

خريطة مبسطة للنشاط الاشعاعي الطبيعي لمدينة الموصل

رشيد محمود يوسف¹, علي حسن احمد², صفوه وليد احمد³

¹ قسم علوم البيئة ، كلية البيئة ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

¹rasheedy11@gmail.com

² قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة صلاح الدين ، اربيل ، العراق

²aha66sara@yahoo.com

³ قسم علوم البيئة ، كلية البيئة ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

³safwa.waleed25@gmail.com

تاريخ قبول البحث: 2016/2/23

تاريخ استلام البحث: 2015/10/11

الخلاصة

يهدف البحث الى تحديد مستويات النشاط الاشعاعي الطبيعي لغاز الرادون في عينات منتخبة لبعض عناصر بيئة مدينة الموصل (تربة، نبات، ماء) ورسم خريطة للنشاط الاشعاعي الطبيعي وفق نظام المعلومات الجغرافية GIS. اذ تم حساب تراكيز كل من الرادون ^{222}Rn واليورانيوم ^{238}U لاثنى عشر منطقة منتخبة من مناطق مختلفة لمدينة الموصل حيث اجريت الدراسة باستخدام تقنية كاشف الاثر النووي الصلب نوع CR-39. بعدها تم ادخال النتائج الى ذاكرة الحاسوب بهيئة رقمية Digital وتم ربط البيانات التي تم ادخالها و تخزينها عن طريق احداثيات جغرافية بمواقعها المكانية باستخدام نظام المعلومات الجغرافية GIS.

وتم استخدام برنامج ArcGIS 10.2.1 سطح المكتب، Erdas 9.2 لاستكمال منهجية البحث لإنتاج الخرائط النهائية من دراسة الموقع، تشير النتائج الى ان اقل تركيز لليورانيوم والرادون كان في حي 17 تموز وهي (1.590168 ppm) لليورانيوم و ($1.213170 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) للرادون في الحيز الهوائي للحجرات و ($10^5 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) تركيز الرادون في عينات التربة، و (0.393860 ppm) لليورانيوم أو (10^3 Bq.m^{-3})

0.153242) للرادون في الحيز الهوائي للحجرات و($0.033357 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) للرادون في عينات النبات لحي 17 تموز، و(0.0319246ppm) لليورانيوم و($0.0286052 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) للرادون في الحيز الهوائي للحجرات و($0.0038917 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) تركيز الرادون في عينات الماء لحي الاخاء. وكان أعلى تركيز في حي المعلمين وهي (2.704451 ppm) لليورانيوم و ($2.073883 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) للرادون في الحيز الهوائي للحجرات و($0.451442 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) تركيز الرادون في عينات التربة، و(0.852159ppm) لليورانيوم أو ($0.337133 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) للرادون في الحيز الهوائي للحجرات و ($10^5 \times 0.073387 \text{ Bq.m}^{-3}$) للرادون في عينات النبات لحي المعلمين، و(0.0843723 ppm) لليورانيوم أو ($10^3 \times 0.0755996 \text{ Bq.m}^{-3}$) للرادون في الحيز الهوائي للحجرات و($0.0102853 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) تركيز الرادون في عينات الماء لحي الفاروق.

وجميع هذه القيم تقريبا مسموح بها عالميا وتأثيرها محدود على الصحة والبيئة لكن المهم اننا استطعنا استخدام برنامج نظام المعلومات الجغرافي GIS لرسم خريطة للأشعاع الطبيعي في مدينة الموصل كوسيلة للمراقبة الاشعاعية وتحديثها دوريا.

كلمات دالة: خريطة اشعاعية , نظم المعلومات الجغرافية , الموصل , الرادون , CR-39.

A simplified map of natural radioactivity for Mosul city

Rasheed M. Yousuf¹, Ali H. Ahmed², Safwa W .Ahmed³

¹Department of Environmental Sciences, College of Environment, University of Mosul,
Mosul, Iraq

rasheedy11@gmail.com

²Department of Physics, College of Science, University of Salahaddin, Erbil, Iraq

aha66sara@yahoo.com

³Department of Environmental Sciences, College of Environment, University of Mosul,
Mosul, Iraq

³safwa.waleed25@gmail.com

ACCEPTED DATE:23/2/2016

RECEIVED DATE:11/10/2015

ABSTRACT

The aim of the present study is to determine the natural radioactivity levels for radon gas in selected samples of some of the environmental elements in the Mosul city of (soil, plant and water) and making map of natural radioactivity for Mosul city using Geographic Information System technique.

The concentration of (^{222}Rn) and (^{238}U) at twelve different regions in Mosul have been estimated using nuclear track detector (CR-39).

The obtained results were entered to the computer in digital form, and it has been connected to data entered and stored by geographic coordinates with their spatial location using Geographic Information System (GIS). Later on the ArcGIS 10.2.1 Desktop, Erdas9.2 to produce the final maps from the study site.

The obtained results show that the lowest concentration of uranium and radon were found to be: in the Soil sample in Hai 17 tammuz and it is (1.590168 ppm) of uranium and ($1.213170 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon in the air space of the chambers, and it is ($0.264082 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon concentration in the samples; in the plant sample in Hai 17 tammuz, and (0.393860 ppm) of uranium and ($0.153242 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon in the air space of the chambers and ($0.033357 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) radon concentration in the samples; in the water sample in Hai Al Ekhaa, and it is (0.0319246 ppm) of uranium and ($0.0286052 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon in the air space of the chambers, and ($0.0038917 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon concentration in the samples.

The highest concentrations were found to be: in the soil sample in Hai Al moalmen, (2.704451 ppm) of uranium or ($2.073883 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon in the air space of the chambers ($0.451442 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon concentration in the samples ; in the plant sample in Hai Al moalmen, (0.852159 ppm) of uranium or ($0.337133 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon in the air space of the chambers ($0.073387 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) for Radon concentration in the samples; in the water sample in Hai Al Faroooq (0.0843723 ppm) of uranium or

($0.0755996 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon in the air space of the chambers ($0.010285 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) for radon concentration in the samples.

Almost of these values are allowed globally and their impact on health and the environment is not significant. But the important thing that were able to use the Geographic Information System program to draw the map of natural radiation in Mosul city as a mean for radioactivity monitoring periodically updated.

Keywords: Radiation map , GIS , Mosul , Radon , CR- 39.

1. المقدمة (Introduction)

مع التزايد المطرد في استخدام النظائر المشعة والأشعة المؤينة في المجالات المختلفة للحياة العصرية في كل من الأغراض السلمية أو غير السلمية تتزايد فرص التلوث البيئي بالإشعاع خارجيا وداخليا، وعليه تتزايد الحاجة الى معرفة وتقدير العناصر المشعة المتواجدة في البيئة لتحديد مدى التلوث الذي اصاب هذه البيئة. ومن المعلوم ان التلوث الاشعاعي للبيئة يمكن ان يتم من تلوث العناصر الأساسية المكونة للبيئة وهي (تربة وماء وهواء)، وان تلوث اي من هذه العناصر ينتقل الى العناصر الاخرى، وقد يجد طريقه الى النبات والحيوان ومنهما الى الانسان عن طريق السلسلة الغذائية [1]. ان تأثير الاشعاع على الانسان يظهر على شكل امراض جسدية او تغيرات جينية، وتعتمد هذه التغيرات في ظهورها على جرعة الاشعاع المستلم، والفترة الزمنية الكامنة التي تمتد من ساعات الى عدة سنوات وهي الفترة منذ التعرض الاول للإشعاع حتى بداية ظهور اثار اعراضه [2].

يتولد غاز الرادون ^{222}Rn نتيجة التحلل التلقائي (Spontaneous Decay) لعنصر الراديوم ^{226}Ra الذي يوجد في القشرة الارضية والذي يعتمد على وجود اليورانيوم ^{238}U الذي يقدر الجيولوجيون وجوده في القشرة الارضية بنسبة 3 ppm [3]، حيث يوجد اليورانيوم بكميات مختلفة في الطبيعة في الصخور والتربة والماء والهواء والنباتات والحيوانات والجسم البشري وفي اماكن اخرى، اجريت العديد من البحوث لحساب تراكيز المواد المشعة في التربة [4]، والنبات [5]، والماء [6]، والهواء [7]، ومواد البناء [8]، ونماذج بايولوجية [9]، والسمنت [10]، والاسمدة [11]، واستخدمت فيها تقنيات مختلفة مثل التحليل الطيفي لأشعة كاما (Gamma Ray Spectrometry) والفلورة بالأشعة السينية (X Ray Fluorescence)

والتحليل بالتنشيط النيوتروني (Neutron Activation Analysis) وتقنية عد الآثار باستخدام كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة (Solid State Nuclear Track Detectors) .

