التلوث الإشعاعي باليورانيوم المستنفذ في بناية برج التحرير

حيدر احمد حسن، محمود محمد حسين، احمد شوقي محمد ، اسعد جميل زغير

وزارة العلوم والتكنولوجيا/ دائرة بحوث وتكنولوجيا البيئة والمياه

المستخلص

إن خطة البحث شملت توصيف النشاط الإشعاعي لبناية برج التحرير(المطعم التركي سابقا) من خلال إجراء مسح إشعاعي لأربعة طوابق من البناية هي (الأول، الثاني، الثالث، الرابع) والمتكونة من أربعة عشرا طابقا إضافة إلى السرداب وباستخدام أجهزة الكشف الإشعاعي المحمولة لغرض معرفة الزيادة الحاصلة في مستويات التعرض والتلوث الإشعاعي الناتجة من قصف بناية برج التحرير بإطلاقات اليورانيوم المستنفذ ،أظهرت نتائج المسوحات الإشعاعية التي أجريت باستخدام جهاز قياس معدل التلوث الإشعاعي CAB وجود تربة ملوثة يصل مستوى التلوث إلى 60c/sec بالإضافة إلى وجود شظايا من إطلاقات اليورانيوم المستنفذ ذات مستويات تلوث عالية جدا تصل إلى 90 c/sec مقارنةً بمعدل الخلفية الإشعاعية (0.5 c/sec)، أما قراءات التعرض الإشعاعي للمناطق الملوثة باستخدام جهاز Ludlum فكانت 60 µR/hr عند وضع الكاشف على مسافة ٠.٥ cm تقريباً أما على مسافة ١ m فكانت القراءات ضمن الخلفية الإشعاعية والتي هي 9. µR/hr كما وأخذت نماذج التربة وفق المعايير والمواصفات المعتمدة عالميا لهذا النوع من قياسات النشاط الإشعاعي، وتم قياسها باستخدام منظومة تحليل أطياف كاما والتي تتألف من عداد الجرمانيوم عالي النقاوة ذو كفاءة ٤٠% وقدرة فصل 2 keV للطاقة 1.33 Mev،أظهرت نتائج الفحوصات المختبرية لنماذج التربة المأخوذة من مناطق قريبة من بناية برج التحرير والتي تعتبر خلفية إشعاعية وجود نظير Th-234 بتركيز 41Bq/kg وعدم وجود تراكيز محسوسة لنظير Pa-234m بينما أشارت نتائج نماذج التربة المأخوذة من طوابق البناية إلى وجود تراكيز عالية جدا لنظيري Th-234 و Pa-234m تصل إلى 1194 Bq/Kg و ١٦٦٤ Bq/Kg على التوالي والذي يعتبر مؤشر واضح على وجود تراكيز عالية لنظير اليورانيوم- ٢٣٨ لأنهما من المفروض أن يكونا في حالة توازن إشعاعي. وإن الهدف الأساسي من هذا البحث هو تقييم و معالجة الملوثات الإشعاعية الناتجة

من قصف بناية برج التحرير بإطلاقات اليورانيوم المستنفذ لحماية السكان والبيئة من الآثار الضارة للأشعة المؤينة.

المقدمة

من المعروف علميا إن التعرض للإشعاعات المؤينة له أثار ضارة بخلايا وأنسجة وأعضاء الجسم المختلفة، وهنالك العديد من العوامل البايولوجية وكذلك الفيزيائية التي تتحكم في نوع وشدة هذه الآثار الضارة . وان التعرض الإشعاعي الناتج ممكن أن يكون داخليا أو خارجيا أو كليهما. يحدث التعرض الخارجي عندما يكون مصدر الإشعاع خارج الجسم ،أما التعرض الداخلي فيحدث عند دخول المادة المشعة إلى داخل الجسم، وتصنف التأثيرات الفسيولوجية للإشعاع إلى تأثيرات جسدية somatic تتعلق بحالة الجسم وحالته الصحية، وتأثيرات وراثية (جينية) Genetic تتعلق بالجينات وكل ماله صلة بنقل الصفات الوراثية واحتمالية حدوث طفرة وراثية، وقد يأخذ التغير الذي يحدث في الدور البايولوجي للخلايا ساعات أو سنوات لكي يكون واضح للعيان ، ويحدث التدمير الذي يصيب الخلايا والأنسجة الحية نتيجة تعرضها للإشعاعات النووية المختلفة نتيجة للتأثيرات المباشرة وغير المباشرة للإشعاع على الخلايا الحية حيث يقوم الإشعاع بتايين ذرات وجزيئات الخلية الحية التي تتعرض له [١].

يبعث اليورانيوم المستنفذ أشعة مؤينة مسرطنة Carcinogenic ومعظم هذه الإشعاعات جسيمات ألفا وبشكل أقل بيتا وكلاهما لا يمضيان مسافة طويلة في النسيج ولذلك فأن التأثير المهم يحدث عن طريق دخول الجسم (التنفس ،الأكل أو لتلوث الجروح المفتوحة) .

