمة الحيوية وتقدر الاحتياجات اليومية المطلوبة بحوالي 3-5 مليجرام ولم يتم تسجيل أية سمية حادة تتعلق به ولذلك فهو يعد أقل العناصر الثقيلة سمية (Henkin ,1976).

ان تناول الكروميوم بكميات أعلي من المعدل المسموح به يتسبب في مشاكل بالمعدة وتقرحات وتقلصات عضلية وتلف الكبد والكلي والجهاز الدوري والعصبي وسرطان الرئة، في حين يؤدي نقص عنصر الكروميوم في مياه الشرب إلى حدوث أمراض مثل تصلب الشرايين وضيقها ونقص كفاءة وظيفتها (WHO,1999).

تهدف هذه الدراسة لتقييم جودة مياه الشرب بمدينة البيضاء ومحتواها من بعض المعادن الثقيلة، بدءً من خزانات تجميع المياه حتى وصولها إلى المستهلكين عبر شبكات النقل والتوزيع داخل أحياء المدينة، والتأكد من مطابقتها للموصفات القياسية لمنظمة

الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب، وإرساء قاعدة بيانات ومعلومات لوضع برنامج مراقبة دوري يوضح مدي التغير في جودة المياه مستقبلياً.

2.المواد وطرق البحث

أجريت هذه الدراسة لتقييم بعض المعادن الثقيلة في مياه الشرب بمدينة البيضاء. وتقع مدينة البيضاء في شمال شرق ليبيا أعلى قمة الجبل الأخضر عند التقاء خط ال عرض21.44 شمالا وخط الطول 32.76 شرقا يحدها من الشرق مدينة شحات ومن الغرب قرية مسة ومن الجنوب قرية أسلنطة ومن الشمال منطقة الوسيطة، مما يجعلها تتوسط الجبل الأخضر. وتعتبر محطة سوسة لتحلية مياه البحر المصدر الرئيسي لتغذية بعض احياء المدينة حيث يتم تزويد الخزان الرئيسي الموجود في منطقة صمبر ثم تدفع المياه إلى خزان التجميع الفرعي بمدينة البيضاء الذي تم بناءة عام 1964م والذي يقوم بدوره بتغذية شبكة أحياء المدينة.

تم جمع عدد أربع عينات مياه من كل موقع من مواقع الدراسة خلال شهر يناير 2012 م، ويوضح الشكل رقم (1) خريطة مواقع أخذ العينات. وتم جمع كل عينة في قنينة معقمة تم غسلها بماء المصدر أولاً، ثم ملئت القنينة إلى أن فاضت المياه خارجها وتركت عدة ثواني لطرد الهواء وتم إضافة 2 مل من حامض النيتريك المركز إلى العينة مباشرةً وغلقت جيداً، ونقلت الي المعمل لإجراء التحاليل الازمة باستخدام جهاز امتصاص الطيف الذري، نوع وموديل: AA-6800-Atomic Absorption Spectrometer اتبع في تصميم هذه الدراسة التصميم كامل العشوائية Completely Randomized Design باستعمال ثلاثة مكررات، وعزلت المتوسطات باختبار دنكن المتعدد الحدود عند مستوي معنوي 0.005 (الساهوكي وكريمة، 1990).

