مجلة غريان للتقنية / المعهد العالي للعلوم والتقنية غريان
Gharyan Journal of Technology, High Institute of Science & Technology Gharian
العدد الرابع، ديسمبر- 2018 -Issue (4), December

تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة بمنطقة طرابلس

أحمد أبوالعيد قنفود[1]، كوثر مسعود حمادي[2]

(1) كلية الزراعة جامعة طرابلس، (2) مركز البحوث الزراعية
ganfoudab@yahoo.com

Abstract

Tripoli and the surrounding areas are distinguished with several agricultural and industrial activities which produce several residuals that contain heavy metals. These metals might be arrived to the groundwater with different ways. The goal of this study is to determine the groundwater contamination with heavy metals because of that residuals. According to the expected sources of contamination 64 wells were chosen that have been used for domestic, agricultural, and industrial activities. The heavy metals included in this study are Zinc (Zn), Chromium (Cr), Cadmium (Cd), Mercury (Hg), and Lead (Pb). To achieve the goal of this study some field and laboratory investigations were carried out that include: the lithological structure and hydrogeological properties of the aquifer, determining the water table level, and processing the chemical analysis on the collect samples. The results of the study showed that, the temperature and pH values of samples were closed in spite of the different well's depths. Also, natural groundwater flow is in the northwest direction. Concerning the TDS values most of the wells were polluted according to standard specifications. The mentioned heavy metals were existed with different concentrations. However, in the most samples were below the permissible limit according to the standard specifications except Hg in well (B_{15}), Cr in wells (B_{15}, B_{19}, D_2), and Cd in well (B_{19}). Therefore, the area is considered unpolluted with heavy metals.

Key wards: Groundwater contamination, heavy metals, dissolved solids.

الخلاصة

تتميز منطقة طرابلس و المناطق المجاورة لها بمزاولة العديد من الأنشطة الزراعية والصناعية الذي ينتج عنها العديد من المخلفات التي تحتوي على العناصر الثقيلة والتي من المحتمل وصولها للمياه الجوفية في تلك المناطق بعدة طرق. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مدى تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة نتيجة لتلك المخلفات. حسب المصادر المتوقعة للتلوث، تم اختيار عدد 64 بئر و تحديد العناصر الثقيلة التالية:

الكروم (Cr)، الكادميوم (Cd)، الزنك (Zn)، الزئبق (Hg)، و الرصاص (Pb). لتحقيق ذلك الهدف تم القيام ببعض الدراسات والقياسات الحقلية شملت التعرف على التركيب الصخري للخزان وخواصه الهيدروجيولوجية وتحديد منسوب الماء الجوفي به. أيضا تم القيام ببعض التحاليل المعملية شملت قياس درجة الحرارة، درجة التفاعل، الموصلية الكهربائية، الأملاح الكلية الذائبة، و العناصر الثقيلة المذكورة. أظهرت نتائج الدراسة أن درجة الحرارة ودرجة التفاعل للعينات المجمعة متقاربة مع اختلاف أعماق الآبار وأن الانسياب الطبيعي للمياه الجوفية في اتجاه الشمال الغربي. فيما يخص الأملاح الكلية الذائبة (TDS)فإن الغالبية العظمى من الآبار تعتبر ملوثة وفق المواصفات القياسية. أما العناصر الثقيلة المذكورة فإنها تتواجد بتراكيز متفاوتة ولكن في معظم العينات لم تتجاوز الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية باستثناء الزئبق بالبئر (B_{15}) والكروم بالآبار (B_{15} ، B_{19}، D_2) و الكادميوم في البئر(B_{19}). على الرغم من تواجد تلك العناصر بتركيزات متفاوتة إلا إن المنطقة تعتبر غير ملوثة بها.

الكلمات الدالة : تلوث المياه الجوفية، العناصر الثقيلة، الأملاح الكلية الذائبة

المقدمة

على الرغم من أن المياه الجوفية عادة تكون ذات نوعية جيدة وأقل عرضة للتلوث من المياه السطحية إلا إنها عندما تتلوث يكون من الصعب إن لم يكون من المستحيل معالجتها. المياه الجوفية عادة تكون عرضة للتلوث الكيميائي والميكروبي والإشعاعي ويعتمد نوع ودرجة التلوث على النشاط السكاني، طبوغرافية المنطقة، والتركيب الجيولوجي للخزان الجوفي. نتيجة للسرعة البطيئة للمياه الجوفية،فإن الخزان الملوث يستمر علي درجة تلوثه لسنوات عدة. تلوث المياه الجوفية يعتبر من أهم المشاكل التي يجب الاهتمام به لما له من تأثير علي الصحة والبيئة والاقتصاد وتكمن خطورته في انه لا يمكن ملاحظته إلا بعد وصول الملوث إلي المياه ويصبح من الصعب علاجه. يعتبر التلوث بالعناصر الثقيلة من أخطر الملوثات حيث أن لها تأثيرا سمياً كبيراً علي الصحة العامة حتى ضمن مجال التركيز المنخفض لتلك العناصر. هناك مصادر عدة لذلك التلوث بتلك العناصر مثل مياه الصرف الصحي، الآبار السوداء، مكبات القمامة، الأسمدة، التسرب من الأنابيب التي تحمل مواد كربوهيدراتية مثل مشتقات النفط، المخلفات السائلة للأنشطة الصناعية والمستشفيات، وصخور الخزانات الحاوية للمياه.