اليورانيوم المستنفذ:

اليورانيوم هو أحد العناصر الكيميائية المشعة الموجودة في الجدول الدوري، ويرمز له بحرف U. عدده الذري هو ٩٢، ومن أبرز صفاته: ثقيل، أبيض فضي، سام، فلزي وقطعة من معدن اليورانيوم الصافي تبدو قريبة من معدن الفضة أو الفولاذ ولكنها ثقيلة جداً نسبة إلى حجمها. تبلغ كثافته نحو ١٩ غم /سم^{٣}، أي أن ١ م^{٣} من اليورانيوم يزن نحو ٢٠ طن، فهو أثقل المعادن الموجودة في الطبيعة و له ثلاثة نظائر هي يورانيوم-٢٣٥ ويورانيوم-٢٣٤ ويورانيوم-٢٣٨ وتوجد هذه النظائر متلازمة في الطبيعة، ،أغلبها يورانيوم-٢٣٨ بنسبة أكثر من ٩٩% [٢] [٥] .

يتم تخصيب اليورانيوم لتحضير الوقود الخاص بالمفاعلات النووية بعمليات معقدة الهدف منها زيادة تركيز النظير(U-235)عن بقية نظائر عنصر اليورانيوم، يتخلف من عمليات التخصيب هذه (Uranium Enrichment) مخلفات نووية تدعى باليورانيوم المستنفذ (المنضب) تحتوي على U-238 بنسبة ٩٩.٧% و U-235 بنسبة (٠.٢-٠.٣ %) وهو السبب في تسميتها بالمستنفذ بعد استخلاص

(U-235) منه واختلال النسبة الوزنية للنظائر المكونة للمعدن طبيعيا .

إن الأسلحة التي يدخل اليورانيوم المستنفذ في صناعتها متعددة حيث تكون على شكل سبيكة مكونة من (٩٩.٢٧%) يورانيوم مستنفذ و(٠.٧٥%) تيتانيوم (Ti-6Al-4V)، والأنواع الأخرى تتكون من (٩٨%) يورانيوم المستنفذ و(٢%) مولبيديوم Mo . وتختلف أحجام وأبعاد الإطلاقات اعتمادا على استخداماتها ونوع السلاح ، تبلغ إشعاعية اليورانيوم المستنفذ ٦٠% تقريبا من إشعاعية اليورانيوم الطبيعي وتبلغ فعالية جسيمات ألفا في اليورانيوم المنضب اقل من الطبيعي بحوالي ٤٣% [٣] [٥].

وصف البناية:

تقع بناية برج التحرير في منطقة الباب الشرقي مقابل نصب ساحة التحرير- مركز بغداد، ويمتد بالقرب منها نهر دجلة غرباً وبالقرب منها محلات وعمارات ذات نشاط تجاري. تتألف البناية من أربعة عشر طابق إضافة إلى السرداب، تقدر مساحة كل طابق $640\ m^2$ ، يتم الصعود إلى طوابق البناية عن طريق السلالم التي تكون على جهة اليمين واليسار، ويحتوي كل طابق على بناية المصاعد والحمامات. في عام ٢٠٠٣ تعرضت معظم طوابق البناية إلى القصف الصاروخي مما أدى إلى حدوث أضرار جسيمة بالبناية ، ومن خلال الزيارة الميدانية للبناية والكشف الإشعاعي الأولي باستخدام الأجهزة المحمولة تبين تعرض بعض طوابق البناية (الرابع،الثامن،والثاني عشر) إلى ضربات مباشرة باطلاقات وشظايا اليورانيوم المستنفذ مما أدى إلى انتشار التلوث الإشعاعي في أرضية وجدران وسقوف بعض طوابق البناية .

المواد وطرائق العمل

تعيين الخلفية الإشعاعية:

لغرض تعيين الخلفية الإشعاعية لبناية برج التحرير جرى قياس معدلات التعرض والتلوث الإشعاعي لمناطق قريبة من البناية، باستخدام أجهزة الكشف الإشعاعي المحمولة ، تم تسجيل ٥٠ قراءة لكل موقع يمثل معدلها التعرض والتلوث في ذلك الموقع ، وتم انتخاب نماذج تربة من نفس المناطق لأجراء التحاليل المختبرية ومعرفة تراكيز النظائر المشعة الطبيعية.

المسوحات الإشعاعية:

أجريت المسوحات الإشعاعية للطوابق الأربعة (الاول، الثاني، الثالث، الرابع) من البناية بتقسيم الطابق إلى مربعات كما أوصت الوكالة الدولية للطاقة الذرية وذلك بتحديد الجدار الأمامي لنقطة الدخول وتسميته بـ (W1) وتحديد بقية الجدران بعكس عقارب الساعة (W4,W3,W2) واتبع نفس الأسلوب في الأرضية(G) والسقوف (C) ، حيث كانت مربعات القياس في الطابق الأول والثاني والثالث للجدران (5 x1.5) m^2، والأرضية (3 x1m^2) باستثناء منطقة المصاعد (في الطابق الأول) والحمامات في الطوابق الثلاثة حيث كانت(1x1 m^2)،أما الطابق الرابع فكانت مربعات القياس للجدران الخارجية للطابق (5 x1.5 m^2)، والجدران الخارجية لبناية الحمامات، وأرضية الطابق والسقف (1x1m^2). الاختلاف في مربعات

القياس ناتج من تعرض بعض المناطق في الطوابق إلى ضربات مباشرة باطلاقات اليورانيوم المنضب وانتشار الشظايا.

