

مرفق 4

مرفق نتائج مشروع "قياس مستويات الزئبق ومصادرها المتوقعة في الهواء الجوي"

الجهة المشرفة: الهيئة العامة للبيئة بالتعاون مع معهد الكويت للأبحاث العلمية

الجهة المنفذة: معهد الكويت للأبحاث العلمية

تاريخ البدء/الانتهاء: سبتمبر 2016 – 2019/12/31 (تمديد سنة إضافية)

مخرجات المشروع:

- 1- معرفة المواقع الملوثة بنسبة عالية للزئبق وتحديد مصادره.
- 2- ستحدد النسبة الحالية للزئبق في الهواء الجوي (خاصةً عند المدارس، المستشفيات، المباني التجارية، المناطق الصناعية).
- 3- انشاء خط الأساس (مستويات الزئبق الحالية في الهواء الجوي) على كل أراضي دولة الكويت.
- 4- انشاء قاعدة بيانات دقيقة على مستويات الزئبق في الدولة.
- 5- النتائج والتحليل ستوضح تأثير تغير الفصول على نسبة الزئبق في الهواء الجوي في دولة الكويت وتحديد مصادره.
- 6- وضع طرق تقليل من نسبة الزئبق في الهواء الجوي.
- 7- نتائج قراءات مستوى مادة الزئبق في سوق الذهب.

PUBLICATION TITLE	اسم المنشور	AUTHOR(S)	المؤلف / المؤلفين
قياس مستويات الزئبق ومصادرها المتوقعة في الهواء الجوي		ليلى العوضي - مفرح الرشدي - عبد الرحمن خان - علي الحمود - عائشة الرويح - مريد مكي - عبد العزيز السنافي - محمد ايجاز - ولاء ببيهي - عبير الصالح - مساعد شلائش - عبد الله الديوبس - شيما الشامي - معالي البريعص - أحمد الخياط - صفاء العوضي - بنسود بريوا - خليل بك - فاطمة الشطي	
PROJECT CODE	رمز المشروع	PROJECT TITLE	اسم المشروع
EM087C		نظر المنشور	
PROGRAM	الدائرة / البرنامج	CENTER	المركز الإدارة
برنامج التلوث البيئي، والمناخ		مركز أبحاث البيئة وعلوم الحياة	
TYPE OF PUBLICATION		نوع المنشور	
☐ PROPOSAL ☐ WORK PLAN (SRF) ☐ PERIODICAL ARTICLE ☐ CONFERENCE PAPER		☒ FINAL REPORT ☐ TECHNICAL REPORT ☐ PROGRESS REPORT	
SECURITY CLASSIFICATION		تصنيف أمن	
☐ GENERAL ☒ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL		☐ CONFIDENTIAL ☒ RESTRICTED ☐ GENERAL	

ABSTRACT (SUMMARY OF NOT MORE THAN 300 WORDS)

المستخلص (ملخص لا يزيد عن 300 كلمة)

طلبت البيئة العامة للبيئة من معهد الكويت للأبحاث العلمية إجراء دراسة مستفيضة لتراكيز الزئبق في الجو المحيط بالكويت لوضع قاعدة بيانات أساسية لمستويات الزئبق من أجل التوافق مع أحدث الاتجاهات في العالم ذات الصلة للحد من انبعاثات الزئبق المستخدم في تطبيقات الحياة المختلفة. يتضمن هذا التقرير إنجازات مفصلة في أحد عشر قسماً تم استكمالها خلال فترة تنفيذ هذا المشروع. وقد تم استخدام خمس تقنيات لقياس الزئبق ومركباته لإنشاء الخرائط الجغرافية لتغيرات تراكيز الزئبق الكلي والمركبات في دولة الكويت. تم قياس إجمالي الزئبق الغازي باستخدام العينات السلبية (passive samplers) التي تم تركيبها وتعرضها للهواء لمدة شهر في مراحل ومواسم مختلفة لمواقع مختلفة في جميع أنحاء البلاد (المناطق الساحلية، الحضرية، الصحراوية، مواقع منبع البترول وتكريره، الصناعات، محطات الطاقة، صناعة الإسمنت، المحارق، ورش الذهب، وزارة الصحة (عيادات الأسنان) والمقابر). يتراوح إجمالي تراكيز الزئبق الغازية من العينات السلبية في الهواء المحيط ما بين 0.8 و 8.7 نانوجرام لكل متر مكعب.

