

## حساب تراكيز اليورانيوم المنضب في نماذج رواسب نهر ديالى باستعمال كاشف الاثر النووي CR-39

عدي طارق صبحي

قسم الفيزياء/كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) / جامعة بغداد

استلم البحث في : 9 ايلول 2012 ، قبل البحث في : 25 شباط 2013

### الخلاصة

تم في هذه الدراسة تحديد تراكيز اليورانيوم المنضب في نماذج رواسب نهر ديالى ، إذ جُمع 14 أنموذجاً من الرواسب على طول نهر ديالى ابتداءً من منطقة الرستمية وانتهاءً بمنطقة التويثة بعد الملتقى بنهر دجلة ، باستعمال تقنية كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة (SSNTDs) .  
وجد ان أعلى تركيز لليورانيوم المنضب كان في الأنموذج A-13 والماخوذ من منطقة التويثة وبفعالية نوعية مقدارها  $(78.1 \pm 8.5 \text{ Bq/kg})$  وان اقل تركيز لليورانيوم المنضب كان في الأنموذج A-7 والماخوذ من منطقة الزوية وبفعالية نوعية مقدارها  $(46.3 \pm 8.2 \text{ Bq/kg})$  وكان المعدل بحدود  $(61.13 \pm 5.26 \text{ Bq/kg})$  .  
بينت النتائج ان معدل دليل الخطورة لهذه النماذج كان بحدود  $(0.341)$  وهو ضمن الحد المسموح به كونها اقل من 1 ومقاربة لما سجلته بعض المنظمات العالمية مثل (WHO) و (EPA) ، وان معدل الجرعة الخارجية كان بحدود  $(0.0325 \text{ mSv/y})$  ومعدل الجرعة الداخلية كان بحدود  $(0.182 \text{ mSv/y})$  .

**الكلمات المفتاحية:-** اليورانيوم المنضب ، نهر ديالى ، كواشف الاثر النووي في الحالة الصلبة (SSNTDs) ، دليل الخطورة ، الجرعة الممتصة ، الجرعة الفعالة ، منطقة التويثة .

## المقدمة

يتعرض الإنسان إلى الإشعاع بشكل دائم من مصدرين رئيسيين هما المصادر الطبيعية والمصادر الصناعية ، وتمثل الإشعاعات النووية بجسيمات مشحونة ، مثل جسيمات ألفا واليورانيوم المنضب الذي يطلق هذه الجسيمات هو موضع اهتمامنا في هذه الدراسة وجسيمات غير مشحونة وأشعة كهرومغناطيسية التي تعمل على تأيين وإثارة ذرات وجزيئات الوسط الذي تمر فيه، بالنسبة الى الكائنات الحية تتأثر الخلايا والأنسجة والأعضاء بالإشعاع وتختلف في حساسيتها وتأثرها بالأنواع المختلفة من الإشعاعات النووية . [1]

يعد نهر دبالى مهم ليس لمحافظة ديالى فقط وانما لكونه من الانهار المغذية لنهر دجلة . ان تردي نوعية مياه نهر دجلة في اجزائه السفلى هو مؤشر لمشكلة المستقبل ، اذ ان عددا كبيرا من المدن الجنوبية التي تقع بالقرب من النهر قد فقدت الفائدة من استعمال مياهه لاغراض الشرب ومن ثم اصبح لازما ان تتوجه ادارة الاحواض المائية بشكل رئيس الى الاجزاء العليا منها للمساعدة في تحسين نوعية مياه الانهار في اجزائها السفلى وان حوض نهر ديالى هو احد هذه الاحواض التي تعطي اجزاء مهمة من العراق ولها تاثير في نوعية مياه نهر دجلة حيث يلتقي بالخير جنوب مدينة بغداد [2]. يمر النهر في محافظة ديالى التي تقع شمال شرق مدينة بغداد ( شكل-1). تبلغ مساحة حوض نهر ديالى الكلي ( 600 كيلوا متر مربع وتشمل الاجزاء الشرقية من العراق والاجزاء الغربية من ايران . تمثل الاجزاء الشمالية والشرقية من الحوض مناطق جبلية يصل ارتفاعها الى اكثر من (3000) متر ويتضاءل ارتفاعها ليصل ( 33 ) متراً عن مستوى سطح البحر كلما اتجهنا جنوبا حتى التقاء نهر ديالى مع نهر دجلة جنوب مدينة بغداد . يحد حوض نهر ديالى من الغرب حوض نهر العظيم ويحده من الجنوب والجنوب الغربي نهر دجلة ومن الشرق يحده خط تقسيم المياه بين نهري الكارون ودرابي سيروان ومن الشمال الغربي حوض الزاب الصغير [2,3] .

