



# مجلة غريان للتقنية

مجلة علمية محكمة تصدر عن المعهد العالي للعلوم والتقنية غريان

غريان - ليبيا

العدد الرابع: ديسمبر 2018

## مجلة غريان للتقنية



## مجلة علمية محكمة

تصدر عن المعهد العالي للعلوم والتقنية غريان

العدد الرابع ديسمبر 2018 م.

الترقيم الدولي: ISSN (Print) 2518-5993

ISSN (Online) 2521-9308

رقم الإيداع القانوني للمجلة بدار الكتب الوطنية

( 116 / 2016 دار الكتب الوطنية )

## تنويه

1- إن الآراء والأفكار والمعلومات العلمية وغيرها مما ينشر في المجلة بأسماء كتابها تكون على مسؤوليتهم ولا تتحمل المجلة المسؤولية عن ذلك .

2- توجه البحوث والمقالات العلمية والمراسلات الأخرى إلى هيئة تحرير مجلة غريان للتقنية على العنوان التالي :

البريد الإلكتروني : [ghjt2016 @ gmail.com](mailto:ghjt2016@gmail.com)

هاتف : 0913506053 .

3- يتم الاتفاق على الإعلانات بالمجلة مع هيئة التحرير .

4- حقوق الطبع والنشر محفوظة ويسمح باستعمال ما ينشر في هذه المجلة بشرط الإشارة إلى مصدره.

## مجلة غريان للتقنية

مجلة علمية محكمة تصدر سنوياً عن المعهد العالي للعلوم والتقنية غريان

هيئة التحرير :	
المشرف العام	د. ميلود محمد يونس
رئيس التحرير	د. احمد رمضان خبيز
مدير التحرير	أ. د. عبدالعاطي الهادي العالم
عضواً	أ. محمد رجب بيوض
عضواً	أ. محمد محمود الغرياني
عضواً	أ. عبدالباسط محمد على

## فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع
7	مقدمة وكلمة المجلة
9	أهداف وقواعد النشر بالمجلة
10	دعوة للمشاركة

الصفحة	الأوراق البحثية باللغة العربية
12	استخدام حرارة ماء تبريد المحرك لتشغيل منظومة التبريد الامتصاصية لتكييف هواء السيارة حيدر حاتم عبد الصاحب
26	تعيين تركيز الرصاص والزئبق في مجموعة من التوابل في السوق المحلية في مدينة طرابلس أمانى عبد السلام علي احمد، مفيدة محمد الفيض، ربيعة عمار النويصري، عبد الناصر البشير عمر، امال عبدالسلام علي احمد، عبد العالي موسى سعد، عبد السلام علي عيسى
41	تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة بمنطقة طرابلس أحمد أبو العيد قنفود، كوثر مسعود حمادي

English Research Papers	Page
<p><b>Corrosion Evaluation Caused by Activity of Sulfate Reducing Bacteria (SRB) During Shutdown Period in Waha Oil Field.</b></p> <p>Abduraof Alamari , Hakim Shabani, Eslam Asser, Abdul Quddus Hosen</p>	4
<p><b>Region of Interest Based Lossy-Lossless Hybrid Compression Technique for Medical Images Using DWT and GSM</b></p> <p>Seddeq E. Ghrare, Esam Elost.</p>	17
<p><b>Orientation Angles Quantification for Commingled Fibre/Polypropylene Engineering Fabric Using Partly-Computerized Edge-Detection Image Processing Technique</b></p> <p>Farag Abdiwi</p>	28
<p><b>Influence of water on the structure of anion deficient perovskite <math>BaSr_2TaO_{5.5}</math></b></p> <p>Labib. A. Awin, Brendan.J. Kennedy and Abduladhim Ali Alarabi</p>	40
<p><b>Estimating Ground Water Aquifer Transmissivity Using well Specific Capacity Data For Tazerbo Wellfield, SE - Libya.</b></p> <p>Lubna S. Ben Taher</p>	54

### مقدمة العدد الرابع

الحمد لله الذي وفقنا في أن نضع بين أيديكم العدد الرابع من مجلتكم "مجلة غريان للتقنية"، و برغم التحديات ، فقد حافظنا على ما التزمنا به من البداية ، و ذلك بالمحافظة على مصداقية المجلة و ما ينشر فيها من ورقات بحثية في مجالات متعددة في العلوم و التقنية لتمتاز بالرصانة و المنهجية العلمية ، و حرصنا على اختيار محكمين لديهم خبرة و أمانة علمية في تخصصاتهم.

إننا ندرك أن المجلة كمنبر علمي للباحثين ليست الوحيدة في عالم متسارع يعج بأعداد كبيرة من المجالات و المنشورات العلمية المرموقة، خاصة ممن سبقونا بمراحل في هذا الدرب، لكننا و كلنا ثقة عازمون على أن نرتقي لنصل إلى المستوى الذي يليق بمؤسسة علمية تجاوز عمرها ربع قرن من الزمان .

إن الدول و الأمم تتبوأ المكانة العظيمة من خلال إنتاجها العلمي و مساهمتها في البحوث في مختلف العلوم و التقنية و دورها في إحداث تطور و تقدم في العالم ، و بلادنا يجب أن تعطي الاهتمام المستحق لهذا الجانب المهم من خلال التشجيع و التحفيز و تخصيص الأموال و إنشاء المراكز البحثية المزودة بأحدث المعدات و الإمكانيات الموكبة للعصر ، حتى تتاح لجيل المستقبل فرص النجاح في إحداث نهضة حقيقية في بلادنا التي تعثرت فيها البرامج الناجحة.

وإن المجلة تفسح المجال للباحثين لنشر بحوثهم في التخصصات التالية :

1. التقنيات الميكانيكية و المواد الهندسية .
2. التقنيات الكهربائية و الإلكترونية .
3. التقنيات الكيميائية و النفطية و البيئية .
4. التقنيات المدنية و الإنشائية .
5. تقنيات الحاسوب و الإدارة.
6. العلوم التطبيقية



يحتفل العدد الرابع من مجلة غريان للتقنية ببحوث عديدة وورقات علمية تمتاز بالإبداع و  
التنوع و بمشاركة من مؤسسات تعليمية في ربوع الوطن الواحد .

إننا نجدد ترحيبنا بمشارككم بورقات علمية و بحوث مبتكرة في هذه المجلة الواعدة ، التي  
تسعى للتميز بين المجالات العلمية ، كما أننا بانتظار ملاحظاتكم و مقترحاتكم و النقد البناء  
لقناعتنا التامة بأن ذلك هو السبيل لتطوير المجلة و استمرارها .

**هيئة تحرير المجلة**

## أهداف وقواعد النشر بالمجلة

### أولاً : أهداف المجلة :

- 1- نشر الأبحاث العلمية المتخصصة والتي لم يسبق نشرها .
- 2- الاهتمام بالبحث العلمي التطبيقي وإبراز النشاطات العلمية .
- 3- إتاحة الفرصة للباحثين لنشر أبحاثهم المبتكرة .

### ثانياً : قواعد النشر بالمجلة :

- 1- تقبل المجلة البحوث للنشر سواء كانت مكتوبة باللغة العربية أو بالإنجليزية .
- 2- الالتزام بكتابة البحوث بإحدى الطرق المعتمدة بدور النشر العالمية (IEEE).
- 3- أن لا تتجاوز صفحات البحث خمس عشرة صفحة .
- 4- تتم الإشارة إلى مصادر البحث بأرقام متسلسلة وفقاً لترتيب ورودها بالبحث .
- 5- يراعى في تسلسل كتابة المراجع اللغة العربية ثم الإنجليزية .
- 6- تتم كتابة اسم أو أسماء الباحث ودرجتهم العلمية ومؤسساتهم التعليمية مع عنوان البريد الإلكتروني لاسم الباحث الرئيسي فقط .
- 7- تتم كتابة خلاصة البحث باللغة العربية والإنجليزية معاً لكل الأبحاث المنشورة بالعربية والإنجليزية .
- 8- لا يتم إرجاع الأبحاث إلى مقدميها في حالة رفض لجنة التحكم للبحث مع توضيح الأسباب التي أدت إلى رفض البحث، على أن تتعهد هيئة تحرير المجلة بحفظه وعدم نشره .
- 9- أن تقدم الأبحاث في نسخة أصلية وصورتين إلى جانب ( CD ) ومطبوعة على برنامج (Microsoft Word) .
- 10- كتابة البحوث باللغة العربية تتم باستعمال خط (Simplified Arabic) بنمط داكن للعناوين الرئيسية (16) ونمط (12) للكتابة والأسماء وعناوين الباحث .

## دعوة للمشاركة

تدعو،، هيئة تحرير مجلة غريان للتقنية السادة والسيدات أعضاء هيئة التدريس وكل من لديه الخبرة والاهتمام بالبحث العلمي إلى المشاركة والمساهمة في تفعيل هذه المجلة عن طريق تقديم البحوث والدراسات في المجالات التالية :

- ❖ التقنيات الميكانيكية والمواد الهندسية .
- ❖ التقنيات الكهربائية والإلكترونية .
- ❖ التقنيات الكيميائية والنفطية والبيئية .
- ❖ التقنيات المدنية والإنشائية .
- ❖ تقنيات الحاسوب والإدارة .

تتولى هيئة تحرير المجلة إحالة البحث إلى محكمين من ذوي الاختصاص في مجال البحث، وسوف تكون موضع تقدير واحترام وستنشر وفقاً لضوابط وقواعد النشر بالمجلة .

بحوث ودراسات باللغة العربية

## استخدام حرارة ماء تبريد المحرك لتشغيل منظومة التبريد الامتصاصية لتكييف هواء السيارة

حيدر حاتم عبد الصاحب

المعهد العالي للعلوم والتقنية غريان

haiderhatem2@yahoo.com

### Abstract :

It is known that one- third of the energy generated by combustion of fuel in internal combustion engines transfer to the walls of engine parts and causing their temperature to rise. This lost energy is extracted by the water cooling system. This paper is addressed to investigate the possibility of using a lost heat to drive absorption refrigeration system as an alternative system for car air conditioning. Lithium Bromide – water absorption refrigerator is suggested for this application. A theoretical analysis of the system has been carried out to maximize its cooling potential. The study was conducted on the 6-cylinder petrol engine and it is found that the wasted energy from the engine cooling system is ranged between 10.8 kW at engine speed 500 rpm to 77.6 kW at engine speed 2000 rpm. In this research was calculated the cooling capacity and of the coefficient of performance of the system at different temperature in the condenser and evaporator and noted that the low level of the water temperature did not allow the refrigeration system to produce continuous cooling corresponding to engine speeds at a low evaporator temperature (less than 22 °C) , especially at hot weather condition (at 45 °C).

### المخلص:

كما هو معلوم إنه حوالي ثلث الطاقة الناتجة من احتراق الوقود في محركات الاحتراق الداخلي تنتقل إلى جدران أجزاء المحرك وتتسبب بارتفاع درجة حرارتها وهذه الطاقة الحرارية المفقودة تسحب بواسطة ماء تبريد المحرك. يتناول هذا البحث التحقق من إمكانية استخدام الطاقة الحرارية المفقودة إلى أجزاء المحرك والمسحوبة بواسطة ماء تبريد المحرك لإدارة منظومة تبريد امتصاصية لغرض تشغيل جهاز تكييف هواء السيارة وتبريد هواء حيز الجلوس. واقترحت منظومة التبريد الامتصاصية بروميد الليثيوم \_ ماء لهذا التطبيق وتم أنجاز تحليل نظري للمنظومة للحصول على أفضل أداء. وأجريت الدراسة لسيارة محرك بنزين ذو ست

اسطوانات ووجد أن الطاقة المطروحة من منظومة تبريد محرك السيارة تتراوح بين 10.8 kW عندما كانت سرعة دوران المحرك 500 rpm إلى 77.6 kW عندما تكون سرعة دوران المحرك 2000 rpm. تم حساب سعة التبريد ومعامل أداء المنظومة عند درجات حرارة مختلفة في المكثف والمبخر ولوحظ أنه في الأجواء الحارة وعندما تكون درجة حرارة المكثف مرتفعة (45 °C) فإنه لا يمكن الحصول على تبريد مستمر من المنظومة ودرجات حرارة تبريد في المبخر منخفضة (أقل من 22 °C) ويرجع السبب في ذلك إلى المستوى المنخفض لدرجة حرارة ماء تبريد المحرك.