تم قياس ترسبات الزئبق الجافة من حاوية الأتربة المتساقطة وكان أعلى ترسيب سنوي للزئبق في موقع الشفايا في الجزء الغربي من الكويت، بينما كان أعلى تركيز سنوي للزئبق في موقع بحرة في الجزء الشمالي من الكويت. تم قياس جسيمات الزئبق الكلية (TPM) باستخدام أجهزة قياس الأتربة (PM10) في موقعين أساسيين في الكويت وهما منطقة علي صباح السالم السكنية (فترة سبع سنوات متتالية) ومنطقة العارضية السكنية (فترة 3 سنوات متتالية). وكان أعلى تركيز سنوي للـ TPM هو 106.3 بيكو جرام لكل متر مكعب في منطقة علي صباح السالم في العام 2013، أما في العارضية كان أعلى تركيز سنوي هو 31.3 بيكو جرام لكل متر مكعب في العام 2018. تم استخدام جهاز لقياس ومراقبة الزئبق الفلزي بشكل لحظي وفوري في كل من الهواء الجوي والبحر للكشف عن المناطق الساخنة لمصادر الزئبق.

تم قياس تركيز الزئبق الكلي في التربة في معظم المواقع في الكويت ومن ثم قُسمت المواقع إلى سبع مجموعات رئيسية، وكان أعلى متوسط تركيز في مجموعة شركة نفط الكويت (محطات الدعم والتقوية ومنشآت معالجة الحمأة) تليها حقول النفط الغربية. تم إعداد ورسم الخرائط لانبعاثات الزئبق باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) في جميع أنحاء دولة الكويت لإظهار ومعرفة خط الأساس لتراكيز الزئبق. لقد تم الاستنتاج بأن مستويات الزئبق في الهواء المحيط في جميع أنحاء الكويت كانت أقل من إرشادات منظمة الصحة العالمية.

KEY WORDS:

أهم المصطلحات:

الانبعاثات الزئبق - حاوية الأتربة المتساقطة - قرارات منظمة الصحة العالمية - منشآت معالجة الحمأة

اعداد : ليلي العوضي

مستخلص الدراسة البحثية

طلبت الهيئة العامة للبيئة من معهد الكويت للأبحاث العلمية إجراء دراسة مستفيضة لتركيزات الزئبق في الجو المحيط بالكويت لوضع قاعدة بيانات أساسية لمستويات الزئبق من أجل التوافق مع أحدث الاتجاهات في العالم ذات الصلة للحد من انبعاثات الزئبق المستخدم في تطبيقات الحياة المختلفة. يتضمن هذا التقرير إنجازات مفصلة في أحد عشر قسماً تم استكمالها خلال فترة تنفيذ هذا المشروع. وقد تم استخدام خمس تقنيات لقياس الزئبق ومركباته لإنشاء الخرائط الجغرافية لتغيرات تراكيز الزئبق المكانية والزمانية في دولة الكويت. تم قياس إجمالي الزئبق الغازي باستخدام العينات السلبية (passive samplers) التي تم تركيبها وتعرضها للهواء لمدة شهر في مراحل ومواسم مختلفة لمواقع مختلفة في جميع أنحاء البلاد (المناطق الساحلية، الحضرية، الصحراوية، مواقع منبع البترول وتكريره، الصناعات، محطات الطاقة، صناعة الإسمنت، المحارق، ورش الذهب، وزارة الصحة (عيادات الأسنان) والمقابر). يتراوح إجمالي تركيزات الزئبق الغازية من العينات السلبية في الهواء المحيط ما بين 0.8 و 8.7 نانوغرام لكل متر مكعب.

