

# الأوضاع الإشعاعية في مناطق الكويت التي توجد بها مخلفات يورانيوم مستنفد

تقرير أعده فريق خبراء دوليون

## المنشورات المتعلقة بالأمان التي تصدرها الوكالة

### معايير الأمان التي تضعها الوكالة

تختص الوكالة، بموجب أحكام المادة الثالثة من نظامها الأساسي، بأن تضع معايير أمان للوقاية من الإشعاعات المؤينة وأن تتخذ ترتيبات لتطبيق هذه المعايير على الأنشطة النووية السلمية. وتصدر المنشورات المتعلقة بالنواحي الرقابية التي تضعها الوكالة بواسطتها معايير وتدابير الأمان على شكل سلسلة معايير الأمان التي تصدرها الوكالة. وتغطي هذه السلسلة الأمان النووي، والأمان الإشعاعي، وأمان النقل، وأمان النفايات، وكذلك الأمان بشكل عام (أي الذي يتصل بمجالين أو أكثر من هذه المجالات الأربعة)، والفئات التي تدخل ضمن هذه السلسلة هي أساسيات الأمان، ومتطلبات الأمان، وأدلة الأمان.

أساسيات الأمان (غلاف أزرق) وتقدم الأهداف والمفاهيم والمبادئ الأساسية للأمان والوقاية عند تطوير واستخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية. متطلبات الأمان (غلاف أحمر) وتضع المتطلبات التي يجب استيفاؤها لكفالة الأمان. وتنظم هذه المتطلبات، التي يعتبر عنها بالصيغة التقريرية، الأهداف والمبادئ المعروضة في أساسيات الأمان. أدلة الأمان (غلاف أخضر) وتوصي بالأعمال أو الشروط أو الإجراءات لتلبية متطلبات الأمان. ويتم التعبير عن التوصيات الواردة في أدلة الأمان بالصيغة الجوبية، بما يعني ضرورة الأخذ بالتدابير الموصى بها أو التدابير البديلة المكافئة من أجل الامتثال للمتطلبات.

ومعايير الأمان التي تضعها الوكالة ليست ملزمة قانوناً للدول الأعضاء ولكن يجوز لها أن تعتمد، حسب تقديرها، لاستخدامها في اللوائح الوطنية المتعلقة بأنشطتها الخاصة. وهذه المعايير ملزمة للوكالة فيما يتعلق بعملياتها وملزمة للدول فيما يتعلق بالعمليات التي تحظى بمساعدة من جانب الوكالة.

وتتاح معلومات عن برنامج معايير الأمان التي تضعها الوكالة (بما في ذلك طبعات باللغات الأخرى غير الانكليزية) على الموقع الخاص بالوكالة على الانترنت وهو

[www-ns.iaea.org/standards/](http://www-ns.iaea.org/standards/)

أو بطلبها من Safety Co-ordination Section, IAEA, P.O.Box 100, A-1400, Vienna, Austria.

### منشورات أخرى تتعلق بالأمان

تقوم الوكالة، بموجب أحكام المادة الثالثة والفقرة جيم من المادة الثامنة من نظامها الأساسي، بتيسير وتشجيع تبادل المعلومات المتعلقة بالأنشطة النووية السلمية، وتقوم لهذا الغرض بدور الوسيط بين أعضائها. وتصدر تقارير عن الأمان والوقاية في الأنشطة النووية ضمن سلاسل أخرى، وخاصة سلسلة تقارير الأمان التي تصدرها الوكالة كمنشورات اعلامية. ويمكن أن تتناول تقارير الأمان الممارسات الجيدة وتعطي أمثلة عملية وطرقاً مفصلة يمكن استخدامها لتلبية متطلبات الأمان. وهذه التقارير لا تحدد متطلبات أو تقدم توصيات.

ومن بين السلاسل الأخرى التي تصدرها الوكالة والتي تتضمن منشورات تتعلق بالأمان: سلسلة التقارير التقنية، وسلسلة تقارير التقييم الإشعاعي، وسلسلة الفريق الاستشاري الدولي للأمان النووي (INSAG Series)، وسلسلة الوثائق التقنية (TECDOC Series)، وسلسلة معايير الأمان المؤقتة، وسلسلة الدورات التدريبية، وسلسلة خدمات الوكالة، وسلسلة الكتيبات الإرشادية عن الحاسوب، والكتيبات الإرشادية عن الأمان الإشعاعي العملي، والكتيبات الإرشادية التقنية العملية عن الإشعاعات. وتصدر الوكالة أيضاً تقارير عن الحوادث الإشعاعية ومنشورات خاصة أخرى.

الأوضاع الإشعاعية في  
مناطق الكويت  
التي توجد بها مخلفات يورانيوم مستنفذ

تقرير أعده  
فريق خبراء دوليون

## الدول التالية أعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية

الاتحاد الروسي	بوتسوانا	السودان	لكسمبورغ
اثيوبيا	بوركينافاسو	السويد	ليبيريا
أذربيجان	البوسنة والهرسك	سويسرا	ليتوانيا
الأرجنتين	بولندا	سيراليون	مالطا
الأردن	بوليفيا	سيشيل	مالي
أرمينيا	بيرو	شيلي	ماليزيا
إريتريا	بيلاروس	صربيا والجبل الأسود	مدغشقر
أستراليا	تايلند	الصين	مصر
أستراليا	تركيا	طاجيكستان	المغرب
استونيا	تونس	العراق	المكسيك
اسرائيل	جامايكا	غابون	المملكة العربية السعودية
أفغانستان	الجزائر	غانا	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى
اكوادور	جزر مارشال	غواتيمالا	وأيرلندا الشمالية
ألبانيا	جورجيا	فرنسا	منغوليا
ألمانيا	الجمهورية العربية الليبية	الفلبين	موريشيوس
الإمارات العربية المتحدة	جمهورية أفريقيا الوسطى	فنزويلا	موناكو
اندونيسيا	جمهورية تنزانيا المتحدة	فنلندا	ميانمار
أنغولا	الجمهورية التشيكية	فييت نام	ناميبيا
أوروغواي	الجمهورية الدومينيكية	قبرص	النرويج
أوزبكستان	الجمهورية السلوفاكية	قطر	النمسا
أوغندا	الجمهورية العربية السورية	قيرغيزستان	النيجر
أوكرانيا	جمهورية كوريا	كازاخستان	نيجيريا
إيران (جمهورية - الإسلامية)	جمهورية الكونغو الديمقراطية	الكاميرون	نيكاراغوا
أيرلندا	جمهورية مقدونيا اليوغوسلافية سابقا	الكرسي الرسولي	نيوزيلندا
أيسلندا	جمهورية مولدوفا	كرواتيا	هايتي
إيطاليا	جنوب أفريقيا	كندا	الهند
باراغواي	الدانمرك	كوبا	هنغاريا
باكستان	رومانيا	كوت ديفوار	هندوراس (جمهورية)
البرازيل	زامبيا	كوستاريكا	هولندا
البرتغال	زمبابوي	كولومبيا	الولايات المتحدة الأمريكية
بلجيكا	سري لانكا	الكويت	اليابان
بلغاريا	السلفادور	كينيا	اليمن
بنغلاديش	سلوفينيا	لاتفيا	اليونان
بنما	سنغافورة	لبنان	
بنين	السنغال	لختنشتاين	

أقر النظام الأساسي للوكالة يوم ٢٣ تشرين الأول/أكتوبر ١٩٥٦ من قبل المؤتمر المعني بالنظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية، الذي انعقد في مقر منظمة الأمم المتحدة في نيويورك؛ وبدأ نفاذه في ٢٩ تموز/يوليه ١٩٥٧. ويوجد المقر الرئيسي للوكالة في فيينا. وهدفها الرئيسي هو "تعزيز وتوسيع مساهمة الطاقة الذرية في السلام والصحة والازدهار في العالم أجمع."

©الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ٢٠٠٣

يمكن الحصول على إذن باستنساخ المعلومات الواردة في هذا المنشور بالكتابة الى الوكالة الدولية للطاقة الذرية،

Austria, Wagramer Strasse 5, P. O. Box 100, A - 1400 Vienna

طبع هذا المنشور بمعرفة الوكالة الدولية للطاقة الذرية في النمسا

اب/أغسطس ٢٠٠٣

STI/PUB/1164

سلسلة تقارير التقييم الإشعاعي

الأوضاع الإشعاعية في  
مناطق الكويت  
التي توجد بها مخلفات يورانيوم مستنفذ

تقرير أعده  
فريق خبراء دوليون

الوكالة الدولية للطاقة الذرية  
فيينا، ٢٠٠٣

**الأوضاع الإشعاعية في مناطق الكويت  
التي توجد بها مخلفات يورانيوم مستنفد  
الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا ٢٠٠٣**

STI/PUB/1164

ISBN 92-0-615703-5

ISSN 1020-6566

## تقديم

تأثرت أماكن مختلفة حول العالم بمخلفات مشعة، تنتج أحيانا عن أنشطة سلمية، مثل تعدين ومعالجة ركاز اليورانيوم، وتنتج أحيانا أخرى عن أنشطة عسكرية، مثل اجراء تجارب على أسلحة نووية. وفي الماضي القريب، نتجت المخلفات المشعة أيضا عن استخدام اليورانيوم المستنفد في ذخائر تقليدية في صراعات في البلقان والشرق الأوسط. وبعد هذه الصراعات، ظهرت تساؤلات تتعلق بالعواقب الإشعاعية المحتملة للمخلفات على السكان المحليين وعلى البيئة، وكان لزاماً على حكومات الدول المتضررة أن تجيب على هذه التساؤلات.

وتوجد كثير من هذه المخلفات في دول تفتقر الى قدر كاف من البنية الأساسية والدراسة الفنية اللازمة لتقييم المخاطر الإشعاعية التي تشكلها المخلفات ولاتخاذ المقررات اللازمة للعلاج. وفي مثل هذه الحالات، رأت الحكومات أن من الضروري الحصول على مساعدة خارجية. وفي حالات أخرى، ارتتبي أن من المستصوب اجتماعيا وسياسيا الاستعانة بأراء خبراء مستقلين عن الأوضاع الإشعاعية التي تسببها المخلفات. ونتيجة لهذا، طلبت حكومات عدد من الدول الأعضاء من الوكالة مساعدتها في هذا الصدد. وقدمت الوكالة المساعدة ضمن اطار التزامها المنصوص عليه في النظام الأساسي والذي يقضي بأن "تضع ... معايير أمان بقصد حماية الصحة ... وأن تتخذ الترتيبات لتطبيق هذه المعايير ... اذا طلبت ذلك احدى الدول".

وطلبت حكومة الكويت تقييما يتعلق بمخلفات ذخائر اليورانيوم المستنفد الناتجة عن حرب الخليج عام ١٩٩١ والتي توجد على أراضيها. وفي شباط/فبراير ٢٠٠١، طلب من الوكالة اجراء استقصاءات وتقييمات من أجل تقييم الأثر الإشعاعي المحتمل لمخلفات اليورانيوم المستنفد في عدد من الأماكن في الكويت.

ولهذا الغرض، شكلت الوكالة فرقة من كبار الخبراء، من بينهم ممثل لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، برئاسة ر. هـ. كلارك رئيس اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات. وقامت الفرقة بزيارة الكويت في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١ لتقييم المواقع التي حددتها حكومة الكويت وتقييم المعلومات المتاحة. وفي شباط/فبراير ٢٠٠٢، قام علماء من الوكالة ومختبر شبيز بسويسرا، إلى جانب خبراء محليين، بتنفيذ برنامج للقياسات وأخذ العينات من مواقع في الكويت لوضع أساس تقني مستقل للتقييم. ويصدر هذا التقرير، الذي يتضمن استنتاجات واستنتاجات فرقة كبار الخبراء وتوصيات موجهة إلى حكومة الكويت، ضمن سلسلة تقارير التقييم الإشعاعي.

## ملحوظة تحريرية

على الرغم من توخي قدر عظيم من العناية سعياً وراء الحفاظ على دقة المعلومات الواردة في هذا المنشور، لا تتحمل الوكالة أو دولها الأعضاء أي مسؤولية عن العواقب التي قد تنشأ عن استخدامه. و لا ينطوي اطلاق تسميات معينة على بلدان أو أقاليم على أي حكم من جانب الناشر، أي الوكالة، فيما يتعلق بالوضع القانوني لتلك البلدان أو الأقاليم أو بسلطاتها ومؤسساتها، أو بتعيين حدودها. و لا ينطوي ذكر أسماء شركات أو منتجات معينة (سواء وردت أو لم ترد على أنها مسجلة) على أي نية لانتهاك حقوق الملكية، كما ينبغي ألا يفسر ذلك على أنه تركية أو توصية من جانب الوكالة.



## المحتويات

١	.....	موجز
٣	.....	١- مقدمة
٣	.....	١-١ طلب المساعدة واستجابة الوكالة
٣	.....	٢-١ برنامج العمل والأفراد المشاركون
٥	.....	٣-١ نطاق الدراسة
٦	.....	٢- معلومات أساسية
٦	.....	١-٢ النشاط الإشعاعي والجرعة
٦	.....	٢-٢ معايير الأمان الدولية
٧	.....	٣-٢ اليورانيوم واليورانيوم المستنفذ
٩	.....	٤-٢ اليورانيوم في الطبيعة
١٠	.....	٥-٢ التعرض لليورانيوم الطبيعي
١٠	.....	٦-٢ مسارات التعرض لليورانيوم المستنفذ
١١	.....	٧-٢ استخدام اليورانيوم المستنفذ في الكويت
١١	.....	٢-٧-١ الاستخدامات العسكرية لليورانيوم المستنفذ
١٢	.....	٢-٧-٢ استخدام اليورانيوم المستنفذ في حرب الخليج
		٣- المنهجية المستخدمة في الدراسة الاستقصائية للمواقع والتقييم الإشعاعي
١٤	.....	
١٤	.....	١-٣ البعثة الأولى لكبار الخبراء: أيلول/سبتمبر ٢٠٠١
١٤	.....	٢-٣ تقييم عولية البيانات الموجودة
١٥	.....	٣-٣ حملة أخذ العينات: شباط/فبراير ٢٠٠٢
١٦	.....	٤-٣ تحليل العينات التي جمعت أثناء الحملة
		٥-٣ تقييم الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب مخلفات اليورانيوم المستنفذ
١٦	.....	
١٨	.....	٤- نتائج التقييم الإشعاعي
١٨	.....	
١٨	.....	١-٤ الأوضاع الإشعاعية في المواقع التي تم استقصاؤها
١٨	.....	٤-١-١ الدوحة
٢٢	.....	٤-١-٢ الجهراء

## المحتويات (تابع)

٢٢	..... ٣-١-٤ المناطق الزراعية في موقعي الوفرة والعبلي	
٢٦	..... ٤-١-٤ الروضتين	
٢٧	..... ٥-١-٤ المطلاع	
	..... ٦-١-٤ الصبهان والأرض المخصصة للخرن	
٢٧	..... في المستشفى العسكري	
٣٠	..... ٧-١-٤ حقول مناغيش النفطية	
٣٤	..... ٨-١-٤ أم القواطي	
٣٦	..... ٩-١-٤ مدينة الكويت	
	..... ٢-٤ التقدير العام للتعرض الخارجي الناجم عن ذخائر	
٣٨	..... يورانيوم مستنفد	
٣٩	..... الاستنباطات والاستنتاجات	-٥
٣٩	..... استنباطات واستنتاجات عامة	١-٥
٣٩	..... استنباطات واستنتاجات تخص مواقع بعينها	٢-٥
٣٩	..... ١-٢-٥ الدوحة	
٤٠	..... ٢-٢-٥ الجهراء والمطلاع	
	..... ٣-٢-٥ الصبهان والأرض المخصصة للخرن في	
٤٠	..... المستشفى العسكري	
٤٠	..... ٤-٢-٥ الروضتين	
٤٠	..... ٥-٢-٥ المناطق الزراعية في الوفرة والعبلي	
٤٠	..... ٦-٢-٥ حقول مناغيش النفطية	
٤١	..... ٧-٢-٥ أم القواطي	
٤١	..... ٨-٢-٥ مدينة الكويت	
٤٢	..... التوصيات	-٦
	تقييم عولية البيانات المتعلقة باليورانيوم المستنفد المقدمة من ادارة الوقاية من	التنبييل الأول
٤٣	..... الاشعاعات التابعة لوزارة الصحة في الكويت	
	تقييم الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب مخلفات اليورانيوم المستنفد في	التنبييل الثاني
٤٩	..... مناطق الكويت	
٦٣	..... تجارب لتقييم اعادة تعلق مخلفات اليورانيوم المستنفد	التنبييل الثالث
٦٧	..... موجز للنتائج التحليلية	التنبييل الرابع
٨٧	.....	المراجع
٨٨	..... المساهمون في الصياغة والاستعراض	

## موجز

الاشعاعية". وتتطبق هذه المعايير انطباقاً كاملاً على التعرض لجميع أشكال الاشعاعات المؤينة، بما في ذلك التعرض لأي نويدات يورانيوم مشعة بشكل عام ولليورانيوم المستنفد بشكل خاص.

وقد أجرت منظمات وطنية ودولية في الماضي عدداً من التقييمات للأثر البيئي والصحي لذخائر اليورانيوم المستنفد. ويشكل هذا التقرير أول تقييم اشعاعي شامل للامتثال للقواعد والمعايير الدولية للوقاية من الاشعاعات بالنسبة لمناطق توجد بها مخلفات ذخائر يورانيوم مستنفد، وهو التقييم الذي أجري تحت رعاية الوكالة.

وقد شكلت الوكالة فرقة دولية من كبار الخبراء، من بينهم ممثل عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة. ورأس هذه الفرقة ر. هـ. كلارك، رئيس اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات. وقام الخبراء بزيارة الكويت في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١ لتقييم المواقع التي حددتها حكومة الكويت وتقييم المعلومات المتاحة. وشملت المواقع الأحد عشر التي اختيرت للاستقصاء<sup>(١)</sup> مواقع لعمليات عسكرية أثناء حرب الخليج استخدمت فيها ذخائر يورانيوم مستنفد، ومواقع لا تزال توجد بها مخلفات يورانيوم مستنفد، ومواقع أثيرت فيها شواغل بشأن التلوث المحتمل للمياه والمواد الغذائية باليورانيوم المستنفد. وفي شباط/فبراير ٢٠٠٢، أرسلت بعثة لجمع عينات من المواقع المحددة. وضمت فرقة أخذ العينات علماء من أمانة الوكالة ومن مختبر شيبز في سويسرا، الذي يمثل برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الى جانب خبراء من مختبر ادارة الوقاية من الاشعاعات التابعة لوزارة الصحة بالكويت. وتم خلال هذه الحملة جمع حوالي ٢٠٠ عينة بيئية من

اليورانيوم المستنفد هو أحد النواتج الفرعية لاثراء اليورانيوم، وهو، مثل أي مركب آخر من مركبات اليورانيوم، ذو سمية كيميائية واشعاعية؛ وهو مادة مشعة بصورة معتدلة، إذ أن نشاطه الاشعاعي يبلغ حوالي ٦٠% من النشاط الاشعاعي لليورانيوم الطبيعي. واليورانيوم المستنفد يدخل في طائفة واسعة من التطبيقات السلمية، مثل توفير الدروع الاشعاعية للمصادر الطبية أو كإتقال للحفاظ على التوازن في الطائرات. ويستخدم اليورانيوم المستنفد أيضاً في دروع الدبابات الثقيلة، ونظراً لارتفاع كثافته ودرجة انصهاره العالية وخاصيته التي تجعله "أكثر حدة" عندما يخترق الطبقات المدرعة، فإنه يستخدم في الذخائر والقذائف المضادة للدبابات.

وكانت حرب الخليج عام ١٩٩١ أول صراع استخدمت فيه ذخائر اليورانيوم المستنفد على نطاق واسع. ونظراً للشواغل التي أثيرت حول العلاقة المحتملة بين التعرض البشري للاشعاعات المؤينة من اليورانيوم المستنفد والآثار البيولوجية الضارة، طالبت حكومة الكويت في شباط/فبراير ٢٠٠١ من الوكالة اجراء استقصاءات وتقييمات لعدد من الأماكن المحددة. وكان الهدف من هذا العمل هو ابلاغ حكومة الكويت وعامة الجمهور بالأوضاع الاشعاعية المحتملة الناتجة عن مخلفات اليورانيوم المستنفد في هذه المواقع.

ووافقت الوكالة على طلب اجراء تقييم اشعاعي ضمن وظائفها الفريدة بموجب نظامها الأساسي في اطار منظومة الأمم المتحدة، وهي: (١) وضع معايير أمان للوقاية من التعرض للاشعاعات؛ (٢) واتخاذ ترتيبات لتطبيق هذه المعايير. وفي عام ١٩٩٦، وضعت الوكالة، برعاية مشتركة مع منظمات أخرى ذات صلة في منظومة الأمم المتحدة، "معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الاشعاعات المؤينة ولأمان المصادر

(١) الأماكن التي تم استقصاؤها هي: الدوحة، والجهراء، والمطلاع، ومرفق استخراج المياه في الروضتين، ومناطق الزراعة في الوفرة، والعبدي، وحقول نبط مناغيش (مركز تجميع مناغيش ٢٨ ومركز تجميع أم قدير ١٨)، وأراضي التخزين بالقرب من المستشفى العسكري في الصبهان وفي قاعدة أم القواطي العسكرية.

بينها عينات من التربة والمياه والنباتات، وتم تحليل هذه العينات بعد ذلك.

وأعدت فرقة الخبراء الدوليين تقريراً يتضمن استنباطات برنامج القياس والتقييم اللاحق الذي أجرته الفرقة. ويقدم هذا التقرير وصفا مفصلاً للاستقصاء الذي أجرته الوكالة عن الأوضاع الإشعاعية في الكويت فيما يتعلق بمخلفات اليورانيوم المستنفد، ونتائج التقييم الإشعاعي، واستنباطات واستنتاجات التقييم العامة وتلك المتعلقة بمواقع بعينها، وتوصيات فريق الخبراء.

وبناء على القياسات التي تمت في المواقع التي جرى استقصاؤها ضمن دراسة الوكالة والتي أوجزت في هذا التقرير، فإن اليورانيوم المستنفد لا يشكل خطراً إشعاعياً على سكان الكويت. فلم يتم تحديد أي أشخاص يحتمل أن يتلقوا جرعات عن طريق التعرض لمخلفات اليورانيوم المستنفد، لا من جانب سلطات الكويت ولا في إطار الاستقصاء الذي أجرته الوكالة. فالجرعات الإشعاعية السنوية التي يمكن أن تنشأ عن التعرض لمخلفات اليورانيوم المستنفد سوف تكون منخفضة جداً وذات أهمية إشعاعية ضئيلة. وسوف تكون الجرعات الإشعاعية السنوية في المناطق التي توجد بها هذه المخلفات في حدود بضع وحدات من الميكروسيفرت، أي أقل

جداً من الجرعات السنوية التي تلقاها سكان الكويت من مصادر الإشعاع الطبيعية في البيئة وأقل بكثير جداً من المستوى المرجعي الذي أوصت به الوكالة كمعيار يساعد على تقرير ما إذا كان يلزم اتخاذ إجراءات علاجية.

وقد لا تزال توجد مخترقات أو شظايا كاملة من اليورانيوم المستنفد في بعض الأماكن التي استخدمت فيها أسلحة اليورانيوم المستنفد أثناء حرب الخليج، كما هو الحال في حقول البترول في مناغيش. وتلامس الجلد لفترة طويلة مع هذه المخلفات من اليورانيوم المستنفد هو وسيلة التعرض الوحيدة المحتملة التي يمكن أن تؤدي إلى تعرضات لها أهمية إشعاعية. وطالما ظل الوصول إلى هذه المناطق مقيداً، فإن احتمال التقاط أفراد من الجمهور لهذه المخلفات أو لمسها بأي طريقة أخرى يظل احتمالاً ضئيلاً.

ولدى سلطات الكويت القدرة والمعدات اللازمة للقيام بالأنشطة الضرورية للرصد والاستقصاء فيما يتعلق باليورانيوم المستنفد. وتكفي تقنيات التحليل التي استخدمتها إدارة الوقاية من الإشعاعات بوزارة الصحة في الكويت لتقرير ما إذا كانت تركيزات اليورانيوم في العينات البيئية ذات أهمية إشعاعية.

والأفراد المشاركين، ونطاق الدراسة. ويقدم القسم ٢ بعض المعلومات الأساسية عن الوقاية من الإشعاعات وفكرة عامة عن اليورانيوم وعن اليورانيوم المستنفد بشكل خاص. ويبين القسم ٣ النهج المستخدم في استقصاء المواقع والتقييم الإشعاعي، ويبين القسم ٤ نتائج التقييم الإشعاعي. ويقدم القسم ٥ استنتاجات واستنتاجات التقييم ويعرض القسم ٦ توصيات فريق الخبراء.

## ٢-١ برنامج العمل والأفراد المشاركون

الهدف العام من هذه الدراسة هو تقديم تقييم مستقل للأوضاع الإشعاعية في الكويت بسبب وجود يورانيوم مستنفد. ولا يغطي نطاق هذه الدراسة سوى المواقع التي حددتها حكومة الكويت. وكان كبار الخبراء في الوقاية من الإشعاعات الذين رشحتهم الوكالة لاجراء الاستقصاء هم:

- ر. هـ. كلارك (الرئيس)، رئيس اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاعات.
- ت. أ. بيرنز، مدير فرع الصحة البيئية والإشعاعية، الوكالة الأسترالية للوقاية من الإشعاعات والأمان النووي.
- ب. ر. دانيزي، مدير مختبرات الوكالة في زايبيرسدورف حتى نيسان/أبريل ٢٠٠١، وهو الآن خبير استشاري لدى الوكالة.
- ف. أ. كوتكوف، أحد كبار المسؤولين العلميين، معهد كورشاتوف، موسكو، الاتحاد الروسي.
- ب. س. وينكلر، كبير المسؤولين التنفيذيين سابقاً، مجلس الأمان النووي بجنوب أفريقيا، وهو الآن عضو مجلس ادارة هيئة الرقابة النووية الوطنية في جنوب أفريقيا.
- ب. ت. ويلكنز، أحد المسؤولين العلميين الرئيسيين، المجلس الوطني للوقاية من

## ١-١ طلب المساعدة واستجابة الوكالة

في شباط/فبراير ٢٠٠١، وأثناء زيارة قام بها مدير عام الوكالة الى الكويت، طلب النائب الأول لرئيس الوزراء مساعدة الوكالة في اجراء استقصاءات وتقييمات مستقلة بغية اطلاع الحكومة وعامة الجمهور على العواقب الإشعاعية المحتملة لمخلفات اليورانيوم المستنفد في الكويت؛ ووافق المدير العام على الطلب.

واتفقت سلطات الكويت والوكالة على أن تتخذ مساعدة الوكالة شكل دراسة يقوم بها فريق خبراء دوليين تعينه الوكالة في اطار مشروع لادارة التعاون التقني التابعة للوكالة. وقد وفرت وثيقة "معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الإشعاعات المؤينة ولأمان المصادر الإشعاعية" (معايير الأمان الأساسية) [1] الاطار الإشعاعي لهذه الدراسة. وتأتي مشاركة الوكالة في هذه الدراسة من واقع وظيفة الوكالة المنصوص عليها في نظامها الأساسي بأن تضع معايير أمان لحماية الصحة وتتخذ الترتيبات لتطبيقها بناء على طلب أي من الدول.

ونوقشت خطط هذه الدراسة في اجتماع عقد في فيينا في أيار/مايو ٢٠٠١ بين خبراء يمثلون حكومة الكويت وممثلين عن الوكالة. وحضر هذا الاجتماع أيضا ممثلون عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الصحة العالمية، ودعيت المنظمتان لترشيح خبراء لتمثيلهما في الدراسة. وقبل برنامج الأمم المتحدة للبيئة دعوة الوكالة؛ غير أن منظمة الصحة العالمية قررت عدم استمرار مشاركتها في الدراسة نظراً لأن الاستقصاء لا يتوافق مع طبيعة المنظمة. إلا أنها طلبت المواظبة على إبلاغها بنتائج الدراسة.

ويقدم هذا التقرير وصفا تفصيليا لاستقصاء الوكالة عن الأوضاع الإشعاعية في مناطق الكويت التي توجد بها مخلفات يورانيوم مستنفد. أما بقية هذا القسم فيقدم معلومات عن البرنامج العام للعمل،

الإشعاعات، المملكة المتحدة؛ وعمل مقرراً.

ومثل برنامج الأمم المتحدة للبيئة هـ. ن. الحبر، نائب المدير الاقليمي، المكتب الاقليمي لغرب آسيا.

وكانت كابيانكا من شعبة الأمان الإشعاعي وأمان النفايات الأمين العلمي للوكالة في المشروع؛ وكان د. العجمي من معهد الكويت للبحث العلمي ضابط الاتصال.

وكانت المهام التي اتفق كبار الخبراء على القيام بها ضمن نطاق الاستقصاء كما يلي:

(أ) جمع وفحص معلومات عن الأوضاع الإشعاعية الناتجة عن وجود مخلفات اليورانيوم المستنفذ في الكويت؛

(ب) القيام بحملة لأخذ العينات في أماكن في الكويت يحتمل أن تكون قد تضررت من وجود مخلفات اليورانيوم المستنفذ؛

(ج) اجراء تقييم للأوضاع الإشعاعية الناشئة عن وجود مخلفات اليورانيوم المستنفذ فيما يتعلق بمتطلبات معايير الأمان الأساسية؛

(د) تقديم توصيات عن التدابير الوقائية الملائمة و/أو الأنشطة المقبلة فيما يتعلق بالأوضاع الإشعاعية الناشئة عن وجود مخلفات اليورانيوم المستنفذ؛

(هـ) تقديم توصيات محددة بشأن التعامل مع المواد الملوثة باليورانيوم المستنفذ والمخزونة حالياً في الكويت.

وتضمن برنامج عمل هذه الدراسة إفاد بعثتين الى الكويت: فقد أوفدت البعثة الأولى في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١ وضمت كبار الخبراء في الوقاية من الإشعاعات الذين اختارتهم الوكالة؛ وأوفدت البعثة الثانية التي اختصت بأخذ العينات الميدانية في شباط/فبراير ٢٠٠٢.

وكانت الأهداف العامة للبعثة الأولى اجراء تقييم أولي استنادا الى المعلومات الحالية ووضع

الاستراتيجية التي ستستخدم فيما بعد بشأن الاستقصاء وأخذ العينات والقياسات والتقييم. وتبين من المعلومات التي قدمتها سلطات الكويت الى كبار الخبراء أن القياسات ذات الصلة قد أجريت بالفعل بواسطة أخصائيين في ادارة الوقاية من الإشعاعات التابعة لوزارة الصحة بالكويت. وكان من رأي كبار الخبراء أن هذه البيانات يمكن أن تشكل مدخلات قيمة للتقييم النهائي، بشرط أن يتسنى تأكيد عولية هذه البيانات بصورة مستقلة؛ وأدرج تقييم للعولية في برنامج العمل، وسوف يناقش في مرحلة لاحقة من هذا التقرير. ولهذا رأى الخبراء أنه لن يكون من الملائم اجراء أي تقييم أولي للأوضاع الإشعاعية خلال البعثة الأولى التي أوفدت في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١.

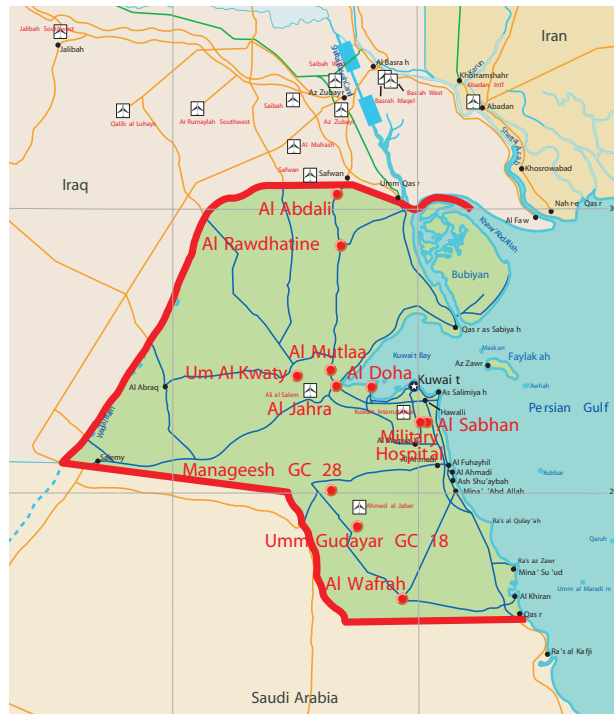
وأجريت حملة أخذ العينات تحت اشراف مختبرات زايبيرسدورف التابعة للوكالة، بدعم من مختبر شبيز بسويسرا، ممثلاً لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وبدعم من ادارة الوقاية من الإشعاعات. وكان ب. ر. دانيزي مسؤولاً عن التوجيه العام لبعثة أخذ العينات؛ وكان م. برجر، رئيس مختبر شبيز، القيادي العلمي نيابة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة. وتم تحليل العينات التي جمعت أثناء حملة أخذ العينات بمختبرات الوكالة في زايبيرسدورف وبمختبر شبيز في عام ٢٠٠٢. واعتمد التقييم الموصوف في هذا التقرير بدرجة كبيرة على نتائج برنامج أخذ العينات والقياسات، واستكمل بنتائج تحليل بعض العينات التي سبق أن جمعتها ادارة الوقاية من الإشعاعات، الى جانب البيانات ذات الصلة التي توصلت اليها ادارة الوقاية من الإشعاعات.

وقام س. س. ي. يوسف، مدير ادارة الوقاية من الإشعاعات بتنسيق عرض المعلومات التي جمعت في الكويت وقدم موظفو ادارة الوقاية من الإشعاعات مدخلات مهمة عن المعلومات والمساعدات المحلية، مما أعان الوكالة كثيراً في هذا المشروع. وترد في نهاية هذا التقرير قائمة كاملة بالمساهمين في هذه الدراسة.

### ٣-١ نطاق الدراسة

واقصر النطاق الأصلي لحملة أخذ العينات على تأكيد صحة القياسات والمعلومات التي قدمها خبراء الكويت، الى جانب توفير بيانات تكميلية للحصول على معلومات موثوق بها بغية استخدامها في التقييم الإشعاعي. وأثناء البعثة التي أوفدت في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١، أكد كبار الخبراء أنه اذا صودفت مشاكل تتعلق بعولية البيانات المتاحة بالفعل، فسوف توضع عندئذ اسراتيجية جديدة لأخذ العينات والقياسات. وعلى ضوء استنباطات عملية التقييم التي أجريت بمختبرات الوكالة في زايرسدورف، كان من الضروري توسيع نطاق حملة أخذ العينات.

اقتصرت هذه الدراسة على تقييم العواقب الاشعاعية التي يمكن أن تنشأ نتيجة لوجود مخلفات اليورانيوم المستنفذ في الكويت. ولم يعط أي اعتبار لوجود مواد مشعة بخلاف اليورانيوم المستنفذ في البيئة، ولم تبحث الدراسة العواقب الاشعاعية المحتملة في الأجل القصير بعد أن استخدمت ذخائر اليورانيوم المستنفذ. واقصر التقييم على العواقب الاشعاعية المحتملة لوجود اليورانيوم المستنفذ؛ ولم يتم بحث السمية الكيميائية لليورانيوم. واقصر الاستقصاء على عدد من الأماكن التي يحتمل أن تكون قد تضررت من وجود مخلفات اليورانيوم المستنفذ أو التي تعتبر مهمة من زاوية طمأنة الجمهور. والأماكن التي شملها الاستقصاء هي تلك التي اقترحتها حكومة الكويت. واتفق على أن تشمل الدراسة ١١ مكانا (مبينة في الشكل ١).



الشكل ١: مواقع في الكويت شملتها الدراسة الاستقصائية للوكالة

## ٢- معلومات أساسية

ويؤدي التعرض لأي من من المواد المشعة، سواء كان منشؤها طبيعياً أو اصطناعياً، إلى مخاطرة إضافية للإصابة بالسرطان. ويفترض أن هذه المخاطرة تتناسب مع الجرعة المتلقاة. ويفترض أن هذه المخاطرة الإضافية للإصابة بمرض السرطان القاتل المرتبط بجرعة مقدارها ١ ملي سيفرت هي حوالي ١ في كل ٢٠,٠٠٠. ويمكن أن تتناقض هذه الزيادة الطفيفة في الخطورة على الحياة مع نسبة ١ في كل ٥ مخاطر للسرطان القاتل يتعرض لها الناس عادة.

### ٢-٢ معايير الأمان الدولية

وضعت الوكالة، مع منظمات دولية أخرى ذات صلة، المتطلبات الأساسية للوقاية من المخاطر المرتبطة بالتعرض للإشعاعات المؤينة، والتي نشرت ضمن معايير الأمان الأساسية [1]. وتستند هذه المعايير في المقام الأول إلى توصيات اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاعات [4] والتقييمات الخاصة بالآثار الصحية للإشعاع التي أجرتها لجنة الأمم المتحدة العملية المعنية بآثار الإشعاع الذري [5]. ولا تنطبق هذه المعايير على الإشعاعات غير المؤينة أو على مراقبة الجوانب غير الإشعاعية للصحة والأمان، مثل السمية الكيميائية.

وتغطي معايير الأمان الأساسية طائفة واسعة من الحالات التي ينشأ عنها أو يمكن أن ينشأ عنها تعرض للإشعاعات؛ وهي تنطبق على حالات التعرض لأي مجموعة من نظائر اليورانيوم، بما في ذلك تلك النظائر الموجودة في اليورانيوم المستنفذ.

غير أن معايير الأمان الأساسية لا تشمل معايير الجرعة التي تطبق مباشرة للمساعدة في اتخاذ قرار بشأن الإجراءات العلاجية للمناطق التي تضررت من اليورانيوم المستنفذ في الكويت. وبدلاً من ذلك، فإن المرجع [6] يوصي بمستوى مرجعي

### ١-٢ النشاط الإشعاعي والجرعة

يحسب عادة مقدار إحدى النويدات المشعة في مادة معينة بدلالة نشاطها الإشعاعي، وهو المعدل الذي تحدث به التحولات النووية؛ ووحدة النشاط الإشعاعي وفقاً للنظام الدولي للوحدات هي البكريل. وقد تختلف النويدات المشعة بشكل ملحوظ في خواصها الفيزيائية (طريقة التفكك أو الاضمحلال والعمر النصف المشع) وفي سلوكها داخل جسم الإنسان وفي البيئة. ونتيجة لهذا، فإن الأهمية النسبية لمسارات التعرض المختلفة للإشعاع تتوقف أيضاً على النوييدة المشعة المعنية. ويمكن أن يحدث التعرض عن طريق التشعيع الخارجي، عندما تكون النوييدة المشعة خارج جسم الإنسان، أو عن طريق التشعيع الداخلي، الذي يعتبر تناول الأغذية والاستنشاق من بين عملياته المهمة عادة. ويلزم أخذ هذه العوامل المختلفة في الاعتبار من أجل وضع آثار النويدات المشعة المختلفة على أساس مشترك. وهذا يتطلب حساب كمية تعرف باسم "الجرعة". والجرعة هي مقدار الطاقة المودعة عن طريق الإشعاع. وتأخذ كمية "الجرعة الفعالة" في اعتبارها نوع الإشعاع وحساسيات سائر الأعضاء أو الأنسجة المختلفة للحدث الذي تحدثه الآثار العشوائية للإشعاع؛ ووحدتها الأساسية هي السيفرت<sup>(٢)</sup>. وقد قامت الوكالة [1] واللجنة الدولية للوقاية من الإشعاعات [2] و [3] بنشر معاملات تتعلق بالأخذ الداخلي للنشاط الإشعاعي والجرعة، استناداً إلى نتائج البحوث الدولية المستفيضة. ومن الناحية العملية، تحسب الجرعات الناشئة عن وجود نويدات مشعة في البيئة بالملي سيفرت، وهو ١ على ١٠٠٠ من السيفرت، أو بالميكرو سيفرت وهو ١ على مليون من السيفرت

(٢) يشير مصطلح الجرعة المستخدم في هذا التقرير، ما لم يذكر خلاف ذلك، إلى الجرعة الفعالة على النحو المعرف في معايير الأمان الأساسية [١]. ويشمل المصطلح الجرعات الناتجة عن التشعيع الخارجي والجرعات المتركمة حتى سن السبعين من عمليات الأخذ الداخلي للنويدات المشعة.



عام للمساعدة في اتخاذ قرارات بشأن الاجراءات العلاجية: جرعة فعالة سنوية قائمة للفرد قدرها ١٠ مللي سيفرت من جميع المصادر، بما في ذلك الاشعاعات البيئية الطبيعية. وعلاوة على ذلك، يوصى بقيمة أعلى يتم عندها تبرير التدخل تحت أي ظرف من الظروف تقريبا: جرعة مكافئة سنوية قائمة قدرها ١٠٠ مللي سيفرت لأي عضو من أعضاء الجسم.

ولوضع الأمور في منظورها الصحيح، فإن الجرعة الفعالة السنوية المتوسطة على نطاق العالم من الاشعاعات البيئية والطبيعية هي ٢ مللي سيفرت، مع مدى تقليدي يتراوح بين ١ و ٢٠ مللي سيفرت [5]. وتأتي أهم مساهمة في الجرعة الفعالة السنوية المتوسطة على نطاق العالم من التعرض للرادون ونواتج اضمحلاله (١٥ ر ١ مللي سيفرت)؛ ويمثل التعرض للأشعة الجيمية الأرضية والأشعة الكونية ٤٨ ر ٠ مللي سيفرت و ٣٨ ر ٠ مللي سيفرت على الترتيب. وتبلغ مساهمة الأخذ الداخلي للنويدات المشعة الطبيعية في الهواء والأغذية والمياه في الجرعة المتوسطة ٣١ ر ٠ مللي سيفرت، وهي تعزى أساسا الى البوتاسيوم-٤٠ (١٧ ر ٠ مللي سيفرت)، والبولونيوم-٢١٠ (٨٦ ر ٠ مللي سيفرت)، والرصاص-٢١٠ (٣٢ ر ٠ مللي سيفرت)، والرادون-٢٢٨ (٢١ ر ٠ مللي سيفرت)، وتسهم نظائر اليورانيوم بقدر ضئيل في الجرعة (٠٠٠٦ ر ٠ مللي سيفرت؛ أنظر القسم ٢-٥).

## ٣-٢ اليورانيوم واليورانيوم المستنفد

اليورانيوم هو عنصر مشع موجود في الطبيعة. وهو في صورته النقية معدن ثقيل ذو لون فضي، يشبه الرصاص والكاديوم والتغستين. وهو، مثل التغستين، كثيف جدا، اذ تبلغ كثافته حوالي ١٩ غرام لكل سنتيمتر مكعب. ويتألف اليورانيوم في حالته الطبيعية من ثلاثة نظائر (اليورانيوم-٢٣٨، واليورانيوم-٢٣٥، واليورانيوم-٢٣٤). والنظائر الأخرى التي لا توجد في

اليورانيوم الطبيعي هي اليورانيوم-٢٣٧ واليورانيوم-٢٣٦ واليورانيوم-٢٣٣ واليورانيوم-٢٣٢.

وأثناء عملية إثراء اليورانيوم الطبيعي، وهي ضرورية لإنتاج الطاقة من اليورانيوم في المفاعلات النووية، فإن نسبة اليورانيوم-٢٣٥ تزيد عن مستواها الطبيعي (٠.٧٢% من حيث الكتلة) الى ٢% أو أكثر من حيث الكتلة. وتوجد في اليورانيوم المتبقي بعد إزالة الجزء المثري تركيزات منخفضة من اليورانيوم-٢٣٥ واليورانيوم-٢٣٤. ويعرف هذا الناتج الفرعي لعملية الإثراء باسم اليورانيوم المستنفد. وعادة تبلغ نسبة التركيز المئوية من حيث كتلة اليورانيوم-٢٣٥ في اليورانيوم المستنفد المستخدم في الأغراض العسكرية ٠.٢% [7].