استعمل في البحث الحالي كاشف الاثر النووي CR-39 لغرض حساب مقدار التلوث باليورانيوم المنضب ، حيث اكتشف الكاشف (CR-39) سنة (1978) من (Cartwright & Shirk) في جامعة كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية وهو من كواشف الأثر النووي العضوي ، وصيغته الجزيئية (C<sub>12</sub>H<sub>18</sub>O<sub>7</sub>) ويرمز له (CR) وهو مختصر من (Columbia Resin). وتبلغ كثافته (1.32 gm.cm<sup>-3</sup>) وله جهد تأين مقداره (70.2 eV) وهو غير ذائب في المذيبات الكيميائية. [4,5]. يُعد الكاشف (CR-39) من أحسن الكواشف المسجلة للأثار النووية وذلك لما يمتاز به من مواصفات هي [4,5,6] :

- 1- حساسية عالية جداً للإشعاع ، كما انه ذو أستقرارية حرارية عالية ومترابطة ومتبلورة جزئياً .
- 2- ذو شفافية بصرية عالية ، وكذلك له قدرة تحليلية عالية (High Resolution) .
- 3- يمتلك تجانسا (Homogeneity) وتمائلاً (Isotropy) عاليين في الخواص .
- 4- لا يتأثر بالعوامل الجوية من درجة حرارة ورطوبة عند خزنه لأوقات طويلة تحت الظروف الطبيعية . ولا يذوب في المحاليل الكيميائية الفاشطة التي تعمل على تحلله باستعمال محلول القشط المناسب ، اذ يعمل المحلول القاشط على تكسر السلاسل البوليمرية والتقليل من سمكه وذلك بعملية القشط الكيميائي لذا فهو مقاوم للمذيبات .
- 5- مادة صلبة حراريا ومعامل انكساره اقل من معامل انكسار الزجاج .
- 6- يمتاز بدرجة عالية من الوضوح للكشف عن جسيمات ألفا كما يستعمل لتقدير الجرع النيوترونية للأشخاص .

## الجانب النظري

ان اليورانيوم المنضب ( Depleted Uranium ) هو المنتج الثانوي لعملية معالجة اليورانيوم الطبيعي لجعله مناسباً (صالحاً) للاستعمال بوصفه وقوداً في محطات الطاقة النووية او بوصفه مكوناً في الاسلحة النووية التي تحتاج الى نسبة عالية لتواجد <sup>235</sup>U على حساب <sup>238</sup>U [7]. كما انه باعث لجسيمات ألفا بطاقة ( 4.2MeV ) ، وان ( 10 eV ) فقط تكفي لكسر جزيئة DNA الوراثية والجزيئات الحيوية الأخر في الجسم ، وبهذا يتبين حجم الضرر الذي ينتج في الجسم نتيجة للتلوث في الداخل بهذا الاشعاع وبأتي السرطان في مقدمة الاضرار الناتجة [8] .

## حساب تراكيز اليورانيوم المنضب

تحسب تراكيز اليورانيوم في النماذج من خلال استعمال المعادلة الاتية[9]:-

$$C_x = \frac{\rho_x}{slope} \times \left( \frac{I_s}{I_x} \right) \times \left( \frac{R_s}{R_x} \right) \dots\dots\dots(2)$$

يحسب الميل من الخط البياني لقيم  $\rho_s$  مع  $C_s$  للنماذج القياسية والموضح بالشكل ( 2 ) .  
إذ ان

$C_x$  يمثل تركيز اليورانيوم للنماذج المجهولة ،  $C_s$  يمثل تركيز اليورانيوم للنماذج القياسية  
 $\rho_x$  تمثل كثافة الاثار للنماذج المجهولة ،  $\rho_s$  تمثل كثافة الاثار للنماذج القياسية

$R_s$  ,  $R_x$  تمثل معدل مدى شظايا الانشطار في كل من النماذج المجهولة و القياسية على التوالي، وهي متساوية تقريبا .  
ولهذا فان عامل التصحيح (correction factor) يكون (  $R_s / R_x \approx 1$  )

$I_x$  يمثل الوفرة النظائرية للنظيرين ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ) في النماذج الحاوية على اليورانيوم المنضب (النماذج المجهولة) وهي تساوي

$$I_x = \frac{^{238}\text{U}}{^{235}\text{U}} = \frac{99.79}{0.201} = 495.25$$

$I_s$  يمثل الوفرة النظائرية للنظيرين ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ) في النماذج الحاوية على اليورانيوم الطبيعي (النماذج القياسية) وهي تساوي

$$I_s = \frac{^{238}\text{U}}{^{235}\text{U}} = \frac{99.27}{0.72} = 137.87$$

اذن النسبة  $\left(\frac{I_s}{I_x}\right)$  تساوي (0.278) وبذلك تكون العلاقة النهائية هي

$$C_x = \frac{\rho_x}{\text{slope}} \times 0.278 \dots\dots\dots(3)$$

### دليل الخطورة (H)

إن الإشعاعات تسبب اضراراً كثيرة للكائن الحي، بعضها قاتل وبعضها الآخر مضر إلى الحد الذي يجعل الانسان يعاني من اثارها لازمان طويلة جداً . جمعت معدلات جرعات التعرض الإشعاعي النوعي (Specific Activity) لنظائره المؤشرة. وعندما تكون قيمة هذا الدليل واحداً أو اكثر فهذا يعني أن هناك خطراً ويكون خارج الحدود المسموح بها [10].