من خلال الاطلاع على بعض الدراسات السابقة تبين وجود العديد من البحوث و المقالات العلمية التي تتعلق بتلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة في المناطق التي يتواجد بها مصادر تلك الملوثات. على سبيل المثال تلوث المياه الجوفية بعنصري الكروم و الكادميوم بمنطقة تاجوراء بالقرب من المدبغة و مصنع النضائد(الباروني ، 1997 م) وتلوث المياه الجوفية بمنطقة الصناعات الجلدية في كارس بالباكستان (Afzal, etal, 2013) . تلوث المياه الجوفية بالرصاص في منطقة الغيظة باليمن نتيجة للتسرب من بيارات الصرف الصحي (بن يحي ، 2004م). تلوث المياه الجوفية من التسرب من مكبات القمامة (Teta, 2017).تلوث المياه الجوفية في مناطق مختارة في شمال لبنان (Tannous,etal., 2013). أيضاً العناصر الثقيلة يمكن تواجدها في المياه الجوفية نتيجة لتركيب الصخور المكونة للخزان الجوفي حيث تركيزها في المياه الجوفية يكون مرتبط بمستويات تركيزها في المعادن المكونة لصخور الخزان و الأس الهيدروجيني للماء(Ledin , etal., 1989) .

تتميز منطقة طرابلس والمناطق المجاورة لها التي أجريت فيها هذه الدراسة بالكثافة السكانية العالية نسبياً و مزاولة العديد من الأنشطة الزراعية والصناعية الذي ينتج عنها العديد من المخلفات التي تحتوي على العناصر الثقيلة والتي من المحتمل وصولها للمياه الجوفية بالمنطقة بعدة طرق.

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة في المنطقة وذلك من خلال تحديد المصادر المحتملة للتلوث ومعرفة مدى صلاحية المياه للاستعمال في المجلات المختلفة. تم التركيز في هذه الدراسة على العناصر الثقيلة المتوقع تواجدها حسب مصدر التلوث والتي تشمل كل من الكروم (Cr)،الكادميوم(Cd)، الزنك (Zn)، الزئبق (Hg)، و الرصاص (Pb).

المواد وطرق البحث

١ - العناصر الثقيلة

يقصد بالعناصر الثقيلة تلك العناصر التي توجد بأسفل الجدول الدوري للعناصر وذات كثافة أكبر من 5 جم / سم^3. ترتبط الخواص الكيميائية لتلك المعادن وكذلك درجة سميتها والمشاكل التي تسببها ارتباطا وثيقاً بموقعها في الجدول الدوري. ترجع خطورة تلك العناصر إلى كونها من العناصر الانتقالية ولها القدرة على تكوين مجموعة كبيرة من المركبات العضوية وغير العضوية وتعتبر تلك العناصر سامة إذا زاد تركيزها على عن مستويات معينة و يختلف تأثيرها تبعا لنوع العنصر و مقدار الزيادة عن الحد المسموح. تلعب

درجة التفاعل دوراً مهماً في ذوبان المركبات التي تحتوي العناصر الثقيلة مما يزيد تركيز تلك العناصر في الوسط المائي.

الكروم (Cr) يعتبر الكروم من الفلزات التي تستخدم على نطاق واسع حيث يدخل في العديد من الصناعات منها صناعة الطلاء و تغليف المعادن، دباغة الجلود، صناعة النسيج، صناعة الأدوية ، صناعة الصلب، و غيرها. يوجد الكروم في التربة بنسب قليلة ويحدث التلوث نتيجة للنشاطات المرافقة لاستعمالاته.

الزنك (Zn)يوجد الزنك في خامات الرصاص و الفلزات الأخرى و خاصة الكادميوم كما يوجد في بعض التكوينات الصخرية مثل الفحم الحجري، و الحجر الرملي، و المنجنيز. على الرغم من أن الزنك يعتبر من العناصر الغذائية الصغرى الضرورية إلا إن زيادة تركيزه في الجسم تؤدي إلى التسمم. يدخل الزنك في صناعات مختلفة. أقصى حد مسموح به وفق المواصفات العالمية هو 5 ملجم /لتر.

الكادميوم (Cd) يستخدم الكادميوم في تحضير العديد من السبائك و في لحام بعض المعادن، كما يدخل في صناعة الأحجار الكهروضوئية. كذلك تستخدم اكاسيده في صناعة أصباغ الملابس والبطاريات و طلاء الخزف. يكمن للكادميوم الوصول للمياه من خلال التسرب من تلك المصادر و يعتبر خطير جدا لتراكمه بأجسام الكائنات الحية ويجب ألا يزيد مستوى تواجده بالمياه عن (0.0012 mg/l).

الزئبق (Hg) يدخل الزئبق في مجلات صناعية عدة مثل صناعة الورق، صناعة المصابيح ، صناعة العقاقير، و المبيدات و غيرها. غالباً ما يتواجد الزئبق ممزوجا مع الحديد والزرنيخ والرصاص والزنك في صورة كبريتات. تتلوث البيئة بالنشاطات المصاحبة للاستعمالات المختلفة وما ينتج عنها من مخلفات. يعتبر الزئبق مضر بالصحة إذا زاد مستواه عن (0.001mg/l).

