

دراسة وقياس تركيز اليورانيوم في عينات من التربة لمناطق غرب بغداد باستخدام كاشف الاثر النووي (CR-39)

قصي راغب علي

قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة النهريين .

الخلاصة

ان الهدف من البحث هو قياس تركيز اليورانيوم لعينات من التربة أُخذت من مناطق مختلفة واقعة على الطريق الدولي السريع الذي يربط بغداد بمحافظة الانبار والذي شهد اعمال عسكرية عديدة اثناء وبعد حرب عام 2003م ولبيان نسبة تلوث هذه المناطق التي تشتمل مناطق ريفية سكنية زراعية فضلاً عن كونها مناطق لتربية المواشي بكافة انواعها. وتم تحديد التراكيز بالحسابات المعتمدة على المقارنة مع النماذج القياسية.

تم استخدام كاشف الاثر (CR-39) كطريقة للكشف عن اليورانيوم لنماذج من التربة لمناطق الدراسة الست واطهر النموذج رقم (3) والذي يمثل منطقة الفلوجة اكبر نسبة لليورانيوم من بين العينات الاخرى (7.1 ppm) وهذا ينطبق مع الواقع حيث شهدت هذه المنطقة عمليات عسكرية واسعة اكثر من المناطق الاخرى.

المقدمة

الاشعاع بصورة عامة اما طبيعي اوذلك الذي صنعه الانسان لاغراض مختلفة، ويتعرض الانسان لمصادر الاشعاع هذه بنسب متفاوتة. وللأشعاع تأثير في البيئة قد يبقى أثره لسنوات عدة فيؤثر بدوره على التركيب الجيني للانسان والحيوان مما يؤدي الى خلل وراثي يظهر اثره على الاجيال اللاحقة وعليه يجب ان لا نهمل امراً مهماً وهو وصول اثر التلوث للماء والتربة ومنه الى السلسلة الغذائية للانسان والحيوان على حد سواء.

ان المستويات العالية من الاشعاع تنتج من المصادر المؤينة ومن التفجيرات النووية التي تلوث البيئة وتنعكس اثارها على البشر فحادثة هيروشيما وناكازاكي عام 1945 والعمليات الناجمة عن استخدام المصادر في مجالات الطب والصناعة والزراعة وغيرها، اظهرت الحاجة لدراسة تأثير الاشعاع والكشف عنه والتعرف على مدى تلوث البيئة وطرق معالجتها، فظهرت تقنيات عدة منها تقنية كاشف الاثر التي استخدمت في هذا البحث لحساب تراكيز اليورانيوم في عينات من التربة لمناطق مختلفة تم اخذها من على عمق 10سم من سطح الارض.

الجزء النظري

- اليورانيوم الطبيعي

يعد اليورانيوم من اهم العناصر المشعة في الطبيعة فهو يتكون من ثلاث نظائر (متساوية في العدد الذري ومختلفة بالعدد الكتلي) وهي [1]:

1- ^{238}U نسبته في الطبيعة (99.275%).

2- ^{235}U نسبته في الطبيعة (0.720%).

3- ^{234}U نسبته في الطبيعة (0.005%).

اما صفات اليورانيوم الفيزيائية فهي :

1- كثافته تساوي (19.04غم/سم³).

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

3- درجة انصهاره تبلغ (1133).

ويوجد اليورانيوم في الطبيعة بشكل اكاسيد ثنائية (UO_2) او ثلاثية (UO_3) او بشكل مركبات سيلكية وفي جميع انواع الصخور والتراب بتراكيز مختلفة بحيث يصل تركيزه في الصخور الفوسفاتية الى (120 ppm)، اما في الصخور الحامضية والتربة فيتراوح تركيزه بين (0.3-11.7 ppm) [2].

