ب- في حال استخدام سوابر القياس التي تستخدم العداد الأنبوبي(عداد غايغر-ميلر) والتي تتميز بطول لاقط فعال يبلغ بضع ديسيمترات فإن توزع الشدة الإشعاعية في هذه الحالة لا يمكن اعتباره متجانساً . في هذه الحالة فإن الشدة الإشعاعية المقاسة تقدم على شكل قيمة وسطية على طول اللاقط الأنبوبي ذو الطول L وذلك وفق الشكل التالي :

$$I_{reg} = \frac{1}{L}\int_{z-\frac{L}{2}}^{z+\frac{L}{2}} I_\gamma(Z)\,dL \qquad 21-1$$

الشكل (١-١١) يقدم لنا عدد من المنحنيات النظرية من أجل قيم مختلفة للشدة الإشعاعية لأشعة غاما وذلك مقابل طبقات مشعة وقد حسبت تبعاً للعلاقتين (١-٢٠) و (١-٢١) ، مع فرض أن معامل الإمتصاص $\mu = 0{,}1cm^{-1}$ ، $\rho = 2g/cm^3$ ، قطر البئر $d=15cm$ ، طول اللاقط $L=70cm$، وذلك من أجل سماكات h مختلفة للطبقة .

- تأثير سماكة الطبقة على منحني القياس :

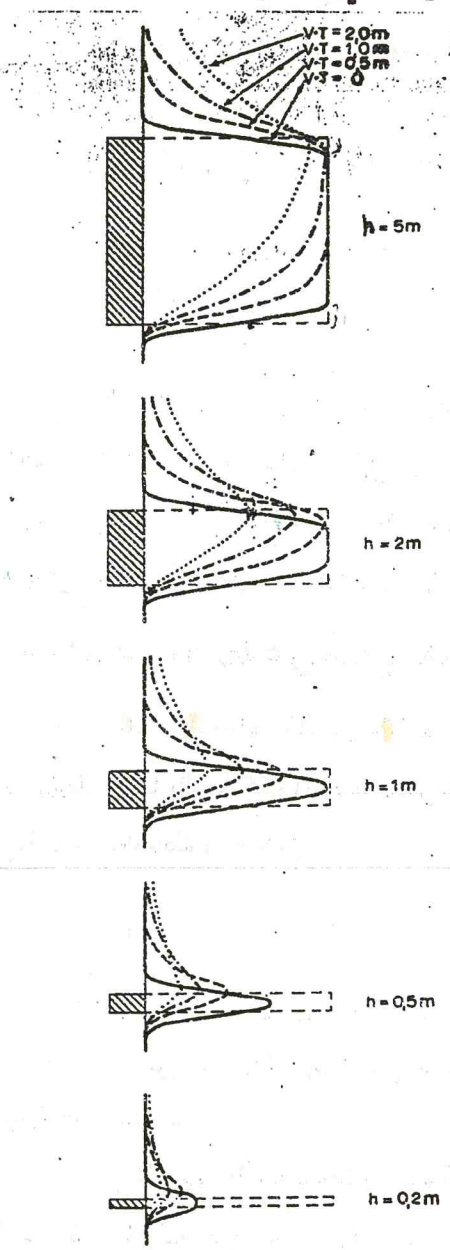
بالنسبة للطبقات السميكة فإن شدة إشعاعات غاما المقاسة في الجزء الأوسط منها لا ترتبط مطلقاً بالسماكة وإنما تقدم معلومات عن الفعالية الإشعاعية للطبقة (Radioaktivität) وذلك وفق المعادلة (١-٢٢) :

$$I_\gamma = 4\pi\frac{D_\gamma}{\mu/\rho}q \qquad 22-1$$

أما بالنسبة للطبقات ذات السماكات القليلة فإن سعة الشواذ الإشعاعي سوف تقل وذلك مع تناقص السماكة . إن المنحني ذا القيمة V.T =0 الشكل (١-١٣) يمثل لنا العلاقة $I_\gamma / I_\gamma^{h=\infty} = f(h)$.