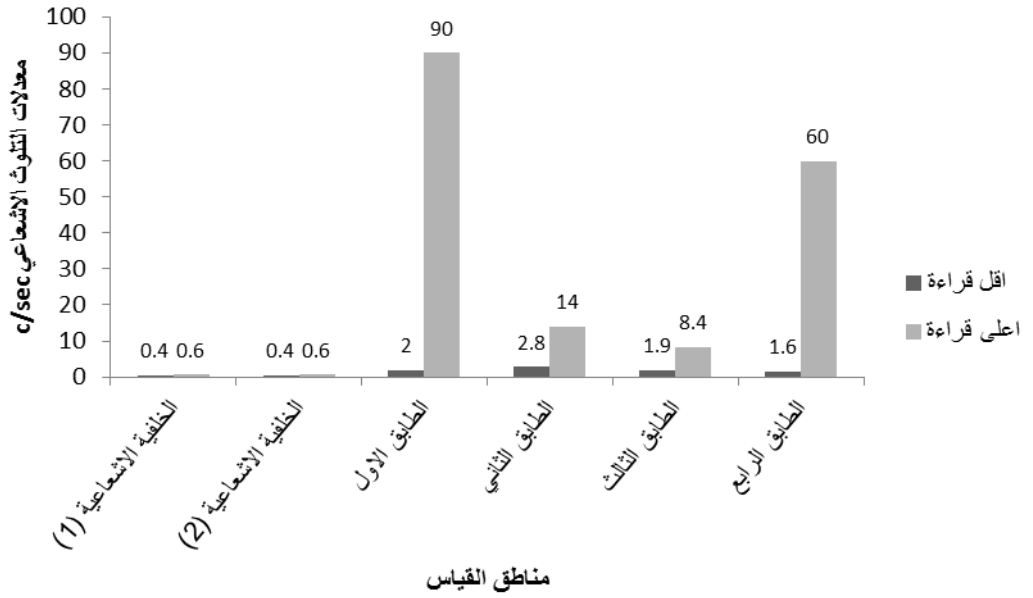
الأجهزة المستخدمة:

تم استخدام جهاز الكشف الإشعاعي المحمول(Ludlum) ذو كاشف بلورة NaI(Ti) بأبعاد($2.5x2.5\ cm^2$) لقياس معدل التعرض الإشعاعي لباعثات بيتا وكاما بوحدات μR/hr (حيث تم إجراء القياس بوضع الكاشف على مسافة ٠.٥ cm تقريبا وعلى مسافة متر واحد عن المناطق الملوثة)، واستخدام الجهاز المحمول (CAB) لقياس معدل التلوث الإشعاعي ذو بلورة ZnS(Ag) والمساحة الحساسة للكاشف 30 cm^2 لقياس باعثات ألفا وبيتا بوحدات cps حيث وضع الكاشف على مسافة ٠.٥ cm عند إجراء القياس [4].

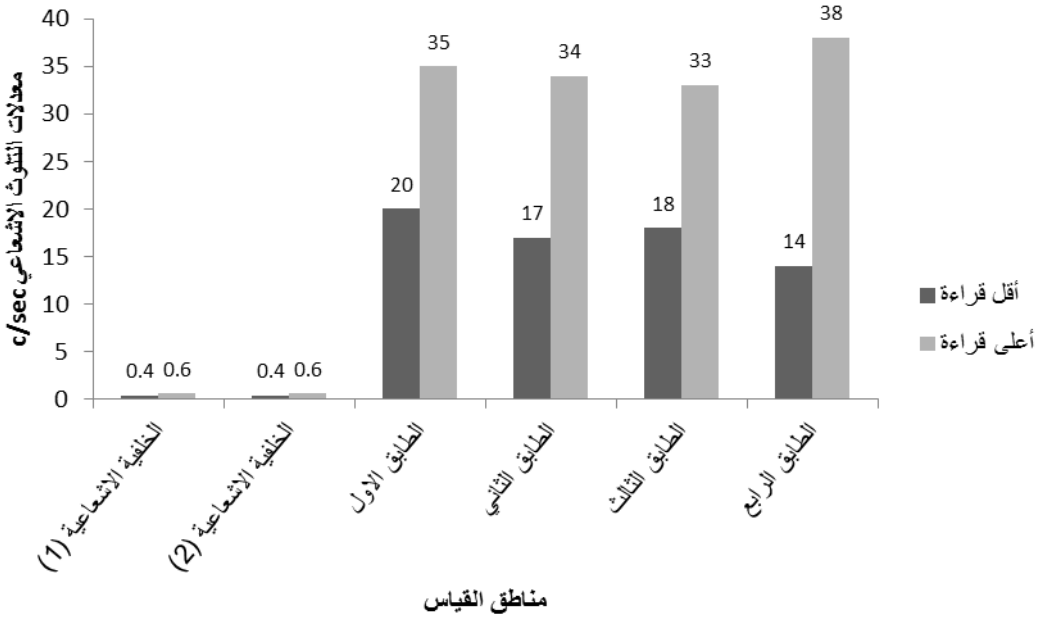
كما واستخدمت منظومة تحليل أطياف كاما المختبرية لقياس النشاط الإشعاعي في نماذج التربة والتي تتألف من عداد جرمانيوم عالي النقاوة ذو كفاءة ٤٠% ومقدرة فصل (Resolution 2 keV) للطاقة 1.33 Mev والكاشف محاط بحاجز وقائي عالي الكفاءة مصنوع من قبل شركة كانبيرا الأمريكية ويستخدم البرنامج التحليلي جيني ٢٠٠٠ المتطور، تمت معايرة الطاقة والكفاءة لمنظومة القياس باستخدام مصدر قياسي متعدد الطاقات مصنوع من قبل شركة كانبيرا الأمريكية MGS5.1045 . ويتم قياس النشاط الإشعاعي لنماذج التربة بعد نقل محتوياتها إلى أوعية مرنيللي Mernelli Beaker وهو جزء المنظومة المعد للفحص ومدة قياس النموذج ٣٦٠٠ ثانية [2].