$$H = \frac{(S.A.)^{238}\text{U}}{185} + \frac{(S.A.)^{232}\text{Th}}{259} + \frac{(S.A.)^{40}\text{K}}{4810} \leq 1 \dots\dots\dots(4)$$

### ايجاد الجرعة الممتصة والفعالة للنماذج

يتم ايجاد الجرعة الممتصة في النماذج باستعمال المعادلة الآتية [11]

$$D = 0.429A_U + 0.666A_{Th} + 0.042A_K \dots\dots\dots(5)$$

إذ إن  $A_U$  و  $A_{Th}$  و  $A_K$  = الفعالية النوعية ب ( $\frac{\text{Bq}}{\text{Kg}}$ ) للنويدات المشعة في الانسجة .

\*\* تم تحويل التركيز ppm الى فعالية نوعية (A) باستعمال الصيغة [11]  $1 \text{ ppm} \equiv 12.35 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$  ومن خلال حساب الجرعة الممتصة يمكن حساب الجرعة الفعالة الخارجية والداخلية وذلك باستعمال العلاقات الآتية : [11]

$$0.7 \times (\text{عامل الانشغال}) \times 24 \text{ h} \times 365.25 \text{ d} \times 0.2 = D \text{ (nGy h}^{-1}\text{)} \times 10^{-6} = \text{معدل الجرعة الفعالة الخارجية (mSv.y}^{-1}\text{)} \dots\dots\dots(6)$$

$$0.7 \times (\text{عامل الانشغال}) \times 24 \text{ h} \times 365.25 \text{ d} \times 0.8 = D \text{ (nGy h}^{-1}\text{)} \times 10^{-6} = \text{معدل الجرعة الفعالة الداخلية (mSv y}^{-1}\text{)} \times 1.4 \text{ (الخارج/الداخل)} \times 10^{-6} = \text{SvGy}^{-1} \dots\dots\dots(7)$$

### الجانب العملي

#### 1- جمع النماذج:-

جمعت نماذج الرواسب من مناطق مختلفة وعلى مسافات مختلفة من نهر ديالى ابتداءً من منطقة الرستمية وانتهاءً بمنطقة التويثة وكما مبين في الجدول رقم (1) .

#### 2- تحضير النماذج:-

جفت النماذج و طحنت طحناً اولياً باستخدام طاحونة يدوية مصنوعة من الخزف ، ومن ثم غربلت للتخلص من الاجسام الغريبة ثم بعد ذلك تم طحنها طحناً جيداً للحصول على دقائق متناهية الصغر ومن ثم غربلت مرة اخرى للحصول على دقائق متجانسة ، وبعد ذلك أُخذَ وزن (0.4 g) لكل أنموذج من النماذج المدروسة وكبس على شكل اقراص pellet بقطر (2 cm) وسمك (1 mm).

#### 3-تحضير النماذج القياسية

حُضرت (5) تراكيز قياسية مختلفة من اليورانيوم الطبيعي باستعمال الصنف القياسي العالمي (S-7) وذلك بأخذ وزن معين من الأنموذج القياسي الذي يحتوي على تركيز معلوم من اليورانيوم وإضافته إلى أنموذج الرواسب المطحونة والمحضرة لتحضير التراكيز المطلوبة وحسب العلاقة الآتية :-

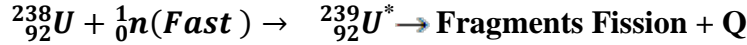
$$C_1 W_1 = C_2 W_2 \dots\dots\dots(8)$$

إذ إن  $C_1$  ,  $C_2$  تركيز اليورانيوم لنماذج رواسب نهر ديالى القياسية والمجهولة على التوالي

$W_1$  ,  $W_2$  وزن نماذج رواسب نهر ديالى القياسية والمجهولة على التوالي .

#### 4-التشعيع

أجري تشعيع كل من النماذج القياسية والنماذج التي يراد إيجاد تركيز اليورانيوم فيها في آن واحد . إذ تم تقطيع كاشف الاثر العضوي النووي CR-39 بمساحة تقريبية (  $1 \times 2 \text{cm}^2$  ) ، ووضعت الكواشف على النماذج المجهولة التركيز والنماذج القياسية بصورة متلاصقة مع الكاشف ووضعت النماذج والكاشف في داخل نظام من درع الكادميوم ( لغرض الحصول على النيوترونات السريعة ) ورتبت حول المصدر النيوتروني امريشيموم بربليوم ( $^{241}\text{Am} - ^9\text{Be}$ ) على هيئة دائرية . وكان وجه الأنموذج الذي لا يحتوي على الكاشف امام المصدر النيوتروني بفيض مقداره ( $10^5$ ) ( $\text{n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) مدة سبعة ايام . فتكون قد تعرضت الى سيل نيوتروني مقداره ( $6.048 \times 10^{10} \text{ n.cm}^{-2}$ ) للحصول على اثار شظايا الانشطار النووي وحسب التفاعل الآتي:



إذ ان Q تمثل الطاقة المتحررة.

