جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي

كلية التربية / قسم الفيزياء

تأثير اليورانيوم المنضب على البيئة

بحث مقدم الى مجلس كلية التربية

للعلوم الصرفة

كجزء من متطلبات نيل شهادة

البكالوريوس للفيزياء

اعداد الطالبة

اسيل مزهر حسين

بإشراف

أ.د. خالد حنين عباس

٢٠٢٣ م

١٤٤٤ هـ

بسم الله الرحمن الرحيم
قَالُوا سُبْحَانَكَ لاَ عِلْمَ لَنَا إِلاَّ مَا
عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ
صدق الله العظيم
سورة البقرة آية (32)

الإهداء
الى
والدتي الغالية
والدي العزيز

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اشرف الخلق والمرسلين الرسول الكريم محمد وعلى اله الطيبين الطاهرين .

أتوجه بالشكر الجزيل الى اساتذتي الافاضل في قسم الفيزياء كلية التربية جامعة بابل الذين بذلوا جهدا في توجيهي وامداد بما احتجت الية من النصيحة. وأخرى ان اقف شاكرا الاستاذي الفاضل (ا. د. خالد حنين عباس) الذي بذل جهده معي واعانني ووجهني في كتابي لهذا البحث فكان نعم المعين والموجه . فجزاه الله عني خيرا واشكر كل من ساعدني واعانني من الأصدقاء على انجاز هذا البحث فلهم في النفس منزله وان لم يسعف المقام لذكرهم . فهم اهل الفضل والخير والشكر .

الخلاصة:

اليورانيوم المنضب هو نوع من اليورانيوم يتميز بنسبة منخفضة من اليورانيوم-٢٣٥، وهو النوع الذي يستخدم في تشغيل المفاعلات النووية وصنع الأسلحة النووية. ويتم الحصول على اليورانيوم المنضب بعد استخدام اليورانيوم الطبيعي في مفاعلات الطاقة النووية، حيث يتم فصل اليو-٢٣٥ من اليورانيوم الطبيعي، ويتبقى اليورانيوم المنضب الذي لم يعد قابلاً للاستخدام في المفاعلات النووية.

ويتم استخدام اليورانيوم المنضب في صناعة الذخائر المضادة للدروع، حيث يتم تشكيله إلى شكل مشابه للرصاص، ويتم إطلاقه بسرعة عالية جداً.

وبشكل عام، فإن الوقاية هي الأفضل لتجنب التعرض لليورانيوم المنضب، ويتم ذلك عن طريق اتباع الإجراءات الوقائية اللازمة عند معالجة اليورانيوم المنضب، وتجنب الاحتكاك المباشر به، وضمان عدم تلوث المناطق المجاورة، وتقييم المخاطر المحتملة عند استخدام الذخائر المضادة للدروع المصنوعة من اليورانيوم المنضب.

قائمة المحتويات

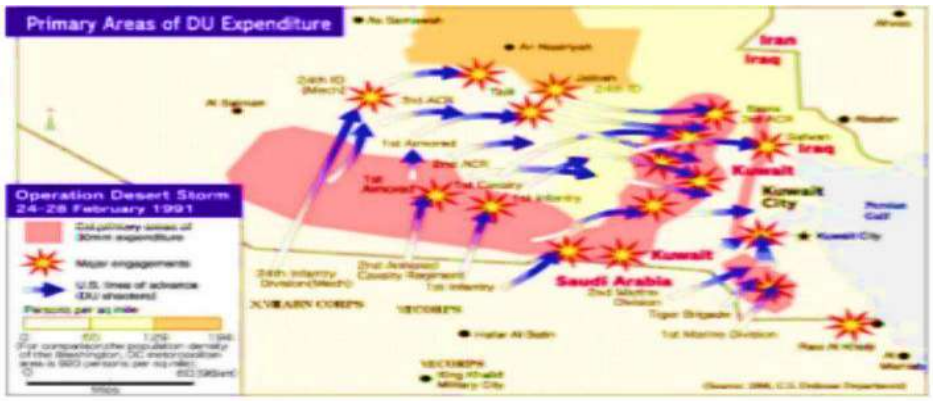
الموضوع	رقم الصفحة
الاية	أ
الاهداء	ب
شكر وتقدير	ج
الخلاصة	د
قائمة المحتويات	هـ
الفصل الاول	١٤-٤
١-١ المقدمة	٤-١
١-٢ الية تأثير اسلحة اليورانيوم المنضب على صحة الانسان والبيئة الاحيائية	٦-٥
١-٣ توضح لنا الدكتورة روزالي برتيل (Rosali Bertell) في بحثها المنشور عام 2006 مايلي:	١٠-٧
١-٤ البحوث المتعلقة باليورانيوم المنضب التي أجريت ونشرت في العراق للفترة من (1991 _ 2003).	١١
الجداول	١٣-١٢
١- ١ نتائج القياسات الاشعاعية الحلقية في حقل الرميلة الشمالي	١٢
١-٢ القياسات الموقعية الحلقة في مطار الشامية / خضيرات العظيمي	١٢
١-٣ القياسات الاشعاعية الموقعية في منطقة ابار خرائج النفطية وما حولها	١٣
الفصل الثاني	٢١-١٥
٢-١ اليورانيوم الطبيعي والمنضب والفرق بينهما	١٥
٢-٢ اليورانيوم	١٦-١٥
٢-٣ اكتشافه	١٧-١٥
٢-٤ اليورانيوم المنضب	١٨-١٧
٢-٥ الخواص الاشعاعية	١٨
٢-٦ الخواص الكيميائية	١٩-١٨
٢-٧ التخزين	١٩
٢-٨ التطبيقات السلمية لليورانيوم المنضب	١٩
٢-٩ التطبيقات العسكرية لليورانيوم المنضب	٢٠
٢-١٠ الفرق بين اليورانيوم والريورانيوم المنضب	٢١-٢٠
الفصل الثالث	٢٦-٢٢
٣-١ تأثير اليورانيوم المنضب	٢٢
٣-٢ التأثير الصحي لليورانيوم المنضب	٢٣
٣-٣ يوجد نوعان من التأثيرات الجسمية من الأشعة	٢٥-٢٣
٣-٤ تأثير اليورانيوم على الهواء والماء	٢٦
المصادر	٢٨-٢٧

الفصل الاول

١-١ المقدمة

استخدمت أسلحة اليورانيوم المنضب المشعة Depleted Uranium (DU) لأول مرة في تاريخ الحروب الحديثة من قبل القوات المسلحة الأمريكية والبريطانية ضد العراق منذ حرب الخليج الأولى عام 1991، وقدرت كميات المقذوفات التي تم استخدامها من 320 إلى 800 طن على القوات العراقية التي كانت تنسحب من الكويت إلى شمال مدينة البصرة ثم إلى الناصرية وبغدادا شكل رقم 1 وشكل رقم 2.

شكل رقم 1: أرتال الجيش العراقي المنسحب من الكويت ومعداتة التي التي تم تدميرها بأسلحة اليورانيوم المنضب ضمن الأراضي الكويتية والعراقية.



شكل رقم 2: المناطق التي تم استخدام اعتدة وقذائف اليورانيوم المنضب في الأراضي الكويتية والعراقية عام 1991.

مئات الأطنان من قذائف اليورانيوم المنصب (DU) خلال العمليات الحربية الاحتلال العراق والسيطرة عليه خلال وبعد عام 2003 في مدن الفلوجة والنجف وكربلاء وصلاح الدين وبعقوبة والقائم كما سيتم التطرق لهذا الموضوع لاحقا.