ويفضل استخدام التقنية الأخيرة لأنها بسيطة ولا تحتاج الى اجهزة معقدة وغير مكلفة, يعد كاشف الاثر CR-39 من الكواشف البوليمرية الحساسة لقياس تراكيز باعثات جسيمات الفا والتي تعمل على توليد مسار ضيق لضرر الاشعاع يدعى الاثر المستتر والذي يكون له القابلية على القشط اكثر من بقية السطح العام للكاشف عند وضعه في محلول قاعدي ملائم للقشط كمحلول هيدروكسيد الصوديوم او هيدروكسيد البوتاسيوم لإظهار الآثار, أذ إن المواد القاشطة تهاجم المناطق التي تعرضت للإشعاع المناطق التالفة بمعدل أكبر من المناطق السليمة لان هذه المناطق أكثر هشاشة من المناطق التي لم تتعرض للإشعاع لأمتلاكها طاقة حرة أكبر من المناطق السليمة بسبب سقوط الجسيمات المشحونة عليها [12].

مع تطور تقنية الحاسب الآلي وقواعد المعلومات وتوفرها خاصة الرقمية منها بدأ الاهتمام باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS لتخزين ومعالجة ورسم المعلومات البيانية والخرائطية المطلوبة في معظم التطبيقات البيئية. وتتميز تقنية نظم المعلومات الجغرافية عن غيرها من نظم وبرمجيات الحاسب الآلي في تخزين ومعالجة ورسم المعلومات بشقيها البياني والجغرافي حيث ان كل معلومة بيانية وموقع جغرافي يحملان رقم التعريف نفسه، هذا بالإضافة إلى استخدام الإحداثيات الأرضية كإحداثيات للعناصر الجغرافية الممثلة بالنقطة والخط والشكل و تتميز كذلك نظم المعلومات الجغرافية باحتوائها على برامج خاصة لدوران وتصحيح واسقاط الخرائط وغيرها من العمليات الجغرافية مع المحافظة على المعلومات البيانية لجميع العناصر الجغرافية التي تم دورانها وتصحيحها واسقاطها [13]، أما في إطار تعريفه الذي سيكون فيه نوع من الإسهاب لتعدد استخدامات النظام فيشار له: احدث تقنية متبعة باستخدام أجهزة الحاسوب لحفظ كميات هائلة من البيانات الجدولية (وهي التي تترتب في جداول وتسمى أيضاً البيانات الوصفية) مع مساحات كبيرة من الخرائط التي لا يمكن حفظها بصورة أمينة على الورق، ويتم حفظ البيانات مع الخرائط بطريقة مترابطة بحيث يسهل على المستخدم عرض البيانات الجدولية مع الخرائط وبعده أساليب، وكذلك إجراء عمليات معالجة حسابية عليها لاستخراج النتائج بوقت وجهد قليلين والاستفادة منها في اتخاذ القرارات بالسرعة المناسبة [14].

يهدف البحث الى عمل خريطة للنشاط الاشعاعي الطبيعي لبعض مكونات البيئة الخاصة بمدينة الموصل وفق نظام المعلومات الجغرافية GIS وتحديد مستويات الخلفية الاشعاعية لهذه النماذج باستخدام تقنية عد الاثار النووية, لتكون قادرين على تحديد مستويات التلوث في تربة ونبات وماء مدينة الموصل. ان تحديد مستويات الاشعاع في منطقة ما يمكننا من تحديد التلوث الاشعاعي المضاف للبيئة ومدى توزيعه في البيئة بعيدا او قريبا من مصادر التلوث الاشعاعي في المناطق المدروسة [15].

2. منطقة الدراسة (Study area)

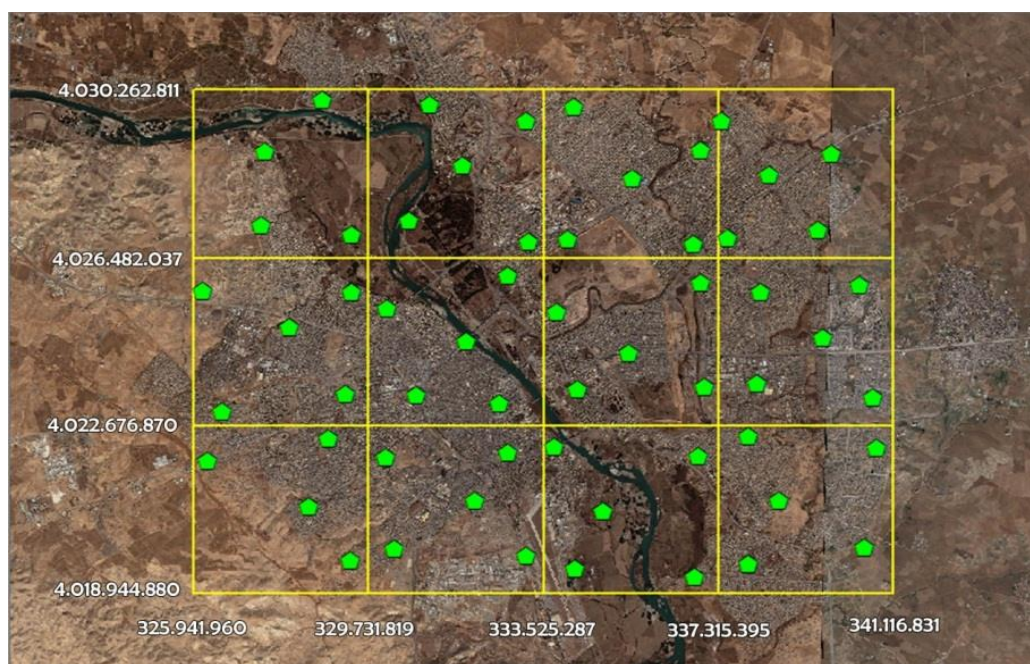
تقع مدينة الموصل بين دائرتي عرض ($34^{\circ} 55' - 37^{\circ} 03'$) شمالا, وخطي طول ($41^{\circ} 25' - 44^{\circ} 25'$) شرقا. تحتل مدينة الموصل من حيث الموقع الجغرافي الجزء الشمالي والشمالي الغربي من العراق يمتاز سطح مدينة الموصل بالتباين في صفاته الطبوغرافية من منطقة إلى أخرى, إذ يؤثر ما يحيط بها من مرتفعات وسلاسل جبلية عالية في تحديد اتجاه الرياح والمنخفضات الجوية ومسالكها ويخترق نهر دجلة المدينة بشكل متعرج من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي, ليقسمها إلى قسمين شرقي يتصف بكونه أكثر ارتفاعاً لامتداده ضمن المنطقة الجبلية العالية وقسم غربي يمتد الجزء الأكبر منه في المنطقة المتموجة وأهم ما تتميز به المدينة من معالم السطح الطبوغرافية هو وجود منطقتين هما المنطقة الجبلية و المنطقة المتموجة [16].

واختيرت محافظة الموصل لدراسة النشاط الإشعاعي لثلاثة مكونات هي التربة والنبات والماء, وعدد العينات هي 174 عينة لكل مكون 58 عينة لمناطق مختلفة من مدينة الموصل.

3. جمع النماذج وتهيئتها للقياس (Samples collection and preparation)

قسمت مدينة الموصل الى (12) قطاع بشكل شبكة من مربعات كما في الشكل (1).

ثم جمعت النماذج من خمسة مواقع تقريبا في كل قطاع حيث اخذ نموذج عند كل ركن من اركان المربع الخاص بالقطاع ونموذج خامس عند مركز المربع نفسه. ثم استخدمت لغرض حساب معدل القياسات الناتجة عند النماذج الخمسة في كل قطاع واعتمادها نتيجة تصف مستوى الاشعاع فيه.



الشكل (1) خريطة مدينة الموصل مقسمة الى 12 قطاع

اعتمدت في هذه الدراسة نماذج اخذت من المكونات البيئية: هي التربة والنبات والماء ، وعدد العينات هي 174 عينة بمعدل 58 عينة لكل مكون.