#### 5 - القشط الكيميائي

أجريت عملية القشط الكيميائي بعد عملية التشعيع باستعمال محلول NaOH بعبارية (6.25 N) وبدرجة حرارة ( $60^\circ\text{C}$ ) مدة ( 5 ) ساعات لإظهار الأثار في النماذج القياسية والنماذج الأخرى ، من ثم غسلت النماذج وجُففت لتنتقل لعملية القياس .

#### الحسابات

حُسبت تراكيز اليورانيوم المنضب في نماذج رواسب نهر دبالى السطحية باستعمال تقنية عد اثار شظايا الانشطار النووي باستعمال كاشف الاثر النووي للحالة الصلبة (CR-39) ، إذ حُدد منحني المعايرة والمتمثل بالعلاقة بين كثافة اثار شظايا الانشطار مع تراكيز معلومة لليورانيوم في العينات القياسية وكانت العلاقة خطية كما في الشكل ( 2 ) ومن ميل الخط المستقيم حُسب تراكيز اليورانيوم للعينات المجهولة من العلاقة (3).

تمت عملية حساب عدد الاثار للنماذج القياسية والنماذج الأخرى باستعمال المجهر الضوئي نوع (novel) صيني الصنع وبتكبير ( $40 \times 10$ ) من خلال حساب عدد الاثار لمواقع مختلفة من الأنموذج ومن ثم حساب قيمة المعدل وقيمة الانحراف القياسي للقراءات بعد ذلك تم أستعملت المعادلة رقم (3) لحساب التراكيز بالاعتماد على المقارنة مع النماذج القياسية ، ثم بعد ذلك تم ايجاد الفعالية النوعية للتراكيز المستخرجة ومن ثم حساب دليل الخطورة باستعمال المعادلة رقم (4) ، ومن ثم تم ايجاد الجرعة الممتصة من هذه الرواسب باستعمال المعادلة رقم (5) ، ومن خلال حساب الجرعة الممتصة حُسبت الجرعة الفعالة الخارجية والداخلية وذلك باستعمال المعادلتين (6) و(7).

#### المناقشة

دونت نتائج هذه الدراسة في الجدول رقم ( 2 ) وتشير هذه النتائج الى ان تراكيز اليورانيوم تتراوح بين ( $46.3 \pm 8.2 \text{ Bq/kg}$ ) و ( $78.1 \pm 8.5 \text{ Bq/kg}$ ) وبمعدل موزون مقداره ( $61.13 \pm 5.26 \text{ Bq/kg}$ ) . حيث كان اعلى تركيز لليورانيوم في الأنموذج (A-13) الذي ماخوذ من منطقة التويثة ، وهذا دليل على تركيز العناصر المشعة في الرواسب في هذه المنطقة اكثر من غيرها من المناطق المدروسة وذلك بسبب تواجد منشآت نووية سابقا في هذه المنطقة ، وان اقل تركيز لليورانيوم كان في الأنموذج (A-7) الذي ماخوذ من منطقة الزوية على ضفة نهر دبالى ، وفي دراسة سابقة قام بها الباحث العبيدي بقياس وتوصيف النويدات المشعة في رواسب نهر دجلة في العراق في مناطق متعددة ابتداء العمل فيها من منطقة الطارمية وانتهى بمنطقة سلمان باك وكانت النتائج المستحصلة تتراوح بين ( $44.3 \pm 1.71 \text{ Bq/kg}$ ) و ( $64.7 \pm 2.2 \text{ Bq/kg}$ ) وبمعدل ( $53.002 \pm 0.584 \text{ Bq/kg}$ ) [10] ، هذا في مايخص الدراسة المحلية اما في الدراسات العالمية فقد قام الباحثان ( ISINKAYE M.O. , FARAI I.P. ) بدراسة رواسب مياه سطحية في جنوب غرب نيجيريا وكانت نتائج تراكيز اليورانيوم تتراوح بين ( $17.1 \pm 3.6 \text{ Bq/kg}$ ) و ( $51.9 \pm 8.7 \text{ Bq/kg}$ ) [12] ، وهذا دليل على تقارب نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة المحلية والعالمية ويوضح الجدول رقم (4) عرض لبعض النتائج العالمية لتراكيز اليورانيوم في رواسب المياه السطحية لبلدان مختلفة من العالم .

كذلك حُسب كل من دليل الخطورة والجرعة الممتصة والجرعة الفعالة الخارجية والداخلية والنتائج موضحة في الجدول رقم (3) ، إذ يوضح الجدول ان معدل دليل الخطورة هو (0.341) وهو ضمن الحدود المسموحة التي حددتها منظمة الصحة العالمية (WHO) كما يوضح الجدول ان معدل الجرعة الممتصة هو ( $26.54 \text{ nGy/h}$ ) ، والجرعة الفعالة الخارجية هي ( $0.0325 \text{ mSv/y}$ ) ، والجرعة الفعالة الداخلية هي ( $0.182 \text{ mSv/y}$ ) ، والمجموع الكلي لمعدل الجرعة الفعالة هو ( $0.2145 \text{ mSv/y}$ ) وهذه القيم هي ضمن الحدود المسموح بها للتعرض وهي ( $1 \text{ mSv/y}$ ) التي حددتها منظمة الصحة العالمية (WHO) والوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA).