ونتيجة لذلك تفاقمت تأثيرات التلوث الإشعاعي على السكان في العراق خاصة وأن الولايات المتحدة الأمريكية كانت قد عرقلت قيام المنظمات الدولية ذات العلاقة بالبيئة والسكان عن القيام بأي نوع من برامج الاستكشاف أو البحوث ذات الصلة بتحديد أماكن التلوث في العراق كما أنها استمرت بإنكار وإهمال الآثار الصحية المدمرة لهذه الأسلحة الإشعاعية والسنية ونفت ورفضت الإفصاح عن معلومات تخص الكميات والأنواع ومواقع هذه الأسلحة التي استخدمتها داخل العراق. ونتيجة لذلك، يعاني الآلاف من الأطفال العراقيين وأسرهم من أمراض مختلفة أفاد الكثير من المختصين بأنها ذات علاقة بالتعرض طويل الأمد.

للجرع الإشعاعية واطئة الشدة مثل التشوهات الخلقية والأورام الخبيثة وأمراض القلب والانحراف الكروموسومي الذي ينتج عنه مختلف أنواع الأمراض والتشوهات الخلقية 2 كذلك لوحظ أن النساء في المناطق الملوثة باليورانيوم المنضب يعانين من معدلات عالية من حالات الإجهاض والعقم كما سيتم التطرق لهذا الموضوع لاحقاً في هذه الدراسة.

وبسبب آثار متلازمة حرب الخليج Gulf War (Syndrome على المحاربين القدماء الأميركان اللذين اشتركوا في حرب الخليج، ولأسباب السانية ساعدت مجاميع الناشطين الأجنبية المناهضة لاستخدام وتصنيع أسلحة اليورانيوم المنصب الباحثين في العراق والمجتمع الدولي على بدء سلسلة من برامج الفحوصات الموقعية والمختبرية في المناطق الملوثة لتقدير الجرعة الإشعاعية التي تعرض لها السكان وكذلك القوات العراقية في جنوب العراق خلال فترة الاشتباكات العسكرية في عام 1991 وتقييم مستوى التلوث في البيئة المحيطة.

إن قوات الاحتلال الأمريكية والبريطانية تتحمل المسؤولية الكاملة عن منع إصدار الإحصاءات المتعلقة بالإصابات بين المدنيين بعد الاحتلال وكذلك عدم التصريح عن أماكن استخدامهما لهذه الأسلحة ليتم تنظيفها وماحولها لتفادي تعرض السكان المزيد من الجرع الإشعاعية وكذلك رفضها إزالة وتنظيف المناطق التي تلوثت بهذه الأعتدة الحربية المشعة كما تم ذلك في الأراضي الكويتية من قبل الفيلق الهندسي للقوات المسلحة الأمريكية. كذلك تم منع الوكالات الدولية ذات العلاقة بالبيئة وصحة الإنسان من تنفيذ برامج التحريات ذات الصلة التقدير مستويات الخطورة وتجنب وقوع المزيد من الأضرار والإصابات بين السكان المدنيين.

إن اتخاذ مثل هذه الإجراءات هو أفضل دليل على أن هذه القوات أرادت بذلك طمس واستبعاد أية أدلة علمية موقعية كانت ستثبت الآثار الصحية السلبية الناتجة عن التعرض للتلوث بأسلحة اليورانيوم على السكان المدنيين والبيئة المحيطة .

ويعتبر استهداف المدنيين المباشر وغير المباشر في الحروب جرائم حرب وجرائم ضد الإنسانية فهذه الأسلحة لا تقتصر تأثيراتها وخطورتها على مناطق العمليات العسكرية بل وتسبب أضراراً ومعاناة للسكان المدنيين في جميع المناطق الملوثة ويجب تحريمها دولياً مثلما تم تحريم القنابل العنقودية والألغام الأرضية ولذلك تحاول القوات المسلحة الأمريكية منع إجراء أية بحوث يتم من خلالها اثبات وجود علاقة بين تعرض السكان للتلوث الاشعاعي وظهور زيادة في الامراض ذات العلاقة بالتعرض الاشعاعي في تلك المنطقة .

١-٢ الية تأثير أسلحة اليورانيوم المنضب على صحة الانسان والبيئة الاحيائية :

أشارت الدكتورة روزالي بارتيل" (Rasalie Bertell 2006) الاختصاصية في التلوث الإشعاعي، أن التلوث بهذه الأسلحة يتلخص بنقطتين مهمتين فحال ارتطام هذه القذائف بالهدف تنفجر وتنتشظى لآلاف من الشظايا المشعة، وتنتشر لمسافات تزيد على 100 متر حول كل هدف ثم تدميره بهذه القذائف، وتبقى هذه الشظايا مصدراً دائما للتلوث الإشعاعي في تلك المنطقة. أما آلية التلوث الثانية والتي تعتبر أخطر من الأولى فتنشأ بعد الإنفجار الأولي، حيث يتولد حريق هائل بدرجات حرارة تصل إلى(3000 - 6000) درجة مئوية، ويتحول حوالي 70% من حشوة القذيفة التي هي من اليورانيوم المنضب أيضا إلى أكاسيد اليورانيوم المتطايرة بفعل شدة الحرارة، لأن حجم دقائق هذه الأكاسيد أقل من 5 مايكرون لذلك تندفع كغازات إلى أعالي الجو لتنقلها الرياح لمسافات قد تزيد عن 26 ميلا بعيداً عن مصدر الهدف المدمر مع العلم أن دقائق أكاسيد اليورانيوم المتناهية في الدقة قد تبقى عالقة بالجو لمدة غير قليلة ولا تترسب إلا بسقوط الأمطار أو بالتصافها بدقائق الغبار الأكبر حجماً، مما يعرض السكان إلى مخاطر استنشاق هذه الأكاسيد المشعة أثناء وجودها في الجو. وفي حال ترسبها على سطح التربة والنباتات أو المباني فإنها تصبح مصدراً إشعاعياً إضافيا يزيد من جرعات التعرض الإشعاعي الذي

يتعرض له السكان من الخلفية الطبيعية للمنطقة، ويزيد من مخاطر إصابتهم بالأمراض ذات العلاقة بالتلوث الإشعاعي.

و باستنشاق أكاسيد اليورانيوم مع الهواء ودخولها للحويصلات الرئوية للإنسان أو بقية الأحياء في المنطقة فإنها ستخترق أغشية هذه الحويصلات إلى مجرى الدم كون حجمها أصغر من 5 مايكرون، ومن مجرى الدم تنتقل الأعضاء الجسم الداخلية الأخرى مثل العظام والكبد والكلية الجهاز الهضمي وغيرها من الأعضاء (Rosali Bertell 2006) .

إن التأثيرات الإشعاعية والسنية لليورانيوم المنصب داخل الجسم قد تظهر بعد ستة أشهر من استنشاق أو تناول أكاسيد اليورانيوم من خلال السلسلة الغذائية اعتمادا على قيمة الجرعة الإشعاعية إن مليغراماً واحداً من (U-238)

يطلق 1,007,000 من جسيمات ألفا في اليوم الواحد ، وكل جسيمة ألفا تطلق 4 مليون الكترون فولت (Mev) وفي حال استنشاق أو ابتلاع اكاسيد اليورانيوم فإن هذه الكمية من الطاقة ستؤثر على مالايقل عن ست من الخلايا المجاورة للعضو الذي استقرت فيه أكاسيد اليورانيوم، علماً ان (10-6) الكترون فولت (ev) من الطاقة تكفي لنفسخ نواة جدائل ال (دي ان أي) DNA في خلايا الانسان .