وذلك في حال استخدام سابرة قياس بطول 70 cm . من أجل الطبقات ذات السماكات الأكبر من (1m) فإن حدود الطبقة تحدد في النقاط التي تكون فيها الشدة الإشعاعية متوافقة مع منتصف السعة للشواذ المسجل . أما في حالة الطبقات ذات السماكة القليلة (أقل من 1m) فإن السماكة الظاهرية والمحددة بالفرق مابين عمق القيمة النصفية وعرض القيمة النصفية أكبر من السماكة الحقيقية h أي بمعنى آخر فإن السماكة التي يتم تحديدها وفق العلاقة السابقة هي أكبر من السماكة الفعلية للطبقة .

– تأثير الثابت الزمني T وسرعة القياس V على منحني القياس :



شكل ١-١١

يؤثر كل من الثابتة الزمنية T وسرعة انتقال سابرة القياس تأثيراً كبيراً على منحنيات قياس شدة أشعة غاما مقابل الطبقات المخترقة بالبئر وذلك وفقاً لما يلي :

في حالة السرعات القليلة نسبياً لسابرة القياس v وقيم منخفضة للثابتة الزمنية T أي $vT \leq 0,3m$ في هذه الحالة فإن الإنحرافات في منحنيات أشعة غاما تكون غير متناظرة وتشكل انزياحاً ما في اتجاه حركة السابرة مقابل منحنيات توزع الشدة الإشعاعية للطبقات . أما عندما تزداد القيمة فإن انحرافات المنحني سوف تأخذ بالإنبساط والتسطح إلى حد يصبح من الصعوبة التعرف على الطبقات ذات السماكات القليلة . من أجل التعرف على طبقة ذات سماكة ضمن الحدود المعقولة بالنسبة لسابرة القياس فإنه يتوجب على سرعة القياس V أن لاتتجاوز السرعة الإسمية (V_{nom}) .

(السرعة الإسمية هي السرعة التي يسير وفقها القسم اللاقط الحساس خلال الثابتة الزمنية أو بمعنى آخر هي المسافة التي يقطعها الجزء الحساس من السابرة خلال ثابت زمني T) .

يلاحظ أيضاً أن طبقة ذات سماكة h مساوية إلى طول السابرة L تجعل نصيب أو

$L = 0,5m$

قيمة انحراف المنحني يشكل حوالي 50% من قيمة الشدة الإشعاعية مقابل هذه الطبقة .

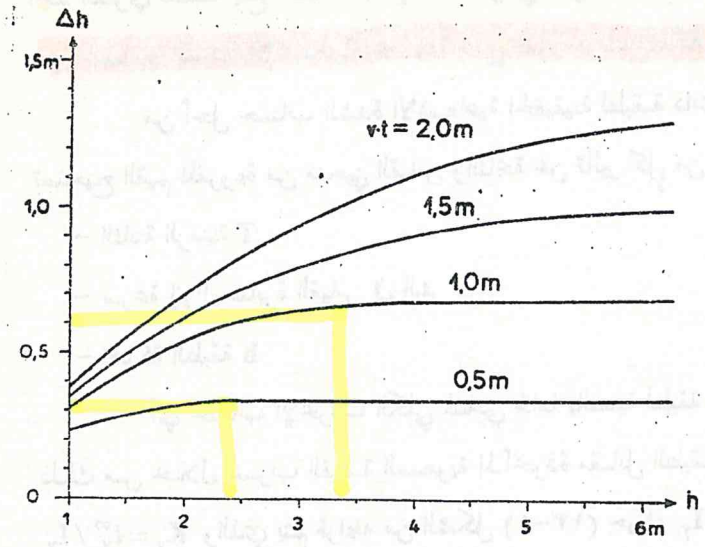
من أجل ثابتة زمنية مقدارها 12 s وطول لاقط 70 cm فإن السرعة الإسمية لسابرة القياس سوف تبلغ 3,5 m /min .