النتائج والمناقشة

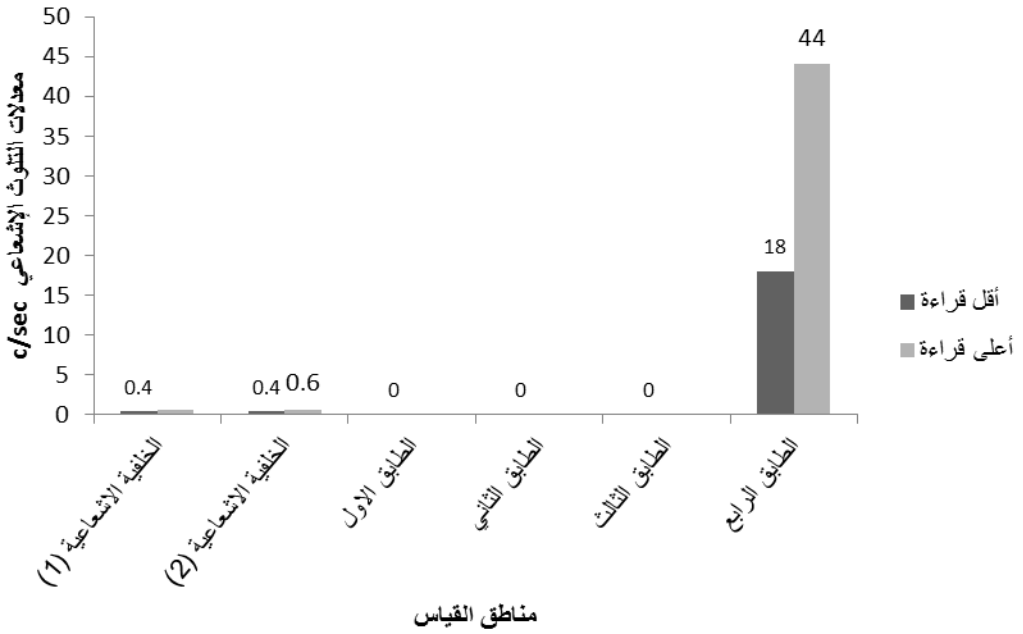
تم إجراء مسح دقيق لقياس معدل التلوث الإشعاعي باستخدام الجهاز المحمول نوع (CAB) لغرض تحديد المناطق الملوثة، وبالاعتماد على تقسيم الطابق إلى مربعات مساحتها تعتمد على عدد المناطق الملوثة في الطابق التي يتم ملاحظتها من خلال الأضرار الناتجة من القصف أو الشظايا في الأرضيات، الحمامات ،الجدران والسقوف والنتائج موضحة في الأشكال (٤,٣,٢,١).



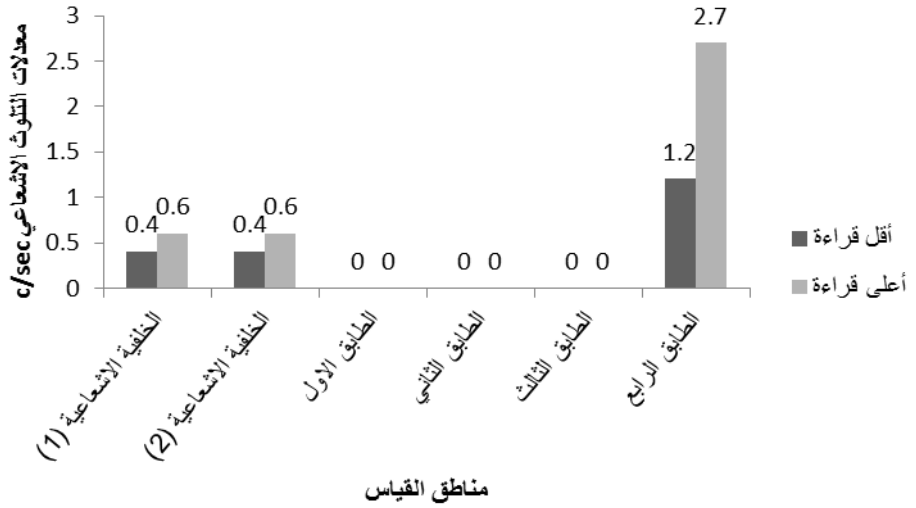
شكل ١. نتائج قياسات معدلات التلوث الإشعاعي للأرضية قبل الإزالة.



