

قياس الملوثات الاشعاعية لهباء الهواء لبعض العواصف الغبارية الاقليمية لعامي -2007 2008 في بعض المناطق الوسطى والغربية من العراق

خالد هادي مهدي رعد محمود نصيف قيس عبد الجبار ياسين

جامعة بغداد-كلية التربية-ابن الهيثم

الخلاصة :

تم في هذا البحث حساب تراكيز اليورانيوم ومعدل الجرعة الممتصة ومعدل الجرعة الفعالة الخارجية التي يمكن ان نستلمها للعاصفة الترابية القادمة بتاريخ , 8-9-2007 و 17-4-2008 في بعض مناطق المنطقة الوسطى والغربية من العراق .

كانت النتائج المحصلة تشير الى ان الفعالية النوعية لليورانيوم ضمن المدى (4.44-10.409 Bq/kg) والجرعة الممتصة ضمن المدى (1.904-4.465 nGy/h) ومعدل الجرعة الفعالة ضمن المدى (0.0023-0.0054 mSv/y) للعاصفة الترابية بتاريخ 8-9-2007 وفعالية نوعية (6.475-22.680 Bq/kg) وجرعة ممتصة (2.777-9.729 nGy/h) ومعدل الجرعة الفعالة ضمن المدى (0.0034-0.0119 mSv/y) للعاصفة الترابية 17-4-2008 .

على الرغم من ان هذه النتائج ضمن المسموح به الا ان تراكم الجرعة الممتصة لأكثر من عاصفة ضمن السنة الواحدة قد يكون له اثار سلبية على صحة الانسان .

Measurements of radioactivity pollution of dusty storms in middle and west parts of Iraq at 2007 and 2008.

Khalid H.Mahdi

Raad M. Nasif

Kabas A. j. yassin

University of Baghdad - College of Education / Ibn Al Haitham

Abstract:

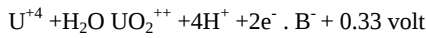
In this study Uranium concentration average absorbed dose and average external effective dose were calculated for dusty storm at 8/9/2007 and 27/4/2008 for some middle and west parts in Iraq.

The results for specific activity of uranium was in range of (4.44-10.409 Bg/kg) and the absorbed dose range (1.904-4.465 nGy/h) for dusty storm at 8/9/2007 and the average spective activity (6.475-22.680 Bg/kg) and the average absorbed dose (2.777-9.729 nGy/h) for dusty strone 17/4/2008.

All The results were lower thane allow was level, but the a culmination of the dose of more then one dusty storm may have a damage effect.

المقدمة

يملك اليورانيوم خمس حالات تكافؤ موجبة هي ثنائية وثلاثية ورباعية وخماسية وسداسية ، لكن ايوني اليورانيوم الرباعي (اليورانص (urinous والسداسي التكافؤ (اليورانيل (uranyl هما المستقران تحت الظروف السطحية [3] ان الانتقال من التكافؤ الرباعي الى السداسي يتطلب جهد اكسدة واختزال ضمن المدى المسموح به في البيئة الجيوكيميائية وقد فسرها كروسكون وتوضحها المعادلة الاتية . [3]



ان اغلب خامات اليورانيوم وجدت مرتبطة مع الصخور ذات عمر ماقبل العصر الكاميري.[4]

كما اقترح انوشر واخرون [5] ان الفعالية الحرارية التي سببت هجرة المزيد من العناصر المتطايرة (volatile) الى السطح خلال تكوين الراسخ (craton formation) والتي ادت الى تركيز اليورانيوم في هذه الصخور بسبب تركيز هذا العنصر في اجزاء الصهيرة الغنية بالغازات المتطايرة . [6]

يعد اليورانيوم من العناصر ذات النوى غير المستقرة فهي تضمحل باستمرار باطلاق جسيمات الفا (α) ودقائق بيتا (β) واشعة غاما الكهرومغناطيسية [7] ينتج عن هذا الاضمحلال عدد من العناصر الوليدة (daughter product) التي تختلف في السلوك الجيوكيميائي عن العنصر الام وذكر الباحث مالبوغا ان عدم استقرارية نويدات عناصر اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم بالاضافة الى الصفة الغازية لبعض وليداتهم جعلتها اكثر العناصر انتشارا "في القشرة الارضية والصخور والمياه والتربة والكائنات الحية .