## المصادر

1. خليل ، منيب عادل (2002) ، تأثير استخدام اليورانيوم المنضب في اسلحة العدوان بزيادة الاصابة بالامراض السرطانية ، مقررات المؤتمر العلمي لاثار استعمال أسلحة اليورانيوم المنضب ضد الإنسان والبيئة في العراق، الجزء الثاني .
2. التميمي، عمر صباح ابراهيم (2007) ، تقييم الموارد المائية في حوض نهر ديالى- الجزء الاوسط ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد-كلية العلوم، صفحة 165.
3. - العادلي، عقيل شاكر (1992)، تأثير الفعاليات البشرية على نوعية مياه نهر ديالى، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة بغداد-كلية العلوم، صفحة 108.
4. Biswas, S. ; Durgaprasad , N. ; Kajarekar, P. ; Sarkar, S. and Venkatavaradan, v.s. (1979) ,Detection of relativistic cosmic ray iron nuclei in the plastic track detector CR-39 , Nuclear Instruments and Methods, 163 (1) :183 -187 .
5. Cartwright, B.G. ; Shirk, E.K. and Price, P.B. (1978) ,A nuclear-track-recording polymer of unique sensitivity and resolution , Nuclear Instruments and Methods ,153 (2-3) :457-460 .
6. Fujii, M. and Yokoto, R. (1986) Thermosetting resins for nuclear track detection,Nuclear Tracks and Radiation Measurements , 12 (1-6) :55-58.
7. Argonne National Laboratory EVS (2005) Depleted Uranium , Human Health Fact Sheet
8. الطويل ، درواء زكي يونس(2004) بعض تأثيرات الاسلحة المشعة في العراق ، كلية العلوم السياسية ، جامعة الموصل
9. Fleischer ,R. L. ; Price, P. B. and Robert, M.W. (1975) Nuclear Track In Soild Principle and Application , University of California Press .
10. العبيدي ، خالد هادي (2006) توصيف وقياس الملوثات الاشعاعية والصناعية في نماذج بيئة مدينة بغداد باستعمال مطيافية اشعة كاما وتقنية كاشف الاثر النووي في الحالة الصلبة (CR-39)، رسالة دكتوراه ، جامعة بغداد ، كلية التربية ابن الهيثم .
11. Abdel-Razek, Y. ; Bakhit, A.and Nada, A.A. (2008) 'Measurements of the Natural Radioactivity along Wadi Nugrus , Egypt , Radiation Physics & Protection Conference , 15-19 November 2008 , Nasr City-Cairo , Egypt.
12. ISINKAYE M.O. and FARAI, I.P. (2008), Activity concentrations of primordial radionuclides in sediments of surface – water dams in southwest Nigeria –a baseline survey, J. of Radioprotection , 43(4) :533-545 .
13. Mantazul, I.C.; Alam ,M.N. and Hazari, S.K. (1999) , Distribution of radionuclides in the river sediments and Coastal soils of Chittagong, Bangladesh and evaluation of the radiation hazard , Appl. Radiat. Isot. 51 : 747–755 .
14. Ziqiang, P. ; Yin, Y. and Mingqiang, G. (1988) , National radiation and radioactivity in China , Radiat. Prot. Dosim. , 24 (1/4) : 29–38.
15. Kemru, M.N. (1997) , Possible uranium rich areas in the Aegean region of Turkey , Appl. Radiat. Isot. , 48 (2) : 295–299.
16. McAulay, I.R. and Moran, D. (1988) , Natural radioactivity in soil in the Republic of Ireland , Radiat. Prot. Dosim. , 24 (1/4) : 47–49.
17. Lambrechts, A. ; Foulquier, L. and Garnier-Laplace, J. (1992) , Natural radioactivity in the aquatic components of the main French rivers , Radiat. Prot. Dosimetry , 45(1/4) : 253–256.
18. Chu, T.C. ; Weng, P.S. and Lin ,Y.M. (1992) , Distribution of naturally occurring radionuclides in Taiwanese rocks , Radiat. Prot. Dosim. , 45 (1/4) : 281–283.
19. Ibrahiem N.M. ; Abd El Ghani A.H. ; Shawky S.M. ; Ashraf E.M. and Farouk, M.A. (1993) , Measurement of radioactivity levels in soil in the Nile Delta and Middle Egypt , Health Phys. , 64 (6) : 297–299.
20. Saada ,H.R. and Al-Azmib, D. (2002) , Radioactivity concentrations in sediments and their correlation to the coastal structure in Kuwait , J. of Applied Radiation and Isotopes , 56 :991–997.