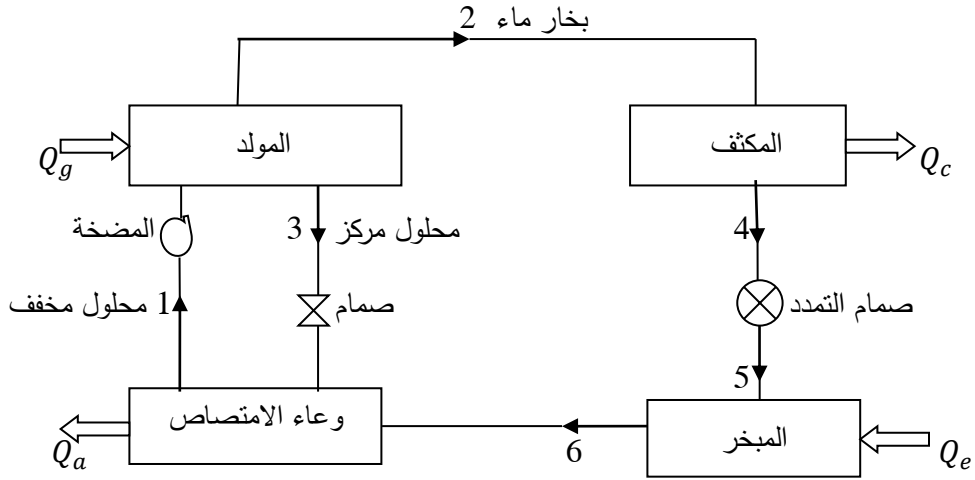
### المقدمة :

منظومة تكييف هواء السيارات في الوقت الحالي تشغل تبعاً لدورة التبريد الأنضغاطية وفي هذه الدورة يستخدم الضاغط وهو يحتاج إلى طاقة كبيرة لكي يعمل، وهذه الطاقة تأخذ من قدرة المحرك وبالتالي يقلل من كفاءة محرك السيارة لذلك تجرى البحوث الآن للاستفادة من الطاقة الحرارية المنتقلة إلى جدران أجزاء المحرك والمسحوبة بواسطة ماء التبريد لتشغيل منظومة التبريد الامتصاصية وتشغيل منظومة تكييف هواء السيارة.

تعتمد منظومة التبريد الامتصاصية على ظاهرة تواجد بعض المواد الصلبة والسائلة عند تبريدها يمكنها امتصاص بعض المواد الأخرى وعند إعادة تسخينها تتخلص منها. وتعرف المواد الصلبة والسائلة بالمواد الماصة absorbers والمواد الأخرى موائع التبريد refrigerants. ويوجد نوعان من منظومة التبريد الامتصاصية شائعة الاستعمال وهما: 1- منظومة التبريد الامتصاصية تستخدم الأمونيا كمائع للتبريد والماء كمادة ماصة وهذه المنظومة تستخدم في مجال التبريد والتجميد بدرجات حرارة منخفضة. 2- منظومة التبريد الامتصاصية تستخدم الماء كمائع للتبريد وملح بروميد الليثيوم كمادة ماصة وهي تستخدم في مجالات تكييف الهواء والتي اقترحت للاستخدام في هذا البحث [1].

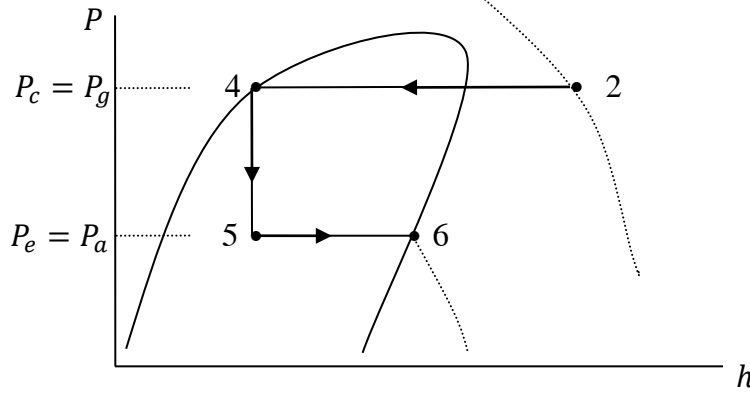
تحتاج منظومة التبريد الامتصاصية إلى طاقة حرارية ويمكن استخدام أي مصدر متوفر للطاقة مثل الغازات الطبيعية أو الطاقة الشمسية أو الكهرباء أو حرارة ماء تبريد محرك السيارة كما اقترح في هذا البحث. يوضح الشكل (1) مكونات منظومة بروميد الليثيوم\_ماء الامتصاصية وفيها نلاحظ أنه عند إضافة حرارة (Q<sub>g</sub>) في المولد Generator - وهي الحرارة المسحوبة من ماء تبريد المحرك - يتبخر الماء الموجود في المحلول، وعند طرد الحرارة (Q<sub>c</sub>) خلال المكثف Condenser يتكثف بخار الماء إلى ماء سائل، وبعد تمدد الماء المتكثف من الضغط العالي (ضغط المكثف P<sub>c</sub>) إلى الضغط المنخفض (ضغط

المبخر ( $P_e$ ) يتبخر الماء في المبخر Evaporator ممتصاً الحرارة ( $Q_e$ ) من المكان المبرد. داخل وعاء الامتصاص Absorber يتم اختلاط بخار الماء المتولد في المبخر بالمحلول المركز الراجع من المولد عبر صمام تمدد للحصول على المحلول المخفف. وتتم خلال عملية الامتصاص طرد الحرارة ( $Q_a$ ) . وتعمل المضخة على سريان المحلول المخفف وزيادة ضغطه من ضغط وعاء الامتصاص ( $P_a$ ) إلى ضغط المولد ( $P_g$ ).



الشكل (1): أجزاء منظومة التبريد الامتصاصية

ويوضح الشكل (2) مخطط الضغط \_ الانتالبي للماء (مائع التبريد) في منظومة بروميد الليثيوم \_ ماء الامتصاصية وحسب نقاط الحالات الموضحة في الشكل (1).



الشكل (2): مخطط الضغط \_ الانتالبي للماء في منظومة بروميد الليثيوم \_ ماء الامتصاصية  
 التحليل الرياضي:

المنظومة المقترحة في هذا البحث يتم تشغيلها بواسطة الماء الساخن الذي يدور في منظومة تبريد محرك السيارة. ومقدار الحرارة المطرودة خلال مشع السيارة  $Q_{rad}$  يمكن حسابها بالمعادلة:

$$Q_{rad} = m_w C_p (T_{w,in} - T_{w,out}) \quad (1)$$

$m_w$  معدل تدفق ماء تبريد المحرك. ويعتمد على سرعة دوران المحرك ومن دراسة سابقة [2] يكون:

$$m_w = 0.001 N - 0.1243 \quad \{kg/s\} \quad (2)$$

$N$  سرعة دوران المحرك  $\{rpm\}$ .

درجتي حرارة دخول وخروج الماء من مشع السيارة على الترتيب. ويمكن حسابهما اعتماداً على دراسة سابقة [2] ويكون:

$$T_{w,in} = 0.006 N + 71.19 \quad \{^{\circ}C\} \quad (3)$$

$$T_{w,out} = 0.004 N + 65.32 \quad \{^{\circ}C\} \quad (4)$$

وبفرض أن درجة حرارة المولد  $T_g$  أقل بـ  $5^{\circ}C$  من درجة حرارة ماء تبريد المحرك الساخن ( $T_{w,in}$ ) أي أن [3]:

$$T_g = T_{w,in} - 5 \quad (5)$$



ونفرض أن المولد يستطيع أن يمتص 50% من الحرارة المستخلصة من ماء تبريد المحرك في المشع أي أن:

$$Q_g = 0.5 Q_{rad} \quad (6)$$

أي أن فاعلية المبادل الحراري المستخدم تكون 0.5 [4].

يحتوي المكثف والمبخر على الماء وبخاره فقط لذلك فإن الضغط المناظر لدرجات حرارة عمل كل منهما هو ضغط التشبع ( $P_{sat}$ ) لبخار الماء. إضافة إلى ذلك فإن ضغط المولد  $P_g$  يساوي ضغط المكثف  $P_c$  ، وأن ضغط وعاء الامتصاص  $P_a$  يساوي ضغط المبخر  $P_e$  أي أن:

$$P_c = P_g = P_2 = P_3 = P_4 = P_{sat. at T_c} \quad (7)$$

$$P_e = P_a = P_1 = P_5 = P_6 = P_{sat. at T_e} \quad (8)$$

$T_c$  درجة حرارة المكثف. و  $T_e$  درجة حرارة المبخر.

معدل تدوير بروميد الليثيوم بين المولد ووعاء الامتصاص يخضع لاتزان الكتلة التالي:

$$m_1 x_1 = m_3 x_3 \quad (9)$$

$x_1$  تركيز المحلول المخفف في النقطة (1) وهو يعتمد على ضغط المبخر ودرجة حرارة وعاء الامتصاص أي أن:

$$x_1 = f(T_a, P_e) \quad (10)$$

$x_3$  تركيز المحلول المركز في النقطة (3) وهو يعتمد على ضغط المكثف ودرجة حرارة المولد أي أن:

$$x_3 = f(T_g, P_c) \quad (11)$$

$m_1$  معدل تدفق كتلة المحلول المخفف. و  $m_3$  معدل تدفق كتلة المحلول المركز.

وأن أتران الكتلة الكلية يكون:

$$m_2 = m_1 - m_3 \quad (12)$$

$m_2$  معدل تدفق كتلة بخار الماء الخارج من المولد.

معادلة الاتزان الحراري خلال المولد تكون:

$$Q_g = m_2 h_2 + m_3 h_3 - m_1 h_1 \quad (13)$$

$h_2$  الانتالبي (المحتوى الحراري) لبخار الماء الخارج من المولد.  $h_1$  الانتالبي (المحتوى الحراري) للمحلول المخفف الداخل إلى المولد.  $h_3$  الانتالبي (المحتوى الحراري) للمحلول المركز الخارج من المولد.

ويمكن حساب سعة تبريد المنظومة من المعادلة التالية:

$$Q_e = m_2 (h_6 - h_5) \quad (14)$$

$h_5$  و  $h_6$  الانتالبي (المحتوى الحراري) لبخار الماء الداخل والخارج من المبخر على الترتيب.

معامل أداء المنظومة يكون:

$$COP = \frac{Q_e}{Q_g} \quad (15)$$

خواص الماء و خواص محلول بروميد الليثيوم\_ماء عند مختلف الضغوط ودرجات الحرارة وتركيز المحلول تم أخذها من المرجع [5].

### النتائج والمناقشة:

تم حل المعادلات الحاكمة لمنظومة التبريد وملاحظة تصرف المنظومة عند ظروف تشغيل مختلفة مؤثرة على أداء المنظومة. حيث تم فرض أن درجتي حرارة المكثف ووعاء الامتصاص متساويتان وأخذت قيم لهما تتراوح بين  $35^\circ\text{C}$  إلى  $45^\circ\text{C}$ . وأخذت قيم لدرجة حرارة المبخر تتراوح بين  $5^\circ\text{C}$  إلى  $22^\circ\text{C}$ . بينما درجة حرارة المولد محددة وتعتمد على درجة حرارة ماء تبريد محرك السيارة.

يبين الشكل (3) مقدار الطاقة الحرارية المستخلصة من ماء تبريد المحرك أثناء مروره في المشع مع تغير سرعة دوران المحرك. ونلاحظ أنه عند زيادة سرعة الدوران تزداد الطاقة المستخلصة من ماء التبريد وذلك بسبب زيادة طاقة احتراق الوقود في المحرك وبالتالي زيادة الطاقة الحرارية المنقلة إلى أجزاء المحرك ويؤدي ذلك إلى زيادة درجة حرارة ماء تبريد المحرك الداخل إلى المشع.

الأشكال من (4) إلى (9) توضح سعة التبريد ومعامل أداء المنظومة عند درجات حرارة مختلفة في المكثف والمبخر. وفي جميع هذه الأشكال نلاحظ أنه عند زيادة سرعة دوران المحرك تزداد سعة التبريد

ومعامل أداء المنظومة وذلك بسبب الزيادة في طاقة احتراق الوقود والذي يسبب زيادة درجة حرارة ماء تبريد المحرك وبالتالي زيادة درجة حرارة البخار المتكون في المولد.

كذلك نلاحظ في الأشكال من (4) إلى (9) أنه عند زيادة درجة حرارة المبخر تزداد سعة التبريد ومعامل أداء المنظومة وذلك بسبب زيادة كمية بخار الماء (مائع التبريد) المتحرر في المولد في هذه الحالة.