يشهد عصرنا الحاضر اهتماما "متزايدا" بالطاقة النووية كأحد المصادر الجديدة او البديلة للطاقة التقليدية ، ولهذا توسعت آفاق الاستكشاف الجيوكيميائي عن ترسبات الخامات المشعة وخاصة اليورانيوم الذي يعد من اهم العناصر المشعة ، اذ يهدف هذا الاستكشاف تحديد مواقع ترسبات الخامات المشعة المطمورة من خلال ترسبات تراكيز العناصر المشعة والعناصر المرافقة لها في المواد الطبيعية كالصخور والتربة والمياه ورسوبيات الانهار والنباتات تزايد الاهتمام بأسلوب التحري الجيوكيميائي في السنين الاخيرة وخاصة جيوكيمياء التربة (soil Geochemistry) نتيجة للنتائج الايجابية المستحصلة منها في الكشف عن ترسبات اليورانيوم . [1]

تم توظيف جوانب من علم الفيزياء النووية في توجيه عمليات التنقيب الجيولوجية في الكشف عن مواقع تواجد هذه الخامات في مختلف صخور القشرة الارضية بالاعتماد على صفة الاشعاع التي تنفرد بها العناصر المكونة للمعادن المشعة ، حيث تم تصميم انواع كثيرة من اجهزة الكشف عن الاشعاع سهلة الحمل ولقياس شدة الاشعاع المنبعثة من مختلف الصخور في اماكن تواجدها وتثبيت مناطق الشذوذ الاشعاعي لتحديد العناصر الباعثة لهذه الاشعاعات بواسطة تحديد طاقاتها المختلفة [2] .

جيوكيمياء اليورانيوم والغلاف الجوي

ينتمي اليورانيوم الى مجموعة الاكتينيدات ، ويوجد في الطبيعة ثلاثة نظائر هي اليورانيوم 238 واليورانيوم 235 واليورانيوم 234 وينسب هي 99.27% و 0.7% و 0.004% على التوالي .

ان حركة اليورانيوم وثباته في البيئة الجيوكيميائية الثانوية مسيطر عليها بعوامل عدة منها . [8]

1. الاس الهيدروجيني (PH) وجهد الاكسدة والاختزال (EH) فاليورانيوم يكون حر الحركة تحت الظروف المؤكسدة والقاعدية او يكون ثابت عند توفر الظروف المختزلة . [9]

2. نوعية التربة والمواد العضوية ، قترت الصحراء المغسولة جيدا (well -draind) " تعاني من شحة في اليورانيوم بسبب اكسدة وازالة اليورانيوم اما الترب المدارية وشبه المدارية السوداء فانها غنية باليورانيوم . [10]

3. نوعية المعادن الطينية ان قابلية التأين العالية لمعدن المونتموريلينايت ناجمة عن زيادة طاقته السطحية الحرة العالية High free surface energy التي تساعد على امتزاز اليورانيوم من قبل هذا المعدن . [4] ان انتشار اليورانيوم بين مواقع ترسبات خاماته الى المواد الطبيعية كالصخور والتربة والمياه والنبات دفع الكثير من الجيولوجيين الى تطوير اساليب التحري عن خامات اليورانيوم لغرض الكشف وتقييم حالات الانتشار (Dispersion haies) ومن هذه الاساليب هي الغازات نظرا "لقابلية الغازات العالية على الانتشار مقارنة بالمواقع الاخرى فان الغازات التي تنبعث من ترسبات الخامات المعدنية لاسيما المشعة منها يمكن استخدامها كوسيلة جيوكيميائية لاستكشاف تلك الخامات [9,11] ومن بين هذه الغازات يبرز الرادون كغاز يمكن الاستعانة به في هذا المجال لكونه غاز نبيل ثقيل ذا قابلية حركية عالية عبر الوسط المسامي والكسور والشقوق بحيث يمكن ان يقطع مسافة بعيدة من الخام قدرت باكثر من

