طرائق القياسات البئرية الإشعاعية والنيترونية

مقدمة عامة :

تتميز طرائق القياسات البئرية الإشعاعية عن بقية الطرائق الجيوفيزيائية البئرية الأخرى ، وذلك من خلال الطبيعة الفيزيائية لهذه الطرائق ، فبينما نجد أن الطرائق الكهربائية والحرارية والسيزمية تبحث في إيجاد الخصائص الصخرية والتي تحدد من خلال معرفة خصائص الذرات والجزيئات للعناصر المشكلة للصخر وعلاقتها ببعضها ، نجد أن الطرائق الإشعاعية تعتمد على معرفة خصائص النوى المشعة للعناصر المختراة في الصخر وذلك من خلال معرفة نشاطها الإشعاعي .

إن الطرائق الإشعاعية تمتلك صفة تميزها عن الطرائق الكهربائية ، وهي إمكانية تنفيذها في الآبار المغلفة والمسمنتة ، ومراقبة إنتاجية الآبار النفطية والغازية ، بمعنى آخر تمتلك هذه الطرائق القدرة على حل العديد من المشاكل التقنية للآبار المغلفة والمنتجة والتي لايمكن معرفتها وحلها بالطرائق الأخرى ، إضافة إلى ذلك فإن للطرائق الإشعاعية القدرة على كشف المكامن المعدنية والتي لم تستطع الطرائق الأخرى كشفها .

في الوقت الحاضر يتم استخدام الطرائق الإشعاعية البئرية التالية :

١- قياس أشعة غاما الطبيعية Gamma-Log .

٢- قياس أشعة غاما الاصطناعية أو غاما الموجهة Gamma-Gamma-Log(قياس الكثافة) .

٣- قياس النيترون ويشمل كلٍ من :

- قياس كثافة النيترونات المتباطئة Neutron -Neutron - Log .

- قياس أشعة غاما المتشكلة عن التحريض النيتروني Neutron -Gamma- Log .

٤- قياس النيترونات المنشطة .

٥- طرائق النظائر المشعة .

إن الطريقة الأولى تعتبر من أهم طرائق القياسات البئرية الإشعاعية ، حيث لايكاد يخلو منها أي برنامج قياس بئري . وتعتمد هذه الطريقة على قياس شدة إشعاعية الصخور الطبيعية ، بينما بقية الطرائق الأخرى فإنها تقيس بشكل غير مباشر الخصائص الفيزيائية

للصخور، وذلك بالاعتماد على منابع اصطناعية ، وعلى التأثير المتبادل ما بين الإشعاعات النشيطة والفعالة مع الوسط المحيط بها (تفاعلات فيزيائية نووية) في هذا المجال نجد أن الحديث لا يقتصر فقط على القياسات البئرية الإشعاعية وإنما يمتد ليشمل القياسات البئرية النووية (الفيزيائية النووية) .

****

الباب الأول

الأسس الفيزيائية للقياسات الإشعاعية

الفصل الأول

النشاط الإشعاعي الطبيعي للصخور

١ -١ -١ ظواهر النشاط الإشعاعي الطبيعي :

تتألف النوى الذرية من بروتونات ونيترونات ، حيث أن كتلة كلٍ من البروتون والنيترون متساوية . يحمل البروتون شحنة كهربائية موجبة ، بينما النيترون فله شحنة كهربائية معتدلة . إن عدد البروتونات في النواة يعرف بعدد الشحنة أو رقم الشحنة للنواة ، ويرمز لها بالرمز Z ، وهي تقدم العدد الترتيبي للعنصر في الجدول الدوري ، ومعرفتها تحدد لنا الخصائص الكيميائية للذرة المعينة .