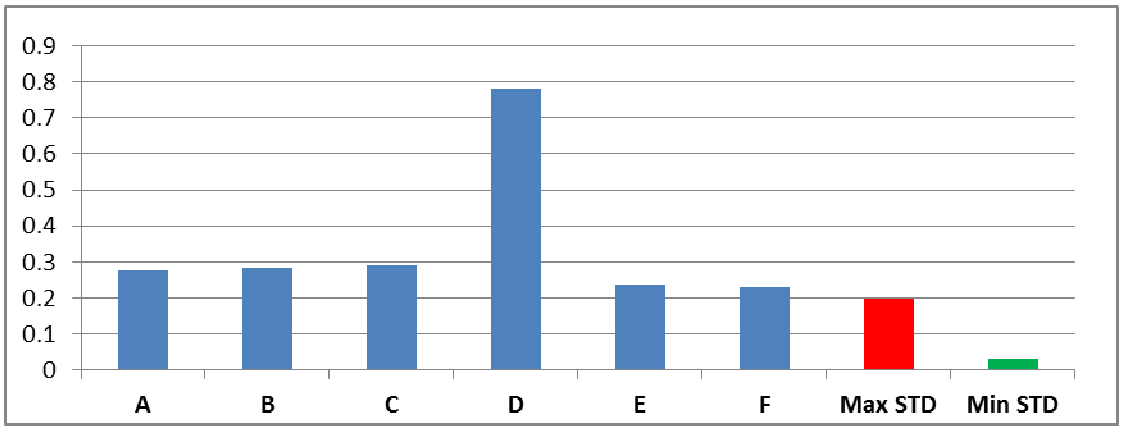
الشكل (1): مواقع الدراسة بمدينة البيضاء

3.النتائج والمناقشة

1.3 الألومنيوم

يتضح من نتائج تحليل مستوي الألومنيوم المدرجة في الجدول (1) عدم وجود فروق معنوية ما بين جميع مناطق الدراسة، وأن أعلى قيمة لتركيز الألومنيوم 0.779 مليجرام/ لتر، كانت في مياه حي وسط المدينة، وأقل قيمة0.231 مليجرام/ لتر في مياه حي المنطقة الصناعية، وأيضاً أن جميع القيم المتحصل عليها لمناطق الدراسة قد تجاوزت بدرجات متفاوتة الحد المسموح به حسب المواصفة القياسية لمنظمة الصحة العالمية (0.2 مليجرام/ لتر) وذلك كما هو موضح بالشكل (2) والذي يبين تركيز الألومنيوم مليجرام/لتر في كل من الخزان الرئيسي (A) ؛ الخزان الفرعي (B) ؛ حي الجنين (C) ؛ وسط المدينة (D) ؛ البيضاء الجديدة (E) ؛ حي المنطقة الصناعية (F) مقارنةً مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية (WHO). وقد تعزي هذا الزيادة في تركيز الألومنيوم إما لخزان التجميع المصنوع من الألمنيوم أو لاستخدام هذا العنصر في معالجة المياه. أما الزيادة الكبيرة في حي وسط المدينة، وهو أقدم أحياها،

فقد تكون ناتجة عن تأكل وتهالك أنابيب شبكة توزيع المياه بها. وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج الدراسة التي قام بها (1990, Mayan) لتقيم جودة مياه محطات التحلية بمدينة الرياض .

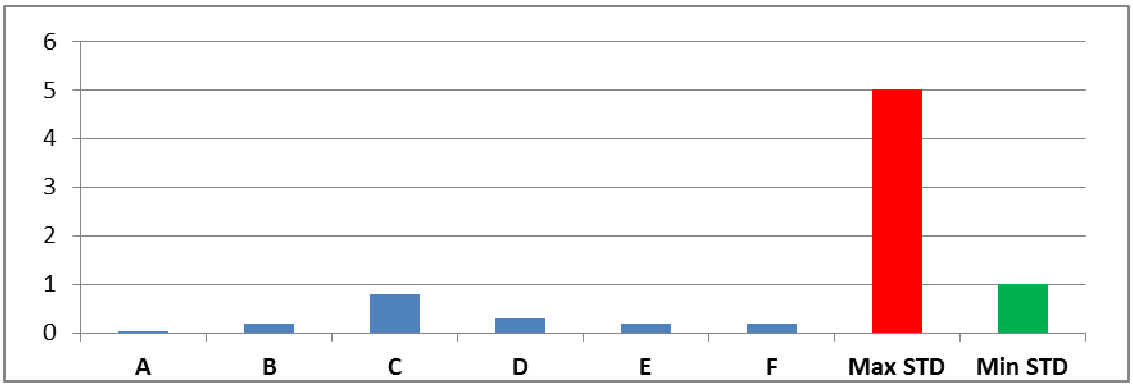


الشكل (2) :متوسطات تركيز الألومنيوم مليجرام/لتر لعينات مياه الشرب بمناطق الدراسة مقارنةً مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية

2.3 الزنك

تشير البيانات الواردة بالجدول (1) عدم وجود فروق معنوية بين كل من الخزان الرئيسي 0.0058 مليجرام/ لتر والخزان الفرعي 0.1713 مليجرام/ لتر وكذلك بين الخزان الفرعي وحيي وسط المدينة 0.2788 مليجرام/ لتر والبيضاء الجديدة 1715. 0 مليجرام/ لتر والمنطقة الصناعية 0.1653 مليجرام/ لتر، بينما أظهر حيي الجنين فروق معنوية عند مستوي احتمال $P \leq 0.05$ عن باقي مناطق الدراسة، حيث كانت قيمة تركيز الزنك بمياهه.8060 0 مليجرام/ لتر

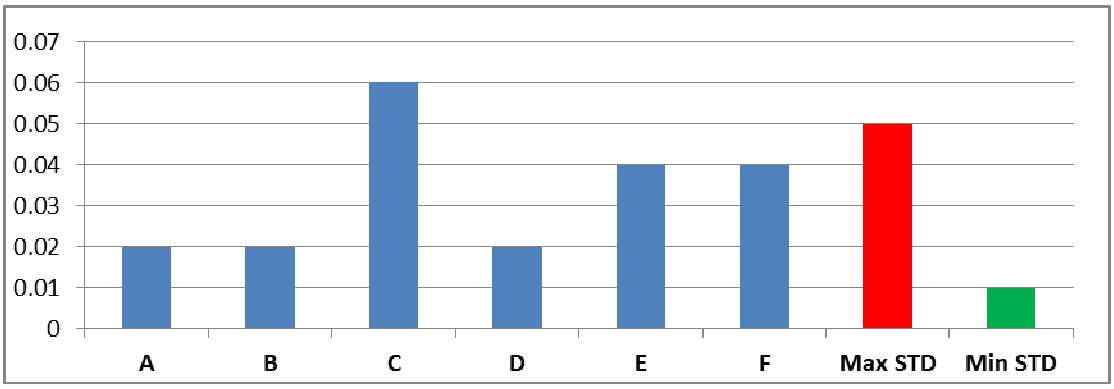
مقارنةً بخزان التوزيع. وعلى الرغم من وجود هذه الاختلافات الإحصائية بين مناطق الدراسة في مستوي تركيز الزنك إلا أن جميعها تقع داخل النطاق المسموح به لتركيز الزنك في مياه الشرب طبقاً لمواصفة منظمة الصحة العالمية (5.00 مليجرام/ لتر) وذلك كم هو موضح بالشكل(3).



الشكل (3) :متوسطات تركيز الزنك مليجرام/لتر لعينات مياه الشرب بمناطق الدراسة مقارنةً مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية

3.3 النحاس

أظهرت نتائج تحليل تركيز النحاس جدول (1) وجود فروق معنوية بين كل من الخزان الرئيسي 0.0163 مليجرام/ لتر والخزان الفرعي 0.170 مليجرام/ لتر كما أظهر حيي الجنين فروق معنوية عند مستوي احتمال $p\leq0.05$ عن باقي مناطق الدراسة، حيث كانت قيمة تركيز الزنك بمياهه 5750. مليجرام / لتر مقارنةً بخزان التوزيع، بينما لا توجد فروق معنوية بين الخزان الرئيسي وباقي مناطق الدراسة البيضاء الجديدة، المنطقة الصناعية، وسط المدينة. وعلى الرغم من وجود الاختلافات الإحصائية بين المناطق المدروسة في تركيز النحاس إلا أن جميع القيم المتحصل عليها تقع ضمن النطاق المسموح به لتركيز النحاس في مياه الشرب طبقاً لمواصفة منظمة الصحة العالمية والمواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب (0.01 – 1.0 مليجرام/ لتر) وذلك كم هو موضح بالشكل (4).