100 متر ، كما يمكن الاسترشاد بالرادون على خامات بعمق اكثر من 200 متر . [12] كما ان للرادون قابلية عالية بمسافة تعتمد على معدل سرعة المياه الجوفية ، ان المسافة التي يقطعها الرادون تتراوح ما بين 60-70 متر وهذا ماستنتجه . [11]

تعمل الحركة الثابتة للغلاف الجوي على امتصاص وانتشار واذابة الملوثات ، معظم الملوثات المتولدة بفعل الانسان تنتشر في اسفل الغلاف الجوي ويسمك 12 كم ويمكن للملوثات ان تتحرك الى مسافات واسعة حيث يمكنها ان تعبر المحيطات والقارات تشمل ملوثات الغلاف الجوي الملوثات الكيميائية (كالكاسيد) (والمواد الدقلقية العالقة بالاضافة الى المواد المشعة كالرادون- 222 (Rn 222) واليود-131 (I 131) والسترونيتوم - 90 (Sr 90) .

الهواء النقي عبارة عن خليط يتكون من 78% من النتروجين و 21% من الاوكسجين وغازات اخرى مثل ثاني اوكسيد الكربون والهيدروجين مع قليل من الغازات النادرة مثل الاركون والهليوم والنيون كما يحتوي الهواء على بخار الماء واجسام سائلة وصلبة وناعمة عالقة تسمى الهباء الجوي [13] هذه الدقائق المادية (SPM) (Suspended particulate matter) تمثل مجموعة واسعة من ملوثات الهواء فقد تكون الياف متناهية الدقة او قطيرات ضبابية او بكتيريا او فيروسات او حبيبات لقاح الازهار او غبار طبيعي قادم من الشهب او النيازك وحرانق الغابات او تثيرها الرياح والعواصف او عوالق ملح البحر بالاضافة الى المواد ذات النشاط الاشعاعي الطبيعي الموجودة في بعض الترب وصخور قشرة الارض او نواتج حرق الوقود في الصناعة [14] تتراوح

والبزموت (^{214}Bi) وهي الرصاص (^{214}pb)
والبزموت (^{214}Bi)

الجانب العملي

1- طريقة جمع النماذج

تم جمع النماذج للغبار المتساقط على بعض محافظات المنطقة الوسطى والغربية (بغداد والانبار وواسط وكربلاء وبابل) كما هو موضح بالجدول رقم (1) للعصفتين الغبارية الهابة بتاريخ 8/9/2007 و 17/4/2008 كما هو موضح في الاشكال (1 و 2) [20] باستعمال عدد من الاوعية البلاستيكية الموضوعة على ارتفاعات عالية (فوق اسطح النباتات) لتجنب تلوث النماذج من اترية اسطح الارض [22,21] تم نخلها بمنخل نوع Retsch ذات قياس $75\mu\text{m}$ باعتبار ان العواصف التي تحمل دقائق ذات حجم اكثر من هذا الحجم تدخل الجسم عن طريق التنفس .

جدول رقم (1) يوضح المناطق التي تم جمع النماذج خلال بعض العواصف الغبارية لعامي 2007-2008

المنطقة	تاريخ العاصفة	رقم النموذج
بغداد / النهران	8/9/2007	S-1
بغداد / التاجي	8/9/2007	S-2
الانبار / الفلوجة	8/9/2007	S-3
بابل / الحلة	8/9/2007	S-4
واسط / الكوت	8/9/2007	S-5
بغداد / النهران	17/4/2008	R-1
بغداد / التاجي	17/4/2008	R-2
الانبار / الفلوجة	17/4/2008	R-3
كربلاء / المركز	17/4/2008	R-4
واسط / الكوت	17/4/2008	R-5

اقطار الدقائق بين (0.001-500) مايكرومتر [15] حيث تبقى الجسيمات ذات الاقطار (0.1-1) مايكرومتر عالقة في الهواء مدة طويلة مثل دقائق الكربون بينما تترسب الدقائق ذات الاقطار الاكبر بفعل الجاذبية وتستقر كدقائق المطر والاتربة [16] الهواء النظيف وغير الملوث تكون تراكيز الدقائق العالقة فيه ($20-10\text{ g/m}^3$) بينما تبلغ تراكيز الدقائق العالقة في الهواء الملوث ($700-70\text{ g/m}^3$) [17]