الرصاص (Pb) يوجد الرصاص في الطبيعة على هيئة خامات معدنية مثل كربونات و كبريتات و كرومات الرصاص، كما يوجد بكميات كبيره على هيئة كبريتيد الرصاص. يدخل الرصاص في العديد من الصناعات وله استخدامات واسعة مما يجعل البيئة بما فيها المصادر المائية عرضة للتلوث بهذا العنصر بدرجة كبيرة. التلوث بهذا العنصر له أثر كبير على الصحة وبذلك وفق المواصفات يجب ألا يزيد مستواه في المياه عن (0.05mg/l).

ب – منطقة الدراسة

أجريت هذه الدراسة خلال سنة 2009 م وشملت المنطقة الممتدة من منطقة تاجوراء شرقاً إلى منطقة المايا غربا و المحصورة بين الشريط الساحلي وخط عرض (041 41 32) شمالاً وخطي الطول

(309 20 13 – 105 50 12) شرقا و المبينة بالشكل (1).تم تقسيم المنطقة إلى أربعة أجزاء و تحديد عدد العينات من كل جزء حسب المصادر المحتملة للتلوث:

ا – منطقة تاجوراء حيث تم جمع عدد (8)عينات شملت: الآبار (A_1 –A_4) من محلة الأشرم لقربهم من آبار سوداء، الآبار (A_4– A_7) بالمدبغة والقرب منها، والبئر (A_8) بمصنع الشعلة لصناعة النضائد السائلة.

ب – منطقة طرابلس حيث تم جمع عدد (25)عينة شملت الآبار(B_1–B_6) بمشروع الهضبة الزراعي لاستغلاله مياه الصرف الصحي في الري، الآبار (B_7– B_{11})بالمنطقة الواقعة حول مكب القمامة عين زاره، البئران(B_{12}, B_{13}) بالشركة العامة للتبغ، البئران (B_{14} , B_{15}) بمصنع التحرر للمنظفات، **و البئر** (B_{16}) شركة السمكة للطلاء، البئران (B_{17} , B_{18}) مصنع أبو سليم للمشروبات، ولآبار - B_{19}) (B_{22}منطقة سوق الثلاثاء، البئر(B_{23}) تشاركيه دباغة الجلود، البئران (B_{24} – B_{25}) جامعة طرابلس..

ج –منطقة جنزور حيث تم جمع عدد (16) عينة شملت: الآبار (C_5 – C_1)محطة الأبقار و بركة الصرف الصحي و مواقع حولهما، الآبار(C_{13} – C_6) الشركة الوطنية لصناعة النسيج، مصنع الصابون العطري، الشركة الوطنية لصناعة المواسير، و مواقع بالقرب منهم، الآبار (C_{16} – C_{14}) بمواقع بالقرب من شبكة الصرف الصحي و الهيئة العامة للمياه .

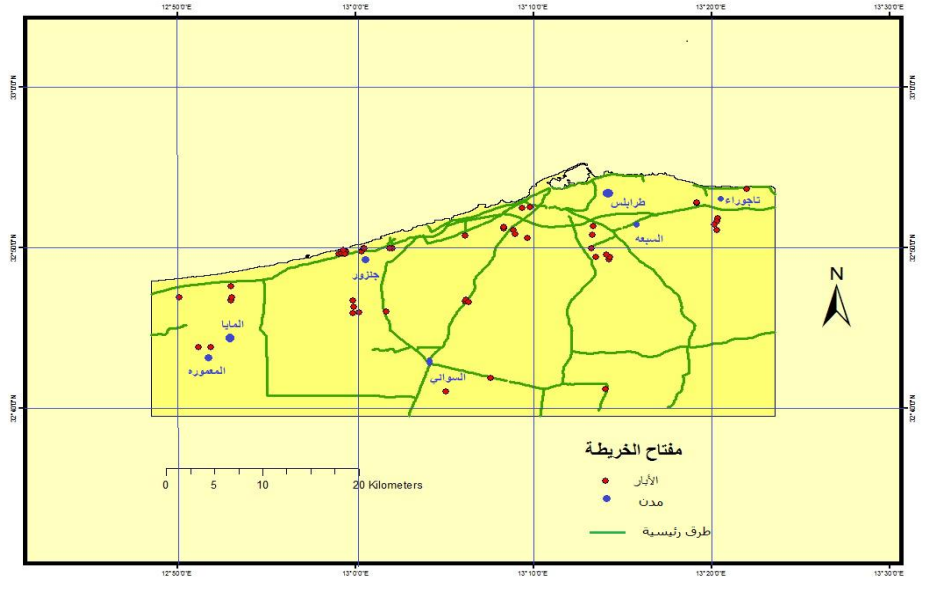
د – منطقة السواني تم جمع عدد (6) عينات شملت: الآبار (D_3 – D_1) مصنع السماد العضوي و مزرعتان بالقرب منه، و الآبار (D_6 – D_4) مصنع النسيم للعطور، شركة الأشغال العامة، و شركة الجفارة للصناعات الغذائية.