١-٣ السمية الاشعاعية

بعد استنشاق اليورانيوم المنضب تقوم الجسيمات الدقيقة (نانو) باختراق غشاء الحويصلات الرئوية وصولاً الى مجرى الدم , مما يفسح لها المجال بالدخول الى الخلايا وتكوين شوارد حرة (free radicals) . وكمعدن ثقيل

(Heavy metal) تؤثر قابليته السمية على بروتينات الخلايا التي من واجباتها مقاومة الشوارد الحرة , وبذلك تتولد شوارد حرة إضافية , تسبب اجهاد اكسدة كلي في جسم الانسان وهذا الاجهاد يؤدي الى فشل في أنزيمات حماية الجسم وضعف الجهاز المناعي تاركا الخلايا عرضة للفايروسات والمسببات المرضية الأخرى . مع اضرار في أجهزة الاتصالات الخلوية او المايتوكندريا (Mitochondria) .

وكمعدن ثقيل تقوم أيونات اليورانيوم المنطب بالتبادل الأيوني في جسم الإنسان مع المغنيسيوم في خلايا الأعضاء والتي تعمل كمضاد للأكسدة، مما يؤدي إلى تدمير قابلية الجسم على الإصلاح وتعويض الخلايا التالفة، ونتيجة لذلك يصاب الجسم بالأمراض المزمنة والأورام السرطانية. كذلك تقوم الشوارد الحرة المنتشرة في الخلايا باعتراض عملية تصنيع وطي بروتينات الجزيئات الخاصة بتكوين ال DNA ، وهذه العملية تؤدي إلى الإصابة بأمراض خطيرة مثل التليف الكيسي (Cystic Fibrosis) وكذلك مرض السكري الكاذب (Diabetes insipidus) وأنواع أخرى متعددة من الأمراض

السرطانية.

لقد ظهرت العديد من أعراض الأمراض العصبية بالمحاربين القدماء الذين خدموا أثناء حرب الخليج الأولى عام 1991، وبدت عليهم أعراض الخلل في جهاز المناعة والهرمونات وفي وظائف الغدة الدرقية، واستعداد الخلايا للانقسام غير المسيطر عليه الذي ينتهي بالأمراض السرطانية، واستشراء ما يسمى بالسمية الماسخة (Teratogenic toxicity) التي تؤدي إلى تشوهات الأجنة الخلقية والتخلف العقلي والإجهاضات (Hindin et al 2005). ولوحظ أن نسبة التشوهات الخلقية بين أطفال القوات المسلحة الأمريكية الذين شاركوا في حرب الخليج.

عام 1991 تضاعفت مرتين إلى ثلاث مرات مقارنة بأقرانهم الذين لم يشاركوا في العمليات الحربية الحرب الخليج. أما الباحثة ميلر 2005 (Miller Metal)فقد خلصت بحوثها. إلى أن الأدلة من الدراسات الوبائية تدل على أن التعرض الداخلي لليورانيوم المنضب أدى إلى تطور الإصابة بسرطان المثانة في 975 الحيوانات المختبرية التي تم تعريضها لليورانيوم المنصب لمدة 90 يوما ...

وهكذا تشير هذه النتائج إلى أن التعرض الداخلي الطويل المدى من الممكن أن يكون حاسما في تطور أمراض الأورام السرطانية في جسم الإنسان.

بعبارة أخرى فإن المناطق التي تلوثت باليورانيوم المنضب في العراق منذ عام 1991 ولم يتم تنظيفها أدت إلى تعرض السكان المستمر في تلك المناطق إلى جرع إشعاعية إضافية سببت ارتفاعا ملحوظاً بعد عدة سنوات في نسبة الأمراض السرطانية وتشوهات الأجنة الخلقية والعقم والإجهاضات ولا سيما في مناطق البصرة والزبير والناصرية وغيرها من المناطق الجنوبية .

إن استمرار وجود اليورانيوم المنصب في المناطق السكانية يعتبر مصدر تلوث إشعاعي مستمر (Continuous contamination source) حيث أنه يؤدي إلى تعرض السكان مع مرور الوقت لمزيد من الجرع الإشعاعية والسفية من خلال المسالك البيئية المختلفة مثل الهواء فكلما هيت عواصف ترابية في المنطقة يستنشق السكان ويتعرضون لمزيد من الجرع الإشعاعية وكذلك من خلال السلسلة الغذائية والماء مما يعني زيادة وتراكم للجرع الإشعاعية في جسم الإنسان وهذا بحد ذاته يمكن اعتباره بمثابة هجمات بيته من منهجية مستمرة على المدنيين في النزاعات المسلحة (المادة 4 من اللوائح الرسمية والمادة 7 من المحكمة الجنائية الدولية) .

سيتم في هذه الدراسة استعراض الجهود العلمية الحقيقية للعلماء والباحثين العراقيين الذين حاولوا بشكل جدي إثبات وجود التلوث باليورانيوم المنضب وتحديد المناطق الملولة في جنوب العراق مع تقدير الجرع الإشعاعية ومعاملات الخطورة المتوقعة لهذه المستويات من التعرض وعواقبها الصحية في الفترة (1991-2003) والتي فرضت خلالها على العراق عقوبات اقتصادية وثقافية وتكنولوجية وصحية الغرض منها عزل

العالم عن ما يجري من اجحاف وتجويع وإبادة الأكبر عدد ممكن من السكان المدنيين في العراق بحجة اضعاف الامكانات العسكرية للدولة في العراق علما ان معظم هذه الأبحاث لم تجد طريقها إلى المجلات العلمية العالمية والدوريات بسبب العقوبات الشاملة التي فرضت على العراق، واقتصر نشرها على المجلات العلمية المحكمة للجامعات العراقية والتي كانت تطبع بأعداد قليلة ومحدودة بسبب الوضع الاقتصادي في تلك الفترة.

ولابد من الأشارة هنا بأننا ملزمون بأن تعلم العالم أن بعض هذه البحوث كلفت بعض الباحثين العراقيين حياتهم، على سبيل المثال د. عالم عبد الحميد يعقوب الذي قتل مع ابنه عندما أجبرت شاحنة كبيرة سيارته على الخروج من الطريق السريع في طريقه إلى مسقط رأسه في البصرة بعد تعرضه لهجوم مرتين في قبل الميليشيات الموالية للاحتلال وتهديده بالقتل قبل أسبوعين من وفاته، وكلف الباحثين الآخرين حريتهم، مثل الدكتورة هدى عماش التي اتهمت بأنها (سيدة الأنثراكس) كذباً وظلماً وسجنت من قبل قوات الاحتلال الأمريكي دون توجيه أي اتهام حقيقي لمدة ثلاث سنوات لا لشئ إلا لأنها أنجزت بحثاً مهماً يربط بالفحوصات المختبرية والسريرية الأمراض التي ظهرت على القوات العراقية المنسحبة من الكويت والتي قصفت بأسلحة اليورانيوم المنضب بالتعرض الإشعاعي لهذه الأسلحة.

١-٤ البحوث المتعلقة باليورانيوم المنضب التي أجريت ونشرت في العراق للفترة من (2003 _ 1991).

ويمكننا تصنيف البحوث والدراسات التي اجراها باحثون عراقيون للفترة أعلاه كما يلي :

بحوث الكشف عن وجود ونمذجة التلوث الذي سببه استخدام قذائف اليورانيوم جنوب العراق من خلال القياسات الموقعية والفحوصات المختبرية .