تمتلك هذه الدقائق تاثيرات صحية سلبية على صحة الانسان كون بعضها يمتلك خواص سمية كالمبيدات واملاح العناصر الثقيلة او ذرات نشاط اشعاعي لذا فقد اوصيت لجنة الخبراء لمحددات نوعية الهواء ان لا تتجاوز معدلات تراكيز هذه العوالق اكثر من (50 g/m^3) بالسبة للعوالق ذات الاقطار $100\mu\text{m}$ ولمدة تعرض 24 ساعة [18] اما منظمة الصحة العالمية (WHO) فاوصيت ان لا يتجاوز معدل تركيز العوالق في الهواء عن (75 g/m^3) ولمدة تعرض 3 أشهر اما المواصفات العراقية المقترحة من قبل وزارة الصحة فكانت (350 g/m^3) ولمدة تعرض 24 ساعة او (100 g/m^3) ولمدة تعرض سنة واحدة [19]

يمثل النشاط الاشعاعي لطبقات الجو الدنيا (Troposphere) من صفر لغاية 10 كم تواجد الرادون والثورون ونواتج اضمحلالها بالدرجة الاساس. وتقل تراكيز المواد المشعة المنبعثة ونواتج اضمحلالها كلما زاد الارتفاع كما ان تراكيز العناصر المشعة في طبقة الهواء الارضية تكون اكثر من 100 ضعف فوق اليابسة عن سطح البحر ويحتوي الهواء على الرادون (^{222}Rn) ونواتج اضمحلالها قصيرة العمر هي البولونيوم (^{214}po)

2- عملية التعرض

تم استعمال كاشف CR-39 بمساحة cm^2 (1x2) وبسمك 250 m لأجراء عملية التعرض وذلك بلصق الكاشف في قاعدة وعاء بلاستيكي ثم قلبه فوق الانموذج الذي يوضع في وعاء معدني رقيق وبوزن 10g حيث يترك النموذج لمدة شهر للحصول على حالة التوازن الاشعاعي

3- القشط الكيميائي

تم اجراء عملية القشط الكيميائي بعد عملية التعرض باستعمال محلول NaOH بغيرارية 6.25 N وبدرجة حرارة $60C^0$ بعد غمر النموذج بالمحلول لمدة 5 ساعات لظهار الاثار في النماذج القياسية والنماذج الاخرى حيث يتم اخراج النموذج وغسله وتجفف لينتقل لعملية القياس .

4- عملية القياس

تمت عملية قياس عدد الاثار للنماذج القياسية والنماذج الاخرى باستعمال المجهر الضوئي نوع (novel) وبتكبير 40x10 من خلال حساب عدد الاثار لمواقع مختلفة من النموذج ومن ثم حساب قيمة المعدل وقيمة الانحراف القياسي للقراءات . تم استعمال المعادلة الاتية لحساب التراكيز بالاعتماد على المقارنة مع النماذج القياسية .