إن العدد الكلي للجزيئات المتواجدة في النواة (بروتونات + نيترونات) يعرف بعدد أو رقم الكتلة ويرمز له بالرمز A . فإذا رمزنا لعدد النيترونات بالرمزN فإن : $A=Z+N$

يطلق على العناصر في الطبيعة والتي لها نفس رقم الشحنة أو العدد الذري وتختلف برقم الكتلة ، بالنظائر ، بمعنى آخر فإن النظائر لعنصر ما هي ذرات لها العدد نفسه من البروتونات (Z) ولكنها تختلف فيما بينها بعدد النترونات N وبالتالي برقم الكتلة (A) وهذا يودي بدوره إلى اختلاف في الخصائص الفيزيائية وتشابه في الخصائص الكيميائية . يمكن فصل هذه النظائر بعضها عن بعض اعتماداً على الخصائص الفيزيائية وذلك باستخدام جهاز يطلق عليه مطياف الكتلة .

يرمز للنواة برمز عنصرها مع عدده الذري ، والذي هو عدد البروتونات في الزاوية السفلى اليسرى ، وعدد كتلته في الزاوية اليسرى العليا ، أي وفق الشكل التالي : ${}^{A}_{Z}E$

فمثلاً الرمز ${}^{16}_{8}O$ يدل على نواة الأكسجين التي تحوي 16 نيكليوناً ، منها ثمانية بروتونات . تستعمل الرموز السابقة في معادلات التفاعلات النووية ويشار إلى النيترون فيها بالرمز ${}^{1}_{0}n$ وإلى البروتون بالرمز ${}^{1}_{1}H$.

تنطلق من نوى الذرات المشعة عند التفكك التلقائي لعنصر مشع،دقائق ذات سرعة عالية هي :

أ- دقائق أو إشعاعات إلفا (α) :

يتألف كل منها من نيترونين وبروتونين وهي تماثل نوى ذرة الهليوم ^4_2He ، ولها شحنة كهربائية موجبة ، وذات سرعة كبيرة (1/15 ← 1/20 من سرعة الضوء البالغة 3.10^8 m / s في الخلاء) . تنتشر هذه الجزيئات حتى مسافات قصيرة من المادة المشعة ، وتتميز بقدرة اختراق صغيرة ، حيث يمكن إيقافها بواسطة حاجز مؤلف من ورقة الكتابة .

ب- دقائق أو إشعاعات بيتا (β) :

عبارة عن إشعاعات عالية السرعة ، تحمل شحنة كهربائية سالبة ، تبلغ سرعتها 99,8% من سرعة الضوء . تنتشر هذه الإشعاعات إلى مسافات أكبر، وتتميز بقدرة اختراق صغيرة نسبياً ، حيث يمكن ايقافها بواسطة حاجز من الألمنيوم بسماكة عدة مليمترات . يعمل الحاجز على حرف وانتشار إشعاعات β وذلك لكون الكتلة المؤلفة لها صغيرة جداً .

ج- إشعاعات غاما (γ) :

يرافق الإشعاع الطبيعي إضافة إلى النوعين السابقين من الدقائق ، إصداراً لأشعة أكثر نفوذاً من دقائق إلفا وبيتا ، وهذه الأشعة أو الإشعاعات تتألف من (1) أمواج كهرطيسية تشبه الأشعة السينية وتدعى (2) أشعة غاما ، تتميز بطول موجة أصغر (3) بقليل من طول موجة الضوء، وسرعة انتشارها تساوي (4) سرعة انتشار الضوء ، أما تردد هذه الأشعة فإنها (5) تتبع طاقة الإشعاع.

إن مقدرة اختراق إشعاعات غاما كبيرة نسبياً ولهذا يطلق عليها اسم الإشعاعات النفوذة . يمكن إيقاف هذه الأشعة بواسطة حاجز من الرصاص تبلغ سماكته 12 mm أو بواسطة حاجز من الألمنيوم سماكته 55 mm . عند حدوث التفكك الإشعاعي ، سوف تتكون الأنواع الثلاثة السابقة الذكر من الإشعاعات ومن خلال القياسات البثرية ، يمكن كشف أي نوع منها تبعاً للأجهزة المستخدمة ، وشروط تطبيق طريقة القياس .

إن الطريقة الأكثر استخداماً في القياسات الإشعاعية البثرية هي قياس إشعاعات غاما الطبيعية والتي سنتناولها بشيء من التفصيل في هذا الفصل .