الشكل (4) :متوسطات تركيز النحاس مليجرام/لتر لعينات مياه الشرب بمناطق الدراسة مقارنةً مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

الجدول 1. الفروقات بين متوسطات تراكيز المعادن الثقيلة (الألومنيوم والزنك والنحاس) بمناطق الدراسة

قياس تركيز / الموقع	الالومنيوم	الزنك	النحاس
الخزان الرئيسي (صمبر)	0.2770 a	0058.0 a	0. 0163a
خزان التجميع الفرعي	0 .2850a	0.1713a	0.170b
حي الجنين	0.2900 a	8060. c0	0.575c
حي البيضاء الجديدة	a0.2380	1715. ab0	0. 0375ab
حي وسط المدينة	a0.7795	2788. b0	0. 0207ab
حي المنطقة الصناعية	a0.2310	1653. ab0	0.0380ab

المتوسطات التي تشترك في واحد على الأقل في العمود لا توجد بينهما فروق معنوية (0.05)

الجدول 2. الفروقات بين متوسطات تراكيز المعادن الثقيلة (المنجنيز والحديد والزرنيخ) بمناطق الدراسة.

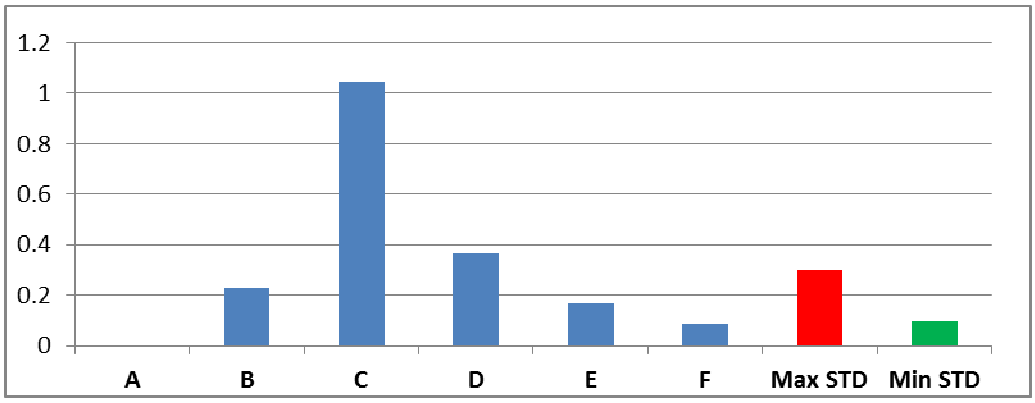
قياس تركيز / الموقع	المنجنيز	الحديد	الزرنيخ
الخزان الرئيسي (صمبر)	a0.0475	a0.0432	a0.0015
خزان التجميع الفرعي	a0.0340	a b0.2313	a0.0015
حي الجنين	a0.0610	1.0430 c	a0.0035
حي البيضاء الجديدة	a0.0500	a b0.1698	ND
حي وسط المدينة	a0.0543	b0.3640	ND
حي المنطقة الصناعية	a0.0928	ab0.0865	ND

المتوسطات التي تشترك في واحد علي الأقل في العمود لا توجد بينهما فروق معنوية (0.05)