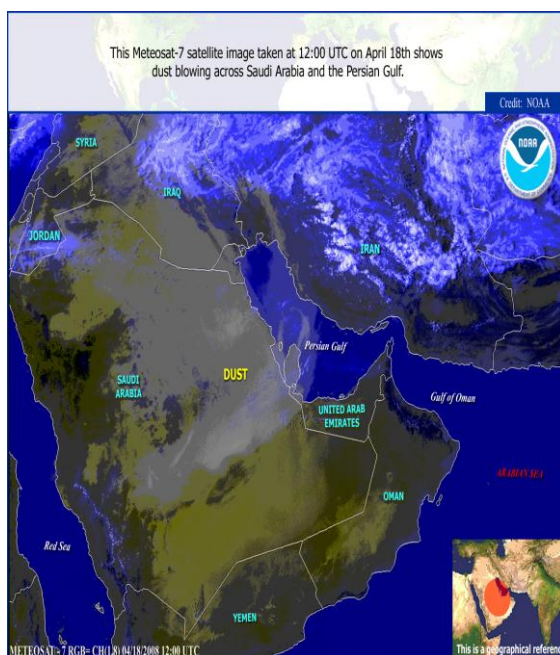
معادلة

$$C_x = \rho_x \times X \frac{Cs}{\rho_s}$$



شكل رقم (1) يوضح اتجاه العاصفة الغبارية الهابة

على العراق بتاريخ 8-9-2007



شكل رقم (2) يوضح اتجاه العاصفة الغبارية الهابة

على العراق بتاريخ 17-4-2008

بغداد بجرعة فعالة (mSv/y0.0054) للعاصفة
الغبارية المسجلة بتاريخ . 2007/9/8 في حين
سجل أوطاً فعالية نوعية لليورانيوم
(6.475±0.062) للنموذج R-1 في محافظة بغداد
بجرعة فعالة (mSv/y0.0034) واعلى فعالية
نوعية لليورانيوم (22.680±0.247) للنموذج R-
4 العائد لمحافظة كربلاء بجرعة فعالة
(0.0119mSv/y) وللعاصفة الغبارية المسجلة
بتاريخ . 2008/4/17

نعتقد ان الظروف الجوية من(سرعة الرياح
واتجاهها ودرجة الحرارة) (تلعب دورا "اساسيا"
في زيادة ونقصان تركيز العوالق في الهباء الجوي
وبالتالي تركيز اليورانيوم فيه . وهذا ماتوكده
الظروف الجوية المثبتة بالجدول رقم (3) ، اضافة
الى صور الاقمار الصناعية صور رقم (2,1)
بالنسبة لبعض المناطق . وهذا يتوافق مع ماأستنتجه
الباحث العبيدي [24] في دراسته لهباء الهواء
لمدينة بغداد 2004-2005 حيث ان تصاعد الغبار
واتجاه الرياح ودرجة الحرارة السائدة كانت السبب
في زيادة مستوى الفعالية للنويدات المشعة في هباء
الهواء . لذا نحن بحاجة الى متابعة دورية لهكذا
دراسة , لغرض الاستشعار المبكر عن تواجد
النويدات المشعة في هباء الهواء . لذا فان تراكم هذه
الجرع على مدى زمني طويل قد يكون له اثار
سلبية على صحة الانسان , مقارنة مع الجرع
المحددة من قبل (UNSEAR) بالمدى
(nGy/h200-10) .

حيث أن

C_x يمثل تركيز اليورانيوم في النماذج
المجهولة

ρ_x يمثل كثافة الآثار في النماذج المجهولة

C_s يمثل تركيز اليورانيوم في نماذج الغبار

ρ_s يمثل كثافات الآثار في نماذج الغبار

تحسب $\frac{Cs}{\rho_s}$ والتي تمثل $\frac{1}{slope}$ للخط البياني

لقيم ρ_s مع C_s للنماذج القياسية والذي يمثل

بالشكل رقم . (3)

كما تحسب الجرع الممتصة على ارتفاع 1
متر من العلاقة الاتية [23]

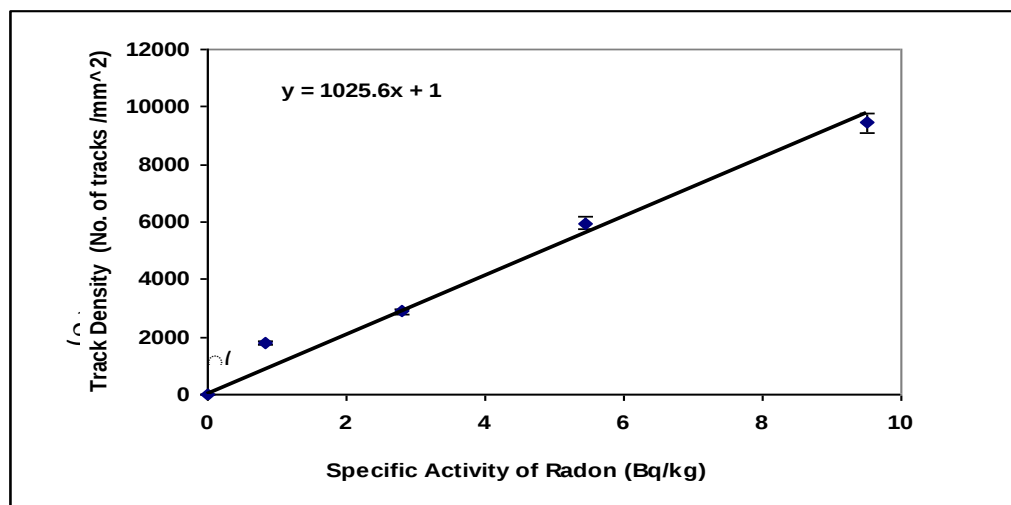
$$D = 0.429A_U + 0.666A_{Th} + 0.042A_K$$