ولليورانيوم اثاراً صحية مدمرة في حالة الاقتراب منه

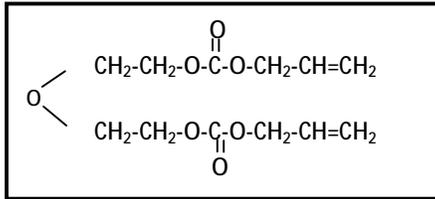
والتعرض له فترة طويلة [3،4].

قصي راغب علي

- غير حساسة لأشعة كاما وجسيمات بيتا والاشعة السينية.
- لاتتأثر بالضوء ودرجات الحرارة والرطوبة المعتدلة.
- لها القدرة على الاحتفاظ بالاثاروسهلة الاستخدام وكلفتها قليلة.
- بعد تعرضها للاشعاع تصبح غير مترابطة المقطع بسبب تكسر الاواصر الكيميائية.
- تتحسس للمستويات الواطنة من الاشعاع النووي عن طريق تجمع الاثار لمدة زمنية طويلة.
- فضلاً لما تقدم تمتاز الكواشف العضوية بالخصائص الاتية :
 - متناظرة ومتجانسة وشفافة بصرياً.
 - حساسيتها عالية للجسيمات المشحونة الثقيلة.

- كاشف الاثر النووي (CR-39)

اكتشف الكاشف (CR-39) عام (1978) من قبل الباحثان (Cartwright and Shirk) وهو ذو تركيب هيدروكاربوني $(C_{12}H_{18}O_7)_n$ وتبلغ نسبة الهيدروجين فيه (6.6%) [9]، ويعرف تجارياً بكاشف (CR-39) ويتركب مونمر هذا الكاشف من اثنين من مجموعات الاليل $(CH_2=CH-CH_2-)$ كما في التركيب الآتي :



يستطيع مونمر (CR-39) ان يتبلر ويتربط مقطعيًا الى بوليمرات متجانسة او مشاركة ويتمتع كاشف (CR-39) بحساسيته العالية للاشعاع لذلك دخل في الكثير من المجالات التي تتضمن تسجيل آثار البروتونات او جسيمات الفا او شظايا الانشطار ويعود السبب في حساسية الكاشف الى وجود اواصر الكربون الضعيفة التي تتكسر بسهولة عند تعرضها للاشعاع [10].

يستخدم محلول (NaOH) في عملية قشط كاشف (CR-39) حيث يتفاعل الكاشف مع هذا المحلول كالأتي

[11]:

- الاشعاع الطبيعي في التربة

تنشأ في التربة طبيعياً معادن ثقيلة مشعة (اليورانيوم، الثوريوم والراديوم)، اذ يمثل اليورانيوم النسبة الاكثر وجوداً في قشرة الارض ويميل للانتشار خلال التربة كون الصخور الموجودة في القشرة الخارجية عانت من عوامل التعرية والعمليات الجوية ونتيجة لهذه العوامل والعمليات المختلفة تكونت التربة [5]، المفهوم الاساسي لتلوث التربة يعتمد على المعلومات المتعلقة بعمليات التراكم والانتقال بعيداً عن موقع التلوث، حيث ان تراكم المواد المشعة وحركتها يعتمد على تفاعل المواد والمركبات مع الجزء الصلب من التربة وان نوع هذا التفاعل يعكس قدرة التربة على الاحتفاظ بالمواد المشعة [6،7].

- كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة (SSNTDs).

تعرف كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة بانها المواد التي لها القابلية على تكوين اثر الضرر الناجم عن مرور جسيمات مشحونة ثقيلة خلالها وأثار هذه المواد يمكن اظهارها بعملية القشط الكيميائي وملاحظتها تحت المجهر. تعتبر مسارات التلف اثار تدل على هوية ونوع الجسيم الساقط وطاقته، وتصنف كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة الى :

أ- الكواشف اللاعضوية (Inorganic Detectors): هي الكواشف التي لايدخل في تركيب مادتها عنصر الكربون والهيدروجين وتكون الروابط بين ذرات جزيئات أيونية مثل الزجاجيات، السيليكات، هاليدات الاكليل.