ويبلغ إجمالي النشاط الإشعاعي النوعي لليورانيوم الطبيعي (أي النشاط الإشعاعي لكل وحدة كتلة من معدن اليورانيوم الطبيعي) ٢٥ ر ٤ بكريل/مللي غرام. وتوجد نظائر اليورانيوم الطبيعي في حالة توازن مشع مع نظائر أخرى، مثل الثوريوم-٢٣٤ والثوريوم-٢٣١ والراديوم-٢٢٦ والراديوم-٢٢٣ والرادون-٢٢٢ والرصاص-٢١٠ والبولونيوم-٢١٠؛ وذلك نتيجة للاضمحلال المشع. وتوجد في اليورانيوم المستنفد فقط آثار لنواتج الاضمحلال تتجاوز الثوريوم-٢٣٤ والثوريوم-٢٣١، نظرا لأن نواتج الاضمحلال هذه لم يتوفر لها الوقت لكي تتشكل منذ توليد اليورانيوم المستنفد. ويبلغ النشاط الإشعاعي النوعي لليورانيوم المستنفد ١٤ ر ٢ بكريل/مللي غرام.

ويبين الجدول الأول الأعمار النصفية والنشاط الإشعاعي النوعي لثلاثة نظائر لليورانيوم الطبيعي ويقارن وفرتها النسبية من حيث الكتلة والنشاط الإشعاعي في اليورانيوم الطبيعي واليورانيوم المستنفد.

وكانت هناك تقارير تقول ان اليورانيوم المستنفد المستخدم في الذخائر يحتوي على كميات ضئيلة من النويدات المشعة الأخرى، مثل نظائر الأميريشيوم والبلوتونيوم، وكذلك اليورانيوم-٢٣٦.

اليورانيوم-٢٣٨ واليورانيوم-٢٣٥ واليورانيوم-٢٣٤.

وتضمنل نظائر اليورانيوم الطبيعي أساسا عن طريق انبعاث جسيمات ألفا. وتعد انبعاثات جسيمات ألفا وأشعة جاما انبعاثات منخفضة. ويبين الجدول الثالث الطاقات المتوسطة لكل تحول ينبعث عن طريق النظائر الثلاثة لليورانيوم الطبيعي.



الشكل ٢: مختبرات جمعتها ادارة الوقاية من الاشعاعات وتم تحليلها بمختبرات الوكالة في زابيرسدورف.

ويشير وجود هذه النويدات المشعة البشرية المنشأ الى أن بعض اليورانيوم المستنفد قد تم الحصول عليه من اليورانيوم الذي تم تشعيه في مفاعلات نووية وأعيدت معالجته بعد ذلك. وتفيد المعلومات المنشورة عن ساحات حربية أخرى بأن كميات هذه النويدات المشعة الموجودة في اليورانيوم المستنفد ضئيلة جدا [8 و 9]. وقد أرسلت ادارة الوقاية من الاشعاعات خمسة مختبرات مأخوذة من الكويت حتى يمكن تحديد تركيزات نظائر اليورانيوم والبلوتونيوم (الشكل ٢). وقد تم تحليل هذه المختبرات بواسطة قياس طيف أشعة ألفا، وترد النتائج في الجدول الثاني. وتفيد نسب النشاط الاشعاعي لليورانيوم-٢٣٤/اليورانيوم-٢٣٨ بأن اليورانيوم الموجود في المختبرات هو يورانيوم مستنفد. وتبلغ نسبة النشاط الاشعاعي لليورانيوم-٢٣٤/اليورانيوم-٢٣٨ في اليورانيوم الطبيعي ١ تقريبا.

وكانت هذه البيانات تتسق مع استنتاجات دراسات سابقة أجريت على مختبرات وجدت في منطقة البلقان [9] وأفادت بأن تركيزات النشاط الاشعاعي لليورانيوم-٢٣٨ واليورانيوم-٢٣٥ واليورانيوم-٢٣٤ هي وحدها التي يمكن أن تشكل بعض الخطورة من الناحية الاشعاعية. ولهذا لم تتناول هذه الدراسة الجرعات التي تعزى الى نظائر الأيريشيوم والبلوتونيوم ونظائر اليورانيوم بخلاف

### الجدول الأول- الأعمار النصفية والنشاط الاشعاعي النوعي والوفرة النسبية لنظائر اليورانيوم في اليورانيوم الطبيعي واليورانيوم المستنفد

الوفرة النظرية النسبية %		النشاط		النظير	العمر النصفى(أ)	النوعى (بكريل/ملي غرام)
اليورانيوم المستنفد	اليورانيوم الطبيعي	النشاط النوعى	النشاط النوعى			
حسب النشاط الاشعاعي	حسب الكتلة	حسب النشاط الاشعاعي	حسب الكتلة			
٨٧.٥	٩٩.٨	٤٨.٢	٩٩.٢٨	١٢٤٤	١٠ x ٤٥١	اليورانيوم-٢٣٨
١.١	٠.٢	٢.٢	٠.٧٢	٨٠	١٠ x ٧.١	اليورانيوم-٢٣٥
١١.٤	٠.٠٠٧	٤٩.٥	٠.٠٥٥	٢٣٠.٧٠٠	١٠ x ٢٤٧	اليورانيوم-٢٣٤

الجدول الثاني- تركيزات النشاط الاشعاعي لليورانسيوم-٢٣٨ واليورانيوم-٢٣٤ والبلوتونيوم-٢٣٨ والبلوتونيوم-٢٣٩ + ٢٤٠ ونسب النشاط الاشعاعي لليورانسيوم-٢٣٤/اليورانسيوم-٢٣٨ والبلوتونيوم-٢٣٨/البلوتونيوم-٢٣٩+٢٤٠ مقيسة في مختبرات اليورانسيوم المستنفذ المأخوذة من الكويت

معدل النشاط الاشعاعي		تركيز النشاط الاشعاعي (بكريل/كيلوغرام)					المخترق
اليورانسيوم-٢٣٤	البلوتونيوم-٢٣٨	البلوتونيوم-٢٣٨	البلوتونيوم-٢٣٩ + ٢٤٠	اليورانسيوم-٢٣٤ (١٠ x)	اليورانسيوم-٢٣٨ (١٠ x)		
٢٣٨-٢٣٩+٢٤٠	٢٣٨-٢٣٤	٢٣٨	٢٣٩ + ٢٤٠	(١٠ x)	(١٠ x)	المخترق ١ (ع=٣) <sup>(١)</sup>	
٠.٠١٣±٠.٠٧٢	٠.٠٠٦±٠.١٣٠	٠.٠٧±٠.٢٤٥	٠.٤±٠.٦٢	٠.٠٨±١.٥٧	٠.٥٥±١٢.٠٥	المخترق ٢ (ع=٦)	
٠.٠٠٤±٠.٠٢٥	٠.٠٠٢±٠.١٢٦	٠.٠٣±٠.١٣	٠.٢±٠.٥٣	٠.٠٨±١.٣٩	٠.٤٧±١٠.٩٤	المخترق ٣ (ع=٤)	
٠.٠٣±٠.١٠	٠.٠٠٧±٠.١٣٣	٠.٠٢±٠.٠٦	٠.١±٠.٦	٠.٠٨±١.٥٠	٠.٤٧±١١.٠٣		

(أ) ع= عدد التحديدات المستقلة. وبحسب عدم اليقين في معدلات النشاط الاشعاعي على أنه انحراف نمطي لقيم ع المقيسة.

## ٤-٢ اليورانسيوم في الطبيعة

ويحدد الشكل الكيميائي لمركب اليورانسيوم مدى سهولة انتقال المركب عبر البيئة، وكذلك مدى سميته من الناحية الكيميائية. ويلخص الجدول الرابع تركيزات النشاط الاشعاعي لليورانسيوم-٢٣٨ واليورانيوم-٢٣٥ الطبيعي المنشأ في بعض المواد البيئية [5].

### الجدول الثالث- الطاقة المتوسطة لكل تحول لنظائر اليورانسيوم-٢٣٨ و ٢٣٥ و ٢٣٤

النظير	الطاقة المتوسطة لكل تحول (ميغا إلكترون فولت/كبريل)	
	ألفا	بيتا
اليورانسيوم-٢٣٨	٤.٢٦	٠.١
اليورانسيوم-٢٣٥	٤.٤٧	٠.٠٤٨
اليورانسيوم-٢٣٤	٤.٨٤	٠.٠١٣

يوجد اليورانسيوم بكميات نزرعة في جميع الصخور وأنواع التربة، وفي الماء والهواء، وفي مواد مصنوعة من عناصر طبيعية. وهو معدن تفاعلي، ولذلك فإنه لا يوجد على شكل يورانسيوم حر في البيئة. وبالإضافة الى اليورانسيوم الموجود بصورة طبيعية في الفلزات، فإن معدن اليورانسيوم ومركباته الناتجة عن الأنشطة الصناعية يمكن أن تتطلق أيضا عائدة الى البيئة.

ويمكن أن يتحد اليورانسيوم مع عناصر أخرى في البيئة ليشكل مركبات اليورانسيوم. وتفاوت قابلية ذوبان مركبات اليورانسيوم هذه تفاوتاً هائلاً. واليورانيوم الموجود في البيئة تغلب عليه أكاسيد اليورانسيوم مثل ثاني أكسيد اليورانسيوم، وهو مركب غير ضار وغير قابل للذوبان يوجد في الفلزات، وثالث أكسيد اليورانسيوم، وهو مركب قابل للذوبان بصورة معتدلة ويوجد في المياه السطحية.

الجدول الرابع- تركيزات النشاط الإشعاعي لليورانيوم-٢٣٨ واليورانيوم-٢٣٥ الموجود بصورة طبيعية في بعض المواد البنائية

تركيز النشاط الإشعاعي		المادة	
اليورانيوم-٢٣٥		اليورانيوم-٢٣٨	
المدى	القيمة المرجعية	المدى	القيمة المرجعية
-	-	٦٩٠-١	٣٥
-	٠,٠٥	١٨-٠,٠٢	١
٠,٠٥-٠,٠٠٠٤	٠,٠٠٠٠٤	١٥٠-٠,٠٠٠٠٩	٠,٠٠١
٠,٠٠٠١٢-٠,٠٠٠٠٧	٠,٠٠٠١	٢٢-٠,٠٠٠٠٦	٠,٠٠٢
٠,٠٠٠٠٦-٠,٠٠٠٠٥	٠,٠٠٠٠١	٢٩-٠,٠٠٠٠٤	٠,٠٠٣
٠,٠٠٠٠٦-٠,٠٠٠٠٥	٠,٠٠٠٠٥	٠,٠١٧-٠,٠٠٠٠١	٠,٠٠١
٠,٠٠٠٠٥-٠,٠٠٠٠٢	٠,٠٠٠٠٥	٠,٠٢-٠,٠٠٠٠٨	٠,٠٠٢

مركبات اليورانيوم للذوبان في الرئة والأمعاء على انتقال اليورانيوم داخل جسم الانسان.

ويتم افراز معظم اليورانيوم الذي يتناولها الانسان عن طريق البراز خلال بضعة أيام ولا يصل قط الى الأوعية الدموية. أما الجزء المتبقي فينتقل الى الأوعية الدموية. ويتم افراز معظم اليورانيوم الموجود في الأوعية الدموية عن طريق البول خلال بضعة أيام، ولكن يبقى قدر ضئيل في الكليتين والأنسجة الرقيقة الأخرى وكذلك في العظام.

#### ٦-٢ مسارات التعرض لليورانيوم المستنفد

يتكون الإشعاع المنبعث من اليورانيوم المستنفد في معظمه من جسيمات ألفا (أنظر الجدول الثالث). وجسيمات ألفا لها مدى محدود جدا في الأنسجة؛ ونادرا ما تنفذ من خلال الطبقة الخارجية للجلد، وبذلك فانها لا تشكل خطورة من حيث التشعيع الخارجي. غير أن جسيمات ألفا نشطة جدا، وإذا انطلقت داخل الجسم فباستطاعتها أن تتلف الخلايا المجاورة. ولهذا يعتبر التشعيع الداخلي أحد الاعتبارات المهمة. ولا ينتقل اليورانيوم عادة بشكل فعال على امتداد السلسلة الغذائية، ولهذا فان الاستنشاق يعتبر عادة مسار التعرض الذي

#### ٥-٢ التعرض لليورانيوم الطبيعي

يدخل اليورانيوم الى جسم الانسان أساسا عن طريق تناول الأغذية والماء واستنشاق الهواء. وقد قدرت لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري أن الشخص المتوسط يمتص ٣ر١ ميكرو غرام من اليورانيوم يوميا، وهو ما يماثل أخذ داخلي سنوي قدره ٤٦ر٠ مللي غرام، أو ٦ر١١ بكريل [5]، ويتم ذلك في المقام الأول عن طريق استهلاك مياه الشرب. ويتلقى الشخص العادي عادة جرعة سنوية تقل عن ٦ر٠ ميكرو سيفرت من تناول اليورانيوم؛ وبالإضافة الى ذلك، يتلقى الشخص العادي جرعة سنوية تبلغ حوالي ١٠٠ ميكرو سيفرت من تناول نواتج اضمحلال اليورانيوم [5].

ويرتبط اليورانيوم في الهواء بجسيمات الغبار. وقد قدرت لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري أن الشخص العادي يستنشق ٦ر٠ ميكرو غرام من اليورانيوم (١٥ مللي بكريل سنويا) [5]. وهذا يؤدي الى جرعة سنوية قدرها ٤٨ر٠ ميكرو سيفرت؛ وقد قدر متوسط الجرعة السنوية الاجمالية من استنشاق جميع النويدات المشعة الطبيعية المنشأ بنحو ٨ر٥ ميكرو سيفرت [5]. ويؤثر حجم أيروسول اليورانيوم وقابلية

يستحق اهتماما أوليا في التقييمات البيئية. وقد تنطوي عمليات مثل الارتحال عبر التربة، وتراكم المواد التي تعلق من جديد فوق المحاصيل، والانتقال الى المياه الجوفية، على أهمية أكبر في المدى الأبعد.

وفي حالة المعارك، يتمثل الخطر الاشعاعي الرئيسي المرتبط بذخائر اليورانيوم المستنفذ في استنشاق الأيروسولات الناتجة عن ارتطام ذخائر اليورانيوم المستنفذ بهدف مدرع. وتبين الدراسات التي أجريت على مدى التجارب أن معظم أيروسولات اليورانيوم المستنفذ الناتجة عن اصطدام المخترقات بهدف مدرع تستقر خلال فترة زمنية قصيرة من حدوث الاصطدام وعلى مقربة من الموقع، مع أن بعض الجسيمات الأصغر قد تنتقل لمسافة عدة مئات من الأمتار بواسطة الرياح [10]. غير أن استنصاء الوكالة كان يهتم بالآثار المحتملة لليورانيوم المستنفذ على سكان الكويت. ولم تنطرق هذه الدراسة الى تعرض الأفراد العسكريين لليورانيوم المستنفذ في أعقاب إحدى الهجمات مباشرة.

ويتمثل أحد مسارات التعرض المحتملة بالنسبة لأولئك الذين يزرون مناطق متضررة باليورانيوم المستنفذ أو يعيشون فيها بعد أن تستقر الأيروسولات في استنشاق جسيمات اليورانيوم المستنفذ الموجودة في التربة والتي تعلق من جديد بفعل الرياح أو الأنشطة البشرية مثل الحرث.

وهناك مسار تعرض محتمل يستحق الدراسة وهو تناول العفوي أو المتعمد للتربة. فمثلا، يمكن للمزارعين العاملين في حقل تعرض لاطلاق ذخائر اليورانيوم المستنفذ أن يتناولوا بصورة عفوية كميات صغيرة من التربة، في حين أن الأطفال أحيانا يأكلون التربة عمدا. غير أنه تبين أن الجرعات الناتجة عن مسار التعرض هذا أقل بكثير من الجرعات المرتبطة بمسارات أخرى.

وعموما فإن نسبة عالية من ذخائر اليورانيوم المستنفذ التي تطلق من إحدى الطائرات تخطى هدفها المقصود. وتتفاوت الحالة المادية لهذه الذخائر بعد اطلاقها من شظايا صغيرة الى

مخترقات سليمة كاملة، اما مغطاة كليا أو جزئيا بأغلفتها المصنوعة من الألومنيوم. ويمكن أن يصبح الأفراد الذين يجدون أو يتداولون مثل هذه الذخائر معرضين عن طريق التشعيع الداخلي الذي يعزى الى جسيمات بيتا وأشعة جاما المنبعثة من اليورانيوم المستنفذ (الجدول الثالث). غير أن الجرعة المتلقاة لا تكون ذات أهمية الا إذا لامس شخص ما مقذوفات اليورانيوم المستنفذ لفترة طويلة من الوقت، نظرا لأن الجرعة الملامسة للجلد من اليورانيوم المستنفذ تبلغ حوالي ٢٣ ملي سيفرت/ساعة [11]. ولهذا ليس من المحتمل أن يؤدي حتى التلامس الممتد مع اليورانيوم المستنفذ الى حروق جلدية أو أي أثر اشعاعي حاد آخر.

فضلا عن هذا، فإن المخترقات التي لا تصيب الهدف تتحلل بمرور الزمن، لتتحول الى شظايا وجسيمات تحتوي على أكاسيد اليورانيوم، وقد يتراوح حجمها بين عدة ملليمترات وأقل من ميكرومتر [12]. ومن المرجح أن يتناول السكان أو يستنشقوا بعضا من أكاسيد اليورانيوم التي تحولت عن طريق عملية التحلل هذه.

## ٧-٢ استخدام اليورانيوم المستنفذ في الكويت

### ١-٧-٢ الاستخدامات العسكرية لليورانيوم المستنفذ

ان الخواص الفيزيائية والكيميائية لليورانيوم تجعله مناسباً جداً للاستخدامات العسكرية. ويدخل اليورانيوم المستنفذ في صنع الذخائر المستخدمة في اختراق الطبقات المدرعة، كما في الدبابات، وفي الرؤوس المخروطية للصواريخ، وكأحد مكونات الدروع الخاصة بالدبابات. وتعد الدروع المصنوعة من اليورانيوم المستنفذ أقدر بكثير على مقاومة اختراق الذخائر المضادة للدروع من صفائح الدروع المصنوعة من الصلب المدلفن.

ويشار عادة الى الذخائر الثابتة للدروع باسم "مخترقات الطاقة الحركية". ويفضل

اليورانيوم المستنفد على فلزات أخرى، مثل التتغستين، نظرا لكثافته العالية وطبيعته الذاتية الاشتعال (فاليورانيوم المستنفد يشتعل ذاتيا عندما يتعرض لدرجات حرارة تتراوح بين ٦٠٠ و ٧٠٠ درجة مئوية وتحت قيم ضغط عالية)، وقدرته على أن يصبح "أكثر حدة" عندما يخترق الطبقات المدرعة. فعندما يرتطم مقذوف مخترق مصنوع من اليورانيوم المستنفد بهدفه فإنه ينفجر، ليتحول الى شظايا مكونا هباء من الجسيمات ("غبار اليورانيوم المستنفد") التي يتوقف حجمها على زاوية الارتطام، وسرعة المخترق، ودرجة الحرارة. ويمكن أن تشتعل جسيمات الغبار الدقيقة هذه ذاتيا في الهواء. وقد تنفجر الأجزاء الصغيرة في النار وتحترق، ولكن التجارب أظهرت أن هذا لا يحدث عادة بالنسبة للأجزاء الكبيرة مثل المخترقات المستخدمة في الأسلحة المضادة للدبابات أو في الأتقال الخاصة بتوازن الطائرات.

## ٢-٧-٢ استخدام اليورانيوم المستنفد في حرب الخليج

كانت حرب الخليج عام ١٩٩١ أول صراع تستخدم فيه ذخائر اليورانيوم المستنفد على نطاق واسع. فقد استخدمت ذخائر اليورانيوم المستنفد من جانب جيش الولايات المتحدة الأمريكية وسلاحها الجوي وأسطولها البحري وقوات المارينز التابعة لها. وكانت المملكة المتحدة الدولة الأخرى الوحيدة المشاركة في الحرب والتي عرف أنها استخدمت ذخائر اليورانيوم المستنفد. ويعطي الجدول الخامس موجزا للعدد والوزن المعلنين لقذائف اليورانيوم المستنفد التي استخدمت أثناء حرب الخليج. واستنادا الى المعلومات التي قدمتها وزارة الدفاع الأمريكية (مكتب المساعد الخاص لوزير الدفاع المعني بالأمراض الناجمة عن حرب الخليج) [13]، استخدم الجيش الأمريكي قذائف يورانيوم مستنفد من عيار ١٠٥ مم (M900) و ١٢٠ مم (M829 و M829A1)، أطلقت من دبابات أبرامز. وتزن كل قذيفة من عيار ١٠٥ مم

حوالي ٣ر٨٣ كيلوغرام، بينما يتراوح وزن ذخيرة الدبابات عيار ١٢٠ مم ما بين ٣ر٩٤ كيلوغرام للذخيرة من نوع M829، و ٤ر٦٤ كيلوغرام للذخائر من نوع M829A1. وتشمل الأرقام الخاصة بالجيش الأمريكي الواردة في الجدول الخامس ذخائر زودت بها فرق المارينز بمجرد أن استخدمت حصتها الأولية. ولا ترد هذه الحصاة الأولية ضمن المعلومات التي قدمتها وزارة الدفاع الأمريكية. واستخدم سلاح الطيران الأمريكي ما مجموعه ٧٨٣ ٥١٤ قذيفة حارقة ثابتة للمدركات (API) من عيار ٣٠ مم، تحتوي كل منها على حوالي ٣٠٢ غرام من اليورانيوم المستنفد، أطلقت من طائراته من طراز A-10. وأطلقت أربع أو خمس قذائف يورانيوم مستنفد بصورة عارضة من مدافع فلانكس عيار ٢٠ مم التابعة لنظام أسلحة الالتحام (CIWS) على متن إحدى فرقاطات البحرية الأمريكية. وأخيرا قامت قوات المارينز، بالإضافة الى عدد غير معن من الدبابات التي تستخدم ذخائر اليورانيوم المستنفد، بإطلاق ما مجموعه ٤٣٦ ٦٧ قذيفة من عيار ٢٥ مم من نوع PGU/20 من طائراتها النفاثة طراز AV-8B Harrier، تحتوي كل قذيفة منها على ١٤٨ غراما من اليورانيوم المستنفد. واستنادا الى المعلومات التي قدمتها وزارة الدفاع بالمملكة المتحدة، أطلق الجيش البريطاني أقل من ١٠٠ قذيفة من عيار ١٢٠ مم من المقذوفات APFSDS الثابتة للمدركات من طراز Disacrding Sabot من دباباته المعروفة باسم Challenger. ويقدر العدد الاجمالي للقذائف التي أطلقت في حرب الخليج بنحو ٦٠٠ ٨٦٠ قذيفة يبلغ اجمالي وزنها من اليورانيوم المستنفد حوالي ٢٨٦ طنا. غير أن هذه الأرقام لا تشمل الحصاة الأولية من ذخائر اليورانيوم المستنفد الخاصة بالدبابات التي استخدمتها قوات المارينز الأمريكية. واستنادا الى ما جاء في كتاب [14] Dunningam and Bay، استخدمت ذخائر اليورانيوم المستنفد في تدمير حوالي ٥٠٠ دبابة فقط من مجموع ٣٧٠٠ دبابة تابعة للجيش العراقي

الكويت، وتم اختيارها فقط على أساس المعلومات المتاحة لسلطات الكويت فيما يتعلق بمسارح العمليات العسكرية التي استخدمت فيها ذخائر اليورانسيوم المستنفد. ولم يتم اجراء المزيد من الدراسات الاستقصائية للتحقق من دقة هذه المعلومات أو لتحديد مواقع أخرى محتملة في الكويت يمكن أن تكون قد تضررت من وجود مخلفات اليورانسيوم المستنفد.

تم تدميرها أثناء حرب الخليج، منها ٨٠% دمرت بواسطة الدبابات الأمريكية.

وعلى عكس الصراع في كوسوفو، الذي قدمت منظمة حلف شمال الأطلسي بشأنه احداثيات مفصلة عن الأماكن التي استخدمت فيها ذخائر اليورانسيوم المستنفد، لم تقدم سلطات الولايات المتحدة معلومات مفصلة عن المواقع الدقيقة التي أطلقت فيها مثل هذه الذخائر أثناء حرب الخليج. أما المواقع التي شملتها هذه الدراسة فقد ذكرتها سلطات

#### الجدول الخامس- موجز لذخائر اليورانسيوم المستنفد التي استخدمت أثناء حرب الخليج

DU munition type	Rounds used in the Gulf War	Weight of a DU round (kg)	Total weight of DU (t)
<i>US Army</i>			
M900 (105 mm)	504	3.83	1.93
M829 and M829A1 (120 mm)	9048	3.94/4.64	37.3
Total	9552	—	39.2
<i>US Air Force</i>			
API (30 mm)	783 514	0.302	237
<i>US Navy</i>			
20 mm from Phalanx CIWS	4-5	~0.1	~0.0005
<i>US Marine Corps</i>			
PGU/20 (25 mm)	67 436	0.148	10
<i>British Army</i>			
APFSDS (120 mm)	<100	4.85	<0.5
Total	~860 600	—	~286

### ٣- المنهجية المستخدمة في الدراسة الاستقصائية للمواقع والتقييم الإشعاعي

أوفدت في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١ بروتوكولا لتقييم عولية البيانات القائمة ووافقوا عليه.

وبعد استكمال تقييم العولية، تم وضع برنامج منقح لأخذ العينات وإجراء القياسات. فضلا عن هذا، اختارت ادارة الوقاية من الاشعاعات بعض عينات التربة والمياه والمرشحات الهوائية التي تم جمعها بالفعل وأرسلتها الى الوكالة لإجراء تحليل مفصل. واستند التقييم اللاحق الى جميع ما أتيج من بيانات يعول عليها.

#### ٢-٣ تقييم عولية البيانات الموجودة

تم اجراء هذا الجانب من الدراسة بمختبرات الوكالة في زايبرسدورف، بالتعاون مع ادارة الوقاية من الاشعاعات. ويرد التقرير المفصل مستسحا في التذييل الأول؛ ويعرض هنا فقط موجز مختصر بالاضافة الى الاستنتاجات.

ففي أيلول/سبتمبر ٢٠٠١، قدمت ادارة الوقاية من الاشعاعات للوكالة تقريرا أوليا بعنوان "تركيز اليورانيوم في التربة المأخوذة من منطقة الوفرة"، تضمن بيانات عن تركيزات اليورانيوم في المرشحات الهوائية تغطي الفترة ١٩٩٣-٢٠٠٠. وأعد تقرير ثان بتاريخ ٢٨ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠١ ورد الى زايبرسدورف في ٥ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠١. وبالاضافة الى البيانات التي قدمت بالفعل، تضمن هذا التقرير معلومات عن البروتوكولات والمعايير والبيانات الطيفية البيئية التي استخدمتها ادارة الوقاية من الاشعاعات. وقد أتاحت هذه الوثائق للوكالة مراجعة الاجراءات المستخدمة في ذلك الوقت.

وكانت ادارة الوقاية من الاشعاعات قد حلت بالفعل عينات المرشحات الهوائية والتربة التي قدمتها في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١ باستخدام قياس طيف أشعة جاما؛ وتبين أن القيم المقيسة كانت

قامت بعثتان من كبار الخبراء في الوقاية من الاشعاعات الذين عينتهم الوكالة بدراسة الحالة الراهنة في الكويت: أوفدت البعثة الأولى في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١ وأعقبها حملة أخذ عينات تمت في شباط/فبراير ٢٠٠٢.

#### ١-٣ البعثة الأولى لكبار الخبراء: أيلول/سبتمبر ٢٠٠١

كانت أهداف بعثة كبار الخبراء الموفدة في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١ هي مناقشة المعلومات التي كانت متاحة في ذلك الوقت مع زملاء من الكويت، وزيارة المواقع المقررة لهذه الدراسة، ووضع استراتيجية لبعثة أخذ العينات اللاحقة، وإجراء التحليلات والتقييمات. وأتاحت هذه البعثة أيضا فرصة للخبراء لكي يتعرفوا على أنواع البيئة والشواغل المراد دراستها في التقييم اللاحق.

وقد قامت سلطات الكويت بجمع بيانات عن تركيزات اليورانيوم في المواد البيئية المختلفة قبل ايفاد هذه البعثة، مع أنه لم تتح أي بيانات خاصة في ذلك الوقت عن كميات اليورانيوم المستنفذ الموجودة. وتم أخذ عينات من الهواء في أربعة أماكن حول مدينة الكويت منذ عام ١٩٩١؛ وتم جمع عينات من التربة والنبات والمياه من مواقع ذات أهمية. فضلا عن هذا، تم قياس الاشعاع في الدبابات التي أصيبت بذخائر اليورانيوم المستنفذ باستخدام أجهزة محمولة لرصد الاشعاع. وكان المطلب العام هو الخروج بتقييم مستقل يقوم على دراسة المواقع التي حددتها حكومة الكويت. غير أنه كان من رأي الخبراء أن البيانات التي تولدت بالفعل يمكن أن تشكل مدخلا مهما للتقييم النهائي، بشرط أن يتمكنوا بصورة مستقلة من اثبات أن البيانات يمكن التعويل عليها. وناقش كبار الخبراء وزملاؤهم من الكويت أثناء البعثة التي



مقارنة لحدود الكشف أو أقل منها. وقامت الوكالة بعد ذلك بتحليل هذه العينات باستخدام قياس طيف أشعة جاما وكذلك باستخدام تقنيات أكثر حساسية وهي قياس طيف أشعة ألفا وقياس الطيف الكتلي المقرون بالحث.

وأجريت أيضا مقارنة نوعية. فقامت ادارة الوقاية من الاشعاعات بجمع حوالي ٨٥ كيلو غرام من التربة من منطقة الدوحة المعروف أنها ملوثة باليورانيوم المستنفد وأرسلت الى مختبرات الوكالة في زايبيرسدورف، حيث تم تجفيفها وتقيتها وخطها بدقة. ثم قامت الوكالة وادارة الوقاية من الاشعاعات بتحليل مقادير منفصلة. وفضلا عن هذا، تم ارسال مواد مرجعية كانت الوكالة قد قامت بتحضيرها وتحليلها من قبل الى ادارة الوقاية من الاشعاعات لتحليلها. وقد أتاحت هذه العينات للوكالة تقييم قدرة ادارة الوقاية من الاشعاعات على قياس اليورانيوم المستنفد واليورانيوم الطبيعي في عينات كانت المستويات فيها عالية. وبالنسبة لهذه العملية، كانت القياسات التي أجرتها الوكالة على كل من المواد المرجعية والتربة المأخوذة من الدوحة تقتصر على قياس طيف أشعة جاما.

وخلص التقييم الذي أجري بمختبرات الوكالة في زايبيرسدورف الى أن اجراء المعايرة الذي استخدمته ادارة الوقاية من الاشعاعات أدى الى خطأ منهجي في قياس عينات التربة والمرشحات الهوائية؛ فالقيم الفعلية لتركيز النشاط الاشعاعي كان يمكن أن تزيد على عشرة أمثال تلك التي ذكرت عند الطرف الأدنى لمدى القياس (أنظر التذييل الأول). وقدمت المشورة بشأن الطريقة التي يمكن بها تحسين الاجراء. وتتطلب تقنية القياس التي اعتمدها ادارة الوقاية من الاشعاعات الحد الأدنى من تحضير العينات، ومن ثم فهي مغرية من زاوية الرصد عندما يكون تجهيز العينات مهما. ولكن لا يمكن لهذا النهج أن يقدم معلومات عن التكوين النظيري للنويدات المشعة ذات الأهمية، وبذلك لا يستطيع أن يثبت ما اذا كان اليورانيوم الموجود هو يورانيوم مستنفد أو طبيعي المنشأ. غير أن حدود الكشف التي يمكن تحقيقها تقل عن

التركيزات التي تنطوي على أهمية اشعاعية. وفي الجزء الباقي من هذا التقرير، أخذت تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ في التربة التي قامت ادارة الوقاية من الاشعاعات بقياسها على أنها حوالي ١٠ بكريل/كيلو غرام، ما لم يذكر غير ذلك. واستنادا الى بيانات الوكالة، يعد هذا في حدود القيمة المتوقعة بالنسبة لمستوى الاشعاعات البيئية الطبيعية في الكويت.

وكانت نتائج المقارنة متفقة مع ذلك وأظهرت أن باستطاعة ادارة الوقاية من الاشعاعات اجراء قياسات دقيقة لتركيزات اليورانيوم في التربة باستخدام قياس طيف أشعة جاما عندما تتجاوز القيم حدود الكشف.

### ٣-٣ حملة أخذ العينات: شباط/فبراير ٢٠٠٢

أعد كبار الخبراء أثناء بعثتهم في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١ استراتيجية لبعثة لاحقة لأخذ العينات تستند الى الافتراض القائل بأن البيانات التي توصلت اليها ادارة الوقاية من الاشعاعات بالفعل يمكن استخدامها بصورة مباشرة. ولكن نظرا لأن تقييم العولية أوضح بعد ذلك أن غالبية بيانات ادارة الوقاية من الاشعاعات التي حصلت عليها عن طريق قياس طيف أشعة جاما كانت تركيزات مقارنة لحدود الكشف أو أقل منها ولم تتم إتاحة بيانات تبين وجود اليورانيوم المستنفد في البيئة، كان من الضروري وضع برنامج أكثر شمولا. ولهذا أعدت الوكالة خطة منقحة لأخذ العينات تم تحسينها والموافقة عليها بعد ذلك عن طريق مراسلات مع كبار الخبراء.

وبدأت حملة أخذ العينات في الفترة من ٢ الى ١٠ شباط/فبراير ٢٠٠٢. وضمت الفرقة التي قامت بالحملة علماء من الوكالة ومختبر شيبير بسويسرا الذي يمثل برنامج الأمم المتحدة للبيئة، وادارة الوقاية من الاشعاعات. وتم التفيتش على جميع الأحد عشر موقعا التي أدرجت في الدراسة. وأجريت أيضا تجارب خاصة باعادة التعلق شملت تناثر الرمال الملوثة باليورانيوم المستنفد عن طريق

موجز لنتائج التحاليل التي أجريت بمختبرات الوكالة في زايبرسدورف وفي مختبر شبيز دعما لهذه الدراسة، والتقارير ذات الصلة التي تبين تفاصيل هذه التحاليل.

وقد تم بالشكل الملائم اعتماد جميع الطرق التحليلية المستخدمة كما أجريت التحاليل في اطار النظم الرسمية لضمان الجودة.

### الجدول السادس- موجز العينات التي جمعت أثناء حملة أخذ العينات في شباط/فبراير ٢٠٠٢

نوع العينة	عدد العينات	الكتلة (كيلو غرام)
التربة	١٢٥	٣٥٧
المياه	١٢	٢٥
مرشحات المياه	١٢	-
الخضروات	١٤	٢٤
مرشحات الهواء	٣٢	-
المسحات	١١	-
المجموع	٢٠٦	٤٠٦

### ٥-٣ تقييم الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب مخلفات اليورانيوم المستنفد

اتباع نهج متحفظ في تقدير الجرعات السنوية المحتملة التي يمكن أن ترتبط باليورانيوم المستنفد. وينبغي النظر الى الجرعات المقدرة في هذا التقييم على أنها جرعات نظرية تلقاها أفراد افتراضيون يعملون أو يقيمون في المناطق التي شملها الاستقصاء. ولم يتم تحديد أي أشخاص يحتمل تلقيهم لجرعات عن طريق التعرض لمخلفات اليورانيوم المستنفد، سواء من جانب سلطات الكويت أو في إطار الاستقصاءات التي أجرتها الوكالة. والجرعات المقدرة هي جرعات فعالة مودعة من التعرض للمستويات الحالية لليورانيوم المستنفد في البيئة، وتم تقديرها أساسا باستخدام تركيزات النويدات المشعة المقيسة في عينات من الأوساط البيئية تم جمعها أثناء هذه الدراسة. ولم تبذل أي محاولة لتقييم الجرعات وقت

التفجيرات المقيدة (أنظر التذييل الثالث). وتم جمع عينات وصلت في مجموعها الى ٢٠٦ عينات، من بينها ١٦٣ عينة من التربة والمياه والخضروات بكتلة اجمالية تزيد على ٤٠٠ كيلو غرام، و ١١ مسحة من دبابات ملوثة باليورانيوم المستنفد و ٣٢ مرشحا هوائيا تم جمعها أثناء تجارب اعادة التعلق. ويقدم الجدول السادس تفصيلا للعينات التي تم جمعها. وترد في القسم ٤ تفاصيل عن العينات التي أخذت من مواقع فردية.

### ٤-٣ تحليل العينات التي جمعت أثناء الحملة

قسم العمل التحليلي بين مختبرات الوكالة في زايبرسدورف ومختبر شبيز بسويسرا. كما أن بعض عينات النباتات التي حللها مختبر شبيز تم قياسها أيضا بواسطة مختبر الكيمياء النووية التابع لمعهد عناصر ما وراء اليورانيوم بالمفوضية الأوروبية في كارلسروه بألمانيا. وأكدت نتائج هذه القياسات نتائج التحليل الذي أجراه مختبر شبيز. وتم تحليل العينات باستخدام قياس طيف أشعة جاما، أو قياس طيف أشعة ألفا أو قياس الطيف الكتلي المقرون بالحث، حسب الاقتضاء. ويتطلب قياس طيف أشعة جاما أدنى قدر من تحضير العينات. أما الطرق التي تعتمد على قياس طيف أشعة ألفا أو قياس الطيف الكتلي المقرون بالحث فتحتاج الى عمالة أكثر كثافة ولكنها تعطي حدود كشف أقل بكثير وتوفر معلومات يمكن استخدامها في تقرير ما اذا كان اليورانيوم المستنفد موجوداً في العينة. وتنطوي جميع القياسات على عناصر عدم يقين مرتبطة بها، ويتوقف مستوى عدم اليقين على عوامل من قبيل الطريقة المستخدمة وكمية النشاط الإشعاعي في العينة. وقدرت عناصر عدم اليقين بالنسبة لجميع القياسات التي أجريت في هذه الدراسة، وقد أخذت هذه في الاعتبار عند تفسير النتائج. وتقتصر النتائج الواردة في الجزء الرئيسي من هذا التقرير أساسا على تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ ونسبة كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨. ويرد في التذييل الرابع

- الألبان؛
- اللحوم.
- (د) تناول التربة.

ولم يدرج في التقييم التعرض الخارجي لليورانيوم المستنفد الموجود في التربة. فهذا المسار ينطوي على أهمية ضئيلة في غياب نواتج نظائر اليورانيوم، كما في حالة اليورانيوم المستنفد. ولم يتم حساب الجرعات المرتبطة بجميع مسارات التعرض التي تم بحثها الا بالنسبة لأفراد افتراضيين يقيمون في مناطق الزراعة بالوفرة والعدلي. وبالنسبة للروضتين، تم فقط حساب الجرعات التي تلقاها بالغون افتراضيون نتيجة تناول مياه الشرب. وبالنسبة لجميع المواقع الأخرى تم تقدير الجرعات التي كان من الممكن أن تنشأ نتيجة لاستنشاق المواد التي أعيد تعلقها وتناول التربة بالنسبة للبالغين وكذلك بالنسبة للأطفال في سن العاشرة حيثما اعتبر ذلك ملائماً. ويرد في التذييل الثاني وصف كامل للطرق المستخدمة في تقييم الجرعات الإشعاعية المحتملة التي يمكن أن تنشأ بسبب مسارات التعرض المختلفة التي تم تحديدها أعلاه.

حرب الخليج عام ١٩٩١ أو لنموذجة الانتقال الطويل الأجل لنواتج اليورانيوم في البيئة. ولم يدرج في التقييم سوى نظائر اليورانيوم ذات المنشأ الطبيعي (اليورانيوم-٢٣٨ واليورانيوم-٢٣٥ واليورانيوم-٢٣٤). أما النويدات المشعة الأخرى، مثل البلوتونيوم-٢٣٨ والبلوتونيوم-٢٣٩ + ٢٤٠، فلم توجد الا بكميات ضئيلة في مخلفات اليورانيوم المستنفد (أنظر الجدول الثاني) ولهذا لم تدرج في التقييم. وبالمثل، لم يعثر على اليورانيوم-٢٣٦ الا بكميات ضئيلة في بعض العينات ولم يؤخذ هذا اليورانيوم في الاعتبار. ولأغراض المقارنة، تم أيضاً حساب الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب اليورانيوم الطبيعي الموجود في المواقع. وكانت مسارات التعرض التي أدرجت في التقييم كما يلي:

- (أ) استنشاق التربة التي تعلق من جديد بفعل الرياح أو بسبب أنشطة بشرية.
- (ب) تناول المياه.
- (ج) تناول المواد الغذائية الأرضية:
  - الخضروات الورقية؛
  - الخضروات الجذرية؛

## ٤ نتائج التقييم الإشعاعي

واستناداً الى القياسات التي أجريت، تم تقدير الجرعات التي يُحتمل أن تكون قد أصابت الأفراد في المواقع التي جرى استقصاؤها. ويرد حسب الاقتضاء تلخيص لنتائج التقييم في الجزء المتبقي من هذا القسم. وحتى توضع النتائج المستخلصة من أماكن معينة في سياقها الصحيح، زودت ادارة الوقاية من الاشعاعات الوكالة بعينات من الرمال والتربة أُخذت من جزيرتي فيلقة وبوبيان البحريتين اللتين لم تتأثرا باليورانيوم المستنفد. وتم تحليل تلك العينات باستخدام قياس طيف أشعة ألفا وقياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث؛ وترد النتائج في الجدول السابع وتتراوح تركيزات نشاط اليورانيوم-٢٣٨ بين ٩ و ٢٥ بكريل/كغم.

### ١-٤-١ الدوحة

الدوحة مكان ساحلي يقع بالقرب من مستوطنة الصليبخات ومن مدينة الملاهي، وهي مركز ترفيهي يرتاده الكبار والصغار على نطاق واسع. ويصبح هذا الموقع مغموراً تماماً من جراء تيارات المد والجزر العالية مرة أو مرتين سنوياً تقريباً، في تشرين الأول/أكتوبر أو تشرين الثاني/نوفمبر بصفة عامة. والمنطقة المعنية متاخمة لقاعدة كامب دوحة العسكرية الأمريكية. وكانت توجد في الموقع كمية كبيرة من ذخائر اليورانيوم المستنفد عندما اندلع حريق في ١١ تموز/يوليه ١٩٩١. وطبقاً للمعلومات التي أفاد بها الجيش الأمريكي [13]، تبيّن أن نحو ٦٦٠ طلقة من ذخائر اليورانيوم المستنفد دُمّرت أو أُلغيت في الحريق، منها نحو ٣٦٠ طلقة تم حصرها في عمليات التنظيف التي أجريت فوراً. وفُقد

### ١-٤-٤ الأوضاع الإشعاعية في المواقع التي تم استقصاؤها

يعرض هذا القسم نتائج تفصيلية وتقييمات للأوضاع الإشعاعية السائدة في كل من المواقع التي تقرر دراستها. وقد جرى، عند الاقتضاء، تصنيف المواقع التي تتشابه فيها الأوضاع والمتطلبات ضمن مجموعة واحدة. والأماكن التي تمت دراستها مبيّنة في الشكل ١. وقد قدمت حكومة الكويت قائمة بالمواقع ويمكن تقسيم المواقع التي اختيرت لاستقصائها الى ثلاث مجموعات تقريباً وهي:

- (أ) المواقع التي استُخدمت فيها ذخائر يورانيوم مستنفد أثناء حرب الخليج. ونظراً لعدم توافر معلومات تفصيلية عن الأماكن الدقيقة، فقد اختيرت المواقع على أساس المعارف المحلية أو حيثما عُثر على مخلفات ذخائر يورانيوم مستنفد.
- (ب) المواقع التي خُزنت فيها مخلفات يورانيوم مستنفد.
- (ج) المواقع التي أثّرت مخاوف بشأنها حول امكانية تلوث المياه والمواد الغذائية باليورانيوم المستنفد.

وترد أيضاً في هذا القسم نتائج تحليل مرشحات الهواء التي جمعتها ادارة الوقاية من الاشعاعات في مدينة الكويت، وتحليل المخاطر الإشعاعية التي يمكن ربطها بتداول ذخائر يورانيوم مستنفد. ولا يعرض في هذا القسم سوى تركيزات نشاط اليورانيوم-٢٣٨ والنسب النظرية لليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ حسب الكتلة. وترد في المرفق الرابع معلومات أكثر اسهاباً.

حوالي ٣٠٠ مخترق يورانيوم مستنفد، بما يوازي ما مجموعه ١٥٠٠ كغم من اليورانيوم المستنفد. وبعد الحريق مباشرة، قام الجيش الأمريكي باخلاء المنطقة من المعدات والمباني والأنقاض، كما أزال

معظم التربة الملوثة. وقد أزيحت بعض الأنقاض المتخلفة عن الحادث وتم خزنها في الموقع الجاري استقصاؤه؛ حيث أقيم حاجز حول المنطقة لتقييد الوصول إليها.