من أجل التنقيب التفصيلي الدقيق (الكشف عن مكامن البوتاسيوم) فإنه ينصح بإجراء القياس وذلك باستخدام سرعة مساوية إلى نصف السرعة الإسمية .

في حال استخدام سوابر القياس الومضية فإن اختيار سرعة القياس يتم بحيث أن الجداء VT يجب أن يكون أقل من سماكة أصغر طبقة يراد الكشف عنها .

- تحديد سماكة الطبقة وحدود الطبقات :

عند الدخول في طريقة تحديد سطوح الطبقات يجب الإشارة إلى أن طريقة عمق القيمة النصفي للشواذ على المنحني تصبح ملغية في حال كون القيم V.T صغيرة نسبياً وأيضاً في حالة الطبقات السميكة . في هذه الحالة فإن حدود الطبقة الحقيقية نحصل عليه بعد إضافة المقدار Δh ، حيث $\Delta h = f(h, V.T)$ باتجاه حركة سابرة القياس وذلك وفق الحالتين التاليتين، انظر الشكل (١-١٢) .



شكل ١-١٢ : الإنزياح Δh عن عمق القيمة النصفية مقابل حدود الطبقات وذلك بالعلاقة مع السماكة h من أجل قيم مختلفة لـ V.T . (سابرة القياس 70 cm) .

أولاً – من أجل طبقات ذات سماكة h أكبر من الحد الأدنى للسماكة المعتبرة h_{min} $h > h_{min}$ في هذه الحالة فإننا نحتاج من أجل الحصول على حدود الطبقة الحقيقية فقط إضافة القيمة Δh_{max} على القيم المحددة وفق Halbwertsteufen (قاعدة عمق القيمة النصفية) .

ثانياً – من أجل الطبقات ذات سماكة أقل من السماكة الدنيا h_{min} فإن الأمر يتعقد ويلزم إجراء حسابات رياضية تتعلق بكل من السماكة وبالجداء V.T وهذه العملية تحتاج إلى المزيد من الشرح حيث لا مجال لذكرها هنا (القسم العملي) .

يمكن التعرف على حدود الطبقات (السطح العلوي والسطح السفلي) بشكل بسيط وسهل وذلك بأن نفترض نقطة القياس (النقطة التي ينسب إليها القياس) واقعة على أعلى جهاز اللاقط أو العداد وليس في المنتصف . وبهذا الشكل وعندما يكون القياس من الأسفل إلى الأعلى فإن مرور سابرة القياس من بداية طبقة ذات إشعاعية معتبرة سوف يظهر معنا على منحني القياس مباشرة ، وبالتالي فإن حدود الطبقة نحصل عليها من نقاط الإنحناء على المنحني حيث تظهر على مجال 0.1 حتى 0.2 م .

ففي حالة الطبقات ذات السماكة $h < L$ أقل من طول السابرة فإن الحافة العليا أو الحد العلوي للطبقة يقع تحت نقطة الإنحناء ، والتي تمثل هنا القيمة الحدية للإنحراف .

– حساب الشدة الإشعاعية اعتماداً على طبقة ذات سماكة لانهائية :

من أجل حساب الشدة الإشعاعية الحقيقية لطبقة ذات سماكة لانهائية فإنه يلزم تصحيح القيم المقروءة من منحني القياس والناتجة عن تأثير كلٍ من :