ب- الكواشف العضوية (Organic Detectors): هي الكواشف التي يدخل عنصر الكربون والهيدروجين في تركيب مادتها مثل اللدائن (البلاستيك) بكل انواعها (اللكسان، الماكروبول) ونترات السيلولوز بانواعها وكاشف (CR-39) و (PM-355)، والكواشف العضوية اكثر تحسناً من الكواشف اللاعضوية [8].

- خصائص كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة

تمتلك كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة الخصائص

الاتية:

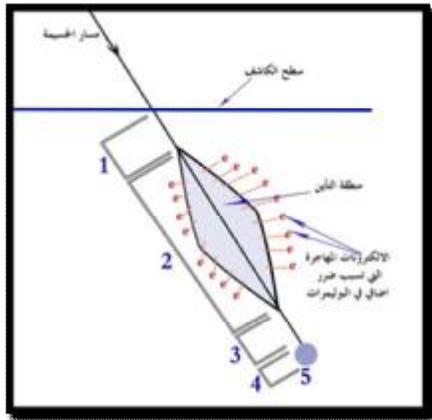
- صغيرة الحجم وذات شكل هندسي مترابط.

تهاجم المنطقة المتضررة التي تكون لها القابلية على القشط أكثر من بقية السطح العام [14].

- مراحل تكون الأثر -

هناك خمس مراحل متتالية لتكون الأثر كما في الشكل (1) وهي [9]:

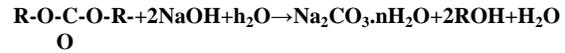
- 1- انتزاع الإلكترونات من قبل الجسيم الساقط على الكاشف.
- 2- المنطقة التي يتحرك فيها الأيون بسرعة كبيرة جدا ليترك أثرا قابلا للقشط الكيميائي.
- 3- المنطقة الأساسية للضرر وتبدأ عند النقطة التي يبدأ فيها الأيون حركته ببطئ إلى الحد الذي لا يمكن بعده من أحداث الضرر بشكل كافي.
- 4- منطقة قصور المدى (Range Deficit) وتكون غير واضحة بسبب اندماج منطقة الضرر الأساسية مع المرحلة الخامسة، ويستمر خلالها الأيون باختراق المادة الصلبة ولكنه يصبح غير قادر على تكوين أثر واضح.
- 5- النقطة التي يتجه فيها الجسيم إلى وضع الاستقرار التي ربما تكون مسبقة بمنطقة ضرر قصيرة ثانوية.



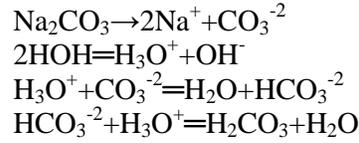
شكل (1) مراحل تكون الأثر.

- القشط الكيميائي -

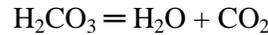
تتكون المسارات الضيقة عند مرور الجسيمات المؤينة خلال المواد العازلة جراء التلف الشعاعي في حدود (30A) إلى (100A) وتدعى بالآثار المستترة ويمكن مشاهدتها بواسطة المجهر، وقد استخدمت طريقة القشط الكيميائي لتكبير مسار الأثر المستتر وتثبيتته، إذ يعد القشط الكيميائي من أفضل التقنيات لأظهار الآثار في كواشف الأثر النووي ويرجع السبب في ذلك إلى فعاليتها في تكبير الآثار



يتجمع (ROH) وهو بوليمر بني اللون على شكل حبيبات على سطح محلول القشط ولا يذوب في الماء وتعرض املاح كاربونات الصوديوم الى تحلل المحلول حسب المعادلات الآتية [12]:



وعندما يكون القشط بدرجات حرارة عالية يطرح ثاني أكسيد الكربون (CO₂) الناتج من تحلل حامض الكاربونيك:



حيث تترسب املاح كاربونات الصوديوم على شكل قشور بيضاء على الجدران الداخلية للوعاء الذي يحوي محلول (NaOH).