١ -١ -٢ واحدات قياس الشدة الإشعاعية للصخور :

من أجل عرض أو تمثيل الشدة الإشعاعية للمواد المشعة ، تستخدم واحدات مختلفة ، وذلك وفقاً لنوع القياس ، والذي يكون إما مطلقاً أو نسبياً ، ففي حال قياس الشدة الإشعاعية المطلقة فإن الواحدة المستخدمة من أجل ذلك هي معدل التفكك ، ويعرف بأنه عدد التحولات النووية في الثانية أو بالدقيقة (cps أو cpm) . إن هذا المعدل يمكن تحديده من خلال ثابتة التفكك ، وعدد الذرات للعنصر المشع الموجودة في المادة . يوجد أيضاً وحدة قياس أخرى لقياس الشدة أو النشاط الإشعاعي وهي الكوري Curie، ويرمز لها بـ C أو Ci وهي تعادل $3,7 \times 10^{10}$ Bq (Bq بيكربل ويساوي إلى تحول واحد /ثانية) . إن الفعالية الإشعاعية (كوري) السابقة تعبر عن الشدة الإشعاعية لـ 1g من الراديوم ، ولكن ليس بشكل دقيق .

إضافة إلى الواحدات السابقة يوجد واحدات أصغر من ذلك نذكر منها :

1 ميللي كوري وتساوي 10^{-3} كوري $\quad 1mc = 10^{-3} c$

1 ميكروكوري وتساوي 10^{-6} كوري $\quad 1\mu c = 10^{-6} c$

إن واحدة الكوري هي واحدة مطلقة، ومعروف لدينا أنه في أثناء القياسات البئرية، فإن تحديد القيمة المطلقة للشدة الإشعاعية للصخور غير ممكنة ، وذلك بسبب امتلاك أشعة γ في الآبار طيفاً طاقياً معقداً جداً ، ولهذا يلجأ إلى تنفيذ قياسات المقارنة (قياس شدة إشعاعات γ النسبية) ، ويتم ذلك بإجراء مقارنة ما بين تركيب ما ، أوصخر ذي تركيز معروف من اليورانيوم أو الراديوم أو البوتاسيوم ، وهذه العملية في تحديد الشدة الإشعاعية للصخور ذات فائدة كبيرة وذلك بسبب استخدام واحدات قياسية نموذجية . إن أهم وأكثر واحدة قياس للشدة الإشعاعية تستعمل في هذا المجال ، هي مكافئ الراديوم μμg (Radium-Equivalent)، ويشير الرمز (μμg) إلى ميكروميكرو غرام ، ويفهم من ذلك أن كمية المادة المشعة ، الصادرة عنها أشعة γ ذات تأثير على جهاز القياس ، مماثل لتأثير 1 ميكروميكروغرام من الراديوم . ضمن هذا المجال يوجد أيضاً مكافئ اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم .

من أجل معرفة الشدة الإشعاعية للصخور ، يتم استخدام معطيات التراكيز بوحدة ميكروميكروغرام مكافئ راديوم /غرام μμg Radium -Equivalent/g ، ومكافئ أكسيد اليورانيوم U_3O_8 بالمائة U_3O_8 – Equ% ، وأيضاً أكسيد البوتاسيوم بالمائة K_2O – Equ%،

بينما تستخدم شركة شلومبرجير كوحدة لقياس الشدة الإشعاعية للصخور ميكرو راديوم مكافئ /طن $\mu gRa - Equ / t$، وهذه الواحدة مساوية تماماً للوحدة $1\mu\mu gRa - Equ / g$. ومن الجدير بالذكر أن $1\mu\mu gRa - Equ / g$ و $1\%K_2O - Equ / g$ لهما نفس القيمة $(1\%K_2O - Equ = 0.1\mu\mu gRa - Equ / g)$. تعتبر هذه الوحدات المكافئة مريحة جداً في المجال العملي .

من أجل أغراض المقارنة (بعد إهمال حساسية أجهزة القياس) يمكن استعمال علاقات مكافآت – γ التالية :

1 غرام يورانيوم –مكافئ =340000 ميكروميكرو غرام راديوم – مكافئ .