جدول رقم (1): يبين نماذج رواسب نهر ديبالى التي تم الحصول عليها

مكان جمع النموذج	رقم النموذج	ت
الرستمية	A -1	1
الرستمية	A -2	2
جسر ديبالى الجديد	A -3	3
جسر ديبالى الجديد	A -4	4
جسر ديبالى الجديد	A -5	5
الزوية	A -6	6
الزوية	A -7	7
العريفية	A -8	8
العريفية	A -9	9
جسر ديبالى القديم	A -10	10
جسر ديبالى القديم	A -11	11
التويثة	A -12	12
التويثة	A -13	13
التويثة	A -14	14

جدول رقم (2): تراكيز اليورانيوم والفعالية النوعية وكثافة الاثار في النماذج المدروسة

الفعالية النوعية (Bq/kg)S.A	تركيز اليورانيوم C <sub>x</sub> (ppm)	كثافة الاثار P <sub>x</sub> (Track / mm <sup>2</sup> )	الموقع	رقم النموذج
56 ± 4.8	4.54 ± 0.39	510.3 ± 44.32	الرستمية	A -1
60.4 ± 6.5	4.89 ± 0.53	550.3 ± 59.7	الرستمية	A -2
61.3 ± 6.6	4.97 ± 0.54	559.1 ± 60.2	جسر ديبالى الجديد	A -3
75.3 ± 8.5	6.1 ± 0.69	684.9 ± 77.6	جسر ديبالى الجديد	A -4
69 ± 7.9	5.59 ± 0.64	628.6 ± 72.4	جسر ديبالى الجديد	A -5
56.8 ± 5.1	4.6 ± 0.42	517.7 ± 47.3	الزوية	A -6
46.3 ± 8.2	3.75 ± 0.67	421.5 ± 76.3	الزوية	A -7
62.7 ± 6.9	5.08 ± 0.56	571 ± 63.6	العريفية	A -8
61.2 ± 10.1	4.96 ± 0.82	557.6 ± 92.75	العريفية	A -9
60.1 ± 8.15	4.87 ± 0.66	547.3 ± 75	جسر ديبالى القديم	A -10
58 ± 4.56	4.7 ± 0.37	528.1 ± 42.3	جسر ديبالى القديم	A -11
75.9 ± 9.88	6.15 ± 0.8	690.8 ± 90.5	التويثة	A -12
78.1 ± 8.5	6.33 ± 0.69	711.5 ± 78.4	التويثة	A -13
63.9 ± 9.5	5.18 ± 0.77	582.8 ± 87.2	التويثة	A -14
61.13 ± 5.26	4.95 ± 0.426			المعدل الموزون

\* المعدل الموزون يحسب من العلاقة التالية :

$$\text{المعدل الموزون} = \frac{\sum \frac{X_i}{(\Delta X_i)^2}}{\sum \frac{1}{(\Delta X_i)^2}}, \quad \Delta W = \sqrt{\frac{1}{\sum (\Delta X_i)^2}}$$

إذ ان  $\Delta W =$  نسبة الزيادة والنقصان في المعدل الموزون ( $\pm$ )