- آثار ضرر الإشعاع في المواد الصلبة

عند مرور الجسيمات المشحونة الثقيلة مثل البروتونات وجسيمات الفا أو نواتج الانشطار في مادة عازلة كهربائياً فإن الجسيم المشحون الثقيل يعطي طاقته إلى إلكترونات المادة الصلبة خلال عدة تصادمات طاقية، ومعدل الطاقة المفقودة للجسيم في المادة الصلبة لكل وحدة طول من المسار (-dE/dx) تسمى بقدرة التوقف وتعرف بانها مقدار الطاقة التي يفقدها الجسيم لكل وحدة طول من مساره خلال الوسط، ويعبر عن قدرة الإيقاف للوسط بالعلاقة:

$$\frac{-dE}{dx} = \frac{\pi Z_1^2 e^4}{4\pi\epsilon_0^2 V_0^2} \ln \left(\frac{M_0 V_0^2}{I} \right)$$

تسمى هذه المعادلة بمعادلة بور الكلاسيكية والاشارة السالبة تدل على تناقص في طاقة الجسيم حيث ان M_0 و e هي شحنة وكتلة الإلكترون و Z_1 العدد الذري للجسيمة الساقطة، V_0 سرعة الجسيم، I معدل جهد التاين (N_0, Z) الكثافة الذرية والعدد الذري للوسط المتعرض.

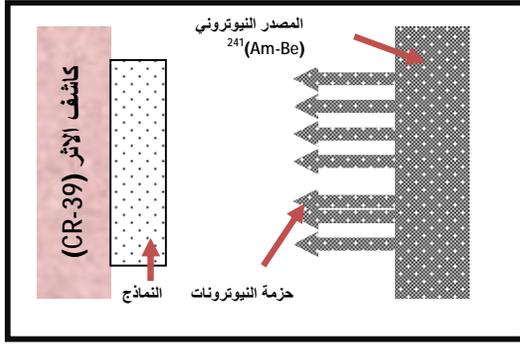
ان الجسيم يفقد طاقته مولداً بذلك مسار ضيق لضرر الإشعاع في المادة ويعرف بالآثر المستتر [13]، وتلاحظ الآثار المستترة بواسطة المجهر الضوئي بعد استخدام محلول ملائم للقشط لإظهار الآثار المستترة في المادة التي

قصي راغب علي

هدروكسيد الصوديوم (NaOH) بغيرارية (6.25 N) ودرجة حرارة (60C⁰) ولمدة 12 ساعة.

5- بعد انتهاء عملية القشط تم غسل الكواشف بالماء الجاري ثم بالماء المقطر.

6- بعد تجفيف الكواشف تم البدء بعملية عد آثار شظايا الانشطار بواسطة المجهر الضوئي.



الشكل (2) عملية التشعيع لحساب تراكيز اليورانيوم.

- عد الآثار

بعد انتهاء عملية القشط تبدأ ملاحظة الآثار بواسطة المجهر الضوئي عن طريق عد آثار شظايا الانشطار النووي وجسيمات الفا على سطح الكاشف وحساب كثافة الآثار (T) باستخدام المعادلة:

$$T = M/A$$

حيث ان :

T : كثافة آثار شظايا الانشطار (Track/mm²).

M : معدل الآثار الكلية (Track) ضمن المساحة A

A : مساحة مجال الرؤيا (mm²).

النتائج والمناقشة

تم في هذا البحث استخدام نماذج من التربة لمناطق غرب بغداد والواقعة على امتداد الطريق الدولي السريع الذي يربط بغداد بمحافظة الانبار (ابوغريب، المعموري، الفلوجة، الصقلاوية والرمادي) لمعرفة مدى تلوث هذه المناطق باليورانيوم جراء الحرب وما بعدها وقد تم حساب كثافة الاثر ومن ثم حساب تراكيز اليورانيوم لهذه المناطق وكما مبين في الجدول (1).