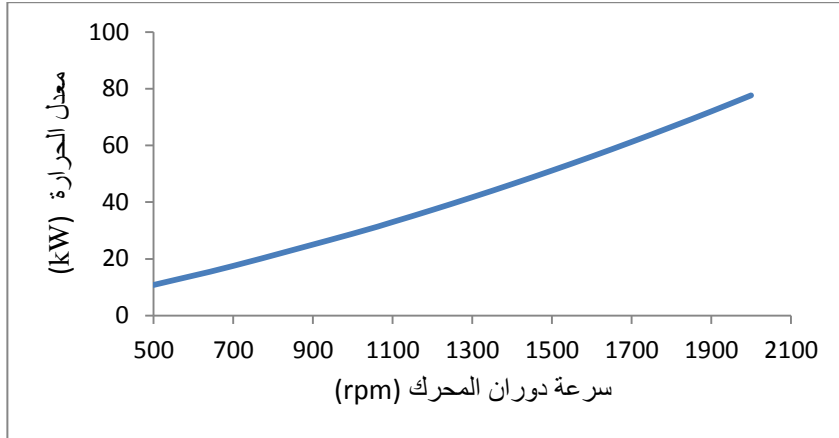
الشكل (4) يبين أنه عندما تكون درجة حرارة المكثف - وعاء الامتصاص  $35^{\circ}\text{C}$  فإن المنظومة تنتج تبريد من بداية تشغيل المحرك أي عند سرعة الدوران المنخفضة (500 rpm) ولكل درجات حرارة المبخر التي تكون أعلى من  $5^{\circ}\text{C}$ . ونلاحظ في هذا الشكل أنه عندما تكون درجة حرارة المبخر  $5^{\circ}\text{C}$  تتراوح سعة التبريد بين 1.62 kW عند سرعة دوران المحرك 500 rpm إلى 24.38 kW عند سرعة دوران 2000 rpm وأن سعة التبريد تكون كافية (حوالي 6 kW) عند سرعة دوران المحرك 920 rpm. وعندما تكون درجة حرارة المبخر  $10^{\circ}\text{C}$  تتراوح سعة التبريد بين 3.32 kW عند سرعة دوران المحرك 500 rpm إلى 28 kW عند سرعة دوران 2000 rpm وأن سعة التبريد تكون كافية عندما تصل سرعة دوران المحرك إلى 720 rpm. وعندما تكون درجة حرارة المبخر  $15^{\circ}\text{C}$  تتراوح سعة التبريد بين 3.94 kW عند سرعة دوران المحرك 500 rpm إلى 30.04 kW عند سرعة دوران 2000 rpm وأن سعة التبريد تكون كافية عندما تصل سرعة دوران المحرك إلى 640 rpm.

الشكل (5) يبين معامل أداء المنظومة عندما تكون درجة حرارة المكثف - وعاء الامتصاص  $35^{\circ}\text{C}$  ونلاحظ أنه عندما تكون درجة حرارة المبخر  $5^{\circ}\text{C}$  يتراوح معامل الأداء من 0.30 إلى 0.62 عندما تزداد سرعة دوران المحرك من 500 rpm إلى 2000 rpm وعند سرعة الدوران (920 rpm) التي تنتج التبريد الكافي يكون معامل الأداء 0.45. وعندما تكون درجة حرارة المبخر  $10^{\circ}\text{C}$  يتراوح معامل الأداء من 0.61 إلى 0.72 عندما تزداد سرعة دوران المحرك من 500 rpm إلى 2000 rpm وعند سرعة الدوران (720 rpm) التي تنتج التبريد الكافي يكون معامل الأداء 0.66. وعندما تكون درجة حرارة المبخر  $15^{\circ}\text{C}$  يكون معامل الأداء تقريباً مستقر و يتراوح بين 0.73 إلى 0.77 عندما تزداد سرعة دوران المحرك من 500 rpm إلى 2000 rpm وعند سرعة الدوران (640 rpm) التي تنتج التبريد الكافي يكون معامل الأداء 0.752.

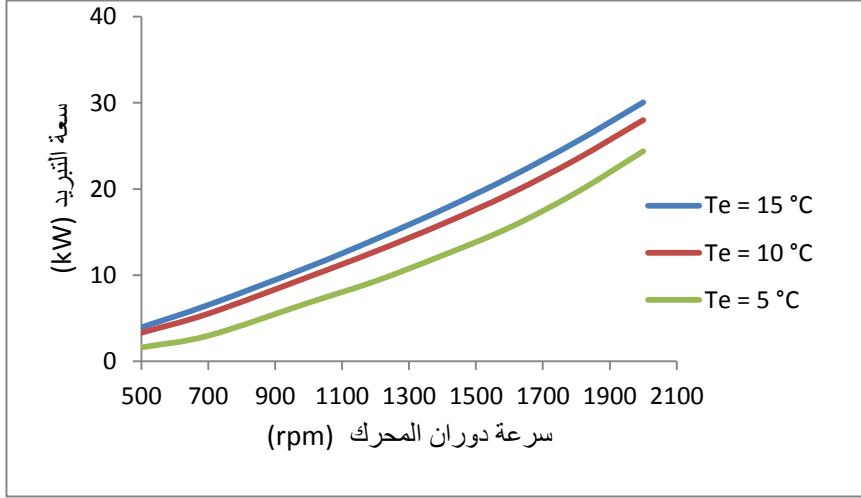
الشكلان (6) و(7) يوضحان تأثير زيادة درجة حرارة المكثف - وعاء الامتصاص إلى  $40^{\circ}\text{C}$  على سعة التبريد ومعامل أداء المنظومة. ونلاحظ عندما تكون درجة حرارة المبخر  $10^{\circ}\text{C}$  فإن المنظومة تبدأ

بإنتاج تبريد عندما تصل سرعة دوران المحرك أعلى من 1200 rpm وتتراوح سعة التبريد عند درجة التبخير هذه بين 0 عندما تكون سرعة دوران المحرك أقل من 1200 rpm إلى 18.45 kW عندما تكون سرعة دوران المحرك 2000 rpm. وعندما تكون درجة حرارة المبخر  $15^{\circ}\text{C}$  فإن المنظومة تنتج تبريد مستمر ومن بداية تشغيل المحرك أي عند سرعة الدوران المنخفضة (500 rpm) وتتراوح سعة التبريد عند درجة التبخير هذه بين 1.45 kW إلى 26.06 kW. وكذلك وعندما تكون درجة حرارة المبخر  $20^{\circ}\text{C}$  نلاحظ أن المنظومة تنتج تبريد مستمر ومن بداية تشغيل المحرك وتتراوح سعة التبريد عند درجة التبخير هذه بين 4 kW إلى 30 kW ويمعامل أداء مستقر يتراوح بين 0.73 إلى 0.77.

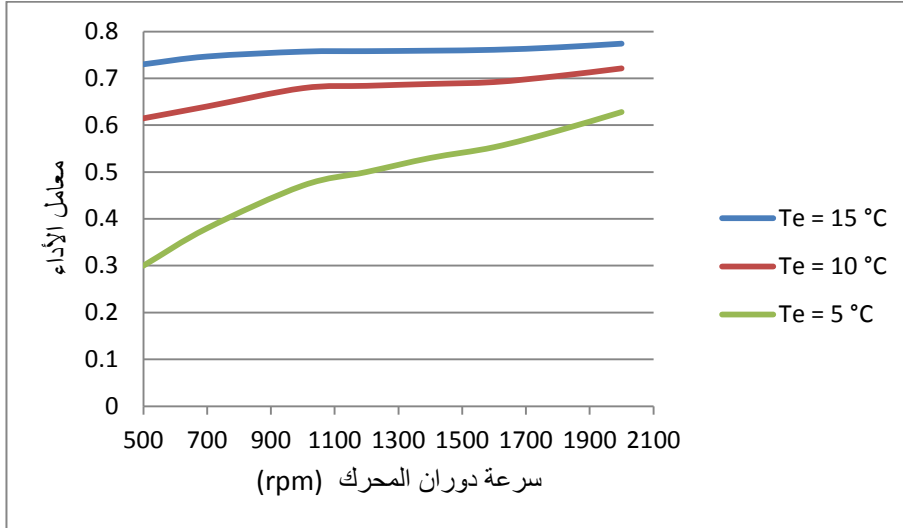
يوضح الشكلان (8) و (9) سعة التبريد ومعامل أداء المنظومة عندما تزداد درجة حرارة المكثف - وعاء الامتصاص إلى  $45^{\circ}\text{C}$ . ونلاحظ وعند هذه درجة التكثيف العالية (الأجواء الحارة جداً) أن التبريد المستمر عند كل سرعات المحرك لا يمكن إنتاجه عندما تكون درجة حرارة المبخر أقل من  $22^{\circ}\text{C}$ . وعند هذه درجة التبخير تتراوح سعة التبريد من 1 kW إلى 27 kW ويتراوح معامل أداء المنظومة من 0.18 إلى 0.69. بينما نلاحظ عندما تكون درجة حرارة المبخر  $20^{\circ}\text{C}$  فإن المنظومة تبدأ بإنتاج تبريد عندما تكون سرعة دوران المحرك أكبر من 1000 rpm وتتراوح سعة التبريد بين 0 إلى 23.43 kW. وعندما تكون درجة حرارة المبخر  $18^{\circ}\text{C}$  فإن المنظومة تبدأ بإنتاج تبريد عندما تكون سرعة دوران المحرك أكبر من 1600 rpm وتكون سعة التبريد 7.94 kW عند سرعة دوران 1800 rpm وتزداد إلى 14.47 kW عند سرعة دوران 2000 rpm.



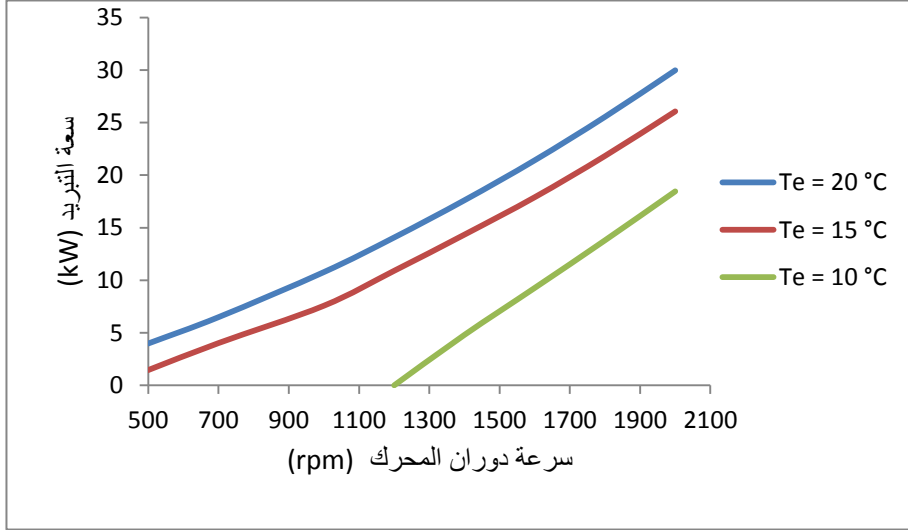
الشكل (3): معدل الحرارة المستخلصة في المشع من ماء تبريد المحرك.



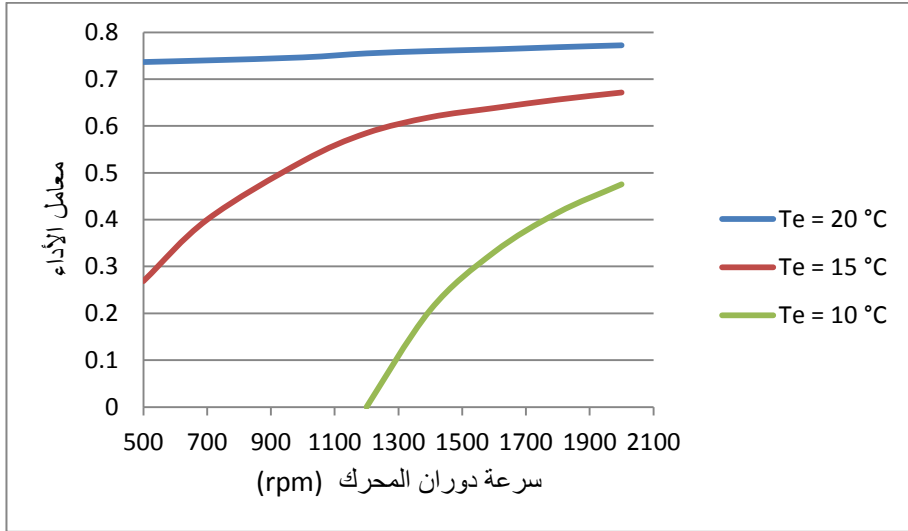
الشكل (4): يبين سعة تبريد المنظومة مع سرعة دوران المحرك عند  $T_c = T_a = 35^\circ C$  ودرجات حرارة مختلفة في المبخر.



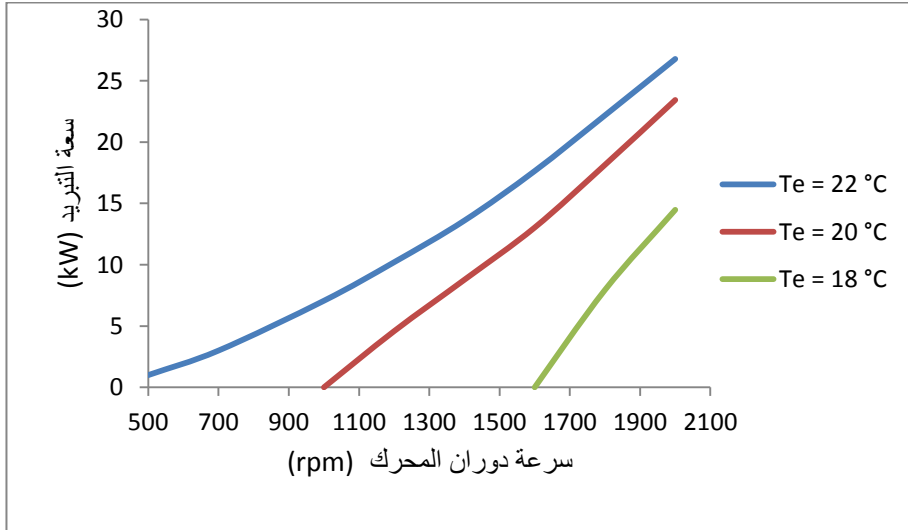
الشكل (5): يبين معامل أداء المنظومة مع سرعة دوران المحرك عند  $T_c = T_a = 35^\circ C$  ودرجات حرارة مختلفة في المبخر.