في عام 1993 قام أول فريق بحثي عراقي من لجنة الطاقة الذرية العراقية وكلية العلوم في جامعة بغداد بالتحقق من وجود زيادة في النشاط الإشعاعي المرتبط باليورانيوم المنصب في مناطق مختارة غرب البصرة وبالتحديد في مناطق الدبابات والمركبات المدمرة بذخائر اليورانيوم المنضب ضمن الأراضي العراقية ومنها في حقول نقط الرميلة الشمالية، الشامية، خرائج، وجبل سلام، أثبتت القياسات التي قام بها فريق الباحثين وجود تلوث إشعاعي ناتج عن استخدام القوات الأمريكية والبريطانية قذائف اليورانيوم المنشب في المناطق المدروسة وتبين الجداول 2 و 3 و 4 نتائج هذه القياسات .

جدول (١-١): نتائج القياسات الاشعاعية الحلقية في حقل الرميلة الشمالي .

نوع النموذج	الخلفية الاشعاعية الطبيعية للمنطقة (UR/hr)	النشاط الاشعاعي للنموذج (Ur/HR)
ناقلة جنود مدرعة مدمرة 1 BMB	8.1	24.6
ناقلة جنود مدرعة مدمرة MTLB	8.2	9.7
دبابة مدمرة T_ 72	8.7	15.1
عربة انقاذ مدمرة	7.2	13.2

جدول (١-٢): القياسات الموقعية في مطار الشامية / خضيرات العظيمي .

نوع النموذج	الخلفية الاشاعية الطبيعية (UR/hr)	النشاط الاشعاعي للنموذج (UR/hr)
دبابة نوع مدمرة T_72	7.0	60.8
ناقلة جنود مدرعة مدمرة	7.2	60.3
بعيداً عن احدى الدبابات المدمرة T_72	7.1	7.3
مسافة بعيدة عن ناقلة جنود مدرعة مدمرة	7.3	7.2

جدول (١-٣): القياسات الاشعاعية الموقعية في منطقة ابار خرائج النفطية وما حولها .

نوع النموذج	الخلفية الاشعاعية الطبيعية (UR/hr)	النشاط الاشعاعي للنموذج (UR/hr)
قذيفة غير متفجرة قرب محطة ضخ حقل خرائج لنفطي على الحدود العراقية السعودية	7.4	83
دبابة T_55 مدمرة قرب تقاطع شارعي 13 او 14	7.6	21
دبابة T_72 (16107 .NO)	7.2	23
دبابة T_55 يسار تقاطع رقم 9	7.4	67
دبابة T_72 قرب موقع المراقبة الدولي في تقاطع 12و 13	7.6	69
دبابة T_72 جنوب غرب جبل سنام	7.0	65

ولابد من الإشارة هنا إلى أن نتائج هذا البحث لم يتم نشرها وإنما رفعت نتائجها بمذكرة من قبل وزارة الخارجية العراقية إلى الجمعية العامة للأمم المتحدة تبلغهم فيها بوجود تلوث إشعاعي بسبب استخدام أميركا وبريطانيا قذائف اليورانيوم المنضب ضد السكان والبيئة في العراق .

الفصل الثاني

٢-١ اليورانيوم الطبيعي والمنضب والفرق بينها

٢-٢ اليورانيوم : هو عنصر كيميائي يرمز له بحرف U وعدده الذري رقم 92. وهو فلز لونه أبيض يميل إلى الفضي يقع ضمن سلسلة الأكتينيدات في الجدول الدوري. تبدو القطعة الصافية منه قريبة من معدن الفضة أو الفولاذ ولكنها ثقيلة جداً نسبة إلى حجمها. تحوي ذرة اليورانيوم 92 بروتون و92 إلكترون، منها 6 إلكترونات تقع في أغلفة التكافؤ. يعتبر اليورانيوم عنصرًا متحللاً ذو نشاط إشعاعي واهن؛ وذلك لأن كل نظائره غير مستقرة في الطبيعة (Hoffman and Lawrence , 1971).

ويعد اليورانيوم من اهم العناصر المشعة في الطبيعة فهو يتكون من ثلاث نظائر (متساوية في العدد الذري ومختلفة بالعدد الكتلي(L. Colmenero Sujo2004) وهي:

1- U^{238} نسبته في الطبيعة 99.275% .

2- U^{235} نسبته في الطبيعة 0.720% .

3- U^{234} نسبته في الطبيعة 0.005% .

اما صفات اليورانيوم الفيزيائية فهي:

1- كثافته تساوي 19.04 (غم/سم3)

2- درجة غليانه (Boiling Point) تبلغ (3818ْ)

3- درجة انصهاره تبلغ (1133ْ)

ويوجد اليورانيوم في الطبيعة بشكل اكاسيد ثنائية(UO_2) او ثلاثية (UO_3) او بشكل مركبات سيلكية وفي جميع انواع الصخور والترب بتراكيز مختلفة بحيث يصل تركيزه في الصخور الفوسفاتية الى (120ppm) اما في الصخور الحامضية والتربة فيتراوح تركيزه بين(0.3-11.7 ppm) (M. Eisenbud,1997)

٢-٣ اكتشافه :

اكتشف أنطوان هنري بيكريل ظاهرة اضمحلال النشاط الإشعاعي من خلال تعريض لوح فوتوغرافي لليورانيوم في عام 1896 م ، ويرجع الفضل في اكتشاف هذا العنصر إلى الكيميائي الألماني مارتن هاينريش كلابروث بينما كان يعمل في مختبره التجريبي في برلين في عام 1789. كان كلابروث قادرًا على تخليق مركب أصفر من المحتمل أن يكون ثنائي يورانات الصوديوم عن طريق إذابة اليورانينيت في حمض النيتريك وتحييد المحلول مع هيدروكسيد الصوديوم، و افترض كلابروث أن المادة الصفراء كانت عبارة عن أكسيد لعنصر لم يتم اكتشافه بعد، وقام بتسخينه بفحم للحصول على

مسحوق أسود، والذي كان يعتقد أنه المعدن المكتشف حديثًا بحد ذاته، و كان المسحوق في الواقع عبارة عن أكسيد لليورانيوم، سُمى العنصر المكتشف حديثًا على اسم كوكب أورانوس الذي سُمي على اسم إله السماء اليوناني أورانوس، والذي تم اكتشافه قبل ثماني سنوات على يد ويليام هيرشل، وفي عام 1841، قام أوجين ملكيور بيليجوت أستاذ الكيمياء التحليلية في المعهد الوطني للفنون والآداب في باريس، بعزل أول عينة من معدن اليورانيوم عن طريق تسخين رابع كلوريد اليورانيوم مع البوتاسيوم.((Klaproth, M. H,1789

تقدر نسبة اليورانيوم في القشرة الأرضية بنحو 2× 10-3% وهي تفوق وفرة كل من الفضة والزئبق والكدميوم والبزموت. ولا يصادف حراً في الطبيعة. أهم فلزاته الأورانيت أو البتشبلند(pitchblende U3O8 أو($x2UO_3.UO_2$) ، واليورانينيت Uraninite وهو مزيج معقد من أكسيدي اليورانيوم UO_3 وUO_2 ، والكارنوتيت، وهو يحوي المركّب يورانو فانادات البوتاسيوم $X_2UO_3.V_2O_5.K_2O$ أوKUO_2VO_4 ، والأوتونيت autunite والتوربِرنيت torbernite. كما يوجد اليورانيوم في الفوسفات الطبيعية (الفسفوريت) بنسبة ضئيلة لا تتجاوز 0.01% وزناً. واليورانيوم الطبيعي مزيج من عدة نظائر مشعة هي اليورانيوم - 238 (99.285%) والنظير القابل للانشطار fissionاليورانيوم -235 (0.71%) وآثار من اليورانيوم -234 (0.005%)؛ عمر نصف الأول 4.51× 910 سنة، وعمر نصف الثاني7.13 × 810 سنة، والثالث 2.48 × 510 سنة. ويحصل على نظائر أخرى لليورانيوم تصطنع اصطناعاً، وهي اليورانيوم -233، واليورانيوم -237، واليورانيوم -239.