جمعت 58 عينة ترابية على عمق يتراوح بين 5 – 15 cm حيث من المحتمل أن تكون الطبقة السطحية قد تكونت بسبب الظروف الجوية من أمطار وسيول ورياح، وبعد الحصول على العينات يتم تصفيتها من الشوائب ثم طحنت ثم نخلت بمنخل ناعم قطر تسريبه 2mm للحصول على مسحوق ناعم وتوضع النماذج في حاويات بلاستيكية لحفظها لحين تحليلها.

اما عينات الماء والنبات فقد جمعت من مناطق جمع التربة نفسها حيث وضعت عينات الماء في قناني سعة (1 لتر) من الشبكة العامة للمياه وجمعت عينات نبات الدفلة (الاسم العلمي: نيريوم اودريم *Nerium odorum*) [17] او نبات

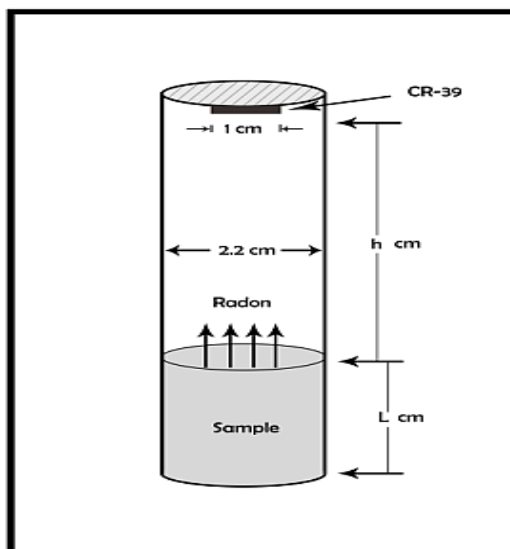
اليوكالبتوس (الاسم العلمي: *Eucalyptus camaldulensis*) [18] نظرا لوجودها في موقع الدراسة لمدة طويلة نسبيا, تم جمعها بوزن اكثر من 100 غرام لكل عينة ويتم تجفيفها بصورة تامة في فرن تجفيف بدرجة حرارة 80 درجة مئوية ولمدة 48 ساعة, ثم تزال الأجسام الغريبة العالقة بها وتطحن ميكانيكيا وتتعم وتتخل بمنخل قطر تسريبه 2mm وبعدها تصبح جاهزة للفحص المختبري.

4. الجزء العملي (Experimental Part)

استخدمت تقنية كاشف الاثر النووي الصلب وذلك لأنه حساس جدا للأيونات الثقيلة مثل البروتون وجسيم الفا ونواتج الانشطار وبعد هذا الكاشف احد افضل الكواشف المستخدمة في تسجيل اثار جسيمات الفا المنبعثة من الرادون ^{222}Rn [19] والذي عد الناتج الطبيعي لانحلال اليورانيوم, والكاشف المستخدم ذو صناعه امريكية ذو سمك (0.5mm) ومساحة (1cm^2) لكل عينة.

حيث تم تعريض الكاشف (CR-39) الى العينات قيد الدراسة بعد ان تم تجفيفها بواسطة فرن كهربائي وتنظيفها من الشوائب وطحنها ونخلها بمنخل ناعم قطر تسريبه 2mm ومن ثم تم وزن من كل عينة (20 gm) تقريبا للتربة و (10 gm) تقريبا للنبات و (15 ml) للماء, ووزنت عينات التربة والنبات بميزان حساس حساسيته (0.001gm).

تم تشيع كواشف الاثر CR-39 باستخدام تقنية انابيب الاختبار التي هي طريقة قياس طويلة الامد حيث تعد تقنية انابيب الاختبار (حجرات الانتشار الأسطوانية كما في الشكل (2)) من التقنيات المفضلة في تحديد تراكيز الراديوم واليورانيوم.



شكل (2) يوضح منظومة القياس المستخدمة في البحث.

تكون حجرات الانتشار (انابيب الاختبار) ذات قطر (2.2 cm). تم اغلاق هذه الحجرات بسدادات محكمة الغلق مع مراعات كون المسافة بين سطح العينة و سطح السداد السفلي من الداخل الذي ثبت فيه قطعة الكاشف عن مسافة (16 cm) عن عينات التربة والنبات و(10 cm) عن عينات الماء، وتم احكام غلق حجرات الانتشار وذلك باستخدام شريط لاصق تلافيا للتبادل بين غاز الرادون والمحيط الخارجي، مع مراعات بقاء المسافة بين سطح العينة والكاشف مساوية الى (16 cm) لعينات التربة والنبات و(10 cm) لعينات الماء، حيث تركت حجرات الانتشار ويدخلها الكواشف لمدة 30 يوم، وبعد انتهاء فترة التشعيع اخذت الكواشف واجريت عليها عملية القشط الكيميائي باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH عياريته 6.25 N عند درجة حرارة $70 \pm 1^\circ \text{C}$ ولمدة خمس ساعات. وبعدها تم غسل الكواشف المقشوة بالماء المقطر جيدا ثم تجفيفها لتبدأ عملية المشاهدة المجهرية وحساب الاثار المتكونة فيها بواسطة المجهر الضوئي عن طريق عد الاثار المنتظمة لجسيمات الفا الساقط على الكاشف لوحدة المساحة للوجه المعرض للعينات المستخدمة، وكذلك تم حساب الخلفية الإشعاعية للكاشف اذ تم ذلك بوضع الكاشف بأنبوبة اختبار فارغه من العينات واغلقت بأحكام بالطريقة نفسها وبالمدة الزمنية التي حددت في حالة وجود العينات، ولقد بلغت الخلفية الشعاعية $100 \text{ Track.cm}^{-2}$ وتم طرحها من كثافة الاثار التابعة لجسيمات الفا المنبعثة من العينات قيد الدراسة. وجرت عملية المشاهدة المجهرية باستخدام مجهر ضوئي بقوة تكبير 400X.

تقدم نظم المعلومات الجغرافية تسهيلات كثيرة في تشكيل قاعدة بيانات كبيرة الحجم, كما تعطي امكانية تعديل وحذف وتحليل لهذه البيانات بهدف استثمار على نحو أمثل.

حيث تم ادخال المعطيات Input data الى ذاكرة الحاسوب وفقا لطبيعة البيانات وبهيئة رقمية (Digital). ومن ثم ربط البيانات التي تم ادخالها وخزنها عن طريق احداثيات جغرافية بمواقعها المكانية.

يتم الحصول على البيانات التي يتم اعتمادها بصورة مباشرة لبناء قواعد المعلومات المكانية ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية, وذلك لكونها ذات تعريف احداثي لكل منها, عن طريق صور البيانات الفضائية وبيانات نظام تحديد المواقع العالمي (GPS). وخزنت البيانات في نظم المعلومات الجغرافية بالصيغة النقطية (Vector Formats) في هذه الطريقة يتم خزن البيانات النقطية على شكل (X,Y).

5. الحسابات (Calculations)

يمكن حساب تركيز الرادون في الحيز الهوائي المحصور بين العينة والكاشف وذلك باستعمال العلاقة الآتية [20]:

$$C_{Rna} = \frac{\rho}{K.T} \dots\dots\dots (1)$$

إذ أن :

ρ كثافة الآثار Track/cm^2 .

K ثابت الانتشار .

C_{Rna} تركيز الرادون في الحيز الهوائي Bq/m^3 .

T زمن التشعيع .

تم حساب ثابت الانتشار K لحجرة الانتشار المستخدمة في هذه الدراسة حسب شكل مقياس الجرع (2) وفق العلاقة الآتية [21]:

$$K = \frac{1}{4} r (2 \cos \theta_c - r / R_\alpha) \quad \dots\dots\dots (2)$$

إذ أن:

r نصف قطر الأنبوبة المستعملة كحجرة انتشار ويساوي (1.1 cm).

θ_c الزاوية الحرجة للكاشف التي تساوي (35°).

R_α مدى جسيمات ألفا في الهواء الناتجة عن انحلال (^{222}Rn) الذي يساوي (4.015cm).

وعند التعويض عن هذه القيم في المعادلة (2) نجد أن قيمة ثابت الانتشار (K) بوحدات الطول تساوي ($K=0.3776$ cm) أو ($K=0.0326 \text{ Tr. cm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} / \text{Bq. m}^{-3}$), ولإيجاد تركيز الرادون في العينات C_{Rns} تستعمل العلاقة الآتية [22]:

$$C_{\text{Rns}} = \lambda_{\text{Rn}} C_{\text{Rna}} h \quad T/L \quad \dots\dots\dots (3)$$

إذ أن :

C_{Rns} تركيز الرادون داخل العينات Bq/m^3 .