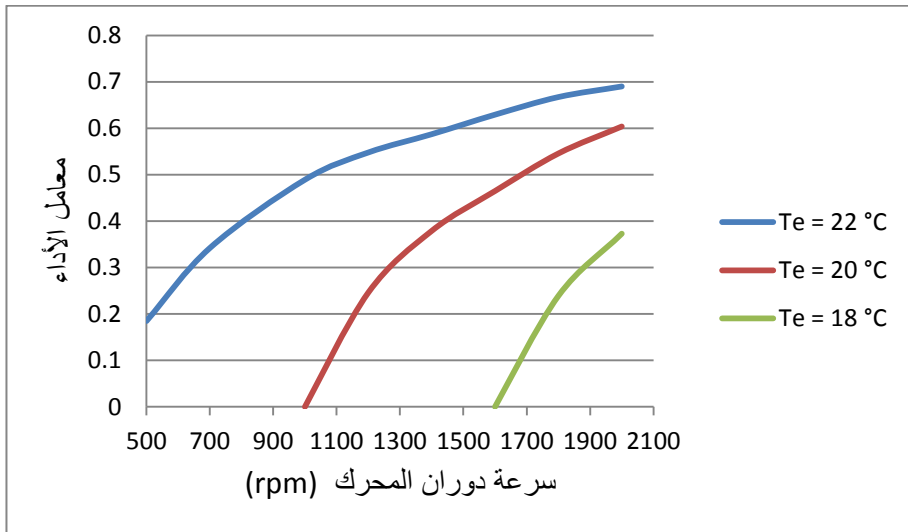
الشكل (6): يبين سعة تبريد المنظومة مع سرعة دوران المحرك عند  $T_c = T_a = 40\text{ }^\circ\text{C}$  ودرجات حرارة مختلفة في المبخر.



الشكل (7): يبين معامل أداء المنظومة مع سرعة دوران المحرك عند  $T_c = T_a = 40\text{ }^\circ\text{C}$  ودرجات حرارة مختلفة في المبخر.



الشكل (8): يبين سعة تبريد المنظومة مع سرعة دوران المحرك عند  $T_c = T_a = 45^\circ\text{C}$  ودرجات حرارة مختلفة في المبخر.



الشكل (9): يبين معامل أداء المنظومة مع سرعة دوران المحرك عند  $T_c = T_a = 45^\circ\text{C}$  ودرجات حرارة مختلفة في المبخر.

## الاستنتاجات:

من خلال ملاحظة النتائج يمكن أن نستنتج بأنه يمكن إنتاج تبريد مستمر عند كل سرعات السيارة عندما تكون درجة حرارة المكثف- وعاء الامتصاص  $35^{\circ}\text{C}$  ولكل درجات حرارة المبخر التي تتراوح من  $5^{\circ}\text{C}$  إلى  $15^{\circ}\text{C}$ . وعندما تكون درجة حرارة المكثف- وعاء الامتصاص  $40^{\circ}\text{C}$  فإن التبريد المستمر لا يمكن الحصول عليه إذا كانت درجة حرارة المبخر أقل من  $15^{\circ}\text{C}$ . وعندما تكون درجة حرارة المكثف- وعاء الامتصاص  $45^{\circ}\text{C}$  (الأجواء الحارة جداً) فإن التبريد المستمر لا يمكن الحصول عليه إذا كانت درجة حرارة المبخر أقل من  $22^{\circ}\text{C}$ . لذلك فإن هذه المنظومة تكون غير مناسبة في الأيام الحارة جداً لتحقيق الشعور بالراحة للأشخاص.

## قائمة الرموز

الرمز	المعنى	الوحدة
$C_p$	الحرارة النوعية لماء تبريد المحرك	$\text{J}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$
COP	معامل أداء المنظومة	-----
$h_1$	المحتوى الحراري لمحلول بروميد الليثيوم_ماء المخفف الداخل إلى المولد	$\text{kJ}/\text{kg}$
$h_2$	المحتوى الحراري لبخار الماء الخارج من المولد	$\text{kJ}/\text{kg}$
$h_3$	المحتوى الحراري لمحلول بروميد الليثيوم_ماء المركز الخارج من المولد	$\text{kJ}/\text{kg}$
$h_5$	المحتوى الحراري لبخار الماء الداخل إلى المبخر	$\text{kJ}/\text{kg}$
$h_6$	المحتوى الحراري لبخار الماء الخارج من المبخر	$\text{kJ}/\text{kg}$
$m_w$	معدل تدفق ماء تبريد المحرك	$\text{kg}/\text{s}$
$m_1$	معدل تدفق كتلة محلول بروميد الليثيوم _ ماء المخفف	$\text{kg}/\text{s}$



kg/s	معدل تدفق كتلة بخار الماء الخارج من المولد	$m_2$
kg/s	معدل تدفق كتلة محلول بروميد الليثيوم _ ماء المركز	$m_3$
rpm	سرعة دوران المحرك	$N$
kpa	ضغط وعاء الامتصاص	$P_a$
kpa	ضغط المكثف	$P_c$
kpa	ضغط المبخر	$P_e$
kpa	ضغط المولد	$P_g$
W	معدل الحرارة المطرودة في وعاء الامتصاص	$Q_a$
W	معدل الحرارة المطرودة في المكثف	$Q_c$
W	سعة تبريد المنظومة	$Q_e$
W	معدل الحرارة المضافة في المولد	$Q_g$
W	معدل الحرارة المزالة من ماء تبريد المحرك في المشع	$Q_{rad}$
°C	درجة حرارة وعاء الامتصاص	$T_a$
°C	درجة حرارة المكثف	$T_c$
°C	درجة حرارة المبخر	$T_e$
°C	درجة حرارة المولد	$T_g$
°C	درجة حرارة الماء الداخل إلى المشع	$T_{w,in}$
°C	درجة حرارة الماء الخارج من المشع	$T_{w,out}$

%	تركيز محلول بروميد الليثيوم _ ماء المخفف	$x_1$
%	تركيز محلول بروميد الليثيوم _ ماء المركز	$x_3$

### المراجع :

- [1] Ibrahim Dinc, Mehmet Kanoglu (2010) " Refrigeration system and application " Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd.
- [2] Yashvir Singh, Nishant Kr. Singh (2013) " Dirt analysis on the performance of an engine cooling system " Journal of Energy in Southern Africa, vol. 24, No.4 November.
- [3] G Vicatos, J Gryzagoridis, S Wang (2008) " A car air conditioning system based on an absorption refrigeration cycle using energy from exhaust gas of an internal combustion engine " Journal of Energy in Southern Africa, vol.19, No.4 November.
- [4] Ramesh K. Shah, Dusan P. Sekulic (2003) " Fundamentals of heat exchanger design " Jone Wiley & Sons, Inc. New York.
- [5] J. B. Jones, R. E. Dugan (1996) " Engineering Thermodynamics " Prentice Hall Inc. USA.

## تعيين تركيز الرصاص والزنبق في مجموعة من التوابل في السوق المحلية في مدينة طرابلس

أماني عبد السلام علي احميد<sup>(1)\*</sup> ، مفيدة محمد الفيض<sup>(2)</sup> ، ربيعة عمار النويصري<sup>(3)</sup> ، عبد  
الناصر البشير عمر<sup>(3)</sup> ، امال عبدالسلام علي احميد<sup>(4)</sup> ، عبد العالي موسى سعد<sup>(5)</sup> ، عبد السلام  
علي عيسى<sup>(5)</sup>

(1) محاضر مساعد ، قسم البيئة والموارد الطبيعية، كلية العلوم غريان، (2) محاضر مساعد، قسم  
الكيمياء، كلية العلوم غريان، (3) محاضر، قسم الكيمياء، كلية العلوم غريان، (4) محاضر، قسم علم  
الحيوان، كلية العلوم غريان، (5) طالب قسم الكيمياء، كلية العلوم والآداب مزدة.

\*Amani.ehmaid@jgu.edu.ly

### Abstract:

Spices are used in Libyan food to improve its taste and flavor. These spices may be susceptible to contamination with heavy metals such as lead, mercury, etc. Therefore, this research was conducted to determine the concentration of lead and mercury in samples of spices sold in the Libyan market in Tripoli, including: red pepper, black pepper, turmeric, mixed spices (Hrarat), and Cumin. Fifteen samples of each spice type were analyzed by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer (GFAAS). The results showed that the concentrations of lead and mercury in most samples did not exceed the maximum permissible limits by WHO and FAO organizations and a few samples were above this limit. In all samples lead concentrations ranged from 0.086 to 12.58ppm, whereas mercury concentrations were between 0.037 and 3.338ppm. The result of the correlation coefficient (r) between lead and mercury concentrations showed a significant positive relationship ( $p < 0.05$ ) between their concentrations in turmeric, which means that this type is likely to be contaminated with the two elements from the same source. Obtained results indicate that although lead and mercury concentrations in most of the investigated spice samples were very close the permissible limits, their consumption on a daily basis, and in large quantities, may pose a threat to the consumer's lives due to their long-term accumulation.

**Key words:** Lead, Mercury, Spices, GFAAS.

## المخلص:

تستخدم التوابل لإضافة النكهة وتحسين الطعم في الغذاء اللبني، وهي قد تكون عرضةً للتلوث بالعناصر الثقيلة كالرصاص والزنك وغيرها؛ لذا اجري هذا البحث لقياس تركيز الرصاص والزنك في عينات من التوابل التي تباع في السوق الليبية في مدينة طرابلس، وتضمنت العينات: الفلفل الأحمر، الفلفل الأسود، الكركم، الحار، وكمون الحوت، وتم تحليل 15 عينة من كل نوع من تلك التوابل بواسطة جهاز الامتصاص الذري الكهروحراري. أظهرت النتائج أن تركيز عنصري الرصاص والزنك في أغلب عينات التوابل لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل منظمات WHO و FAO وأن عينات قليلة منها قد تجاوز تركيزهما فيها هذا الحد. تراوح تركيز عنصر الرصاص في كل العينات بين 0.086-12.58 جزء لكل مليون. أما في عنصر الزنك فقد تراوح تركيزه فيها بين 0.037-3.338 جزء لكل مليون. أظهرت نتيجة معامل الارتباط ( $r$ ) في عينات الأنواع الخمسة من التوابل علاقة طردية معنوية واحدة ( $p < 0.05$ ) بين تركيزي العنصرين في الكركم، مما يرجح أن يكون مصدر التلوث بهذين العنصرين في هذا النوع هو نفسه. نتائج هذا البحث تشير إلى أنه بالرغم من أن تركيزي الرصاص والزنك في معظم عينات التوابل التي شملتها الدراسة كانت قريبة من الحد المسموح به إلا أن استهلاكها بشكل يومي وبكميات كبيرة قد يشكل خطراً على حياة المستهلك نتيجة لتراكمها بالجسم على المدى الطويل.

**الكلمات المفتاحية:** الرصاص، الزنك، التوابل، جهاز الامتصاص الذري الكهروحراري.

## 1. المقدمة :

تعرف التوابل على أنها مواد نباتية عطرية أو هي عبارة عن أجزاء جافة من النبات مثل الجذور والأوراق والبذور، لها طعم قوي وتستخدم لتحسين نكهة ورائحة ولون المواد الغذائية<sup>[1]</sup>، ومن المعروف أيضاً أن لبعض التوابل مثل ( الفلفل الأسود و الكمون و الفلفل الحار) تأثيرات مضادة للأكسدة وتظهر نشاطاً مضاداً للفطريات والميكروبات<sup>[2]</sup>.

ونظراً لتزايد الطلب على استعمال التوابل في الأغذية فهذا يستوجب تحديد مدى أمان هذه التوابل، وذلك لأنها قد تكون عرضة للتلوث بطريقة ما ببعض المكونات غير المرغوب فيها مثل السموم والمبيدات الحشرية وبقايا الكربوهيدرات متعددة الحلقات والعناصر الثقيلة التي تسبب أضراراً صحية للإنسان<sup>[3]</sup>. والعناصر الثقيلة هي تلك العناصر التي تتراوح أوزانها الذرية ما بين (63.57←200.59 جرام لكل مول)<sup>[4]</sup>. وتوجد في التوابل

بمستويات مختلفة، وتعتبر سامة ويؤدي تراكمها في أعضاء الإنسان على المدى الطويل إلى اضطرابات أيضية تترتب عليها أضرار أخرى بالجسم. ويعتبر مستوى العناصر الثقيلة في التوابل مؤشراً هاماً جداً لتوضيح مدى نقاوتها وفعاليتها وجودتها وسلامتها<sup>[5]</sup>. ومن أكثر هذه العناصر انتشاراً هما الرصاص والزنك. يعتبر الرصاص من العناصر الثقيلة الضارة جداً للإنسان والنبات ويعود تلوث غذاء الإنسان بالرصاص إلى فترات زمنية قديمة، وتتمثل مصادره في الأغلام وعوادم السيارات والسماذ العضوي. ويؤدي التعرض له لفترة طويلة إلى زيادة نسبته في الجسم وبالتالي ظهور أعراض خطيرة مثل: الأنيميا وشحوب الجلد وألم المعدة والغثيان والتقيؤ وشلل المفاصل وأحياناً تلف الكلية وتقليل الخصوبة وحدوث تشوهات خلقية<sup>[6,7]</sup>.