له ثلاثة أشكال بلورية أحدها ـ ويسمى اليورانيوم (وهو موجود عند الدرجة 770 ْس) ـ قابل للطرق والسحب. كتلته الذرية النسبية 238.03، درجة انصهاره 1132.3 ْس، ودرجة غليانه 3818 ْ س، كتلته الحجمية 19.05غ/سم3 ، وتتراوح فترة عمر النصف لنظائر اليورانيوم الطبيعية الستة بين 69 سنة و4.5 مليار سنة، بدءًا من يورانيوم-233 وحتى يورانيوم-238.(Hammond, C. R,2000)

أكثر نظائر اليورانيوم شيوعًا هو يورانيوم-238 (الذي يحوي 146 نيوترون ويمثل ما يقرب من 99.3٪ من اليورانيوم المتواجد في الطبيعة) ويورانيوم-235 (الذي يحوي 143 نيوترونًا، وهو يمثل 0.7٪ وهي النسبة المتبقية من العنصر الطبيعي). يحتل اليورانيوم المركز الثاني بعد البلوتونيوم في العناصر ذات الكتلة الذرية الأعلى

(أو الأثقل وزنًا) والتي تواجدت في الطبيعة بصورة ابتدائية. وتبلغ كثافة اليورانيوم نحو 19.1 جرام/سنتيمتر مكعب في درجة حرارة الغرفة، أي أن 1 متر مكعب من اليورانيوم يزن نحو 19.1 طنا، وهو بذلك أعلى كثافة من الرصاص بحوالي 70٪، ولكنه أقل بقليل من الذهب أو التنغستن. يتواجد اليورانيوم طبيعيًا تكون بتركيزات منخفضة في التراب والصخور والماء تصل لبضعة أجزاء لكل مليون، ويتم استخلاصه تجاريًا من المعادن الحاوية له مثل اليورانينيت ، اليورانيوم في الطبيعة يتواجد في صورة يورانيوم-238 (99.2739 % –99.2752)، ويورانيوم-235 (0.7198 % –0.7202)، وكمية صغيرة جدًا من اليورانيوم-234 (0.0050 % –0.0059). يضمحل اليورانيوم ببطء عن طريق إصدار جسيمات ألفا، ويبلغ عمر النصف لليورانيوم-238 حوالي 4.47 مليار سنة، ويبلغ لليورانيوم-235 حوالي 704 مليون سنة، مما يجعله مفيدًا في تأريخ عمر الأرض.(J. L،Mewherter,1971)

٢-٤ اليورانيوم المنضب :

اليورانيوم المنضب هو عبارة عن معدن ثقيل سام، وهو المنتج الثانوي الرئيسي لعملية تخصيب اليورانيوم. وهو المادة المتبقية على إثر إزالة معظم نظائر اليورانيوم الشديدة الإشعاع لأغراض استخدامها كوقود نووي أو في الأسلحة النووية. ويملك اليورانيوم المستنفد نفس خصائص السمية الكيميائية التي يتميز بها ا اليورانيوم، بيد أنه يتسم بدرجة أقل من السمية الإشعاعية.(خضر عبد العباس ، 1988م)

واليورانيوم المنضب له خواص اليورانيوم الطبيعي نفسها إلا أنه يحتوي على 60٪ من إشعاع اليورانيوم الطبيعي، ويتكون من ثلاثة نظائر من اليورانيوم هي يورانيوم 234، يورانيوم 235 ويورانيوم 238، إلا أن نسب يورانيوم 234، ويورانيوم 235 في اليورانيوم المنضب هي أقل من مثيلاتها في اليورانيوم الطبيعي، وذلك بسبب أن عمليات تخصيب اليورانيوم تزيل جزئيا بعضا من هذه النظائر من اليورانيوم الطبيعي، وتعرف لجنة التنظيم النووي الأمريكية اليورانيوم المنضب بأنه ذلك اليورانيوم الذي تقل فيه نسبة اليورانيوم 235 عن 0.711% .(حمد قدري سعيد ، 2001)

وبما أن اليورانيوم المنضب هو ناتج ثانوي من عمليات تخصيب اليورانيوم، لذلك فهو متوفر بأسعار قليلة جداً، ومنافسة للمواد الأخرى ذات الكثافة العالية مثل التنجستين، ومن أجل ذلك نجد له تطبيقات تجارية وعسكرية كثيرة، ومن بين الاسباب التي اغرت العلماء باستخدام اليورانيوم في تصنيع الذخيرة ، انه لا يعتبر عنصراً نادراً حيث تصل نسبته في القشرة الارضية الى0004 % أي ان كل عشرة آلاف طن من القشرة

الارضية ، يحتوي على اربعة اطنان من اليورانيوم ، وهي نسبة عالية مقارنة بالكثير من العناصر الاخرى . فهو على سبيل المثال ، في الطبيعة أكثر وجوداً من الفضة .((J.S. Przemienieck,1991

٢-٥ الخواص الإشعاعية :

من الناحية الإشعاعية، يصدر اليورانيوم المنضب نفس أنواع الإشعاعات الصادرة من اليورانيوم الطبيعي، إلا أنها بكميات أقل، كما أن الإشعاعات الصادرة من اليورانيوم المنضب تمثل 40% من الإشعاعات الصادرة من اليورانيوم الطبيعي، ويبعث اليورانيوم 238 والذي يمثل 99.8% من اليورانيوم المنضب أشعة ألفا، وعمره النصفي هو 4.5 * 10^9 (5,400,000,000) سنة. إن مجموع النشاط الإشعاعي في اليورانيوم المنضب يقل عن مجموعة النشاط الإشعاعي لخليط نظائر اليورانيوم في اليورانيوم الطبيعي بنسبة 22% كذلك فإن النشاط الإشعاعي لألفا فقط في اليورانيوم المنضب يقل عن النشاط الإشعاعي لألفا فقط من نظائر اليورانيوم الطبيعي بنسبة 43% وذلك لأن اليورانيوم 234 في اليورانيوم المنضب أقل منه في اليورانيوم الطبيعي، أما بخصوص نظير اليورانيوم 235 في اليورانيوم المنضب فهناك انخفاض بمقدار 1.6% في كل من النشاط الإشعاعي الكلي والنشاط الإشعاعي لألفا فقط عن مثيله في اليورانيوم الطبيعي(صالح الدين كمال ، 1984). والجدول التالي يبين ما تقدم :

نسب وجود النظائر في اليورانيوم الطبيعي واليورانيوم المنضب (%)			
نوع اليورانيوم	يورانيوم 234	يورانيوم 235	يورانيوم 238
اليورانيوم الطبيعي	0.0055	0.720	99.274
اليورانيوم المنضب	0.0008	0.202	99.797

٢-٦ الخواص الكيميائية :