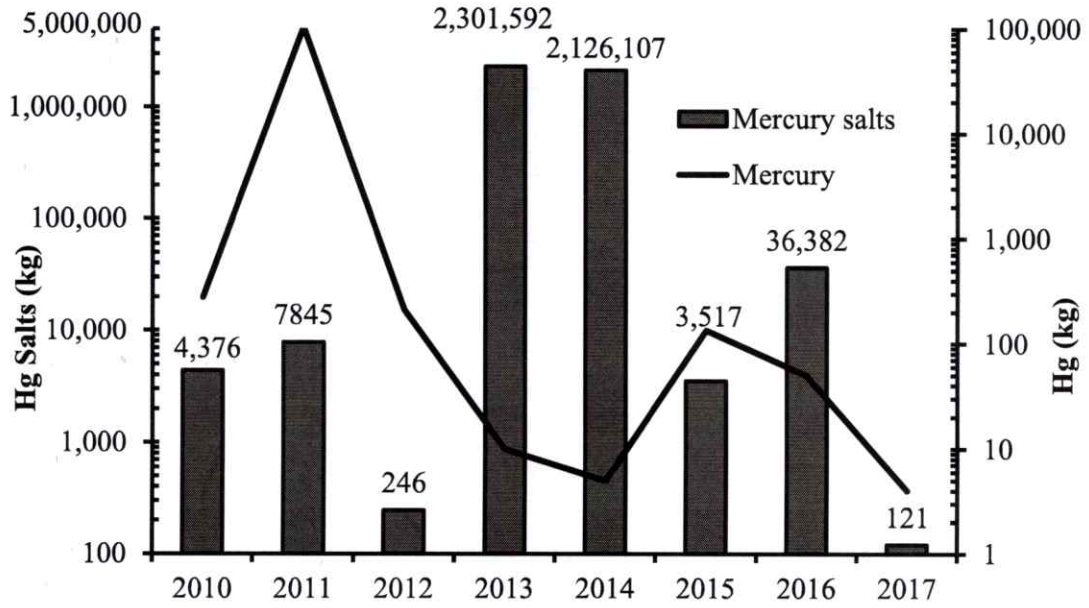
تم قياس ترسبات الزئبق الجافة من حاوية الاتربة المتساقطة وكان أعلى ترسيب سنوي للزئبق في موقع الشقاي في الجزء الغربي من الكويت، بينما كان أدنى تركيز سنوي للزئبق في موقع بحرة في الجزء الشمالي من الكويت. تم قياس جسيمات الزئبق الكلية (TPM) باستخدام أجهزة قياس الاتربة (PM10) في موقعين أساسيين في الكويت وهما منطقة علي صباح السالم السكنية (فترة سبع سنوات متتالية) ومنطقة العارضية السكنية (فترة 3 سنوات متتالية). وكان أعلى تركيز سنوي للـ TPM هو 106.3 بيكو جرام لكل متر مكعب في منطقة علي صباح السالم في العام 2013، أما في العارضية كان أعلى تركيز سنوي هو 31.3 بيكو جرام لكل متر مكعب في العام 2018. تم استخدام جهاز لقياس ومراقبة الزئبق الفلزي بشكل لحظي وفوري في كل من الهواء الجوي والبحر للكشف عن المناطق الساخنة لمصادر الزئبق.