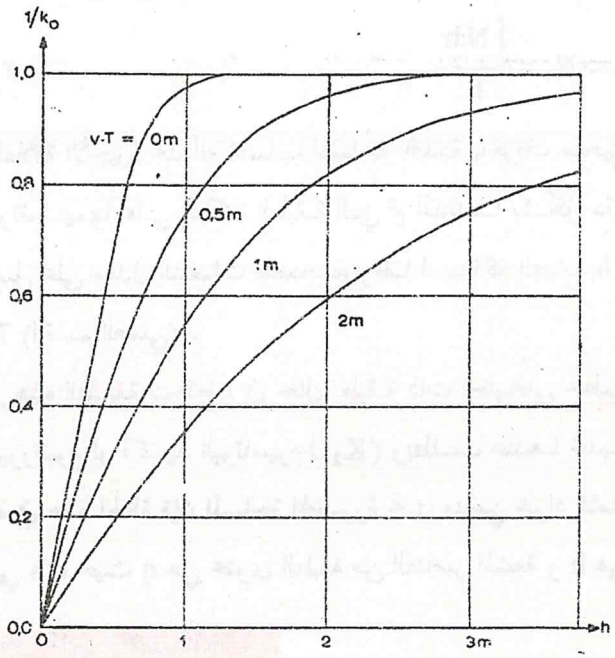
– الثابتة الزمنية T .

– سرعة إنزال سابرة القياس في البئر v

– سماكة الطبقة h

أي حساب الإنحراف الكلي لمنحني غاما بالنسبة لطبقة ذات سماكة لانهائية . ويتم ذلك من خلال ضرب القيمة السعوية المأخوذة مقابل الطبقة المعتبرة بمعامل التصحيح $K_\circ = I_\gamma^\infty / I_\gamma$ والذي يتم قراءته من الشكل (١-١٣) حيث I_γ في هذه الحالة يتم حسابها دائماً من قاعدة الشواذ (الإنحراف السعوي) والذي بشكل عام لايتطابق مع الخط الصفري لمنحني غاما .

في الحالة التي تكون فيها سماكة الطبقة قليلة جداً فإن الطريقة المذكورة سابقاً لاتعطي قيماً صحيحة وإن الطريقة التالية تستخدم بنجاح لحساب الإنحراف الكلي لمنحني الشدة الإشعاعية لغاما والتي تتم وفقاً لما يلي :



شكل ١-١٣: تصحيح للسرعة والسماكة K_0 من أجل حساب الإنحراف الكلي لشواذ غاما مقابل طبقة مشعة باستخدام سابرة طولها L=70cm .

بفرض أن N_0 عدد النبضات المسجل بالنسبة لسماكة لانهائية وضمن هذه السماكة تتواجد طبقة مشعة ذات سماكة h (طبقة البوتاسيوم Kalifloze)، حيث إن عدد النبضات التي يتم تسجيلها في أثناء مرور سابرة القياس عبرها هو :

$$n = N_0 t \qquad ١-٢٣$$

مع العلم أن $t = \frac{h}{v}$ وهو الزمن اللازم لتقطع به سابرة القياس الطبقة ذات السماكة h

v – سرعة السابرة في أثناء القياس ، إن عدد النبضات n هذا يعطى على أساس قيم وسطية ، وذلك لتغيره مع الزمن (الانشطار التلقائي) وبالتالي نستطيع كتابة العلاقة :

$$\int N dt = N_0 \frac{h}{v} \qquad ١-٢٤$$

وبما أن منحني غاما يسجل كتابع للعمق وليس للزمن ، نبدل dt بقيمتها :

$$dt = \frac{dz}{v}$$

وباعتبار v ثابتة نحصل على العلاقة :

$$\int Ndz = N_{\circ}h \Rightarrow N_{\circ} = \frac{\int Ndz}{h} \qquad ٢٥-١$$

من العلاقة الأخيرة نجد أنه بحساب المساحة المحددة بانحراف منحني غاما اعتباراً من مستوي الصفر وتقسيمها على سماكة الطبقة التي تم تحديدها بشكل دقيق من القياسات الكهربائية ، نحصل على معدل النبضات المصحح وفقاً لسماكة الطبقة h وسرعة القياس v والثابتة الزمنية T (القسم العملي) .

تطبق هذه الطريقة بنجاح ، في حال طبقة ذات احتياطي خطي بالعناصر المشعة (احتياطي من الهورانيوم أو أكسيد البوتاسيوم K_2O) ويطلب عندها تحديد القيم المصححة $N_{\circ}$ ، حيث أنه في هذه الحالة فإن المساحة المحصورة تحت منحني شواذ غاما تكون متناسبة مع الإحتياطي الخطي q.h حيث q هي محتوى الطبقة من العناصر المشعة و h هي السماكة .