### الجدول السابع- تركيزات نشاط اليورانيوم -٢٣٨ والنسب النظرية في الرمال والتربة المأخوذة من أماكن في الكويت

Location and sample type	Activity concentration of <sup>238</sup> U (Bq/kg)	<sup>234</sup> U/ <sup>238</sup> U activity ratio	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
Failaka sand	17.6 ± 1.0	1.13 ± 0.09	0.0072
Failaka sand	19.5 ± 1.2	1.12 ± 0.09	0.0073
Failaka soil	15.9 ± 1.1	1.08 ± 0.10	0.0072
Failaka sand	18.9 ± 1.2	1.10 ± 0.10	0.0072
Bubyan soil and sand	9.9 ± 1.7	1.00 ± 0.11	0.0071
Bubyan soil and sand	23.8 ± 1.9	1.10 ± 0.08	0.0072
Bubyan soil and sand	21.9 ± 2.0	1.03 ± 0.11	0.0071
Bubyan soil	20.8 ± 1.3	1.10 ± 0.13	0.0072

والمكان في الوقت الراهن عبارة عن أرض جرداء تتناثر فيها بعض المزروعات. وقد أشارت عمليات مسح المنطقة التي أجرتها ادارة الوقاية من الاشعاعات بعد اخلاء المكان بواسطة الجيش الأمريكي الى وجود منطقة بعينها أصابها التلوث، واسئهل برنامج علاجي. كما تم العثور في عام ١٩٩٥ على أنقاض ملوثة في محمية طيور مجاورة. ولا يزال الوصول مقيداً الى كل من المنطقة الأمامية من الشاطئ ومحمية الطيور.

مستنفد، حيث قُدِّرت تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ بحوالي ٢٠٠ ١٣ بكريل/كغم. وابتان حملة جمع العينات في شباط/فبراير ٢٠٠٢ (الشكل ٣)، كانت قد تمت تغطية جزء من هذه المنطقة بحوالي ٥ م من التربة النظيفة، بقصد معالجة كامل المنطقة بهذه الطريقة في نهاية المطاف. وكان المطلوب بالنسبة لهذا الموقع هو تقدير الفعالية المحتملة للبرنامج العلاجي. ولذلك اقتصر أخذ العينات بصفة أساسية على ذلك الجزء من المنطقة الذي تمت تغطيته من قبل بتربة نظيفة. وقد أخذت ثمان عينات من التربة السطحية (صفر-٥ سم) من داخل منطقة تقدر مساحتها بحوالي ٤٠ م<sup>٢</sup> سبق علاجها جزئياً. وأخذت عينتان من قلب التربة بعمق ٣٥ سم وتم تقسيمهما الى أربعة أقسام: صفر-٥، ٥-١٥، ١٥-٢٥، و ٢٥-٣٥ سم. وقبل ايفاد بعثة أخذ العينات، كانت المنطقة وقد غمرت جزئياً بمياه البحر وتعرضت لأمطار غزيرة؛ ومن ثم أخذت عينات كذلك من برك مجاورة تحتوي على مياه سطحية. ولأغراض المقارنة، تم جمع أربع عينات من

ولدى ايفاد البعثة الأولى في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١، كانت قد تمت ازالة معظم التربة السطحية من المنطقة الأمامية الملوثة من الشاطئ وأخذت الى القاعدة العسكرية في أم القواطي، وهي منطقة مقيدة مخزون فيها بالفعل مركبات ملوثة باليورانيوم المستنفد. (أنظر القسم ٤-١-٨). وبناءً على طلب كبار الخبراء، قامت ادارة الوقاية من الاشعاعات بجمع عينة من التربة الشديدة التلوث من هذا الموقع في أواخر عام ٢٠٠١، وأرسلتها الى الوكالة لتحليلها. وكانت هناك أدلة بيئية على وجود يورانيوم

أكوام من التربة النظيفة تمهيداً لاستعمالها فيما بعد في العملية العلاجية. وترد النتائج في الجدول الثامن.



الشكل ٣: جمع عينة من التربة السطحية من الدوحة.

سنوياً، استناداً الى افتراضات حذرة، وذلك بصورة أساسية نتيجة استنشاق مواد أعيد تعلقها (أنظر التذييل الثاني). وقد يتعرض الفرد ذاته لجرعة سنوية مقدارها ١٧ ميكرو سيفرت من اليورانيوم الطبيعي. وربما تعرض الأفراد الذين يستخدمون المنطقة لأغراض ترفيهية لجرعات أدنى بنحو ست مرات. وطالما ظل الوصول الى المنطقة مقيداً، فإن الجرعات الفعلية من اليورانيوم المستنفد التي يتعرض لها الأشخاص العاملون فيها أو الذين يمضون وقتاً بالقرب منها سيكون أقل بدرجة كبيرة جداً.

وتشير النتائج بصفة عامة الى فعالية الخيار العلاجي المختار. وربما كان وجود كميات ضئيلة من اليورانيوم المستنفد في التربة السطحية راجعاً اما الى عدم اكتمال العلاج وقت أخذ العينات أو الى بعثرة التربة من جراء المركبات الضخمة المشتركة في العملية العلاجية. كما يمكن أن تتبعثر التربة النظيفة أثناء غمرها بمياه البحر في الأمد الطويل. ولذا فإن دراسة أساليب بسيطة يمكن بها تصليب التربة النظيفة أو تثبيتها يمكن أن تكون مفيدة بهذا الصدد.

ويوضح الجدول الثامن أن تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ في التربة النظيفة كانت قريبة من حد الكشف المتوقع بالنسبة للمعدات الخاصة بإدارة الوقاية من الاشعاعات، ويقدر بحوالي ١٠ بكريل/كغم (التذييل الأول). أما فيما يخص عينات التربة التي مثل فيها اليورانيوم المستنفد شقاً كبيراً من اجمالي محتوى اليورانيوم، فإن القيم المناظرة كانت أعلى ويُفترض أنه يمكن اكتشافها بسهولة باستخدام النهج الذي تتبعه الادارة المذكورة. ومن ثم فإنه يفترض أن يكون الرصد المستمر لفعالية العلاج الذي تضطلع به هذه الادارة في الدوحة دقيقاً بدرجة معقولة. واستناداً الى الأدلة الحالية، ليس ثمة مبرر للشروع في برنامج رصد أشمل يتضمن أخذ عينات من خارج موقع الدوحة.

وكانت هناك أدلة على وجود يورانيوم مستنفد في عينات المياه السطحية. كما عُثر على تركيزات منخفضة لليورانيوم المستنفد في بعض عينات التربة السطحية، وأشارت النتائج المستخلصة من احدى عينات قلب التربة الى ازدياد نسبة اليورانيوم المستنفد كلما زاد العمق. بيد أنه في كلتا الحالتين، كانت تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ أقل بما يعادل أكثر من مئة مرة من القيم الملحوظة في التربة قبل العلاج. أما فيما يتعلق بالعينة الأخرى المأخوذة من قلب التربة، فقد كانت هناك بعض الأدلة على وجود يورانيوم مستنفد في الطبقة السطحية، ولكن اليورانيوم كان ذا منشأ طبيعي تماماً على عمق أكبر. بيد أنه في العديد من عينات التربة السطحية، لم تكن هناك أدلة على وجود يورانيوم مستنفد، وكانت تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ قريبة من القيم التي تم التوصل اليها في التربة النظيفة.

وحتى توضع التركيزات الملحوظة لليورانيوم المستنفد في سياق الجرعات التي يمكن أن يتعرض لها أشخاص في الكويت، فإن الشخص الذي يمضي عدة ساعات يومياً في العمل في الموقع يمكن أن يتعرض لجرعة مقدارها ٧٧ ميكرو سيفرت

الجدول الثامن- تركيزات نشاط اليورانيوم - ٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم - ٢٣٥/اليورانيوم - ٢٣٨ في العينات  
المأخوذة من الدوحة

Sample type and No.	Sample depth (cm)	<sup>238</sup> U activity concentration (Bq/kg)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
Filtered surface water <sup>a</sup>	—	1.62 ± 0.050 <sup>b</sup>	0.0031
Filtered surface water <sup>a</sup>	—	4.9 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.0024
Filtered surface water <sup>a</sup>	—	4.1 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.0027
Soil, prior to remediation	—	13 200 ± 400 <sup>b</sup>	0.0020
<i>Soil, after remediation</i>			
Sample 1	0-5	30.5 ± 0.44	0.0066
Sample 2	0-5	87 ± 1.3	0.0036
Sample 3	0-5	22.2 ± 0.42	0.0058
Sample 4	0-5	14.9 ± 0.27	0.0072
Sample 5	0-5	14.6 ± 0.26	0.0072
Sample 6	0-5	17.6 ± 0.39	0.0064
Sample 7	0-5	14.4 ± 0.24	0.0071
Sample 8	0-5	80 ± 1.2	0.0035
<i>Soil core 1</i>			
Layer 1	0-5	30.9 ± 0.56	0.0066
Layer 2	5-15	31.7 ± 0.80	0.0071
Layer 3	15-25	40 ± 1.6	0.0071
Layer 4	25-35	42 ± 1.3	0.0071
<i>Soil core 2</i>			
Layer 1	0-5	21.9 ± 0.53	0.0063
Layer 2	5-15	23.6 ± 0.38	0.0064
Layer 3	15-25	45.0 ± 0.97	0.0042
Layer 4	25-35	121 ± 3.4	0.0029
<i>Clean soil</i>			
Sample 1	0-20	13.0 ± 0.25	0.0072
Sample 2	0-20	13.9 ± 0.27	0.0072
Sample 3	0-20	13.4 ± 0.29	0.0072
Sample 4	0-20	14.1 ± 0.25	0.0072

- (a) كانت هناك بعض الأدلة على وجود يورانيوم مستنفذ في المخلفات الصلبة في عينات المياه السطحية، حيث تراوحت نسب كتلة اليورانيوم - ٢٣٥/اليورانيوم - ٢٣٨ بين ٠.٠٠٦١ و ٠.٠٠٦٤.
- (b) إستناداً إلى إجمالي تركيزات اليورانيوم المقيسة بواسطة قياس الطيف الكتلي البلازما المقرون بالحث.

تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ الملحوظة متنسقة مع المستويات البيئية، وتراوحت حول حد الكشف الذي يمكن لادارة الوقاية من الاشعاعات تحقيقه. ولا بد وأن الادارة المذكورة ستتمكن في المستقبل من تقديم تأكيدات وافية مطمئنة للجمهور عن طريق أخذ عينات من حين لآخر وقياس المواد التي تحملها الرياح في نطاق المدينة.

#### ٤-١-٣ المناطق الزراعية في موقعي الوفرة والعبلي

معظم المواد الغذائية البرية المستهلكة في الكويت مستورد. بيد أن بعض المناطق الزراعية، الواقعة في شمال البلد وجنوبه على السواء، تنتج محاصيل كالطماطم والخيار، تُزرع في الأغلب داخل صوبات، الى جانب علف المواشي التي تُربي في المزارع لانتاج الألبان واللحوم. وتتزايد بصورة مطردة رقعة المناطق المزروعة في هذين الموقعين المشمولين بالدراسة في هذا التقرير. وتقع المناطق الزراعية في الوفرة جنوب مدينة الكويت بحوالي ١٢٠ كم، قرب الحدود مع المملكة العربية السعودية. أما مزارع العبلي فتقع في الجزء الشمالي من البلد، قرب الحدود مع العراق. وتقع هاتان المنطقتان الزراعتان في أقاليم مسطحة تحوطها الصحراء من كل جانب.

ويستهلك السكان المحليون المواد الغذائية المنتجة في هاتين المنطقتين الزراعتين. وكانت هناك بعض المخاوف حول احتمال أن تكون المحاصيل المزروعة في المنطقتين والمياه العكرة المستخدمة في الري والمستخرجة من الآبار الواقعة في المزارع ملوثة باليورانيوم المستنفد. ولا تعتمد المزارع كلية على هذه الآبار، حيث يجري توفير امدادات مياه اضافية من محطات التحلية. وقد أجرت ادارة الوقاية من الاشعاعات قياسات لتركيزات اليورانيوم في عينات التربة حول

الجهراء هي احدى المناطق الحضرية الرئيسية الأخذة في التوسع، ويتراوح عدد سكانها بين ٤٠.٠٠٠ و ٥٠.٠٠٠ نسمة. وتتعرض المدينة لرياح صحراوية تجلب معها رمالاً دقيقة، وهي قريبة من مواقع سبق أن شهدت أعمالاً عسكرية، مثل المطلاع، حيث أفادت التقارير بأنه تم استخدام ذخائر يورانيوم مستنفد فيها. ولا يُتوقع أن تكون هناك نقاط تلوث موضعية، وهذا هو السبب الذي دعا ادارة الوقاية من الاشعاعات من قبل الى جمع مواد من أماكن تراكمت فيها الرمال نتيجة هبوب الرياح. وكانت نتائج قياسات تركيزات اليورانيوم متنسقة مع القيم المتوقعة لليورانيوم الطبيعي في الكويت.

ولتأكيد هذه الاستنتاجات، قامت فرقة الوكالة بجمع ست عينات من التربة السطحية خلال البعثة التي أوفدت في شباط/فبراير ٢٠٠٢. وكانت ثلاث من تلك العينات على بعد يتراوح بين ٥ و ١٠ كم من المدينة، في حين أخذت عينتان من مناطق مسطحة مفتوحة في مركز المدينة، وعينة واحدة من داخل حرم مستشفى الجهراء. ولم تُظهر النتائج أية أدلة على وجود يورانيوم مستنفد (أنظر الجدول التاسع). وكانت

#### الجدول التاسع- تركيزات نشاط اليورانيوم -٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم -٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ في عينات التربة السطحية (صفر-٥ سم) المأخوذة من الجهراء

Sample No.	<sup>238</sup> U activity concentration (Bq/kg)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
1	9.7 ± 0.21	0.0073
2	11.8 ± 0.41	0.0073
3	10.8 ± 0.25	0.0072
4	10.9 ± 0.29	0.0072
5	11.0 ± 0.43	0.0072
6	11.2 ± 0.21	0.0072



ولم تكن هناك أدلة على وجود يورانيوم مستنفد في أي من عينات التربة. وكان هناك بعض التباين على مستوى كل موقع، إلا أن ذلك كان بصفة عامة في نطاق المدى الملحوظ في المواقع الساحلية المستخدمة كضوابط (الجدول السابع). وقد تم تحليل عينة من الأسمدة المستخدمة في العبدلي، ولكن تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ كانت دون حد الكشف المقدّر بنحو ٠,٥ مغم/كغم (٦٠ ملي بكريل/كغم). ومن ثم فإن استخدام مثل هذه الأسمدة لم يكن ليؤثر على المستويات العامة لليورانيوم المستنفد في التربة.



الشكل ٤: جمع عينة من التربة السطحية بإحدى الصوبات في العبدلي.

موقع الوفرة، وكانت القيم متسقة مع تلك المتوقعة من المستوى البيئي الطبيعي. ولم تتوافر قياسات بشأن المحاصيل قبل بعثة أخذ العينات التي تم إيفادها في شباط/فبراير ٢٠٠٢؛ وكانت الإدارة المذكورة قد زودت الوكالة من قبل بثلاث عينات من التربة مأخوذة من الوفرة لتحليلها بشكل تفصيلي.

وقد تعرضت بعض المزارع للقصف بالقنابل، وتم تدمير ثلاث دبابات عراقية في العبدلي خلال حرب الخليج، وإن لم يكن واضحاً ما إذا كان قد تم استخدام ذخائر يورانيوم مستنفد. وقامت السلطات الكويتية بإجراء مسح للمكان الذي وقع فيه هذا الهجوم، ولم يتم العثور على أدلة تشير إلى ارتفاع مستويات اليورانيوم في التربة.

وقد أجريت دراسات على مزرعتين أو أكثر في كل من هاتين المنطقتين. وأخذت عينات من المحاصيل وتم فصل الأجزاء الصالحة للأكل بغرض تحليلها. كما أخذت عينات من التربة السطحية من المناطق المخصصة للزراعة (الشكل ٤)، في حين جُمعت بعض عينات من قلب التربة من المناطق التي لم تتبعثر فيها التربة لاستقصاء توزع النشاط تبعاً للعمق. كما أخذت عينات من مياه الآبار العكرة وتم ترشيحها بعد جمعها، وأجري تحليل لكل من المخلفات المرشحة والصلبة. وترد النتائج الخاصة بجميع هذه العينات وتلك التي قدمتها إدارة الوقاية من الإشعاعات في الجداول من العاشر إلى الثاني عشر.

الجدول العاشر - تركيزات نشاط اليورانيوم- ٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم -٢٣٥/اليورانيوم- ٢٣٨ في عينات من التربة مأخوذة من مزارع في العبدلي وفي الوفرة

Sample type and No.	Sample depth (cm)	<sup>238</sup> U activity concentration (Bq/kg)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
<b>Al Abdali</b>			
<i>Surface soil</i>			
Sample 1	0-5	21.3 ± 0.39	0.0073
Sample 2	0-5	16.6 ± 0.32	0.0072
Sample 3	0-5	14.1 ± 0.42	0.0072
Sample 4	0-5	20.6 ± 0.39	0.0072
Sample 5	0-5	18.4 ± 0.42	0.0074
Sample 6	0-5	15.6 ± 0.33	0.0074
<i>Soil core 1</i>			
Layer 1	0-5	12.8 ± 0.50	0.0073
Layer 2	5-15	14.3 ± 0.27	0.0073
Layer 3	15-25	13.4 ± 0.52	0.0072
Layer 4	25-35	14.1 ± 0.26	0.0073
<i>Soil core 2</i>			
Layer 1	0-5	13.6 ± 0.25	0.0073
Layer 2	5-15	13.4 ± 0.35	0.0072
Layer 3	15-25	13.6 ± 0.24	0.0074
Layer 4	25-35	12.5 ± 0.41	0.0073
<i>Soil core 3</i>			
Layer 1	0-5	13.0 ± 0.42	0.0072
Layer 2	5-15	12.6 ± 0.25	0.0073
Layer 3	15-25	14.6 ± 0.26	0.0074
Layer 4	25-35	13.1 ± 0.28	0.0074
<i>Soil core 4</i>			
Layer 1	0-5	18.6 ± 0.38	0.0074
Layer 2	5-15	20.2 ± 0.40	0.0074
Layer 3	15-25	16.6 ± 0.32	0.0073
Layer 4	25-35	16.9 ± 0.42	0.0073
<b>Al Wafrah</b>			
<i>Surface soils</i>			
Sample 1	0-5	11.7 ± 0.35	0.0072
Sample 2	0-5	11.2 ± 0.24	0.0073
Sample 3	0-5	10.0 ± 0.20	0.0073
Sample 4	0-5	13.6 ± 0.27	0.0074
Sample 5	0-5	11.0 ± 0.29	0.0073
Sample 6	0-5	9.8 ± 0.29	0.0075
Sample 7	0-5	10.0 ± 0.29	0.0074
Sample 8	0-5	10.2 ± 0.23	0.0073
Sample 9	0-5	13.4 ± 0.29	0.0073
Sample 10	0-5	12.4 ± 0.28	0.0074
Sample 11	0-5	11.3 ± 0.30	0.0074
<i>Soil core 1</i>			
Layer 1	0-5	11.7 ± 0.23	0.0073
Layer 2	5-15	8.8 ± 0.22	0.0073
Layer 3	15-25	8.4 ± 0.17	0.0072
Layer 4	25-35	7.6 ± 0.20	0.0074
<b>Soil samples supplied to the IAEA by the RPD</b>			
Sample 1	Not specified	7.34 ± 0.25 <sup>a</sup>	0.0073
Sample 2	Not specified	55.0 ± 1.6 <sup>a</sup>	0.0072
Sample 3	Not specified	5.3 ± 0.12 <sup>a</sup>	0.0073

(a) استناداً إلى إجمالي تركيزات اليورانيوم المقيسة بواسطة قياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث.

الجدول الحادي عشر- تركيزات نشاط اليورانيوم-٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم ٢٣٥  
/اليورانيوم-٢٣٨ في محاصيل المزارع الموجودة في العبدلي وفي الوفرة

Sample type	<sup>238</sup> U activity concentration (mBq/kg, fresh mass)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
<b>Al Abdali</b>		
Tomatoes	1.13 ± 0.06	0.0052
Cucumbers	1.82 ± 0.08	0.0070
Potatoes	2.6 ± 0.13	0.0070
Onions	20 ± 1.4	0.0072
Radishes	31 ± 1.5	0.0072
Beets	100 ± 12	0.0072
<b>Al Wafrah</b>		
Lettuces	2.6 ± 0.28	0.0060
Cucumbers	0.97 ± 0.08	0.0038
Cabbages	3.3 ± 0.21	0.0063
Tomatoes	0.88 ± 0.05	0.0068
Carrots	13.6 ± 0.59	0.0071

الجدول الثاني عشر- تركيزات نشاط اليورانيوم-٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم ٢٣٥  
/اليورانيوم-٢٣٨ في المياه المرشحة في المزارع الموجودة في العبدلي وفي الوفرة

Sample No.	<sup>238</sup> U activity concentration (mBq/L)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
<b>Al Abdali</b>		
1	670 ± 32	0.0072
2	1430 ± 29	0.0073
3	95 ± 2.0	0.0073
<b>Al Wafrah</b>		
1	103 ± 2.1	0.0072
2	2.7 ± 0.42	0.0066
3	149 ± 4.7	0.0072
4	24.8 ± 0.75	0.0072

وأنة لم يمكن اكتشاف يورانيوم مستنفد في عينات التربة ذات الصلة. وثمة تفسير محتمل وهو انتقال التلوث من عينة الى أخرى وقت تعبئتها في الكويت عند انتهاء حملة أخذ العينات. وحتى اذا كانت تلك النتائج دقيقة، فان تعرض المزارعين المحليين الناجم

وكانت تركيزات نظائر اليورانيوم في عينات المحاصيل ضئيلة جداً. وقد اعتُبر أن من المشكوك فيه وجود يورانيوم مستنفد في بعض المحاصيل بشكل واضح، لا سيما وأن التركيزات المطلقة لليورانيوم-٢٣٨ في هذه العينات كانت ضمن أدنى حد ملحوظ

أحدى الشركات الخاصة تستخرج المياه من بئرين عميقين في الروضتين، وتقع شمال مدينة الكويت بحوالي ٨٠ كم، شرقي الطريق العام الرئيسي المؤدي الى العراق، حيث جرت أعمال عسكرية ضخمة في حرب الخليج عام ١٩٩١. ويفضي البئران الى طبقة المياه الجوفية ذاتها على عمق يتراوح بين حوالي ٤٥ و٥٧ م. ويتم ضخ المياه من البئرين وترشيحها ومعالجتها بالأوزون وتعبئتها في زجاجات في الموقع، ثم يجري توزيعها في أنحاء البلد.

وقد أخذت ادارة الوقاية من الاشعاعات عينات من المياه من هذا الموقع، وحددت اجمالي نشاط أشعة ألفا عن طريق قياس الوميض بالسوائل. وكانت النتائج في حدود التركيز المرجعي للفحص الروتيني بالأشعة الذي أوصت به منظمة الصحة العالمية ويبلغ ١٠٠ بكريل/لتر بالنسبة لمياه الشرب، ورأت ادارة الوقاية من الاشعاعات أن حوالي ٤٠% فقط من اجمالي نشاط أشعة ألفا ناتج عن نظائر اليورانيوم. وبعد بعثة الخبراء التي أوفدت في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١، أرسلت ادارة الوقاية من الاشعاعات ثلاث عينات من المياه مأخوذة من هاتين البئرين الى الوكالة لتحليلها بشكل تفصيلي على نحو أكبر. ونظراً لانتشار استخدام هذه المياه في أنحاء الكويت، قامت فرقة الوكالة في شباط/فبراير ٢٠٠٢ بجمع عينتين اضافيتين لتحليلهما بشكل تفصيلي على نحو أكبر. وقد أخذت عينة من البئرين مباشرة، في حين اختيرت العينة الأخرى عشوائياً من المياه المعبأة في زجاجات والمعدة للبيع. وتم ترشيح كلتا العينتين، ثم تحميضهما بعد ذلك قبل تحليلهما. وترد النتائج في الجدول الثالث عشر. ولم يتسن اكتشاف يورانيوم مستنفد في أي من العينتين. وكانت نسبة كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ في المخلفات الصلبة الناتجة عن العينة المأخوذة من البئرين

عن اليورانيوم المستنفد سيكون منخفضاً للغاية على أي حال. والجرعات السنوية النمطية التي يمكن أن تصيب المزارعين المقيمين في الوفرة والعبدي والذين يستهلكون النتاج المحلي ستكون ٠.٩٠ ر. ميكرو سيفرت و ٠.٨٠ ر. ميكرو سيفرت على التوالي (أنظر التذييل الثاني). وقد روعي في تقدير هذه الجرعات استهلاك المنتجات الحيوانية (اللحوم والألبان) بسبب احتمال أن تكون محاصيل العلف المزروعة محلياً قد أُضيرت كذلك، كما يستند الى افتراض أنه تم أيضاً تقديم المياه العكرة المستخرجة من الآبار المحلية للماشية. وفضلاً عن ذلك، فقد افترض في حساب هذه الجرعات أن المياه المستخدمة للاستهلاك الأدمي تأتي من الروضتين (أنظر القسم ٤-١-٤). والجرعات السنوية التي قد تنجم عن اليورانيوم المستنفد هي مجرد جزء ضئيل من الجرعات التي يتم التعرض لها عادة نتيجة نظائر اليورانيوم ذات المنشأ الطبيعي، التي فُدرت بالنسبة للبالغين القاطنين في الوفرة والعبدي ب ١٩ ميكرو سيفرت و ٢٩ ميكرو سيفرت على التوالي.

وهذا المستوى للجرعات لا يبرر برنامجاً مكثفاً للرصد. وقد يكون جمع عينات عرضية بغرض الاطمئنان وتأكيد أو نفي وجود آثار لليورانيوم المستنفد في المحاصيل جديراً بالاهتمام. وربما كان مفيداً لهذه الأغراض جمع كلى حيوانات الرعي المذبوحة، وذلك لأنها يمكن أن توضح حالات الأخذ الداخلي لليورانيوم من منطقة شاسعة بصورة معقولة من الأراضي على مدى فترة زمنية كبيرة. بيد أنه سيلزم، على أساس النتائج الحالية، إجراء أي عمليات تحليل للمواد الغذائية بواسطة مختبر معتمد بشكل مناسب ويحتوي على مرفق لقياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث.

#### ٤-١-٤ الروضتين

أكثر من ٩٩% من مياه الشرب المعبأة في زجاجات والمستهلكة في الكويت مستورد. بيد أن

مباشرة أقل من قيمة اليورانسيوم الطبيعي. ويمكن تفسير هذه القيمة بوجود التباينات في القياسات، وهي لا تنم عن وجود يورانسيوم مستنفذ في المياه المستخرجة من الروضتين. وحتى إذا ما كانت هنالك بالفعل آثار ليورانسيوم مستنفذ في المياه عند المستويات المستنتجة من تقدير نسبة كتلة اليورانسيوم-٢٣٥/اليورانسيوم-٢٣٨ في المخلفات الصلبة، فإن أية عواقب اشعاعية محتملة ستكون ضئيلة للغاية. وعلى هذا الأساس، يمكن أن يكون مقدار الجرعة النمطية التي يتعرض لها شخص بالغ نتيجة استهلاك مياه شرب مستخرجة من الروضتين هو ٠.٧٢ ر. ميكروسيفرت (أنظر التذييل الثاني).

#### ٤-١-٥ المطلاع

موقع المطلاع يوجد على بعد بضعة كيلومترات شمالي الجهراء، حيث ترتفع الأرض بنحو ١٠٠ م لتشكل هضبة تمتد صوب الحدود مع العراق. وينساب الطريق الرئيسي المؤدي الى العراق عبر هذا السبيل، حيث يخترق أهدوداً قبل أن ينتهي الى الهضبة. وخلال حرب الخليج، حوصرت وهوجمت قافلة من المركبات العراقية شملت دبابات وقوات في الأهدود وعلى الهضبة أثناء تفهقها. وأفادت التقارير بأنه تم استخدام عدد كبير من طلقات اليورانسيوم المستنفذ خلال الغارة الجوية.

وقد أزيحت المركبات التي تم تدميرها في الهجوم، وأعيد تمهيد الطريق بالكامل. ويشيع استخدام هذه المنطقة بين هواة الاقامة في المخيمات خلال الشهور الباردة من العام. وقد أجرت ادارة الوقاية من

الاشعاعات مسحاً بالأجهزة وقامت بتحليل خمس عينات من التربة مأخوذة من المناطق الرملية المتاخمة للطريق. وأشارت النتائج الى أن مستويات اليورانيوم متسقة مع المستويات البيئية على مستوى الكويت.

وقد طُلب من فرقة الوكالة حصر اهتمامها في المناطق المتاخمة للطريق. وتم جمع ثماني عينات من التربة السطحية، كل منها مؤلف من زوج من العينات واحدة من كل جانب من جانبي الطريق، على مسافات يبلغ كل منها ٢٥ كم. كما جُمعت عينتان من المزروعات (أدغال شائكة وأعشاب). وترد النتائج في الجدول الرابع عشر. وتبين أن أياً من العينات المأخوذة سواء من التربة أو المزروعات لا يحتوي على كميات يمكن اكتشافها من اليورانسيوم المستنفذ، وكان تركيز اليورانسيوم-٢٣٨ في عينات التربة متسقاً مع القيم المتوقعة عموماً في التربة الموجودة في الكويت، وهو ما يتفق مع الاستنتاجات التي خلصت اليها ادارة الوقاية من الاشعاعات. ولا يبدو أن هناك من المبررات ما يكفي لتسويغ مواصلة الرصد في هذه المنطقة.

#### ٤-١-٦ الصبهان والأرض المخصصة للخبز في المستشفى العسكري

الصبهان والأرض المخصصة للخبز في المستشفى العسكري كلاهما يقع في ضواحي مدينة الكويت، على بعد بضعة كيلومترات جنوبي مركز المدينة، وقد اعتُبرا مكاناً واحداً نظراً لتجاورهما والموقعان قريبان من المرافق والمناطق والمباني العامة، وتشمل مستشفى ومضماراً للسباق.

الجدول الثالث عشر- تركيزات نشاط اليورانيوم- ٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم - ٢٣٥ /  
اليورانيوم- ٢٣٨ في المياه المرشحة في الروضتين

Sample No.	<sup>238</sup> U activity concentration (mBq/L)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
1	22.3 ± 0.80	0.0073
2	19.8 ± 0.83	0.0073

وقد ظلت الأرض المخصصة للخرن في المستشفى العسكري تُستخدم لخرن عدة آلاف من المركبات غير الملوثة لما يقرب من ثمانين سنوات. كما كان يجري أصلاً الاحتفاظ بثلاث وخمسين مركبة ملوثة باليورانيوم المستنفد في ذلك الموقع داخل منطقة معزولة، ولكن هذه المركبات نُقلت حالياً إلى أم القواطي (القسم ٤-١-٨). بيد أنه وُجد، خلال حملة أخذ العينات، أن دبابة واحدة ظهرت عليها علامات التلوث باليورانيوم المستنفد لا تزال موجودة في هذا الموقع. والوصول إلى هذا الموقع مقيد.

وكان المطلوب في كلا الموقعين هو تقدير العواقب الإشعاعية المحتملة لأي يورانيوم مستنفد متخلف. وقد أُخذت أربع عينات من التربة السطحية في الصبهان من داخل المنطقة التي كان قد تم خزن الدبابات الملوثة فيها. وترد النتائج في الجدول الخامس عشر. ولم يتسن اكتشاف يورانيوم مستنفد في أي من العينات، ومرة أخرى كانت تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ متنسقة مع ما يمكن توقعه في الكويت بصورة عامة.

الجدول الرابع عشر - تركيزات نشاط اليورانيوم- ٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم - ٢٣٨ في التربة السطحية (صفر - ٥ سم) على امتداد الطريق السريع في المطلاع

Sample No.	<sup>238</sup> U activity concentration (Bq/kg)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
1	10.4 ± 0.25	0.0073
2	12.6 ± 0.24	0.0073
3	7.9 ± 0.27	0.0072
4	8.6 ± 0.21	0.0073
5	12.0 ± 0.30	0.0072
6	14.6 ± 0.25	0.0071
7	8.8 ± 0.17	0.0072
8	11.3 ± 0.20	0.0071

وقد استُخدم الموقع الكائن في الصبهان كمكان للخرن الأولي لعدة آلاف من المركبات العراقية التالفة والمدمّرة، وبعضها كان ملوثاً باليورانيوم المستنفد. وتم عزل المركبات الملوثة ووُضعت في منطقة تُقدّر مساحتها بنحو ١٠٠ م<sup>٢</sup>. وبعد حوالي ١٨ شهراً، نُقلت المركبات إلى منطقة الخرن بالقرب من المستشفى العسكري ولا تحتوى المنطقة الكائنة في الصبهان على أية مركبات في الوقت الراهن.

الجدول الخامس عشر- تركيزات نشاط اليورانيوم- ٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم- ٢٣٥  
/اليورانيوم- ٢٣٨ في التربة في المنطقة المخصصة لخزن مركبات المستشفى العسكري  
وفي الصبهان

Sample type and No.	Sample depth (cm)	<sup>238</sup> U activity concentration (Bq/kg)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
<b>Military Hospital storage ground</b>			
<i>Surface soil</i>			
Sample 1	0-5	12.0 ± 0.26	0.0072
Sample 2	0-5	16.5 ± 0.43	0.0072
Sample 3	0-5	16.9 ± 0.24	0.0066
Sample 4	0-5	41 ± 1.0	0.0038
<i>Soil core 1</i>			
Layer 1	0-5	10.8 ± 0.38	0.0070
Layer 2	5-15	12.3 ± 0.24	0.0071
Layer 3	15-25	11.2 ± 0.40	0.0071
Layer 4	25-35	10.3 ± 0.17	0.0071
<b>Al Sabhan</b>			
<i>Surface soil</i>			
Sample 1	0-5	12.5 ± 0.25	0.0072
Sample 2	0-5	12.2 ± 0.27	0.0072
Sample 3	0-5	11.2 ± 0.23	0.0072
Sample 4	0-5	12.9 ± 0.19	0.0072

من المستويات البيئية الطبيعية على مستوى الكويت. لأي شخص عمل في هذا الجزء من الموقع يمكن، على أساس افتراضات حذرة، أن يتعرض لجرعة سنوية من اليورانيوم المستنفد تُقدَّر بحوالي ٣٣٣ ميكرو سيفرت (أنظر التذييل الثاني). والجرعات السنوية التي يمكن أن يتعرض لها أي أفراد من الجمهور الذين يستخدمون المنطقة لأغراض ترفيهية ستكون أقل من ١ ميكرو سيفرت. أما الجرعات التي يتعرض لها أفراد الجمهور الذين يستخدمون المرافق القريبة فستكون أقل حتى من ذلك. وطالما ظل الوصول إلى المنطقة مقيدا، فإنه لا توجد مبررات كافية تسوغ مواصلة الرصد. بيد أنه إذا حدث وتم

وقد أُخذت أربع عينات تربة من السطح (صفر-٥ سم) في موقع الخزن الكائن بالمستشفى العسكري، المتاخم للمنطقة التي كان قد تم خزن الدبابات الملوثة فيها، كما جُمعت عينة من قلب التربة. وأُخذت إحدى عينات التربة السطحية بالقرب من الدبابة الملوثة باليورانيوم المستنفد التي لا تزال موجودة. وترد هذه النتائج في الجدول الخامس عشر. وأوضحت هذه العينات وجود بعض اليورانيوم المستنفد في بعض أجزاء من المنطقة التي كانت تُستخدم من قبل لخزن الدبابات الملوثة. بيد أن أعلى تركيزات لليورانيوم-٢٣٨ الملحوظ لم تتجاوز ما يتراوح بين نحو مئتي وأربعة أمثال القيمة المتوقعة

تطوير الموقع في المستقبل لأغراض الاستخدام العام، ربما يكون بعض القياس الاضافي مستصوباً. والتسهيلات المتاحة في الوقت الراهن في ادارة الوقاية من الاشعاعات ستكون وافية لهذا الغرض.

#### ٤-١-٧ حقول مناغيش النفطية

تشمل حقول مناغيش النفطية منطقة شاسعة جداً جنوب غربي مدينة الكويت. ونظراً لأهمية المنطقة الاستراتيجية، فقد احتلها عدد كبير من القوات العراقية المزودة بكميات كبيرة من المعدات العسكرية، وتعرضت لغارات جوية متكررة استُخدمت فيها ذخائر يورانيوم مستنفد خلال حرب الخليج. ولا يزال يُعتقد بأن المنطقة برمتها تحتوي على مئات الألغام الأرضية والقنابل العنقودية التي لم تنفجر. والوصول الى هذه المنطقة مقيد، ولا يمكن الاضطلاع بأية أعمال ميدانية الا في بضعة أماكن تحت اشراف خبراء في المتفجرات، ظلوا يعملون لأكثر من ١٠ سنوات من أجل اخلاء المنطقة من الألغام الأرضية وغيرها من المعدات الحربية التي لم تنفجر.

ولقد كانت الأماكن المحددة للدراسة قريبة من مركز التجميع ٢٨ في مناغيش (GC28) ومركز التجميع ١٨ في أم قدير (GC 18). وفي منتصف عام ٢٠٠١، قامت ادارة الوقاية من الاشعاعات بمسح للمنطقة التي اختيرت للدراسة في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش، وأزيلت في أثناء المسح جميع المخترقات التي اكتُشف موضعها. وكان يمكن باستخدام النهج الذي تبنته الادارة المذكورة في استقصاء الموقع اكتشاف مخترقات على عمق بضعة سنتيمترات في الرمال. وعندما تفقد كبار الخبراء الموقع في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١، ظهرت مخترقات أخرى (الشكل ٥) على سطح الرمال، فضلاً عن شظايا أكسيد اليورانيوم التي كانت ظاهرة للعيان بسبب لونها الأصفر. وعُثر على مخترقات أخرى

على سطح الرمال عندما تفقدت فرق أخذ العينات الموقع في شباط/فبراير ٢٠٠٢. وكان ذلك مثالاً جيداً يوضح حركة الرمال المستمرة في هذه المناطق، التي تسفر عن ظهور مواد قد تكون دُفنت ولم يتم اكتشافها من قبل.

وكانت المتطلبات في هذه المواقع على النحو

التالي:

- (أ) تقدير الجرعات التي قد تنشأ عن استنشاق مواد أعيد تعلقها في ظل الظروف المحيطة والعواصف الرملية؛
- (ب) تقدير الجرعات التي قد تنشأ اذا ما أعيد تعلق التربة الملوثة بعد تفجير تقليدي.

وقد نشأ هذا المتطلب الثاني بسبب حاجة الأشخاص الذين يقومون باخلاء المنطقة من الذخائر التي لم تنفجر الى القيام بتفجيرات محكومة بين الفينة والفينة. ولم يؤخذ في الاعتبار احتمال وجود مخترقات بين الأنقاض في المباني والمرافق المدمرة مثل معدات الضخ. وسوف يستغرق اتمام اخلاء مثل هذه المناطق فترة زمنية طويلة، كما سيقضي ذلك قيام ادارة الوقاية من الاشعاعات برصد فيزيائي صحي، فضلاً عن اضطلاع خبراء المتفجرات بالتفتيش.

ولتحديد توزُّع اليورانيوم المستنفد في التربة المحيطة بالمواضع التي عُثر على المخترقات فيها وتحتها، جُمعت عينات من كل من سطح التربة وقلبها في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش. وأُخذت عينة واحدة من قلب التربة في الموضع الذي تمت فيه استعادة أحد المخترقات، في حين جُمعت عينة ثانية من القلب على بعد بضعة أمتار. وفي عام ٢٠٠١، قامت ادارة الوقاية من الاشعاعات بعملية مماثلة لأخذ عينات في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش، قبل زيارة الخبراء، وأُرسلت هذه العينات الى الوكالة بالفعل لتحليلها بشكل تفصيلي. وترد النتائج في الجدول السادس عشر.



الجدول السادس عشر - تركيزات نشاط اليورانيوم-٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ في التربة الموجودة في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش

Sample type and No.	Sample depth (cm)	<sup>238</sup> U activity concentration (Bq/kg) <sup>a</sup>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
<b>Samples collected during the February 2002 mission</b>			
<i>Surface soil</i>			
Sample 1	0-5	13.8 ± 0.37	0.0044
Sample 2	0-5	24.6 ± 0.75	0.0034
Sample 3	0-5	5.8 ± 0.12	0.0065
Sample 4	0-5	8.8 ± 0.25	0.0051
Sample 5	0-5	6.3 ± 0.25	0.0064
Sample 6	0-5	8.5 ± 0.25	0.0054
Sample 7	0-5	6.0 ± 0.12	0.0066
<i>Soil core 1, just below corroded penetrators</i>			
Layer 1	0-5	49 000 ± 1500	0.0021
Layer 2	5-15	101 ± 2.5	0.0023
Layer 3	15-25	45 ± 1.2	0.0027
Layer 4	25-35	26.1 ± 0.75	0.0031
Layer 5	35-45	21.1 ± 0.62	0.0033
<i>Soil core 2, away from corroded penetrators</i>			
Layer 1	0-5	5.7 ± 0.12	0.0066
Layer 2	5-15	5.7 ± 0.12	0.0066
Layer 3	15-25	5.7 ± 0.12	0.0070
Layer 4	25-35	6.5 ± 0.25	0.0059
<b>Samples collected previously by the RPD</b>			
<i>Surface soil</i>			
Sample 1	Not specified	1220 ± 36	0.0022
Sample 2	Not specified	91 ± 2.7	0.0023
Sample 3	Not specified	960 ± 29	0.0022
Sample 4	Not specified	180 ± 5.0	0.0021
Sample 5	Not specified	7.46 ± 0.25	0.0066
<i>Soil core 1, just below a penetrator</i>			
Layer 1	0-5	19 700 ± 600	0.0021
Layer 2	5-15	820 ± 25	0.0020
Layer 3	15-25	34.1 ± 0.99	0.0032
Layer 4	25-35	29 ± 1.2	0.0035
<i>Soil core 2, just below a penetrator</i>			
Layer 1	0-5	94 000 ± 2800	0.0020
Layer 2	5-15	78 ± 2.5	0.0026
Layer 3	15-25	27.4 ± 0.87	0.0035

(a) استناداً إلى إجمالي تركيزات اليورانيوم المقيسة بواسطة قياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث.

وتوجد في موقع مركز التجميع ١٨ في أم قدير محطة لضخ النفط وبعض المباني المتصلة بالخدمات كان قد تم تدميرها بواسطة غارات جوية أطلقت فيها ذخائر يورانيوم مستنفد. ولم يتم اخلاء المنطقة المحيطة بالموقع من الألغام الأرضية والقنابل العنقودية التي لم تنفجر، وبالتالي لم يتسن جمع عينات سوى في المنطقة المتاخمة لمعدات الضخ والمباني المدمرة. وجرى خلال البعثة التي أوفدت في شباط/فبراير ٢٠٠٢ جمع خمس عينات من التربة السطحية وعينتين من قلب التربة. وترد النتائج في الجدول السابع عشر.



الشكل ٥: مخترق تم العثور عليه في موقع مركز التجميع ٢٨ في مناغيش.

الجدول السابع عشر- تركيزات نشاط اليورانيوم - ٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم - ٢٣٥/اليورانيوم- ٢٣٨ في التربة الموجودة في مركز التجميع ١٨ في أم قدير

Sample type and No.	Sample depth (cm)	<sup>238</sup> U activity concentration (Bq/kg)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
<i>Surface soil</i>			
Sample 1	0-5	9.7 ± 0.23	0.0071
Sample 2	0-5	20.2 ± 0.32	0.0072
Sample 3	0-5	8.1 ± 0.19	0.0066
Sample 4	0-5	8.1 ± 0.19	0.0071
Sample 5	0-5	5.8 ± 0.11	0.0070
<i>Soil core 1</i>			
Layer 1	0-5	10.5 ± 0.18	0.0069
Layer 2	5-15	10.7 ± 0.17	0.0072
Layer 3	15-25	9.5 ± 0.44	0.0073
Layer 4	25-35	10.8 ± 0.26	0.0071
<i>Soil core 2</i>			
Layer 1	0-5	15.0 ± 0.23	0.0071
Layer 2	5-15	14.4 ± 0.27	0.0072
Layer 3	15-25	14.6 ± 0.22	0.0071
Layer 4	25-35	18.7 ± 0.49	0.0073

٢٣٨ في التربة الكائنة أسفل أحد المختبرات عالية، ولكنها سرعان ما انخفضت مع ازدياد العمق والمسافة بعيداً عن المخترق. وفي كثير من الحالات، حتى رغم

ووجد بعض اليورانيوم المستنفد في جميع عينات التربة السطحية التي تم جمعها من حول مركز التجميع ٢٨ في مناغيش. وكانت تركيزات اليورانيوم-

امكان اكتشاف يورانيوم مستنفد، كانت تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ قريبة من المستويات البيئية الطبيعية المتوقعة في الكويت.