أما الزنك فمصادره بعض الأجهزة وبعض أنواع البطاريات والمصابيح، ويستعمل أيضاً في استخراج الذهب و الفضة، وتعد مركبات الزنك الميثيلية أحد أهم مصادر التلوث بالزنك. ويعتبر الغذاء وخاصة الأسماك مصدراً لميثيل الزنك وهو يؤثر بشكل كبير على الأجنة والأطفال حديثي الولادة نظراً لحساسية جهازهم العصبي الذي هو في طور النمو، وأيضاً قد يظهر أثره على البالغين ويسبب أعراضاً مثل الغثيان وفقدان الشهية وقد يسبب حروق وتهيج في الجلد وإذا زادت نسبته في الجسم قد يؤدي إلى فقدان السمع والفشل الكلوي<sup>[8]</sup>.

إن الهدف الرئيسي لهذا البحث هو تحديد مستوى عنصري الرصاص والزنك في مجموعة من التوابل التي تم تجميعها من مناطق مختلفة في مدينة طرابلس ومعرفة ما إذا كانت صالحة للاستهلاك البشري أم لا وذلك من خلال مقارنتها بالحد الأقصى المسموح به من قبل المنظمات العالمية ذات الاختصاص.

## 2. المواد وطرائق البحث:

### 1.2. جمع العينة:

تم جمع 15 عينة من كل نوع من التوابل محلية الصنع من داخل مدينة طرابلس والمشملة على: الفلفل أحمر، الفلفل أسود، الكركم، الحارث، كمون الحوت، و كانت كل العينات على هيئة مساحيق، وقد جُمع بعضها من مطاحن مختلفة والبعض الآخر من الأسواق.

### 2.2 معاملة و تحضير العينة:

تمت طريقة الهضم باستخدام نفس الوزن من العينات مع اختلاف نوع العينة وأحجام متساوية من المذيبات. تم وزن 0.6 جرام من العينة ووضعت في دورق تكثيف، ثم أضيف له 6 مليلتر من حمض

النيتريك تركيزه 65% (شركة BDH بلد التصنيع - إنجلترا)، ثم وضع الدورق في جهاز التكتيف الموجود في خزانة الغازات فوق مصدر حراري لمدة ساعة ونصف. بعد انقضاء الساعة ونصف تُركت العينة لتبرد ثم أُضيف لها 3 مليلتر من بيروكسيد الهيدروجين تركيزه 30% (شركة BDH بلد التصنيع - إنجلترا). ووضعت العينة من جديد في جهاز التكتيف الموجود في خزانة الغازات فوق مصدر حراري لمدة 45 دقيقة تقريباً. بعد ذوبان العينة بالكامل تركت العينة لتبرد إلى درجة حرارة الغرفة ثم نقلت إلى دورق قياسي سعته 25 مليلتر واملت بالماء المقطر إلى العلامة. نقلت محتويات الدورق القياسي إلى حاويات بلاستيكية وحفظت في الثلجة تحت درجة حرارة 4°C إلى حين قياس العينة.

### 3.2 عملية القياس:

تم تحليل العينات بواسطة جهاز الامتصاص الطيفي الذري الكهروحراري (نوع Varian موديل AA240FS) من صنع شركة Agilent (كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية) وتم تصحيح الخطأ بواسطة طريقة Zeeman Background Correction. الجهاز معد تلقائياً لاختيار درجة الحرارة المناسبة للمادة المقاسة، وتمت عملية التحليل دون الحاجة إلى إضافة أي مواد لتحسين النتائج أثناء القياس. حُضرت محاليل قياسية لكل عنصر بتخفيف المحلول الأساسي (Stock Solution) تركيزه 1000 جزء لكل مليون، (الشركة المصنعة Sigma Aldrich, St, Louis MO, USA). تم تحليل عنصر الرصاص والزئبق عند الطول الموجي المخصص لكل عنصر.

### 4.2 التحليل الإحصائي:

تم إجراء التحليل الإحصائي بواسطة برنامج Minitab النسخة 16؛ حيث طبقت مجموعة من اختبارات الإحصاء الوصفي واختبار معامل الارتباط ( $r$ ) بشرط معنوية ( $\alpha$ ) مساوياً 0.05 وكذلك طبق اختبار التحليل التجميعي وكان الغرض من هذين الاختبارين هو تقصي ما إذا كان مصدر الرصاص والزئبق مختلف أم لا.

### 3. النتائج والمناقشة:

#### 1.3 المقارنة مع الحد الأقصى المسموح به:

قورنت تراكيز الرصاص والزئبق في عينات التوابل مع الحد الأقصى المسموح به، و يبلغ الحد الأقصى المسموح به للرصاص 5 جزء لكل مليون بينما يبلغ 0.5 جزء لكل مليون للزئبق، وذلك حسب توصيات منظمة الصحة العالمية (WHO)، وكذلك منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO)<sup>[9]</sup>. ويمكن

القول إجمالاً أن اغلب العينات (ما عدا عدد محدود منها) كان تركيز كلا العنصرين فيها أقل من الحد الأقصى المسموح به وذلك كما يظهر في الأشكال (1-5)، وهذا يعني أن اغلب عينات التوابل التي شملتها الدراسة صالحة للاستهلاك البشري، وهذه النتائج مشابهة إلى حد ما إلى نتائج دراسات سابقة لعينات مختلفة من التوابل حيث وجد أن تركيز هذين العنصرين في أغلبها لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به [10-11]. ولكن وبحسب الدراسة الحالية فإن عدداً كبيراً من العينات قد قارب الحد الأقصى المسموح به والبعض منها قد تجاوز هذا الحد، ومن ثم قد يشكل تناول هذه التوابل بكمية خطيرة على المستهلك، حيث أن زيادتها عن الحد المسموح به ممكن أن يؤدي إلى تراكمها في أعضاء الجسم على المدى الطويل وبالتالي يمكن أن يسبب أمراضاً عديدة من بينها السرطان [12] وارتفاع ضغط الدم وكذلك أضراراً في الدماغ [13]، إضافة إلى ذلك فإن استهلاكها بكمية أثناء الحمل يمكن أن يسبب أمراضاً للأجنة أو يسبب الإجهاض، وكذلك التخلف الذهني عند الأطفال [14]. وهذا بالتالي يستوجب مراقبتها بشكل دوري من قبل الجهات الرقابية المختصة ومعرفة مدى مطابقتها للمعايير القياسية وصلاحياتها للاستهلاك البشري.

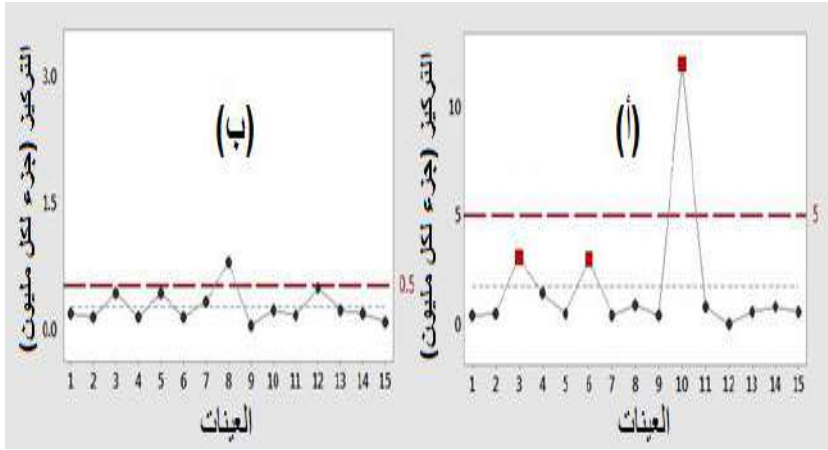
سُجّل تجاوزاً للحد الأقصى المسموح به في حالة الرصاص في أربع عينات: عينة من الفلفل الأسود (شكل 1)) وعينة من الكركم (شكل 4)) وعينتان من كمون الحوت (شكل 5))، وفي دراسة سابقة [15] أجريت لقياس تركيز الرصاص في مجموعة من التوابل التي تباع في السوق الليبية في مدينة طرابلس، لوحظ ارتفاعاً في تركيز الرصاص في عينات الكركم ولكنها لم تتجاوز الحد الأقصى المسموح به، وهي مشابهة إلى حد ما للنتائج المتحصل عليها في الدراسة الحالية مع مراعاة تجاوز تركيز الرصاص في إحدى عيناتها للحد الأقصى المسموح به. وفي دراسات أخرى مشابهة [16-18] أجريت في أماكن مختلفة حول العالم لمجموعة من التوابل، وجد أن تركيز الرصاص فيها لم يتجاوز الحد الأقصى المسموح به من قبل WHO، ولكن وبالرغم من عدم تجاوزه للحد الأقصى المسموح به إلا أن هذه الدراسات أشارت إلى أن تناول كميات كبيرة من هذه التوابل يومياً ممكن أن يعرض حياة المستهلك للخطر، وذلك لان الرصاص من أكثر الملوثات البيئية خطورةً، حيث يتفاعل مع العديد من المركبات الحيوية في الجسم ويؤدي إلى أضرار بالغة في الأعصاب والجهاز المناعي وكذلك أعضاء أخرى في الجسم مثل الكبد [19].

أما في حالة الزئبق فقد سجل تجاوزاً للحد الأقصى المسموح به في الفلفل الأسود (شكل 1)) والفلفل الأحمر (شكل 2)) والكركم (شكل 4)) بواقع عينة لكل نوع من التوابل، أما باقي عينات التوابل فقد كان تركيز الزئبق فيها أقل من الحد الأقصى المسموح به، وهذه النتائج مشابهة لنتائج دراسة سابقة أجريت في

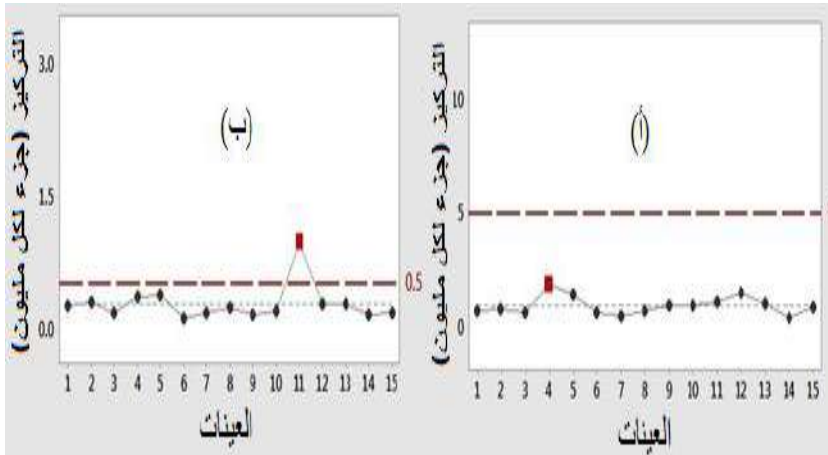
غانا حيث وجد أن معظم العينات لم يتجاوز تركيز الزئبق فيها الحد الأقصى المسموح به<sup>[20]</sup>، وتبقى هذه الكميات آمنة في حال عدم تناول كميات كبيرة من التوابل في الغذاء اليومي، أما إذا تم استهلاكها بكميات كبيرة يومياً فإنها من الممكن أن تشكل خطراً على حياة المستهلكين. يمكن أن يعزى ذلك إلى أن الزئبق من الملوثات البيئية الأكثر انتشاراً بسبب تواجده في صور مختلفة في الطبيعة، ويعتبر الزئبق من العناصر الثقيلة السامة وذلك لقدرته على إحداث تغيير في أنسجة الجسم المختلفة مثل الدماغ<sup>[21]</sup> وبالتالي التسبب في أمراض عديدة ضارة بالجسم<sup>[21،19]</sup>.