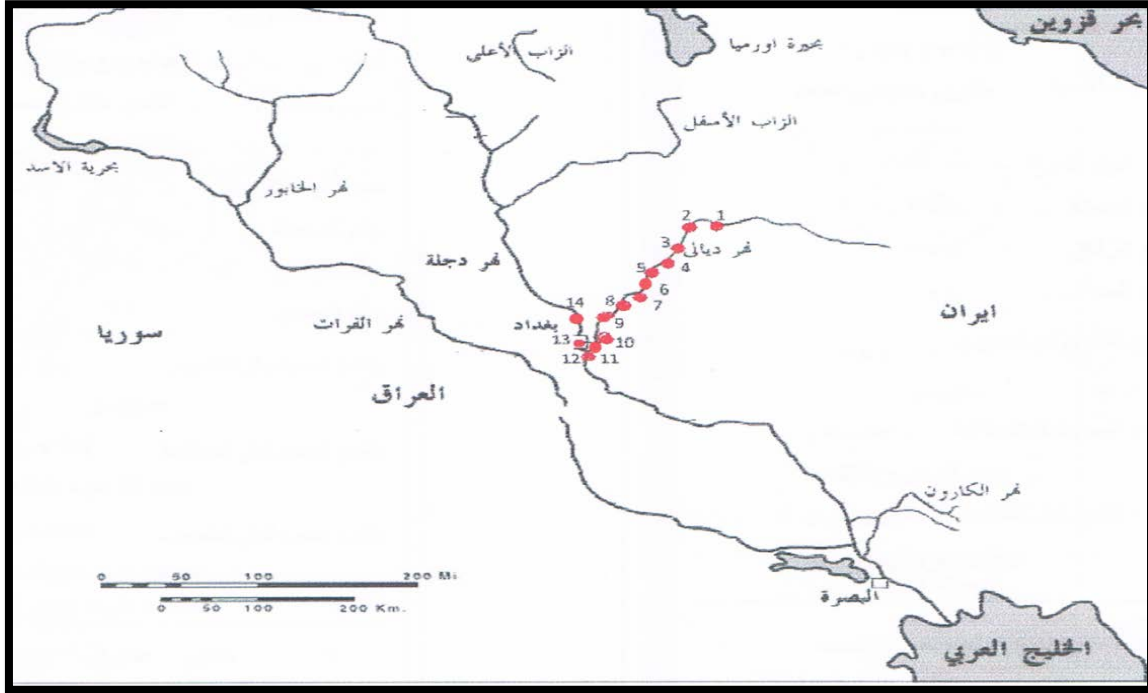


## جدول رقم (3): معدل الجرعة الفعالة الخارجية والداخلية والجرعة الممتصة ودليل الخطورة للنماذج المدروسة

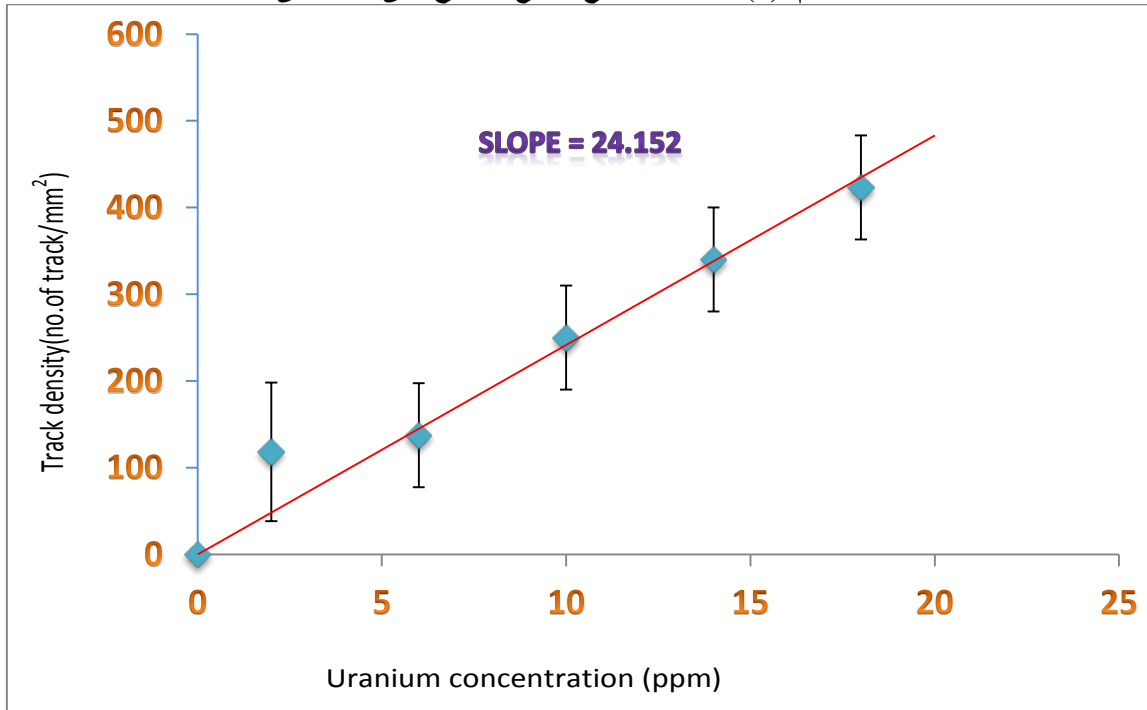
رقم النموذج	الموقع	الجرعة الممتصة (nGy/h)	معدل الجرعة الفعالة الداخلية (mSv/y)	معدل الجرعة الفعالة الخارجية (mSv/y)	دليل الخطورة (H <sub>ex</sub> )
A -1	الرستمية	23.52	0.162	0.029	0.302
A -2	الرستمية	25.36	0.174	0.0311	0.326
A -3	جسر ديالى الجديد	25.74	0.177	0.0315	0.331
A -4	جسر ديالى الجديد	31.62	0.217	0.039	0.407
A -5	جسر ديالى الجديد	28.98	0.199	0.0355	0.372
A -6	الزوية	23.856	0.164	0.0292	0.307
A -7	الزوية	19.446	0.133	0.024	0.250
A -8	العريفية	26.334	0.181	0.0323	0.338
A -9	العريفية	25.7	0.176	0.0315	0.330
A -10	جسر ديالى القديم	25.24	0.173	0.031	0.324
A -11	جسر ديالى القديم	24.36	0.167	0.03	0.313
A -12	التويثة	31.878	0.219	0.039	0.410
A -13	التويثة	32.8	0.225	0.04	0.422
A -14	التويثة	26.84	0.184	0.033	0.343
المعدل		26.549	0.182	0.0325	0.341

## جدول رقم (4): مدى ومعدل الفعالية النوعية لليورانيوم المنضب في نماذج رواسب الانهار لمختلف بلدان العالم مقارنة بنتائج الدراسة الحالية

التسلسل	الدولة	مدى الفعالية النوعية (Bq/kg)	معدل الفعالية النوعية (Bq/kg)	المصدر
1	العراق	44 ← 64	53	[10]
2	نيجيريا	17 ← 51	28	[12]
3	بنغلادش	20 ← 90	38	[13]
4	الصين	26 ← 119	62	[14]
5	تركيا	15 ← 224	75	[15]
6	جمهورية أيرلندا	8 ← 120	37	[16]
7	فرنسا	9 ← 62	37	[17]
8	تايوان	0.87 ← 35	18	[18]
9	مصر	5 ← 64	17	[19]
10	الكويت	5 ← 115	36	[20]
11	العراق	46 ← 78	61	الدراسة الحالية