تم قياس تركيز الزئبق الكلي في التربة في معظم المواقع في الكويت ومن ثم قسمت المواقع إلى سبع مجموعات رئيسية، وكان أعلى متوسط تركيز في مجموعة شركة نفط الكويت (محطات الدعم والتقوية ومنشآت معالجة الحمأة) تليها حقول النفط الغربية. تم إعداد ورسم الخرائط لانبعاثات الزئبق باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) في جميع أنحاء دولة الكويت لإظهار ومعرفة خط الأساس لتركيزات الزئبق. لقد تم الاستنتاج بأن مستويات الزئبق في الهواء المحيط في جميع أنحاء الكويت كانت أقل من إرشادات منظمة الصحة العالمية.

الاشياء الاخرى التي تتضمنها الدراسة مثل تحديد مصدر الزئبق (Identification of Point Source of Mercury)

- 1- قام مكتب الإحصاء المركزي بتسليم قرص مضغوط يحتوي على استيراد / تصدير الزئبق وأملاح الزئبق. وقد تم تحليل بيانات الاستيراد واستخدمت أملاح الزئبق والزئبق في رسم الرسوم البيانية السنوية. كشفت بيانات الاستيراد عن وجود قيم عالية جداً بلغت 104,023 كجم من الزئبق في عام 2011 وأملاح الزئبق 2,301,592 و 2,126,107 كجم في عامي 2013 و 2014 على التوالي و 36,382 كجم في عام 2016. انخفض استيراد الزئبق المعدني بعد عام 2011 ليصل إلى 5 كجم في عام 2014. كان للأملاح تطبيق واسع جداً في صناعة مستحضرات التجميل، وتم استيرادها بكميات كبيرة في عامي 2013 و 2014، وتم رسم بيانات ملح الزئبق والزئبق في الشكل 1. ولم يكن استخدام الزئبق أو منتجات الزئبق والتخلص منهما معروفين بشكل واضح.

ملاحظة بالنسبة للقرص المضغوط تم الأخذ بالبيانات التي تخص الزئبق الفلزي ومركبات الزئبق أما باقي المعلومات كانت غير واضحة والمعلومات تخص الواردات فقط والذي يدل ان الكميات قلت اما عام 2018 المعلومات لم تكن مدخولة بشكل تام في السي دي



الشكل 1. كميات أملاح الزئبق والعطارد المستوردة في الكويت في الأعوام 2010-2017

2- قياس الزئبق في عيادات الأسنان وورش عمل الذهب

كانت عيادات الأسنان وورش عمل الذهب موقعين مهمين في الكويت حيث يمكن ممارسة الاستخدام المحتمل للزئبق. تم إعداد استبيان لعيادات الأسنان واستبيان لورش الذهب وتم توزيعهما في عيادات طب الأسنان المختلفة في مستشفى شركة نفط الكويت وورش عمل مختلفة للذهب في سوق المباركية مبني عيد النصر لتقييم كمية الزئبق المستخدمة وتقنيات المناولة والتخلص منها. وايضا تم وضع بعض العينات السلبية ولمدة شهر لقياس اجمالي الزئبق الغازي في هذه المواقع وقد تبين من نتائج الاستبيان في ورش الذهب انهم لا يستعملون الزئبق في عملية التذويب والتشكيل اما عيادات طب الأسنان المختلفة في مستشفى شركة نفط الكويت فاستخدامهم قليل اما بالنسبة الي القياسات التي تمت في هذه الاماكن (قياسات العينات السلبية) داخل مبني عيد النصر وعيادات طب الأسنان كانت تركيزات الزئبق اعلي من الهواء المحيطة الخارجية وهذا شئ طبيعي بينما كانت تركيزات الزئبق المحيطة الخارجية لكل من هذه المواقع مماثلة لتلك الموجودة في أي موقع آخر في حدود 1.7 إلى 2.5 نانوغرام م نانوا جرام لكل متر مكعب .

3- وزارة الصحة

تعتبر وزارة الصحة من الأجهزة الرئيسية التي تستخدم الزئبق النقي (موازين الحرارة ، البيرومترات ، جهاز قياس ضغط الدم وحشوات الأسنان) تم طلبها عدة مرات لإعطاء جرد للأجهزة والمعدات التي تستخدم الزئبق ، لكن السلطة المعنية لم تتعاون ولديها لم تقدم أي معلومات حول هذه المسألة.