- عملية تحديد تراكيز اليورانيوم في التربة

تم حساب تراكيز اليورانيوم في التربة لمناطق الدراسة الست كما في الشكل (3)، باستخدام تقنية عد شظايا

الى حجوم اكبر من (10⁸) مرة بقدر حجمها الأصلي بحيث يمكن رؤيتها بواسطة المجهر الضوئي الاعتيادي [15]، تعتمد عملية القشط على درجة الحرارة، لذا تعرف بأنها عملية انتشارية وتستخدم محاليل كيميائية تدعى القواشط تعمل على تحلل مناطق التلف الشعاعي بمعدل اكبر من المناطق التي لم تتعرض الى التلف الاشعاعي فيتم بذلك اظهار مسارات التلف [16]، تستخدم هيدروكسيدات فلزات المعادن القلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وهيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) في قشط الكواشف العضوية وتستهمل المحاليل الحامضية في قشط الكواشف غير العضوية مثل محلول حامض الهيدروفلوريك (HF) [17]. وهناك عوامل تؤثر في عملية القشط [18] هي: زمن القشط، تركيز المحلول القاشط (الغيرارية) ودرجة حرارة المحلول القاشط ونوعه.

الجزء العملي

تم جلب نماذج التربة من مناطق الدراسة ومن على عمق 10سم من سطح التربة وهيأت النماذج بمواصفات معينة لاجاد تراكيز اليورانيوم كما يأتي :

1- تم تهيئة النماذج من التربة بعد تجفيفها وغربلتها للتخلص من الاجسام الغريبة وتركت النماذج لمدة 30يوم وذلك لاستقرار الانحلال الاشعاعي للنويدات المشعة الموجودة في التربة.

2- تم وزن (0.5)غم من كل نموذج من التربة وكبسها على شكل قرص بسلك (1.5)ملم وقطر(1)سم باستخدام مكبس كهربائي.

3- تم وضع القرص بتماس مع كاشف الاثر (CR-39) بابعاد (1x1)سم² ووضعه داخل درع من شمع البارفين على مسافة (5) سم من المصدر النيوتروني (Am-Be) للحصول على النيوترونات الحرارية وتم تشعيع النموذج لمدة 10 ايام للحصول على آثار شظايا الانشطار الناتجة من انشطار نواة ²³⁸U بالنيوترونات الحرارية كما في الشكل (2).

4- أُخذت الكواشف بعد انتهاء مدة التشعيع لاجراء عملية القشط الكيميائي عليها باستخدام محلول



الشكل (4) يوضح مواقع النماذج الواقعة بين بغداد والرمادي كلاً على حده.

ومن الجدول (1) يتضح ان نسب اليورانيوم المحسوبة لمناطق الدراسة تتذبذب بين (1.03-7.1 ppm) وهذه القيم هي ضمن الحد المسموح حيث ان الحد المسموح به هو اقل من (11.7 ppm) وفقاً للـ (UNSCEAR) [19]. والشكل (5) يبين العلاقة بين تركيز اليورانيوم و مناطق الدراسة الستة، اما الشكل (6) فيمثل علاقة كثافة الاثر نسبة الى مناطق الدراسة.

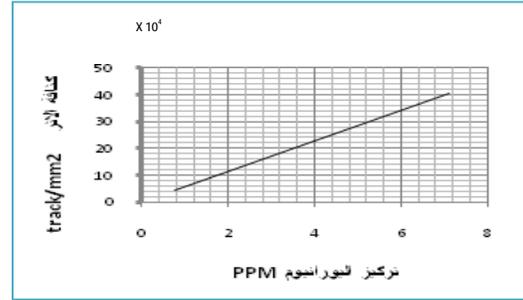
الجدول (1) يتضمن تراكيز اليورانيوم وكثافة الاثر لمناطق الدراسة (الاولى-السادسة) .