نظراً لأن اليورانيوم المنضب واليورانيوم الطبيعي يحتويان على نظائر اليورانيوم الثلاثة نفسها، ولكن بنسب متفاوتة، لذلك فهناك تشابه في الصفات الكيميائية بين اليورانيوم المنضب واليورانيوم الطبيعي ، وهناك أحجام مختلفة لأجزاء اليورانيوم المنضب وأكاسيد اليورانيوم، فمن أحجام كبيرة نوعا ما إلى أجزاء يمكن رؤيتها، إلى أجزاء دقيقة جداً، وإلى أجزاء يمكن استقرارها فقي الرئتين عن طريق التنفس. وسواء

كانت هذه الأجزاء من الكبر بحيث يمكن رؤيتها، أو من الصغر بحيث لا يمكن ملاحظتها فإن أجزاء اليورانيوم المنضب وأكاسيده تبقى في جسم الإنسان بدرجات متفاوتة من الذوبان في سوائل الجسم المختلفة. ومن المعلوم ان الدخان المتصاعد من اليورانيوم المنضب يغطي مساحات كبيرة تصل لعشرات الأميال من مصدره، وبذلك يشكل خطورة على جميع الموجودين في ميدان المعركة أو في ساحة الحرب، حيث تنتقل جزيئات اليورانيوم المنضب الناتجة إلى مسافات بيعدة بواسطة الهواء. وكلما ابتعد الأشخاص عن مصدر اليورانيوم كلما كان تركيزه أقل، وتبع لذلك يقل تأثيره الإشعاعي عند التنفس. ويمثل الماء في جسم الإنسان المذيب الأساس الذي يذوب فيه اليورانيوم المنضب عند دخوله جسم الإنسان عن طريق الاستنشاق. (اسماعيل خليل الهيتي و2011م)

٢-٧ التخزين :

يتم تخزين اليورانيوم النضب على هيئة سداسي فلوريد اليورانيوم في خزانات مخصصة. ويكمن خطر تخزين سداسي فلوريد اليورانيوم في قدرته على التفاعل مع بخار الماء في الجو وينتج مركبين سامين وهما غاز فلوريد الهيدروجين وثاني أكسيد اليورانيوم الفلوريد (Uranyl fluoride)

٢-٨ التطبيقات السلمية لليورانيوم المنضب :

يدخل اليورانيوم المنضب في العديد من المنتجات الاستهلاكية. فيقدر أن 1,250,000,000 رطل من اليورانيوم المنضب يدخل في تصنيع مواد البناء، السيارات، الأثاث، آواني الطبخ، الرصاص والأعيرة النارية المستخدمة في المسدسات والبنادق الأوتوماتيكية، والخزانات، إلا أن يتم حالياً تجنب استخدام اليورانيوم المنضب ومنتجاته الثانوية في صنع المواد الاستهلاكية لتجنب أي أضرار على الصحة العامة، كما يدخل في صناعة قوالب صناعة المراكب ووازنات الطائرات بسبب كثافته العالية وقدرته على تحمل الضغط، وهناك أيضاً العديد من التطبيقات لليورانيوم المنضب مثل أثقال الموازنة ، وأجهزة التحكم في توازن الطائرات سواء أكانت مدنية أم حربية ، وفي التوازن وتخفيض الاهتزازات في الطائرات المدنية والحربية وتوازن المكائن ، وأثقال التوازن في الأجهزة الكهروميكانيكية ، وكاشفات النيوترونات ، وفي الكشف الإشعاعي والحجب الواقية للطب والصناعة ، وحاويات الشحن الواقية للنظائر المشعة، أدوية علاج الطب النووي وكذلك قضبان الوقود النووي المستنفذ والأصباغ ، وأنابيب الأشعة السينية (أشعة إكس).

٢-٩ التطبيقات العسكرية لليورانيوم المنضب :

- في دروع الدبابات الثقيلة والطائرات حيث يستعمل اليورانيوم المنضب في تقوية وتعزيز دروع الوقاية ، والتي تشمل تغطية الفولاذ باليورانيوم المنضب والتي تمثل كثافة 2.5 ضعف كثافة الفولاذ العادي و يستخدم هذا النوع من الدروع في دبابات أم1 أبرامز ومدرعات م2 برادلي كما في طائرات إيه - 10 ثاندر بولت الثانية وهارير جامب جيت، ولقد تم دمغ هذه الدبابات بختم يشير إلى أن مستوى الإشعاع الصادر من اليورانيوم المنضب القليل، وفي الحدود المقبولة والمسموح بها لدى وكالة التنظيم النووي الأمريكية وفي الذخائر حيث يستعمل اليورانيوم المنضب في الوقت الحالي لتصنيع الذخائر التي لها القدرة على اختراق التحصينات الدفاعية.(اسماعيل خليل الهيتي ، 2011)

٢-١٠ الفرق بين اليورانيوم والريورانيوم المنضب

التكوين : اليورانيوم : هو عنصر كيميائي يرمز له بحرف U وعدده الذري رقم 92. وهو فلز لونه أبيض يميل إلى الفضي يقع ضمن سلسلة الأكتينيدات في الجدول الدوري بينما اليورانيوم المنضب : هو عبارة عن معدن ثقيل سام، وهو المنتج الثانوي الرئيسي لعملية تخصيب اليورانيوم.

النظائر : تكون نسب النظائر (U238 , U235 , U234) في اليورانيوم اعلى من وجودها في اليورانيوم المنضب .

الاشعاع : اليورانيوم المنضب له خواص اليورانيوم الطبيعي نفسها إلا أنه يحتوي على 60٪ من إشعاع اليورانيوم الطبيعي .

الخواص الكيميائية : نظراً لأن اليورانيوم المنضب واليورانيوم الطبيعي يحتويان على نظائر اليورانيوم الثلاثة نفسها، ولكن بنسب متفاوتة، لذلك فهناك تشابه في الصفات الكيميائية .

الاستخدام : تعددت استخدامات اليورانيوم الطبيعي والمنضب ونذكر من أهمها **استخدام اليورانيوم** في محطات توليد الطاقة النووية لتوليد الحرارة وتسخين المياه لإنتاج البخار، ويتميز اليورانيوم بكبر ذراته الأمر الذي يمكنه من الانقسام بصورة أكبر مقارنة بالعناصر الأخرى، وفي الطب تستخدم فيه مواد النّظائر المُشعّة لتشخيص المرض ومعالجته ، ويستخدم اليورانيوم المُخصّب كوقود في الطاقة الذريّة والغوّاصات وكاسحات الجليد النووية .(بهاء ملاعب ، 2015)

بينما **يستخدم اليورانيوم المنضب** استخدام سلمي مثل دخوله في العديد من المنتجات الاستهلاكية من تصنيع مواد البناء، والرصاص والأعيرة النارية المستخدمة في المسدسات والبنادق الأوتوماتيكية، والخزانات ، وكاشفات النيوترونات ، وفي الكشف الإشعاعي والحجب الواقية للطب والصناعة ، وفي صناعة المراكب ووازنات الطائرات . ومن الاستخدام العسكري في دروع الدبابات الثقيلة والطائرات ، وفي الذخائر حيث يستعمل اليورانيوم المنضب في الوقت الحالي لتصنيع الذخائر التي لها القدرة على اختراق التحصينات الدفاعية .(بهاء ملاعب ، 2015)