تم الاتصال بمستشفى KOC وقاموا بتسهيل أخذ العينات وأجري مسح حول استخدام الزئبق في عيادة الأسنان. في 25 يونيو 2019 ، طلب معهد الكويت للأبحاث العلمية مستشفى KOC مع بعض الاستفسارات حول استخدام الملغم. في 6 نوفمبر 2019 ، ردت شركة نفط الكويت بالمعلومات التالية:

1. The number of dental mercury fillings imported annually 500 tablets.
Contents: 600 mg alloy which contains 252 mg of 42% Mercury.
2. The amount of mercury per filler – 252 mg per capsule.
3. The average number of fillings per person - 1.4 fillings.
4. The amount of mercury used annually - $252 \times 571.1 = 143,9174$ mg.
5. The amount of fillings consumed annually - $600 \times 571.1 = 342,660$ mg.
6. Suppliers are entrusted and they work according to international standards.
7. All clinics use high efficiency filters according to international specifications and specifications of the Ministry of Health.

4- محطة توليد الطاقة وتحلية المياه (Power-Generation and Desalination Plant)

Kuwait has power production capacity (MEW, 2017) and expansion during last three decades given in Fig. 33 and Table 9. All new expansions have been planned as most efficient Combine cycle Gas Turbine and more latest trends were to go far renewable either solar or wind energy. The old conventional steam turbine plants have been changed to have both options of gas fired and liquid fired boilers for generation of high pressure stream. The use of clean fuel was always favoured and became policy of Ministry of Energy to switch to natural gas as pollution abating strategies. Currently there was more emphasis on renewable energy to cut down Green House Gases emissions for climate change moderation.

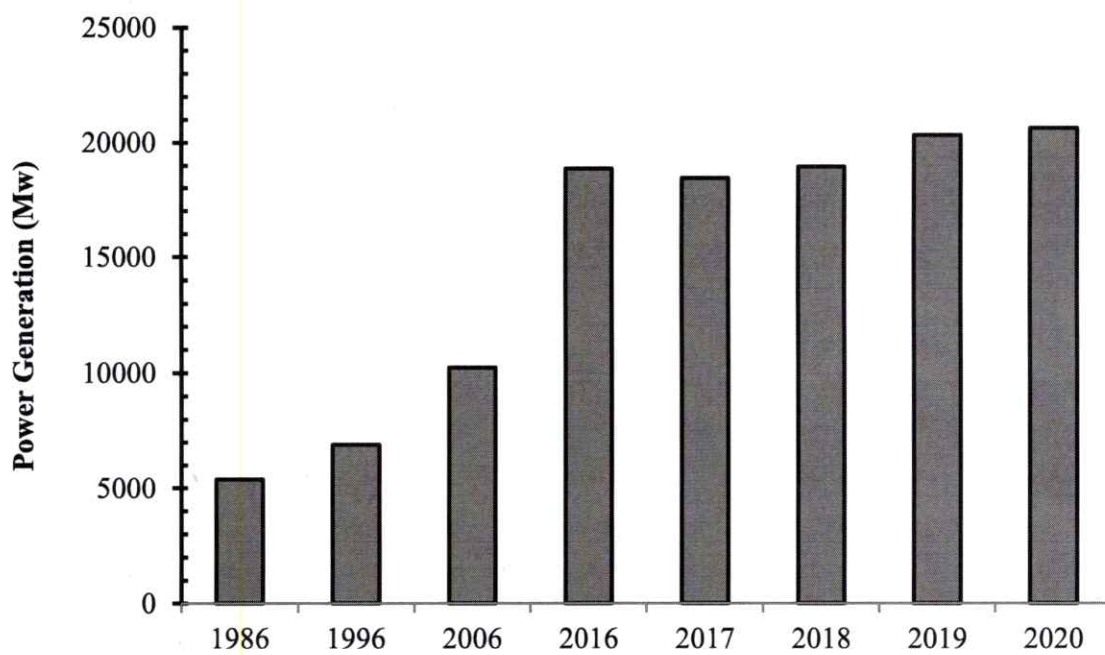


Fig. 33. Power generation capacity in last three decade.