$1g\ Uran - Equ. = 340000\ \mu\mu gRadium - Equ.$

1غرام ثوريوم –مكافئ =150000 ميكروميكرو غرام راديوم –مكافئ .

$1g\ Thorium - Equ. = 150000\ \mu\mu gRadium - Equ.$

1 غرام بوتاسيوم –مكافئ =80 ميكروميكرو غرام راديوم –مكافئ .

$1g\ Kalium - Equ. = 80\ \mu\mu gRadium - Equ.(Equivalent)$

١ –١ –٣ مبادئ عامة حول انتشار العناصر ذات النشاط الإشعاعي في الصخور:

تمتلك معظم الصخور فعالية إشعاعية ضعيفة ، هذه الفعالية تتبع محتوى الصخر من العناصر ، وفاعليتها النوعية لهذه العناصر . الجدول رقم (١–١) يقدم لنا الفعالية الإشعاعية النوعية لبعض العناصر الإشعاعية الطبيعية .

اسم العنصر	α/s.g	β/s.g	γ/s.g
اليورانيوم	102400	76000	32000
الثوريوم	24600	16400	9400
البوتاسيوم	-	30	3,8
الروبيديوم	-	690	-

جدول ١–١

بما أن العناصر المشعة المنتشرة في الصخور هي نواتج سلاسل التفكك الإشعاعي الثلاثة، وذلك اعتباراً من العناصر المشعة الأم ، لذا يجب أخذ كامل السلسلة بعين الإعتبار .

إلى حدٍ ما فإن العنصر الأم لسلسلة الأكتينيوم U^{235} متواجد بشكل دائم وفق علاقة

محددة في اليورانيوم الطبيعي ، بحيث أن الفعالية الإشعاعية لكلٍ من سلسلة اليورانيوم والأكتينيوم تصبح متكاملة (مجموعة) ، بالمقارنة مع اليورانيوم والثوريوم فإن البوتاسيوم يمتلك فعالية إشعاعية نوعية ضعيفة جداً ، وهذا يعود إلى الكمية القليلة أو التركيز الضعيف لعنصر البوتاسيوم النظير المشع ^{40}K والذي يقدر بـ 0,011% في مزيج النظائر الطبيعية للبوتاسيوم .

يتواجد عنصرا اليورانيوم والثوريوم في الصخور بكميات قليلة جداً، بينما عنصر البوتاسيوم فهو متواجد بكميات كبيرة جداً بحيث أن الفعالية الإشعاعية لهذه العناصر الثلاث هي متساوية في الصخور تقريباً .

لقد أثبتت الدراسات والأبحاث الجديدة أن المنابع القديمة التي كانت تنتج اليورانيوم الأساسي أو الأولي ، قد توقفت عن توليد هذا العنصر . إن اليورانيوم والثوريوم يشكلان العديد من الفلزات المعدنية ، ولكن تواجد هذه الفلزات على شكل مكامن إقتصادية بالنسبة للمحتوى الكلي من هذه الفلزات في القشرة الأرضية فهو قليل . ولكن الصفة المميزة لهذين العنصرين هو انتشارهما الواسع في القشرة الأرضية ، حيث لايخلو صخر من الصخور من هذين العنصرين ولكن بكمية قليلة جداً .

إن توزع هذين العنصرين في الفلزات المعدنية ليس بشكلٍ متساوي أو منتظم وعادة ما توجد على أشكال حرة في الصخور ، بحيث تشكل فلزات غير أساسية أو بمعنى آخر فلزات إضافية ، بينما نجد أن البوتاسيوم يشكل فلز أساسي للعديد من الصخور كالفلدسبار Feldspar، والميكا Glimmer ، غلاغونيت . الجدول رقم (١-٢) يوضح لنا المحتوى الوسطي لعناصر K ، U ، Th .