تأثير حفرة البئر على منحني القياس :

ويشمل تأثير كلٍ من :

- سائل الحفر وقطر البئر .
- مواسير التغليف والأسمنت .
- إرجاع الشدة الإشعاعية المقاسة إلى شروط البئر الموحدة .

تأثير سائل الحفر وقطر البئر :

يظهر تأثير سائل الحفر على شدة إشعاعات غاما المسجلة من خلال امتصاص أو تخميد السائل المتواجد مابين جدار البئر وسابرة القياس لإشعاعات غاما الطبيعية التي تصدرها الصخور أو الطبقات .

إن تزايد شدة أشعة غاما المسجلة بالقياس بسبب إشعاعية سائل الحفر يمكن اعتبارها معدومة مقابل خاصية الإمتصاص الشديدة لسائل الحفر للإشعاعات . اعتماداً على ماذكر فإن تزايد قطر البئر يرافقه انخفاض في الشدة الإشعاعية المسجلة بشكل فعلي . وفي حال التصاق

سابرة القياس بجدار البئر فإن الشدة الإشعاعية المسجلة سوف يطرأ عليها تزايد بسيط جداً ، بفرض أن سماكة غلاف سائل الحفر صغيرة بالنسبة إلى طول القسم الفعال من سابرة القياس ($d << L$) فإن امتصاص أشعة غاما من قبل سائل الحفر يمكن أن يؤخذ بعين الاعتبار من خلال حساب أومعرفة معامل الامتصاص الوسطي :

$$A_d = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} e^{\frac{-\mu_0 d_0}{\sin v}} dv \qquad 1-26$$

حيث : $d_0 = \frac{d - d_s}{2}$ سماكة الطوق المائي .

d_s قطر سابرة القياس و d قطر البئر .

μ_0 معامل تخامد سائل الحفر .

v الزاوية مابين محور البئر واتجاه الأشعة الواردة إلى اللاقط .

وحسب ظروف البئر يمكن إجراء الحساب باستخدام القيمة الوسطية $\frac{1}{\sin v} = 1.2$ وفق داخنوف DACHNOW . وبالتالي فإن العلاقة السابقة تصبح وفقاً لما يلي :

$$A_d = e^{-1.2\mu_0 d_0} \qquad 1-27$$

إن علاقة الامتصاص هذه تصبح معقدة جداً في حال عدم مركزية سابرة القياس في البئر ، في هذه الحالة فإن معامل التصحيح $K_d = 1/A_d$ يمكن الحصول عليه من المنحنيات المبينة في الشكل (١-١٤) .

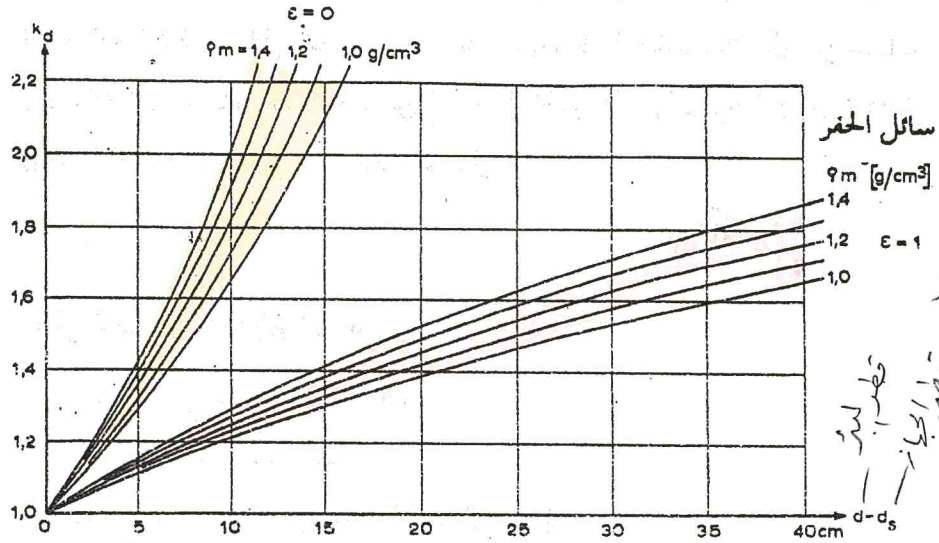
تأثير مواسير التغليف والغلاف الاسمنتي :