C_{Rna} تركيز الرادون داخل الحيز الهوائي Bq/m^3 .

λ_{Rn} ثابت انحلال الرادون ويساوي 0.1814 d^{-1} .

h ارتفاع الحيز الهوائي.

L ارتفاع العينة (السلك).

T زمن التشعيع بالأيام.

ويمكن إيجاد النشاط الإشعاعي A للرادون الناتج من العينات بوحدات Bq وذلك باستعمال العلاقات الآتية [23]:

$$A_{Rns} = C_{Rns} V_s \dots\dots\dots (4)$$

$$V_s = \pi r^2 L \dots\dots\dots (5)$$

إذ V_s : حجم العينة m^3 .

ولأجل حساب تركيز اليورانيوم في العينات المدروسة فإنه يمكن تحديد عدد ذرات اليورانيوم N_u وبالتالي تركيز اليورانيوم

في هذه العينات من خلال تحديد عدد ذرات غاز الرادون N_{Rn} من العلاقة [24]:

$$A_{Rn} = \lambda_{Rn} N_{Rn} \dots\dots\dots (8)$$

وباستخدام قانون التوازن الإشعاعي المثالي يتم إيجاد عدد ذرات اليورانيوم في العينات المستخدمة من المعادلة:

$$\lambda_u N_u \approx \lambda_{Rn} N_{Rn} \dots\dots\dots (9)$$

λ_u : ثابت انحلال اليورانيوم ويساوي $4.9 \times 10^{-18} \text{ Sec}^{-1}$

λ_{Rn} : ثابت انحلال الرادون ويساوي $2.1 \times 10^{-6} \text{ Sec}^{-1}$

أما وزن اليورانيوم (كتلته) في العينات (gm) W_u فيمكن إيجاده من المعادلة :

$$W_u = N_u A_u / N_{av} \dots\dots\dots (10)$$

A_u : العدد الكتلي لليورانيوم U^{238}

N_{av} : عدد أفوكادرو ويساوي $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{gm}^{-1}$

ولإيجاد تركيز اليورانيوم في العينات بوحدة (ppm) نستخدم العلاقة الآتية:

$$C \text{ (ppm)} = W_u / W_s \dots\dots\dots (11)$$

W_s : وزن العينة (كتلتها) (gm) .

6. النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

لغرض تحديد مستوى التلوث الاشعاعي في العينات المدروسة (التربة والنبات والماء), اعتمد تركيز الرادون في الحيز الهوائي وتركيزه داخل العينات بوحدة (Bq.m^{-3}) وكذلك تركيز الرادون (الفاعلية الإشعاعية) للعينات بوحدة (Bq), وبالتالي تركيز اليورانيوم في هذه العينات بوحدة (ppm) كمقياس لهذا التلوث.

1.6 عينات التربة:

الجدول (1) يبين العينات المستخدمة في الدراسة واوزانها وسمك كل عينة وكثافة الاثار (Tr.cm^{-2}) ويبين ايضا تراكيز الرادون للعينات في الحيز الهوائي وتركيزه داخل العينات. و الفاعلية الاشعاعية للرادون (Bq) وعدد ذرات اليورانيوم وكتلته وتركيزه في العينات (ppm), ومن الجدير بالذكر والملاحظة ان تركيز اليورانيوم قد تراوح بين اقل قيمة 1.590168 (ppm) لحي 17 تموز, واعلى قيمة (2.704451 ppm) لحي المعلمين, وان معدل التركيز كان تقريبا (2.2557747 ppm) .

ويلاحظ ايضا من **الجدول (1)** ان تركيز الرادون في الحيز الهوائي للحجرات تتراوح بين اقل قيمة (10^3 Bq.m^{-3}) و (1.213170) لحي 17 تموز, واعلى قيمة ($2.073883 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) لحي المعلمين, وان معدل التركيز كان تقريبا ($1.713891 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) .

اما تركيز الرادون في العينات فيلاحظ من الجدول نفسه ان اقل قيمة كانت لحي 17 تموز حيث بلغ (10^5 Bq.m^{-3}) و (0.264082), وان اعلى قيمة كانت لحي المعلمين حيث بلغ ($0.451442 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) وان معدل التركيز كان تقريبا ($0.373079 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) .

جدول (1) اسماء عينات التربة ووزنها وسمكها وكثافة الاثاروكثافة فعالية الرادون في الحيز الهوائي وداخل العينات والفاعلية الإشعاعية للرادون وعدد ذرات اليورانيوم وكتلته وتركيزه .

تركيز اليورانيوم في العينات $C_u(\text{ppm})$	كتلة اليورانيوم في العينات $W_u(\text{gm}) \times 10^{-6}$	عدد ذرات اليورانيوم في العينات $N_u \times 10^7$	الفاعلية الإشعاعية للرادون $A_{Rn}(\text{Bq})$	كثافة فعالية الرادون داخل العينات $C_s(\text{Bq. m}^{-3}) \times 10^5$	كثافة فعالية الرادون في الحيز الهوائي $C_a(\text{Bq. m}^{-3}) \times 10^3$	كثافة الاثار Tr.c m^{-2}	سمك العين L (cm)	وزن العين $\text{kg} \times 10^{-3}$	المنطقة	ت العين نة
2.2866 32	47.1755 18	1.1938 57	0.5829 60	0.38339 2	1.76126 8	1724	4	20.631 0	الميثاق	1
2.1383 07	42.9614 64	1.0872 13	0.5308 86	0.34914 5	1.60393 9	1570	4	20.091 3	الحاوي	2
2.2483 28	45.5884 07	1.1536 93	0.5633 48	0.37049 4	1.70201 4	1666	4	20.276 5	وادي حجر	3
2.7044 51	55.5488 99	1.4057 60	0.6864 32	0.45144 2	2.07388 3	2030	4	20.539 8	المعلم ين	4
2.2544 58	44.4938 47	1.1259 93	0.5498 22	0.36159 9	1.66114 9	1626	4	19.735 9	الاخاء	5
2.3034 18	47.0660 62	1.1910 87	0.5816 08	0.38250 3	1.75718 1	1720	4	20.433 1	الجزائر	6
2.0644 45	41.8669 04	1.0595 14	0.5173 60	0.34025 0	1.56307 4	1530	4	20.279 9	الفاروق	7
1.9465 77	39.6230 57	1.0027 29	0.4896 32	0.32201 4	1.47930 2	1448	4	20.355 3	الاصلاح	8
2.3537 79	47.3966 30	1.1993 97	0.5856 65	0.38517 1	1.76944 1	1732	4	20.135 4	الزهور	9
2.5213 43	52.1010 37	1.3185 06	0.6438 26	0.42342 2	1.94515 9	1904	4	20.664 0	البلديات	10
2.6573 91	54.5637 96	1.3808 30	0.6742 59	0.44343 7	2.03710 5	1994	4	20.532 8	الغابات	11
1.5901 68	32.4947 38	0.8223 35	0.4015 46	0.26408 2	1.21317 0	1187. 5	4	20.434 7	17 تموز	12

وباقى التراكيز متقاربة وقد يكون السبب في التقارب هو وقوع هذه العينات على نفس الخط بالنسبة للتكوين الجيولوجي

ولتشابه مكوناتها، وبالمقارنة مع الحد المسموح لليورانيوم (11.7 ppm) وفقاً لـ (UNSCEAR) (The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)

ضمن الحدود المسموح بها وطبيعية لاتضر بالصحة ولا بالبيئة. وعند مقارنة هذه النتائج مع نتائج دراسات اخرى في بعض

الدول مثل (الصين وكوبا وفنلندا واليابان والسويد والمملكة المتحدة) اجريت على نماذج من التربة كما في الجدول رقم (2)

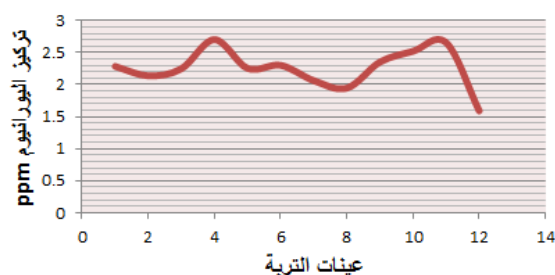
بان جميع التراكيز تعتبر طبيعية اذا قورنت بتركيز اليورانيوم في التربة في اغلب دول العالم.