الفصل الثالث

٣-١ تأثير اليورانيوم المنضب

اليورانيوم مادة مشعة شديدة التفاعل ونتيجة لذلك، لا يمكن العثور عليها في البيئة في شكلها العنصري، حيث إن مركبات اليورانيوم التي تكونت خلال تفاعلات اليورانيوم، مع عناصر ومواد أخرى تذوب في الماء على امتدادها الخاص ، كما تحدد قابلية ذوبان مركب اليورانيوم في الماء من ضمن حركته في البيئة، واليورانيوم نفسه ليس خطيراً بشكل خاص، إلا إن بعض منتجاته المسببة للضرر تشكل تهديداً، مثل غاز الرادون الذي يمكن أن يتراكم في الأماكن الضيقة، مما يتشكل في حدوث مشاكل صحية خطيرة ، يوجد اليورانيوم في الهواء كغبار يقع على المياه السطحية، وأيضا في النباتات أو في التربة من خلال تجمع اليورانيوم بها أو هطول الأمطار علي هذه التربة، وبالرغم من عدم سرعة تفاعل اليورانيوم مع التربة أو الأرض، إلا إنه مع مرور الوقت تبدأ في التفاعل، و إن المياه التي تحتوي على كميات منخفضة من اليورانيوم عادة ما تكون آمنة للشرب ، كما إن من غير المحتمل أن يتراكم اليورانيوم في الأسماك أو الخضراوات ، وكذلك اليورانيوم الذي يتم امتصاصه سيتم القضاء عليه بسرعة من خلال البول والبراز ، كما تعمل النباتات على تخزين اليورانيوم من خلال جذوره، لذلك قد تحتوي الخضروات الجذرية مثل الفجل على تركيزات أعلى من المعتاد من اليورانيوم، نتيجة للزراعة في التربة ،ومن الأفضل عندما يتم غسل الخضار الذي يتم زرعه في داخل التربة أن ينظف بشكل جيد.(Corrigall R ,2001).

و أوضحت الدراسات أن المخاطرة البيئية الرئيسة من ذخائر اليورانيوم المنضب المستهلكة، إنما هي بسبب مخاطر السموم الكيميائية أكثر منها من المخاطر الإشعاعية، وفي واحدة من أوائل الدراسات العلمية ، تم إجراء خمس تجارب بإطلاق مخترقات اليورانيوم من عيار 30 ملم على أسطح دروع الوقاية، كما تم تحليل جزئيات الدخان المتصاعدة والمتنفسة لمراحل مختلفة، وأظهرت النتائج أن مخترقات اليورانيوم المنضب تفقد جزءا ملحوظاً من كتلتها أثناء الاحتراق، بحيث يمكن قياس 30 % من اليورانيوم المنضب، بينما يتحول الجزء الباقي (حوالي 70 %) إلى دخان ورماد، بمعني آخر: أن انتشار دخان اليورانيوم المنضب يشكل خطورة كيميائية على الإنسان عن طريق التنفس. (العزاوي، سعاد ناجي ، 1997)

٣-٢ التأثير الصحي لليورانيوم المنضب :

وحين تدخل أجزاء(أو شظايا) اليورانيوم المنضب إلى جسم الإنسان في صورة معدن اليورانيوم أو أكسيد اليورانيوم عن طريق استنشاق الهواء أو تناول الطعام .وحسب الأبحاث الطبية والعملية، فإن أكثر أعضاء الإنسان حساسية وتأثرا لزيادة نسبة اليورانيوم في الجسم وتأثيراته الكيميائية هما الكليتان، حيث تموت وتدمر خلاياهما الأمر الذي يؤدي إلى نقصان فعاليتهما في تنقية السموم من الدم.(حمد كمال عبد العزيز، 1999)

كما توضح النتائج الحديثة أن 2 % إلى 5 % من اليورانيوم الذي يدخل جسم الإنسان عن طريق الفم يتم امتصاصه في الدم بواسطة الأمعاء بينما تتخلص الأمعاء بسرعة من النسبة الباقية ، كذلك فهنالك نسبة حوالي 0.2 % من اليورانيوم المنضب غير القابل للذوبان يمتصها الدم، بينما تطرد الأمعاء النسبة الباقية من اليورانيوم المنضب غير القابل للذوبان بسرعة، وبعد امتصاص اليورانيوم المنضب في الدم يتم إفراز حوالي 90 % من اليورانيوم المذاب خلال أيام قليلة، بينما تترسب النسبة الباقية 10 % في العظام وأعضاء أخرى لفترات أطول يتم إفرازها ، أما أكسيد اليورانيوم المنضب غير القابل للذوبان فيستقر في الرئتين بعد استنشاقه لسنوات عديدة ومن ثم يمتص في الدم ببطء شديد قبل أن يتم إفرازه في الكليتين .

العديد من الدراسات لمعرفة تأثير اليورانيوم المنضب الداخل لجسم الإنسان عن طريق الاستنشاق أو البلع، وثبت بالتجربة زيادة احتمال الإصابة بسرطان الرئة لدى عمال مناجم اليورانيوم، وقد تتأثر الكبد أيضا باليورانيوم المنضب ، وقد حظيت الدراسات في هذا المجال باهتمام بالنظر لحالة الرعب لدى جميع الفئات من الإشعاع والمفاعلات النووية، ولهذا فقد حدد العلماء الطرق التي يؤثر فيها الإشعاع على جسم الإنسان، وتقدر اللجنة العلمية للأمم المتحدة معدل الجرعة التي يتعرض لها الإنسان بحوالي 2 ،2 مللي سيفرت في السنة الواحدة من الإشعاعات المؤينة الطبيعية. ويمكن قياس مقدار التعرض للأشعة وكيفية السيطرة على المواد المشعة وطرق الحماية منها. (علي النعيمي، 2001)

٣-٣ ويوجد نوعان من التأثيرات الجسمية من الأشعة:

التأثير الحاد المباشر: وهذا يحدث نتيجة التعرض لجرعة عالية من الأشعة خلال فترة قصيرة من دقائق قليلة إلى عدة أيام، وتتراوح الأعراض من غثيان وتقيؤ وفقدان الشعر وتغير في تركيب الدم وتغيير في التركيب الوراثي إلى موت سريع، وتظهر الأعراض بعد التعرض مباشرة لجرعات عالية من الأشعة. (محمد نبهان سويلم ، 1990).

التأثير البطيء : وهذا يحدث نتيجة للتعرض لجرعات منخفضة من الأشعة لفترات طويلة تصل إلى سنوات عديدة، وتتمثل الأعراض في احتمال الإصابة بالسرطان في أحد أعضاء الجسم، ويعرف الزمن المستغرق للتعرض للأشعة بزمن التعرض، وتعرف كمية الأشعة الممتصة بمعدل الجرعة الممتصة من الإشعاع، ويحدث السرطان الناتج من التأثير البطيء نتيجة زمن تعرض طويل مع معدل قليل من الجرعة الممتصة. وقد استخدم العلماء نتائج التعرض لجرعة عالية من الإشعاع لوضع حدود لتعرض الناس بشكل عام وخاصة العاملين في المفاعلات النووية، إن معدل تأثير الإشعاع يزداد طرديا مع معدل الجرعة الممتصة. (محمد نبهان سويلم ، 1990).