هـ – منطقة المايا تم جمع عدد (9) عينات شملت: البئران (E_2 , E_1) مصنع المعمورة للصناعات الغذائية و موقع بالقرب منه، البئران (E_4 , E_3) مصنع المايا لصناعة الأدوية ، و مصنع المواد الالكترونية و الكهربائية، البئران (E_6 , E_5)من المواقع المجاورة

تستخدم هذه الآبار للأغراض المختلفة و تتراوح أعماقها ما بين **8** متر إلي **270** متراً . معظم هذه الآبار تخترق الخزان الجوفي الأول والذي يعتبر من أهم الخزانات الجوفية بالمنطقة. يتألف الخزان من صخور العصر الرباعي والميوسيني والمتكون من حجر رملي وحجر رملي جيري متداخل مع طبقات من حجر جيري دولوميتي (الهيئة العامة للمياه ، **2006**) .

ج – القياسات الحقلية

تم في هذه الدراسة القيام ببعض الأعمال الحقلية والتي شملت تحديد مواقع الآبار، مجال استغلال البئر، النشاط السكاني، والتعرف على الظروف المحيطة بكل بئر. كذلك تم تحديد منسوب الماء في الآبار وفق منسوب سطح البحر و التعرف على الخواص الهيدروجيولوجية للخزان. إلى جانب ذلك، تم قياس درجة الحرارة أثناء تجميع العينات من الآبار.



شكل (1) منطقة الدراسة

د - التحاليل المعملية :

لتحيد نوعية المياه ، تم تجميع عينات المياه من تلك الآبار باتباع الطريقة المألوفة لجمع العينات. أجريت العديد من التحاليل الكيميائية على العينات المجمعة و التي شملت تحديد درجة التفاعل(**pH**) باستخدام جهاز (**pH – meter**)، درجة التوصيل الكهربائي (**EC**) باستخدام جهاز(**EC – meter**)، مجموع الأملاح الكلية الدائبة (**TDS**) باستخدام الطريقة الوزنية.

تقدير العناصر الثقيلة (الكروم ،الكادميوم ، الزنك ، الزئبق ؛ الرصاص) بعينات المياه المجمعة تم باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذرى والتي تعتبر من أفضل الطرق لتقدير تلك العنصر. حيث تم قياس (تركيز الكروم ، الكادميوم ، الزنك) باستخدام اللهب بواسطة غاز (Air–Acetylene) والرصاص باستخدام الفرن الجرافيتي والزئبق باستخدام تقنية البخار البارد. في تحديد تركيز تلك العناصر تم إتباع طرق التحاليل القياسية في (ASTM).

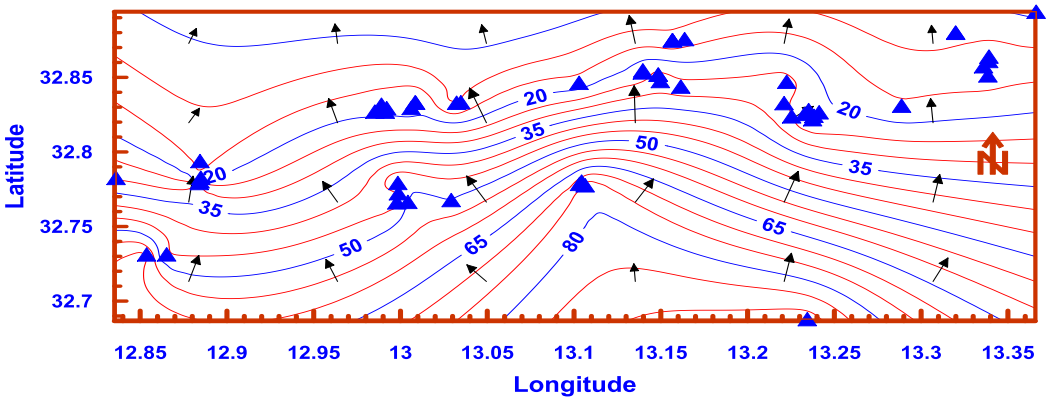
النتائج والمناقشة

حسب النتائج المتحصل عليها يمكن استخلاص النتائج التالية:

ا –**الخزان الجوفي بالمنطقة:** من متابعة التكوين الصخري للآبار المحفورة ومن خلال البيانات و الخرائط الجيولوجية المتاحة، تبين أن الخزان الجوفي تابع لصخور العصر الرباعي و الميوسيني ويتكون من الرمل وطبقات من الحجر الرملي و الحجر الجيري، وتتخلله في بعض المواقع طبقات من الطين والحجر الطيني. يعتبر الخزان من أهم الخزانات الجوفية بالمنطقة ويستغل على نطاق واسع. يتراوح عمقه ما بين 30متر و160متر تحت سطح الأرض و يتراوح السمك المشبع من 10متر إلى 90 متر. تتراوح إنتاجية الآبار التي تستغل هذا الخزان ما بين 20 – 50 م^3 / الساعة (الهيئة العامة للمياه، **2006**). من خلال قياس مستوى الماء في الآبار وجد أن منسوب الماء الجوفي في المنطقة يتراوح من 4 متر إلى 95 متر فوق مستوى سطح البحر. شكل (2) يوضح التوزيع المكاني لمنسوب الماء الجوفي بالنسبة لمستوى سطح البحر في الخزان الجوفي السطحي. بالرجوع للشكل يتضح أن الانسياب الطبيعي للمياه الجوفية يكون في العام في اتجاه الشمال إلا أنه يتأثر بالضخ من الآبار وذلك كما هو مبين باتجاه الأسهم. في المنطقة.