وقد أوضحت النتائج التي تم التوصل إليها في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش أنه لن يكون من الملائم تقدير الأوضاع الإشعاعية فقط على أساس أعلى تركيزات ملحوظة للنشاط في التربة السطحية (أي تلك المتاخمة للمخترقات مباشرة)، وذلك لأن الغبار الذي أعيد تعلقه ينبثق عن منطقة شاسعة. ولهذا السبب، استند تقييم الجرعات الناتجة عن إعادة التعلق في ظل الظروف المحيطة الى متوسط تركيزات نظائر اليورانيوم في عينات التربة السطحية التي تم جمعها أثناء حملة شباط/فبراير ٢٠٠٢ والمبيّنة في الجدول السادس عشر. وأشارت التقديرات، في ظل الظروف المحيطة، الى أن الجرعات السنوية التي يتعرض لها أشخاص افتراضيون من البالغين والأطفال في العاشرة من العمر ممن يعيشون ويعملون في منطقة مركز التجميع ٢٨ في مناغيش تقدّر بنحو ١٣ ميكرو سيفرت و٦٠ ميكرو سيفرت على التوالي (أنظر التذييل الثاني). أما الجرعات السنوية التقديرية فيما يخص مركز التجميع ١٨ في أم قدير فستكون أقل بدرجة كبيرة (٢٧ ميكرو سيفرت و١٠ ميكرو سيفرت بالنسبة لأشخاص افتراضيين من البالغين والأطفال في العاشرة من العمر على التوالي). ورغم أن كمية الغبار الذي أعيد تعلقه خلال العواصف الرملية قد تكون كبيرة، فإن من غير المرجح أن يمضي أي شخص وقتاً طويلاً في مثل هذه الظروف دون أن يخضع لشكل ما من أشكال الحماية. وعلى ذلك فإنه لا يرجح أن تتجاوز الجرعات التي يتم التعرض لها خلال العواصف الرملية الجرعات التي تحدث في الظروف العادية أو أن تؤثر بدرجة كبيرة على الجرعات المحسوبة بناء على الظروف المحيطة.

ولتقدير الجرعات المحتمل أن تنتج عن تفجيرات محكومة، أجريت تجربتان داخل المنطقة المقيدة في أم القواطي باستخدام تربة تم جمعها من

حول مركز التجميع ٢٨ في مناغيش. ويرد وصف هاتين التجربتين بالتفصيل في التذييل الثالث. ورغم أنه ينبغي توخي الحذر في تفسير نتائج هاتين التجربتين، حيث أُبع فيهما أسلوب ربما كان لا يمثل الظروف الفعلية إلا على وجه التقريب وقد لا يبرر فيه أي تقدير استقرائي لظروف مختلفة، فإن هاتين التجربتين توفران بعض المعلومات المفيدة عن سلوك اليورانيوم المستنفد الذي يعاد تعلقه من جراء أي تفجير.

وقد جُمعت عينة رملية مركبة تزن نحو ٩٠٠ كغم من منطقة يقدر قطرها بنحو ٢٠٠ م في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش. وأخذت عينة صغيرة لتحليلها. وقُدّر تركيز نشاط اليورانيوم-٢٣٨ في هذه التربة بنحو ٩٧ بكريل/كغم، أما نسبة كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ فقد بلغت ٠٠٥٠ ر، مما يشير الى أن نسبة ٤٣% من كتلة اليورانيوم في العينة كانت مستنفدة. وهذه القيم تماثل اجمالي متوسط تركيز نشاط اليورانيوم (٨ ر ١٠ بكريل/كغم) والنسبة المئوية لليورانيوم المستنفد حسب الكتلة (٤٧%) المستخدمة في تقدير الجرعات في هذا الموقع (أنظر التذييل الثاني).

وكانت كمية المتفجرات المستخدمة مطابقة لتلك المستخدمة في تفجير لغم أرضي، ووُضعت سلسلة من أجهزة أخذ العينات الهوائية من على مسافات شتى باتجاه الريح. وبدأ أخذ العينات الهوائية قبل حدوث الانفجار واستمر بعده بحوالي ساعة، مع تغيير المرشحات كل ٢٠ دقيقة تقريباً. وفي إحدى التجارب، بلغ ارتفاع المادة التي أعيد تعلقها نحو ٥٠ م، إلا أنه بعد حوالي ١٢ ثانية لم يظهر أي غبار. وفي التجربة الثانية، استُخدمت كمية أكبر من المتفجرات وبلغ ارتفاع الغبار نحو ٧٠ م، ولكن لم يظهر أي غبار بعد حوالي ٢٠ ثانية. ولم تحتو معظم المرشحات الهوائية على يورانيوم يمكن اكتشافه. وكان أبرز استثناء هو ذلك الذي حدث خلال الفترة التي أعقبت الانفجار مباشرة، حيث كان النشاط الوحيد الذي أمكن اكتشافه يخص المرشح الواقع على بعد ٢٥ م من

الانفجار. أما نسبة كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ فقد بلغت ٠.٠٢٢ ر، وهو ما يوازي جزءاً من اليورانيوم المستنفد حسب كتلة تقدر نسبتها بحوالي ٩٦%. وربما أوضحت هذه النتيجة أن اليورانيوم المستنفد يرتبط بأجزاء أخف في التربة مقارنة باليورانيوم الطبيعي. بيد أن كمية اليورانيوم التي ربما يكون قد تم استنشاقها فُدرت بأقل من ١ نانوغرام (أنظر التذييل الثالث)، وهو ما يوازي ٠.٠١٢ ملي بكريل. وهذا النشاط أقل ٢٠٠٠ مرة من نشاط اليورانيوم الطبيعي الذي يستنشقه سنوياً شخص نمطي بالغ يعيش في مدينة الكويت (أنظر التذييل الثاني). وعدم وجود أية كمية يمكن قياسها من اليورانيوم المستنفد في الغبار العالق في الجو الذي تم جمعه بواسطة أجهزة أخذ العينات الموضوعة على مسافات يبعد كل منها ٥٠ م وأكثر عن موقع التفجير يشير إلى أنه لا يرجح إلى حد بعيد انتقال اليورانيوم المستنفد الذي أعيد تعلقه على مسافات كهذه. وعلى ذلك فإن من المرجح أن تكون العواقب الإشعاعية الناجمة عن اليورانيوم المستنفد في التربة طفيفة بالنسبة للأشخاص العاملين في المنطقة. وانتشار وجود معدات حربية لم تنفجر يعني أن الوصول إلى هذه المنطقة سيكون مقيداً لفترة زمنية طويلة.

#### ٤-١-٨ أم القواطي

يوجد هذا الموقع ضمن محيط قاعدة على سالم الجوية، والوصول إليه مقيد. ويستخدم هذا الموقع في خزن عدة آلاف من المركبات العسكرية العراقية التي تم تدميرها خلال الحرب، ومن بينها ١٠٥ دبابة ملوثة باليورانيوم المستنفد. أما المركبات الثلاث والخمسون التي كانت محفوظة من قبل في موقع الخزن التابع للمستشفى العسكري فقد خصصت لها منطقة معينة. واستعيدت المركبات المتبقية من أجزاء مختلفة في الكويت، وهي مخزونة جنباً إلى جنب مع دبابات غير ملوثة في أجزاء مختلفة من الموقع.

وقامت إدارة الوقاية من الإشعاعات بإجراء مسح للدبابات ووضع علامات عليها، كما تم حساب وقياس الفجوات التي أحدثتها ذخائر اليورانيوم المستنفد في عدد من الدبابات.

ويحتوي الموقع أيضاً على ٣٦٦ كومة من التربة الملوثة المأخوذة من الدوحة (القسم ٤-١-١)، حيث يبلغ حجم كل كومة حمولة شاحنة واحدة وتزن نحو ١٠ أطنان (الشكل ٦). وتتضمن هذه الأكوام رماداً متخلفاً من الحريق الذي اندلع في كامب دوحة، بالإضافة إلى شظايا ذخائر وأنقاض معدنية أخرى، وهي ملوثة باليورانيوم المستنفد على هيئة أكاسيد يورانيوم.

وقد تمثلت المتطلبات في هذا الموقع في إجراء تقدير لاجمالي كمية اليورانيوم المستنفد في التربة التي أزيلت من الدوحة، وتقدير كمية اليورانيوم المستنفد الذي يمكن فقده بسهولة من الجزء الخارجي للدبابات أثناء الخزن وخلال أية عملية تخلص لاحقة نظراً لتآكل الفجوات الملوثة باليورانيوم المستنفد بسبب اصطدامها بذخائر اليورانيوم المستنفد، وتقدير كمية اليورانيوم المستنفد التي ربما لا تزال موجودة داخل الدبابات.

وقد أخذت عينات من ١١ كومة من التربة الملوثة. وترد النتائج في الجدول الثامن عشر. وأشارت تلك النتائج، كما هو متوقع، إلى أن تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ كانت متباينة جداً، ولكن القيمة المتوسطة تقدر بنحو ٥٠٠٠ بكريل/كغم. ويمثل ذلك مخزوناً اجمالياً يقدر بحوالي ١٨ × ١٠ بكريل من اليورانيوم-٢٣٨، وهو ما يوازي حوالي ١٥ طن من اليورانيوم المستنفد. ومن زاوية التصرف في النفايات، يُعتبر ثبات التربة أحد الشواغل الرئيسية، نظراً لامكانية تشتت المواد أثناء العواصف الرملية. ومن ثم فإنه يتعين دراسة وسائل بسيطة وفعالة من حيث التكلفة يمكن بها منع مثل هذا التشتت.

وإذا كان اليورانيوم المستنفد الموجود في أكوام التربة الملوثة كله ناشئاً عن مختبرات قطرها

**الجدول الثامن عشر- تركيزات نشاط اليورانيوم -  
٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم- ٢٣٥ / اليورانيوم-  
٢٣٨ في التربة الموجودة في أم القواطي**

Sample No.	<sup>238</sup> U activity concentration (Bq/kg)	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
1 <sup>a</sup>	54 ± 4	Not measured
2 <sup>a</sup>	84 ± 6	Not measured
3 <sup>b</sup>	224 ± 6.2	0.0029
4 <sup>a</sup>	15 000 ± 300	Not measured
5 <sup>b</sup>	15 100 ± 450	0.0021
6 <sup>a</sup>	117 ± 7	Not measured
7 <sup>a</sup>	15 800 ± 300	Not measured
8 <sup>b</sup>	63.0 ± 2.5	0.0047
9 <sup>b</sup>	940 ± 29	0.0022
10 <sup>b</sup>	2570 ± 75	0.0021
11 <sup>b</sup>	241 ± 7.5	0.0028

- (a) تم قياس تركيز نشاط اليورانيوم- ٢٣٨ بواسطة قياس طيف أشعة ألفا.  
(b) استناداً إلى إجمال تركيزات اليورانيوم التي تم قياسها بواسطة قياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث.

وقد قُدِّرت كمية اليورانيوم المستنفد المتبقي في الدبابات على أساس عدد الفجوات في كل دبابة (الشكل ٧) وعلى أساس المعلومات المنشورة عن أنواع الذخائر المستخدمة. وفي عام ٢٠٠١، أجرت ادارة الوقاية من الاشعاعات مسحاً لعدد الفجوات التي اكتشفت في الدبابات المخزونة في أم القواطي، يرد تلخيص له في الجدول التاسع عشر. وأشار المسح الذي أجرته الادارة المذكورة الى أنه تم استخدام مخترقين عادة ضد كل دبابة واحدة وأن الفجوات نجمت في الأغلب عن مختزقات قطرها ١٢٠ مم تحتوي على حوالي ٤٦٤ كغم من اليورانيوم المستنفد. واكتُشف تلوث في حوالي ٤٠ دبابة، الا أنه لم يتم العثور على أية فجوات بسبب الآثار الناتجة عن الانفجارات، وكانت هناك أكثر

١٢٠ مم، فان عدد المختزقات التي تنتج عنها هذه الكمية من اليورانيوم المستنفد تقدر بنحو ٣٠٠. ويتسق هذا العدد مع المعلومات التي أفاد بها الجيش الأمريكي (أنظر القسم ٤-١-١).

وقد أُخذت عينات مسحية من حول فتحات المختزقات ومن داخلها في ١١ دبابة ملوثة، ست منها في المنطقة المخصصة وخمس حُزنت في موضع آخر بالموقع. ولم تتجاوز كمية ما نُقِل الى أي من العينات المسحية حوالي ١٠٠ بكريل من اليورانيوم- ٢٣٨. وأُخذت العينات المسحية باستخدام ١٠٠ سم<sup>٢</sup> من القماش القطني النظيف، على نحو ما استخدمه مفتشو الضمانات التابعون للوكالة في جمع عينات بيئية على أسطح صلبة .



الشكل ٦: أكوام أنقاض تحتوي على يورانيوم مستنفد في أم القواطي

ومع بعض الافتراضات الحذرة بشأن الكمية التي قد تُفقد من كل دبابة، يمكن أن تؤدي أية حركة اضافية الى تركيزات موضعية من اليورانيوم- ٢٣٨ في التربة لا تتجاوز نحو ثلاثة أمثال القيمة التي تُعتبر نمطية بالنسبة للمستويات البيئية الطبيعية في الكويت، وهو ما يتسق بصورة معقولة مع القيم الملحوظة في التربة السطحية بموقع الخزن السابق في المستشفى العسكري.

ولا يبدو أن هناك من المبررات ما يكفي لتسويغ اتخاذ تدابير خاصة ومكلفة لاستخلاص المواد الموجودة في هذه المركبات، وذلك نظراً لضآلة عدد الدبابات الملوثة باليورانيوم المستنفد بالمقارنة باجمالي عدد المركبات الموجودة في هذا الموقع. وسوف يقتضي الأمر نقل جميع الدبابات الملوثة الى المنطقة المعزولة، ويلزم بعد ذلك دراسة وسائل فعالة للتكلفة يمكن بها تخزينها أو التخلص منها دون معالجة اضافية. وسيكون دفن هذه الدبابات أحد الخيارات الفعالة للتكلفة شريطة اتخاذ خطوات تكفل أن تظل الرمال التي تعلوها في موضعها، وذلك على سبيل المثال عن طريق استخدام جدران حاجزة.

#### ٤-١-٩ مدينة الكويت

مدينة الكويت هي المركز الرئيسي للسكان في الكويت. وقد ظلت ادارة الوقاية من الاشعاعات تقوم برصد الغبار العالق في الجو في أماكن شتى بالمدينة لعدة أعوام. وأرسلت بعض عينات المرشحات الهوائية التي تم جمعها خلال عام ٢٠٠١ الى الوكالة لتحليلها بشكل تفصيلي بعد بعثة الخبراء الأولى. وكانت المرشحات المصنوعة من الألياف الزجاجية التي استخدمتها الادارة المذكورة تحتوي على كميات ضئيلة ومتغيرة من اليورانيوم الطبيعي المنشأ. ومن ثم فإنه يلزم توخي الحذر في استخدام هذه البيانات لتقدير تركيزات النشاط في الجو. والأهم هو أن نسب كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ أوضحت عدم وجود يورانيوم مستنفد. وخلال البعثة الثانية، تم جمع أربع عينات اضافية باستخدام مرشحات مصنوعة من التيفلون أو السلولوز ولا تحتوي على يورانيوم. وترد نتائج هذه العينات في الجدول العشرين. وهذه القيم تناظر جرعة سنوية نقل عن ٢ ميكرو سيفرت (أنظر التذييل الثاني).

من ١٠ فجوات في حوالي ثلث الدبابات، ربما كانت ناجمة عن شظايا ذخائر اليورانيوم المستنفد المتولدة عن الاصطدام. وأوضح المسح أيضاً أن معدلات الجرعات على سطح الدبابات الملوثة بالقرب من الفجوات تراوحت بين ١١ و٤١ ميكرو سيفرت/ساعة.



الشكل ٧: فجوة ناجمة عن اصطدام ذخيرة يورانيوم مستنفد بإحدى الدبابات المخزونة في أم القواطي.

وتتحول كمية معينة من اليورانيوم المستنفد الى هباء جوي بعد الاصطدام، ولكن المعلومات التي فحصتها الجمعية الملكية في المملكة المتحدة تشير الى أن هذه النسبة متغيرة؛ حيث اعتُبر أن قيمة تتراوح بين ٢ و٣% نمطية بالنسبة لمخترق يحتوي على ٤ كغم من اليورانيوم المستنفد [8]. ولما كان الهدف من هذه الدراسة هو تقديم تقدير عام للمخزون في الموقع، فقد افترض بحذر أن جميع كميات اليورانيوم المستنفد في كل مخترق ظلت داخل الدبابة. وعلى هذا الأساس، فإن اجمالي كمية اليورانيوم المستنفد المتبقي في الدبابات الملوثة يقدر بنحو طن واحد.

الجدول التاسع عشر - عدد وحجم الفجوات الناجمة عن مخترفات يورانيوم مستنفذ في دبابات مخزونة في ام القواطي

Tank No.	No. of holes	Shape of holes	Size of holes (cm)			
1	1	Elliptic	4 × 6	—	—	—
15	3	Elliptic	3.5 × 4	3.5 × 5	4 × 5	—
—	3	Circular	5.8 × 5.8	5.8 × 5.8	5.8 × 5.8	—
27	2	Circular, elliptic	7 × 7	6.5 × 10	—	—
33	1	Circular	10 × 10	—	—	—
34	1	Elliptic	9.5 × 22	—	—	—
35	2	Elliptic	7.5 × 8.5	6.5 × 8.5	—	—
36	1	Elliptic	7.5 × 9.5	—	—	—
37	1	Circular	6.4 × 6.4	—	—	—
38	2	Elliptic	6.5 × 11	3.5 × 4.5	—	—
39	>10	Elliptic	4.4 × 6.2	5 × 10	—	—
45	1	Elliptic	5.7 × 7	—	—	—
48	2	Elliptic	7 × 8	4 × 5	—	—
51	>10	Elliptic	8 × 10	—	—	—
52	1	Elliptic	6.5 × 18	—	—	—
53	>10	Circular, elliptic	6.7 × 6.7	—	—	—
54	>10	Circular, elliptic	4.5 × 6.5	7.5 × 7.5	8 × 9	6 ×
55	>10	Circular, elliptic	6.7 × 6.7	—	—	—
59	1	Elliptic	4.4 × 5	—	—	—
60	>10	Circular, elliptic	5.5 × 6	6 × 11	6.5 × 9	6 × 8
61	>10	Circular, elliptic	5 × 7	5.5 × 7	—	—
62	1	Elliptic	6.3 × 6.6	—	—	—
64	2	Elliptic	5.5 × 9	5.9 × 13	—	—
65	1	Elliptic	4.5 × 5	—	—	—
67	>10	Circular, elliptic	6 × 8	6 × 6	5.5 × 6	—
69	>10	Circular, elliptic	5.5 × 6	5.5 × 6	4.7 × 4.7	—
70	>10	Circular, elliptic	6.4 × 7.5	6 × 6	5 × 6	—
86	1	Elliptic	3.5 × 10.5	—	—	—
88	2	Elliptic	3.7 × 7.3	12 × 16	—	—
89	2	Circular, elliptic	7 × 7	7.5 × 8.5	—	—
91	2	Elliptic	14.1 × 6	6 × 6.2	—	—

الجدول العشرون - تركيزات نشاط اليورانيوم- ٢٣٨ ونسب كتلة اليورانيوم- ٢٣٥/اليورانيوم- ٢٣٨ في الهواء في مدينة الكويت

Sample No.	<sup>238</sup> U activity concentration (μBq/m <sup>3</sup> )	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U mass ratio
1	1.60 ± 0.05	0.0072
2	1.73 ± 0.06	0.0072
3	1.85 ± 0.06	0.0072
4	1.36 ± 0.04	0.0072

شظاياها. بيد أن هذه الحالة لا تنطبق على اليورانيوم الطبيعي، حيث يتعرض الناس أيضاً لاشعاعات بيتا وغاما الأكثر قدرة على الاختراق والمنبعثة عن نواتج اضمحلال اليورانيوم التي توجد عادة في حالة توازن مع نظائر اليورانيوم. أما فيما يخص اليورانيوم المستنفد، فإن نواتج الاضمحلال الوحيدة الباعثة لأشعة بيتا هي الثوريوم- ٢٣٤ والبروتكتينيوم- ٢٣٤م والثوريوم- ٢٣١، وكلها تنبعث منها اشعاعات غاما منخفضة الكثافة، ومن ثم فإن الخطر الناجم عن التعرض الخارجي لليورانيوم المستنفد أقل كثيراً من ذلك الناجم عن التعرض لليورانيوم الطبيعي. وقد قُدر معدل الجرعة الملامسة للجلد من مخترق يورانيوم مستنفد بنحو ٢٣٣ مللي سيفرت/ساعة، وتنتج بصورة أساسية عن اضمحلال جسيمات أشعة بيتا في سلالة اليورانيوم المستنفد [11]. ومن غير المرجح عند معدل الجرعات هذا أن تفضي ملامسة مخترق يورانيوم مستنفد، حتى وان استمر ذلك لفترة طويلة، الى حروق في الجلد (التهاب جلدي) أو أي تأثير اشعاعي حاد آخر. غير أن الجرعة التي يمكن التعرض لها من تداول ذخائر اليورانيوم المستنفد شديدة الى حد أنه ينبغي ابقاء التعرض ومدة التداول عند الحد الأدنى، كما يتعين ارتداء قفازات وقائية عند تداول هذه الذخائر.

وتتسق هذه النتائج مع البيانات التي نشرتها لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الاشعاع الذري [5] (أنظر الجدول الرابع)، ولم يظهر فيها ما يدل على وجود يورانيوم مستنفد. ومن زاوية اجمالي النشاط في فرادى المرشحات، كانت القيم المقاسة بواسطة الوكالة باستخدام تقنيات تحليلية حساسة أدنى من حدود الكشف التي أمكن تحقيقها بواسطة المعدات الخاصة بإدارة الوقاية من الاشعاعات. بيد أن معدات الادارة المذكورة ستكون كافية لكشف أية تركيزات قد تتسبب في اشارة مخاوف اشعاعية. وسيكون من المستصوب التحول الى استخدام مرشحات خالية من اليورانيوم.

#### ٢-٤ التقدير العام للتعرض الخارجي الناجم عن ذخائر يورانيوم مستنفد

تم خلال هذه الدراسة العثور على ذخائر يورانيوم مستنفد سواء عن طريق ادارة الوقاية من الاشعاعات أو كبار الخبراء وأعضاء فرقة أخذ العينات التابعة للوكالة. ومن ثم فإنه لا يمكن استبعاد أنه لا يزال يُحتمل العثور على شظايا لمخترقات يورانيوم مستنفد أو ذخائر بأكملها وجمعها بواسطة أفراد من عامة الجمهور في الأماكن التي استُخدمت فيها داخل الكويت ذخائر يورانيوم مستنفد في حرب الخليج. وربما تعرض الأفراد الذين قد يتداولون ذخائر اليورانيوم المستنفد لاشعاعات خارجية تنبعث عن اليورانيوم المستنفد. والاشعاعات الرئيسية التي تنبعث عن نظائر اليورانيوم هي جسيمات ألفا، التي يبلغ مداها في الجو نحو سنتيمتر واحد؛ وفي حالة الأنسجة، فإنها تخترق بالكاد طبقة الجلد الميتة الخارجية. ومن ثم فإن الجرعة الناجمة عن تعرض خارجي لاشعاعات منبعثة عن نظائر اليورانيوم في اليورانيوم المستنفد لا يعتد بها الا اذا لامس الشخص المعرض ذخائر اليورانيوم المستنفد أو



## ٥- الاستنباطات والاستنتاجات

الضرورية فيما يتعلق باليورانيوم المستنفد. وتكفي تقنية تحليل قياس طيف أشعة غاما التي تستخدمها ادارة الوقاية من الاشعاعات لتحديد ما اذا كانت تركيزات اليورانيوم في العينات البيئية تثير أي قلق اشعاعي.

### ٢-٥ استنباطات واستنتاجات تخص مواقع بعينها

يصف هذا القسم الاستنباطات والاستنتاجات التي تم التوصل اليها بشأن الأوضاع الاشعاعية في المواقع التي تم استقصاؤها في هذه الدراسة. وتشمل الأماكن التي اختيرت لاستقصائها مواقع استخدمت فيها ذخائر يورانيوم مستنفد في حرب الخليج، ومواقع تم فيها خزن مخلفات يورانيوم مستنفد، ومواقع أبدي بشأنها قلق حول احتمال تلوث المياه والمواد الغذائية باليورانيوم المستنفد. وترد النتائج الخاصة بكل موقع تم استقصاؤه؛ وقد صُنِّقت الأماكن ذات الخصائص المتشابهة ضمن مجموعة واحدة. كما ترد الاستنباطات القائمة على تحليل العينات الهوائية التي قدمتها ادارة الوقاية من الاشعاعات فيما يخص مدينة الكويت.

### ١-٢-٥ الدوحة

كانت تركيزات اليورانيوم المستنفد في التربة التي تم جمعها من الدوحة منخفضة، كما كانت القيم الخاصة باجمالي اليورانيوم في حدود النطاق المتوقع لليورانيوم الطبيعي المنشأ في تربة الكويت. وكان العلاج في هذا الموقع فعالاً في خفض مستويات اليورانيوم المستنفد في البيئة. وحُسبت أقصى جرعة سنوية ممكنة الآن نتيجة تعرض أحد الأفراد العاملين

### ١-٥ استنباطات واستنتاجات عامة

استناداً الى القياسات التي أجريت للمواقع التي تم استقصاؤها أثناء الدراسة والتي يرد تلخيص لها في هذا التقرير، فان اليورانيوم المستنفد لا يشكل خطورة اشعاعية على سكان الكويت. كما ان الجرعات الاشعاعية السنوية التقديرية التي يمكن أن تنشأ عن التعرض لمخلفات اليورانيوم المستنفد منخفضة جداً وذات أهمية إشعاعية ضئيلة. فلا تتجاوز الجرعات الاشعاعية السنوية التقديرية التي يمكن أن تنشأ في المناطق التي توجد بها مخلفات نحو بضعة ميكروسيفرتات، وهي أقل كثيراً من الجرعات السنوية التي يتعرض لها سكان الكويت من مصادر اشعاعية طبيعية في البيئة، كما انها بكثير جداً من المستوى الموجب لاتخاذ اجراء، البالغ ١٠ مللي سيفرت، الذي اقترحتة اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات كمييار لتحديد ما اذا كان من الضروري اتخاذ اجراءات علاجية.

ولا يزال من الممكن العثور على مخترقات كاملة لليورانيوم المستنفد أو شظايا منها في بعض الأماكن التي استخدمت فيها هذه الأسلحة في حرب الخليج، ومنها مثلاً حقول النفط في مناغيش. وملامسة مخلفات اليورانيوم المستنفد هذه لفترات طويلة هي مسار التعرض المحتمل الوحيد الذي يمكن أن تنتج عنه تعرضات مهمة من الوجة الاشعاعية. وطالما ظل الوصول الى هذه المناطق مقيداً، فان احتمال قيام أفراد من عامة الجمهور بجمع هذه المخلفات أو ملامستهم لها بطريقة أخرى يكون ضعيفاً.

وتملك سلطات الكويت المؤهلات والمعدات التي تكفل لها الاضطلاع بأنشطة الرصد والمسح

التباينات في القياسات. وحتى اذا كانت هذه النسبة الأقل تشير الى وجود يورانيوم مستنفد، فان الجرعة السنوية التقديرية التي قد تنشأ عن تناول يورانيوم مستنفد في مياه الشرب ضعيفة جداً (أقل من ٠.٠٨ ميكرو سيفرت).

#### ٥-٢-٥ المناطق الزراعية في الوفرة والعبدي

كانت تركيزات اليورانيوم في عينات المواد الغذائية التي تم جمعها في المزارع منخفضة وذات أهمية اشعاعية ضئيلة؛ وقدّرت الجرعات السنوية المحتملة التي قد تنشأ بالنسبة للأشخاص الذين يعيشون في هاتين المنطقتين بأنها أقل من ٠.١ ميكرو سيفرت. بيد أنه لا تزال هناك شكوك حول ما اذا كان يمكن ارجاع نسبة كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ المقيسة في بعض الخضر التي تم جمعها من المزارع في كل من الوفرة والعبدي الى وجود يورانيوم مستنفد، حيث لم يُعثر على دليل يشير الى وجود يورانيوم مستنفد في عينات التربة المناظرة. وكانت هناك دلائل تتم عن احتمال وجود يورانيوم مستنفد في المياه العكرة المستخرجة من الآبار في المزارع الكائنة في الوفرة، إلا أنه لا يحتمل وجوده في مياه الآبار بمزارع العبدي.

#### ٦-٢-٥ حقول مناغيث النفطية

أمكن بسهولة اكتشاف يورانيوم مستنفد في كثير من عينات التربة المأخوذة من حقول مناغيث النفطية. وقد تباينت تركيزات النشاط، ولكن الجرعات الاشعاعية السنوية التي قد يتعرض لها العاملون في المنطقة ضئيلة. وقدّرت الجرعات السنوية الناجمة عن التعرض لليورانيوم المستنفد والتي يمكن أن يتعرض لها أشخاص بالغون افتراضيون يُفترض أنهم يعملون ويعيشون قرب مركز التجميع ٢٨ في مناغيث بحوالي ١٣ ميكرو سيفرت، وهي ناتجة بصورة تكاد

في الموقع على أساس أنها أقل من ٨ ميكرو سيفرت، وهي ناجمة بصورة تكاد تكون تامة عن استنشاق مواد أعيد تعلقها.

#### ٥-٢-٥ الجهراء والمطلاع

لم تكن هناك أية أدلة على وجود يورانيوم مستنفد في عينات التربة التي تم جمعها من مدينة الجهراء. وأعيد منذ عام ١٩٩١ تمهيد سطح الطريق الرئيسي المؤدي من الجهراء الى الحدود مع العراق. ولم تكن هناك أية أدلة تشير الى وجود يورانيوم مستنفد في التربة المأخوذة من المناطق الواقعة على أي من جانبي الطريق قرب المطلاع.

#### ٥-٢-٥ الصبهان والأرض المخصصة للخرن في المستشفى العسكري

استُخدم هذان المكانان في الماضي لخرن دبابات ومركبات عسكرية ملوثة باليورانيوم المستنفد. ولم يتم قياس أي يورانيوم مستنفد في عينات التربة المأخوذة من الصبهان، إلا أنه كان هناك دليل على وجود يورانيوم مستنفد في الأرض المخصصة للخرن بالمستشفى العسكري. والجرعات التقديرية التي قد تنشأ بسبب التعرض ليورانيوم مستنفد في منطقة الخرن بالمستشفى العسكرية ضعيفة، وقد حُسبت أقصى جرعة سنوية ممكنة على أساس أنها أقل من ٣.٣ ميكرو سيفرت، وهي ناجمة بصورة تكاد تكون تامة عن استنشاق مواد أعيد تعلقها.

#### ٥-٢-٥ الروضتين

لم يتم قياس أي يورانيوم مستنفد في عينات المياه المرشحة المستخرجة من الآبار العميقة في الروضتين. بيد أن نسبة كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ المقيسة في المخلفات الصلبة على مرشح للمياه كانت أقل من القيمة المتوقعة بالنسبة لليورانيوم الطبيعي، لكنه يمكن تفسير ذلك بوجود

٥١ طن من اليورانيوم المستنفد. وتشير التقديرات الى أن الدبابات المخزونة في هذا الموقع تحتوي على ما مجموعه طن واحد تقريباً من اليورانيوم المستنفد. كما أظهر الاستقصاء أنه لا يمكن إزالة التلوث السطحي باليورانيوم المستنفد من على الدبابات بسهولة.

وسوف يقتضي الأمر نقل جميع الدبابات الملوثة الى المنطقة المعزولة، ويلزم بعد ذلك دراسة وسائل فعالة التكلفة يمكن بها تخزينها أو التخلص منها دون معالجة اضافية.

#### ٥-٢-٨ مدينة الكويت

لم يجر في هذه الدراسة استقصاء أية مناطق بعينها في مدينة الكويت. ويبين تحليل العينات الهوائية التي قدمتها ادارة الوقاية من الاشعاعات عدم وجود دليل على دخول أي كميات من اليورانيوم المستنفد الى مدينة الكويت.

تكون نامة عن استنشاق مواد أعيد تعلقها. وكانت القيم المناظرة بالنسبة لمركز التجميع ١٨ في أم قدير أقل كثيراً (أقل من ٣٠٠ ميكرو سيفرت).

ولا يُتوقع أن يشكل استنشاق يورانيوم مستنفد أية خطورة اشعاعية للأشخاص الذين يقومون بتفجيرات محكومة في الموقع. وتشير تجارب اعادة التعلق التي أجريت في أم القواطي باستخدام رمال من مركز التجميع ٢٨ في مناغيش الى أن الشخص البالغ الواقف قرب الانفجار سيستشاق أقل من ١ نانوغرام من اليورانيوم المستنفد، أي ما يناظر ١٢٠٠٠٠٠٠ ملي بكريل، وهو ما يقل ٢٠٠٠ مرة تقريباً عن نشاط اليورانيوم الطبيعي الذي يستنشقه سنوياً شخص بالغ نمطي يعيش في مدينة الكويت.

#### ٥-٢-٧ أم القواطي

يُقدَّر أن الأنقاض التي تمت ازلتها من الدوحة وخزنها في أم القواطي تحتوي على حوالي

## ٦- التوصيات

التخلص منها دون معالجة اضافية. وسيكون دفن هذه الدبابات أحد الخيارات الفعالة التكلفة شريطة اتخاذ خطوات لضمان أن تظل الرمال التي تعلوها ثابتة في موضعها.

ولا يوجد مبرر لوضع برنامج للرصد المكثف في المناطق الزراعية في الوفرة والعبدي وفي مرفق استخراج المياه في الروضتين استناداً الى الاعتبارات المتعلقة بالوقاية من الاشعاعات، غير أنه ربما كان اجراء قياسات من حين لآخر ربما يكون مبرراً نظراً للقلق العام بشأن احتمال تلوث المواد الغذائية. بيد أنه سيلزم تحليل العينات بواسطة مختبر يُجرى فيه بانتظام قياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث.

وطالما ظلت القيود موجودة، فإنه ليس ثمة مبررات تُذكر لمواصلة الرصد في الأرض المخصصة للخرن بالمستشفى العسكري. بيد أنه اذا حدث وتم تطوير الموقع لاستخدامه في المستقبل، ربما يكون اجراء بعض القياسات الاضافية مبرراً عندئذ. والتسهيلات المتاحة حالياً في ادارة الوقاية من الاشعاعات ستكون وافية لهذا الغرض. وينبغي نقل الدبابة الملوثة باليورانيوم المستنفد التي تم اكتشافها خلال حملة أخذ العينات في شباط/فبراير ٢٠٠١ الى المنطقة المخصصة لذلك في قاعدة أم القواطي العسكرية.

وينبغي للسلطات الكويتية أن تضمن ازالة ذخائر اليورانيوم المستنفد بأمان من المواقع التي عُثِر فيها على مختبرات يورانيوم مستنفد خلال الاستقصاء ومن أية مناطق أخرى من البلد يتم العثور فيها مستقبلاً على أعداد كبيرة من ذخائر اليورانيوم المستنفد. كما ينبغي للسلطات الكويتية أن تنظر في ابلاغ السكان المحليين والعاملين في مثل هذه المواقع بالمخاطر التي يُحتمل أن ترتبط بجمع ذخائر اليورانيوم المستنفد أو شطاياها.

(١) تشير نتائج هذه الدراسة الى أنه لا ضرورة لاتخاذ تدابير علاجية في أي من المواقع التي تم استقصاؤها بخلاف تلك التي يجري تنفيذها حالياً في الدوحة وتلك المطلوبة لمعالجة مخلفات اليورانيوم المستنفد المخزونة في أم القواطي في الوقت الراهن.

(٢) وقد أثبت النهج العلاجي المطبق في الدوحة فعاليته، وهو يتضمن نقل جميع الأنقاض المتبقية الى قاعدة أم القواطي العسكرية وتغطية المنطقة الملوثة بتربة جديدة غير ملوثة. ولما كانت مياه البحر تغمر المنطقة أحياناً، فإنه من المستصوب دراسة وسائل بسيطة يمكن بها تثبيت التربة النظيفة. ويمكن لادارة الوقاية من الاشعاعات أن تقوم بالرصد باستخدام المعدات الموجودة لتقدير مدى فعالية مواصلة العلاج. واستناداً الى الأدلة الحالية، فإنه ليس ثمة ما يبرر اجراء رصد بعيداً عن الموقع.

(٣) وينبغي لسلطات الكويت أن تنظر في وسائل يمكن بها تثبيت مخلفات اليورانيوم المستنفد المنقولة من الدوحة والمخزونة حالياً في أم القواطي، وذلك نظراً لشيوع العواصف الرملية وما يمكن أن تسفر عنه من تشتيت للمواد<sup>(٣)</sup>.

(٤) وقد رأى فريق الخبراء أنه ليس ثمة ما يبرر بذل أية جهود لازالة التلوث من الدبابات المخزونة في أم القواطي، وذلك نظراً لحجم المخاطر الاشعاعية التي ستتطوي عليها عملية ازالة التلوث رغم ضآلة هذا الحجم، وبسبب المشاكل الادارية المتصلة بالنفايات المشعة التي ستنولد عن هذه العملية. وينبغي بدلاً من ذلك النظر في خزن الدبابات أو

(٣) من المفهوم أنه منذ ايفاد بعثة الخبراء الى الكويت، اتخذت السلطات الكويتية خطوات ملائمة لضمان تثبيت مخلفات اليورانيوم المستنفد المنقولة من الدوحة والمخزونة حالياً في أم القواطي.

## التذليل الأول

### تقييم عولية البيانات المتعلقة باليورانيوم المستنفد المقدمة من ادارة الوقاية من الاشعاعات التابعة لوزارة الصحة في الكويت

#### أولا-١- المقدمة

معنونا "تركيزات اليورانيوم في التربة المأخوذة من منطقة الوفرة"، يتضمن بيانات عن مستويات اليورانيوم في ثماني مجموعات من المرشحات الهوائية وعدد من عينات التربة المأخوذة من مختلف المناطق. وفي ٥ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠١، ورد الى مختبرات الوكالة في زايرسدورف تقرير ثان، مؤرخ ٢٨ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠١، يتضمن تقريبا نفس ما جاء في التقرير الأول من بيانات عن تركيزات اليورانيوم في المرشحات الهوائية والتربة، إلا أنه يشمل أيضا معلومات عن البروتوكولات والمعايير المستخدمة فضلا عن بيانات طيفية بيئية لازمة لإجراء تقييم دقيق. وقد تم تقييم هذين التقريرين من جانب خبراء في مختبرات الوكالة في زايرسدورف لديهم خبرة فنية في المجال ذي الصلة. ويرد أدناه تلخيص لنتائج التقييم.

ينقسم هذا التذليل الى قسمين. ويتناول القسم أولا-٢ تقييم البيانات المتعلقة بتركيزات اليورانيوم في عينات من التربة ومرشحات هوائية، كانت ادارة الوقاية من الاشعاعات قد قدمتها الى الوكالة. أما القسم أولا-٣ فإنه يتناول تمريناً لمقارنة مشتركة تم تنظيمها بالاشتراك بين ادارة الوقاية من الاشعاعات ومختبرات الوكالة في زايرسدورف. وشملت هذه المقارنة المشتركة تحليل ثلاث عينات من التربة وثلاثة مرشحات هوائية ومادة مرجعية خاصة بالوكالة وعينة من التربة ملوثة بيورانيوم مستنفد مأخوذة من الدوحة التي هي أحد المواقع التي تم استقصاؤها.

#### أولا-٢- تقييم البيانات المقدمة من ادارة الوقاية من الاشعاعات

##### أولا-٢-١- بيانات المرشحات الهوائية

يتضمن كلا التقريرين المقدمين من ادارة الوقاية من الاشعاعات ثمانية جداول عن تركيزات نشاط اليورانيوم في الهواء مستقاة من قياسات طيف أشعة غاما لمرشحات هوائية على امتداد الفترة ١٩٩٣-٢٠٠٠ (بمعدل جدول واحد لكل سنة). وتبين مقارنة الجداول الثمانية الواردة في كلا التقريرين تماثل عدد المرشحات وسماتها في الجداول المتناظرة، باستثناء جدول بيانات عام ٢٠٠٠. فبالنسبة لعام ٢٠٠٠، يورد كل من التقريرين نتائج عدد مختلف ومجموعة مختلفة من المرشحات. وحيث إن المعلومات عن المرشحات الهوائية جاءت أكثر شمولية في التقرير المؤرخ ٢٨

خلال بعثة كبار الخبراء الى الكويت في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١، لوحظ أن ادارة الوقاية من الاشعاعات كانت قد أجرت عددا كبيرا من التحاليل لليورانيوم الموجود في عينات من التربة ومرشحات هوائية، وهي تحاليل يوجد لها قاعدة بيانات شاملة. وللاستفادة الى أقصى حد من الموارد المتاحة لأغراض التقييم البيئي وللتقليل الى أدنى حد من الحاجة الى أخذ مزيد من العينات واجراء مزيد من التحليل، أوصى كبار الخبراء باستعراض قاعدة البيانات هذه لتحديد امكانية استخدام بيانات ادارة الوقاية من الاشعاعات المتوفرة كأساس للتقييم. وفي أيلول/سبتمبر ٢٠٠١، قدمت ادارة الوقاية من الاشعاعات تقريرا أوليا الى الوكالة

تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠١، فقد استند تقييم بيانات المرشحات الهوائية الى هذا التقرير بصورة أساسية.

ويورد كل من الجداول الثمانية عدد عينات المرشحات الهوائية، وتاريخ جمع العينات، وكتلة الرواسب، وصافي تعداد ذروة الطاقة الضوئية باضمحلال النويدات المشعة للثوريوم- ٢٣٤ عند مستوى ٦٣ر٣ كيلو إلكترون فولط، وحجم الهواء الذي أخذت منه العينة، وحساب تركيز نشاط اليورانسيوم في الهواء أثناء فترة أخذ العينات. وتم تقييم هذه البيانات بما في ذلك تفاصيل بروتوكول القياس (أي فترة التعداد، ومواصفات جهاز قياس طيف أشعة غاما المستخدم، والمعلومات والمعايير الطيفية الأساسية المستخدمة، وكذلك التصويبات المطبقة).

وتفيد الاستنتاجات التي تم التوصل اليها بأن معظم القيم المبلغ عنها بالنسبة للمرشحات

الهوائية تبدو أدنى بشكل ملحوظ من حد الكشف المتوقع أن توفره شروط القياس ونظام قياس طيف أشعة غاما قيد الاستخدام. ومن أجل تحديد ما اذا كانت تلك النتائج واقعية، قامت الوكالة من جديد بقياس عينات المرشحات الهوائية المرسله من الكويت لغرض تمرين المقارنة المشتركة، باستخدام جهاز لقياس طيف أشعة غاما موجود في مختبراتها في زايرسدورف ومصمّم خصيصاً لقياس أشعة غاما الضعيفة الطاقة المنبعثة من الثوريوم- ٢٣٤. ولغرض المقارنة، ترد في الجدول الحادي والعشرين مواصفات أجهزة قياس طيف أشعة غاما وتفاصيل بارامترات القياس.