ويمكن تحديد اثار اليورانيوم على اعضاء الجسم ، حيث يشير إلى علم مصادر والسلوك البيئي، وآثار اليورانيوم على البشر والحيوانات الأخرى. اليورانيوم مشع ضعيف بسبب فترة عمر النصف الطويلة (4.468 بليون سنة لليورانيوم 238). فترة عمر النصف البيولوجي لليورانيوم (متوسط الوقت الذي يستغرقه جسم الإنسان لإزالة نصف الكمية من الجسم) هو حوالي 15 يوما. يمكن أن تتأثر وظائف الكلى، والمخ والكبد والقلب، والعديد من الأنظمة الأخرى عند التعرض لليورانيوم وذلك لأن اليورانيوم معدن سام، وسنذكرها بشكل موجز :(Biological Half Lives, 2019)

1- خلل في وظائف الكلى :

من بين الأضرار العشرة لتعدين اليورانيوم المخصب ضعف وظائف الكلى من خلال التسبب في تلف خلايا الكلى، ويمكن أن يؤدي تناول كميات كبيرة من اليورانيوم المستنفد على مدى فترة طويلة من الزمن إلى فشل كلوي حاد والوفاة.

2- الإصابة بالسرطان :

أظهرت الدراسات العلمية أن التعرض لليورانيوم المخصب يمكن أن يزيد من احتمالية إصابة الناس بسرطان الرئة والعظام، بالإضافة إلى أمراض الجهاز التنفسي غير الخبيثة، واضطرابات الجلد، والاضطرابات العصبية، وتلف الكروموسومات، والعيوب الخلقية.

3- اضرار بالجهاز البولي :

يؤدي اليورانيوم المخصب إلى ارتفاع مستويات إفراز البروتين وبلورات المسالك البولية وإدرار البول.

4- تلف الدماغ :

يمكن أن يؤثر اليورانيوم في الدماغ على الأداء في الاختبارات المعرفية العصبية، مما يؤثر على الإدراك، وعلى المدى الطويل، يؤثر على سرطان الدماغ.

5- ضرر على الحامل :

تتعرض امرأة حامل لمناجم اليورانيوم لإنتاج أطفال يعانون من ضمور أنبوبي بؤري، مما يعيق النمو ويسبب العديد من المشكلات الصحية الخطيرة الأخرى.

6- إصابة الجهاز التنفسي :

يتسبب التعرض لليورانيوم المخصب في احتقان الأنف الشديد والنزيف وتلف الرئة والتليف والتورم وسرطان الرئة.

7- الإصابة الكبدية :

يمكن أن يؤثر اليورانيوم على الكبد ووظائفه عن طريق تكسير أنسجته، وقد يصاب بعض الأشخاص بسرطان الكبد.

8- اضرار الجلد:

يؤثر اليورانيوم على الجلد، حيث أظهرت الدراسات الطبية أن التهاب خلايا الجلد الفارغة واليورانيوم يضر بصيلات الشعر والغدد الدهنية.

9- إصابة الجهاز المناعي :

يؤثر اليورانيوم على جهاز المناعة ويسبب الالتهابات المزمنة والطفح الجلدي والتهابات الأذن والتهابات العين والشعر وفقدان الوزن والسعال.

10- اصابة القلب:

يؤثر اليورانيوم على القلب والأوعية الدموية، ويسبب التهاب عضلة القلب الناجم عن تناول اليورانيوم ويمكن أن يؤدي إلى توقف القلب بعد 6 أشهر من التعرض لليورانيوم.

٣-٤ تأثير اليورانيوم على الهواء والماء :

تعتمد مساحة التربة الملوثة باليورانيوم المنضّب حول أي هدف تم تدميره بهذه القذائف على كتلة حشوة اليورانيوم المنضّب في القذائف المستخدمة وعدد القذائف التي أُطلقت على الهدف وارتطمت به وانفجرت. وعمومًا، ومن خلال التجارب التي تم إجراؤها على هذه الأسلحة ، تم تحديد مساحة التربة الملوثة حول الدبابات والآليات التي يتم قصفها بقذائف اليورانيوم المنضّب والتي يجب ارتداء ملابس خاصة وأقنعة واقية، فينتج من تعرض الهواء لليورانيوم التلوث بالأمطار الحامضية وضعف مؤشر جودة الهواء و إعتام عالمي مع تقطير عالمي وكذلك الاحتباس الحراري ونضوب الأوزون وكثرة الجسيمات معلقة مع ضبخان العجاج ، وينتج كذلك من تعرض الماء لليورانيوم التلوث بنقص التأكسج والتغيرات البيئية لجودة المياه العذبة وتلوث البحار و تحمض المحيطات وتلوث حراري . (الحلي، وليد مجيد ، 1998).

المصادر

-HOFFMAN, D., LAWRENCE, F., MEWHERTER, J. et al. Detection of Plutonium-244 in Nature. Nature 234, 132–134 (1971).

-L. Colmenero-Sujo, (2006). "Natural radioactivity in groundwater and estimates of committed effective dose due to water ingestion in the state of Chihuahua (Mexico)." Radiation Protection Dosimetry 121(2): 148- 157.

- Eisenbud, M., & Gesell, T. (1997). Environmental Radioactivity from Natural, Industrial and Military Sources (4th ed.). London: Academic Press.

- Hammond, C. R. (2000). The Elements, in Handbook of Chemistry and Physics 81st edition. CRC press.

- J.L. Mewherter(General Electric, Schenectady), F.M. Rourke (General Electric, Schenectady) (1971) Published in: Nature 234 (1971

- خضر عبد العباس حمزة ، الطاقة الذرية واستخداماتها (بالاشتراك مع غسان هاشم الخطيب). - بغداد: منظمة الطاقة الذرية العراقية، ١٤٠٤ هـ.

- محمد قدري سعيد ، الافكار والاسرار، مركز دراسات الوحدة العربية ، لبنان ، ٢٠٠٢.

- J.s. Przemienieck " ed ", Critical Technologies for National Defennse, US Aiv force Institute of Technology, (AIAA), Washington 1991.

- صالح الدين كمال داود ومحمد جمعة ، االشعاع الذري ، ط١ ، دار الراتب الجامعية ، بيروت ١٩٨٤.

- اسماعيل خليل الهيتي ، اليورانيوم المنضب ومخاطر اسلحته ، ط١ ، بيت الحكمة ، بغداد ٢٠١١.

- بهاء ملاعب ، الإستخدام السلمي والعسكري للطاقة النوويّة ، دار الحكمة ، لبنان،٢٠١٥.

- Corrigall, W. A., Zack, M., Eissenberg, T., Belsito, L., & Scher, R. (2001). Acute subjective and physiological responses to smoking in adolescents. Addiction, 96(10), 1409–1417.

- سعاد ناجي العزاوي ، تقدير مخاطر استخدام أسلحة اليورانيوم المنضّب في العراق خلال حرب الخليج الأولى ، جامعات ليبيا من ١٩٩٦-١٩٩٧ ومن ١٩٩٩-٢٠٠١، العراق ، ٢٠٢٠.

- علي عبد االمير عالوي ، احتالل الع ارق : ربح الحرب وخسارة السالم ، ط٢ ، ترجمة عطا عبد الوهاب ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر ، بيروت ٢٠٠١.

- محمد نهان سويلم ، هندسة الوراثة ، المنهل : مجلة شهرية للآداب والعلوم والثقافة. مج ٥٤ ، ع ٥٠١ (رجب ١٤١٣ ، يناير ١٩٩٠).

- Barnett, C.L.; Wells, C.; Fesenko, S.; Tagami, K.; Beresford, N.A., biological half-lives for farm animals. 2019.

- الحلي، وليد مجيد. تأثير استخدام أألسلحة إلشعاعية على التربة والهواء في مناطق منتخبة من جنوب العراق (رسالة ماجستير). بغداد: قسم الهندسة البيئية للدراسات العليا، كلية الهندسة، جامعة بغداد؛ ١٩٩٨.