شكل ٢. نتائج قياسات معدلات التلوث الإشعاعي للحمامات قبل الإزالة.



شكل ٣. نتائج قياسات معدلات التلوث الإشعاعي للجدران قبل الإزالة.

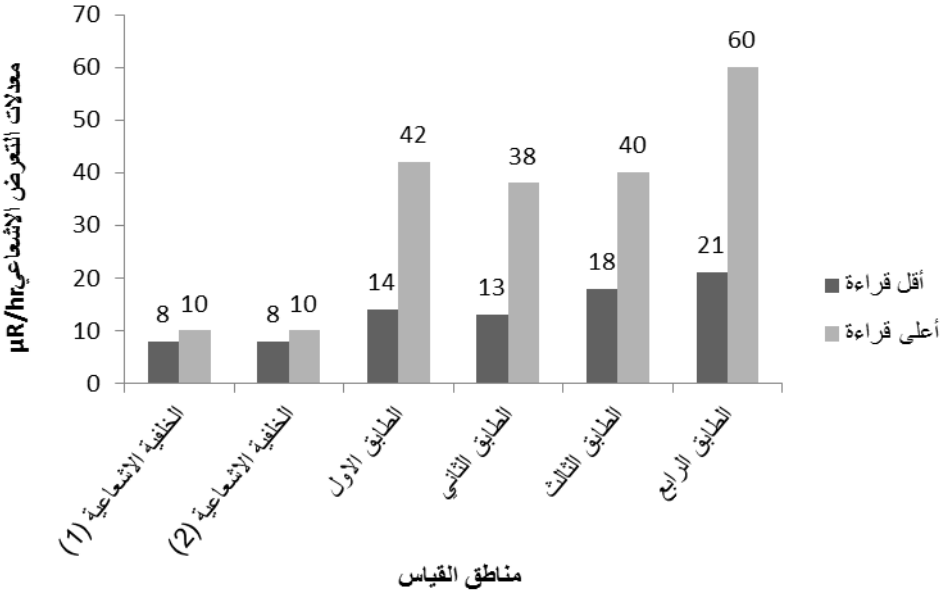


شكل ٤. نتائج قياسات معدلات التلوث الإشعاعي للسقوف قبل الإزالة.

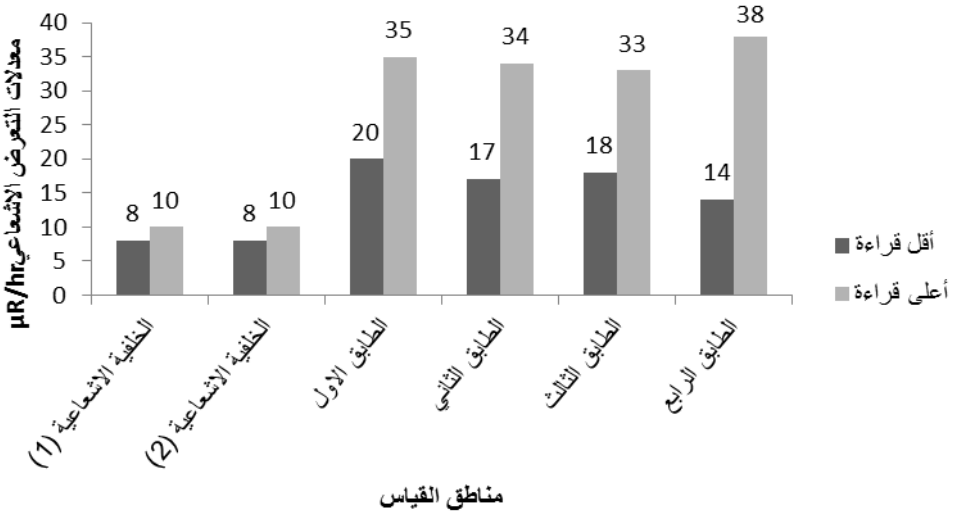
تبين الأشكال (١ و ٢ و ٣ و ٤) وجود مناطق ملوثة كثيرة وبمعدلات تلوث عالية لحركة الرياح، بالإضافة الى نقل أنقاض ومواد من البناية قبل اجراء القياسات الإشعاعية كل هذا ساعد على انتشار الملوثات في الطوابق التي لم تتعرض لضربات مباشرة.

كما تم قياس معدلات التعرض الإشعاعي باستخدام جهاز الكشف الإشعاعي المحمول نوع (Ludlum)، حيث تم التركيز عند قياس الجدران والسقوف على النقاط التي تحسسها جهاز قياس معدل