4.3 الحديد

من خلال نتائج التحليل المدونة بالجدول (2) عدم وجود فروق معنوية بين كل من الخزان الرئيسي 0.0432 مليجرام/ لتر والخزان الفرعي 0.2313 مليجرام/ لتر وكذلك بين الخزان الفرعي وحي وسط المدينة 0.3640 مليجرام/ لتر والبيضاء الجديدة 0.1698 مليجرام/ لتر والمنطقة الصناعية 0.0850 مليجرام/ لتر، بينما أظهر حي الجنين فروق معنوية عند مستوي احتمال $P \leq 0.05$ عن باقي مناطق الدراسة، حيث كانت قيمة تركيز الحديد بمياهه1.0430 مليجرام/ لتر مقارنةً بخزان التوزيع. وكما يتضح من هذه النتائج أن جميع القيم المتحصل عليها تقع ضمن الحدود المسموح بها حسب منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية (0.1 – 0.3 مليجرام/ لتر)، ماعدا حي الجنين الذي تجاوز بكثير الحد الأقصى المسموح به وذلك كم هو موضح بالشكل (5). ولا تتفق نتائج هذه الدراسة مع قيم تركيز الحديد التي تحصل عليها (السلطني، 2009) أثناء تقييمه لجودة مياه الشرب المنتجة من محطة أبوترابة بالمرج في ليبيا لتحلية مياه البحر، حيث كان تركيز عنصر الحديد بعينات المياه المختلفة في حدود 0.009 مليجرام/لتر أي أقل من الادنى المسموح به تبعاً للمواصفات القياسية الليبية 0.1 مليجرام/لتر. كما لا تتفق أيضاً مع

النتائج التي تحصل عليها (Mousa,2010) عند تقييمه أداء محطات التحلية في الأردن حيث كان تركيز الحديد في حدود 0.01 مليجرام/لترفي المياه الناتجة من هذه المحطة.

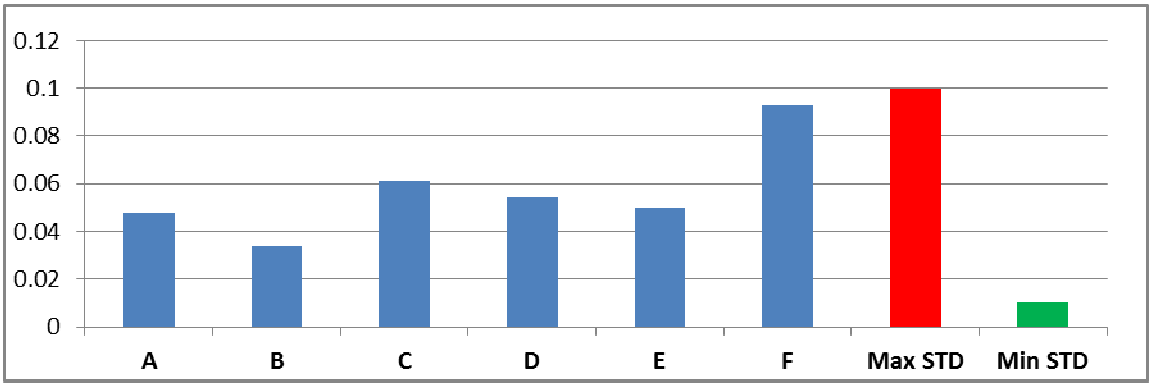


ا

الشكل (5): متوسطات تركيز الحديد ميلجرام/لتر لعينات مياه الشرب بمناطق الدراسة مقارنةً مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