كانت أكثر عينة تجاوز فيها الرصاص الحد الأقصى المسموح به هي العينة (9) في عينات كمون الحوت حيث بلغ تركيز الرصاص فيها 12.58 جزء لكل مليون، أي أكثر من ضعف الحد الأقصى المسموح به، بينما كانت أكثر عينة تجاوز فيها الزئبق الحد الأقصى المسموح به هي العينة (5) في عينات الكركم حيث بلغ تركيز الزئبق فيها 3.338 جزء لكل مليون، أي أكثر من ستة أضعاف الحد الأقصى المسموح به، وهذه العينة تعتبر العينة الوحيدة التي تجاوز فيها تركيز كلا العنصرين الحد الأقصى المسموح به حيث أنه وبالإضافة لوصول تركيز الزئبق فيها إلى 3.338 جزء لكل مليون وصل تركيز الرصاص فيها إلى 5.671 جزء لكل مليون، وهذا يشير إلى أن مصدر تلوث هذه العينة بالعنصرين يمكن أن يكون نفسه، حيث توجد عدة أسباب لتلوث التوابل بالعناصر الثقيلة أهمها هو التلوث البيئي بمخلفات المصانع والنشاطات البشرية المختلفة والتي تؤدي إلى تلوث المياه والهواء وكذلك التربة التي تزرع فيها النباتات والخضروات التي تصنع منها هذه التوابل<sup>[22]</sup>، ومقدار هذا التلوث يعتمد على عدة عوامل من بينها البيئة المحيطة، و زمن التعرض لهذا التلوث، والصورة الكيميائية التي تتواجد فيها العناصر الثقيلة المسببة للتلوث وكذلك الطريقة التي تُحضر وتُخزن بها هذه التوابل<sup>[19]</sup>.

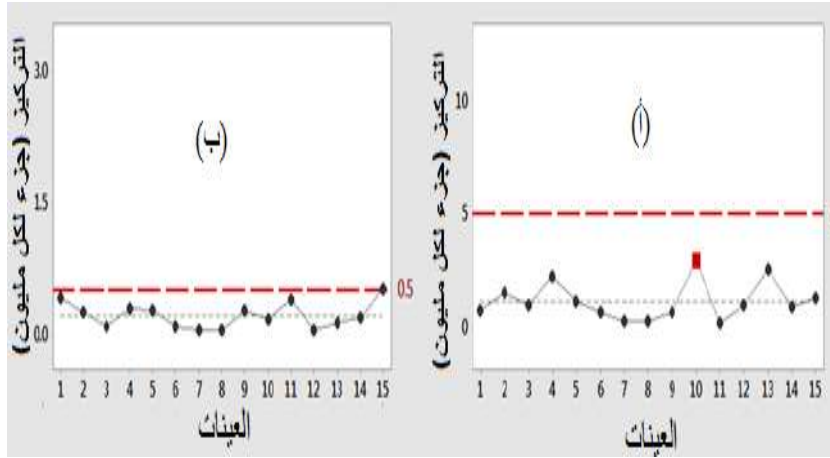




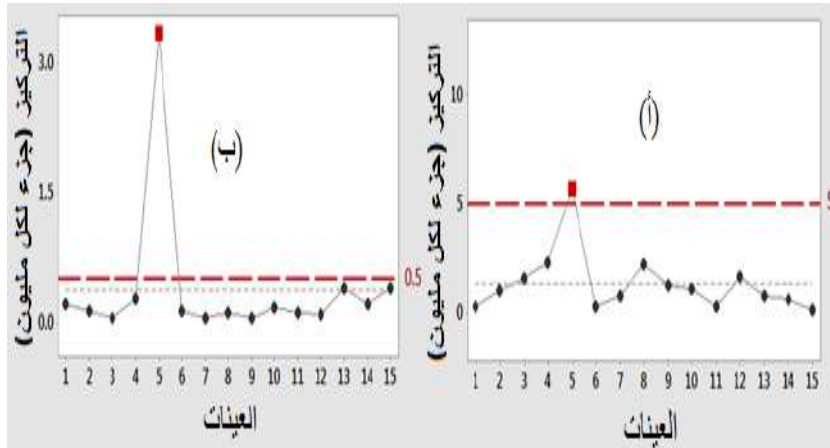
شكل (1) تركيز الرصاص (أ) والزرئبق (ب) في الفلفل الأسود ومتوسطيهما (الخط النقطي المتقطع) والقيمة المرجعية لهما (الخط العريض المتقطع).



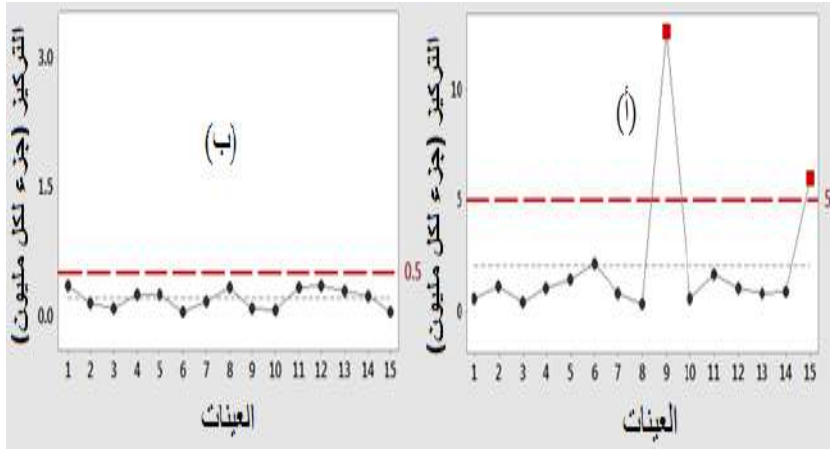
شكل (2) تركيز الرصاص (أ) والزرئبق (ب) في الفلفل الأحمر ومتوسطيهما (الخط النقطي المتقطع) والقيمة المرجعية لهما (الخط العريض المتقطع).



شكل (3) تركيز الرصاص (أ) والزنك (ب) في الحرارة ومتوسطيهما (الخط النقطي المتقطع) والقيمة المرجعية لهما (الخط العريض المتقطع).



شكل (4) تركيز الرصاص (أ) والزنك (ب) في الكرم ومتوسطيهما (الخط النقطي المتقطع) والقيمة المرجعية لهما (الخط العريض المتقطع).



شكل (5) تركيز الرصاص (أ) والزنبيق (ب) في كمون الحوت ومتوسطيهما (الخط النقطي المتقطع) والقيمة المرجعية لهما (الخط العريض المتقطع).

### 2.3 التحليل الإحصائي:

طبقت مجموعة من اختبارات الإحصاء الوصفي على متغيرات الدراسة في كل عينات التوابل، ونتيجة تلك الاختبارات تظهر في الجدول (1).

جدول (1) الإحصاء الوصفي لتركيز الزنبيق والرصاص في عينات التوابل

معامل الانحراف %	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط		
56	0.117	0.363	0.046	0.209	Hg <sup>°</sup>	كمون
150	3.198	12.58	0.385	2.132	Pb <sup>°</sup>	حوت
67	0.146	0.513	0.049	0.216	Hg <sup>°</sup>	حزازات
70	0.831	2.971	0.220	1.185	Pb <sup>°</sup>	

217	0.825	3.338	0.053	0.381	Hg <sup>°</sup>	كركم
102	1.378	5.671	0.135	1.349	Pb <sup>°</sup>	
78	0.197	0.783	0.037	0.253	Hg <sup>°</sup>	فلفل أسود
170	2.964	11.96	0.086	1.748	Pb <sup>°</sup>	
75	0.209	0.979	0.108	0.279	Hg <sup>°</sup>	فلفل أحمر
41	0.402	1.963	0.469	0.992	Pb <sup>°</sup>	

° جزء لكل مليون (ppm)

ومن خلاله يبدو أن أعلى قراءة لعنصر الزئبق كانت في عينة من عينات الكركم (3.338 جزء لكل مليون) بينما كانت أقل قراءة له في عينة من عينات الفلفل الأسود بتركيز 0.037 جزء لكل مليون، أما في حالة عنصر الرصاص فكانت أعلى قراءة في عينة من عينات كمون الحوت، ووصل تركيز الرصاص فيها إلى 12.58 جزء لكل مليون، بينما كانت أقل قيمة في عينة من عينات الفلفل الأسود (كما في حالة الزئبق) وكان تركيز الرصاص فيها 0.086 جزء لكل مليون.

وحسب الجدول نفسه تراوح متوسط تركيز عنصر الزئبق في الأنواع الخمسة من التوابل بين 0.209 - 0.381 جزء لكل مليون، وكان أعلى متوسط له يخص عينات الكركم، وبالنسبة لعنصر الرصاص تراوح متوسط تركيزه في الأنواع الخمسة بين 0.992 - 2.132 جزء لكل مليون، وكان أعلى متوسط له في عينات كمون الحوت.

لقد أظهرت نتائج التحليل الوصفي تقارباً في الانحراف المعياري لتركيز الزئبق في الأنواع الخمسة ما عدا في عينات الكركم والتي كان فيها الانحراف المعياري أعلى من الانحراف المعياري لباقي الأنواع، وهذا يتطابق مع كون مدى قراءات (الفرق بين أقل قراءة وأعلى قراءة) تركيز الزئبق في عينات الكركم كان أعلى مقارنة بمدى تركيزه في باقي الأنواع، أما في حالة عنصر الرصاص فقد انقسمت الأنواع الخمسة إلى مجموعتين من حيث تقارب قيم الانحراف المعياري بينها، حيث تقاربت قيم الانحراف المعياري لعينات كمون الحوت والفلفل الأسود، بينما تقاربت قيم الانحراف المعياري وبشكل أقل في المجموعة الثانية المتمثلة في

عينات الحرارة والكرم والفلل الأسود. إن نتائج الانحراف المعياري تعكس أن القراءات في حالة الزئبق أكثر تجانساً مقارنة بقراءات الرصاص وهذا يظهر بشكل أوضح من خلال قيم معامل الانحراف عند النظر لنتائجه بشكل عام؛ حيث كانت قيم معامل الانحراف لقراءات الزئبق في نوعين من الأنواع الخمسة أعلى من نظيراتها للرصاص، بينما كان معامل الانحراف لقراءات الرصاص أكبر في الأنواع الثلاثة الأخرى، وبحسب نتائج معامل الانحراف فإن قراءات الزئبق في الكرم كانت الأقل تجانساً لكون معامل الانحراف له أعلى قيمة (217%) بينما كانت قراءات الرصاص في الفلل الأسود الأكثر تجانساً لكون معامل الانحراف فيها كان الأقل (41%).

أظهرت نتيجة اختبار معامل الارتباط بين تراكيز الرصاص والزئبق في عينات الأنواع الخمسة من التوابل علاقة معنوية واحدة فقط (جدول (2))، وكانت هذه العلاقة بين تراكيز الرصاص والزئبق في الكرم، وهي علاقة طردية قوية لأن قيمة معامل الارتباط موجبة وقريبة من الواحد الصحيح ( $r = 0.842$ )، وهي معنوية لأن قيمة معنوية العلاقة (P) أقل من شرط معنوية العلاقة ( $\alpha$ ) والذي كان 0.05، أما نتيجة الاختبار لتركيز الرصاص والزئبق في عينات التوابل الأربع الباقية فقد أظهرت علاقتين طرديتين وأخرتين سالبيتين، ولكن كل هذه العلاقات الأربع هي علاقات ضعيفة لبعدها معامل الارتباط بينها عن الواحد الصحيح (+1 بالنسبة للعلاقتين الطرديتين، و-1 بالنسبة للعلاقتين العكسيتين)، هذا إضافة إلى أنها علاقات غير معنوية عند  $\alpha = 0.05$  مما يجعلها علاقات لا يُعتمد بها إحصائياً.

جدول (2): معامل الارتباط بين تراكيز الرصاص والزئبق في عينات التوابل

معنوية العلاقة (P)	معامل الارتباط (r)	التوابل
0.000	0.842	الكرم
0.153	0.388	الفلل الأحمر
0.891	0.039	الحرارات
0.832	-0.060	الفلل الأسود
0.118	-0.421	كمون الحوت

بينت نتيجة التحليل التجميعي نسب تشابه مختلفة بين تركيز الرصاص والزئبق في عينات التوابل (كل نوع على حدة ونتيجة التحليل تظهر في جدول (3))، ومن هذا الجدول يظهر واضحاً إن أعلى نسبة تشابه

كانت بين تركيز العنصرين في عينات الكركم؛ حيث وصلت نسبة التشابه إلى 92%، بينما سجلت أقل نسبة تشابه بين تركيز العنصرين في عينات كمون الحوت وكانت 29%.

### جدول (3): التحليل التجميبي بين تراكيز الرصاص والزنئبق في عينات التوابل

التوابل	نسبة التشابه %
الكركم	92
الفلفل الأحمر	69
الحرارات	52
الفلفل الأسود	47
كمون الحوت	29

إن نسبة التشابه العالية بين تركيز العنصرين في عينات الكركم تؤكد العلاقة الطردية بينهما سابقة الذكر، وهذه العلاقة الطردية بينهما ونسبة التشابه العالية بينهما تُرجح أن يكون مصدر هذين العنصرين في عينات الكركم في الأغلب مصدر واحد، إن إرتفاع تركيزي الرصاص والزنئبق في هذه العينة يزيد من نتائجها العكسية على صحة الإنسان؛ حيث أثبتت دراسات سابقة أن هذه العناصر الثقيلة يمكنها أن تتداخل مع العناصر الضرورية للجسم مثل الحديد والكالسيوم وغيرها<sup>[23,24]</sup>، وأشارت أيضا إلى أن خطورتها تزداد عندما تكون في شكل خليط من العناصر الثقيلة حتى ولو كان تركيزها ضمن الحد المسموح به<sup>[19,25]</sup>. أما في باقي أنواع التوابل فنتيجة التحليل الإحصائي تشير لتعدد مصدر هذين العنصرين لعدم وجود علاقات طردية بينهما في تلك الأنواع (جدول (2)) بينهما ولانخفاض نسبة التشابه (جدول (3)).