ب . درجة الحرارة و درجة التفاعل (pH): في العام درجة حرارة عينات المياه المجمعة تراوحت بين (**18–30°C**)إلا أن معظمها تراوح بين (**21–25°C**) وتقع ضمن الحد المسموح به لمعظم

الاستعمالات. قيم درجة التفاعل (pH) تراوحت بين (**8 – 7.1**) وهي أيضا تقع ضمن الحد المسموح به لمعظم الأغراض حسب المواصفات المحلية والعالمية .

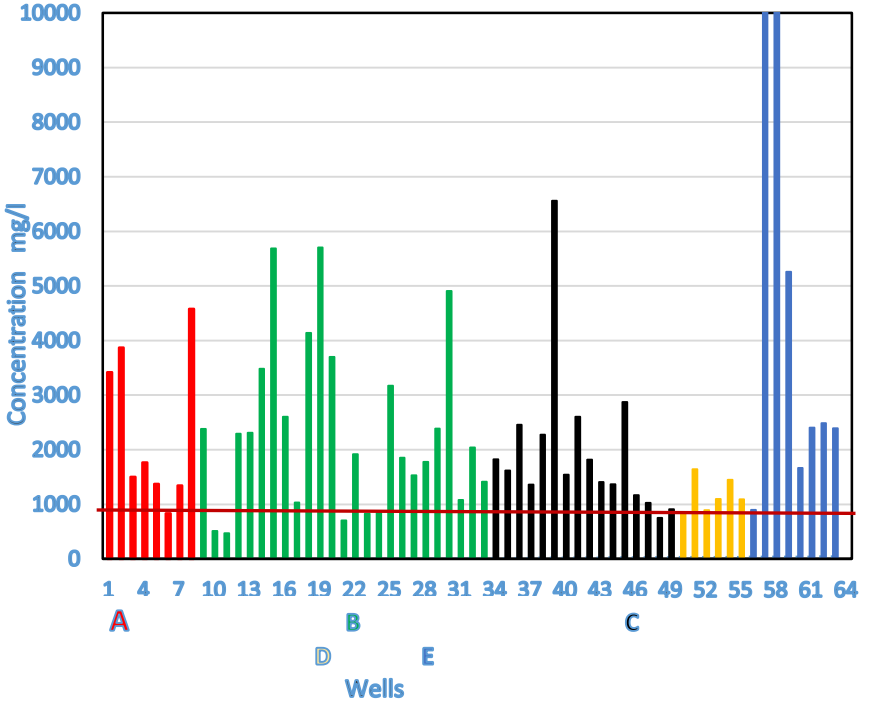


شكل (2) توزيع منسوب المياه الجوفية بمنطقة الدراسة

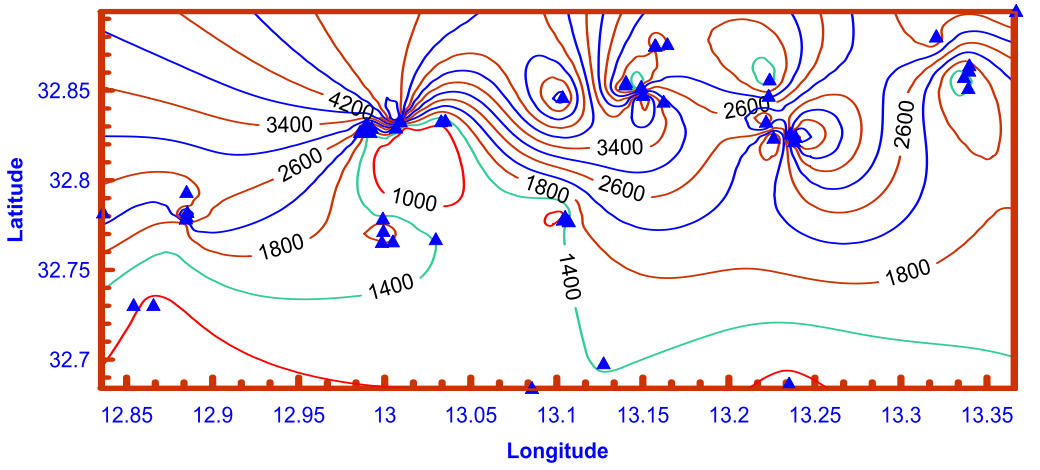
ج . الموصلية الكهربائية (EC) والأملاح الكلية الذائبة (TDS):على اعتبار أن(EC)هي مقياس غير مباشر الأملاح الكلية الذائبة، لذلك تم تحديد (EC) في المنطقة حيث تراوحت من (0.7 mS/cm) في البئر (**d_4**) إلى (55.3 mS/cm) في البئر (**E_3**).