جدول رقم (2) تراكيز اليورانيوم في ترب بعض الدول [26].

Country	Average (mg/kg)	Standard Deviation	Range of Values	Notes
CHINA	3.19	2.77	0.15–42	
CUBA	Western Region	4.3	-----	[0.73–9.6]
	Central Region	3.51	-----	[1.40–9.70]
	Eastern Region	0.91	-----	[0.93–15.9]
FINLAND	3.42	2.04	<0.3–48	
JAPAN	1.3	-----	0.258–5.51	
SWEDEN	1.79	1.48	0.00–50.0	
UK (NE England)	3	-----	0.5–17.2	
Present work	2.41709	0.5110	1.5232–3.2949	*Plant(1.2494)(0.2511) (0.7404–1.6568) Water(0.0524) (1.557) (0.0319–0.0844)

* هذه القيم حصلنا عليها في البحث الحالي ولم تتوفر بيانات عالمية للمقارنة.

ومن الجدير بالذكر ان الترب بمفهومها الصحيح هي عبارة عن رواسب طبيعية تدخل في تكوينها المعادن والمواد العضوية ويعتمد تركيبها الكيميائي ومدى احتوائها من العناصر على عدد من العوامل منها الظروف الجوية والتضاريس التي تلعب دورا كبيرا واساسيا ونوع الصخور الأم التي تكونت منها الترب وكذلك على الغطاء النباتي والفاعليات الحياتية للكائنات الحية [26] الشكل (3) يبين العلاقة بين تركيز اليورانيوم و مناطق الدراسة الاثنى عشر بوحدة (ppm).



الشكل (3) علاقة تركيز اليورانيوم في عينات التربة.

2.6 عينات النبات :

الجدول (3) يبين عينات النبات المستخدمة في الدراسة واوزانها وسمك كل عينة وكثافة الاثار (Tr.cm^{-2}) ويبين ايضا تراكيز الرادون للعينات في الحيز الهوائي وتركيزه داخل العينات النباتية. والفاعلية الاشعاعية للرادون (Bq) وعدد ذرات اليورانيوم وكتلته وتركيزه في العينات بال(ppm), ومن الجدير بالذكر والملاحظة ان تركيز اليورانيوم قد تراوح بين اقل قيمة (0.393860ppm) لحي 17 تموز واعلى قيمة (0.852159 ppm) لحي المعلمين, وان معدل التركيز كان تقريبا (0.588389 ppm) .

يلاحظ من **الجدول (3)** ان تركيز الرادون في الحيز الهوائي للحجرات تتراوح بين اقل قيمة (10^3 Bq.m^{-3}) لحي 17 تموز, واعلى قيمة ($0.337133 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) لحي المعلمين, وان معدل التركيز كان تقريبا ($0.225606 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$).

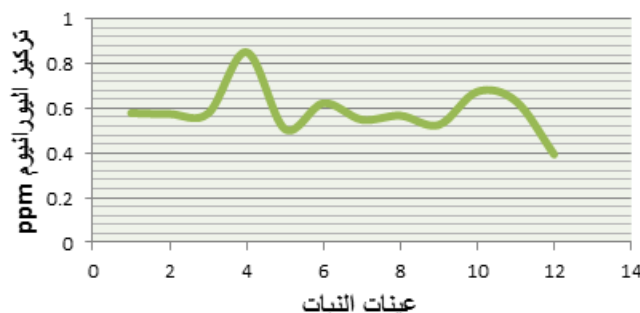
اما تركيز الرادون في العينات فيلاحظ من الجدول نفسه ان اعلى قيمة كانت في لحي المعلمين, حيث بلغ (10^5) لحي 17 تموز, واول قيمة كانت لحي 17 تموز, حيث بلغ ($0.033357 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$). وان معدل التركيز كان تقريبا ($0.049109 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$).

جدول (3) اسماء عينات النبات ووزنها وسمكها وكثافة الاثار وكثافة فعالية الرادون في الحيز الهوائي وداخل العينات و الفاعلية الإشعاعية للرادون وعدد ذرات اليورانيوم ووزنه وتركيزه .

تركيز اليورانيوم في العينات $C_u(\text{ppm})$	كتلة اليورانيوم في العينات $W_u(\text{gm}) \times 10^{-6}$	عدد ذرات اليورانيوم في العينات $N_u \times 10^{17}$	الفاعلية الإشعاعية للرادون $A_{Rn}(\text{Bq})$	كثافة فعالية الرادون داخل العينات $C_s(\text{Bq. m}^{-3}) \times 10^5$	كثافة فعالية الرادون في الحيز الهوائي $C_a(\text{Bq. m}^{-3}) \times 10^3$	كثافة الاثار Tr.c m^{-2}	سمك العين $L(\text{cm})$	وزن العين $\text{kg} \times 10^{-3}$	المنطقة	ت العين ة
0.57911 2	5.91062 1	0.14957 8	0.07303 9	0.04803 5	0.22066 9	216	4	10.206 3	الميثاق	1
0.57491 3	5.96534 9	0.15086 3	0.07371 5	0.04848 0	0.22271 2	218	4	10.376 0	الحاوي	2
0.57776 5	6.23898 9	0.15788 8	0.07709 6	0.05070 3	0.23292 8	228	4	10.798 4	وادي حجر	3
0.85215 9	9.03011 6	0.22852 2	1.11587 6	0.07338 7	0.33713 3	330	4	10.596 7	المعلم ن	4
0.50734 9	5.36334 2	0.13572 8	0.06627 6	0.04358 7	0.20023 7	196	4	10.571 3	الاخاء	5
0.62349 2	5.91062 1	0.14957 8	0.07303 9	0.04803 5	0.22066 9	216	4	9.4798	الجزائر	6
0.54949 5	5.58223 8	0.14126 8	0.06898 1	0.04536 6	0.20840 9	204	4	10.158 8	الفارو ق	7
0.56768 4	5.41807 0	0.13711 3	0.06695 2	0.04403 2	0.20228 0	198	4	9.5441	الاصلا ح	8
0.52621 1	5.47279 8	0.13849 8	0.06762 8	0.04447 7	0.20432 3	200	4	10.400 3	الزهور	9
0.67505 5	6.95045 3	0.17589 3	0.08588 8	0.05648 5	0.25949 0	254	4	10.296 1	البلديات	10
0.63357 8	6.56735 7	0.16619 8	0.08115 4	0.05337 2	0.24518 8	240	4	10.362 5	الغابات	11
0.39386 0	4.10459 8	0.10387 3	0.05072 1	0.03335 7	0.15324 2	150	4	10.421 4	17 تموز	12

ان معدل تراكيز اليورانيوم الطبيعي في انسجة الكائنات الحية هو بحدود (2 ppm). ويمكن ان يكون اعلى او اقل من هذه القيمة [27] وبذلك جميع تراكيز الدراسة الحالية تعتبر طبيعية من المعلوم ان جزءا صغيرا من كمية العنصر الكلي الموجود في التربة يكون صالحا للامتصاص بالنبات، وهذا الجزء القابل للاستفادة قد يتعرض لتغيرات كثيرة تتوقف على ظروف التربة من الأس الهيدروجيني (قلوية أو حموضة) وأكسدة أو اختزال ورطوبة او جفاف. ولقد استخدمت النظائر

المشعة بشكل مكثف لدراسة وقياس الكميات القابلة للتبادل من العناصر في التربة ومعدلات تبادلها وحركتها وقابليتها للاستفادة، وكذلك دراسة الميكانيكية التي يمتص بها العنصر بواسطة النبات [28].



الشكل (4) علاقة تركيز اليورانيوم ^{238}U في عينات النبات.

3.6 عينات الماء :

تشير النتائج في الجدول رقم (4) الى ان اقل تركيز لليورانيوم والراديون في عينات الماء تحت الدراسة كان في حي الاخاء (0.0319246ppm) لليورانيوم و ($0.0286052 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) للراديون في الحيز الهوائي للحجرات و (10^3) $0.0038917 \text{ Bq.m}^{-3}$ تركيز الراديون في العينات، واعلى تركيز كان في حي الفاروق (0.0843723 ppm) لليورانيوم و ($0.0755996 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) للراديون في الحيز الهوائي للحجرات و ($0.0102853 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) تركيز الراديون في العينات، اما معدل التركيز كانت (0.052637 ppm) لليورانيوم و ($0.047164 \times 10^3 \text{ Bq.m}^{-3}$) للراديون في الحيز الهوائي للحجرات و ($0.006416 \times 10^5 \text{ Bq.m}^{-3}$) للراديون في العينات.