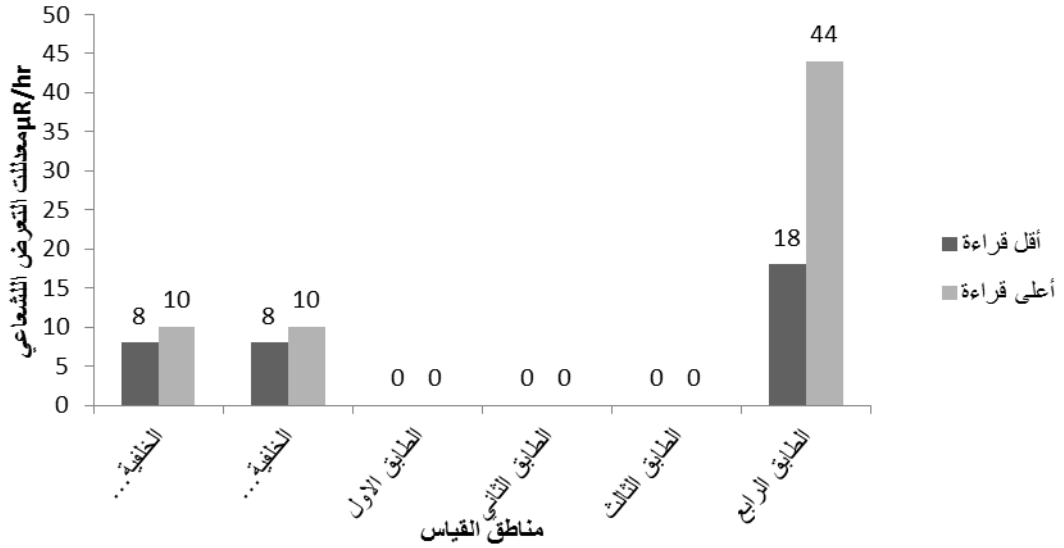
التلوث الإشعاعي و على المناطق التي من المحتمل ان تكون متضررة نتيجة اطلاقات وشظايا اليورانيوم المستنفذ ، وأظهرت نتائج القياسات وجود مناطق ذات مستويات تعرض أعلى من الخلفية الإشعاعية بحوالي ستة أضعاف والنتائج موضحة في الأشكال (٨,٧,٦,٥).



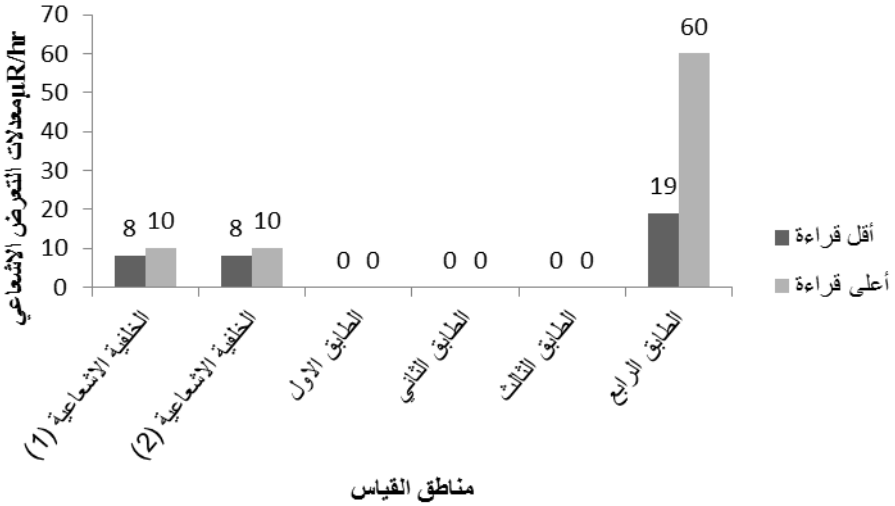
شكل ٥. نتائج قياسات معدلات التعرض الإشعاعي للأرضيات قبل الإزالة.



شكل ٦. نتائج قياسات معدلات التعرض الإشعاعي للحمامات قبل الإزالة.



شكل ٧. نتائج قياسات معدلات التعرض الإشعاعي للجدران قبل الإزالة.



شكل ٨. نتائج قياسات معدلات التعرض الإشعاعي للسقوف قبل الإزالة.

بينت الإشكال أعلاه إن عدد النقاط التي تحسسها جهاز قياس معدل التعرض الإشعاعي هي اقل من النقاط التي تم كشفها باستخدام جهاز قياس معدل التلوث الإشعاعي وذلك للحساسية الفائقة لأجهزة كشف التلوث الإشعاعي مقارنة بأجهزة قياس التعرض الإشعاعي.