#### 4. الاستنتاج:

خلصت الدراسة الحالية إلى أن تركيزي الرصاص والزنئبق في أغلبية عينات التوابل التي شملتها الدراسة كان ضمن الحد المسموح به من قبل منظمات WHO و FAO، وعينات قليلة قد تجاوز تركيزهما فيها الحد الأقصى المسموح به مما يدل على تباين مصادر هذه التوابل في السوق الليبية. وتبقى هذه الكميات آمنة طالما لم يتم استهلاك التوابل بكميات كبيرة وبشكل يومي وهنا يأتي دور الجهات الرقابية المختصة، حيث

يستوجب عليها المراقبة الدورية للتوابل التي تباع في السوق المحلية وكذلك توعية المواطن بمدى خطورتها وأضرارها في حال أستهلكت بكميات كبيرة يومياً.  
إن بحثاً أكثر توسعاً يشمل عدداً أكبراً من عينات التوابل في مناطق مختلفة من ليبيا، سواءاً كانت محلية الصنع أم مستوردة، وكذلك يشمل عناصر ثقيلة أخرى ماعدا الرصاص والزنك يمكن أن يوفر معلومات أكثر حول أمان هذه التوابل وصلاحياتها للاستهلاك البشري خاصة وأن معظم الوجبات اللبية المتناولة يومياً تتضمن استخدام كميات كبيرة من هذه التوابل.

### المراجع

- [1] Etonihu, A. C., Obelle, F. N., &Nweze, C. C. (2013). Chemical perspectives on some readily consumed spices and food condiments. *Food Science and Quality Management, New Delhi, 15*, 10-20.
- [2] Farooqi, A. A., Sreeramu, B. S., &Srinivasappa, K. N. (2005). *Cultivation of spice crops*. Universities Press.
- [3] Ritson, C., & Wei Mai, L. (1998). The economics of food safety. *Nutrition & Food Science, 98*(5), 253-259.
- [4] Kennish, M. J. (1991). *Ecology of estuaries: anthropogenic effects* (Vol. 1). CRC press.
- [5] Codex Alimentarius Commission. (2000). Report of the thirty-second session of the Codex Committee on food Additives and Contaminants. *Joint FAO/WHO Food Standards Programme, 20-24 March 2000, Beijing, People's Republic of China*.
- [6] Sharp, D. S., Becker, C. E., & Smith, A. H. (1987). Chronic low-level lead exposure. *Medical Toxicology and Adverse Drug Experience, 2*(3), 210-232.
- [7] Grath. S. P. MC. And S., Smith (1990) "Chromium and nickel in heavy metals in soils" , Ed. B. J. Alloway, Blackie, Glasgow, 125.
- [8] Blagojević, S. M., Blagojević, S. N., &Begović, B. M. (2016). Lead, mercury and arsenic content in spices: Black, white and green pepper, black cumin and ginger. *FactaUniversitatis, Series Physics, Chemistry and Technology, 13*(3), 191-202.
- [9] Nikita S.,Balaji P. M., Deepika B., Swati D. W. (2014). Analysis of heavy metals content in spices collected from local market of Mumbai

- by using atomic absorption spectrometer. *Global Journal for Research Analysis*, 3(5), 56-57.
- [10] Brima, E. I. (2017). Toxic Elements in Different Medicinal Plants and the Impact on Human Health. *International journal of environmental research and public health*, 14(10), 1209.
- [11] Matloob, M. H. (2016). Using Stripping Voltammetry to Determine Heavy Metals in Cooking Spices Used in Iraq. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(5).
- [12] Heavy Metals: Analysis and Limits in Herbal Dietary Supplements. (2009). AHPA: Silver Spring, MD.
- [13] Breeher, L., Gerr, F., &Fuortes, L. (2013). A case report of adult lead toxicity following use of Ayurvedic herbal medication. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 8(1), 26.
- [14] Umar, M. A., &Salihu, Z. O. (2014). Heavy metals content of some spices available within FCT-Abuja, Nigeria. *International Journal of Agricultural and Food Science*, 4(1), 66-74.
- [15] Ziyaina, M., Rajab, A., Alkhweldi, K., Algami, W., Al-Toumi, O., &Rasco, B. (2014). Lead and cadmium residue determination in spices available in Tripoli City markets (Libya). *African Journal of Biochemistry Research*, 8(7), 137-140.
- [16] Inam, F., Deo, S., &Narkhede, N. (2013). Analysis of minerals and heavy metals in some spices collected from local market. *J. of. Phar. and Bio. Sci*, 8(2), 40-43.
- [17] Al-Eed, M. A., Assubaie, F. N., El-Garawany, M. M., El-Hamshary, H., & El-Tayeb, Z. M. (2002). Determination of heavy metal levels in common spices. *J ApplSci*, 17, 87-98.
- [18] Senanayake, M. P., Perera, R., Liyanaarachchi, L. A. H. G., &Dassanayake, M. P. K. (2013). Spices as a source of lead exposure: a market-basket survey in Sri Lanka. *Ceylon Medical Journal*, 58(4).
- [19] Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy metal toxicity and the environment. In *Molecular, clinical and environmental toxicology* (pp. 133-164). Springer, Basel.
- [20] Nkansah, M. A., &Amoako, C. O. (2010). Heavy metal content of some common spices available in markets in the Kumasi metropolis of Ghana. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 1(2), 158-163.



- [21] Clarkson, T. W., Magos, L., & Myers, G. J. (2003). The toxicology of mercury—current exposures and clinical manifestations. *New England Journal of Medicine*, 349(18), 1731-1737.
- [22] He, Z. L., Yang, X. E., & Stoffella, P. J. (2005). Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of trace elements in medicine and biology*, 19(2-3), 125-140.
- [23] Alonso, M. L., Montaña, F. P., Miranda, M., Castillo, C., Hernández, J., & Benedito, J. L. (2004). Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain. *Biometals*, 17(4), 389-397.
- [24] Abdulla, M., & Chmielnicka, J. (1989). New aspects on the distribution and metabolism of essential trace elements after dietary exposure to toxic metals. *Biological Trace Element Research*, 23(1), 25-53.
- [25] Wang, G., & Fowler, B. A. (2008). Roles of biomarkers in evaluating interactions among mixtures of lead, cadmium and arsenic. *Toxicology and applied pharmacology*, 233(1), 92-99.

## تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة بمنطقة طرابلس

أحمد أبو العيد قنفود<sup>1</sup>، كوثر مسعود حمادي<sup>2</sup>

(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<sub>15</sub>), Cr in wells (B<sub>15</sub>, B<sub>19</sub>, D<sub>2</sub>), and Cd in well (B<sub>19</sub>). Therefore, the area is considered unpolluted with heavy metals.

Key words: 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)، الكاديوم (Cd)، الزنك (Zn)، الزئبق (Hg)، والرصاص (Pb). لتحقيق ذلك الهدف تم القيام ببعض الدراسات والقياسات الحقلية شملت التعرف على التركيب الصخري للخزان وخصه الهيدروجيولوجية وتحديد منسوب الماء الجوفي به. أيضا تم القيام ببعض التحاليل المعملية شملت قياس درجة الحرارة، درجة التفاعل، الموصلية الكهربائية، الأملاح الكلية الذائبة، والعناصر الثقيلة المذكورة. أظهرت نتائج الدراسة أن درجة الحرارة ودرجة التفاعل للعينات المجمعّة 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 بتركيز متفاوتة ولكن في معظم العينات لم تتجاوز الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية باستثناء الزئبق بالبيتر (B<sub>15</sub>) والكروم بالآبار (B<sub>19</sub>، B<sub>2</sub>، B<sub>15</sub>) و الكاديوم في البيتر (B<sub>19</sub>). 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 يكن 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 على درجة تلوثه لسنوات عدة. تلوث المياه الجوفية يعتبر من أهم المشاكل التي يجب الاهتمام به لما له من تأثير على 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 سميًا كبيراً على 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 الكاديوم بمنطقة تاجوراء بالقرب من المدبغة و مصنع النضائد (الباروني ، 1997 م ) و تلوث 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 لتكوين الصخور المكونة للخزان الجوفي حيث تتركزها 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 مزاوله 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 المجالات المختلفة. تم التركيز في هذه الدراسة على العناصر الثقيلة المتوقع تواجدها حسب مصدر التلوث والتي تشمل كل من الكروم (Cr)، الكاديوم (Cd)، الزنك (Zn)، الزئبق (Hg)، والرصاص (Pb).

## المواد وطرق البحث

### 1 - العناصر الثقيلة

يقصد بالعناصر الثقيلة تلك العناصر التي توجد أسفل الجدول الدوري للعناصر وذات كثافة أكبر من 5 جم / سم<sup>3</sup>. ترتبط الخواص الكيميائية لتلك المعادن وكذلك درجة سميتها والمشاكل التي تسببها ارتباطاً 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 تبعاً 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 الكاديوم 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 .

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

الزئبق ( Hg ) يدخل الزئبق في مجالات صناعية عدة مثل صناعة الورق، صناعة المصابيح ، صناعة العقاقير ، و المبيدات و غيرها. غالباً ما يتواجد الزئبق ممزوجاً 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 كبيرة 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 غرباً و المحصورة بين الشريط الساحلي وخط عرض ( 32 41 041 ) شمالاً وخطي الطول ( 12 50 105 - 13 20 309 ) شرقاً 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 لقريهم من آبار سوداء، الآبار (  $A_4 - A_7$  ) بالمذبغة 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، البئر (  $B_{12}, B_{13}$  ) بالشركة العامة للتبغ، البئر (  $B_{14}, B_{15}$  ) بمصنع التحرر للمنظفات، و البئر (  $B_{16}$  ) شركة السمكة للطلاء، البئر (  $B_{17}, B_{18}$  ) مصنع أبو سليم للمشروبات، والآبار (  $B_{19} - B_{22}$  ) بمنطقة سوق الثلاثاء، البئر (  $B_{23}$  ) تشاركيه دباغة الجلود، البئر (  $B_{24} - B_{25}$  ) جامعة طرابلس..

ج - منطقة جنزور حيث تم جمع عدد ( 16 ) عينة شملت: الآبار (  $C_1 - C_3$  ) محطة الأبقار و بركة الصرف الصحي و مواقع حولهما، الآبار (  $C_6 - C_{13}$  ) الشركة الوطنية لصناعة النسيج، مصنع الصابون العطري، الشركة الوطنية لصناعة المواسير، و مواقع بالقرب منهم، الآبار (  $C_{14} - C_{16}$  ) بمواقع بالقرب من شبكة الصرف الصحي و الهيئة العامة للمياه .

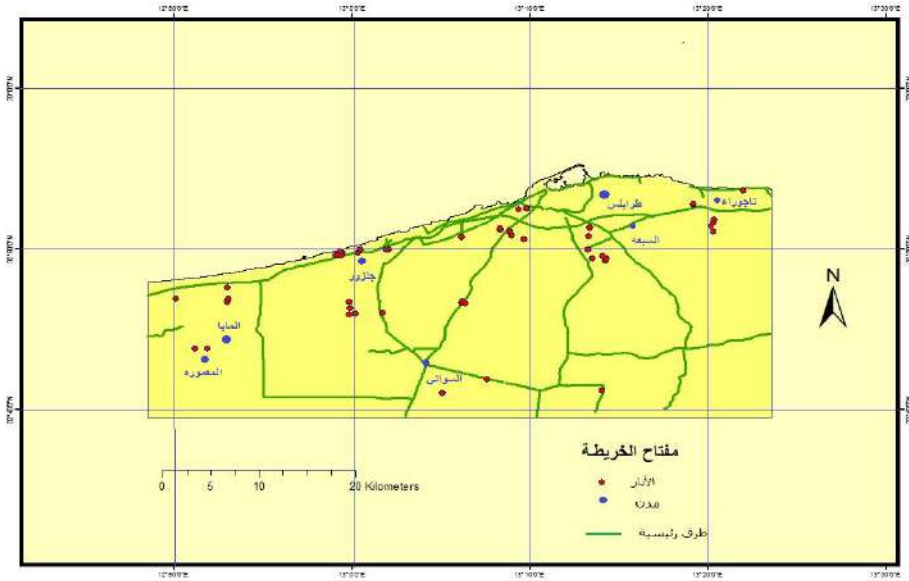
د - منطقة السواني تم جمع عدد ( 6 ) عينات شملت: الآبار (  $D_1 - D_3$  ) مصنع السماد العضوي و مزرعتان بالقرب منه، و الآبار (  $D_4 - D_6$  ) مصنع النسيم للطور، شركة الأشغال العامة، و شركة الجفارة للصناعات الغذائية.