Table 9. Kuwait Energy Generation capacity for last three decades.

Year	Power Generation Capacity (MW)
1986	5,386
1996	6,898
2006	10,229
2016	17,870
2017	18,447
2018	18,947
2019	20,327
2020	20,627
2021	20,627

It was common practice to reduce SO₂ emission, by switching to crude oil as Kuwaiti crude contained < 2% Sulphur as compared to heavy fuel oil that had 4% sulphur. Crude oil had mercury emissions and was usually overlooked. To mitigate mercury pollution, Ministry of Energy must implement a policy to restrict the direct use of crude oil in power stations. KISR team approached ministry of energy requesting information about heavy metal contamination of crude oil. They refuted any information about the presence of heavy metal contaminants in crude and used as alternate fuel with low sulphur to heavy fuel oil.

ملاحظة : محطات توليد الطاقة وتحلية المياه لا تستخدم الفحم في عمليات الاحتراق وتوليد الطاقة

5- مصنع الملح والكلورين في منطقة الشويخ ومرادم النفائات

معهد الكويت للابحاث العلمية عمل عدة دراسات في هذا الموقع ولسنوات مختلفة بعد هدمه لتحديد تركيز الزئبق ان وجد من بقايا المصنع القديم واثبت النتائج بان الموقع نضيف وخالي من الزئبق وبان اصلاح وتأهيل الموقع تم بطرق علمية وتم بناء عليه مجمع القطاع النفطي. تم نقل التربة الملوثة الناتجة عن مصنع الملح والكلورين الي مرادم ميناء عبدالله وتم معالجة هذه التربة الملوثة قبل ردمها. في الدراسة الحالية للزئبق وضعت بعض العينات السلبية ولمدة شهر لقياس اجمالي الزئبق الغازي في هذه المواقع وكررت القياسات لعدة فصول في السنوات الثلاثة وبينت القياسات بان مستويات الزئبق في الهواء المحيط في المواقع المحددة بميناء عبد الله كانت أقل من إرشادات منظمة الصحة العالمية اما لباقي المرادم فقد اخذت القياسات لعدة فصول في السنوات الثلاثة وكررت لنفس المواقع والنتائج كانت أقل من إرشادات منظمة الصحة العالمية.

6- المقابر وامكان حرق الجثث

تعتبر المقابر وامكان حرق الجثث احد مصادر انبعاث الزئبق في الكويت لا يوجد لدينا اماكن حرق الجثث. فريق معهد الكويت للأبحاث العلمية وضع بعض العينات السلبية ولمدة شهر لقياس اجمالي الزئبق الغازي في مقبرة صليبيخات بحيث تكون عينة واحدة عن المقابر الاخرى وبينت القياسات بان مستويات الزئبق في الهواء المحيط في الموقع كان أقل من إرشادات منظمة الصحة العالمية ولهذا لم يتم اخذ قياسات بالمقابر الاخرى.