5.3 المنجنيز

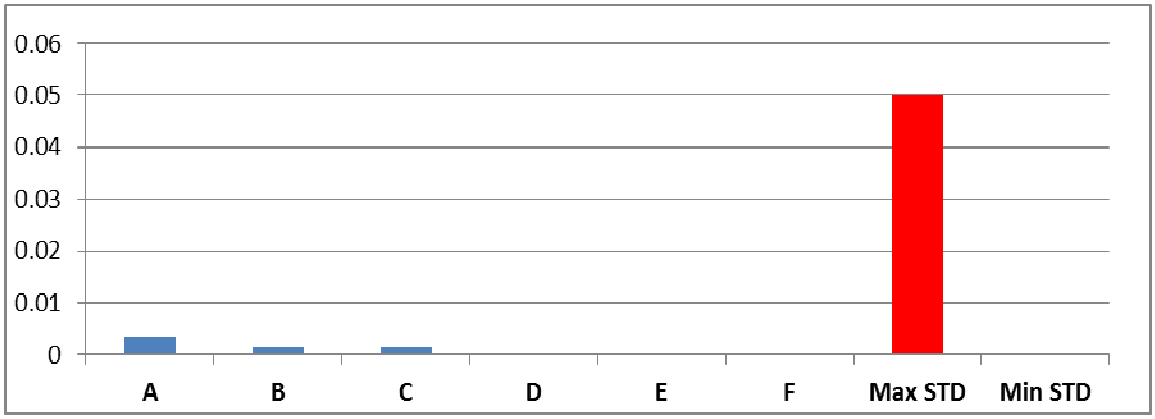
يتضح من نتائج التحليل الواردة بالجدول (2) عدم وجود فروق معنوية بين كل من مياه الخزان الرئيسي0.0475 مليجرام / لتر ومياه الخزان ال فرعي03400. مليجرام/ لتر وكذلك بين الخزان الفرعي وباقي أحياء المدينة. كما يتضح أيضاً أن اعلي تركيز للمنجنيز كان في مياه حي المنطقة الصناعية .00928 مليجرام / لتر، تليها مياه حي الجنين0.0610 مليجرام/ لتر وأقل تركيز في مياه خزان التجميع. ويتضح أن جميع القيم المتحصل عليها لتركيز المنجنيز تقع داخل النطاق المسموح به في مياه الشرب طبقاً للمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب (0.01 – 1.0 ملجم/لتر) ولمواصفات منظمة الصحة العالمية (< 0.4 mg/L) وذلك كم هو موضح بالشكل (6).



الشكل (6): متوسطات تركيز المنجنيز (Mn) ميلجرام/لتر لعينات مياه الشرب بمناطق الدراسة مقارنةً مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

6.3 الزرنيخ

يتضح من نتائج تحليل تركيز الزرنيخ المدرجة بالجدول رقم (2) وجود الزرنيخ فقط وبتراكيز ضئيلة0.00150.0035 – مليجرام/لتر في مياه شرب كل من الخزان الرئيسي والخزان الفرعي ومياه حي الجنين ولم تتجاوز التركيز المسموح به في مياه الشرب وفق المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية (0.01 ميلجرام/لتر) وذلك كم هو موضح بالشكل (7). كما يتضح أيضاً خلوا مياه كل من حي البيضاء الجديدة وحي وسط المدينة وحي المنطقة الصناعية من الزرنيخ.



الشكل (7) متوسطات تركيز الزرنيخ (As) مليجرام/لتر لعينات مياه الشرب بمناطق الدراسة مقارنةً مع المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

7.3 الزئبق والرصاص والكروميوم والكادميوم

بينت نتائج تحليل مياه الشرب المنتجة من محطة سوسة لتحلية مياه البحر والمدرجة بالجدول (3) خلوا هذه المياه من معدن الزئبق والرصاص والكروميوم والكادميوم، وكذلك خلوا مياه جميع أحياء مدينة البيضاء التي شملتها الدراسة من هذه المعادن. ولعل التفسير العلمي والمنطقي لهذه النتائج وهو إما أن هذه المعادن لا توجد فعلاً بمياه مواقع الدراسة أو أنها تتواجد بتراكيز ضئيلة جداً أقل من حساسية الجهاز المستخدم في التحليل. وبشكل عام فإن هذه المعادن توجد في مياه البحر بتراكيز منخفضة جداً، فمثلاً لا يتجاوز تركيز الزئبق 150.ميكروجرام/ لتر، ويوجد عنصر الكروميوم في مياه البحر بمعدلات أقل من 0.2 ميكروجرام/ لتر، ومتوسط تركيز الرصاص في مياه البحر حوالي 0.3 ميكروجرام/ لتر (عادل،1985). وحيث أن جميعها، باستثناء عنصر الكروميوم، لا تؤدى أية وظيفة فسيولوجية نافعة في جسم الإنسان ولذا يعد نقصها أفضل من تواجدها.