نتائج تحاليل لأملاح الكلية الذائبة لأبار الدراسة موضحة بالشكل (3) وقد تفاوت بين مناطق الدراسة. في منطقة تاجوراء تراوحت قيمتها من (**834.8 ppm**) في البئر (**A_7**) إلى (**3922 ppm**) في البئر(**A_1**) و باستثناء البئر(**A_7**) تعتبر كل الآبار ملوثة. في منطقة طرابلس تراوحت قيمتها من (**468.9 ppm**) في البئر (**B_4**) إلى (**5702 ppm**) في البئر(**B_{12}**) وتعتبر كل الآبار ملوثة باستثناء الآبار (**B_3, B_4, B_{14}, B_{16}, B_{17}**). في منطقة جنزور تراوحت القيمة من (**751.1 ppm**) في البئر(**C_{16}**) إلى (**6559.2 ppm**) في البئر(**C_7**) وباستثناء البئر (**C_{16}**) تعتبر كل الآبار ملوثة. في منطقة السواني تراوحت القيمة من (**846.4 ppm**) في البئر (**D_2**) إلى(**1449.6 ppm**) في البئر(**D_6**) وباستثناء الآبار (**D_1 , D_2 , D_4**) تعتبر كل الآبار ملوثة. في منطقة المايا تراوحت القيمة من (**895.4 ppm**) في البئر (**E_2**) إلى (**32838 ppm**) في البئر(**E_3**) وباستثناء البئر(**E_2**) تعتبر كل الآبار ملوثة. هذا على اعتبار أن الحد المسموح به لمعظم الأغراض هو (1000 ppm) وذلك كما هو موضح بالشكل (**3**). كماتوضح تلك النتائج، فإن معظم الآبار التي شملتها الدراسة خاضعة للتلوث وذلك بسبب السحب المكثف وقلة التغذية.

و لإعطاء صورة أوضح عن مدى انتشار التلوث في المنطقة ومعرفة التوزيع المساحي للتلوث، تم التعبير عن (**TDS**) في صورة خريطة كنتورية شملت عدد (53) بئراً ومستثنيا (11) بئراً لعدم تحديد مواقع البعض منها ووجود بعض القيم الشاذة مثل البئرين (E_4 ، E_3) بمصنع المايا للأدوية حيث أن قيمتهما عالية جداً مقارنة ببقية الآبار بسبب الاستغلال المفرط. شكل 4 يوضح التوزيع المكاني لتركيز الأملاح الكلية الذائبة. أيضاً مقارنة نتائج (**TDS**) في بعض الآبار بما كانت عليه في السابق أثناء الحفر وجد أنها ازدادت بنسب متفاوتة.



شكل (3) تركيز الاملاح الكلية الذائبة بوحدات ملجم /لتر



شكل (4) توزيع الأملاح الكلية الذائبة بمنطقة الدراسة

د – التلوث بالعناصر الثقيلة

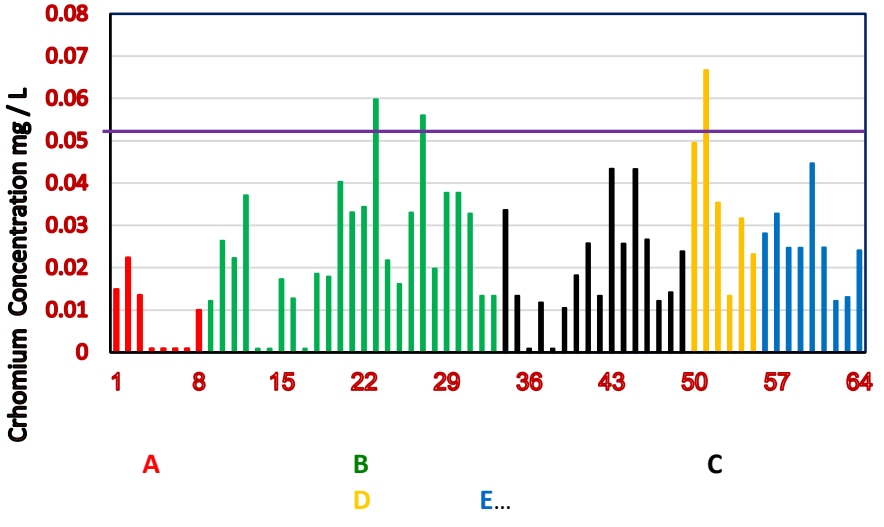
أظهرت النتائج التيتم التوصل إليها إلى وجود تلوث ببعض العناصر الثقيلة ببعض الآبار بمنطقة الدراسة وذلك كما هو موضح في الآتي:

الزئبق (Hg) :من خلال تحاليل العينات أتضح أن تركز الزئبق يقع تحت مستوى حساسية الجهاز في كل الآبار باستثناء البئر (B_{15}) الموجود بمصنع التحرر للمنظفات بقدح و الذي وصل فيه التركيز إلى (0.0014 mg/l) حيث فاق الحد المسموح به وهو (0.001mg/l) و يرجع سبب التلوث إلي وجود خزان نفطي قديم بالقرب من البئر. ومما يؤكد ذلك، فإنه تمت ملاحظة بقع مشتقات نفطية بالبئر عندأخذ العينة.و بذلك تعتبر المنطقة خالية من التلوث بالنسبة لعنصر الزئبق.

الكادميوم (Cd):من النتائج المتحصل عليها ، نجد أن تركيز الكادميوم لم يتجاوز الحد المسموح به وهو (0.005 mg/l) ماعدا في البئر (B_{19}) الواقع بمنطق سوق الثلاثاء حيث وصل تركيز الكادميوم فيه إلى (0.0119mg/l) وهو نفس البئر الذي يحتوي على تركيز عالي من الكروم وترجع زيادة التركيز في

الكادميوم إلى نفس أسباب زيادة تركيز الكروم. تركيز الكادميوم في بقية آبار منطقة الدراسة معظمه تحت حساسية الجهاز (0.001mg/l) .