النموذج	كثافة الاثر ρ_x (track/mm ²)	معدل التركيز C_x (PPM)
الاول	124.8+11.1	2.18
الثاني	42928+6.38	0.75
الثالث	406222+2.26	7.1
الرابع	116000+17.9	2.03
الخامس	79360+6.52	1.3
السادس	58880+4.53	1.03

الانشطار النووي الناتجة من انشطار نواة U^{238} ، فقد تم تشيع نماذج التربة والتربة القياسية بتراكيز مختلفة ولمدة 7 ايام ورسم علاقة بيانية بين كثافة الاثار للنماذج القياسية وتراكيز اليورانيوم للنماذج القياسية ومن ميل الرسم البياني الشكل (3) تم حساب تراكيز اليورانيوم للنماذج المجهولة من العلاقة :

$$C_x = (C_s / \rho_s) \times \rho_x \quad \& \quad \rho_x = \rho_s / \text{slope}$$

حيث ان C_x تركيز اليورانيوم في التربة، C_s تركيز اليورانيوم للنماذج القياسية، ρ_x كثافة الاثر المجهولة و ρ_s كثافة الاثر القياسية.



الشكل (3) علاقة كثافة الأثار وتراكيز اليورانيوم للنماذج القياسية.

تم اختيار هذه المناطق لقياس نسبة اليورانيوم فيها اعتماداً على عوامل عدة لكل منطقة، فالمنطقة الاولى (ابو غريب) تعتبر منطقة سكنية وزراعية بنفس الوقت اضافة لكونها منطقة لتربية المواشي ويوجد فيها مصنع لمنتجات الألبان هو الاكبر في العراق، اما المنطقة الثانية (المعموري) فهي منطقة واقعة بالقرب من منطقة ابو غريب وهي منطقة لتربية المواشي ايضاً، المنطقة الثالثة (الفلوجة) فهي منطقة سكنية شهدت عمليات عسكرية واسعة في الونة الاخيره وقد اثبتت النتائج وجود اكبر تركيز لليورانيوم فيها عما هو في باقي مناطق الدراسة، المنطقة الرابعة (الصقلاوية) فهي منطقة سكنية زراعية، المنطقة الخامسة (الرمادي) فهي منطقة سكنية وهي مركز محافظة الانبار، والمنطقة السادسة (الجزيرة) فهي منطقة زراعية ومنطقة لتربية المواشي والدواجن وتبعد 15كم عن مدينة الرمادي، الشكل (4) يوضح هذه المناطق كل على حده.

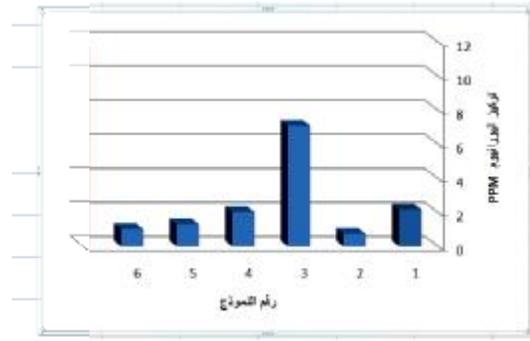
قصي راغب علي

- [3] B. Hursh and NL. Spoor, "Uranium, Plutonium and Transplutonic Elements", Stannard GN and Hursh JB, New York, 1973, pp. 197-240.
- [4] M. Rudell and Berlin, "Uranium in fribrg", Handbook on the Toxicology of Metals, 2nd Edition, New York, 1989, pp. 617-637.
- [5] IAEA International Atomic Energy Agency, "Environment Behaviour of Radium Technical Reports", Vol.1, No. 310, Vienna, 1990, pp.192.

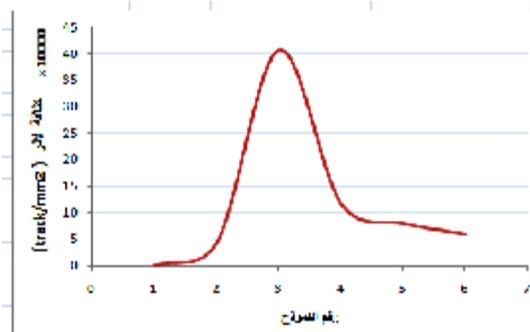
[6] علي عبد فهد، رمزي محمد شهاب، عبد الحسين وناس وحسام الدين احمد، "دراسة حركة وانتقال اليورانيوم المنضب في ترب المناطق الجنوبية من العراق"، مقررات المؤتمر العلمي عن تأثير استعمال اسلحة اليورانيوم المنضب في الانسان والبيئة في العراق، الجزء الاول، 2002، و ص 180.