الجدول 3. تراكيز المعادن الثقيلة (الزئبق والرصاص والكروميوم والكادميوم)

قياس تركيز / الموقع	الزئبق	الرصاص	الكروميوم	الكادميوم
الخزان الرئيسي (صمبر)	n.d	n.d	n.d	n.d
خزان التجميع الفرعي	n.d	n.d	n.d	n.d
حي الجنين	n.d	n.d	n.d	n.d
حي البيضاء الجديدة	n.d	n.d	n.d	n.d
حي وسط المدينة	n.d	n.d	n.d	n.d
حي المنطقة الصناعية	n.d	n.d	n.d	n.d
WHO Guideline	.006 mg/L0	.01 mg/L0	.05 mg/L0	.003 mg/L0

المراجع

الساحلي، ناصر أمحمد .2006. تقرير فني حول نتائج التحاليل الكيميائية لمياه منظومة الحساونة. سهل جفارة، إدارة الشؤون الفنية، قسم جودة المياه.

الساهوكي، مدحت، وكريمة وهيب. 1990. تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب. دار الحكمة للطباعة والنشر. جامعة بغداد. العراق.

السباعي والجندي.1997 .المعالجات المستخدمة للحصول على مياه الشرب المطابقة للمواصفات العالمية، مؤتمر التنمية وتأثيرها على البيئة 21 / 23- 9 /1997 م، وزارة الشؤون البلدية والقروية، الرياض، المملكة العربية السعودية

السلاوى، محمود سعيد .1989. هيدرولوجية المياه السطحية. الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراتة، ليبيا، الطبعة الأولي.

السلطني، يوسف حمد, 2009. جودة مياه الشرب بعد وصول مياه تحلية محطة أبوترابة بمدينة المرج. رسالة ماجستير، أكاديمية الدراسات العليا، بنغازي.

عادل، عوض. 1985. دراسة حول الموقف العربي الخاص بالبلدان العربية التي تقع علي البحر المتوسط موضوع الدراسة، دور وكفاءة السلطات المحلية والإقليمية والحكومية لمناطق حوض البحر المتوسط حول مشاكل البيئة–مرسيليا من 27–29 مارس، الجامعة العربية للعلوم، العدد 11 السنة السادسة.

عبد المنعم، أكرم ومحمد اليمني. 2009. قياس ملوثات البيئة، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

American Thyroid Association and Thyroid Foundation of Canada. 1996. Encarta yearbook, July 1996.

Davis B, R Dubach, H, G. Elson. H. Nyberg, and W. Wood.1969. Microbiology, Harper and Row, Publisher, London.

Henkin, R.L. 1976. Trace metals in endocrindogy. Med. Clin. North. Am, 60: 779.

Mayan Kutty, P.C. 1990. Quality Control of Potable Water Supplies from Swcc,s Multistage Flash Evaporation Plants in the Eastern Province and Riyadh Area.

Mousa S. Mohsen, Salem .G 2010. Performance Evaluation of Reverse Osmosis Desalination Plants; A case study of WadiMa,in, Zara and Mujib Plants. Desalination and Water Treatment. 14: 265-272.

WHO. 1999. Guidelines for Drinking Water Quality, Int. Health Criteria and Other Supporting Information. 2nded, World Health Organization Geneva, 2: 195-201.

William Harvey. 2000. Heavy Metal Toxicants with Brain. William Harvey Research Institute, London, UK.

Yang, C.Y., H.F. Chiu, M.F. Cheng, S.S. Tsai, C.F. Hung and M.C. Lin. 1999. Cancer mortality and heavy metals levels in Taiwan, s drinking water. Environ.

Res., Section A, 81: 302-308.
Zacarias, 2001. Determination of the taste threshold of copper in water. Chem. Senses, 26:85-89.