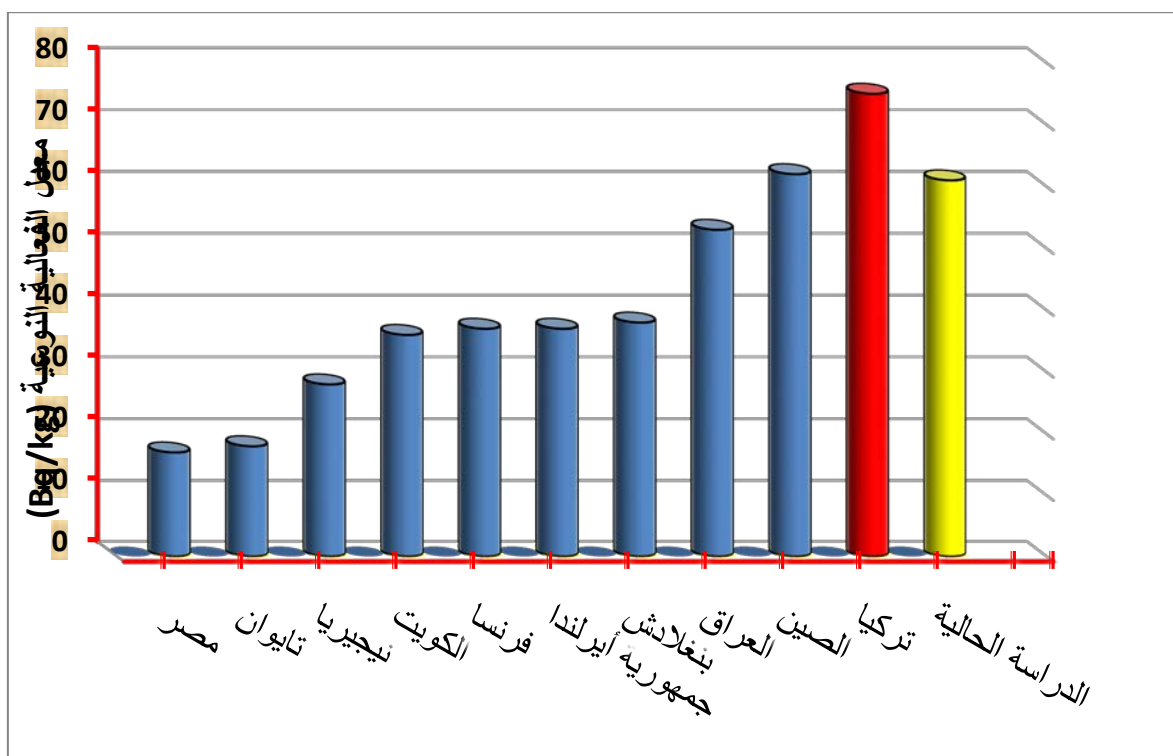


شكل رقم (1): خريطة توضح مواقع النماذج على نهر ديبالى



شكل رقم (2): علاقة كثافة الاثار مع تراكيز اليورانيوم للنماذج القياسية





شكل رقم (3): مقارنة بين معدلات الفعالية النوعية لليورانيوم المنضب في نماذج رواسب الانهار لمختلف بلدان العالم مع الدراسة الحالية

## Calculation of the Concentrations of Depleted Uranium in The Diyala River Sediment Samples Using The Nuclear Track Detector CR-39

Auday T. Subhi

Dept. of Physics/ College of Education For Pure Science (Ibn Al-Haitham) /  
University of Baghdad

Received in: 9 September 2012 , Accepted in: 25 February 2013

### Abstract

In this study, depleted uranium concentrations were calculated in sediments Diyala River samples, where 14 samples of sediment along the Diyala River were collected, starting from the Rustumiya area and ending with the Tuwaitha area after its confluence with the River Tigris, using the solid - state nuclear track detectors technique (SSNTDs).

We found that the highest concentration of depleted uranium was in the sample (A-13), and was taken from the Tuwaitha area with the specific activity of the amount ( $78.1 \pm 8.5$  Bq/kg) and the lowest concentration of the depleted uranium was in the sample (A-7), and was taken from the Azwaip area with the specific activity of the amount ( $46.3 \pm 8.2$  Bq/kg) and the average up to ( $61.13 \pm 5.26$  Bq/kg).

The results showed that the average hazard index of these samples was up to (0.341) which is the limit being less than 1 and converged with what is recorded in some international organizations such as the (WHO) and (EPA). The results also show that external effective dose average was around (0.0325 mSv/y) and the internal effective dose average was around (0.182 mSv/y).

**Key Words:-** depleted uranium, Diyala River, solid-state nuclear track detectors (SSNTDs), hazard index, absorbed dose, effective dose, Tuwaitha area.