١ -١ -٤ الفعالية الإشعاعية للصخور الإندفاعية RADIOACTIVITY:

إن توزع العناصر المشعة في الصخور الإندفاعية يتصف ببعض الميزات الخاصة ، ففي الصخور الحامضية تتركز أكبر كمية من العناصر المشعة ، حيث تبلغ الشدة الإشعاعية من (10-20) ميكروميكرو غرام مكافئ - راديوم /غ ($10-20 \mu\mu g\ Ra-Equ/g$) . أما في الصخور المعتدلة فإن المحتوى يكون أقل ($5-10 \mu\mu g\ Ra-Equ/g$) . وتنخفض هذه الكمية في الصخور القاعدية حيث تبلغ ($3-5 \mu\mu g\ Ra-Equ/g$) . إن أقل فعالية إشعاعية نجدها في الصخور فوق القاعدية والتي هي أقل من ($1 \mu\mu g\ Ra-Equ/g$) بغض النظر عن الأسس

السابقة فإنه يمكن أن نميز أنواع الصخور عن بعضها حسب محتوى الصخر من العناصر المشعة، مع العلم أن هناك فروقات إقليمية ومحلية ضمن الكتل النارية والتي يجب أخذها بعين الاعتبار .

اسم الصخر	البوتاسيوم Kg / T	اليورانيوم g / T	الثوريوم g / T
الصخور الإندفاعية			
القاعدية	1,8 - 8,4	0,03 - 0,06	0,08 - 1,8
المعتدلة	22 - 30	1,8 - 2,7	0,6 - 9,6
الحامضية	41 - 48	4,0 - 7,0	15,0 - 40
الصخور الرسوبية			
الصخور الرملية	-	-	-
الكربنفلوميرات	14 - 32	2,9 - 6,3	10,4 - 31,0
صخور كلسية	3,6	1,6	1,8
صخور كلسية بيتومينية	-	7,8	11,9
فحم حجري	-	3,4	4,8
غضار صفحي متبطق	-	حتى 100	10 - 15
الصخور المحولة			
غنايس	-	0,6 - 3,0	1,8 - 10
أمفيبوليت	8,4	0,5 - 1,0	2,0 - 4,0
الرخام	4,8	1,1	1,8

جدول ١-٢ : المحتوى الوسطي للعناصر Th , U, K في الصخر

١ -١ -٥ الفعالية الإشعاعية للصخور الرسوبية :

إن العناصر المشعة في أثناء حت وتعرية الصخور يتم فصلها وترسيبها ، ففي الوقت الذي نجد فيه الثوريوم غير قابل للإنحلال بالماء ويخضع للترسيب بالطرق الميكانيكية ، نجد أن اليورانيوم له قابلية كبيرة على الإنحلال بالمياه ، بحيث يهاجر من منطقة إلى أخرى على شكل محاليل مائية . ولهذا نجد أنه في نفس نوعية الصخر مجالات متفاوتة من التراكيز . لكن بشكل عام نجد أن بعض التشكيلات لها قيمة أو شدة إشعاعية نميزها عن غيرها .

من خلال القياسات البئرية العديدة في الصخور الرسوبية تم التعرف بشكل أكبر حول إشعاعية هذه الصخور مما هو عليه في الصخور الإندفاعية . اعتماداً على محتوى هذه الصخور من العناصر المشعة يمكن أن نقسمها إلى المجموعات التالية :

١- **صخور ذات إشعاعية عالية جداً** : إذا تركنا جانباً مكامن فلزات الثوريوم واليورانيوم

المشعة، فإن الصخور الغضارية المترسبة في قاع البحار تمتلك أكبر فعالية إشعاعية . هناك أيضاً الغضار البيتومين الأسود والغضار الصفحي لهما فعالية إشعاعية مماثلة .

إن تركيز العناصر المشعة في هذه الصخور يمكن أن يصل إلى 90 ميكرو ميكرو غرام راديوم مكافئ /غ ($90 \mu\mu g\ Ra - Equ / g$) .