ونظرا لاتسام أدنى أنشطة يمكن اكتشافها (MDAs) لدى الوكالة بفترة تعداد أطول ومستوى أعلى من كفاءة القياس، فمن المفترض أن تكون هذه الأنشطة أدنى بثلاثة أمثال الى أربعة أمثال من أدنى

#### الجدول الحادي والعشرون – مقارنة مواصفات أجهزة قياس طيف أشعة غاما وبارامترات قياس عينات المرشحات الهوائية، الخاصة بإدارة الوقاية من الإشعاعات والوكالة

Parameter	RPD	IAEA
Gamma spectrometer specifications	P-type; 26% relative efficiency	N-type; 35% relative efficiency
Counting period	50 000 s	s246 000–346 000
Efficiency at 63.3 keV	8%	18%
Efficiency at 92.8 keV	10%	20%

كما كشف تقييم بيانات ادارة الوقاية من الاشعاعات، المتعلقة بالمرشحات الهوائية عما يلي:

(أ) ثمة بيانات أبلغ عنها (جدول بيانات عام ١٩٩٧ الوارد في التقرير الأول) تفيد بأن صافي عدد عمليات تعداد ذروة الطاقة الضوئية باضمحلال النويدات المشعة للثوريوم- ٢٣٤ عند مستوى ٦٣ر٣ كيلو إلكترون فولط كان سلبيا بعد طرح قيمة الاشعاعات البيئية. وعلى الرغم من ذلك، فقد حسبت التركيزات النهائية لنشاط الثوريوم- ٢٣٤ في الجو (بكريل/متر مكعب) كقيم ايجابية.

أنشطة (MDAs) ذكرتها ادارة الوقاية من الاشعاعات. واستنادا الى مواصفات نظام قياس طيف أشعة غاما وشروط القياس الخاصة بإدارة الوقاية من الاشعاعات، يظهر في الجدول الثاني والعشرين تقييم أكثر واقعية لأدنى الأنشطة التي يمكن اكتشافها فيما يخص بيانات ادارة الوقاية من الاشعاعات.

ويمكن أن يُستنتج من ذلك أن معظم بيانات ادارة الوقاية من الاشعاعات المتعلقة بالمرشحات الهوائية هي دون أدنى الأنشطة الفعلية التي يمكن اكتشافها، مما يشير الى أن اجمالي تركيز اليورانسيوم لا يتجاوز عموما زهاء ١٠ بكريل لكل مرشح.

(ب) من الواضح أن كفاءة الكواشف ذاتها قد استخدمت لأكثر من ست سنوات. أما المثل المقدم ومفاده أن الكفاءة قد تمت معايرتها معايرة كاملة فإنه مؤرخ كانون الثاني/يناير ١٩٩٥. وينبغي، بصورة عامة، معايرة أجهزة قياس طيف أشعة غاما من حيث القدرة على التصدي الكفاء كل عام، لأن مواصفاتها تتغير مع مرور الزمن ولأنها معرضة لفقدان الحالة الفراغية، وهو ما يؤدي الى تدهور كفاءة الكشف، وبخاصة في المنطقة المنخفضة الطاقة.

(ج) ولا يبدو أن حالة عدم التيقن المرتبطة بالتغيرات التي تطرأ على القيم المرجعية وعلى تعداد ذروة الطاقة الضوئية (التعداد الاحصائي) قد أخذت في الحسبان على النحو الملائم.

(د) أشار تقييم النسخ المطبوعة من تقارير تناول تقييم مجال تعداد ذروة الطاقة الضوئية لمرشحين هوائيين اثنين، يعرفان بالمرشح 18-T والمرشح 19-T، الى أن قيماً مرجعية قد استخدمت لكل من المرشحين من أجل حساب صافي تعداد ذروة الطاقة الضوئية على الرغم من أن المرشحين قد تم قياسهما بفاصل يوم واحد بين الواحد والأخر. وبالنظر الى الوقت الذي استغرقه القياس (وهو ٥٠ ٠٠٠ ثانية لكل مرشح)، يبدو أنه من غير المرجح أن وقتاً كافياً كان متاحاً بين عمليتي القياس من أجل القيام بقياسات مرجعية منفصلة. وبالتالي، كان ينبغي استخدام نفس الطيف المرجعي بالنسبة لكلا المرشحين الهوائيين.

(هـ) لا يعد استخدام أشعة غاما البالغة طاقتها ٩٢٦ كيلو إلكترون فولط لتحديد الثوريوم-

٢٣٤ أمراً مثالياً، حيث إن أشعة غاما مكونة في حقيقة الأمر من مكونين متشابهين (٩٢٤ كيلو إلكترون فولط و ٩٢٨ كيلو إلكترون فولط) ويتداخل فيها شعاعان سينيان ينبعثان عند مستويي ٨٩ كيلو إلكترون فولط و ٩٣٤ و ٢٢٨ كيلوغرام في سلسلة الثوريوم-٢٣٢.

(و) أظهر تحليل لمرشحات هوائية جوفاء مصنوعة من ألياف زجاجية أرسلت الى مختبرات الوكالة في زايبرسدورف تغيراً كبيراً يصل إلى الضعف في محتوى هذه المرشحات من اليورانيوم الطبيعي. وعلاوة على ذلك، تشكل مستويات اليورانيوم الطبيعي الموجودة في المرشحات الجوفاء جزءاً كبيراً (يتراوح بين ٥٠ و ٨٠) من مستويات اليورانيوم المبلغ عنها من جانب ادارة الوقاية من الاشعاعات بالنسبة لعينات عالقة على الألياف الزجاجية ولذلك ينبغي توخي حذر شديد في النظر إلى البيانات القائمة على استخدام هذه المرشحات.

#### أولا-٢-٢- بيانات التربة

يبدو أن النشاط الأدنى الذي يمكن اكتشافه، الذي كانت ادارة الوقاية من الاشعاعات قد أبلغت عنه بالنسبة لليورانيوم-٢٣٨، استناداً الى قياس نشاط ناتج اضمحلاله وهو الثوريوم-٢٣٤ عند مستوى ٩٢٨ كيلو إلكترون فولط (٣٧ ر٠ بكريل/كيلوغرام)، شديد الانخفاض هو الآخر. كما يبدو أن تقدير ادارة الوقاية من الاشعاعات لأدنى نشاط يمكن اكتشافه قد استند الى قياس للمستوى المرجعي كان قد جرى تسجيله دون وجود عينة.

## الجدول الثاني والعشرون – مقارنة بين أدنى أنشطة يمكن اكتشافها بالنسبة للمرشحات الهوائية

Gamma ray line used by the RPD	MDA values reported in the RPD report	Realistic MDA values for the RPD data according to the IAEA evaluation	MDA values obtained by the IAEA using the IAEA gamma spectrometer
MDA at 63.3.keV	0.14 Bq per filter	~0.7 Bq per filter	0.22 Bq per filter
MDA at 92.8 keV	0.15 Bq per filter	~1.0 Bq per filter	0.35 Bq per filter

تقييم أكثر واقعية لأدنى نشاط يمكن اكتشافه ذي صلة ببيانات ادارة الوقاية من الاشعاعات. ويبدو أيضا أن أوجه عدم التيقن التي تشوب نتائج القياسات التي أجرتها ادارة الوقاية من الاشعاعات لم تُقدر حق قدرها. فهي لا بد أنها تتراوح بين ٣٠% الى ١٠٠% بدلا من النسبة البالغة ٥% الى ١٠% الوارد ذكرها في التقريرين. وتم كذلك اكتشاف أوجه تضارب في المعلومات المقدمة: فقد جاء في أحد التقريرين أن كمية اليورانيوم التي يتضمنها المعيار المستخدم هي ٠.٧٩٦٨ غرام، بينما ذكر التقرير الثاني أن الكمية هي ٠.٩٩٦ غرام. فضلا عن ذلك، ربما حدثت بعض المشاكل بسبب الافتقار الى المرافق اللازمة لمعالجة ومجانسة عينات التربة في ادارة الوقاية من الاشعاعات.

### أولا-٢-٣- ملاحظات عامة

تشير البيانات التي قدمتها ادارة الوقاية من الاشعاعات فيما يتعلق بالمرشحات الهوائية وعينات التربة، بما فيها شروط القياس ومواصفات الكواشف، الى أن أغلبية بيانات الادارة المذكورة قريبة جدا من أدنى الأنشطة الفعلية التي يمكن اكتشافها أو أقل منها. ولذلك فإن النتائج التي توصلت اليها ادارة الوقاية من الاشعاعات مشوبة بقدر كبير جدا من عدم التيقن. وعلاوة على ذلك، لم تقدم ادارة الوقاية من الاشعاعات أية معلومات عن أوجه الوفرة النظرية في نظيري اليورانيوم المثيرين للاهتمام (وهما اليورانيوم-٢٣٥ واليورانيوم-٢٣٨)، وهو أمر ضروري لتحديد ما اذا كان اليورانيوم الموجود في العينة المعنية هو يورانيوم طبيعي أم يورانيوم مستنفذ. غير أنه يظل

ولذلك فإن مقدار المستوى المرجعي وما نتج عنه من أدنى نشاط يمكن اكتشافه منخفضان على نحو غير واقعي، نظرا لعدم مراعاة مساهمة البوتاسيوم-٤٠ في أشعة كومبتون (Compton) الموجودة في البيئة، علما بأن هذا البوتاسيوم موجود في معظم العينات البيئية وعادة ما يكون المساهم الأكبر في القيمة المرجعية لأطياف أشعة غاما. وكان من المفروض تقييم أدنى نشاط يمكن اكتشافه باستخدام مرشح أجوف يحتوي على البوتاسيوم-٤٠ بمستواه العادي الموجود في تربة الكويت. وتقدير الوكالة لأدنى نشاط يمكن اكتشافه، بالاستناد الى تقييم البيانات وشروط القياس المستخدمة من جانب ادارة الوقاية من الاشعاعات، يزيد عن القيمة المبلغ عنها بزهاء ٢٠ مرة (أي ٦-١٢ بكريل/كيلوغرام، بما يكافئ ٥٠-١٠٠ ر٠٠ مليغرام/كيلوغرام). وبالتالي، فإن البيانات المبلغ عنها بأنها أدنى من زهاء ١٠ بكريل/كيلوغرام (كما هي حال أغليبيتها) ينبغي أن تعتبر أدنى نشاط يمكن اكتشافه. وترد في الجدول الثالث والعشرين مقارنات بين مواصفات أجهزة قياس طيف أشعة غاما التابعة لادارة الوقاية من الاشعاعات ومواصفات مثيلاتها التابعة لمختبرات الوكالة في زايبرسدورف ومقارنات بين الشروط المستخدمة في قياس عينات التربة لأغراض المقارنة المشتركة ذات الصلة.

وكفاءة القياس التي يتسم بها النظام المستخدم في مختبرات الوكالة في زايبرسدورف هي أكبر بزهاء ١٨ مرة مما هي في نظام ادارة الوقاية من الاشعاعات. وبالتالي، يُتوقع أن يكون أدنى نشاط يمكن اكتشافه من جانب نظام ادارة الوقاية من الاشعاعات أكبر من أدنى نشاط يمكن اكتشافه من جانب نظام مختبرات الوكالة في زايبرسدورف. ويظهر في الجدول الرابع والعشرين



من الثابت أن البيانات ذات فائدة لغرض تبيان أن تركيزات اليورانيوم في تربة المناطق التي أخذت منها العينات هي دون المستوى الذي يسوغ اتخاذ تدابير علاجية.

### أولاً-٣- تمرين المقارنة المشتركة

من أجل تكميل عملية تقييم بيانات ادارة الوقاية من الاشعاعات، تم بالاشتراك بين الادارة

المذكورة ومختبرات الوكالة في زايبرسدورف تنظيم تمرين مقارنة مشتركة. وتتألف المقارنة المشتركة من جزأين. ويشمل الجزء الأول منها قيام كل من ادارة الوقاية من الاشعاعات ومختبرات الوكالة في زايبرسدورف بقياس تركيز اليورانيوم في ست عينات. وتتألف العينات الست، التي جمعتها

### الجدول الثالث والعشرون – مقارنة مواصفات أجهزة قياس طيف أشعة غاما وبارامترات قياس عينات التربة، الخاصة بإدارة الوقاية من الاشعاعات بالنسبة لعينات التربة

Parameter	RPD	IAEA
Gamma spectrometer specifications	P-type; 26% relative efficiency	P-type; 70% relative efficiency
Counting period	72 000 s	50 000 s
Efficiency at 92.8 keV	2.0%	3.6%

### الجدول الرابع والعشرون – مقارنة بين أدنى أنشطة يمكن اكتشافها بالنسبة لعينات التربة

Energy of gamma ray transition used to establish the MDA	Values reported in the RPD report	Realistic values for the RPD data according to the IAEA evaluation	Values obtained by the IAEA
MDA at 92.8 keV	0.37 Bq/kg	~9 Bq/kg	5 Bq/kg

### الجدول الخامس والعشرون – مقارنة بين قياسات ادارة الوقاية من الاشعاعات وقياسات الوكالة لنشاط اليورانيوم في عينات المرشحات الهوائية ولتركيزات النشاط في عينات التربة

Sample	RPD data	Data of the Agency's Laboratories at Seibersdorf		
	Gamma spectrometry	Gamma spectrometry	Alpha spectrometry	ICP-MS
Air filter 18-T	<0.15 Bq	<0.3 Bq	0.26 ± 0.02 Bq	0.15 ± 0.05 Bq
Air filter 19-T	0.21 Bq	<0.3 Bq	0.20 ± 0.02 Bq	0.12 ± 0.05 Bq
Air filter 20-T	<0.15 Bq	<0.3 Bq	0.036 ± 0.004 Bq	0.031 ± 0.009 Bq
Soil W1	9.46 ± 0.87 Bq/kg	<19 Bq/kg	8.6 ± 0.5 Bq/kg	7.4 ± 0.8 Bq/kg
Soil W2	64 ± 3 Bq/kg	50 ± 10 Bq/kg	68 ± 4 Bq/kg	54 ± 5 Bq/kg
Soil W3	15.43 ± 1.24 Bq/kg	<23 Bq/kg	7.7 ± 0.5 Bq/kg	5.3 ± 0.7 Bq/kg

تقرير مقدم الى الوكالة، عن طريق استخدام قياس طيف أشعة غاما. وتم تحليل المرشحات الثلاثة وعينات التربة الثلاث في مختبرات الوكالة في زايبرسدورف مباشرة باستخدام قياس طيف أشعة

ادارة الوقاية من الاشعاعات في الكويت، من ثلاثة مرشحات هوائية وثلاث عينات من التربة. وقد تم الحصول على النتائج التي توصلت اليها ادارة الوقاية من الاشعاعات، والتي جاءت في

جانبا ادارة الوقاية من الاشعاعات عن طريق مقارنة بيانات هذه الادارة بالبيانات التي حصلت عليها الوكالة باستخدام تقنيات متلفة أكثر حساسية (أي باستخدام قياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث وقياس طيف أشعة ألفا). وفي حالة عينة التربة W2، والمادة المرجعية الخاصة بالوكالة (RGU)، وعينة التربة المأخوذة من موقع الدوحة، فإن نتائج ادارة الوقاية من الاشعاعات متففة بدرجة جيدة جدا مع نتائج الوكالة والقيمة المرجعية في هذا الصدد. وهذا يشير الى أن ادارة الوقاية من الاشعاعات تستطيع اجراء قياسات دقيقة لتركيزات اليورانيوم في التربة باستخدام قياس طيف أشعة غاما حيثما يتجاوز تركيز اليورانيوم أدنى نشاط يمكن اكتشافه وفق التوقعات المتصلة بشروط العمل في هذا الصدد. وقدرت الوكالة أدنى نشاط واقعي يمكن اكتشافه بالنسبة لقياسات ادارة الوقاية من الاشعاعات المتعلقة بعينات التربة بأنه نحو ١٠ بكريل/كيلوغرام، في حين تم تقديره فيما يخص المرشحات بأنه يتراوح بين ٠.٧ و ١.٠ بكريل لكل مرشح.

**الجدول السادس والعشرون – مقارنة بين تركيزات نشاط اليورانيوم حسب قياسها من جانب ادارة الوقاية من الاشعاعات ومن جانب الوكالة في عينتين من التربة**

Sample	RPD (Bq/kg)	IAEA (Bq/kg)
IAEA reference material (RGU)	4950 ± 100	4940 ± 15 (reference value)
Soil from Al Doha	12 300 ± 200	11 500 ± 500

غاما ثم- بعد عملية التذويب - باستخدام كل من قياس طيف أشعة ألفا وقياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث. وتظهر في الجدول الخامس والعشرين نتائج كل من ادارة الوقاية من الاشعاعات ومختبرات الوكالة في زايبرسدورف.

ويتألف الجزء الثاني من التمرين من التحليل الذي أجرته ادارة الوقاية من الاشعاعات لمادة مرجعية من اليورانيوم الطبيعي خاصة بخدمات مراقبة جودة التحاليل التابعة للوكالة ولعينة من التربة تزن ١٥٠ كيلوغرام أخذت من موقع الدوحة المحتوي على مستويات عالية من اليورانيوم المستنفد، تم إرسالها كمادتين مجهولتين. وأتاح ذلك للوكالة تقييم مدى دقة قياسات ادارة الوقاية من الاشعاعات لعينات تحتوي مستويات عالية من اليورانيوم الطبيعي واليورانيوم المستنفد كليهما. وكانت العينة التي جمعتها ادارة الوقاية من الاشعاعات من موقع الدوحة تتألف من زهاء ٨٥ كيلوغرام من التربة الخام. وقد أرسلت الى مختبرات الوكالة في زايبرسدورف حيث تمت معالجتها (بالتجفيف والنخل)، وكذلك خلطها وتحليلها بدقة باستخدام قياس طيف أشعة غاما. وأعيد جزء منها يزن ١٥٠ كيلوغرام الى ادارة الوقاية من الاشعاعات لغرض التحليل. وتظهر نتائج هذا التمرين في الجدول السادس والعشرين.

وتشير نتائج المقارنة المشتركة، بالنسبة للمرشحات الهوائية، الى أن أدنى الأنشطة التي يمكن اكتشافها لدى إدارة الوقاية من الاشعاعات مقدرة على نحو أقل مما ينبغي الى حد ما. ففي حالة عينتي التربة W1 و W3، كان من المفروض أن تأتي نتائج ادارة الوقاية من الاشعاعات متساوية أو دون حد الكشف بالنسبة للشروط التي أجرت في ظلها الادارة المذكورة القياسات الطيفية لأشعة غاما. ويُسندل بوضوح على أن أدنى الأنشطة التي يمكن اكتشافها قد قدرت على نحو أقل مما ينبغي من

## التذييل الثاني

### تقييم الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب مخلفات اليورانيوم المستنفد في مناطق الكويت

#### ثانيا- ١- المقدمة

(أنظر الجدول الثاني)، وبالتالي فإنها لم تُشمل بالتقييم. وبالمثل، لم يُعثر على اليورانيوم-٢٣٦ إلا بكميات قليلة في بعض العينات، ومن ثم لم يؤخذ في الحسبان. ولأغراض المقارنة، تم أيضا حساب الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب التعرض ليورانيوم طبيعي موجود في المواقع المعنية.

يصف هذا التذييل عملية تقييم الجرعات التي يمكن أن يتلقاها أفراد في أماكن تم استقصاؤها في إطار هذه الدراسة التي تتناول الظروف الإشعاعية القائمة في مناطق الكويت التي يوجد فيها مخلفات يورانيوم مستنفد.

#### ثانيا- ٢- المنهجية المعتمدة في التقييم

ومن أجل تقدير الجرعات السنوية التي يمكن أن تنشأ بسبب وجود مخلفات يورانيوم مستنفد، اعتمد نهج متحفظ قائم على افتراضات متسمة بالحذر مع اشتراط أنه إذا ما بين التقييم أن الظروف الإشعاعية في الكويت تثير بعض القلق فسيفتضي هذا الأمر اجراء حسابات أكثر تحجيصا.

#### ثانيا- ٢- ١- دراسة مسارات التعرض والفئات العمرية

وينبغي اعتبار الجرعات المحسوبة في هذا التقييم على أنها جرعات يمكن أن يتلقاها أفراد افتراضيون يعملون أو يقيمون في المناطق التي تم استقصاؤها. ولم يجر تحديد أي أشخاص ربما يتلقون جرعات من جراء التعرض لمخلفات يورانيوم مستنفد، سواء من جانب السلطات في الكويت أو في إطار استقصاء الوكالة. والجرعات المقدرة المقدمة في هذا التذييل هي جرعات فعالة ناتجة عن التعرض ليورانيوم مستنفد عند المستويات الراهنة في البيئة وقد جرى تقديرها باستخدام تركيزات نويدات مشعة قيس في عينات من أوساط بيئية تم جمعها أثناء القيام بهذه الدراسة. ولم تجر أية محاولة لتقييم الجرعات وقت حرب الخليج في عام ١٩٩١ أو لوضع نموذج لانتقال سلالة اليورانيوم في البيئة على المدى الطويل. ولم تُشمل بالتقييم سوى نظائر اليورانيوم الثلاثة الطبيعية المنشأ (وهي اليورانيوم-٢٣٨ واليورانيوم-٢٣٥ واليورانيوم-٢٣٤). أما النويدات المشعة الأخرى، من قبيل البلوتونيوم-٢٣٨ والبلوتونيوم-٢٣٩+٢٤٠، فلم يُعثر عليها إلا بكميات قليلة في مخلفات اليورانيوم المستنفد.

مسارات التعرض المشمولة في التقييم هي:

- (أ) استنشاق تربة تكرر تعلّقها بفعل الرياح أو بفعل أنشطة بشرية.
- (ب) بلع المياه.
- (ج) بلع مواد غذائية برية وهي:
  - البقول الخضراء؛
  - والبقول الجذرية؛
  - والألبان؛
  - واللحوم.
- (د) بلع مواد التربة.

ولم يشمل التقييم التعرض الخارجي ليورانيوم مستنفد موجود في التربة. فمسار التعرض هذا قليل الأهمية في غياب سلسلة نظائر اليورانيوم، كما هي الحال بالنسبة لليورانيوم المستنفد. وتأتي في القسم ٤-٢ دراسة الجرعات الناجمة عن مناولة ذخائر يورانيوم مستنفد.

ولم تحسب الجرعات المرتبطة بجميع مسارات التعرض التي تمت دراستها إلا بالنسبة لأفراد افتراضيين يقيمون في المناطق الزراعية في

وتم الحصول على تركيزات النشاط بعد ذلك عن طريق ضرب قيم التركيزات معبراً عنها بدلالة كتلتها في قيم الأنشطة النوعية الواردة في الجدول الأول.

أما حساب الجرعات الناجمة عن استنشاق مواد تكرر تعلقها وعن تناول الألبان واللحوم عن طريق البلع فإنه يتطلب استخدام تركيزات النشاط في الهواء والألبان واللحوم. ولم يتم قياس تركيزات النشاط هذه أثناء الاستقصاء، ولذلك استقيت باستخدام نماذج عامة بسيطة لانتقال الإشعاعات البيئية، يرد ذكرها بإيجاز أدناه.

وتم تحديد تركيزات النويدات المشعة في الهواء الناجم عن تكرر التعلق باستخدام نهج متسم بالبساطة لتحميل الغبار وهو:

$$C_{air,i} = S_E C_{soil,i}$$

حيث:

$C_{air,i}$  تركيز نشاط النويدات المشعة  $i$  في الهواء (بكريل/متر مكعب)؛  
 $S_E$  معامل تحميل الغبار (كيلوغرام/متر مكعب)؛  
 $C_{soil,i}$  تركيز نشاط النويدات المشعة  $i$  في التربة (بكريل/كيلوغرام).

ويتسم نهج تحميل الغبار بميزة استخدامه تركيزات النشاط لكل وحدة كتلية بدلاً من استخدام رواسب النشاط. بيد أنه يعني ضمناً أن النويدات المشعة المستنشقة مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالتربة فضلاً عن افتراضه أن التوزيع الحجمي لجسيمات اليورانيوم المستنفد المرتبطة بالتربة هو ضمن مدى التنفس. وتشير تحاليل التوزيع الحجمي لجسيمات اليورانيوم المستنفد في عينات جُمعت في كوسوفو إلى أن أقطار معظم جسيمات اليورانيوم المستنفد كانت تقل عن ٥ ميكرومتر بل وأن تلك الأقطار كانت تقل عن ١٥ ميكرومتر في ٥٠% من الحالات [12]. ولذلك من المعقول افتراض إمكانية استنشاق جسيمات اليورانيوم المستنفد في التربة ما أن يتكرر تعلقها.

الوفرة والعدلي. وبالنسبة للروضتين، لم تحسب إلا الجرعات التي يتلقاها أفراد بالغون افتراضيون من جراء بلع مياه الشرب. وفيما يتعلق بجميع المواقع الأخرى، تم تقدير الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب استنشاق مواد تكرر تعلقها وبلع مواد التربة بالنسبة لبالغين وكذلك بالنسبة لأطفال في سن العاشرة إذا ما ارتتبي ذلك ملائماً.

## ثانياً-٢-٢- تركيزات النشاط المستخدمة في التقييم

استخدمت في حساب الجرعات في المقام الأول القياسات الخاصة بتركيزات النشاط في العينات البيئية التي تم جمعها أثناء حملة أخذ العينات في شباط/فبراير ٢٠٠٢. فقد جمع أكثر من ٢٠٠ عينة من التربة والمياه والبقول أثناء هذه الحملة، وتم تحليل نحو ٩٠% منها لتحديد وجود يورانيوم مستنفد. وتم بالنسبة لكل عينة جرى تحليلها تحديد جزء اليورانيوم المستنفد باستخدام العلاقة التالية:

$$R_{U-235, U-238} = \frac{F_{U-235}^{Nat} - (F_{U-235}^{Nat} - F_{U-235}^{Dep})x}{F_{U-238}^{Nat} - (F_{U-238}^{Nat} - F_{U-238}^{Dep})x}$$

حيث  $x$  هي الجزء المعني تبعاً لكتلة اليورانيوم المستنفد؛ و  $R_{U-235, U-238}$  هي النسبة النظرية تبعاً لكتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ التي تم قياسها في العينة؛

$$F_{U-235}^{Nat} \quad \text{و} \quad F_{U-238}^{Nat}$$

$$F_{U-235}^{Dep} \quad \text{و} \quad F_{U-238}^{Dep}$$

هي مقادير الوفرة النظرية تبعاً لكتلة اليورانيوم-٢٣٥ واليورانيوم-٢٣٨ في اليورانيوم الطبيعي وفي اليورانيوم المستنفد، على التوالي (أنظر الجدول الأول).

حيث: تركيز نشاط النويد المشعة  $i$  في الألبان (بكريل/لتر)؛ معامل انتقال اليورانيوم بالنسبة للألبان (يوم/لتر) (وهو الجزء الذي يمتصه الحيوان يومياً من اليورانيوم الذي يمكن أن يكون موجوداً في لتر من الألبان)؛ تركيزاً نشاط النويد المشعة  $i$  في أعلاف الحيوانات (بكريل/كيلو غرام، وزن جاف) والمياه (بكريل/لتر)، على التوالي؛ مقداراً ما تمتصه الماشية المنتجة للألبان يومياً من خلال أعلاف الحيوانات (كيلو غرام/يوم، وزن جاف) والمياه (لتر/يوم).

وتم تحديد تركيزات النويدات المشعة في اللحم باستخدام معادلة مماثلة هي:

$$C_{meat,i} = F_{meat} (C_{f,i} Q_{f,meat} + C_{w,i} Q_{w,meat})$$

حيث: تركيز نشاط النويد المشع  $i$  في اللحم (بكريل/كيلو غرام)؛ معامل انتقال اليورانيوم بالنسبة للحموم (يوم/كيلو غرام) (وهو الجزء الذي يمتصه الحيوان يومياً من اليورانيوم الذي يمكن أن يكون موجوداً في كيلو غرام من اللحم)؛

وعادة ما تكون معاملات تحميل الغبار بالنسبة لحالات تكرر التعلق المدفوع بالرياح في البيئة الأوروبية في المدى المتراوح بين  $10^{-1}$  و  $2 \times 10^{-2}$  كيلو غرام/متر مكعب [15]، في حين تكون معاملات تحميل الغبار أعلى بالنسبة لحالات تكرر التعلق البشري المنشأ مثل أنشطة الحفر والأنشطة الزراعية العامة. وتوصي المفوضية الأوروبية [15] بالأخذ بمعامل لتحميل الغبار لحالات تكرر التعلق البشري المنشأ هو  $10^{-1}$  كيلو غرام/متر مكعب بالنسبة للتقييمات التي تتناول العواقب الإشعاعية لحالات الانطلاق الروتيني للنويدات المشعة في البيئة، ويعد هذا المعامل ملائماً للبيئة الأوروبية الشمالية. أما بالنسبة للبيئات القاحلة المماثلة لبيئة الكويت، فينبغي استخدام قيم أعلى. وقد اعتمدت الجمعية الملكية للمملكة المتحدة [8] في تقييمها المخاطر الصحية المرتبطة بذخائر اليورانيوم المستنفذ، معاملي تحميل غبار هما  $2 \times 10^{-1}$  كيلو غرام/متر مكعب بالنسبة لحالات تكرر التعلق المدفوع بالرياح و  $3 \times 10^{-1}$  كيلو غرام/متر مكعب بالنسبة لحالات تكرر التعلق البشري المنشأ، وذلك استناداً إلى قياسات أخذت في موقعي إيمو ومار النغا للاختبارات [16]. وقد استقيت القيمة بالنسبة لحالات تكرر التعلق البشري المنشأ في حين زيدت القيمة بالنسبة لحالات تكرر التعلق المدفوع بالرياح إلى  $5 \times 10^{-1}$  كيلو غرام/متر مكعب لمراعاة العواصف الرملية التي هي سمة عمومية لأحوال الطقس السائدة في الكويت.

وتم تحديد تركيزات نشاط النويدات المشعة في الألبان باستخدام المعادلة التالية:

$$C_{milk,i} = F_{milk} (C_{f,i} Q_{f,milk} + C_{w,i} Q_{w,milk})$$

تركيزا نشاط النويد المشعة  $i$   
في أعلاف الحيوانات  
(بكريل/كيلو غرام، وزن  
جاف) والمياه (بكريل/لتر)،  
على التوالي؛

مقدارا ما تمتصه الماشية Q<sub>f,meat</sub> and Q<sub>w,meat</sub>  
المنتجة للألبان يوميا من  
خلال أعلاف الحيوانات  
(كيلوغرام/يوم، وزن جاف)  
والمياه (لتر/يوم).

ولم تجمع عينات من أعلاف الحيوانات  
أثناء الحملة التي جرت في شباط/فبراير ٢٠٠٢ أو  
من جانب ادارة الوقاية من الاشعاعات. واعتبرت  
البقول الخضراء التي جمعت من المزارع في  
الوفرة والعبدي مكافئا مناسبيا للأعشاب وبالتالي فقد  
استخدمت تركيزات النشاط الموجودة في تلك المواد  
بدلا من استخدام تركيزات النشاط في الأعشاب.  
واستند تقدير تركيزات النشاط في الألبان واللحوم  
الى نسبة كتلة طازجة الى كتلة جافة للعلف مقدارها  
٥. أما معاملات انتقال اليورانيوم ومعدلات  
الامتصاص اليومية لأعلاف الحيوانات والمياه  
المستخدمة في التقييم، والظاهرة في الجدول السابع  
والعشرين، فقد أخذت من المرجع [17] وهي ملائمة  
عموما للماشية. ومعاملات انتقال اليورانيوم بالنسبة  
للحوم الخراف هي أعلى بشكل عام مما هي عليه  
بالنسبة للأبقار. فعلى سبيل المثال، يستخدم المجلس  
الوطني للوقاية من الاشعاعات التابع للمملكة  
المتحدة في تقييماته قيمتين هما  $2 \times 10^{-4}$  يوم/كيلو  
غرام بالنسبة للحوم الأبقار و  $2 \times 10^{-3}$  يوم/كيلو  
غرام بالنسبة للحوم الخراف [18]. ومعامل الانتقال  
المقترح في المرجع [17] هو أعلى من كلتا هاتين  
القيمتين ولذلك طبق على الماشية والخراف على  
السواء. وترد في الجدول السابع والعشرين قيم  
البارامترات المستخدمة في حساب تركيزات النشاط  
في الهواء والألبان واللحوم، في حين يلخص

الجدول الثامن والعشرون تركيزات نشاط نظائر  
اليورانيوم في الأوساط البيئية المستخدمة في حساب  
الجرعات.

### ثانيا-٢-٣- معاملات الجرعات

أخذت معاملات الجرعات بالنسبة للبلع  
والاستنشاق، المستخدمة في الحسابات، من معايير  
الأمان الأساسية [1] وهي ظاهرة في الجدول التاسع  
والعشرين. وتم حساب معاملات الجرعات بالنسبة  
للاستنشاق فيما يتعلق بثلاثة أنواع من المواد صنفتم  
كالتالي: F و M و S، وفقا للنظر إلى معدل  
امتصاص المادة المعنية في سائل الجسم عن  
طريق المجاري التنفسية، على اعتبار أنه سريع  
(بالنسبة للمركبات سريعة الذوبان)، أو معتدل أو  
بطيء (بالنسبة للمركبات غير القابلة للذوبان). ولم  
يجر تحديد التكوين الكيميائي لجسيمات اليورانيوم  
في البيئة في إطار هذه الدراسة. وافترض بتحفظ  
أن أكاسيد اليورانيوم الموجودة في التربة والنتيجة  
عن أكسدة اليورانيوم في ذخائر اليورانيوم المستنفد  
هي غير قابلة للذوبان تماما. وتبعاً لذلك، فإن  
معاملات جرعات الاستنشاق المستخدمة في هذا  
التقييم هي المعاملات المتعلقة بالمركبات المتسمة  
بمعدل امتصاص بطيء (النوع S). أما معاملات  
الجرعات الواردة فهي التي تم حسابها باستخدام  
معامل للانتقال في الأحشاء (f<sub>1</sub>) قيمته ٤ ر ٠.

### ثانيا-٢-٤- البيانات السلوكية

معدلات استهلاك مياه الشرب والأغذية  
البرية بالنسبة للبالغين، والمستخدم في التقييم، هي  
القيم العامة التي تعتبر ملائمة لمنطقة غرب آسيا،  
كما جاء في المرجع [17]، الذي يورد معدل  
استهلاك وحيدا للبقول (أي أن البقول الخضراء  
والجزرية مدمجة معا في فئة واحدة). ولأغراض  
هذا التقييم، تم تقسيم معدل الاستهلاك بالتساوي بين

فلا بد من مراعاة الوقت المصروف في المناطق  
المعرّضة.

نوعين من أنواع البقول. فقد أخذت معدلات بلع  
التربة من المرجع [19] وهي معدلات بالساعات.  
ومن أجل حساب الجرعات الناجمة عن بلع التربة،

**الجدول السابع والعشرون- قيم البارامترات المعتمدة في حساب تركيزات نشاط  
نظائر اليورانيوم في الهواء والألبان واللحوم**

Parameter	Value
Dust loading factor, human-made resuspension (kg/m <sup>3</sup> )	$3.0 \times 10^{-5}$
Dust loading factor, wind driven resuspension (kg/m <sup>3</sup> )	$5.0 \times 10^{-6}$
	Milk Meat
Animal intake of water (L/d)	60 40
Animal intake of feed (kg/d, dry mass)	16 12
Transfer factor (d/L)	$6.0 \times 10^{-4}$ $3.0 \times 10^{-3}$
Ratio of fresh to dry matter (mass)	5

**الجدول الثامن والعشرون- تركيزات نشاط نظائر اليورانيوم (المستنفذ والطبيعي) في أوساط بيئية استخدمت  
في تقييم الجرعات الناجمة عن اليورانيوم المستنفذ في الكويت**

Environmental medium	Activity concentration					
	DU			Natural uranium		
	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U
	<b>Al Doha</b>					
Air (human-made resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	$4.9 \times 10^{-4}$	$6.4 \times 10^{-6}$	$6.4 \times 10^{-5}$	$5.6 \times 10^{-4}$	$2.6 \times 10^{-5}$	$5.6 \times 10^{-4}$
Air (wind driven resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	$8.2 \times 10^{-5}$	$1.1 \times 10^{-6}$	$1.1 \times 10^{-5}$	$9.4 \times 10^{-5}$	$4.4 \times 10^{-6}$	$9.3 \times 10^{-5}$
Soil, dry (Bq/kg)	$1.6 \times 10^1$	$2.1 \times 10^{-1}$	$2.1 \times 10^0$	$1.9 \times 10^1$	$8.7 \times 10^{-1}$	$1.8 \times 10^1$
	<b>Al Jahra</b>					
Air (wind driven resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	—	—	—	$5.5 \times 10^{-5}$	$2.5 \times 10^{-6}$	$5.4 \times 10^{-5}$
Soil, dry (Bq/kg)	—	—	—	$1.1 \times 10^1$	$5.1 \times 10^{-1}$	$1.1 \times 10^1$
	<b>Al Mutlaa</b>					
Air (wind driven resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	—	—	—	$8.9 \times 10^{-5}$	$4.2 \times 10^{-6}$	$9.6 \times 10^{-5}$
Soil, dry (Bq/kg)	—	—	—	$1.8 \times 10^1$	$8.4 \times 10^{-1}$	$1.9 \times 10^1$
	<b>Al Rawdhatine</b>					
Water (Bq/L)	$2.4 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-5}$	$3.1 \times 10^{-4}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$9.8 \times 10^{-4}$	$3.2 \times 10^{-2}$
	<b>Al Wafrah</b>					
Air (human-made resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	—	—	—	$3.4 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{-5}$	$3.7 \times 10^{-4}$
Air (wind driven resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	—	—	—	$5.7 \times 10^{-5}$	$2.7 \times 10^{-6}$	$6.2 \times 10^{-5}$

الجدول الثامن والعشرون (تابع)

Environmental medium	Activity concentration					
	DU			Natural uranium		
	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U
Soil, dry (Bq/kg)	—	—	—	$1.1 \times 10^1$	$5.4 \times 10^{-1}$	$1.2 \times 10^1$
Water (Bq/L)	$2.4 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-5}$	$3.1 \times 10^{-4}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$9.8 \times 10^{-4}$	$3.2 \times 10^{-2}$
Green vegetables, fresh (Bq/kg)	$4.9 \times 10^{-4}$	$6.3 \times 10^{-6}$	$9.1 \times 10^{-5}$	$1.4 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-5}$	$1.6 \times 10^{-3}$
Root vegetables, fresh (Bq/kg)	$5.5 \times 10^{-4}$	$7.1 \times 10^{-6}$	$1.0 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$6.1 \times 10^{-4}$	$1.8 \times 10^{-2}$
Grass, fresh (Bq/kg)	$4.9 \times 10^{-4}$	$6.3 \times 10^{-6}$	$9.1 \times 10^{-5}$	$1.4 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-5}$	$1.6 \times 10^{-3}$
Milk (Bq/L)	$1.8 \times 10^{-5}$	$2.3 \times 10^{-7}$	$3.3 \times 10^{-6}$	$2.5 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-4}$	$3.2 \times 10^{-3}$
Meat (Bq/kg)	$1.3 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{-6}$	$2.4 \times 10^{-5}$	$8.6 \times 10^{-3}$	$4.0 \times 10^{-4}$	$1.1 \times 10^{-2}$
<b>Al Abdali</b>						
Air (human-made resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	—	—	—	$5.4 \times 10^{-4}$	$2.5 \times 10^{-5}$	$5.8 \times 10^{-4}$
Air (wind driven resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	—	—	—	$8.9 \times 10^{-5}$	$4.2 \times 10^{-6}$	$9.6 \times 10^{-5}$
Soil, dry (Bq/kg)	—	—	—	$1.8 \times 10^1$	$8.4 \times 10^{-1}$	$1.9 \times 10^1$
Water (Bq/L)	$2.4 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-5}$	$3.1 \times 10^{-4}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$9.8 \times 10^{-4}$	$3.2 \times 10^{-2}$
Green vegetables, fresh (Bq/kg)	$2.7 \times 10^{-4}$	$3.5 \times 10^{-6}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-3}$	$5.6 \times 10^{-5}$	$1.4 \times 10^{-3}$
Root vegetables, fresh (Bq/kg)	$2.0 \times 10^{-4}$	$2.5 \times 10^{-6}$	$3.7 \times 10^{-5}$	$3.8 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-2}$
Grass, fresh (Bq/kg)	$2.7 \times 10^{-4}$	$3.5 \times 10^{-6}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-3}$	$5.6 \times 10^{-5}$	$1.4 \times 10^{-3}$
Milk (Bq/L)	$1.3 \times 10^{-5}$	$1.7 \times 10^{-7}$	$2.4 \times 10^{-6}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-2}$
Meat (Bq/kg)	$4.9 \times 10^{-5}$	$6.3 \times 10^{-7}$	$9.1 \times 10^{-6}$	$8.8 \times 10^{-2}$	$4.1 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-1}$
<b>Military Hospital storage ground</b>						
Air (human-made resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	$2.2 \times 10^{-4}$	$2.8 \times 10^{-6}$	$2.8 \times 10^{-5}$	$4.3 \times 10^{-4}$	$2.0 \times 10^{-5}$	$4.4 \times 10^{-4}$
Air (wind driven resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	$3.6 \times 10^{-5}$	$4.7 \times 10^{-7}$	$4.7 \times 10^{-6}$	$7.2 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-6}$	$7.3 \times 10^{-5}$
Soil, dry (Bq/kg)	$7.3 \times 10^0$	$9.4 \times 10^{-2}$	$9.5 \times 10^{-1}$	$1.4 \times 10^1$	$6.7 \times 10^{-1}$	$1.5 \times 10^1$
<b>Al Sabhan</b>						
Air (human-made resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	—	—	—	$3.7 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-4}$
Air (wind driven resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	—	—	—	$6.1 \times 10^{-5}$	$2.8 \times 10^{-6}$	$6.0 \times 10^{-5}$
Soil, dry (Bq/kg)	—	—	—	$1.2 \times 10^1$	$5.7 \times 10^{-1}$	$1.2 \times 10^1$
<b>Manageesh GC 28</b>						
Air (human-made resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	$5.4 \times 10^{-4}$	$7.0 \times 10^{-6}$	$7.0 \times 10^{-5}$	$1.7 \times 10^{-4}$	$7.8 \times 10^{-6}$	$1.5 \times 10^{-4}$
Air (wind driven resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	$9.0 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-6}$	$1.2 \times 10^{-5}$	$2.8 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-6}$	$2.5 \times 10^{-5}$
Soil, dry (Bq/kg)	$1.8 \times 10^1$	$2.3 \times 10^{-1}$	$2.3 \times 10^0$	$5.6 \times 10^0$	$2.6 \times 10^{-1}$	$5.0 \times 10^0$
<b>Umm Gudayar GC 18</b>						
Air (human-made resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	$1.1 \times 10^{-5}$	$1.4 \times 10^{-7}$	$1.4 \times 10^{-6}$	$3.0 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-5}$	$3.0 \times 10^{-4}$
Air (wind driven resuspension) (Bq/m <sup>3</sup> )	$1.9 \times 10^{-6}$	$2.4 \times 10^{-8}$	$2.4 \times 10^{-7}$	$5.0 \times 10^{-5}$	$2.3 \times 10^{-6}$	$5.0 \times 10^{-5}$
Soil, dry (Bq/kg)	$3.7 \times 10^{-1}$	$4.8 \times 10^{-3}$	$4.8 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^1$	$4.7 \times 10^{-1}$	$1.0 \times 10^1$
<b>Kuwait City</b>						
Air (Bq/m <sup>3</sup> )	—	—	—	$1.6 \times 10^{-6}$	$7.6 \times 10^{-8}$	$1.7 \times 10^{-6}$

الجدول التاسع والعشرون - معاملات الجرعات بالنسبة للبلع والاستنشاق المستخدمة في التقييم

Exposure pathway	Dose coefficient (Sv/Bq)					
	Adults			Children (10 years old)		
	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U
Inhalation (type S)	$8.0 \times 10^{-6}$	$8.4 \times 10^{-6}$	$9.3 \times 10^{-6}$	$1.0 \times 10^{-5}$	$1.1 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-5}$
Ingestion ( $f_1 = 0.04$ )	$4.4 \times 10^{-8}$	$4.6 \times 10^{-8}$	$4.9 \times 10^{-8}$	$6.6 \times 10^{-8}$	$7.0 \times 10^{-8}$	$7.4 \times 10^{-8}$



أشهر تقريبا، وهو افتراض معقول للوقت الذي يصرفه الناس الذين يمارسون الإقامة في مخيمات. أما معدل الإشغال السكني فإنه يناظر إشغالا دائما. ولغرض حساب الجرعات الناجمة عن بلع التربة، افترض أن الأفراد يصرفون كامل وقتهم في الخلاء إما في العمل أو في الإقامة في مخيمات، في حين افترض أنهم لا يصرفون في مناطق سكنية إلا ٥٠% من الوقت في الخلاء. وترد في الجدول الثلاثين البيانات السلوكية المعتمدة في التقييم.