ومن خلال حساب الجرعة الممتصة تم حساب
الجرعة الفعالة باستعمال المعادلة الاتية [23]

$$\text{Outdoor effective dose rate (mSv } y^{-1}) = D (nGy h^{-1}) \times 24 h \times 365.25 \\ d \times 0.2 (\text{occupancy factor}) \times 0.7 \\ SvGy^{-1} (\text{conversion coefficient}) \times 10^{-6}$$

النتائج والمناقشة

دونت النتائج المحصلة لتراكيز اليورانيوم
والفعالية النوعية في النماذج المختلفة بالجدول رقم
(2) حيث تم حساب التراكيز لليورانيوم من خلال
المقارنة مع النماذج القياسية الذي حددت تراكيزها
مسبقا . "حيث سجل اوطى فعالية نوعية لليورانيوم
(4.44±0.002) في النموذج S-5 بمحافطة واسط
بجرعة فعالة (mSv/y0.0023) واعلى فعالية
نوعية (410.409±0.07) للنموذج S-2 بمحافطة



الشكل (3) يوضح علاقة عدد الآثار بالفعالية النوعية للرادون في نماذج التربة القياسية .

جدول رقم (2) يوضح الفعالية النوعية والجرع الممتصة والجرع الفعالة للنماذج

الجرعة الفعالة (mSv/y)	الجرعة الممتصة (nGy/h)	الفعالية النوعية (Bq/Kg)	تراكيز اليورانيوم (ppm)	كثافة الآثار (Track/mm ²)	رقم النموذج
0.0036	2.94	6.857± 0.086	0.556± 0.007	571± 7.5	S-1
0.0054	4.465	10.409± 0.074	0.844± 0.006	866.86± 6.0	S-2
0.0036	2.973	6.931± 0.086	0.562± 0.007	576.92± 7.69	S-3
0.0047	3.841	8.954± 0.086	0.726± 0.007	754.4± 7.1	S-4
0.0023	1.904	4.440± 0.002	0.360± 0.0002	369.82 ± 2.45	S-5
0.0034	2.777	6.475± 0.062	0.525± 0.005	538.46± 4.9	R-1
0.0095	7.745	18.055± 0.173	1.464± 0.014	1502.95± 13.9	R-2
0.0072	5.915	13.788± 0.086	1.118± 0.007	1147.92± 7.44	R-3
0.0119	9.729	22.680± 0.247	1.839± 0.020	1887.57± 20.4	R-4
0.0058	4.772	11.124± 0.099	0.902± 0.008	926.03 ± 8.25	R-5

جدول رقم (3) يبين المعلومات المناخية عن العواصف الغبارية المسجلة (حالة الغبار (من قبل دائرة الانواء الجوية

Day	Location	Speed of wind	Wind direction	Max. Tamp. C ⁰	Min. Tamp. C ⁰	Dusty cases
8/9/2007	Baghdad	6.4	270 (w)	47.2	24.5	Suspended dusty
8/9/2007	Baba	6.0	(320 (w-n	46.0	25.4	Suspended
17/4/2008	Baghdad	10	270 (w)	29	21.5	Thick dust
17/4/2008	babelon	15	300 (n)	28.6	21.8	Rising dust
17/4/2008	kerbala	15	300 (w-n)	28.6	22.5	dust strom
17/4/2008	Ramadi	13	320 (w-n)	27.5	21.1	

Uranium. Mineral soci. Engng, vol.