7- شركة اسمنت الكويت

تم ترتيب زيارة لشركة أسمنت الكويت وزار فريق KISR ومستشاره في 26 سبتمبر 2019. لقد استقبلنا المهندس. سعد السويدان مساعد المدير التنفيذي وراجيش كومار المدير التنفيذي (ED) وقدموا معلومات مفيدة للغاية حول تصنيع الأسمنت وأجهزة التحكم في التلوث التطبيقية المستخدمة. وفقاً لبيان المدير التنفيذي ED ، تم تطوير تكنولوجيا تصنيع الأسمنت منذ حوالي 200 عام ، ولكن تم إنشاء الشركة الكويتية للأسمنت في عام 1968 وتم تجديدها في عام 2001. وتم إنشاء ملحق آخر في عام 2013 بواسطة شركة FL Simdth Denmark بتصنيع أحدث الطرق والتحكم في التلوث. تمتلك FL Simdth Denmark حصة سوقية لمصانع الأسمنت بأكثر من 70% من الأسمنت العالمي ، ولديها أعلى مدخنة. في الاسمنت الكويت ، كان ارتفاع المدخنة 172 م وقطرة 5 م. وهناك فلاتر ومرسبات إلكتروستاتية في الاستخدام المتواصل لتقليل انبعاثات PM ، وكلها يتم تجميعها بعد إعادة تدويرها في تكوين الكلنكر. وذكروا أنه تم رصد انبعاثات المداخل خلال عملية إطلاق رقائق الإطارات في الفرن بواسطة FRAUNHOFER UMSICHT-GERMANY في 20 مارس 2017 ، وأبلغوا عن انبعاثات الزئبق مع تغذية الفحم 1 طن لكل ساعة (tph) أسفرت عن 0.1 جزء في المليون بينما أسفرت ST fabrics و ST Small أظهرت مستويات الزئبق أقل من حدود الكشف. كان لإضافات الإطارات بالفرن تأثير أقل على مستويات الزئبق في جميع الحالات. تم طلب معلومات أصلية ورسمية حول تركيزات الزئبق والانبعاثات من تقرير شركة أسمنت الكويت. ولكن في الوقت نفسه ، تم التقاط نسخ تقريبية من بعض الصفحات المحددة من التقرير ويتم عرضها في الدراسة. ينتظر مدير المشروع النسخة الرسمية من نفس المعلومات.

تم اختبار انبعاثات المداخل من قبل NAPESCO وهو الطرف الثالث ، وقد أفيد أن الزئبق كان $(20 \mu\text{g Nm}^{-3})$ ، 0.02 mg Nm^{-3} في المدخنة في 16 أغسطس 2017 والذي كان مشابهاً لمعايير انبعاثات الزئبق التي وضعتها ألمانيا ابتداءً من عام 2018 وأقل من العديد من البلدان المدرج في الورقة العلمية لإدوارد (2014). زار فريق معهد الكويت للأبحاث العلمية منشأة XRF (محل الأشعة السينية ARL-9900 Series) لتقدير كمية الصوديوم (Na) إلى اليورانيوم (U) وبعض المعادن النادرة المختارة في مواد خام مختلفة ؛ ولم يكن الزئبق من ضمن اختيار الكشف في أي من المواد الخام بما في ذلك الفحم. تم اخذ بعض عينات الفحم من شركة الاسمنت وحللت في مختبر معهد الابحاث وهذا الفحم تم شراءه من جنوب إفريقيا والتي احتوت على نسبة منخفضة من الزئبق في العينات التي تم أخذها . لمزيد من التفصيل انظر لمسودة التقرير النهائي.

Elemental Mercury Measurements using Zeeman RA+915 at Various Locations in the Gold Souq

قراءات مستوى الزئبق في سوق الذهب:

No.	Location	Hg (ng/m ³)	
		6 March 2019	8 April 2019
1	In front of Shop No.8	17	13
2	In front of Shop No.8	17	13
3	Inside Shop No.6	12	10
4	Inside Shop No.6	12	10
5	Inside Shop No.36	19	16
6	Inside Shop No.36	19	16
7	Inside Shop No.34 (workshop)	23	15
8	Inside Shop No.34 (workshop)	23	15
9	In front of Shop No.32	13	11
10	In front of Shop No.32	13	11
11	In front of Shop No.31	10	14
12	In front of Shop No.31	10	14
13	In front of Shop No.19	16	12
14	In front of Shop No.19	16	12