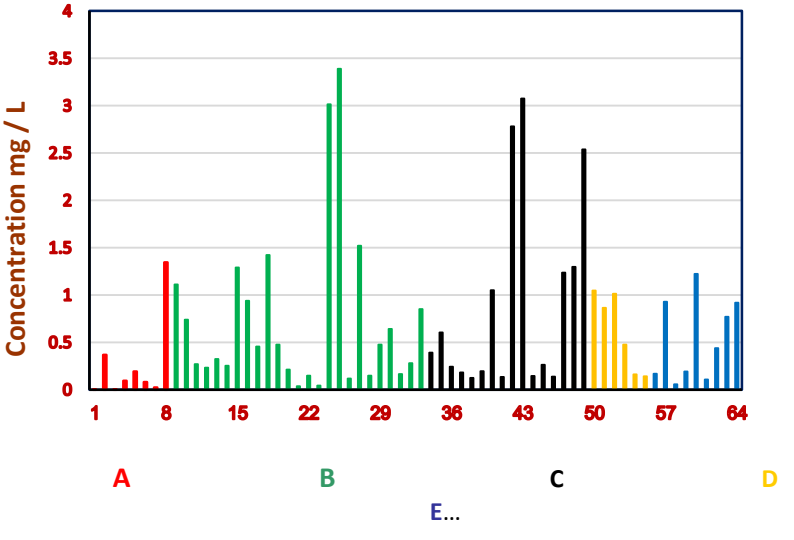
الكروم(Cr) : حسب نتائج التحاليل، تغيرّر تركيز الكروم في منطقة الدراسة من أقل من (0.001mg/l) وهي الحد ألأدنى لحساسية الجهاز إلى (0.0667mg/l) بالبئر (D_2)الواقع بمزرعة بالقرب من مصنع السماد العضوي بمنطقة السواني على الرغم من بعد مستوى الماء بالبئر عن سطح الأرض. قد يرجع زيادة التركيز إلى التلوث النفطي.أيضا وصل تركيز الكروم إلى (0.056mg/l) في البئر (B_{19}) بسوق الثلاثاء ويرجع سبب التلوث إلى وصول الملوث من السطح لقرب مستوى الماء بالبئر من السطح (13m) ومحاط بأنواع مختلفة من الملوثات. لقد زاد تركيز الكروم في البئرين عن الحد المسموح به وهو (0.05 mg/l)، أما بقية الآبار فبالرغم من وجود الكروم بتراكيز متفاوتة في أغلبها إلا إنه تحت الحد المسموح به و ذلك كما هو موضح بالشكل (5).



شكل (5) تركيز لكروم بوحدات ملج/ لتر

الرصاص (Pb):وفق نتائج التحاليل تراوح تركيز الرصاص في العينات من أقل من حساسية جهاز القياس (0.001mg/l) إلى (0.031mg/l) في البئر (A_6) الواقع بالمدبغة بمنطقة تاجوراء. أيضا ثاني أعلى قراءة كانت بالبئر (B_1) بمشروع الهضبة الزراعي وترجع الزيادة في التركيز في ذلك البئر إلى التلوث الناتج عن مياه الصرف الصحي و التسميد و الضخ المكثف حيث أن ذلك البئر يستغل في الزراعة و يعتبر من أقدم أبار المشروع المأخوذة في العينة. في العام جميع التركيزات في الآبار المدروسة تقع ضمن الحد المسموح به وهو (0.05 mg/l).

الزنك (Zn) : حسب نتائج التحاليل تركيز الزنك في آبار منطقة الدراسة تراوح من(0.036 mg/l) في البئر(B_{13}) بالشركة العامة للتبغ إلى (3.388mg/l) في البئر (B_{17}) الواقع في مصنع أبوسليم للمشروبات ومن تلك النتائج يتضح أن تركيز الزنك في جميع الآبار بمنطقة الدراسة يقع ضمن الحد المسموح به وهو (5.0 mg/l)على الرغم من تفاوت مستوى تركيزه بين الآبار وذلك كما هو مبين بالشكل (6). وترجع وجود هذه التركيزات إلى احتمال تواجده في التكوينات الجيولوجية.



شكل (6) تركيز الزنك بوحدات ملج/ لتر

لمعرفة مدى ارتباط تلك العناصر مع بعضها البعض و تحديد نوع العلاقة التي تربطها، تم تحديد معامل الارتباط (R) بين تلك العناصر كما هو موضح بالجدول (1) و ذلك باستثناء الزئبق لان كل قراءاته كانت تحت حساسية الجهاز في كل الآبار باستثناء البئر (B_{15}) .من ذلك الجدول يلاحظ إنه ليس هناك ارتباط قوي بين تلك العناصر باستثناء العلاقة الطردية بين (Ec) و(TDS) ، أما بقية العناصر فالارتباط يعتبر غير معنوي و منه ما يعطي علاقة طردية و الآخر عكسية.