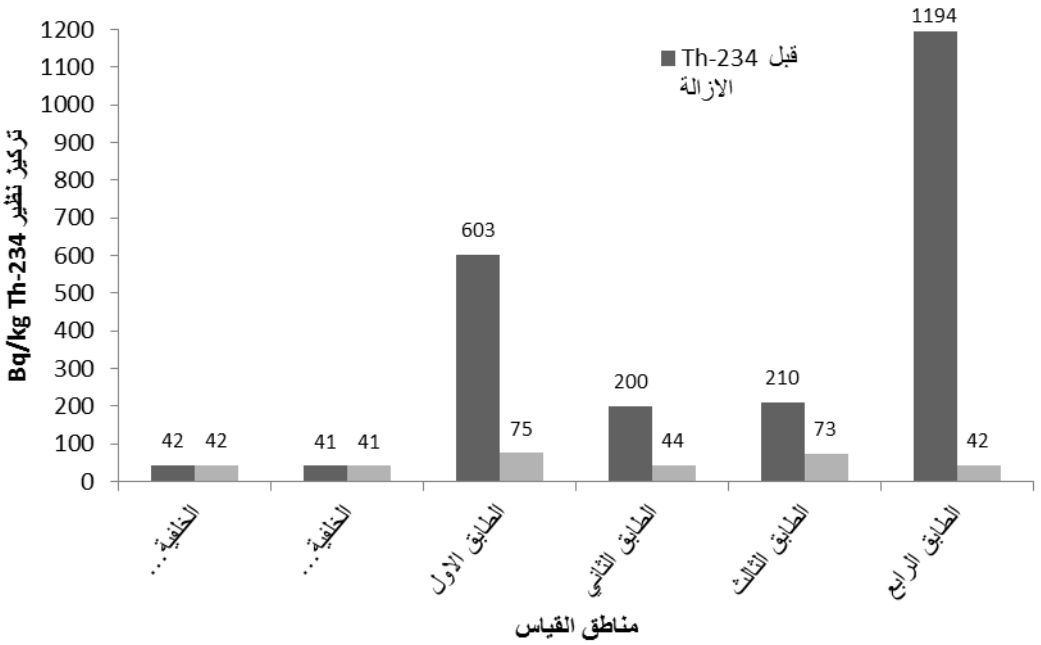
لذلك تطلب الأمر إجراء عمليات معالجة وأزالة المناطق الملوثة في الطوابق الأربعة والتي تم كشفها بالأجهزة المحمولة وذلك عن طريق رفع التربة الملوثة، كما واستخدمت معدات ميكانيكية متنوعة لقطع ومعالجة التلوث الحاصل في أجزاء من حديد التسليح للبناية مع مراعاة اتخاذ كافة الإجراءات الوقائية المطلوبة، جمعت التربة الملوثة في براميل خاصة أعدت لهذا الغرض، ثم أخذت نماذج تربة وفق

السياقات المعتمدة عالميا لغرض إجراء الفحوصات المختبرية.

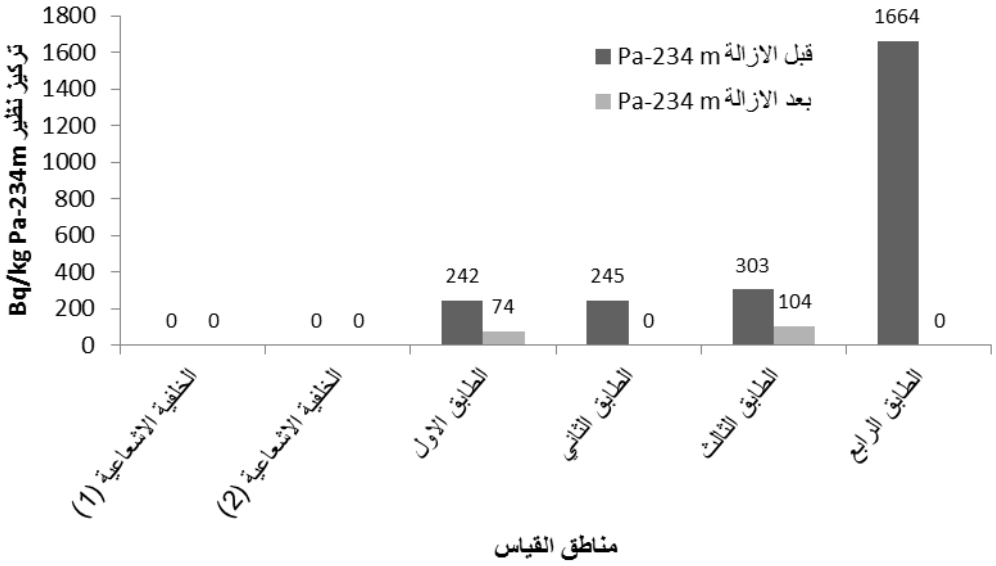
أظهرت نتائج الفحوصات المختبرية وجود تراكيز عالية جدا لنظيري Th-234 (عمر النصف ٢٤.١ يوم) وPa-234m (عمر النصف ١.١٧ دقيقة) في نماذج التربة المأخوذة من طوابق البناية حيث بلغ أعلى تركيز لهما 1194 , 1664 Bq/Kg على التوالي بينما بلغ تركيزهما في نموذج الخلفية الإشعاعية بحدود41 Bq/Kg والذي يعتبر مؤشر واضحا على وجود تراكيز عالية لنظير اليورانيوم-٢٣٨ المكون الأساسي لاطلاقة اليورانيوم المستنفذ [٢].

لذلك أصبح من الضروري إعادة الفحص الإشعاعي بتثبيت الكاشف على مسافة ٠.٥ سم فوق التربة وتحريكه ببطء وبسرعة لا تتعدى ١٠ سم/ثا وذلك للحصول على نتائج مؤكدة [٤]. تم تهيئة المستلزمات المطلوبة لعزل ورفع التربة الملوثة من الطوابق وجمعت التربة الملوثة في براميل خاصة تم تهيئتها لهذا الغرض وبعد الانتهاء من عمليات إزالة التلوث الإشعاعي ،أخذت نماذج تربة لأجراء الفحوصات المختبرية، حيث تم الاعتماد على تراكيز نظيري Th-234 ، Pa-234m كمؤشر على وجود اليورانيوم المستنفذ والنتائج موضحة في الشكلين ٩ و١٠.