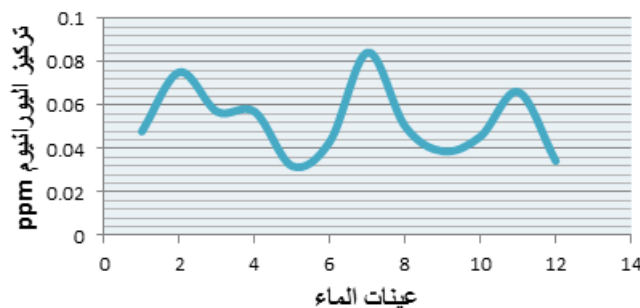
جدول (4) اسماء عينات الماء ووزنها وسمكها وكثافة الاثار وكثافة فعالية الراديون في الحيز الهوائي وداخل العينات و

الفاعلية الإشعاعية للراديون وعدد ذرات اليورانيوم ووزنه وتركيزه.

تركيز اليورانيوم في العينات $C_u(\text{ppm})$	كتلة اليورانيوم في العينات $W_u(\text{gm}) \times 10^{-6}$	عدد ذرات اليورانيوم في العينات $N_u \times 10^{17}$	الفاعلية الإشعاعية للراديون $A_{Rn}(\text{Bq})$	كثافة فعالية الراديون داخل العينات $C_s(\text{Bq.m}^{-3}) \times 10^5$	كثافة فعالية الراديون في الحيز الهوائي $C_a(\text{Bq.m}^{-3}) \times 10^3$	كثافة الاثار Tr.c m^{-2}	سمك العين $L(\text{cm})$	وزن العينة $\text{kg} \times 10^{-3}$	المنطقة	ت العينة
---	--	---	---	--	--	-----------------------------------	--------------------------	---------------------------------------	---------	----------

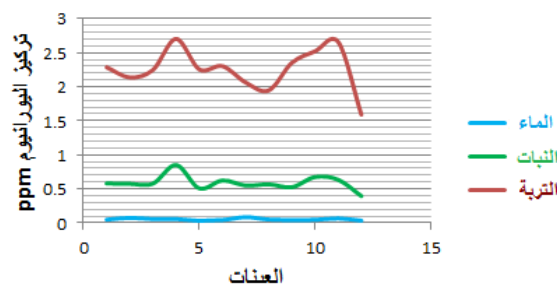
0.04788 69	0.71830 47	0.01817 79	0.08876 28	0.00583 76	0.04290 79	42	4	15	الميثاق	1
0.07525 09	1.12876 46	0.02856 53	0.01394 84	0.00917 34	0.06742 67	66	4	15	الحاوي	2
0.05700 83	0.85512 46	0.02164 04	0.01056 70	0.00694 95	0.05108 08	50	4	15	وادي حجر	3
0.05700 83	0.85512 46	0.02164 04	0.01056 70	0.00694 95	0.05108 08	50	4	15	المعلمين	4
0.03192 46	0.47886 98	0.01211 86	0.00591 75	0.00389 17	0.02860 52	28	4	15	الاخاء	5
0.04332 63	0.64989 47	0.01644 67	0.00803 09	0.00528 16	0.03882 14	38	4	15	الجزائر	6
0.08437 23	1.26558 45	0.03202 77	0.01563 91	0.01028 53	0.07559 96	74	4	15	الفاروق	7
0.05016 73	0.75250 97	0.01904 35	0.00929 89	0.00611 56	0.04495 11	44	4	15	الاصلاح	8
0.03876 56	0.58148 47	0.01471 54	0.00718 55	0.00472 56	0.03473 49	34	4	15	الزهور	9
0.04560 66	0.68409 97	0.01721 23	0.00845 36	0.00555 96	0.04086 46	40	4	15	البلديات	10
0.06612 96	0.99194 46	0.02510 28	0.01225 77	0.00806 14	0.05925 38	58	4	15	الغابات	11
0.03420 49	0.51307 48	0.01298 42	0.00634 02	0.00416 97	0.03064 85	30	4	15	17 تموز	12

لقد كانت جميع تراكيز الرادون في عينات الماء التي تمت دراستها اعلى من الحد المسموح به لتراكيز الرادون في مياه الشرب البالغ (0.0111 Bq/m^3) حسب وكالة حماية البيئة الامريكية EPA [29] و (0.1 Bq/m^3) حسب منظمة الصحة العالمية WHO [30]. تعتمد كمية الرادون المتحرر من الماء عند استعماله بشكل عام على عاملين رئيسيين: العامل الاول يتعلق بالمواصفات الجيولوجية للطبقات الجوفية حيث يوجد مخزون الماء والعامل الثاني يعتمد على استخدام الماء مباشرة من الابار الجوفية او بعد تخزينه لغرض التنقية والمعالجة قبل استخدامه كما هو الحال في الشبكات العامة للمياه [31].



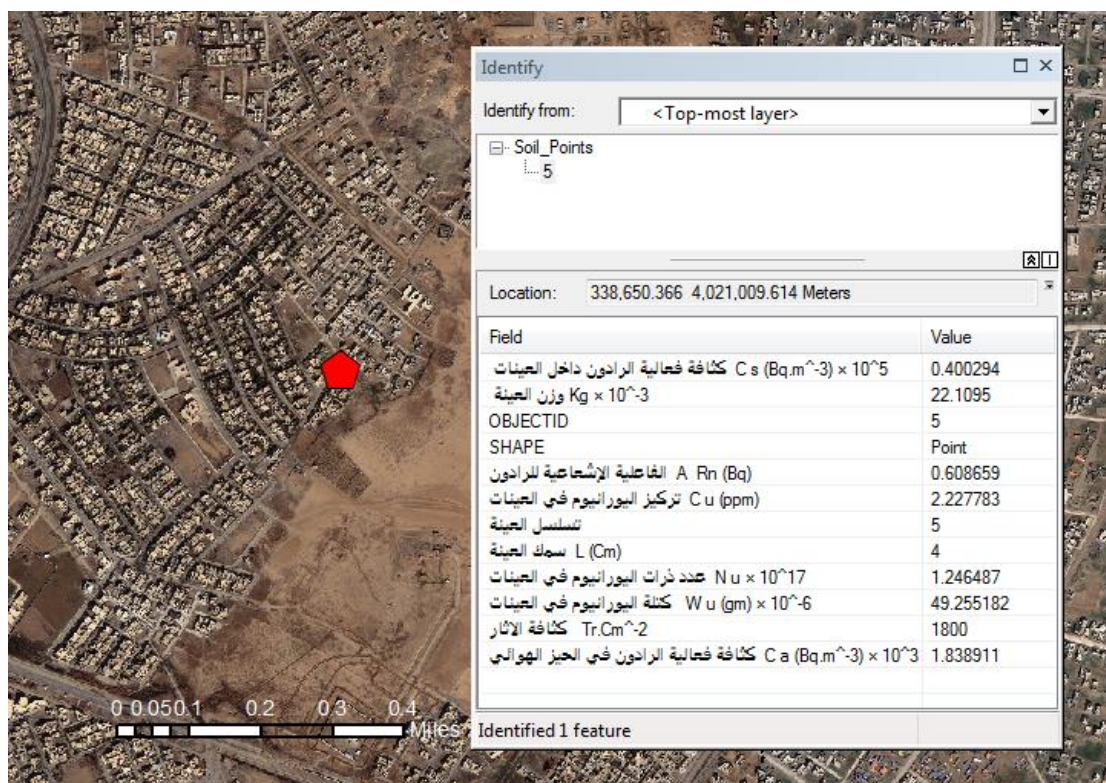
الشكل (5) علاقة تركيز اليورانيوم ^{238}U في عينات الماء.

يبين **الشكل (6)** ان اقل قيمة لتركيز اليورانيوم كانت في حي 17 تموز لعينات التربة والنبات وفي حي الاخاء بالنسبة لعينات الماء واعلى قيمة في حي المعلمين لعينات التربة والنبات وفي حي الفاروق لعينات الماء.