٢- **صخور ذات إشعاعية عالية** : هذه الصخور ذات إشعاعية أقل بقليل من الصخور السابقة ، وهي الصخور الغضارية المتواجدة في القرب من الشواطئ (مياه ضحلة) وأيضاً الصخور الغضارية القارية ($5 - 30 \mu\mu g\ Ra - Equ / g$). إن الشدة الإشعاعية لهذه الصخور يمكن أن يتزايد مع تزايد محتوى الصخر من المادة الناعمة المبعثرة وتزايد اللون الداكن . إن الأملاح البوتاسية يمكن أن تصل فعاليتها الإشعاعية إلى ($50 \mu\mu g\ Ra - Equ / g$) .

٣- **صخور ذات فعالية إشعاعية متوسطة** : هذه الصخور هي الرملية الغضارية ، الصخور الرملية ، صخور الطمي الغضارية،مارل، صخور كلسية غضارية ،حيث محتوى هذه الصخور من العناصر المشعة في أندر الأحوال يبلغ ($20 \mu\mu g\ Ra - Equ / g$) .

٤- **صخور ذات فعالية إشعاعية ضعيفة** : وهي مؤلفة من الرمال ، صخور رملية ، صخور كلسية ، صخور دولومينية ، حيث أن محتوى هذه الصخور من العناصر المشعة يتراوح مابين واحد وثمانية مكافئ من الراديوم ($1 - 8 \mu\mu g\ Ra - Equ / g$) ، باستثناء بعض الصخور ذات الفعالية الأكبر وهي الفلاغونيت (بسبب محتواها العالي من البوتاسيوم) ، الصخر الرملي ، الكونغلوميرات ، الصخر الرملي الغرانوليتي (بسبب احتوائها على كمية كافية من فلزات اليورانيوم والفاناديوم) .

٥- **صخور ذات فعالية إشعاعية ضعيفة جداً** : وهي الصخور الحاوية على أقل كمية من العناصر المشعة (أقل من $2 \mu\mu g\ Ra - Equ / g$) ، أو بشكل آخر ذات إشعاعية معدومة من هذه الصخور نذكر : الأنهدريت ، الجبس ، الملح الصخري ، الصخر الرملي النظيف ، الفحم الحجري والفحم البني والصخور البيتومينية . ضمن الفحوم والبيتومينات يمكن أن نصادف أنواعاً منها ذات فعالية إشعاعية شديدة . هناك أيضاً الأنهدريت الغضاري مع أملاح البوتاسيوم المنتشرة في طبقة الملح الصخري يمكن أن

تظهر فعالية إشعاعية عالية .

إن الشدة الإشعاعية للصخور الرسوبية تخضع لبعض القواعد والأسس العامة والتي لها دور كبير في التفسير الجيولوجي الشامل لقياسات غاما .

إن محتوى العناصر الإشعاعية في الصخور الرسوبية يمكن أن ترتفع مع تزايد كمية المادة البيليتية كذلك فإن هذا المحتوى يتزايد أثناء تحول الصخر من اللون الفاتح إلى اللون القاتم لهذه الصخور ، حيث نجد أن البيتومين الأسود ، الغضار والشيل الغضاري ، لهم شدة إشعاعية عالية . ويمكن إرجاع العلاقة مابين الشدة الإشعاعية الكبيرة واللون القاتم للصخور إلى سببين أساسيين هما :

١- إن اللون الداكن للصخور يشير بشكل عام إلى أن وسط الترسيب هو وسط مرجع عمل على إرجاع أكاسيد اليورانيوم السداسي إلى اليورانيوم الرباعي ، الذي اتحد مع الصخر وأصبح جزء منه وهذا ما يجعله غير قابل للإنحلال أو صعب الإنحلال في الماء ويصبح الصخر غني باليورانيوم الذي أكسبه اللون الداكن .

٢- إن اللون الداكن للصخور يمكن أن ينجم أثناء الترسيب نتيجة تزايد محتوى المواد العضوية . إن هذا الغراء العضوي يمتص بسهولة مركب اليورانيوم والثوريوم وبالتالي يصبح الصخر غني بهذه العناصر . إن المحتوى من العناصر الإشعاعية يمكن ان يرتفع مع تناقص المسامية والنفوذية للصخور الرسوبية ، وهذا يعود إلى تزايد كمية الفلز في واحدة الحجم للصخر من جهة وإلى تزايد كمية الغضار والذي يخفض النفوذية بشكل كبير .