### ثانيا-٣- نتائج تقييم الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب مخلفات يورانيوم مستنفذ في مناطق الكويت

يوضح هذا القسم النتائج والعواقب الإشعاعية بالنسبة للمواقع المشمولة بهذه الدراسة وبالنسبة لمدينة الكويت. وترد النتائج الخاصة بكل موقع تم استقصاؤه؛ وقد صُنِّفت الأماكن ذات الخصائص المتشابهة ضمن مجموعة واحدة. ويرد وصف للأماكن التي تمت دراستها في الجزء الرئيسي من هذا التقرير.

وأخذت معدلات التنفس المعتمدة في الحساب من المرجع [5]. ويتطلب حساب الجرعات الناجمة عن استنشاق مواد تكرر تعلقها وعن بلع التربة تقدير الوقت المصروف من جانب أفراد افتراضيين يتعرضون في المناطق قيد النظر. واعتمدت ثلاث قيم في هذا التقييم وهي: معدل إشغال متصل بالعمل قدره ٢٠٠٠ ساعة/سنة، ولا ينطبق إلا على البالغين؛ ومعدل إشغال ترفيهي بالقيمة نفسها (أي ٢٠٠٠ ساعة/سنة)؛ ومعدل إشغال سكني قدره ٨٧٦٠ ساعة/سنة ينطبق بالتساوي على البالغين والأطفال على السواء. وتناظر القيمة المتصلة بالعمل أسبوع عمل يتألف من ٤٠ ساعة وهي تستخدم على وجه العموم في التقييمات المعيارية التي تُجرى في أوروبا. وبشكل عام، فإن معدلات الإشغال الترفيهية هي أدنى من القيمة المستخدمة في هذا التقييم. بيد أن القيمة المعتمدة كانت هي نفسها قيمة المعدل المتصل بالعمل وذلك من أجل مراعاة الوقت المصروف من جانب العديد من الناس ممن يمارسون الإقامة في مخيمات، وهو نشاط يحظى بشعبية واسعة لدى سكان الكويت. وينظر معدل إشغال قدره ٢٠٠٠ ساعة/سنة فترة ٣

### الجدول الثلاثون- البيانات السلوكية المستخدمة في التقييم

Quantity	Age group	Value
Inhalation rate (m <sup>3</sup> /a)	Adults	7300
Inhalation rate (m <sup>3</sup> /a)	Children	5600
Ingestion rate of water (L/a)	Adults	600
Ingestion rate of green vegetables (kg/a)	Adults	300
Ingestion rate of root vegetables (kg/a)	Adults	300
Ingestion rate of milk (kg/a)	Adults	140
Ingestion rate of meat (kg/a)	Adults	55
Ingestion rate of soil (mg/h)	Adults	5
Ingestion rate of soil (mg/h)	Children	10
Work related occupancy (h/a)	Adults	2000
Recreational occupancy (h/a)	Adults, children	2000
Residential occupancy (h/a)	Adults, children	8760
Fraction spent outdoors	Adults, children	0.5

٢٠٠٢ (أنظر الجدول الثامن والعشرين). وتظهر الجرعات الناتجة عن ذلك في الجدول الحادي والثلاثين.

والجرعة السنوية الناجمة عن يورانيوم مستنفد والتي يمكن أن يتلقاها فرد افتراضي يعمل في الموقع هي ٧٧ ميكرو سيفرت، في حين يمكن أن يتلقى أناس يستخدمون الموقع لأغراض ترفيهية جرعات تصل إلى نحو ١ ميكرو سيفرت. أما الجرعات التي يمكن أن تتشأ عن يورانيوم طبيعي فهي أعلى مرتين إلى ثلاث مرات تقريباً من الجرعات الناجمة عن يورانيوم مستنفد. وتشير نتائج التقييم إلى أن التدابير العلاجية المتخذة فعالة. وحيث إن الوصول إلى المنطقة يظل مقيداً، فإن الجرعات الفعلية التي يتلقاها أي من الأشخاص في المنطقة المجاورة ستكون أقل بكثير جداً من الجرعات الواردة في الجدول الحادي والثلاثين.

### ثانياً-٣-٢- الجهراء والمطلاع

تقع الجهراء والمطلاع في مناطق قريبة من مسارح العمليات العسكرية التي أبلغ عن أنه جرى فيها استخدام ذخائر يورانيوم مستنفد أثناء حرب الخليج. وكان الغرض من التقييم هو حساب الجرعات التي يمكن أن تصيب أناس يقيمون في الجهراء وأناس يستخدمون منطقة المطلاع لغرض الإقامة في مخيمات.

الموقع الذي تم استقصاؤه في الدوحة هو ميدان مجاور لقاعدة كامب دوحه التابعة لجيش الولايات المتحدة. وكان بعض حطام الحريق الذي شب في القاعدة (أنظر القسم ٤-١-١) في تموز/يوليه ١٩٩١، قد أفرغ في المنطقة موضع الاهتمام. ويشتمل الحطام على مخلفات من ذخائر اليورانيوم المستنفد وتربة ملوثة. والمكان محاط بسياج والوصول إليه مقيّد. وتخضع المنطقة في الوقت الراهن لبرنامج استصلاح يشمل نقل كل الحطام المتبقي إلى قاعدة أم القواطي العسكرية وتغطية المنطقة الملوثة في الدوحة بتراب جديد غير ملوث. وكان الغرض الرئيسي للتقييم هو تقدير الجرعات التي يمكن أن يتلقاها أفراد يعملون في الموقع أو يستخدمون الموقع للترفيه، وذلك من أجل تحديد مدى فعالية التدابير العلاجية المتخذة. والموقع غير مستخدم لأغراض الزراعة؛ ولذلك لم يتم حساب إلا جرعات افتراضية ناجمة عن استنشاق مواد تكرر تعلقها وعن بلع التربة. وكانت تركيزات النشاط في التربة المستخدمة في التقييم هي متوسط القيم لعينات التربة السطحية الثماني التي جمعت أثناء حملة أخذ العينات التي تم الاضطلاع بها في شباط/فبراير

### الجدول الحادي والثلاثون- الجرعات السنوية التقديرية التي يتلقاها أفراد افتراضيون في الدوحة

Group	Annual dose ( $\mu\text{Sv}$ )							
	DU				Natural uranium			
	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	Total	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	Total
Adults working on the site	6.6	0.089	1.0	7.7	7.5	0.37	8.2	17
Adults using the site for recreation	1.1	0.015	0.17	1.3	1.3	0.062	1.5	2.8
Children (10 years old) using the site for recreation	0.86	0.012	0.13	1.0	1.2	0.063	1.5	2.7

وكانت تركيزات النشاط في التربة المستخدمة في الحسابات هي متوسط قيم القياسات المأخوذة في إطار عينات التربة السطحية التي تم جمعها أثناء البعثة الموفدة في شباط/فبراير ٢٠٠٢. وبالنسبة لكلا الموقعين، لم تُحسب إلا الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب استنشاق يورانيوم في مواد تكرر تعلقها بفعل الرياح وبسبب بلع التربة. وافترض بالنسبة للجهاز أن الأفراد المعرضين يعيشون في المدينة، في حين حُسبت الجرعات التي يمكن أن تنشأ في المطلاع بالنسبة لأفراد يستخدمون المكان لأغراض ترفيهية. وترد النتائج في الجدول الثاني والثلاثين.

ولم يكن بالمستطاع قياس يورانيوم مستنفد في أي من العينات التي تم جمعها في هذين المكانين، ولذلك فإن الحسابات اقتصر على اليورانيوم الطبيعي المنشأ. وتختلف الجرعات التي يمكن أن يتلقاها أطفال في سن العاشرة اختلافا طفيفا عن الجرعات التي يمكن أن يتلقاها بالغون. فالأفراد المقيمون في الجهاز يمكن أن يتلقوا جرعة سنوية قدرها ٧٠ ميكرو سيفرت من اليورانيوم الطبيعي؛ أما القيمة المناظرة بالنسبة لأناس يستخدمون منطقة المطلاع لغرض الإقامة في مخيمات فهي أقل من ٣ ميكرو سيفرت.

### ثانيا-٣-٣- الروضتين

تظهر في الجدول الثالث والثلاثين الجرعات السنوية التقديرية التي يتلقاها بالغون من جراء بلع المياه المستخرجة في الروضتين. ولم يكن بالمستطاع اكتشاف يورانيوم مستنفد في أي من العينات التي تم جمعها أثناء البعثة الموفدة في شباط/فبراير ٢٠٠٢ أو التي أرسلتها إدارة الوقاية من الإشعاعات (أنظر الجدول العاشر). ولا يتوقع أن تنشأ جرعات بسبب بلع المياه المستخرجة من

الروضتين. بيد أن تحليل المخلفات الصلبة المستخرجة من واحدة من العينات التي تم جمعها أثناء حملة الوكالة لأخذ العينات بين أن نسبة كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ أدنى من قيمة اليورانيوم الطبيعي. ويمكن تفسير تلك القيمة بوجود أوجه عدم تيقن في القياسات، وهي لا تتم عن وجود يورانيوم مستنفد في المياه المستخرجة من الروضتين. بيد أنه اتبعا لنهج متحفظ، تم أيضا حساب الجرعات التي يمكن أن تنشأ عن بلع يورانيوم مستنفد في مياه الشرب استنادا الى افتراض حذر مفاده أن النسبة المئوية لليورانيوم المستنفد في المياه المستخرجة في الروضتين هي مساوية للقيمة التي تنطوي عليها نسبة كتلة اليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ التي تم قياسها في المخلفات الصلبة. وكانت الجرعة الناتجة عن ذلك بالنسبة لبالغ افتراضي والتي يمكن أن تنشأ عن استهلاك مياه الشرب من الروضتين هي ٠.٧٢ ر. ميكرو سيفرت. أما القيمة المناظرة لليورانيوم الطبيعي التي استندت الى قياسات في مياه جرى ترشيحها فقد كانت ١ ر. ميكرو سيفرت.

### ثانيا-٣-٤- المناطق الزراعية في الوفرة والعبدي

معظم المواد الغذائية البرية التي تستهلك في الكويت مستوردة. بيد أن المحاصيل وكذلك أعلاف الحيوانات تنمو في منطقتين زراعتين، هما الوفرة في جنوب الكويت والعبدي في الجزء الشمالي من البلد بالقرب من الحدود مع العراق. وتُخصص المواد الغذائية التي تنتج في المزارع الكائنة في هاتين المنطقتين للسوق المحلية. وأثير قلق أيضا حيال إمكانية أن تكون محاصيل العلف المزروعة محليا قد تضررت.

## الجدول الثاني والثلاثون- الجرعات السنوية المحسوبة التي يتلقاها الأفراد في الدوحة والمطالع

Group	Annual dose ( $\mu\text{Sv}$ )							
	DU				Natural uranium			
	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	Total	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	Total
<b>Al Jahra</b>								
Adults residing in the area	—	—	—	—	3.2	0.16	3.7	7.0
Children (10 years old) residing in the area	—	—	—	—	3.1	0.16	3.6	6.9
<b>Al Mutlaa</b>								
Adults camping in the area	—	—	—	—	1.2	0.059	1.5	2.8
Children (10 years old) camping in the area	—	—	—	—	1.2	0.060	1.5	2.7

## الجدول الثالث والثلاثون- الجرعات السنوية المحسوبة التي يتلقاها بالغون افتراضيون نتيجة بلع مياه مستخرجة في الروضتين

Group	Annual dose ( $\mu\text{Sv}$ )							
	DU				Natural uranium			
	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	Total	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	Total
Adults drinking water from Al Rawdhathine	0.062	0.00084	0.0091	0.072	0.55	0.027	0.94	1.5

الخضراء. ومع توخي الحذر، استندت الجرعات السنوية التي يمكن أن تنشأ عن استهلاك مياه الشرب إلى تركيزات نشاط اليورانيوم المستند المستخدمة في حساب الجرعات بالنسبة للروضتين (القسم ثانيا-3-3).

وترد في الجدول الرابع والثلاثين الجرعات السنوية التي يمكن أن تصيب المزارعين في الوفرة والعبدي. ونظراً لتعدد مسارات التعرض المشمولة في الحسابات، يرد تحليل للجرعات حسب هذه المسارات. ولم يجر قياس يورانيوم مستند في عينات التربة المأخوذة في المزارع، وبالتالي فإن الجرعات الناجمة عن استنشاق يورانيوم مستند في تربة تكرر تعلقها اعتبرت أنها صفر. واجمالي الجرعات الناجمة عن تعرض ليورانيوم مستند والتي يمكن أن يتلقاها أي مزارع يقيم في الوفرة والعبدي ويستهلك نتاجاً محلياً هو ٠.٩٠ ميكرو سيفرت و ٠.٨٠ ميكرو سيفرت، على التوالي. ويُعد بلع مياه الشرب المساهم الرئيسي في الجرعة، إذ يشكل نحو ٨١% من الجرعة في الوفرة ونحو ٩٠% من الجرعة في العبدي.

وحُسبت الجرعات بالنسبة للبالغين الذي يعملون في المزارع ويستهلكون الأغذية المنتجة كلية هناك. واستند التقييم على تركيزات النشاط في المحاصيل التي تم جمعها أثناء حملة أخذ العينات في شباط/فبراير ٢٠٠٢. وفي الوفرة، استخدمت القيم المتوسطة للقياسات المأخوذة في أنواع الخس والخيار والبنندورة والملفوف من أجل تقدير الجرعة الناجمة عن استهلاك البقول الخضراء، في حين طُبقت تركيزات النشاط في الجزر على جميع البقول الجذرية. وفيما يتعلق بالعبدي، اتخذت التركيزات في البقول الخضراء على أنها متوسط القيم بالنسبة للبنندورة والخيار، في حين استقيت القيم بالنسبة للبقول الجذرية من القيم التي تم قياسها بالنسبة لأنواع البطاطا والبصل والفجل والشمندر.

ولا تستخدم المياه المالحة التي تزودها الآبار الموجودة في المزارع إلا للري وهي غير مخصصة للاستهلاك البشري. وافترض في التقييم أن هذه المياه تقدم أيضاً إلى الماشية. وحُسبت تركيزات النشاط في الألبان واللحوم باستخدام الأسلوب الذي جاء ذكره في القسم ثانيا-٢-٢، استناداً إلى الافتراض بأن تركيزات النشاط في علف الحيوانات كانت هي نفسها في البقول

الجدول الرابع- والثلاثون- الجرعات السنوية المحسوبة التي يتلقاها مزارعون بالغون في الوفرة والعبدي

Exposure pathway	Annual dose ( $\mu\text{Sv}$ )							
	DU				Natural uranium			
	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{234}\text{U}$	Total	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{234}\text{U}$	Total
<b>Al Wafrah</b>								
Inhalation (resuspension)	—	—	—	—	7.1	0.35	8.9	16
Ingestion of water	0.062	0.00084	0.0091	0.072	0.55	0.027	0.94	1.5
Ingestion of green vegetables	0.0065	0.000087	0.0013	0.0079	0.019	0.00093	0.024	0.044
Ingestion of root vegetables	0.0073	0.0000098	0.0015	0.0089	0.17	0.0085	0.27	0.45
Ingestion of milk	0.00011	0.0000015	0.000023	0.00013	0.015	0.00075	0.022	0.038
Ingestion of meat	0.00032	0.0000043	0.000066	0.00039	0.021	0.0010	0.029	0.051
Ingestion of soil	—	—	—	—	0.013	0.00066	0.016	0.030
Total	0.077	0.0010	0.012	0.090	7.9	0.39	10	19
<b>Al Abdali</b>								
Inhalation (resuspension)	—	—	—	—	11	0.52	14	26
Ingestion of water	0.062	0.00084	0.0091	0.072	0.55	0.027	0.94	1.5
Ingestion of green vegetables	0.0036	0.000048	0.00074	0.0044	0.016	0.00078	0.021	0.038
Ingestion of root vegetables	0.0026	0.000035	0.00054	0.0032	0.50	0.024	0.79	1.3
Ingestion of milk	0.000080	0.0000011	0.000017	0.000098	0.16	0.0079	0.22	0.39
Ingestion of meat	0.00012	0.0000016	0.000024	0.00014	0.21	0.010	0.28	0.51
Ingestion of soil	—	—	—	—	0.021	0.0010	0.025	0.048
Total	0.069	0.00093	0.010	0.080	13	0.65	16	29

العسكرية الكائنة في أم القواطي، علما بأن دبابة تبين أنها ملوثة بيورانيوم مستنفذ ظلت على الأرض المخصصة للخرن في المستشفى العسكري.

والوصول الى كلا الموقعين مقيّد في الوقت الراهن؛ وكان الغرض من التقييم فيما يتعلق بهذين الموقعين هو تقدير الجرعات التي يمكن أن تصيب أناس قد يعملون في هذين المكانين أو قد يستخدمونهما لأغراض ترفيهية فيما اذا رفعت القيود عنهما. وتم تقدير الجرعات بالنسبة لعامل افتراضي يصرف ٢٠٠٠ ساعة سنويا في هذين الموقعين وينخرط كذلك في أنشطة قد تتطلب تحريك التربة، وبالنسبة لأفراد من الجمهور قد يصرفون مقدار الوقت نفسه في هاتين المنطقتين لأغراض الترفيه. واستند التقييم الى متوسط القيم التي قيست في عينات التربة التي تم جمعها في الموقعين أثناء حملة الوكالة لأخذ العينات في شباط/فبراير ٢٠٠٢. وترد نتائج الجرعات في الجدول الخامس والثلاثين. ولم يكن بالمستطاع قياس بيورانيوم مستنفذ في أي من العينات التي تم جمعها في الصبهان، ولذلك لا ترد بالنسبة لهذا الموقع إلا الجرعات التي يمكن أن تنشأ بسبب البيورانيوم الطبيعي. والجرعة السنوية الناجمة عن

وتجدر ملاحظة أنه تم حساب الجرعات الناجمة عن مياه الشرب بافتراض أن المياه التي يستهلكها هؤلاء الأفراد تأتي من الروضتين. ولا تشكل الجرعات السنوية الناجمة عن بيورانيوم مستنفذ إلا جزءا صغيرا من الجرعات التي يمكن أن تتلقى من نظائر اليورانيوم الموجودة في الطبيعة، التي تقدر بـ ١٩ ميكرو سيفرت و ٢٩ ميكرو سيفرت بالنسبة للمزارعين الذي يعيشون في الوفرة والعبدي، على التوالي. ويعد استنشاق مواد تكرر تعلقها أخطر مسار من بين مسارات التعرض في هذه الحالة، إذ يساهم بما نسبته ٩٠% تقريبا في الجرعة المحسوبة.

### ثانيا-٣-٥- الصبهان والأرض المخصصة للخرن في المستشفى العسكري

استخدم موقعا الصبهان والأرض المخصصة للخرن في المستشفى العسكري كمساحتين للخرن الأولي للمركبات العسكرية العراقية المستعادة في الكويت. ووجد بعض هذه المركبات ملوثة بيورانيوم مستنفذ. وتم نقل المركبات الملوثة في نهاية الأمر الى القاعدة

أفراد من الجمهور. ولذلك من غير المحتمل أن يمضي أي فرد من الجمهور وقتاً طويلاً يعتقد به في هذه المواقع. بيد أن الحالة في حقول مناغيش النفطية قد تمثل الحالة في مناطق أخرى في الكويت أضررت بوجود مخلفات يورانيوم مستنفد حيث يعيش أناس. ولذلك، ومع التحفظ، حُسبت الجرعات بالنسبة لبالغ افتراضي يعمل لمدة ٢٠٠٠ ساعة سنوياً ويقوم أيضاً على مدى الفترة المتبقية من السنة في المكان نفسه.

وكانت تركيزات النشاط في التربة المستخدمة في الحسابات هي متوسط قيم القياسات المأخوذة في عينات تم جمعها في شباط/فبراير ٢٠٠٢. وتركيزات النشاط بالنسبة لمركز التجميع ٢٨ في مناغيش متفقة تماماً مع تركيزات النشاط في التربة التي تم جمعها في الموقع نفسه والتي استخدمت في اختبارات تكرر التعلق التي أجريت في أم القواطي. وقيست تركيزات أعلى على مقربة من مختبرات عُنُر عليها في الموقع. بيد أنه من غير الملائم أن يستند التقييم فقط إلى أعلى تركيزات النشاط التي قيست في التربة السطحية التي تم جمعها قريباً من أحد المختبرات، ذلك لأن الغبار المتكرر تعلقه يتجمع من منطقة شاسعة.

يورانيوم مستنفد والتي يفترض أن يتلقاها فرد يعمل في الأرض المخصصة للخرن في المستشفى العسكري هي ٣٣ ميكرو سيفرت، في حين يفترض أن يتلقى أناس يستخدمون الموقع لأغراض ترفيهية جرعات تصل إلى ١ ميكرو سيفرت. وتزيد الجرعات الناجمة عن يورانيوم طبيعي مرتين إلى ثلاث مرات تقريباً عن الجرعات الناجمة عن يورانيوم مستنفد.

### ثانياً-٣-٦- حقول مناغيش النفطية

كانت المناطق التي تم استقصاؤها في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش ومركز التجميع ١٨ في أم قدير ذات أهمية استراتيجية خاصة أثناء حرب الخليج وقد تعرضت لغارات جوية متعددة اشتملت على ذخائر يورانيوم مستنفد. وما زال بالمستطاع العثور على مختبرات يورانيوم مستنفد في هذه الأماكن. ولا تجري أنشطة زراعية في هذه المناطق ولذلك اقتصر التقييم على حساب الجرعات التي يمكن أن يتلقاها بالغون من جراء استنشاق مواد تكرر تعلقها. وتخضع هذه المناطق لسيطرة شركة نفط الكويت ولا يمكن الوصول إليها بسهولة من جانب

## الجدول الخامس والثلاثون- الجرعات المحسوبة التي يتلقاها أفراد افتراضيون في الأرض المخصصة للخرن بالمستشفى العسكري وفي الصبهان

Group	Annual dose ( $\mu\text{Sv}$ )							
	DU				Natural uranium			
	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	Total	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>234</sup> U	Total
<b>Military Hospital storage area</b>								
Adults working on the site	2.9	0.038	0.38	3.3	5.8	0.28	6.8	13
Adults using the site for recreation	0.49	0.0063	0.064	0.56	0.97	0.048	1.1	2.2
Children (10 years old) using the site for recreation	0.47	0.0067	0.074	0.56	0.94	0.048	1.1	2.1
<b>Al Sabhan</b>								
Adults working on the site	—	—	—	—	4.9	0.24	5.6	11
Adults using the site for recreation	—	—	—	—	0.82	0.040	0.94	1.8
Children (10 years old) using the site for recreation	—	—	—	—	0.80	0.041	0.94	1.8

في ظروف كهذه دون توافر شكل ما من أشكال الوقاية. ولذلك من غير المحتمل أن تتجاوز الجرعات التي يمكن تلقيها أثناء العواصف الرملية الجرعات التي يمكن تلقيها في ظروف عادية أو أن تؤثر تأثيراً ذا شأن على الجرعات الظاهرة في الجدول السادس والثلاثين.

### ثانياً-٣-٧- مدينة الكويت

ظلت ادارة الوقاية من الاشعاعات تقيس تركيزات النشاط في الغبار العالق في الهواء في مدينة الكويت على مدى عدد من السنوات. وفي إطار استقصاء الظروف الإشعاعية، تم تحليل عينات من المرشحات الهوائية جُمعت خلال عام ٢٠٠١ وأثناء حملة أخذ العينات في شباط/فبراير ٢٠٠٢. وتشير نسب كتلة اليورانيوم- ٢٣٥ /اليورانيوم- ٢٣٨ في هذه العينات الى عدم وجود يورانيوم مستنفذ. ويظهر في الجدول السابع والعشرين متوسطات تركيزات نشاط نظائر اليورانيوم الموجودة في الطبيعة، التي تم قياسها في العينات التي جُمعت في مدينة الكويت؛ وهي متسقة مع متوسطات تركيزات اليورانيوم الطبيعي العالقة في الهواء التي قامت بنشرها لجنة الأمم المتحدة المعنية بآثار الإشعاع الذري [5]. وتم حساب الجرعة السنوية الناجمة عن استنشاق اليورانيوم الطبيعي العالق في الغبار على أنها ٠.٢١ مكرو سيفرت (الجدول السابع والثلاثون).

وتظهر نتائج تقييم الجرعات في الجدول السادس والثلاثين. وفي ظل الظروف المحيطة، فإن الجرعات التي يمكن أن يتلقاها بالغون افتراضيون وأطفال افتراضيون في سن العاشرة والناجمة عن يورانيوم مستنفذ هي، على التوالي، نحو ١٣ ميكرو سيفرت و ٦ ميكرو سيفرت في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش، و ٠.٢٧ ميكرو سيفرت و ٠.١٢ ميكرو سيفرت في مركز التجميع ١٨ في أم قدير. أما الجرعات المحسوبة المناظرة الناجمة عن يورانيوم طبيعي فهي ٧.٣ ميكرو سيفرت و ٣.٤ ميكرو سيفرت في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش و ١٤ ميكرو سيفرت و ٦.٤ ميكرو سيفرت في مركز التجميع ١٨ في أم قدير بالنسبة للبالغين والأطفال، على التوالي. ومركز التجميع ٢٨ في مناغيش هو الموقع الوحيد من بين المواقع التي تم استقصاؤها الذي يمكن أن تكون فيه الجرعات الناجمة عن يورانيوم مستنفذ أعلى من الجرعات المرتبطة بيورانيوم موجود في الطبيعة. وكما أشير في القسم ثانياً-٢-٢، اعتمد معامل متحفظ لتحميل الغبار بالنسبة لحالات تكرر التعلق المدفوع بالرياح من أجل مراعاة عواصف رملية محتملة. ومع أن مقدار المواد المتكرر تعلقها أثناء عاصفة رملية يمكن أن يكون كبيراً، وتركيزات النشاط في الهواء يمكن أن تكون أعلى من التقديرات بالنسبة للحسابات الخاصة بالجرعات، فإن المدة التي تستغرقها عواصف من هذا القبيل محدودة ومن غير المحتمل أن يمضي شخص ما قدراً كبيراً من الوقت

الجدول السادس والثلاثون- الجرعات السنوية المحسوبة التي يتلقاها أفراد افتراضيون في مركز التجميع ٢٨ في مناغيش ومركز التجميع ١٨ في أم قدير.

Group	Annual dose ( $\mu\text{Sv}$ )							
	DU				Natural uranium			
	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{234}\text{U}$	Total	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{234}\text{U}$	Total
<b>Manageesh GC 28</b>								
Adults working and residing in the area	11	0.15	1.7	13	3.5	0.17	3.6	7.3
Children (10 years old) residing in the area	5.1	0.072	0.79	6.0	1.6	0.081	1.7	3.4
<b>Umm Gudayar GC 18</b>								
Adults working and residing in the area	0.23	0.0031	0.035	0.27	6.3	0.31	7.3	14
Children (10 years old) residing in the area	0.10	0.0015	0.016	0.12	2.8	0.14	3.4	6.4

الجدول السابع والثلاثون- الجرعات السنوية المحسوبة التي يتلقاها الأفراد نتيجة استنشاق الغبار في مدينة الكويت

Group	Annual dose ( $\mu\text{Sv}$ )							
	DU				Natural uranium			
	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{234}\text{U}$	Total	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{234}\text{U}$	Total
Adults residing in Kuwait City	—	—	—	—	0.095	0.0047	0.11	0.21
Children (10 years old) residing in Kuwait City	—	—	—	—	0.092	0.0047	0.11	0.21



## التذييل الثالث

### تجارب لتقييم اعادة تعلق مخلفات اليورانيوم المستنفد

#### ثالثاً- ١- مقدمة

وجه التقريب. بيد أن التجربتين توفران بعض المعلومات المفيدة عن سلوك اليورانيوم المستنفد الذي يعاد تعلقه بواسطة التفجيرات.

#### ثالثاً- ٢- جمع المواد المستخدمة في تجارب اعادة التعلق وتحليلها

تم بطريقة عشوائية جمع المواد المستخدمة في التجارب على طول منطقة شاسعة نسبياً (دائرة قطرها حوالي ٢٠٠ م) من مركز التجميع ٢٨ في مناغيش. وقد جُمع ما مجموعه ٩٠٠ كغم تقريباً من التربة الرملية ووُضعت الكمية في ١٥ صندوقاً معدنياً. وجرى بعناية مزج الرمال الموجودة في كل صندوق، ووُضعت عينة من كل صندوق وزنها ١٠٠ غم تقريباً في حاوية ملائمة، تم مزجها فيها مرة أخرى مزجاً جيداً جداً.

و جرى تحليل التربة الرملية في مختبرات الوكالة في زايرسدورف باستخدام تقنيتي قياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث، وتنظير طيف أشعة ألفا. وكانت النتائج التي تم التوصل إليها باستخدام التقنيتين متطابقة بشكل معقول؛ فقد بلغ التركيز المقيس بواسطة قياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث ٠٧٣ مغم/كغم، في حين بلغت القيمة المستخلصة من تحليل تنظير طيف أشعة ألفا ٠٧٨ مغم/كغم. وكانت نسبة الكتلة النظرية لليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ التي حددها قياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون

خلال حملة أخذ العينات في شباط/فبراير ٢٠٠٢، أجريت تجربتان لتقييم العواقب التي قد تترتب على احتمال اعادة تعلق جسيمات اليورانيوم المستنفد الناتجة عن الانفجار العرضي أو التفجير المتعمد لألغام أرضية أو قنابل. وللقيام بهاتين التجربتين، تم تشتيت الرمال التي تم جمعها من موقع التجميع ٢٨ في مناغيش في الهواء بواسطة تفجيرين محكومين، وتم تجميع الغبار المشتت على هذا النحو وتحليله للكشف عن محتواه من اليورانيوم المستنفد. وقد أجري التفجيران تحت اشراف المقدم الحداد من ادارة الدفاع الكيميائي التابعة للجيش الكويتي بقاعدة علي سالم الجوية في أم القواطي. ومركز التجميع ٢٨ في مناغيش هو أحد المواقع المتضمنة في الدراسة التي أجرتها الوكالة. وقد تقرر استخدام رمال من هذا الموقع نظراً لأنه يمكن اعتبار الأوضاع الخاصة بمركز التجميع ٢٨ في مناغيش نموذجاً للمواقع المتضررة بمخلفات اليورانيوم المستنفد. ويرد وصف لهذه المنطقة في القسم ٤-١-٧.

وينبغي توخي الحذر في تفسير نتائج هاتين التجربتين، وربما كان أي تقدير استقرائي لأوضاع مختلفة غير مبرر نظراً لأنه تم اجراؤهما باستخدام نوع معين من التربة الملوثة باليورانيوم المستنفد، واتباع أسلوب قد لا يمثل الأوضاع الفعلية إلا على

بالحث هي ٠٠٠٥٠، مما يشير الى أن حوالي ٤٣% من اليورانيوم الموجود في الرمال كان مستنفداً.

كما تم تحليل عينة من التربة التي جرى جمعها لأغراض التجارب بواسطة مجهر مسح الكتروني مزود بجهاز لتشتيت الطاقة بالأشعة السينية. وترد في الشكل ٨ صور لهذه التربة مكبرة بأحجام مختلفة. وقد نُقِطت الصور بأسلوب التناثر الخلفي، ويظهر اليورانيوم موجوداً في الصورتين الملتقطتين بحجم أكبر كنقاط بيضاء صغيرة تغطي ذرات الرمال ويبلغ قطرها ٢٠٠ ميكرومتر تقريباً.

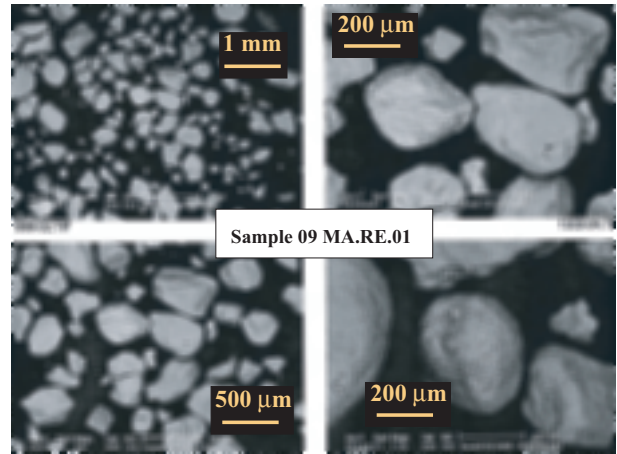
### ثالثاً-٣- وصف التجريبتين

تطلبت تجربتا إعادة التعلق استخدام متفجرات، ومن ثم تم اجراءهما داخل محيط قاعدة علي سالم الجوية في أم القواطي، التي كثيراً ما يستخدم الجيش الكويتي أجزاءً منها بغرض اجراء تفجيرات تجريبية.

وفي التجربة الأولى، أعيد تعلق ٤٢٠ كغم تقريباً من التربة الرملية الملوثة باليورانيوم المستنفد في الهواء باستخدام ٠٥ كغم من مادة سيمتكس المتفجرة. وقد اختيرت كمية المتفجرات بحيث تحاكي تفجير لغم أرضي. ولأجراء التجربة، تم حفر خندق في الأرض بعمق ٠٥ م على شكل مربع تبلغ مساحته ٢م × ٢م (الشكل ٩). وأحيط الخندق بأكياس من الرمال بلغ ارتفاعها ٠٣٠ م تقريباً. ووُضعت المادة المتفجرة داخل حفرة في مركز الخندق على عمق حوالي ٤٠ م. ثم غُطي وسط الخندق بالرمال التي تم جمعها من مركز التجميع ٢٨ في مناغيش. وتم وضع أربعة أجهزة لأخذ عينات هوائية باتجاه الريح على مسافات تبعد ٢٥ و ٥٠ و ١٥٠ و ٢٥٠ م عن مركز الخندق.

ويرد مخطط التجريبتين في الشكل ١٠. وقبل اجراء التفجير، تم جمع مرشح هوائي فارغ عن طريق تشغيل أجهزة أخذ العينات الهوائية لمدة ٣٠ دقيقة. وبعد التفجير، جرى تغيير المرشحات ثلاث مرات على فترات فاصلة مدة كل منها ٢٠ دقيقة تقريباً. ووقت التفجير، بلغت سرعة الرياح نحو ٢٥ كم/ساعة وكان اتجاهها نحو الشمال-الشمال الشرقي، وذلك على وجه التقريب بموازاة محور الأجهزة الأربعة المستخدمة لأخذ عينات هوائية. وبلغ ارتفاع المواد التي أعيد تعلقها ٥٠ م تقريباً بعد التفجير مباشرة، وكانت تتحرك بسرعة بموازاة محور أجهزة أخذ العينات على ارتفاع أخذ في التناقص تنازلياً. وبعد حوالي ١٢ ثانية، لم يظهر أي غبار. وترد في الشكل ١١ صور تتابعية للتفجير.

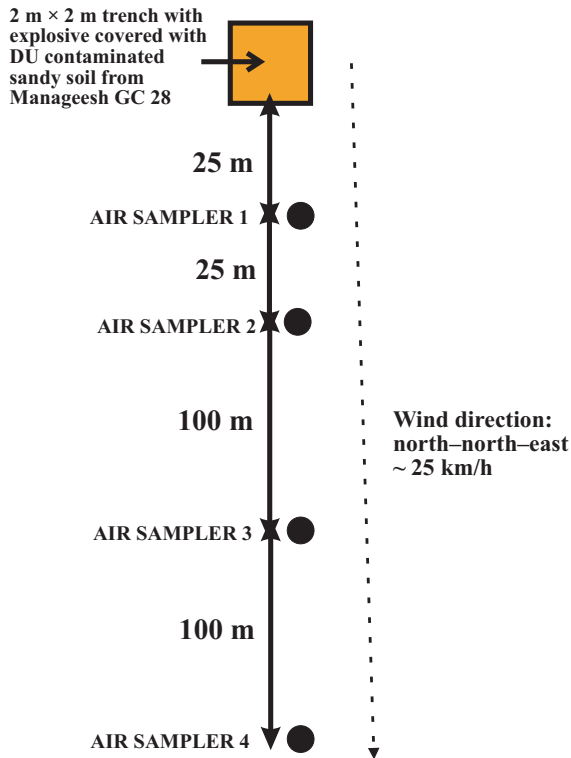
وتم تكرار التجربة باستخدام الكمية المتبقية من الرمال المأخوذة من مركز التجميع ٢٨ في مناغيش وتزن ٤٨٠ كغم، وجرى تشتيتها في الجو باستخدام ١٨ كغم من مادة سيمتكس المتفجرة.



الشكل ٨: صور ملتقطة باستخدام مجهر مسح إلكتروني مزود بجهاز لتشتيت الطاقة بالأشعة السينية لعينة من الرمال تم جمعها من مركز التجميع ٢٨ في مناغيش واستخدمت في تجارب إعادة التعلق.



الشكل ٩: خندق تبلغ مساحته ٢م × ٢م يحتوي على ٤٢٠ كغم من التربة الرملية، المأخوذة من مركز التجميع ٢٨ من مناغيش: (أ) قبل تجربة إعادة التعلق (ب) وبعد التجربة.



الشكل ١٠: مخطط تجربتي إعادة التعلق اللتين تم إجراؤهما في أم القواطي.

وتجنباً لانتقال التلوث من جزء الى آخر، أجريت التجربة الثانية على طول محور مواز للمحور الأول، على مسافة ٣٠٠ م تقريباً. وبلغ ارتفاع الرمال بعد التفجير حوالي ٧٠ م. وبعد نحو ٢٠ ثانية، لم يظهر أي غبار.

#### ثالثاً-٤- أجهزة أخذ العينات الهوائية

تم امداد أجهزة أخذ العينات الهوائية (الطراز TFIA-4BC من انتاج شركة Staplex) بالكهرباء بواسطة تيار مستمر يبلغ جهده ٢٤ فولت وتبلغ شدته ١٦ أمبير، وجرى تركيبها على حامل ثلاثي القوائم يبلغ ارتفاعه عن الأرض حوالي ١ م (الشكل ١٢). وتم توصيلها ببطاريات سيارات بواسطة قامطات. وزوّدت أجهزة أخذ العينات بحامل مرشح تبلغ مساحته ٢٠ سم × ٢٥ سم، وتم تشغيلها بمعدل تدفق ٢ م<sup>٣</sup>/دقيقة. وكانت المادة المصنوع منها المرشح هي السلولوز، وحجم المسام ١ ر ميكرومتر، أما أبعاد المرشح فكانت مماثلة لأبعاد الحامل.

#### ثالثاً-٥- تحليل المرشحات الهوائية

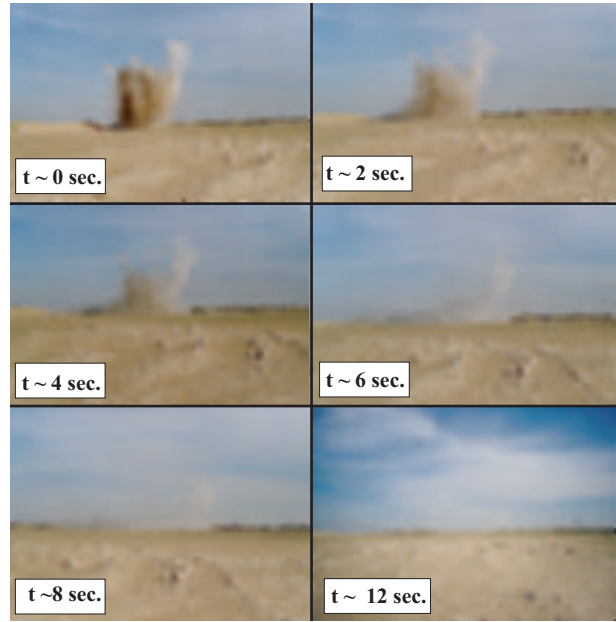
ترد نتائج التحليلات في الجدول التاسع والثلاثين بالتذييل الرابع. وقد جرى تحليل المرشحات الفارغة ووجد أنها تحتوي على كمية يمكن قياسها من اليورانيوم (أقل من ٠.١ ميكروغرام). واحتوت المرشحات التي تم جمعها وقياسها بعد التفجير الأول جميعها تقريباً على كميات ضئيلة للغاية من اليورانيوم (٠.١ ميكروغرام أو أقل). واستثنى من ذلك المرشح الواقع على بعد ٢٥ م من مكان التفجير والذي تم جمعه بعد التفجير بـ ٢٣ دقيقة. وبلغت الكمية الاجمالية لليورانيوم الذي تم جمعه ٠.١٢ ميكروغرام. أما نسبة الكتلة النظرية

الى أنه كان مرتبطاً بمادة أخف من اليورانيوم الطبيعي. ويمكن تفسير ذلك باختلاف الخواص النوعية بين اليورانيوم الطبيعي، الذي يرتبط بالتربة ذاتها، واليورانيوم المستنفد، الذي يوجد بصورة أساسية كجسيمات أكسيدية تشكلت بفعل تآكل مخترقات اليورانيوم المستنفد. ويشير عدم وجود أية كمية يمكن قياسها من اليورانيوم المستنفد في الغبار العالق في الجو الذي تم جمعه بواسطة أجهزة أخذ العينات الموضوعة على مسافات يبعد كل منها ٥٠ م وأكثر عن مكان التفجير الى أن انتقال اليورانيوم المستنفد الذي أعيد تعلقه على مسافات كهذه أمر غير مرجح.

وكما توضح الصور التتابعية للتفجير في الشكل ١١، لم يظهر أي غبار بعد حوالي ١٢ ثانية. ومن ثم افترض أن اليورانيوم ترسب كله على المرشحات خلال هذه الفترة الأولية البالغة ١٢ ثانية. وباستخدام معدل التدفق ٢ م<sup>٣</sup>/دقيقة، حُسب التركيز المتكامل لليورانيوم في العينات المأخوذة من الجو على أساس ٠.٣ ميكروغرام/م<sup>٣</sup>.

وبافتراض أن اليورانيوم المستنفد في الهواء يتألف كله من جسيمات يمكن استنشاقها (>١٠ ميكرومتر)، فإن الفرد الواقف على مسافة ٢٥ م من مكان التفجير سيستنشق أقل من ١ نانوغرام من اليورانيوم المستنفد، أي ما يناظر ٠.٠١٢ مللي بكريل. وهذا النشاط أقل ٢٠٠٠ مرة من نشاط اليورانيوم الطبيعي الذي يستنشقه سنوياً شخص نمطي بالغ يعيش في مدينة الكويت (أنظر التذييل الثاني).

أما في التجربة الثانية، فلم يتسن جمع تربة أو غبار على أي من المرشحات الهوائية عقب التفجير، ربما بسبب تغير اتجاه الرياح.



الشكل ١١: التسلسل الزمني لتجربة إعادة التعلق التي أجريت في أم القواطي.



الشكل ١٢: جهاز لأخذ عينات هوائية مزود بحامل مرشح وبمرشح.

لليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ التي تم قياسها بواسطة قياس الطيف الكتلي البلازمي المقرون بالحث فكانت ٠.٠٢٢، مما يشير الى أن اليورانيوم الموجود في الهواء الذي تم جمعه كان كله تقريباً (~٩٦%) عبارة عن يورانيوم مستنفد. وكون الغبار العالق في الجو الذي تم جمعه يكاد يحتوي فقط على يورانيوم مستنفد انما يشير

## التذييل الرابع

### موجز للنتائج التحليلية

واليورانيوم-٢٣٥ واليورانيوم الاجمالي، فضلاً عن النسبة النظرية لليورانيوم-٢٣٥/اليورانيوم-٢٣٨ حسب الكتلة والجزء الموجود من اليورانيوم المستنفد في كل عينة حسب الكتلة. أما الجدول التاسع والثلاثون فيعرض تركيزات نشاط اليورانيوم-٢٣٨ واليورانيوم-٢٣٤ واليورانيوم-٢٣٥ في العينات. وترد أيضاً في الجداول معلومات اضافية عن أخذ العينات (التاريخ، وإحداثيات في مكان أخذ العينات، والمعدات المستخدمة، والفريق الذي أخذ العينة) والتحليل (المختبر الذي تم اجراء التحليل فيه والأسلوب المستخدم).

يعرض هذا التذييل موجزاً لنتائج تحليلات العينات البيئية التي تم جمعها في اطار الدراسة التي أجرتها الوكالة عن الأوضاع الاشعاعية الناشئة عن وجود يورانيوم مستنفد في مناطق الكويت. والبيانات المعروضة هي نتائج التحليلات التي أجريت في مختبرات الوكالة في زايبرسدورف ومختبر شببيتس على العينات البيئية التي تم جمعها خلال حملة أخذ العينات في شباط/فبراير ٢٠٠٢، وعلى تلك التي أخذت في اطار تقييم عولية البيانات التي قدمتها ادارة الوقاية من الاشعاعات عن اليورانيوم المستنفد.