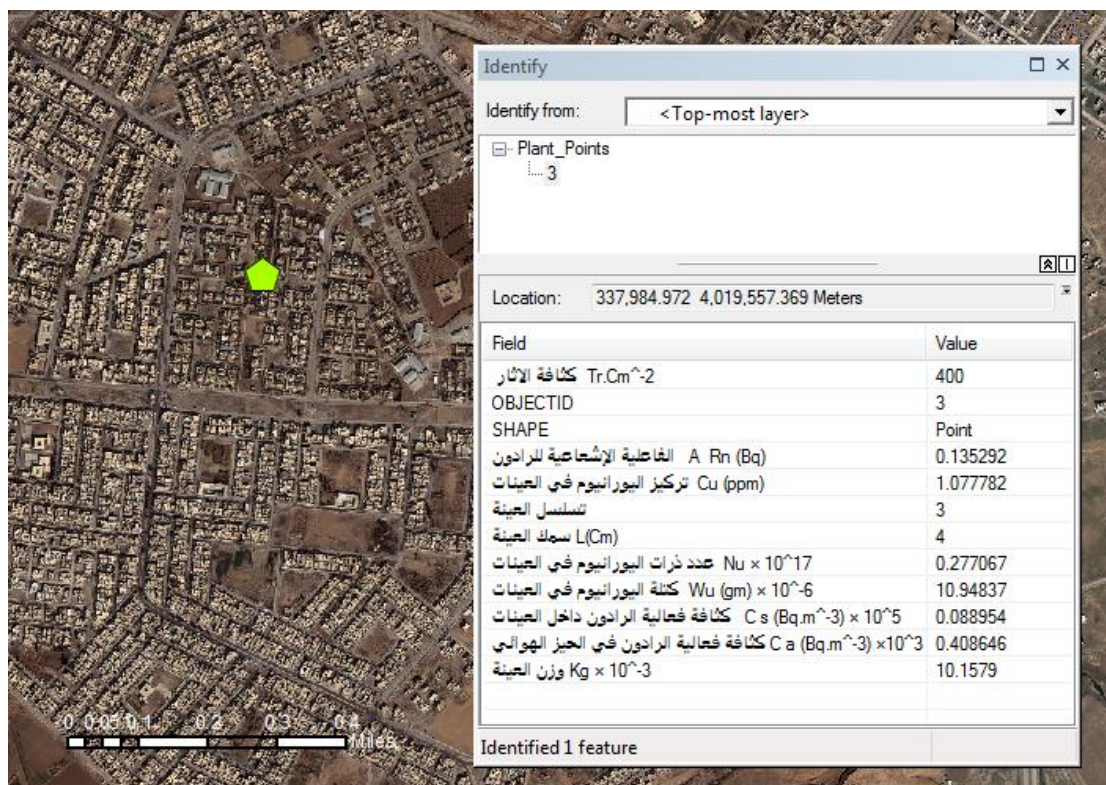


الشكل (6) علاقة تركيز اليورانيوم ^{238}U في عينات (التربة والنبات والماء).

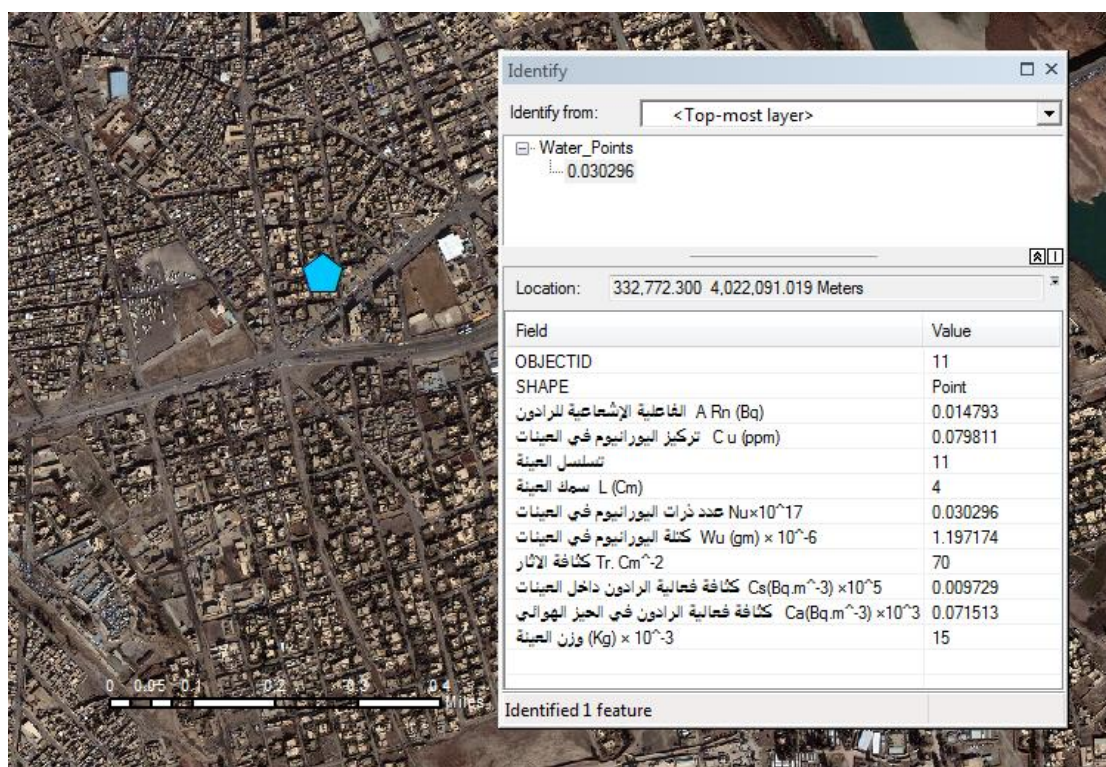
بعد ان تم حوسبة مكونات نظام المعلومات الجغرافي اصبح من السهل الوصول الى الكم الهائل من البيانات الجغرافية والتي احيانا يصعب الوصول اليها بالطرق التقليدية, وسهولة البحث عن المعلومه في قواعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية وسهولة الوصول الى الخصائص الخاصة والدقيقة لاي ظاهره مربوطة بقواعد البيانات. واستعادة البيانات وتحليلها, كالبحث عن معلومات مكانية اعتمادا على جدول المعلومات الوصفية او بالعكس, وتقديم معلومات عن اي منطقة يتم تحديدها, حيث يعمل البرنامج على توفير الوقت وزيادة الكفاءة والدقة والانتاجية وادارة الموارد وبناء قاعدة معلومات , وتسهيل عملية حفظ البيانات مع الخرائط الضخمة داخل الحاسوب بحيث يمكن الوصول اليها بسهولة واجراء التعديلات ولعل هذه أهم فوائد النظام .كما يوضح **الشكل (7)** بيانات الموقع رقم (5) لعينات التربة, ويوضح **الشكل (8)** بيانات الموقع رقم (3) لعينات النبات, و يوضح **الشكل (9)** بيانات الموقع رقم (11) لعينات الماء, حيث تم اختيار المواقع بصورة عشوائية كمثال للعرض.



الشكل (7) يوضح بيانات عينة التربة التي تم ادخالها وخزنها وربطها باحداثيات خاصة بموقعها المكاني رقم (5).



الشكل (8) يوضح بيانات عينة النبات التي تم ادخالها و تخزينها وربطها باحداثيات خاصة بموقعها المكاني رقم (3).



الشكل (9) يوضح بيانات عينة الماء التي تم ادخالها و تخزينها وربطها باحداثيات خاصة بموقعها المكاني رقم (11).

7. الاستنتاجات (Conclusions)

نستنتج من هذه الدراسة ان معدل تركيز اليورانيوم للتربة في المواقع التي شملتها الدراسة في مدينة الموصل ضمن المستوى المسموح به من قبل (UNSCEAR) (The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) والذي يبلغ (11.7 ppm) [25] وان التربة والنباتات تحتوي على تراكيز متباينة من المواد المشعة، وان هذه التراكيز تعتمد على تركيبها والمواد التي تحتويها. وان تربة ونبات عينة حي المعلمين وماء عينة حي الفاروق تحتوي على تراكيز عالية من اليورانيوم مقارنة مع المناطق الاخرى من المدينة. وجميع الخرائط الموضوعية المنتجة أدوات مفيدة لغرض تتبع التغيرات وتحديد نطاق تغييرها على المناطق المجاورة عن طريق مقارنة مجموعة من الصور والخرائط لفترات زمنية مختلفة.