10. No.3, PP 182-197.

- 5- Anhaeusser G.R., Mason R. Viljeon m.j., and vilogeon R.R., 1969; Reappraisal of some Aspects of Precambrian shield geology, Geol. Soc. Am. Bull., vol.30, PP 2175-2200.

- 6- Srensen H., 1977, Features of the Distribution of uranium in Iqneous Rooks; Uranium Deposits- Associated with Iqneous Rocks, IAEA , Vienna , PP47-52.

- 7- Adams j. A., A., and weaver, C. E., 1958 , Thorium –To- Uranium Ratios As Indication of Sedimentary process vol. Example of Concept of Geochemical Facies

المصادر

- 1- sherrington G.H., Browne A.L.L., Duffin, R.H. and Danielson M.J., 1983; Number Three orebody , Ranger one , Australia – Acase Histroy , jour. Geoch.Explor. , vol. 19 , No.1-3 , PP7-9

- 2- العطية , موسى جعفر , 2000 تصنيف المعادن المشعة وطرق دراستها , مجلة الذرة والتنمية , العدد 3 , الهيئة العربية للطاقة الذرية , تونس .

- 3- Krauskoph K.B., 1967 , Introduction to Geochemistry McGrawHill Book company, N.Y., 721p .

- 4- Hambelton jones B.B., 1978: Theory and practice of geochemical prospecting for

- 16- Wiley Rao C.S., "Environmental pollution control Engineering,, . Eastern , (1991), 34-44.
- 17- Senfield J.H., "Air pollution physical and chemical Fundamentals ,,McGraw –Hill. (1979) .87 .
- 18- Committee of the medical Effects of Air pollution , "Hand Book on Air pollution
- 19- Committee of the Medical Effects of Air Pollution, "**Hand Book on Air Pollution and Health**". Department of Health, U.K., (1998), 76-89.
- 20- http – Modis _gsfc _nasa _gov - g ...HTML,Document .
- 21- Al – khafaji R. M.N., 2009, Effects of dust storms on some Iraqi Territories, Ph.D. thesis, Dept. of geology of sci. , university . of Baghdad
- 22- العلي ، جميل طارش (2000) دراسة تركيبية النسيجي والمعدني للترسبات وتقدير كمياتها في البصرة ، رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة .
- 23- UNSCEAR 1993, of Radiation (1993).Annex B; Exposures from Natural Sources.
- 24- Al-Ubaidi, K. H. , 2006 . Identification and Measurements of natural and industrial radioactive pollutants in environment of Baghdad City using gamma spectrometry and solid state nuclear track detector CS-39,Ph. D. coll. Of education/ Ibn AL-Haitham Univ. Of Baghdad P.58 (In Arabic).
- : Amer. Asso. Pet. GeoL. 42, No.2, PP. 387 – 430.
- 8- Malyuga D.P., 1964 , Biogcochemical Methods of prospecting consultant Bureau , N.Y., 205P.
- 9- Rose, A. W., Hawkes H.E., and webb J.S., 1979, Geochemistry in Mineral Expleration, 2 nd ed., Academic press, London, 657P.
- 10- Hawkes H.E., and webb J.S., 1962 , Geochemistry in Mineral Exploration, Harper and Row, publishers, N.Y., 41sp.
- 11- Smith A. Y., Barrette P. M.C., and pournis S., 1976 , Radon methods in Uranium Exploration ; in Exploration Fo1 Uranium are Deposite , IARA, Vienna, pp 185-211 .
- 12- Gingrich, J. E., and Fisher, J. C., 1976, "Uranium exploration using the track – etch method . In Exploration for Uranium Deposit, IAEA, Vienna, pp213 -227 .
- 13- مارتن هارسن ، صمائيل هارسن ، مقدمة في الوقاية من الاشعاع .ترجمة محمد باقر حسين البدري ، مطبعة بيت الحكمة ، جامعة بغداد ، (1989) .
- 14- Pryde L.T. , "Chemistry of Air pollution control , Cleaning the Air OPA, 4818, (1979) , 56-89 .
- 15- Wark k. Cecil F. W., "Air pollution Its Origin and Control. 2nd Edition, Harper and Row publishers, (1981), 143.