ويعرض الجدول الثامن والثلاثون تركيزات اليورانيوم-٢٣٨ واليورانيوم-٢٣٤

الجدول الثامن والثلاثون- تركيزات كتلة نظائر اليورانيوم، مقبسة في العينات البيئية التي تم جمعها في إطار الدراسة التي أجرتها الوكالة بشأن اليورانيوم المستند في الكويت

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)
<b>Al Doha</b>										
01DO.Blank.01	N 29°21'40.9" E 47°48'57.0"	Soil (0-2)	Spiez	ICP-MS	1.05 ± 0.020 mg/kg	58 ± 7.9 ng/kg	7.6 ± 0.38 µg/kg	1.06 ± 0.021 mg/kg	0.724	<2
01DO.Blank.02	N 29°21'41.2" E 47°48'56.7"	Soil (0-2)	Spiez	ICP-MS	1.12 ± 0.022 mg/kg	61 ± 7.6 ng/kg	8.1 ± 0.35 µg/kg	1.13 ± 0.023 mg/kg	0.723	<2
01DO.Blank.03	N 29°21'41.5" E 47°48'56.4"	Soil (0-2)	Spiez	ICP-MS	1.08 ± 0.023 mg/kg	59 ± 6.8 ng/kg	7.8 ± 0.45 µg/kg	1.09 ± 0.024 mg/kg	0.722	<2
01DO.Blank.04	N 29°21'41.7" E 47°48'57.0"	Soil (0-2)	Spiez	ICP-MS	1.14 ± 0.020 mg/kg	60 ± 7.6 ng/kg	8.2 ± 0.23 µg/kg	1.15 ± 0.020 mg/kg	0.719	<2
01DO.P.01		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	2.49 ± 0.045 mg/kg	139 ± 18 ng/kg	16.5 ± 0.78 µg/kg	2.51 ± 0.046 mg/kg	0.663	12
01DO.P.02	N 29°21'40.2"	Soil (5-15)	Spiez	ICP-MS	2.56 ± 0.065 mg/kg	154 ± 18 ng/kg	18.2 ± 0.91 µg/kg	2.58 ± 0.065 mg/kg	0.711	2.7
01DO.P.03	E 47°48'57.1"	Soil (15-25)	Spiez	ICP-MS	3.23 ± 0.13 mg/kg	196 ± 27 ng/kg	22.9 ± 1.2 µg/kg	3.3 ± 0.13 mg/kg	0.709	3.1
01DO.P.04		Soil (25-35)	Spiez	ICP-MS	3.36 ± 0.10 mg/kg	203 ± 23 ng/kg	23.8 ± 1.0 µg/kg	3.4 ± 0.11 mg/kg	0.708	3.2
01DO.P.05		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.77 ± 0.042 mg/kg	87 ± 10 ng/kg	11.2 ± 0.38 µg/kg	1.78 ± 0.043 mg/kg	0.633	18
01DO.P.06	N 29°21'40.5"	Soil (5-15)	Spiez	ICP-MS	1.90 ± 0.030 mg/kg	97 ± 11 ng/kg	12.2 ± 0.28 µg/kg	1.91 ± 0.031 mg/kg	0.642	16
01DO.P.07	E 47°48'56.4"	Soil (15-25)	Spiez	ICP-MS	3.63 ± 0.078 mg/kg	102 ± 11 ng/kg	15.4 ± 0.38 µg/kg	3.65 ± 0.078 mg/kg	0.424	57
01DO.P.08		Soil (25-35)	Spiez	ICP-MS	9.77 ± 0.27 mg/kg	143 ± 19 ng/kg	28.0 ± 0.90 µg/kg	9.8 ± 0.27 mg/kg	0.287	84
01DO.S.01	N 29°21'40.1" E 47°48'57.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	2.46 ± 0.035 mg/kg	129 ± 16 ng/kg	16.2 ± 0.84 µg/kg	2.48 ± 0.036 mg/kg	0.659	13
01DO.S.02	N 29°21'40.0" E 47°48'57.1"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	7.04 ± 0.10 mg/kg	160 ± 20 ng/kg	25.5 ± 0.64 µg/kg	7.1 ± 0.10 mg/kg	0.362	69
01DO.S.03	N 29°21'40.5" E 47°48'57.1"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.79 ± 0.034 mg/kg	66 ± 8.0 ng/kg	10.4 ± 0.27 µg/kg	1.80 ± 0.034 mg/kg	0.581	27
01DO.S.04	N 29°21'40.5" E 47°48'56.7"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.20 ± 0.021 mg/kg	56 ± 7.3 ng/kg	8.6 ± 0.26 µg/kg	1.21 ± 0.022 mg/kg	0.717	<2
01DO.S.05	N 29°21'40.5" E 47°48'56.4"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.18 ± 0.021 mg/kg	58 ± 6.7 ng/kg	8.5 ± 0.30 µg/kg	1.19 ± 0.021 mg/kg	0.720	<2
01DO.S.06	N 29°21'40.2" E 47°48'56.3"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.42 ± 0.032 mg/kg	61 ± 7.1 ng/kg	9.1 ± 0.30 µg/kg	1.43 ± 0.032 mg/kg	0.641	16
01DO.S.07	N 29°21'39.9" E 47°48'56.4"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.16 ± 0.020 mg/kg	57 ± 6.7 ng/kg	8.2 ± 0.31 µg/kg	1.17 ± 0.020 mg/kg	0.707	3.5
01DO.S.08	N 29°21'40.3" E 47°48'56.4"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	6.42 ± 0.10 mg/kg	135 ± 14 ng/kg	22.2 ± 0.46 µg/kg	6.44 ± 0.100 mg/kg	0.346	72

الجدول الثامن والثلاثون (تابع)

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)	
DOHA	—	Soil	IAEA	ICP-MS				1065 ± 32 mg/kg	0.200	100	
				α-spec	1231 ± 104 mg/kg						
				γ-spec	565 ± 1565 mg/kg						
01DO.W.01	N 29°21'40.2" E 47°48'56.6"	Water	IAEA	ICP-MS				130 ± 4 µg/kg	0.310	79	
		Water filter		α-spec	110 ± 10 µg/kg						
				ICP-MS				2.7 ± 0.10 µg/kg	0.638	17	
01DO.W.02	N 29°21'39.3" E 47°48'56.2"	Water	IAEA	ICP-MS				390 ± 10 µg/kg	0.240	92	
		Water filter		α-spec	360 ± 20 µg/kg						
				ICP-MS				0.81 ± 0.026 µg/kg	0.614	21	
01DO.W.03	N 29°21'39.4" E 47°48'55.0"	Water	IAEA	ICP-MS				330 ± 10 µg/kg	0.270	87	
		Water filter		α-spec	285 ± 20 µg/kg						
				ICP-MS				1.17 ± 0.035 µg/kg	0.613	21	
<b>Al Jahra</b>											
02JA.S.01	N 29°21'50.0" E 47°39'57.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.78 ± 0.017 mg/kg	41 ± 4.7 ng/kg	5.7 ± 0.20 µg/kg	0.79 ± 0.017 mg/kg	0.731	<2	
02JA.S.02	N 29°21'34.4" E 47°39'46.8"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.95 ± 0.033 mg/kg	52 ± 6.1 ng/kg	6.9 ± 0.29 µg/kg	0.96 ± 0.033 mg/kg	0.726	<2	
02JA.S.03	N 29°21'34.4" E 47°39'46.8"	Soil (0-2)	Spiez	ICP-MS	0.87 ± 0.020 mg/kg	47 ± 5.2 ng/kg	6.3 ± 0.25 µg/kg	0.88 ± 0.020 mg/kg	0.724	<2	
02JA.S.04	N 29°21'16.5" E 47°40'11.6"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.88 ± 0.023 mg/kg	47 ± 5.4 ng/kg	6.3 ± 0.26 µg/kg	0.89 ± 0.024 mg/kg	0.716	<2	
02JA.S.05	N 29°20'37.2" E 47°40'38.9"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.89 ± 0.035 mg/kg	47 ± 5.4 ng/kg	6.4 ± 0.34 µg/kg	0.90 ± 0.035 mg/kg	0.719	<2	
02JA.S.06	N 29°20'08.0" E 47°40'54.7"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.90 ± 0.017 mg/kg	45 ± 5.7 ng/kg	6.5 ± 0.32 µg/kg	0.91 ± 0.017 mg/kg	0.722	<2	
<b>Al Wafrah</b>											
04WA.P.06		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.94 ± 0.019 mg/kg	56 ± 8.0 ng/kg	6.9 ± 0.18 µg/kg	0.95 ± 0.019 mg/kg	0.734	<2	
04WA.P.07	N 28°33'95.3" E 48°04'06.3"	Soil (5-15)	Spiez	ICP-MS	0.71 ± 0.018 mg/kg	40 ± 5.9 ng/kg	5.2 ± 0.17 µg/kg	0.72 ± 0.018 mg/kg	0.732	<2	
04WA.P.08		Soil (15-25)	Spiez	ICP-MS	0.68 ± 0.014 mg/kg	35 ± 8.4 ng/kg	4.9 ± 0.15 µg/kg	0.68 ± 0.014 mg/kg	0.721	<2	
04WA.P.09		Soil (25-35)	Spiez	ICP-MS	0.61 ± 0.016 mg/kg	36 ± 6.3 ng/kg	4.5 ± 0.17 µg/kg	0.61 ± 0.017 mg/kg	0.738	<2	
04WA.S.01	N 28°33'52.8" E 48°00'22.5"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.94 ± 0.028 mg/kg	58 ± 13 ng/kg	6.8 ± 0.23 µg/kg	0.95 ± 0.029 mg/kg	0.723	<2	
04WA.S.02	N 28°33'54.2" E 48°00'20.3"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.90 ± 0.020 mg/kg	50 ± 6.8 ng/kg	6.6 ± 0.18 µg/kg	0.91 ± 0.020 mg/kg	0.733	<2	
04WA.S.03	N 28°33'54.8" E 48°00'20.4"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.81 ± 0.016 mg/kg	45 ± 8.2 ng/kg	5.9 ± 0.15 µg/kg	0.82 ± 0.016 mg/kg	0.728	<2	

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)	
04WA.S.04	N 28°33'58.2" E 48°00'21.3"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.10 ± 0.022 mg/kg	63 ± 9.7 ng/kg	8.1 ± 0.22 µg/kg	1.11 ± 0.022 mg/kg	0.736	<2	
04WA.S.05	N 28°33'57.6" E 48°00'23.8"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.89 ± 0.024 mg/kg	48 ± 6.6 ng/kg	6.5 ± 0.19 µg/kg	0.90 ± 0.024 mg/kg	0.730	<2	
04WA.S.06	N 28°33'58.7" E 48°04'11.7"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.79 ± 0.023 mg/kg	46 ± 9.6 ng/kg	5.9 ± 0.20 µg/kg	0.80 ± 0.023 mg/kg	0.747	<2	
04WA.S.07	N 28°33'58.8" E 48°04'13.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.81 ± 0.023 mg/kg	49 ± 9.8 ng/kg	6.0 ± 0.20 µg/kg	0.82 ± 0.023 mg/kg	0.741	<2	
04WA.S.08	N 28°33'59.5" E 48°04'15.0"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.82 ± 0.019 mg/kg	48 ± 7.4 ng/kg	6.0 ± 0.16 µg/kg	0.83 ± 0.019 mg/kg	0.732	<2	
04WA.S.11	N 28°33'94.5" E 48°00'31.1"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.08 ± 0.024 mg/kg	68 ± 9.0 ng/kg	7.9 ± 0.20 µg/kg	1.09 ± 0.024 mg/kg	0.731	<2	
04WA.S.12	N 28°33'99.7" E 48°00'36.1"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.00 ± 0.023 mg/kg	60 ± 9.0 ng/kg	7.4 ± 0.20 µg/kg	1.01 ± 0.023 mg/kg	0.740	<2	
04WA.S.13	N 28°34'00.4" E 48°00'40.1"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.91 ± 0.024 mg/kg	52 ± 7.3 ng/kg	6.7 ± 0.21 µg/kg	0.92 ± 0.024 mg/kg	0.736	<2	
W1	—	Soil	IAEA	ICP-MS				0.59 ± 0.02 mg/kg	0.730	<2	
				α-spec	0.69 ± 0.05 mg/kg						
				γ-spec	<1.5 mg/kg						
W2	—	Soil	IAEA	ICP-MS				4.42 ± 0.13 mg/kg	0.720	<2	
				α-spec	5.7 ± 0.4 mg/kg						
				γ-spec	4.0 mg/kg						
W3	—	Soil	IAEA	ICP-MS				0.43 ± 0.01 mg/kg	0.730	<2	
				α-spec	0.69 ± 0.10 mg/kg						
				γ-spec	<1.9 mg/kg						
04WA.W.01	N 28°33'58.8" E 48°00'15.6"	Water	Spiez	ICP-MS	8.3 ± 0.17 µg/L	449 ± 56 pg/L	60 ± 1.5 ng/L	8.4 ± 0.17 µg/L	0.723	<2	
		Water filter		ICP-MS	15.1 ± 0.36 ng/kg	0.78 ± 0.096 pg/kg	0.105 ± 0.0037 ng/kg	15.2 ± 0.36 ng/kg	0.697	5.4	
04WA.W.02	N 28°34'02.0" E 48°00'46.0"	Water	Spiez	ICP-MS	0.22 ± 0.034 µg/L	25 ± 4.6 pg/L	1.5 ± 0.23 ng/L	0.22 ± 0.034 µg/L	0.658	13	
		Water filter		ICP-MS	6.5 ± 0.11 ng/kg	0.36 ± 0.046 pg/kg	0.046 ± 0.0017 ng/kg	6.5 ± 0.11 ng/kg	0.714	2.1	
04WA.W.03	N 28°33'55.8" E 48°04'11.4"	Water	Spiez	ICP-MS	12 ± 0.38 µg/L	875 ± 98 pg/L	85 ± 3.4 ng/L	12.1 ± 0.39 µg/L	0.723	<2	
		Water filter		ICP-MS	43 ± 1.1 ng/kg	2.7 ± 0.30 pg/kg	0.30 ± 0.011 ng/kg	43 ± 1.1 ng/kg	0.693	6.1	
04WA.W.04	N 28°34'01.3" E 48°04'04.7"	Water	Spiez	ICP-MS	2.0 ± 0.060 µg/L	169 ± 22 pg/L	14 ± 0.69 ng/L	2.01 ± 0.061 µg/L	0.720	<2	
		Water filter		ICP-MS	1.39 ± 0.041 ng/kg	0.10 ± 0.018 pg/kg	0.0098 ± 0.00039 ng/kg	1.40 ± 0.042 ng/kg	0.700	4.8	
04WA.V.01	N 28°33'51.8" E 48°00'23.3"	Lettuce	Spiez	ICP-MS	0.206 ± 0.022 µg/kg	0.011 ± 0.0017 ng/kg	1.23 ± 0.15 ng/kg	0.21 ± 0.023 µg/kg	0.597	24.3	
04WA.V.02	N 28°33'51.1" E 48°00'20.8"	Cucumbers	Spiez	ICP-MS	0.078 ± 0.006 µg/kg	0.0020 ± 0.00061 ng/kg	0.294 ± 0.053 ng/kg	0.078 ± 0.0061 µg/kg	0.377	66.2	



الجدول الثامن والثلاثون (تابع)

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)	
04WA.V.03	N 28°33'54.9" E 48°00'20.5"	Cabbage	Spiez	ICP-MS	0.269 ± 0.017 µg/kg	0.014 ± 0.0020 ng/kg	1.69 ± 0.106 ng/kg	0.27 ± 0.017 µg/kg	0.628	18.4	
04WA.V.04	N 28°33'58.3" E 48°00'21.4"	Tomatoes	Spiez	ICP-MS	0.071 ± 0.004 µg/kg	0.0039 ± 0.00076 ng/kg	0.485 ± 0.032 ng/kg	0.071 ± 0.0043 µg/kg	0.683	8.0	
04WA.V.05	N 28°33'54.7" E 48°04'14.0"	Carrots	Spiez	ICP-MS	1.10 ± 0.048 µg/kg	0.080 ± 0.0090 ng/kg	7.76 ± 0.376 ng/kg	1.11 ± 0.048 µg/kg	0.705	3.7	
<b>Al Mutlaa</b>											
06MU.S.01	N 29°27'13.3" E 47°39'05.4"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.84 ± 0.020 mg/kg	46 ± 5.3 ng/kg	6.1 ± 0.27 µg/kg	0.85 ± 0.020 mg/kg	0.726	<2	
06MU.S.02	N 29°27'16.4" E 47°38'36.8"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.02 ± 0.019 mg/kg	57 ± 6.8 ng/kg	7.4 ± 0.22 µg/kg	1.03 ± 0.019 mg/kg	0.725	<2	
06MU.S.03	N 29°26'29.2" E 47°38'20.1"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.64 ± 0.021 mg/kg	35 ± 4.1 ng/kg	4.6 ± 0.18 µg/kg	0.64 ± 0.022 mg/kg	0.719	<2	
06MU.S.04	N 29°26'18.8" E 47°38'29.3"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.69 ± 0.017 mg/kg	38 ± 4.6 ng/kg	5.0 ± 0.23 µg/kg	0.70 ± 0.017 mg/kg	0.725	<2	
06MU.S.05	N 29°23'00.0" E 47°39'05.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.97 ± 0.024 mg/kg	51 ± 6.1 ng/kg	7.0 ± 0.34 µg/kg	0.98 ± 0.025 mg/kg	0.722	<2	
06MU.S.06	N 29°22'54.9" E 47°39'04.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.18 ± 0.021 mg/kg	69 ± 8.5 ng/kg	8.4 ± 0.29 µg/kg	1.19 ± 0.021 mg/kg	0.712	2.5	
06MU.S.07	N 29°23'07.7" E 47°39'09.3"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.71 ± 0.014 mg/kg	36 ± 4.6 ng/kg	5.1 ± 0.19 µg/kg	0.72 ± 0.014 mg/kg	0.718	<2	
06MU.S.08	N 29°23'07.7" E 47°39'39.3"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.91 ± 0.016 mg/kg	47 ± 5.5 ng/kg	6.5 ± 0.28 µg/kg	0.92 ± 0.016 mg/kg	0.714	2.1	
06MU.V.01	N 29°26'28.3" E 47°38'20.6"	Stems	Spiez	ICP-MS	142 ± 2.4 µg/kg	7.5 ± 0.80 ng/kg	1014 ± 22 ng/kg	143 ± 2.4 µg/kg	0.714	2.1	
06MU.V.02	N 29°26'18.9" E 47°38'29.3"	Vegetation	Spiez	ICP-MS	29.0 ± 0.6 µg/kg	1.5 ± 0.16 ng/kg	208 ± 5 ng/kg	29.2 ± 0.63 µg/kg	0.717	<2	
<b>Um Al Kwaty</b>											
07KW.S.01	N 29°25'01.2" E 47°30'44.8"	Soil (0-10)	IAEA	γ-spec	4.4 ± 0.3 mg/kg				—	—	
07KW.S.02	N 29°25'01.7" E 47°30'44.1"	Soil (0-10)	IAEA	γ-spec	6.8 ± 0.5 mg/kg				—	—	
07KW.S.03	N 29°25'02.4" E 47°30'43.4"	Soil (0-10)	IAEA	ICP-MS				18.0 ± 0.5 mg/kg	0.286	84	
				α-spec	20.3 ± 0.9 mg/kg						
				γ-spec	15.7 ± 0.7 mg/kg						
07KW.S.04	N 29°25'03.4" E 47°30'43.2"	Soil (0-10)	IAEA	γ-spec	1207 ± 24 mg/kg				—	—	
07KW.S.05	N 29°25'04.0" E 47°30'43.4"	Soil (0-10)	IAEA	ICP-MS				1214 ± 36 mg/kg	0.208	99	
				α-spec	1126 ± 119 mg/kg						

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)
				γ-spec	1210 mg/kg					
07KW.S.06	N 29°25'05.4" E 47°30'42.9"	Soil (0-10)	IAEA	γ-spec	9.4 ± 0.6 mg/kg				—	—
07KW.S.07	N 29°25'07.9" E 47°30'42.6"	Soil (0-10)	IAEA	γ-spec	1274 ± 24 mg/kg				—	—
07KW.S.08	N 29°25'07.1" E 47°30'43.9"	Soil (0-10)	IAEA	ICP-MS				5.23 ± 0.2 mg/kg	0.469	49
				α-spec	5.1 ± 0.3 mg/kg					
				γ-spec	4.9 ± 0.5 mg/kg					
07KW.S.09	N 29°25'06.7" E 47°30'44.9"	Soil (0-10)	IAEA	ICP-MS				75.8 ± 2.3 mg/kg	0.222	96
				α-spec	93 ± 5 mg/kg					
				γ-spec	88 ± 24 mg/kg					
07KW.S.10	N 29°25'05.9" E 47°30'45.7"	Soil (0-10)	IAEA	ICP-MS				207 ± 6 mg/kg	0.211	98
				α-spec	227 ± 11 mg/kg					
				γ-spec	145 mg/kg					
07KW.S.11	N 29°25'05.5" E 47°30'44.3"	Soil (0-10)	IAEA	ICP-MS				19.4 ± 0.6 mg/kg	0.278	85
				α-spec	22 ± 1 mg/kg					
				γ-spec	48.1 ± 1.1 mg/kg					
<b>Military Hospital storage ground</b>										
08HO.P.01		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.87 ± 0.030 mg/kg	44 ± 5.2 ng/kg	6.1 ± 0.31 μg/kg	0.88 ± 0.031 mg/kg	0.701	4.6
08HO.P.02	N 29°14'36.7" E 48°01'03.6"	Soil (5-15)	Spiez	ICP-MS	0.99 ± 0.020 mg/kg	50 ± 6.5 ng/kg	7.0 ± 0.38 μg/kg	1.00 ± 0.020 mg/kg	0.707	3.4
08HO.P.03		Soil (15-25)	Spiez	ICP-MS	0.90 ± 0.032 mg/kg	45 ± 5.2 ng/kg	6.4 ± 0.42 μg/kg	0.91 ± 0.033 mg/kg	0.711	2.7
08HO.P.04		Soil (25-35)	Spiez	ICP-MS	0.83 ± 0.014 mg/kg	41 ± 5.2 ng/kg	5.9 ± 0.28 μg/kg	0.84 ± 0.014 mg/kg	0.711	2.7
08HO.S.01	N 29°14'36.7" E 48°01'03.3"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.97 ± 0.021 mg/kg	51 ± 5.7 ng/kg	7.0 ± 0.19 μg/kg	0.98 ± 0.021 mg/kg	0.722	<2
08HO.S.02	N 29°14'37.3" E 48°01'02.5"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.33 ± 0.035 mg/kg	73 ± 8.8 ng/kg	9.6 ± 0.36 μg/kg	1.34 ± 0.035 mg/kg	0.722	<2
08HO.S.03	N 29°14'37.9" E 48°01'02.8"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.36 ± 0.020 mg/kg	65 ± 7.2 ng/kg	9.0 ± 0.34 μg/kg	1.37 ± 0.020 mg/kg	0.662	12
08HO.S.04	N 29°14'38.9" E 48°01'03.3"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	3.34 ± 0.081 mg/kg	79 ± 8.5 ng/kg	12.8 ± 0.37 μg/kg	3.35 ± 0.082 mg/kg	0.383	65
<b>Umm Gudayar GC 18</b>										
09GU.P.01		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.85 ± 0.014 mg/kg	41 ± 8.7 ng/kg	5.9 ± 0.29 μg/kg	0.86 ± 0.015 mg/kg	0.694	5.9
09GU.P.02	N 28°55'03.1" E 47°40'02.0"	Soil (5-10)	Spiez	ICP-MS	0.86 ± 0.013 mg/kg	42 ± 5.6 ng/kg	6.2 ± 0.23 μg/kg	0.87 ± 0.014 mg/kg	0.721	<2
09GU.P.03		Soil (10-15)	Spiez	ICP-MS	0.77 ± 0.036 mg/kg	37 ± 4.8 ng/kg	5.6 ± 0.30 μg/kg	0.78 ± 0.036 mg/kg	0.727	<2
09GU.P.04		Soil (15-20)	Spiez	ICP-MS	0.87 ± 0.021 mg/kg	40 ± 5.2 ng/kg	6.2 ± 0.23 μg/kg	0.88 ± 0.021 mg/kg	0.713	2.4

الجدول الثامن والثلاثون (تابع)

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)	
09GU.P.05		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.21 ± 0.019 mg/kg	62 ± 7.6 ng/kg	8.6 ± 0.44 µg/kg	1.22 ± 0.019 mg/kg	0.711	2.7	
09GU.P.06	N 28°55'03.2"	Soil (5-10)	Spiez	ICP-MS	1.16 ± 0.021 mg/kg	58 ± 9.2 ng/kg	8.3 ± 0.55 µg/kg	1.17 ± 0.022 mg/kg	0.716	<2	
09GU.P.07	E 47°40'02.7"	Soil (10-15)	Spiez	ICP-MS	1.18 ± 0.018 mg/kg	60 ± 6.4 ng/kg	8.4 ± 0.21 µg/kg	1.19 ± 0.018 mg/kg	0.712	2.5	
09GU.P.08		Soil (15-20)	Spiez	ICP-MS	1.51 ± 0.039 mg/kg	82 ± 9.6 ng/kg	11.0 ± 0.46 µg/kg	1.52 ± 0.040 mg/kg	0.728	<2	
09GU.S.01	N 28°55'04.1" E 47°40'02.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.78 ± 0.018 mg/kg	41 ± 5.8 ng/kg	5.5 ± 0.40 µg/kg	0.79 ± 0.019 mg/kg	0.705	3.8	
09GU.S.02	N 28°55'04.0" E 47°40'01.6"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.63 ± 0.026 mg/kg	93 ± 10 ng/kg	11.7 ± 0.60 µg/kg	1.64 ± 0.026 mg/kg	0.718	<2	
09GU.S.03	N 28°55'04.0" E 47°40'01.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.65 ± 0.015 mg/kg	30 ± 3.8 ng/kg	4.3 ± 0.23 µg/kg	0.65 ± 0.016 mg/kg	0.662	12	
09GU.S.04	N 28°55'05.0" E 47°40'00.8"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.65 ± 0.015 mg/kg	32 ± 4.2 ng/kg	4.6 ± 0.40 µg/kg	0.65 ± 0.015 mg/kg	0.708	3.3	
09GU.S.05	N 28°55'05.0" E 47°40'04.5"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.47 ± 0.009 mg/kg	20 ± 3.4 ng/kg	3.3 ± 0.17 µg/kg	0.473 ± 0.009 mg/kg	0.702	4.4	
<b>Manageesh GC 28</b>											
09MA.S.01	N 29°01'19.9" E 47°36'01.1"	Soil (0-5)	IAEA	ICP-MS				1.11 ± 0.03 mg/kg	0.440	54	
				α-spec	1.27 ± 0.07 mg/kg						
				γ-spec	2.3 ± 0.3 mg/kg						
09MA.S.02	N 29°01'20.2" E 47°36'00.9"	Soil (0-5)	IAEA	ICP-MS				1.98 ± 0.06 mg/kg	0.340	73	
				α-spec	2.0 ± 0.1 mg/kg						
				γ-spec	2.3 ± 0.4 mg/kg						
09MA.S.06	N 29°01'19.8" E 47°36'01.3"	Soil (0-5)	IAEA	ICP-MS				0.47 ± 0.01 mg/kg	0.650	14	
				α-spec	0.7 ± 0.1 mg/kg						
				γ-spec	<2.1 mg/kg						
09MA.S.07	N 29°01'16.8" E 47°36'04.0"	Soil (0-5)	IAEA	ICP-MS				0.71 ± 0.02 mg/kg	0.510	41	
				α-spec	0.88 ± 0.06 mg/kg						
				γ-spec	<2.0 mg/kg						
09MA.S.08	N 29°01'16.8" E 47°35'58.3"	Soil (0-5)	IAEA	ICP-MS				0.51 ± 0.02 mg/kg	0.640	16	
				α-spec	0.53 ± 0.04 mg/kg						
				γ-spec	<2.2 mg/kg						
09MA.S.09	N 29°01'22.8" E 47°36'04.3"	Soil (0-5)	IAEA	ICP-MS				0.68 ± 0.02 mg/kg	0.540	35	
				α-spec	0.65 ± 0.04 mg/kg						
				γ-spec	<1.6 mg/kg						
09MA.S.10	N 29°01'22.8" E 47°35'58.3"	Soil (0-5)	IAEA	ICP-MS				0.48 ± 0.01 mg/kg	0.660	12	
				α-spec	0.6 ± 0.1 mg/kg						
				γ-spec	<1.8 mg/kg						

الجدول الثامن والثلاثون (تابع)

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)	
09MA.RE.01	N 29°01'20.5" E 47°36'00.5"	Soil	IAEA	ICP-MS				0.73 ± 0.02 mg/kg	0.500	43	
				α-spec	0.78 ± 0.04 mg/kg						
				γ-spec	0.8 ± 0.3 μg/kg						
09MA.P.01	Soil (0-5)	IAEA	IAEA	ICP-MS				3931 ± 118 mg/kg	0.207	99	
				α-spec	4180 ± 250 mg/kg						
				γ-spec	7185 ± 137 mg/kg						
09MA.P.02	Soil (5-10)	IAEA	IAEA	ICP-MS				8.1 ± 0.2 mg/kg	0.229	95	
				α-spec	9.3 ± 0.5 mg/kg						
				γ-spec	7.3 ± 0.9 mg/kg						
09MA.P.03	N 29°01'19.8" E 47°36'00.7"	Soil (10-15)	IAEA	IAEA	ICP-MS			3.6 ± 0.1 mg/kg	0.270	87	
					α-spec	3.6 ± 0.2 mg/kg					
					γ-spec	<5.0 mg/kg					
09MA.P.04	Soil (15-20)	IAEA	IAEA	IAEA	ICP-MS			2.10 ± 0.06 mg/kg	0.310	79	
					α-spec	2.4 ± 0.1 mg/kg					
					γ-spec	<4.2 mg/kg					
09MA.P.05	Soil (20-25)	IAEA	IAEA	IAEA	ICP-MS			1.70 ± 0.05 mg/kg	0.330	75	
					α-spec	2.5 ± 0.1 mg/kg					
					γ-spec	1.2 ± 0.7 mg/kg					
09MA.P.06	Soil (0-5)	IAEA	IAEA	IAEA	ICP-MS			0.46 ± 0.01 mg/kg	0.660	12	
					α-spec	0.53 ± 0.04 mg/kg					
					γ-spec	<4.1 mg/kg					
09MA.P.07	Soil (5-10)	IAEA	IAEA	IAEA	ICP-MS			0.46 ± 0.01 mg/kg	0.660	12	
					α-spec	0.64 ± 0.04 mg/kg					
					γ-spec	<3.5 mg/kg					
09MA.P.08	N 29°01'19.7" E 47°36'01.1"	Soil (10-15)	IAEA	IAEA	ICP-MS			0.46 ± 0.01 mg/kg	0.700	5	
					α-spec	0.70 ± 0.05 mg/kg					
					γ-spec	<4.1 mg/kg					
09MA.P.09	Soil (15-20)	IAEA	IAEA	IAEA	ICP-MS			0.52 ± 0.02 mg/kg	0.590	26	
					α-spec	0.68 ± 0.04 mg/kg					
					γ-spec	<4.0 mg/kg					
09MA.U.01	N 29°01'19.8" E 47°36'00.7"	Soil	IAEA	IAEA	—			—	—		
GC28#1	—	Soil	IAEA	IAEA	ICP-MS			98.0 ± 2.9 mg/kg	0.220	96	
					α-spec	103 ± 6 mg/kg					
					γ-spec	159 mg/kg					

الجدول الثامن والثلاثون (تابع)

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)	
GC28#2	—	Soil	IAEA	ICP-MS				7.28 ± 0.22 mg/kg	0.230	94	
				α-spec	7.4 ± 0.8 mg/kg						
				γ-spec	6.0 mg/kg						
GC28#3	—	Soil	IAEA	ICP-MS				77.5 ± 2.3 mg/kg	0.220	96	
				α-spec	85 ± 5 mg/kg						
				γ-spec	94 mg/kg						
GC28#4	—	Soil	IAEA	ICP-MS				14.5 ± 0.4 mg/kg	0.210	98	
				α-spec	13.5 ± 0.6 mg/kg						
				γ-spec	5.2 mg/kg						
GC28#5	—	Soil	IAEA	ICP-MS				0.60 ± 0.02 mg/kg	0.660	12	
				α-spec	0.54 ± 0.04 mg/kg						
				γ-spec	<1.5 mg/kg						
Soil/GC 28 1D	—	Soil (0-5)	IAEA	ICP-MS				1585 ± 48 mg/kg	0.210	98	
				α-spec	1536 ± 370 mg/kg						
				γ-spec	4597 mg/kg						
		Soil (5-15)	IAEA	ICP-MS					65.7 ± 2.0 mg/kg	0.200	100
				α-spec	67 ± 4 mg/kg						
				γ-spec	46 mg/kg						
		Soil (15-25)	IAEA	ICP-MS					2.74 ± 0.08 mg/kg	0.320	77
				α-spec	2.7 ± 0.2 mg/kg						
				γ-spec	<2.5 mg/kg						
		Soil (25-35)	IAEA	ICP-MS					2.3 ± 0.1 mg/kg	0.350	71
				α-spec	2.1 ± 0.1 mg/kg						
				γ-spec	<1.7 mg/kg						
GC 28 1D	—	Soil (0-5)	IAEA	ICP-MS				7530 ± 226 mg/kg	0.202	100	
				α-spec	8500 ± 500 mg/kg						
				γ-spec	4702 ± 48 mg/kg						
GC 28 2D	—	Soil (5-15)	IAEA	ICP-MS				6.3 ± 0.2 mg/kg	0.260	89	
				α-spec	7.7 ± 0.5 mg/kg						
				γ-spec	38 ± 1.8 mg/kg						
GC 28 3D	—	Soil (15-25)	IAEA	γ-spec	<5.1 mg/kg			—	—		
GC 28 4D	—	Soil (25-35)	IAEA	ICP-MS				2.20 ± 0.07 mg/kg	0.354	71	
				α-spec	2.6 ± 0.1 mg/kg						
				γ-spec	<4.8 mg/kg						

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)
<b>Al Sabhan</b>										
09SA.S.01	N 29°14'43.1" E 48°01'50.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.01 ± 0.020 mg/kg	53 ± 5.9 ng/kg	7.3 ± 0.26 µg/kg	1.02 ± 0.020 mg/kg	0.723	<2
09SA.S.02	N 29°14'41.5" E 48°01'50.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.98 ± 0.022 mg/kg	52 ± 6.2 ng/kg	7.1 ± 0.26 µg/kg	0.99 ± 0.022 mg/kg	0.724	<2
09SA.S.03	N 29°14'45.0" E 48°01'50.4"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	0.90 ± 0.019 mg/kg	48 ± 5.6 ng/kg	6.5 ± 0.20 µg/kg	0.91 ± 0.019 mg/kg	0.722	<2
09SA.S.04	N 29°14'43.2" E 48°01'48.1"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.04 ± 0.015 mg/kg	55 ± 6.1 ng/kg	7.5 ± 0.20 µg/kg	1.05 ± 0.016 mg/kg	0.721	<2
<b>Al Abdali</b>										
10AB.FE.01	N 30°01'42.4" E 47°44'35.7"	Soil	Spiez	ICP-MS	<0.005 mg/kg					
10AB.P.01		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.03 ± 0.040 mg/kg	56 ± 6.5 ng/kg	7.5 ± 0.34 µg/kg	1.04 ± 0.041 mg/kg	0.728	<2
10AB.P.02	N 30°01'29.4" E 47°44'29.4"	Soil (5-15)	Spiez	ICP-MS	1.15 ± 0.022 mg/kg	63 ± 7.1 ng/kg	8.4 ± 0.29 µg/kg	1.16 ± 0.022 mg/kg	0.730	<2
10AB.P.03		Soil (15-25)	Spiez	ICP-MS	1.08 ± 0.042 mg/kg	61 ± 6.8 ng/kg	7.8 ± 0.38 µg/kg	1.09 ± 0.042 mg/kg	0.722	<2
10AB.P.04		Soil (25-35)	Spiez	ICP-MS	1.14 ± 0.021 mg/kg	65 ± 7.8 ng/kg	8.3 ± 0.34 µg/kg	1.15 ± 0.021 mg/kg	0.728	<2
10AB.P.05		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.10 ± 0.020 mg/kg	62 ± 6.9 ng/kg	8.0 ± 0.34 µg/kg	1.11 ± 0.021 mg/kg	0.727	<2
10AB.P.06	N 30°01'36.0" E 47°44'28.6"	Soil (5-15)	Spiez	ICP-MS	1.08 ± 0.028 mg/kg	61 ± 7.8 ng/kg	7.8 ± 0.39 µg/kg	1.09 ± 0.029 mg/kg	0.722	<2
10AB.P.07		Soil (15-25)	Spiez	ICP-MS	1.10 ± 0.019 mg/kg	61 ± 8.0 ng/kg	8.1 ± 0.29 µg/kg	1.11 ± 0.020 mg/kg	0.736	<2
10AB.P.08		Soil (25-35)	Spiez	ICP-MS	1.01 ± 0.033 mg/kg	55 ± 6.8 ng/kg	7.4 ± 0.33 µg/kg	1.02 ± 0.034 mg/kg	0.733	<2
10AB.P.09		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.05 ± 0.033 mg/kg	57 ± 6.7 ng/kg	7.6 ± 0.35 µg/kg	1.06 ± 0.034 mg/kg	0.724	<2
10AB.P.10	N 30°01'35.0" E 47°42'46.9"	Soil (5-15)	Spiez	ICP-MS	1.02 ± 0.020 mg/kg	60 ± 7.0 ng/kg	7.4 ± 0.29 µg/kg	1.03 ± 0.020 mg/kg	0.725	<2
10AB.P.11		Soil (15-25)	Spiez	ICP-MS	1.18 ± 0.021 mg/kg	67 ± 7.7 ng/kg	8.7 ± 0.23 µg/kg	1.19 ± 0.021 mg/kg	0.737	<2
10AB.P.12		Soil (25-35)	Spiez	ICP-MS	1.06 ± 0.023 mg/kg	58 ± 6.3 ng/kg	7.8 ± 0.21 µg/kg	1.07 ± 0.023 mg/kg	0.736	<2
10AB.P.13		Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.50 ± 0.030 mg/kg	91 ± 9.7 ng/kg	11.1 ± 0.29 µg/kg	1.51 ± 0.031 mg/kg	0.740	<2
10AB.P.14	N 30°01'27.7" E 47°42'56.6"	Soil (5-15)	Spiez	ICP-MS	1.63 ± 0.032 mg/kg	101 ± 12 ng/kg	12.0 ± 0.36 µg/kg	1.64 ± 0.033 mg/kg	0.736	<2
10AB.P.15		Soil (15-25)	Spiez	ICP-MS	1.34 ± 0.026 mg/kg	79 ± 9.4 ng/kg	9.8 ± 0.36 µg/kg	1.35 ± 0.026 mg/kg	0.731	<2
10AB.P.16		Soil (25-35)	Spiez	ICP-MS	1.36 ± 0.034 mg/kg	82 ± 9.7 ng/kg	9.9 ± 0.41 µg/kg	1.37 ± 0.035 mg/kg	0.728	<2
10AB.S.10	N 30°01'42.4" E 47°44'35.7"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.72 ± 0.032 mg/kg	100 ± 11 ng/kg	12.6 ± 0.36 µg/kg	1.73 ± 0.032 mg/kg	0.733	<2
10AB.S.11	N 30°01'41.9" E 47°44'36.0"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.34 ± 0.026 mg/kg	76 ± 8.3 ng/kg	9.7 ± 0.30 µg/kg	1.35 ± 0.026 mg/kg	0.724	<2
10AB.S.12	N 30°01'45.7" E 47°44'40.2"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.14 ± 0.034 mg/kg	63 ± 7.4 ng/kg	8.2 ± 0.39 µg/kg	1.15 ± 0.034 mg/kg	0.719	<2
10AB.S.13	N 30°01'29.7" E 47°42'53.3"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.66 ± 0.032 mg/kg	101 ± 11 ng/kg	12.0 ± 0.57 µg/kg	1.67 ± 0.032 mg/kg	0.723	<2

الجدول الثامن والثلاثون (تابع)

Sample field code	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	U <sub>total</sub>	<sup>235</sup> U/ <sup>238</sup> U by mass (×100)	Fraction of DU by mass (%)	
10AB.S.14	N 30°01'30.3" E 47°42'54.5"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.48 ± 0.034 mg/kg	89 ± 10 ng/kg	10.9 ± 0.34 µg/kg	1.49 ± 0.034 mg/kg	0.736	<2	
10AB.S.15	N 30°01'32.9" E 47°42'57.0"	Soil (0-5)	Spiez	ICP-MS	1.26 ± 0.026 mg/kg	70 ± 7.8 ng/kg	9.3 ± 0.24 µg/kg	1.27 ± 0.027 mg/kg	0.738	<2	
10AB.W.03	N 30°01'41.8" E 47°44'31.4"	Water	Spiez	ICP-MS	54 ± 2.6 µg/L	3518 ± 415 pg/L	391 ± 20 ng/L	54 ± 2.6 µg/L	0.724	<2	
		Water filter		ICP-MS	12.5 ± 0.26 ng/kg	0.79 ± 0.090 pg/kg	0.088 ± 0.0024 ng/kg	12.6 ± 0.26 ng/kg	0.704	4.1	
10AB.W.04	N 30°01'35.7" E 47°44'43.2"	Water	Spiez	ICP-MS	115 ± 2.3 µg/L	7247 ± 797 pg/L	835 ± 19 ng/L	116 ± 2.3 µg/L	0.726	<2	
		Water filter		ICP-MS	31.3 ± 0.77 ng/kg	1.9 ± 0.22 pg/kg	0.224 ± 0.0086 ng/kg	31.5 ± 0.78 ng/kg	0.716	<2	
10AB.W.05	N 30°01'36.7" E 47°42'50.3"	Water	Spiez	ICP-MS	7.7 ± 0.16 µg/L	634 ± 67 pg/L	56 ± 1.45 ng/L	7.8 ± 0.17 µg/L	0.727	<2	
		Water filter		ICP-MS	1.9 ± 0.033 ng/kg	0.16 ± 0.026 pg/kg	0.0133 ± 0.00049 ng/kg	1.92 ± 0.033 ng/kg	0.700	4.8	
#1	N 30°01'45.6" E 47°46'18.1"	Water	IAEA	ICP-MS				47.0 ± 1.4 µg/L	0.730	<2	
				α-spec	47.0 ± 1.0 µg/L						
				γ-spec	<310 µg/kg						
#2	N 29°59'35.6" E 47°47'01.1"	Water	IAEA	ICP-MS				10.5 ± 0.3 µg/L	0.750	<2	
				α-spec	8.7 ± 0.3 µg/L						
#3	N 30°04'19.1" E 47°43'53.41"	Water	IAEA	ICP-MS				60.5 ± 1.8 µg/L	0.730	<2	
				α-spec	58.6 ± 1.3 µg/L						
10AB.V.01	N 30°01'42.4" E 47°44'35.7"	Tomatoes	Spiez	ICP-MS	0.091 ± 0.004 µg/kg	0.004 ± 0.0015 ng/kg	0.469 ± 0.12 ng/kg	0.091 ± 0.0046 µg/kg	0.515	39.9	
10AB.V.02	N 30°01'41.9" E 47°44'36.0"	Cucumbers	Spiez	ICP-MS	0.147 ± 0.006 µg/kg	0.009 ± 0.0014 ng/kg	1.03 ± 0.06 ng/kg	0.148 ± 0.0064 µg/kg	0.701	4.7	
10AB.V.03	N 30°01'45.7" E 47°44'40.2"	Potatoes	Spiez	ICP-MS	0.210 ± 0.011 µg/kg	0.013 ± 0.0020 ng/kg	1.46 ± 0.08 ng/kg	0.21 ± 0.011 µg/kg	0.695	5.7	
10AB.V.04	N 30°01'29.7" E 47°42'53.3"	Onions	Spiez	ICP-MS	1.60 ± 0.11 µg/kg	0.11 ± 0.014 ng/kg	11.5 ± 0.84 ng/kg	1.6 ± 0.11 µg/kg	0.719	<2	
10AB.V.05	N 30°01'30.3" E 47°42'54.5"	Radishes	Spiez	ICP-MS	2.50 ± 0.12 µg/kg	0.19 ± 0.022 ng/kg	17.9 ± 0.92 ng/kg	2.5 ± 0.12 µg/kg	0.716	<2	
10AB.V.06	N 30°01'32.9" E 47°42'57.0"	Beets	Spiez	ICP-MS	7.94 ± 0.94 µg/kg	0.6 ± 0.10 ng/kg	57.0 ± 6.8 ng/kg	8.0 ± 0.94 µg/kg	0.718	<2	
<b>Al Rawdhatine</b>											
10AB.W.01	N 29°55'01.8" E 47°39'44.9"	Water	Spiez	ICP-MS	1.8 ± 0.064 µg/L	148 ± 16 pg/L	13 ± 0.54 ng/L	1.81 ± 0.065 µg/L	0.729	<2	
		Water filter		ICP-MS	0.33 ± 0.018 ng/kg	<0.037 pg/kg	0.0023 ± 0.00014 ng/kg	0.33 ± 0.019 ng/kg	0.697	5.6	
10AB.W.02	N 29°55'01.8" E 47°39'44.9"	Water	Spiez	ICP-MS	1.6 ± 0.067 µg/L	128 ± 14 pg/L	11 ± 0.52 ng/L	1.61 ± 0.068 µg/L	0.726	<2	
		Water filter		ICP-MS	<0.32 ng/kg			<0.32 ng/kg			