جدول (1) معامل الارتباط للعناصر المدروسة

	Tepm	pH	Ec	TDS	Cr	Cd	Zn	Pb	Depth
Tepm.	1								
pH	0.1543	1							
Ec.	0.0734	-0.2565	1						
TDS	0.0651	-0.2958	0.9970	1					
Cr	-0.2420	-0.2136	-0.0555	-0.0512	1				
Cd	0.0831	-0.3046	-0.0765	-0.0734	0.4410	1			
Zn	-0.3469	-0.3593	-0.2402	-0.2323	-0.1965	0.2386	1		
Pb	0.3140	0.1173	0.1893	0.2244	-0.3402	-0.096	-0.0310	1	
Depth	0.368	0.3048	0.1616	0.1782	-0.2293	-0.2015	-0.1322	0.5658	1

هـ - المقارنة بالدراسات السابقة

لمعرفة مدى التغير في قيم تلك العناصر مع الزمن تم مقارنة النتائج المتحصل عليها من تلك الدراسة مع دراسة مماثلة أجراها (عبدالعزيز، 1999) بمنطقة تاجوراء. من خلال المقارنة بين الدراستين لوحظ أن قيم الأملاح الكلية المذابة في المنطقة لم تتغير كثيرا و متذبذبة بين الزيادة و النقصان. فيما يخص العناصر الثقيلة المشمولة في الدراستين نجد أن تركيز كل من الرصاص والكادميوم والكروم زاد عما كان عليه بينما تركيز الزنك متذبذب ومتقارب في الدراستين.

الخلاصة و التوصيات :

تم في هذه الدراسة تقدير تركيز العناصر الثقيلة بمنطقة طرابلس، وذلك لمعرفة تأثير بعض الملوثات المتمثلة في مواقع تواجد مياه الصرف الصحي والصناعي ومكبات القمامة والأماكن الصناعية وتقييم مدي تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة .وأظهرت النتائج إن تركيز العناصر الثقيلة في معظم العينات لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به إلا في بعض الحالات وذلك كما تم توضيحه أعلاه. من خلال النتائج المتحصل عليها يجب التأكيد علي الملاحظات التالية :

- على الرغم من أن تركيز العناصر يقع ضمن الحد المسموح به في معظم العينات إلا أن وجودها يعطي مؤشر على وجود مصدر التلوث واحتمالية تلوتها مع الزمن.

- الاهتمام بالتحاليل الكيميائية للمياه الجوفية ووضع برنامج زمني لها وذلك لملاحظة مدى التغير في نوعية المياه ومعرفة مدى صلاحيتها للاستعمالات التي حُفرت من أجلها تلك الآبار.

- الاهتمام بالآبار وتوفير الحماية الصحية والتي تمنع وصول الملوثات السطحية للمياه الجوفية عن طريق البئر.

- الاهتمام بشبكات الصرف الصحي ومحطات التنقية وخاصة التي تحتوي على تصريف المصانع و التشاركيات الصناعية المتوقع احتواؤها على العناصر الثقيلة.

-الاهتمام بمكبات القمامة وذلك من خلال اختيار الموقع المناسب والتصميم الهندسي الذي يأخذ في الاعتبار شروط السلامة البيئية.

- المراقبة الدورية لتحديد التسريبات من المواسير وخاصة الناقلة لمشتقات النفط والكشف الدوري على خزانات الوقود بمحطات الوقود والتأكد من عدم وجود تسرب بها .

- تصريف مخلفات المصانع والتشاركيات الصناعية بالصورة المطلوبة بعد تنقيتها من المواد الغير مرغوب فيها وخاصة العناصر السامة الداخلة في بعض الصناعات .

المراجع العربية

[1] الباروني ، سليمان (1997م) – "تلوث المياه الجوفية بالجماهيرية العظمي "– الهيئة العامة للمياه – مجلة الماء والحياة (العدد الأول).

[2] بن يحي ،عبدالرحمن (2004 م) "جودة مياه الشرب في مدينة الغيظة محافظة المهيرة اليمن" مجلة جامعة عدن للعلوم الطبيعية و التطبيقية المجلد التاسع، العدد الثاني دار جامعة عدن للطباعة و النشر.

[3] الوضع المائي في ليبيا ، تقرير فني صادر عن الهيئة العامة للمياه ، 2006 م

[4] المراجع الأجنبية

[5] عبدالعزيز، عبدالرزاق مصباح (1999) تقييم جودة المياه الجوفية بمنطقة تاجوراء، رسالة ماجستير كلية الزراعة جامعة طرابلس.

[1] Afzal, Muhammad; Ghulam Shabir; Samina Iqbal; Tanveer Mustafa;

[2] Qaiser Khan; Zafar Khalid, Groundwater at Leather Industrial Area of Kasur,

[3] Pakistan, Issue8 Vol.42 August 2014 PP,1133-1139

[4] Annual book of ASTM part 31

[5] Ledin, A. Pettersson, and B. Cjallard, (1989) ' Back ground concentration ranges of heavy metals in Swedish groundwater from crystallization' Review Water , Air , and Soil Pollution, Vol. 47 pp 419 – 426-

[6] Tannous, Marie; Joseph Haddad;and Maguy Jabbou 'Assessment of Groundwater for Heavy Metals in Selected Areas of North Lebanon 'Journal of Earth Science and Engineering 3 (2013) 358-362

[7] Teta,Charles and Tapiwa Hikwa Heavy Metal Contamination of Ground Water from an Unlined Landfill in Bulawayo, Zimbabwe. Journal of Health and Pollution: September 2017, Vol. 7, No. 15, pp. 18-27