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

تستخدم هذه الآبار للأغراض المختلفة و تتراوح أعماقها ما بين 8 متر إلى 270 متراً . معظم هذه الآبار تخرق الخزان الجوفي الأول والذي يعتبر من أهم الخزانات الجوفية بالمنطقة. يتألف الخزان من صخور العصر الرباعي والميوسيني والمتكون من حجر رملي وحجر رملي جيبي متداخل مع طبقات من حجر جيبي 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 :

لتحديد 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 ، الكاديوم ، الزنك ، الزئبق ؛ الرصاص) بعينات المياه المجمعة تم باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري والتي تعتبر من أفضل الطرق لتقدير تلك العنصر. حيث تم قياس ( تركيز الكروم ، الكاديوم ، 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

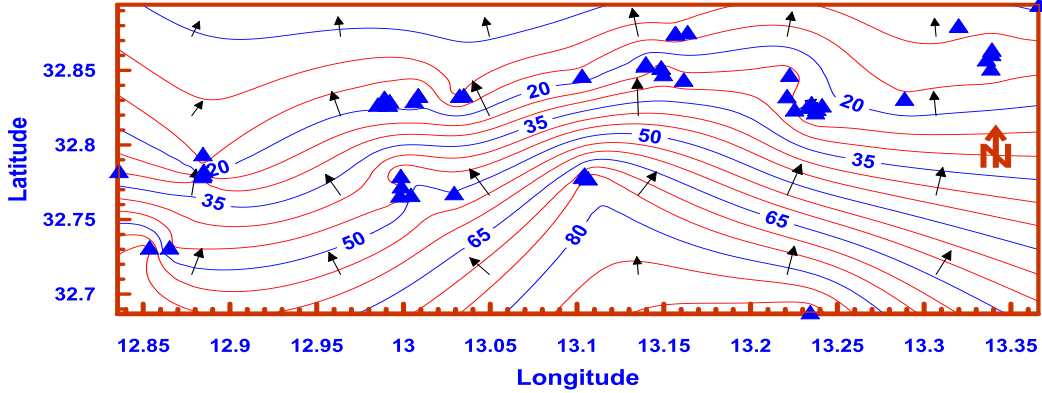
حسب النتائج المتحصل عليها يمكن استخلاص النتائج التالية:

1 -**الخران 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<sup>3</sup> / 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 .

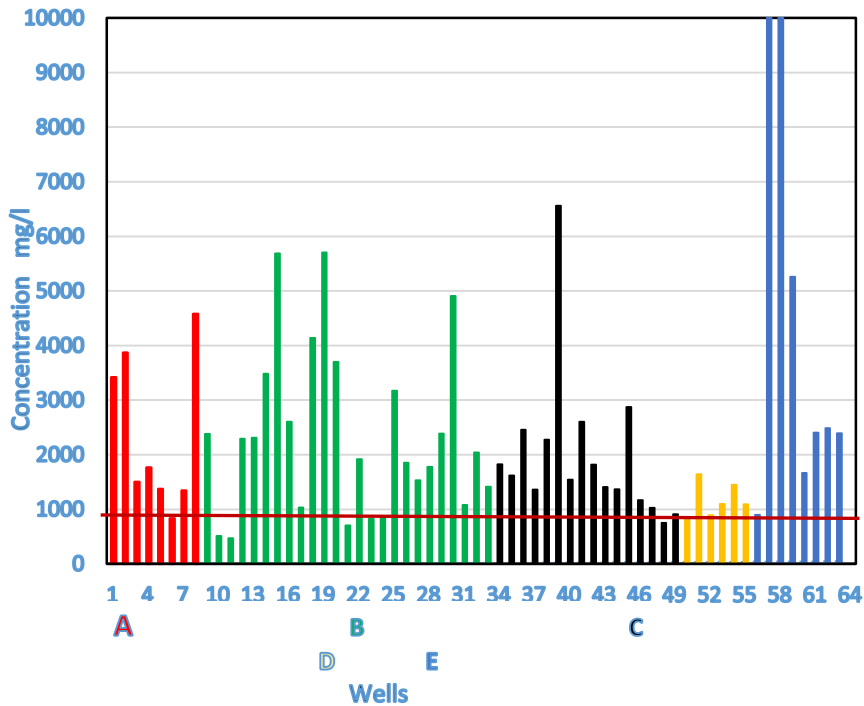


شكل ( 2 ) توزيع منسوب المياه الجوفية بمنطقة الدراسة

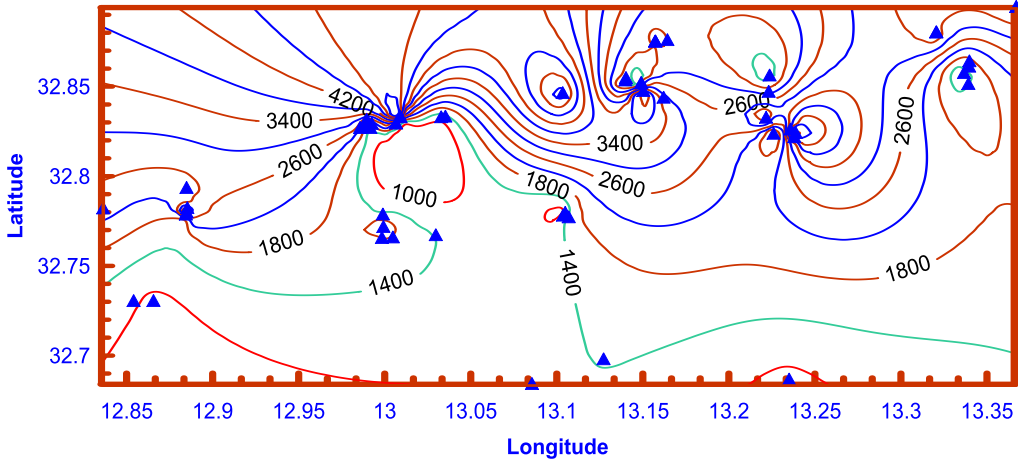
ج. الموصلية الكهربائية (EC) والأملاح الكلية الذائبة (TDS): على اعتبار أن (EC) هي مقياس غير مباشر للأملاح الكلية الذائبة، لذلك تم تحديد (EC) في المنطقة حيث تراوحت من (0.7 mS/cm) في البئر (d<sub>4</sub>) إلى (55.3 mS/cm) في البئر (E<sub>3</sub>).

نتائج تحاليل للأملاح الكلية الذائبة لأبار الدراسة موضحة بالشكل (3) وقد تفاوتت بين مناطق الدراسة. في منطقة تاجوراء تراوحت قيمتها من (834.8 ppm) في البئر (A<sub>7</sub>) إلى (3922 ppm) في البئر (A<sub>1</sub>) و باستثناء البئر (A<sub>7</sub>) تعتبر كل الآبار ملوثة. في منطقة طرابلس تراوحت قيمتها من (468.9 ppm) في البئر (B<sub>4</sub>) إلى (5702 ppm) في البئر (B<sub>12</sub>) وتعتبر كل الآبار ملوثة باستثناء الآبار (B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>14</sub>) في منطقة جنزور تراوحت القيمة من (751.1 ppm) في البئر (C<sub>16</sub>) إلى (6559.2 ppm) في البئر (C<sub>7</sub>) وباستثناء البئر (C<sub>16</sub>) تعتبر كل الآبار ملوثة. في منطقة السواني تراوحت القيمة من (846.4 ppm) في البئر (D<sub>2</sub>) إلى (1449.6 ppm) في البئر (D<sub>6</sub>) وباستثناء الآبار (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>) إلى (D<sub>4</sub>) تعتبر كل الآبار ملوثة. في منطقة المايا تراوحت القيمة من (895.4 ppm) في البئر (E<sub>2</sub>) إلى (32838 ppm) في البئر (E<sub>3</sub>) وباستثناء البئر (E<sub>2</sub>) تعتبر كل الآبار ملوثة. هذا على اعتبار أن الحد المسموح به لمعظم الأغراض هو (1000 ppm) وذلك كما هو موضح بالشكل (3). كما توضح 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 ومستنثيا ( 11 ) بئراً لعدم تحديد مواقع البعض منها ووجود بعض القيم الشاذة مثل البئرين (  $E_3$  ,  $E_4$  ) 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

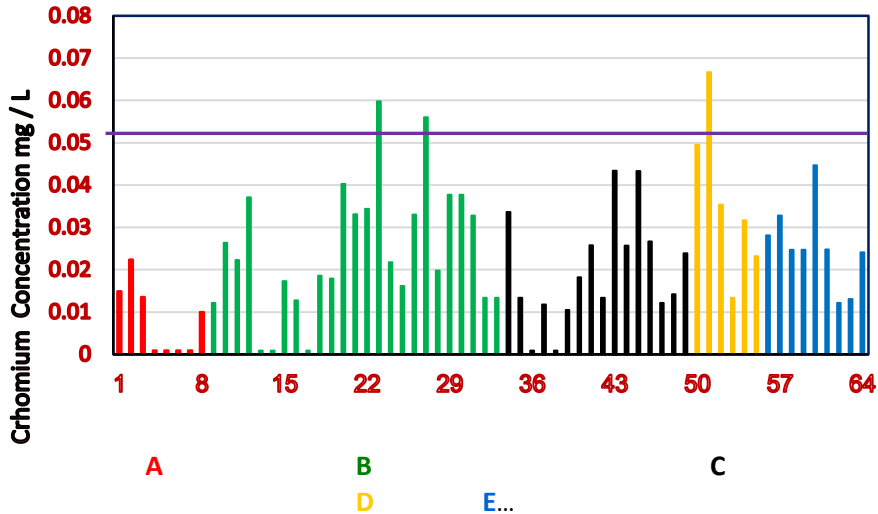
أظهرت النتائج التي تم التوصل إليها إلى وجود تلوث ببعض العناصر الثقيلة ببعض الآبار بمنطقة الدراسة وذلك كما هو موضح في الآتي:

**الزئبق (Hg):** من خلال تحاليل العينات أتضح أن تركيز الزئبق يقع تحت مستوى حساسية الجهاز في كل الآبار باستثناء البئر (B<sub>15</sub>) الموجود بمصنع التحرر للمنظفات بقده 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 عند أخذ 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<sub>19</sub>) 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 ) .

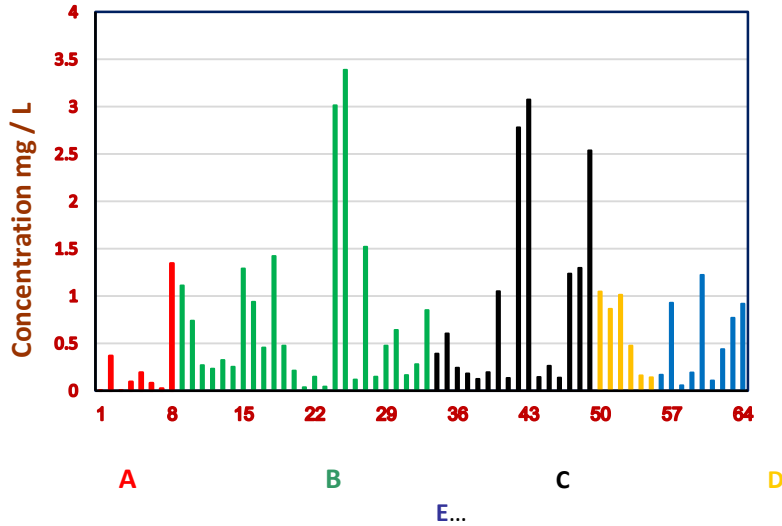
الكروم (Cr) : حسب نتائج التحاليل، تغيّر تركيز الكروم في منطقة الدراسة من أقل من (0.001mg/l) وهي الحد الأدنى لحساسية الجهاز إلى (0.0667mg/l) بالبئر (D<sub>2</sub>) الواقع بمزرعة بالقرب من مصنع السماد العضوي بمنطقة السواني على الرغم من بعد مستوى الماء بالبئر عن سطح الأرض. قد يرجع زيادة التركيز إلى التلوث النفطي. أيضا وصل تركيز الكروم إلى (0.056mg/l) في البئر (B<sub>19</sub>) 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 بتركيز 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<sub>6</sub>) الواقع بالمدينة بمنطقة تاجوراء. أيضا ثاني أعلى قراءة كانت بالبئر (B<sub>1</sub>) 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 آبار 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<sub>13</sub>) بالشركة العامة للتبغ إلى (3.388mg/l) في البئر (B<sub>17</sub>) 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 بوحدهات 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<sub>15</sub> ). 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

	Temp	pH	Ec	TDS	Cr	Cd	Zn	Pb	Depth
Temp.	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 والكاديوم والكروم زاد عما كان عليه بينما تركيز الزنك متذبذب ومنقارب 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 ومكببات القمامة والأماكن الصناعية وتقييم مدى 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 تلوثها 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 والتشاريكات الصناعية المتوقع احتواؤها على العناصر الثقيلة.
- الاهتمام بمكببات 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 والتشاريكات 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 يحيى، 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