الجدول التاسع والثلاثون – تراكيزات النشاط الإشعاعي لنظائر اليورانيوم، مقيسة في العينات البيئية التي تم جمعها في إطار الدراسة التي أجرتها الوكالة بشأن اليورانيوم المستنفد في الكويت

Sample field code	Sampling date	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Sampling equipment	Collected by	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U
<b>Al Doha</b>										
01DO.Blank.01	3-Feb-02	N 29°21'40.9" E 47°48'57.0"	Soil (0-2)	Scraper	IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.0 ± 0.25 Bq/kg	13 ± 1.8 Bq/kg	0.61 ± 0.030 Bq/kg
01DO.Blank.02	3-Feb-02	N 29°21'41.2" E 47°48'56.7"	Soil (0-2)	Scraper	IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.9 ± 0.27 Bq/kg	14 ± 1.7 Bq/kg	0.65 ± 0.028 Bq/kg
01DO.Blank.03	3-Feb-02	N 29°21'41.5" E 47°48'56.4"	Soil (0-2)	Scraper	IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.4 ± 0.29 Bq/kg	14 ± 1.6 Bq/kg	0.62 ± 0.036 Bq/kg
01DO.Blank.04	3-Feb-02	N 29°21'41.7" E 47°48'57.0"	Soil (0-2)	Scraper	IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.1 ± 0.25 Bq/kg	14 ± 1.8 Bq/kg	0.66 ± 0.018 Bq/kg
01DO.P.01	3-Feb-02		Soil (0-5)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	30.9 ± 0.56 Bq/kg	32 ± 4.0 Bq/kg	1.32 ± 0.063 Bq/kg
01DO.P.02	3-Feb-02	N 29°21'40.2" E 47°48'57.1"	Soil (5-15)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	31.7 ± 0.80 Bq/kg	35 ± 4.3 Bq/kg	1.46 ± 0.073 Bq/kg
01DO.P.03	3-Feb-02		Soil (15-25)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	40 ± 1.6 Bq/kg	45 ± 6.2 Bq/kg	1.83 ± 0.093 Bq/kg
01DO.P.04	3-Feb-02		Soil (25-35)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	42 ± 1.3 Bq/kg	47 ± 5.4 Bq/kg	1.90 ± 0.083 Bq/kg
01DO.P.05	3-Feb-02		Soil (0-5)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	21.9 ± 0.53 Bq/kg	20 ± 2.4 Bq/kg	0.90 ± 0.031 Bq/kg
01DO.P.06	3-Feb-02	N 29°21'40.5" E 47°48'56.4"	Soil (5-15)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	23.6 ± 0.38 Bq/kg	22 ± 2.4 Bq/kg	0.98 ± 0.022 Bq/kg
01DO.P.07	3-Feb-02		Soil (15-25)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	45.0 ± 0.97 Bq/kg	23 ± 2.5 Bq/kg	1.23 ± 0.031 Bq/kg
01DO.P.08	3-Feb-02		Soil (25-35)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	121 ± 3.4 Bq/kg	33 ± 4.3 Bq/kg	2.24 ± 0.072 Bq/kg
01DO.S.01	3-Feb-02	N 29°21'40.1" E 47°48'57.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	30.5 ± 0.44 Bq/kg	30 ± 3.6 Bq/kg	1.30 ± 0.067 Bq/kg
01DO.S.02	3-Feb-02	N 29°21'40.0" E 47°48'57.1"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	87 ± 1.3 Bq/kg	37 ± 4.5 Bq/kg	2.04 ± 0.051 Bq/kg
01DO.S.03	3-Feb-02	N 29°21'40.5" E 47°48'57.1"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	22.2 ± 0.42 Bq/kg	15 ± 1.8 Bq/kg	0.83 ± 0.022 Bq/kg
01DO.S.04	3-Feb-02	N 29°21'40.5" E 47°48'56.7"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.9 ± 0.27 Bq/kg	13 ± 1.7 Bq/kg	0.69 ± 0.021 Bq/kg
01DO.S.05	3-Feb-02	N 29°21'40.5" E 47°48'56.4"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.6 ± 0.26 Bq/kg	13 ± 1.5 Bq/kg	0.68 ± 0.024 Bq/kg
01DO.S.06	3-Feb-02	N 29°21'40.2" E 47°48'56.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	17.6 ± 0.39 Bq/kg	14 ± 1.6 Bq/kg	0.73 ± 0.024 Bq/kg
01DO.S.07	3-Feb-02	N 29°21'39.9" E 47°48'56.4"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.4 ± 0.24 Bq/kg	13 ± 1.5 Bq/kg	0.66 ± 0.025 Bq/kg
01DO.S.08	3-Feb-02	N 29°21'40.3" E 47°48'56.4"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	80 ± 1.2 Bq/kg	31 ± 3.2 Bq/kg	1.78 ± 0.037 Bq/kg



الجدول التاسع والثلاثون (تابع)

Sample field code	Sampling date	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Sampling equipment	Collected by	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U	
DOHA			Soil	—	RPD	IAEA	$\alpha$ -spec $\gamma$ -spec	15000 ± 1000 Bq/kg 7000 ± 19400 Bq/kg			
01DO.W.01	3-Feb-02	N 29°21'40.2" E 47°48'56.6"	Water	PE bucket	IAEA team	IAEA	$\alpha$ -spec	1.4 ± 0.12 Bq/kg			
01DO.W.02	3-Feb-02	N 29°21'39.3" E 47°48'56.2"	Water	PE bucket	IAEA team	IAEA	$\alpha$ -spec	4.5 ± 0.25 Bq/kg			
01DO.W.03	3-Feb-02	N 29°21'39.4" E 47°48'55.0"	Water	PE bucket	IAEA team	IAEA	$\alpha$ -spec	3.5 ± 0.25 Bq/kg			
<b>Al Jahra</b>											
02JA.S.01	4-Feb-02	N 29°21'50.0" E 47°39'57.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	9.7 ± 0.21 Bq/kg	9 ± 1.1 Bq/kg	0.46 ± 0.016 Bq/kg	
02JA.S.02	4-Feb-02	N 29°21'34.4" E 47°39'46.8"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.8 ± 0.41 Bq/kg	12 ± 1.4 Bq/kg	0.55 ± 0.023 Bq/kg	
02JA.S.03	4-Feb-02	N 29°21'34.4" E 47°39'46.8"	Soil (0-2)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.8 ± 0.25 Bq/kg	11 ± 1.2 Bq/kg	0.50 ± 0.020 Bq/kg	
02JA.S.04	4-Feb-02	N 29°21'16.5" E 47°40'11.6"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.9 ± 0.29 Bq/kg	11 ± 1.2 Bq/kg	0.50 ± 0.021 Bq/kg	
02JA.S.05	4-Feb-02	N 29°20'37.2" E 47°40'38.9"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.0 ± 0.43 Bq/kg	11 ± 1.2 Bq/kg	0.51 ± 0.027 Bq/kg	
02JA.S.06	4-Feb-02	N 29°20'08.0" E 47°40'54.7"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.2 ± 0.21 Bq/kg	10 ± 1.3 Bq/kg	0.52 ± 0.025 Bq/kg	
<b>Al Wafrah</b>											
04WA.P.06	5-Feb-02		Soil (0-5)			IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.7 ± 0.23 Bq/kg	13 ± 1.8 Bq/kg	0.55 ± 0.014 Bq/kg
04WA.P.07	5-Feb-02	N 28°33'95.3" E 48°04'06.3"	Soil (5-15)	Corer (10 cm × 10 cm)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	8.8 ± 0.22 Bq/kg	9 ± 1.4 Bq/kg	0.42 ± 0.013 Bq/kg
04WA.P.08	5-Feb-02		Soil (15-25)			IAEA team	Spiez	ICP-MS	8.4 ± 0.17 Bq/kg	8 ± 1.9 Bq/kg	0.39 ± 0.012 Bq/kg
04WA.P.09	5-Feb-02		Soil (25-35)			IAEA team	Spiez	ICP-MS	7.6 ± 0.20 Bq/kg	8 ± 1.5 Bq/kg	0.36 ± 0.014 Bq/kg
04WA.S.01	5-Feb-02	N 28°33'52.8" E 48°00'22.5"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.7 ± 0.35 Bq/kg	13 ± 2.9 Bq/kg	0.54 ± 0.019 Bq/kg	
04WA.S.02	5-Feb-02	N 28°33'54.2" E 48°00'20.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.2 ± 0.24 Bq/kg	12 ± 1.6 Bq/kg	0.53 ± 0.014 Bq/kg	
04WA.S.03	5-Feb-02	N 28°33'54.8" E 48°00'20.4"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.0 ± 0.20 Bq/kg	10 ± 1.9 Bq/kg	0.47 ± 0.012 Bq/kg	
04WA.S.04	5-Feb-02	N 28°33'58.2" E 48°00'21.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.6 ± 0.27 Bq/kg	14 ± 2.2 Bq/kg	0.65 ± 0.017 Bq/kg	
04WA.S.05	5-Feb-02	N 28°33'57.6" E 48°00'23.8"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.0 ± 0.29 Bq/kg	11 ± 1.5 Bq/kg	0.52 ± 0.015 Bq/kg	
04WA.S.06	5-Feb-02	N 28°33'58.7" E 48°04'11.7"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	9.8 ± 0.29 Bq/kg	11 ± 2.2 Bq/kg	0.47 ± 0.016 Bq/kg	

Sample field code	Sampling date	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Sampling equipment	Collected by	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U
04WA.S.07	5-Feb-02	N 28°33'58.8" E 48°04'13.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.0 ± 0.29 Bq/kg	11 ± 2.2 Bq/kg	0.48 ± 0.016 Bq/kg
04WA.S.08	5-Feb-02	N 28°33'59.5" E 48°04'15.0"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.2 ± 0.23 Bq/kg	11 ± 1.7 Bq/kg	0.48 ± 0.013 Bq/kg
04WA.S.11	5-Feb-02	N 28°33'94.5" E 48°00'31.1"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.4 ± 0.29 Bq/kg	16 ± 2.1 Bq/kg	0.63 ± 0.016 Bq/kg
04WA.S.12	5-Feb-02	N 28°33'99.7" E 48°00'36.1"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.4 ± 0.28 Bq/kg	14 ± 2.1 Bq/kg	0.59 ± 0.016 Bq/kg
04WA.S.13	5-Feb-02	N 28°34'00.4" E 48°00'40.1"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.3 ± 0.30 Bq/kg	12 ± 1.7 Bq/kg	0.54 ± 0.017 Bq/kg
W1	—	—	Soil	—	RPD	IAEA	α-spec γ-spec	8.6 ± 0.6 Bq/kg <19 Bq/kg		
W2	—	—	Soil	—	RPD	IAEA	α-spec γ-spec	71.3 ± 4.8 Bq/kg 50 Bq/kg		
W3	—	—	Soil	—	RPD	IAEA	α-spec γ-spec	7.7 ± 0.7 Bq/kg <23 Bq/kg		
04WA.W.01	5-Feb-02	N 28°33'58.8" E 48°00'15.6"	Water Water filter	Pump	IAEA team	Spiez	ICP-MS ICP-MS	103 ± 2.1 mBq/L 0.187 ± 0.0045 mBq/kg	100 ± 13 mBq/L 0.18 ± 0.022 mBq/kg	4.8 ± 0.12 mBq/L 8.4 ± 0.30 μBq/kg
04WA.W.02	5-Feb-02	N 28°34'02.0" E 48°00'46.0"	Water Water filter	Pump	IAEA team	Spiez	ICP-MS ICP-MS	2.7 ± 0.42 mBq/L 0.080 ± 0.0014 mBq/kg	10 ± 1 mBq/L 0.08 ± 0.011 mBq/kg	0.12 ± 0.02 mBq/L 3.7 ± 0.13 μBq/kg
04WA.W.03	5-Feb-02	N 28°33'55.8" E 48°04'11.4"	Water Water filter	Pump	IAEA team	Spiez	ICP-MS ICP-MS	149 ± 4.7 mBq/L 0.533 ± 0.014 mBq/kg	200 ± 23 mBq/L 0.62 ± 0.070 mBq/kg	6.8 ± 0.27 mBq/L 24 ± 0.84 μBq/kg
04WA.W.04	5-Feb-02	N 28°34'01.3" E 48°04'04.7"	Water Water filter	Pump	IAEA team	Spiez	ICP-MS ICP-MS	24.8 ± 0.75 mBq/L 0.017 ± 0.0005 mBq/kg	40 ± 5 mBq/L 0.02 ± 0.004 mBq/kg	1.1 ± 0.06 mBq/L 0.78 ± 0.03 μBq/kg
04WA.V.01	5-Feb-02	N 28°33'51.8" E 48°00'23.3"	Lettuce	From uncovered greenhouse	IAEA team	Spiez	ICP-MS	2.6 ± 0.28 mBq/kg	2.5 ± 0.40 mBq/kg	0.10 ± 0.012 mBq/kg
04WA.V.02	5-Feb-02	N 28°33'51.1" E 48°00'20.8"	Cucumbers	From covered greenhouse	IAEA team	Spiez	ICP-MS	0.97 ± 0.08 mBq/kg	0.5 ± 0.14 mBq/kg	0.024 ± 0.004 mBq/kg
04WA.V.03	5-Feb-02	N 28°33'54.9" E 48°00'20.5"	Cabbages	From uncovered area	IAEA team	Spiez	ICP-MS	3.3 ± 0.21 mBq/kg	3.1 ± 0.45 mBq/kg	0.14 ± 0.008 mBq/kg
04WA.V.04	5-Feb-02	N 28°33'58.3" E 48°00'21.4"	Tomatoes	From uncovered area	IAEA team	Spiez	ICP-MS	0.88 ± 0.05 mBq/kg	0.9 ± 0.18 mBq/kg	0.039 ± 0.003 mBq/kg
04WA.V.05	5-Feb-02	N 28°33'54.7" E 48°04'14.0"	Carrots	From uncovered area	IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.6 ± 0.59 mBq/kg	18 ± 2.1 mBq/kg	0.62 ± 0.030 mBq/kg
<b>Al Mutlaa</b>										
06MU.S.01	4-Feb-02	N 29°27'13.3" E 47°39'05.4"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.4 ± 0.25 Bq/kg	11 ± 1.2 Bq/kg	0.49 ± 0.022 Bq/kg

الجدول التاسع والثلاثون (تابع)

Sample field code	Sampling date	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Sampling equipment	Collected by	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U
06MU.S.02	4-Feb-02	N 29°27'16.4" E 47°38'36.8"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.6 ± 0.24 Bq/kg	13 ± 1.6 Bq/kg	0.59 ± 0.018 Bq/kg
06MU.S.03	4-Feb-02	N 29°26'29.2" E 47°38'20.1"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	7.9 ± 0.27 Bq/kg	8 ± 0.9 Bq/kg	0.37 ± 0.014 Bq/kg
06MU.S.04	4-Feb-02	N 29°26'18.8" E 47°38'29.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	8.6 ± 0.21 Bq/kg	9 ± 1.0 Bq/kg	0.40 ± 0.019 Bq/kg
06MU.S.05	4-Feb-02	N 29°23'00.0" E 47°39'05.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.0 ± 0.30 Bq/kg	12 ± 1.4 Bq/kg	0.56 ± 0.027 Bq/kg
06MU.S.06	4-Feb-02	N 29°22'54.9" E 47°39'04.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.6 ± 0.25 Bq/kg	16 ± 2.0 Bq/kg	0.67 ± 0.023 Bq/kg
06MU.S.07	4-Feb-02	N 29°23'07.7" E 47°39'09.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	8.8 ± 0.17 Bq/kg	8 ± 1.1 Bq/kg	0.41 ± 0.015 Bq/kg
06MU.S.08	4-Feb-02	N 29°23'07.7" E 47°39'39.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.3 ± 0.20 Bq/kg	11 ± 1.3 Bq/kg	0.52 ± 0.023 Bq/kg
06MU.V.01	4-Feb-02	N 29°26'28.3" E 47°38'20.6"	Stems	Cut at base with hand cutter	IAEA team	Spiez	ICP-MS	1.76 ± 0.029 Bq/kg	1.7 ± 0.18 Bq/kg	0.081 ± 0.0018 Bq/kg
06MU.V.02	4-Feb-02	N 29°26'18.9" E 47°38'29.3"	Vegetation	Cut with hand cutter	IAEA team	Spiez	ICP-MS	0.360 ± 0.0077 Bq/kg	0.35 ± 0.037 Bq/kg	0.017 ± 0.00040 Bq/kg
<b>Um Al Kwaty</b>										
07KW.S.01	9-Feb-02	N 29°25'01.2" E 47°30'44.8"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	γ-spec	54 ± 4 Bq/kg		
07KW.S.02	9-Feb-02	N 29°25'01.7" E 47°30'44.1"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	γ-spec	84 ± 6 Bq/kg		
07KW.S.03	9-Feb-02	N 29°25'02.4" E 47°30'43.4"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	α-spec	253 ± 12 Bq/kg		
							γ-spec	195 ± 9 Bq/kg		
07KW.S.04	9-Feb-02	N 29°25'03.4" E 47°30'43.2"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	γ-spec	14970 ± 300 Bq/kg		
07KW.S.05	9-Feb-02	N 29°25'04.0" E 47°30'43.4"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	α-spec	14000 ± 1500 Bq/kg		
							γ-spec	15000 Bq/kg		
07KW.S.06	9-Feb-02	N 29°25'05.4" E 47°30'42.9"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	γ-spec	117 ± 7 Bq/kg		
07KW.S.07	9-Feb-02	N 29°25'07.9" E 47°30'42.6"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	γ-spec	15800 ± 300 Bq/kg		
07KW.S.08	9-Feb-02	N 29°25'07.1" E 47°30'43.9"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	α-spec	63 ± 4 Bq/kg		
							γ-spec	61 ± 6 Bq/kg		
07KW.S.09	9-Feb-02	N 29°25'06.7" E 47°30'44.9"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	α-spec	1155 ± 56 Bq/kg		
							γ-spec	1090 ± 300 Bq/kg		
07KW.S.10	9-Feb-02	N 29°25'05.9" E 47°30'45.7"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	α-spec	2822 ± 131 Bq/kg		
							γ-spec	1800 Bq/kg		

Sample field code	Sampling date	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Sampling equipment	Collected by	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U
07KW.S.11	9-Feb-02	N 29°25'05.5" E 47°30'44.3"	Soil (0-10)	Shovel	IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	275 ± 14 Bq/kg 597 ± 14 Bq/kg		
<b>Military Hospital storage ground</b>										
08HO.P.01	4-Feb-02		Soil (0-5)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.8 ± 0.38 Bq/kg	10 ± 1.2 Bq/kg	0.49 ± 0.025 Bq/kg
08HO.P.02	4-Feb-02	N 29°14'36.7" E 48°01'03.6"	Soil (5-15)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.3 ± 0.24 Bq/kg	12 ± 1.5 Bq/kg	0.56 ± 0.031 Bq/kg
08HO.P.03	4-Feb-02		Soil (15-25)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.2 ± 0.40 Bq/kg	10 ± 1.2 Bq/kg	0.51 ± 0.033 Bq/kg
08HO.P.04	4-Feb-02		Soil (25-35)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.3 ± 0.17 Bq/kg	9 ± 1.2 Bq/kg	0.47 ± 0.022 Bq/kg
08HO.S.01	4-Feb-02	N 29°14'36.7" E 48°01'03.3"	Soil (0-5)		Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.0 ± 0.26 Bq/kg	12 ± 1.3 Bq/kg
08HO.S.02	4-Feb-02	N 29°14'37.3" E 48°01'02.5"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	16.5 ± 0.43 Bq/kg	17 ± 2.0 Bq/kg	0.77 ± 0.029 Bq/kg
08HO.S.03	4-Feb-02	N 29°14'37.9" E 48°01'02.8"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	16.9 ± 0.24 Bq/kg	15 ± 1.7 Bq/kg	0.72 ± 0.027 Bq/kg
08HO.S.04	4-Feb-02	N 29°14'38.9" E 48°01'03.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	41 ± 1.0 Bq/kg	18 ± 1.9 Bq/kg	1.02 ± 0.030 Bq/kg
<b>Umm Gudayar GC 18</b>										
09GU.P.01	6-Feb-02		Soil (0-5)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.5 ± 0.18 Bq/kg	9 ± 2.0 Bq/kg	0.47 ± 0.023 Bq/kg
09GU.P.02	6-Feb-02	N 28°55'03.1" E 47°40'02.0"	Soil (5-10)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.7 ± 0.17 Bq/kg	10 ± 1.3 Bq/kg	0.50 ± 0.019 Bq/kg
09GU.P.03	6-Feb-02		Soil (10-15)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	9.5 ± 0.44 Bq/kg	9 ± 1.1 Bq/kg	0.45 ± 0.024 Bq/kg
09GU.P.04	6-Feb-02		Soil (15-20)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	10.8 ± 0.26 Bq/kg	9 ± 1.2 Bq/kg	0.50 ± 0.019 Bq/kg
09GU.P.05	6-Feb-02		Soil (0-5)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	15.0 ± 0.23 Bq/kg	14 ± 1.7 Bq/kg	0.69 ± 0.035 Bq/kg
09GU.P.06	6-Feb-02	N 28°55'03.2" E 47°40'02.7"	Soil (5-10)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.4 ± 0.27 Bq/kg	13 ± 2.1 Bq/kg	0.66 ± 0.044 Bq/kg
09GU.P.07	6-Feb-02		Soil (10-15)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.6 ± 0.22 Bq/kg	14 ± 1.5 Bq/kg	0.67 ± 0.016 Bq/kg
09GU.P.08	6-Feb-02		Soil (15-20)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	18.7 ± 0.49 Bq/kg	19 ± 2.2 Bq/kg	0.88 ± 0.037 Bq/kg
09GU.S.01	6-Feb-02	N 28°55'04.1" E 47°40'02.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	9.7 ± 0.23 Bq/kg	9 ± 1.3 Bq/kg	0.44 ± 0.032 Bq/kg
09GU.S.02	6-Feb-02	N 28°55'04.0" E 47°40'01.6"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	20.2 ± 0.32 Bq/kg	21 ± 2.4 Bq/kg	0.94 ± 0.048 Bq/kg
09GU.S.03	6-Feb-02	N 28°55'04.0" E 47°40'01.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	8.1 ± 0.19 Bq/kg	7 ± 0.9 Bq/kg	0.34 ± 0.018 Bq/kg
09GU.S.04	6-Feb-02	N 28°55'05.0" E 47°40'00.8"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	8.1 ± 0.19 Bq/kg	7 ± 1.0 Bq/kg	0.37 ± 0.032 Bq/kg
09GU.S.05	6-Feb-02	N 28°55'05.0" E 47°40'04.5"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	5.8 ± 0.11 Bq/kg	5 ± 0.8 Bq/kg	0.26 ± 0.014 Bq/kg
<b>Managesh GC 28</b>										
09MA.S.01	6-Feb-02	N 29°01'19.9" E 47°36'01.1"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	15.8 ± 0.9 Bq/kg 29 ± 4 Bq/kg		

Sample field code	Sampling date	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Sampling equipment	Collected by	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U
09MA.S.02	6-Feb-02	N 29°01'20.2" E 47°36'00.9"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	25.0 ± 1.5 Bq/kg 28.3 ± 4.9 Bq/kg		
09MA.S.06	6-Feb-02	N 29°01'19.8" E 47°36'01.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	8.7 ± 0.7 Bq/kg <26 Bq/kg		
09MA.S.07	6-Feb-02	N 29°01'16.8" E 47°36'04.0"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	10.9 ± 0.8 Bq/kg <25 Bq/kg		
09MA.S.08	6-Feb-02	N 29°01'16.8" E 47°35'58.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	6.6 ± 0.5 Bq/kg <27 Bq/kg		
09MA.S.09	6-Feb-02	N 29°01'22.8" E 47°36'04.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	8.2 ± 0.5 Bq/kg <20 Bq/kg		
09MA.S.10	6-Feb-02	N 29°01'22.8" E 47°35'58.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	IAEA	α-spec	8.0 ± 0.6 Bq/kg		
09MA.RE.01	6-Feb-02	N 29°01'20.5" E 47°36'00.5"	Soil	Shovel	IAEA team	IAEA	α-spec	9.7 ± 0.5 Bq/kg		
09MA.P.01	6-Feb-02		Soil (0-5)		IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	52000 ± 3000 Bq/kg 89100 ± 1700 Bq/kg		
09MA.P.02	6-Feb-02		Soil (5-10)		IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	115 ± 6 Bq/kg 90 ± 11 Bq/kg		
09MA.P.03	6-Feb-02	N 29°01'19.8" E 47°36'00.7"	Soil (10-15)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	44.7 ± 2.3 Bq/kg <62 Bq/kg		
09MA.P.04	6-Feb-02		Soil (15-20)		IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	29.8 ± 1.6 Bq/kg <52 Bq/kg		
09MA.P.05	6-Feb-02		Soil (20-25)		IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	30.9 ± 1.5 Bq/kg 15 ± 9 Bq/kg		
09MA.P.06	6-Feb-02		Soil (0-5)		IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	6.6 ± 0.4 Bq/kg <51 Bq/kg		
09MA.P.07	6-Feb-02		Soil (5-10)		IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	8.0 ± 0.5 Bq/kg <43 Bq/kg		
09MA.P.08	6-Feb-02	N 29°01'19.7" E 47°36'01.1"	Soil (10-15)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec	8.8 ± 0.6 Bq/kg <51 Bq/kg		
09MA.P.09	6-Feb-02		Soil (15-20)		IAEA team	IAEA	α-spec γ-spec γ-spec	8.5 ± 0.5 Bq/kg <49 Bq/kg 10 ± 4 Bq/kg <22 Bq/kg		
09MA.U.01	6-Feb-02	N 29°01'19.8" E 47°36'00.7"	Soil	—	IAEA team	IAEA	—	—		

Sample field code	Sampling date	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Sampling equipment	Collected by	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U
GC28#1	—	—	Soil	—	RPD	IAEA	α-spec	1283 ± 72 Bq/kg		
							γ-spec	1970 Bq/kg		
GC28#2	—	—	Soil	—	RPD	IAEA	α-spec	92 ± 10 Bq/kg		
							γ-spec	74 Bq/kg		
GC28#3	—	—	Soil	—	RPD	IAEA	α-spec	1054 ± 61 Bq/kg		
							γ-spec	1160 Bq/kg		
GC28#4	—	—	Soil	—	RPD	IAEA	α-spec	168 ± 8 Bq/kg		
							γ-spec	64 Bq/kg		
GC28#5	—	—	Soil	—	RPD	IAEA	α-spec	6.7 ± 0.5 Bq/kg		
							γ-spec	<18 Bq/kg		
Soil/GC 28 1D	—	—	Soil (0-5)	Corer	RPD	IAEA	α-spec	19000 ± 5000 Bq/kg		
			Soil (5-15)	Corer	RPD	IAEA	γ-spec	57000 Bq/kg		
							α-spec	842 ± 46 Bq/kg		
			Soil (15-25)	Corer	RPD	IAEA	γ-spec	570 Bq/kg		
							α-spec	33 ± 2 Bq/kg		
			Soil (25-35)	Corer	RPD	IAEA	γ-spec	<31 Bq/kg		
							α-spec	25.8 ± 1.5 Bq/kg		
			GC 28 1D	—	—	Soil (0-5)	Corer	RPD	IAEA	γ-spec
α-spec	106000 ± 6000 Bq/kg									
GC 28 2D	—	—	Soil (5-15)	Corer	RPD	IAEA	γ-spec	58300 ± 600 Bq/kg		
							α-spec	96 ± 6 Bq/kg		
GC 28 3D	—	—	Soil (15-25)	Corer	RPD	IAEA	γ-spec	469 ± 22 Bq/kg		
							α-spec	<63 Bq/kg		
GC 28 4D	—	—	Soil (25-35)	Corer	RPD	IAEA	α-spec	32.4 ± 1.8 Bq/kg		
							γ-spec	<59 Bq/kg		

**Al Sabhan**

09SA.S.01	4-Feb-02	N 29°14'43.1" E 48°01'50.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.5 ± 0.25 Bq/kg	12 ± 1.4 Bq/kg	0.58 ± 0.021 Bq/kg
09SA.S.02	4-Feb-02	N 29°14'41.5" E 48°01'50.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.2 ± 0.27 Bq/kg	12 ± 1.4 Bq/kg	0.57 ± 0.021 Bq/kg
09SA.S.03	4-Feb-02	N 29°14'45.0" E 48°01'50.4"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	11.2 ± 0.23 Bq/kg	11 ± 1.3 Bq/kg	0.52 ± 0.016 Bq/kg
09SA.S.04	4-Feb-02	N 29°14'43.2" E 48°01'48.1"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.9 ± 0.19 Bq/kg	13 ± 1.4 Bq/kg	0.60 ± 0.016 Bq/kg

Sample field code	Sampling date	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Sampling equipment	Collected by	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U
<b>Al Abdali</b>										
10AB.FE.01	7-Feb-02	N 30°01'42.4" E 47°44'35.7"	Soil	—	IAEA team	Spiez	ICP-MS	<0.062 Bq/kg		
10AB.P.01	7-Feb-02	N 30°01'29.4" E 47°44'29.4"	Soil (0-5)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.8 ± 0.50 Bq/kg	13 ± 1.5 Bq/kg	0.60 ± 0.027 Bq/kg
10AB.P.02	7-Feb-02		Soil (5-15)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.3 ± 0.27 Bq/kg	14 ± 1.6 Bq/kg	0.67 ± 0.023 Bq/kg
10AB.P.03	7-Feb-02		Soil (15-25)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.4 ± 0.52 Bq/kg	14 ± 1.6 Bq/kg	0.62 ± 0.031 Bq/kg
10AB.P.04	7-Feb-02		Soil (25-35)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.1 ± 0.26 Bq/kg	15 ± 1.8 Bq/kg	0.66 ± 0.027 Bq/kg
10AB.P.05	7-Feb-02	N 30°01'36.0" E 47°44'28.6"	Soil (0-5)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.6 ± 0.25 Bq/kg	14 ± 1.6 Bq/kg	0.64 ± 0.027 Bq/kg
10AB.P.06	7-Feb-02		Soil (5-15)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.4 ± 0.35 Bq/kg	14 ± 1.8 Bq/kg	0.62 ± 0.032 Bq/kg
10AB.P.07	7-Feb-02		Soil (15-25)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.6 ± 0.24 Bq/kg	14 ± 1.8 Bq/kg	0.65 ± 0.024 Bq/kg
10AB.P.08	7-Feb-02		Soil (25-35)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.5 ± 0.41 Bq/kg	13 ± 1.6 Bq/kg	0.59 ± 0.027 Bq/kg
10AB.P.09	7-Feb-02	N 30°01'35.0" E 47°42'46.9"	Soil (0-5)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.0 ± 0.42 Bq/kg	13 ± 1.5 Bq/kg	0.61 ± 0.028 Bq/kg
10AB.P.10	7-Feb-02		Soil (5-15)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	12.6 ± 0.25 Bq/kg	14 ± 1.6 Bq/kg	0.59 ± 0.023 Bq/kg
10AB.P.11	7-Feb-02		Soil (15-25)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.6 ± 0.26 Bq/kg	15 ± 1.8 Bq/kg	0.70 ± 0.018 Bq/kg
10AB.P.12	7-Feb-02		Soil (25-35)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	13.1 ± 0.28 Bq/kg	13 ± 1.5 Bq/kg	0.62 ± 0.017 Bq/kg
10AB.P.13	7-Feb-02	N 30°01'27.7" E 47°42'56.6"	Soil (0-5)	Corer (10 cm × 10 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	18.6 ± 0.38 Bq/kg	21 ± 2.2 Bq/kg	0.89 ± 0.023 Bq/kg
10AB.P.14	7-Feb-02		Soil (5-15)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	20.2 ± 0.40 Bq/kg	23 ± 2.6 Bq/kg	0.96 ± 0.029 Bq/kg
10AB.P.15	7-Feb-02		Soil (15-25)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	16.6 ± 0.32 Bq/kg	18 ± 2.2 Bq/kg	0.78 ± 0.029 Bq/kg
10AB.P.16	7-Feb-02		Soil (25-35)		IAEA team	Spiez	ICP-MS	16.9 ± 0.42 Bq/kg	19 ± 2.2 Bq/kg	0.79 ± 0.033 Bq/kg
10AB.S.10	7-Feb-02	N 30°01'42.4" E 47°44'35.7"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	21.3 ± 0.39 Bq/kg	23 ± 2.6 Bq/kg	1.01 ± 0.029 Bq/kg
10AB.S.11	7-Feb-02	N 30°01'41.9" E 47°44'36.0"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	16.6 ± 0.32 Bq/kg	17 ± 1.9 Bq/kg	0.78 ± 0.024 Bq/kg
10AB.S.12	7-Feb-02	N 30°01'45.7" E 47°44'40.2"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	14.1 ± 0.42 Bq/kg	14 ± 1.7 Bq/kg	0.66 ± 0.031 Bq/kg
10AB.S.13	7-Feb-02	N 30°01'29.7" E 47°42'53.3"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	20.6 ± 0.39 Bq/kg	23 ± 2.5 Bq/kg	0.96 ± 0.045 Bq/kg
10AB.S.14	7-Feb-02	N 30°01'30.3" E 47°42'54.5"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	18.4 ± 0.42 Bq/kg	20 ± 2.3 Bq/kg	0.87 ± 0.027 Bq/kg
10AB.S.15	7-Feb-02	N 30°01'32.9" E 47°42'57.0"	Soil (0-5)	Template (20 cm × 25 cm)	IAEA team	Spiez	ICP-MS	15.6 ± 0.33 Bq/kg	16 ± 1.8 Bq/kg	0.74 ± 0.019 Bq/kg
10AB.W.03	7-Feb-02	N 30°01'41.8" E 47°44'31.4"	Water Water filter	Pump	IAEA team	Spiez	ICP-MS	670 ± 32 mBq/L 0.155 ± 0.0032 mBq/kg	810 ± 95 mBq/L 0.18 ± 0.021 mBq/kg	31 ± 1.4 mBq/L 7.0 ± 0.17 μBq/kg
10AB.W.04	7-Feb-02	N 30°01'35.7" E 47°44'43.2"	Water Water filter	Pump	IAEA team	Spiez	ICP-MS	1430 ± 29 mBq/L 0.388 ± 0.0096 mBq/kg	1700 ± 180 mBq/L 0.44 ± 0.050 mBq/kg	67 ± 1.3 mBq/L 18 ± 0.61 μBq/kg
10AB.W.05	7-Feb-02	N 30°01'36.7" E 47°42'50.3"	Water Water filter	Pump	IAEA team	Spiez	ICP-MS	95 ± 2.0 mBq/L 0.024 ± 0.0004 mBq/kg	150 ± 15 mBq/L 0.04 ± 0.006 mBq/kg	4 ± 0.1 mBq/L 1.1 ± 0.03 μBq/kg

Sample field code	Sampling date	Co-ordinates	Sample type (depth, cm)	Sampling equipment	Collected by	Analysed by	Method	<sup>238</sup> U	<sup>234</sup> U	<sup>235</sup> U
#1	—	N 30°01'45.6" E 47°46'18.1"	Water	—	RPD	IAEA	α-spec γ-spec	0.584 ± 0.013 Bq/kg <3.9 Bq/kg		
#2	—	N 29°59'35.6" E 47°47'08.1"	Water	—	RPD	IAEA	α-spec	0.109 ± 0.004 Bq/kg		
#3	—	N 30°04'19.1" E 47°43'53.41"	Water	—	RPD	IAEA	α-spec	0.729 ± 0.016 Bq/kg		
10AB.V.01	7-Feb-02	N 30°01'42.4" E 47°44'35.7"	Tomatoes	From greenhouse	IAEA team	Spiez	ICP-MS	1.13 ± 0.06 mBq/kg	0.9 ± 0.34 mBq/kg	0.038 ± 0.010 mBq/kg
10AB.V.02	7-Feb-02	N 30°01'41.9" E 47°44'36.0"	Cucumbers	From greenhouse	IAEA team	Spiez	ICP-MS	1.82 ± 0.08 mBq/kg	2.1 ± 0.32 mBq/kg	0.082 ± 0.0045 mBq/kg
10AB.V.03	7-Feb-02	N 30°01'45.7" E 47°44'40.2"	Potatoes	From uncovered area	IAEA team	Spiez	ICP-MS	2.6 ± 0.13 mBq/kg	2.9 ± 0.46 mBq/kg	0.12 ± 0.0063 mBq/kg
10AB.V.04	7-Feb-02	N 30°01'29.7" E 47°42'53.3"	Onions	From uncovered area	IAEA team	Spiez	ICP-MS	20 ± 1.4 mBq/kg	26 ± 0.003.3 mBq/kg	0.92 ± 0.068 mBq/kg
10AB.V.05	7-Feb-02	N 30°01'30.3" E 47°42'54.5"	Radishes	From uncovered area	IAEA team	Spiez	ICP-MS	31 ± 1.5 mBq/kg	44 ± 0.005.1 mBq/kg	1.4 ± 0.074 mBq/kg
10AB.V.06	7-Feb-02	N 30°01'32.9" E 47°42'57.0"	Beets	From uncovered area	IAEA team	Spiez	ICP-MS	100 ± 12 mBq/kg	140 ± 22 mBq/kg	4.6 ± 0.54 mBq/kg
<b>Al Rawdhatine</b>										
10AB.W.01	7-Feb-02	N 29°55'01.8" E 47°39'44.9"	Water	Pump	IAEA team	Spiez	ICP-MS	22.3 ± 0.80 mBq/L	30 ± 4 mBq/L	1.0 ± 0.04 mBq/L
			Water filter				ICP-MS	0.004 ± 0.0002 mBq/kg	<0.0085 mBq/kg	0.18 ± 0.01 μBq/kg
10AB.W.02	7-Feb-02	N 29°55'01.8" E 47°39'44.9"	Water	Bottled for sale	IAEA team	Spiez	ICP-MS	19.8 ± 0.83 mBq/L	30 ± 3 mBq/L	0.88 ± 0.04 mBq/L
			Water filter				ICP-MS	<0.0040 mBq/kg		



## المراجع

- [1] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [2] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 3. Ingestion Dose Coefficients, Publication 69, Pergamon Press, Oxford and New York (1995).
- [3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4. Inhalation Dose Coefficients, Publication 71, Pergamon Press, Oxford and New York (1995).
- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).
- [5] UNITED NATIONS, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (2000).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Remediation of Areas Contaminated by Past Activities and Accidents, Safety Standards Series No. WS-R-3, IAEA, Vienna (in press).
- [7] HARLEY, N.H., FOULKES, E.C., HILBORNE, L.H., HUDSON, A., ANTHONY, C.R., A Review of the Scientific Literature as it Pertains to Gulf War Illnesses, Volume 7, Depleted Uranium, RAND Rep. MR-1018/7-OSD, National Defense Research Institute, Washington, DC (1999).
- [8] ROYAL SOCIETY, The Health Hazards of Depleted Uranium Munitions, Part I, Royal Society, London (2001).
- [9] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, Depleted Uranium in Kosovo, Post-Conflict Environmental Assessment, UNEP, Nairobi (2001).
- [10] US ARMY CENTER FOR HEALTH PROMOTION AND PREVENTIVE MEDICINE, Depleted Uranium, Human Exposure Assessment and Health Risk Characterization in Support of the Environmental Exposure Report "Depleted Uranium in the Gulf" of the Office of the Special Assistant to the Secretary of Defense for Gulf War Illnesses, Medical Readiness and Military Deployments (OSAGWI), Health Risk Assessment Consultation No. 26-MF-7555-00D, USACHPPM, Washington, DC (2000).
- [11] FETTER, S., VON HIPPEL, F.N., The hazard posed by depleted uranium munitions, *Sci. Global Security* **8** (1999) 125–161.
- [12] DANESI, P.R., et al., Depleted uranium particles in selected Kosovo samples, *J. Environ. Radioact.* **64** (2003) 143–154.
- [13] OFFICE OF THE SPECIAL ASSISTANT TO THE SECRETARY OF DEFENSE FOR GULF WAR ILLNESSES, Environmental Exposure Report, Depleted Uranium in the Gulf (II), OSAGWI, Washington, DC (2000).
- [14] DUNNINGAM, J.F., BAY, A., From Shield to Storm, William Morrow, New York (1992).
- [15] SIMMONDS, J.R., LAWSON, G., MAYALL, A., Methodology for Assessing the Radiological Consequences of Routine Releases of Radionuclides in the Environment, EUR 15760, European Commission, Luxembourg (1995).
- [16] HAYWOOD, S., SMITH, J., Assessment of the Potential Radiological Impact of Residual Contamination in the Maralinga and Emu Areas, Rep. NRPBR237, HMSO, London (1990).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19, IAEA, Vienna (2001).
- [18] BROWN, J., SIMMONDS, J.R., FARMLAND, A., Dynamic Model for the Transfer of Radionuclides through Terrestrial Foodchains, Rep. NRPB-R273, HMSO, London (1995).
- [19] ROBINSON, C.A., Generalised Habit Data for Radiological Assessments, Rep. NRPB-M636, National Radiological Protection Board, Didcot, UK (1996).

# المساهمون في الصياغة والاستعراض

## كبار الخبراء

Clarke, R.H. ( <i>Chairman</i> )	Chairman, International Commission on Radiological Protection; Director, National Radiological Protection Board, United Kingdom
Burns, P.A.	Director, Environmental and Radiation Health Branch, Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, Australia
Danesi, P.R.	Former Director, Agency's Laboratories, Seibersdorf; at present a consultant to the IAEA
Kutkov, V.A.	Kurchatov Institute, Russian Federation
Winkler, B.C.	Former Chief Executive Officer, Council for Nuclear Safety of South Africa; at present a Member of the Board of Directors of the National Nuclear Regulator of South Africa, South Africa
Wilkins, B.T. ( <i>Rapporteur</i> )	National Radiological Protection Board, United Kingdom

## ممثلو برنامج الأمم المتحدة للبيئة

El-Habr, H.N.	Deputy Regional Director, Regional Office for West Asia, Manama, Bahrain
Burger, M.	Spiez Laboratory, Switzerland
Astner, M.	Spiez Laboratory, Switzerland

## موظفو الوكالة

Cabianca, T.	Division of Radiation and Waste Safety
Linsley, G.	Division of Radiation and Waste Safety
Burns, K.	Agency's Laboratories, Seibersdorf
Moreno, J.	Agency's Laboratories, Seibersdorf
Radecki, Z.	Agency's Laboratories, Seibersdorf
Campbell, M.	Agency's Laboratories, Seibersdorf
Kis-Benedek, G.	Agency's Laboratories, Seibersdorf
Makarewicz, M.	Agency's Laboratories, Seibersdorf

## المساهمون من الكويت

Al-Ajmi, D.	Kuwait Liaison Officer, Senior Adviser, Kuwait Institute for Scientific Research
Yousef, S.S.Y.	Director, Radiation Protection Department, Ministry of Health
Al-Haddad, A.J.	Military Liaison Officer, Chemical Defence Directorate
Mahran, A.	Radiation Protection Department, Ministry of Health
Jakes, J.	Radiation Protection Department, Ministry of Health
Snopek, B.	Radiation Protection Department, Ministry of Health
Al Failakawi, A.	Radiation Protection Department, Ministry of Health
Al Bou Bou, A.H.	Radiation Protection Department, Ministry of Health
Ghuloum, F.	Radiation Protection Department, Ministry of Health