8.المصادر (References)

- [1]. محسن محمد البدراني, 2000. "تحديد التلوث الاشعاعي في الاسمدة النباتية باستخدام CR-39", مجلة علوم الرافدين, العدد (2), المجلد (17).
- [2]. هناء احسان حسن البارودي, 2004. "تحديد الخلفية الاشعاعية في بيئة محافظة نينوى باستخدام تقنيتي HPGe و CR-39", اطروحة دكتوراه – قسم الفيزياء – كلية العلوم, جامعة الموصل.
- [3]. نضالة حسن كاظم, علي مصطفى محمد, 2009. " قياس تراكيز الرادون في تربة بعض المناطق الشمالية للعراق باستخدام كاشف الاثر النووي CR-39", مجلة بغداد للعلوم, العدد (3), المجلد (6).
- [4]. A. M. Mohammad , 2011. " Measurement of Radon-222 Concentration in Soil Samples of some Sulfuric Spring in Hit City Using CR-39 Detector", Baghdad Science Journal. Vol 8 , No 2.
- [5]. N. H. Al-Ani, N. F. Tawfiq, D. H. Ghayb, 2010. "Measurement of Alpha Emitters Concentration in Tomato Fruits Using CR-39 Plastic Track Detector", Baghdad Science Journal. Vol 7, No 1.
- [6]. E. M. Rasheed, 2012. "Determination the Concentration of the Radon in some Drinking Bottled Water in Baghdad using LR-115 Detector" , Baghdad Science Journal Vol 9, No 4.
- [7]. N. R. Al-Ataby, 2005. "Study of Environmental Radioactivity in the Soil of Al-Tuwaittha Zone and its Surrounding Sides", Ph.D. Thesis, Baghdad University, College of Science .
- [8]. رشيد محمود يوسف, 2008. "قياس النشاط الاشعاعي الطبيعي في عينات من المرمر المستعمل كمواد للبناء", مجلة علوم الرافدين, العدد (1), المجلد (19).
- [9]. شاكر محمود الجبوري, 2013. "تحديد تراكيز اليورانيوم المنضب في نماذج بايولوجية باستخدام كاشف الاثر النووي CR-39", مجلة كلية مدينة العلم الجامعة, العدد (2), الجزء (5).
- [10]. يوسف صباح حسن, 2013. "تحديد تراكيز اليورانيوم في انواع من السمنت المستخدم في محافظة نينوى باستعمال كاشف CR-39", مجلة جامعة كركوك –الدراسات العلمية, العدد (4), الجزء (8).

- [11]. A. El-Taher , S. Makhluof , 2010. "Natural radioactivity levels in phosphate fertilizer and its environmental implications in Assuit governorate", Upper Egypt. Indian Journal of Pure & Applied Physics, Vol. 48, pp. 697-702.
- [12]. ندى فاضل توفيق, نجيبه عبد الله حسن, صبيحه عبد الجبار بدن, 2011. " تحديد تركيز اليورانيوم في نماذج من تربة ومياه المناطق الوسطى والجنوبية من العراق باستخدام كاشف الاثر CR-39", مجلة بغداد للعلوم, عدد (2), المجلد (8).
- [13]. فوزي سعيد كباره, محمد عبدالرحمن بخاري, 1993. " أنظمة المعلومات الجغرافية واستخدامها في التطبيقات البيئية", الندوة الجغرافية الخامسة لأقسام الجغرافية بجامعة المملكة العربية السعودية – جامعة الملك سعود, الرياض – المملكة العربية السعودية.
- [14]. يزن نافع محمود شهاب, 2014. "مكونات ادارة بيانات المشروع باستخدام نظام المعلومات الجغرافي دراسة تطبيقية لبعض مشاريع دائرة الاعمار والمشاريع اجامعة الموصل", رسالة ماجستير, جامعة الموصل.
- [15]. V. Changizi, M. Angaji, M. R. Zare, Kh. Abbasnejad, 2012. " Evaluation of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , and ^{40}K "Agaricus Bisporus" Activity in Cultivated Edible Mushroom formed in Tehran Province-Iran", Iranian Journal of Medical Physics, Vol 9, No 4, 239-244.
- [16]. عادل علي بلال, هدى هاشم بدر, 2012. " التغير المناخي والموارد المائية في محافظة نينوى ", مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية المجلد (28), العدد (1), المجلد (28).
- [17]. عزالدين عطية البيار, طارق محمد عبد, احمد فرحان شلال, 2010. "دراسة تأثير بعض المبيدات الكيماوية والمستخلصات النباتية على فعالية بعض الإنزيمات لحشرة الصرصر الألماني (*Blattella germanica* Dictyoptera: Blattellidae)", مجلة الانبار للعلوم الزراعية العدد (4), المجلد (8).
- [18]. منال محمد اكبر, ناصر المنصور, علاء ناظم حاتم, 2011. "تأثير بعض مستخلصات المذيبات العضوية ومستخلصات المركبات الثانوية على الأداء الحياتي لحشرة الذبابة المنزلية. *Musca domestica* (Diptera: Muscidae)", مجلة ابحاث البصره, العدد(37), الجزء (2).

- [19]. نشأة رحيم العتايي, حليمه جابر محمد, باسم حسن عيسى, 2008. "استخدام كواشف الاثر النووي لحاله الصلبه في قياس تراكيز غاز الرادون في التربه في منطقة التويته", مجلة جامعة النهرين, العدد (3), المجلد (11).
- [20]. A. Azam, A. Naqui, D. Srivatava, 1995. "Radium concentration and Radon. exhalation measurement using LR-115 Type II plastic track detectors" , Nucl. Geophs, 9(6) 653-657.
- [21]. R. Barillon, D. Klein, A. Chambaudet, F. Membrey, M. Fromm, 1991. " Additional uses of polymeric nuclear track detectors CR-39 and LR-115 for measuring radon emanation", Nucl. Tracks Radiat. Meas ., 19,291-295 .
- [22]. B. A. AL-Bataina, A. M. Ismail, M. K. Kullab, K. M. Abumurad and H. Mustafa , 1997. "Radon Measurements in Different Types of Natural Waters in Jordan",. Radiat. Meas., Vol. 28, No. 1-6, pp. 591-594 .
- [23]. صبا سالم محمد ذنون الحلاجي, 2014 . "حساب تراكيز العناصر المشعة ^{40}K و ^{226}Ra و ^{232}Th في عينات الصخور الفوسفاتية والأسمدة والتربة وتحديد مؤشرات التلوث الاشعاعي", رسالة ماجستير, جامعة الموصل.
- [24]. منيب عادل, فراس محمد, 1997. " الكشف عن اليورانيوم المنضب في اترية من مواقع عمليات ام المعارك باستخدام CR-39", مجلة علوم الرافدين, مجلد 8, العدد(2).
- [25]. United Nations Scientific Committee on the effect of Atomic Radiation (UNSCEAR), 1993. "Sources, Effect, and Risks of Ionizing Radiation", Report to the general Assembly with Scientific Annexes, United Nation .
- [26]. IAEA (International Atomic Energy Agency), 2005. "Natural activity concentrations and fluxes as indicators for the safety assessment of radioactive waste disposal" IAEA-TECDOC-1464. Vienna, Austria.
- [27]. فراس محمد علي الجميلي, 1996. " الكشف عن اليورانيوم المنضب في اترية من مواقع عمليات ام المعارك باستخدام الكاشف CR-39", رسالة ماجستير, كلية العلوم, جامعة الموصل.
- [28]. ممدوح فتحي عبد الصبور, 2001. " التطبيقات المفيدة للنظائر المشعة في الحياة" , مجلة أسبوط للدراسات البيئية - العدد (21).

[29]. U.S. EPA, United States Environmental Protection Agency , 1991. "Federal Register 40 Parts 141 and 142 National Primary Drinking Water Regulations; Radionuclides: Proposed Rule. U.S. Government Printing Office", Washington, DC.

[30]. World Health Organization (WHO), 2004. "Guideline for Drinking –Water Qality" Third Edition, volume 1, Recommendations, Geneva.

[31]. سعاد فرج العرابي, نجاه علي شهيون, 2012 . "الرادون في الماء", المركز الليبي للبحوث الزراعية المجلة الدولية,

العدد (3).