الشكلين ٩ و ١٠ تبين وجود تراكيز واطئة نسبياً لنظيري الثوريوم -٢٣٤ والبروتكتنيوم m-٢٣٤ بعد الازالة ويمكن اعتبارها ضمن المحددات البيئية. مما يعطي مؤشر مهماً على كفاءة عمليات معالجة وازالة المناطق الملوثة التي اجريت في الطوابق الاربعة.



شكل ٩. تركيز نظير Th-234 في نماذج التربة المنتخبة قبل وبعد الإزالة.



شكل ١٠. تركيز نظير Pa-234 m في نماذج التربة المنتخبة قبل وبعد الإزالة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

إن الاستنتاجات التي تم التوصل إليها من خلال هذه الدراسة الحالية هي :

١. هنالك تلوث إشعاعي واضح في بناية برج التحرير وبتراكيز عالية وبالأخص في الطابق الرابع ناجم من تعرضه إلى ضربات مباشرة بإطلاقات اليورانيوم المستنفذ .

٢. انتشار التلوث في معظم الطوابق التي تم قياسها وممكن أن يعود ذلك إلى أسباب كثيرة ومنها نقل الأنقاض والمواد لغرض تهيئة البناية وإعادة أعمارها قبل الكشف عن معرفة وجود تلوث إشعاعي في البناية بالإضافة إلى إن طوابق البناية مكشوفة لحركة الرياح .

٣. هنالك زيادة في تراكيز نويدات الثوريوم -٢٣٤ بروتكتنيوم-٢٣٤m إحدى وليدات سلسلة انحلال اليورانيوم -٢٣٨ في نماذج التربة مما يدل على زيادة تراكيز اليورانيوم -٢٣٨ المكون الأساسي لإطلاقات اليورانيوم المستنفذ .

٤. رفع ونقل كميات كبيرة من الأنقاض والمواد خارج بناية برج التحرير ومن المؤكد أنها ملوثة.

التوصيات:

١. إجراء مسح إشعاعي شامل على غرار ما تم انجازه في بناية برج التحرير لجميع البنايات والمناطق التي تعرضت لضربات بالسلاح الثقيل .

٢. الطلب من كافة الجهات الرسمية والغير رسمية التعاون من اجل معرفة مكان الأنقاض التي تم رفعها من البناية قبل الكشف عن وجود تلوث إشعاعي في البناية .

٣. الطلب من المنظمات العالمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية الدعم العلمي والفني في معالجة الملوثات الإشعاعية وخاصة الناتجة من استخدام اطلاقات اليورانيوم المستنفذ.

Abstract

The research plan included assessment of the radioactivity of the AL-Tahreer Tower Building (the Turkish restaurant recent) through direct measurements and sampling of soil for the four floors (1^{th},2^{th},3^{th},4^{th}) of the building, which contains fourteen floor in addition to the basement, by using portable radiation detection equipments to know the increasing in the levels of exposure and contamination resulting from the bombing a AL-Tahreer Tower building by depleted uranium bullets, the results of radiological surveys by using the portable contamination radiation detection (CAB) indicated readings of contaminated soil reached to 60 c/sec, and parts of shells of depleted uranium reached to 90 c/ sec , while the natural contamination rate in the area is (0.5 c/sec), the natural exposure rate in the area is 9 µR / hr but the higher exposure rate reached to 60 µR / hr when the device (Ludlum) putting on the contaminated regions(distance about 0.5 cm). The radiological analyses of the collected soil samples were done in the laboratory of the center of Radiological Researches in the Ministry of sciences and Technology by using gamma spectrometry(which contains High- purity Germanium Detector) with a efficiency of 40% and resolution 2 keV for Energy, 1.33Mev,collection,preparations and tests of soil samples were all done according to IAEA.The normal concentration for Th-234 and Pa-234m in the soil samples taken from areas near to the building (can consider as background radiation region) is in range 41 Bq /Kg for Th-234,and nil for pa-234m ,while higher concentration of Th-234 in contaminated soil is 1194 Bq/kg,and 1664Bq/kg for pa-234m which is a clear indication of the presence of high concentrations an isotope of uranium-238 as they are supposed to be in equilibrium radiation. The major aim of this study include removal the contaminated regions in the building, to protect the population and the environment from the effect of radiological contamination which resulted from using Depleted Uranium bullets in this building.

المراجع

1. United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Ionizing radiation: Sources and biological effects, New York, UN 1998.
2. Eisenbid, M," Environmental radioactivity" 3rd Ed; Academic press Inc. 1987.
3. Clark, ramsy. "Ban Depleted Uranium weapons" Metal of Dishonor, International Action Center, New York, (1996.(

٤. السريع، احمد بن محمد و محمد ،عثمان محمد "الطرق العملية لإزالة التلوث الإشعاعي للسطوح والأفراد وأجهزة المختبرات " سلسلة من النشرات المتخصصة تصدرها اللجنة الدائمة للوقاية من الإشعاعات ،جامعة الملك سعود ١٩٩٩ ، الرياض ، السعودية.

٥. IAEA ، الأوضاع الإشعاعية في مناطق الكويت التي يوجد بها مخلفات يورانيوم مستنفذ ، تقرير أعده فريق خبراء دوليون ٢٠٠٣.