[7] بهاء الدين حسين معروف، "النشاط الاشعاعي الطبيعي في العراق"، المؤتمر العلمي عن آثار استعمال اسلحة اليورانيوم المنضب على الانسان والبيئة في العراق، 2002، ص 139-145.

- [8] S.A. Durrani and Bull, "Solid State Nuclear Track Detection Principles Methods and Applications", Pergamon book Ltd., 1980.
- [9] H. Hepburn, J. of Material Sci., Vol. 15, 1980, pp. 279-301.
- [10] B.G. Cartwright and Shirk, Nucl. Inst.& Meth., Vol. 135, 1978, pp. 457-460.
- [11] W. Enge, Nucl. Track and Rad. Meas., Vol. 2, 1980, pp. 283-308.
- [12] M. Wilkening and Wicke, Health Phys., Vol. 4, 1986, pp. 427.
- [13] H.H Heckman, Perkins and Simon, Phys. Rev., Vol. 177, 1960, pp. 544.
- [14] E.V. Benton, Yech Report, University of San Francisco, USA, 1972.
- [15] M. M. Monnin, Nucl. Inst.& Meth., Vol. 173, 1980, pp. 1-14.
- [16] J. A. Damk, Nucl. Track, Vol. 12, 1986, pp. 193.
- [17] F. Fleischer, "Nuclear Track in Solid Principle and Application", University of California Press, 1975.
- [18] H. A. Khan, Nucl. Inst. and Meth., Vol. 109, 1973, pp. 211.
- [19] UNSCEAR United Nations Scientific Committee on the effect of Atomic



الشكل (5) مخطط يوضح تراكيز اليورانيوم لنماذج التربة.



الشكل (6) يوضح كثافة الاثر لنماذج التربة.

الاستنتاجات

- 1- نسبة تلوث المنطقة (3) الفلوجة باليورانيوم (7.1ppm) مقارنة بالمناطق الاخرى هي الاكبر وهذا جاء موافقاً للحقيقة اذ تعرضت هذه المنطقة الى عمليات عسكرية اكثر من المناطق الاخرى.
- 2- ان نسبة اليورانيوم في المنطقة (3) رغم كونها ضمن الحد المسموح به (11.7 ppm) الا انها تشكل نسبة لا يمكن ان يستهان بها فنسبة اليورانيوم فيها عالي نسبياً ولربما تظهر نسب اعلى لمناطق مجاوره لهذه المنطقة، اما باقي النسب للمناطق (1,2,4,5,6) فهي نسب معقولة.

المصادر

- [1] L. Colmenero Sujo, M. E. Montero Cabrera, "Uranium-238 and thorium-232 series concentrations in soil" Journal of Environmental Radioactivity, Issue 2, Vol. 77, 2004, pp. 205-219.
- [2] M. Eisenbud, "Environmental Radioactivity", 4th Edition Academic Press, London, 1997.

Radiation, "Sources, Effect, and Risks of Ionizing Radiation", Report to the general Assembly with Scientific Annexes, United Nation, 1993.

Abstract

The aim of this research is to measure the uranium concentration in soil samples taken from different sites on the national highway between Baghdad and Ramadi because these sites were a field of military operations during and after the war in 2003. The concentration values were calculated by comparison with standard samples.

The (CR-39) Track detector was used to determination the uranium concentration in soil samples for study sites, the sample No.(3) show that the higher concentration of uranium (7.1 ppm) was in Al-Faluja region because this site was a field of a military operations more than others study sites samples.