في معظم الصخور الرسوبية المعروفة والتي فعاليتها الإشعاعية أقل من (30μμg Ra – Equ. / g)تكون ناجمة عن وجود جميع العناصر المشعة الثلاثة ، هذا مع العلم أن عنصر البوتاسيوم هو الذي يسيطر في هذه الفعالية وذلك بسبب وجود أشعة غاماالمنبعثة منه أما في الحالة التي تكون فيها الفعالية أكبر من (30μμg Ra – Equ. / g) فإنه يمكن

الحكم بأن ذلك عائد إلى وجود اليورانيوم . أما تواجد صخور رسوبية ذات فعالية إشعاعية عالية ناجمة عن الثوريوم فهي نادرة جداً ، ويمكن أن تكون موجودة بشكل محدود في الصخور الرملية على شكل تراكيز لخامات ثقيلة . إن تواجد صخور رسوبية ذات فعالية إشعاعية عالية ناتجة عن وجود البوتاسيوم هي أيضاً نادرة وتقتصر على أملاح البوتاسيوم التي تم تشكيلها أو ترسيبها بشكل هيدروكيميائي . وبما أن الفعالية الإشعاعية النوعية للبوتاسيوم

ضعيفة إلى حدٍ ما فإن الشدة الإشعاعية لهذه الأملاح لايمكن أن تتجاوز (50μμg Ra – Equ. / g) .

١ -١ -٦ مكامن العناصر المشعة :

نادراً ما يصادف في الطبيعة تراكيز من اليورانيوم والثوريوم على شكل أكاسيد، هيدروسيلكات فوسفات وفلزات الفاناديوم . وفي حال وجودهما فإن فعاليتها الإشعاعية تكون عالية جداً بالنسبة للصخور المعروفة،حيث يمكن أن تتراوح في حالة التراكيز العالية من (100 – 200000μμg Ra – Equ. / g) .حيث تظهر بالقياس على شكل شواذات أعظمية يمكن تمييزها وفصلها بسهولة عن بقية التشكيلات الجيولوجية الأخرى .

١ -١ -٧ الفعالية الإشعاعية للمياه الطبقية :

تحتوي المياه الطبقية (مياه التشكيل) أيضاً على عناصر إشعاعية ، هذه العناصر عبارة عن كمية ضئيلة جداً تسربت إلى هذا المياه حيث أن شدتها الإشعاعية تبلغ إلى أبعد حد(0.2μμg Ra – Equ. / g) .

تعتبر مياه الينابيع المعدنية ذات شدة إشعاعية عالية قياساً لبقية الأنواع من المياه وخاصة منها التي تتواجد بالقرب من مكامن الخامات المشعة ، حيث تصل أحياناً إلى (165μμg Ra – Equ. / g) .

تحتوي هذه المياه بشكل فعلي على الراديوم وأشعة γ الناتجة عن عملية التفكك الإشعاعي لهذا العنصر . إن ارتفاع فعالية إشعاعات γ للمياه الطبقية المرافقة للنفط (مياه حاوية على ثاني كلور الكالسيوم) يرجع إلى احتواء هذه المياه بشكل رئيسي على الراديوم (0.8μμg / g) ، بينما تواجد عناصر اليورانيوم والثوريوم يكون بكميات قليلة جداً تسربت من أماكن أخرى إليها (تواجد ثانوي) .من الملاحظ أيضاً أن التركيز الأكبر للراديوم يوجد في المياه الخالية من السلفات (1) ، والتي تكون حاوية على كمية كبيرة من الباريوم . بشكل عام نجد أن المياه الكلورية (2) تحتوي على فائض من الراديوم بينما المياه السولفاتية (الكباريتية) فتحتوي على فائض من اليورانيوم .

ملاحظة : إن المحتوى العالي من عنصر اليورانيوم في النفط (100μgU / g) يقابله محتوى ضئيل جداً من الراديوم ، وهذا ما يؤدي إلى عدم ظهور أي فعالية مميزة لإشعاعات غاما المسجلة في الآبار .