إن وجود مواسير التغليف وأيضاً الاسمنت خلف المواسير يؤديان إلى تخامد كبير لأشعة غاما الطبيعية التي يصدرها الصخر والتي يجري قياسها بواسطة سابرة القياس البئرية . ويلاحظ أثناء عبور سابرة القياس من المنطقة غير المغلفة بمواسير التغليف إلى المنطقة المغلفة انزياح بالمنحني وانخفاض سعة الشدة الإشعاعية بشكل ملحوظ ، كما ويلاحظ انخفاض التغيرات وبالتالي صفدرة الحل .

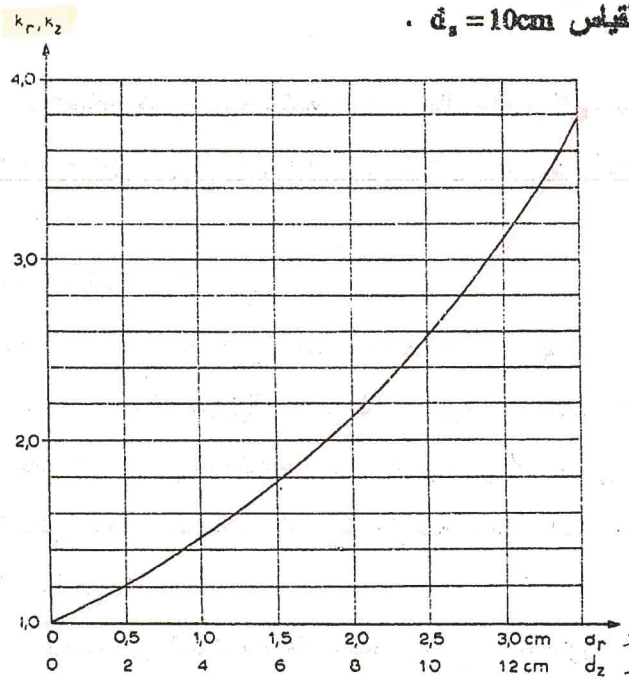
تظهر عملية الامتصاص لإشعاعات غاما بشكل واضح في المناطق التي تتواجد فيها عدة نطاقات لمواسير التغليف حيث إن الخطأ المحتمل بالنسبة للشدة الإشعاعية للصخور المخترقة يكون كبيراً جداً . إن معامل التصحيح الناتج عن وجود المواسير والإسمنت K_c

السابرة محركة

و K_z يمكن الحصول عليه من الشكل (١-١٥) .



شكل ١-١٤ : تصحيح قطر البئر (تصحيح الإمتصاص والتخلد) K_d من أجل منحني غاما وذلك في حال مركزية السابرة ($\varepsilon = 0$) وفي حال السابرة على جدار البئر ($\varepsilon = 1$) وذلك من أجل سوائل حفر ذات كثافات مختلفة ρ_m وقطر سابرة القياس $d_s = 10cm$.



شكل ١-١٥: معامل تصحيح الامتصاص الناجمة عن مواسير التغليف (K_r) والاسمنت (K_z) وذلك من أجل قياسات غاما .

d_1 سماكة المواسير المعدنية ، d_2 السماكة الوسطية لحلقة الاسمنت .

إرجاع الشدة الإشعاعية المقاسة نسبة إلى شروط البئر الموحدة :

إن عملية إرجاع أو تحويل نتائج القياسات نسبة إلى شروط بئرية واحدة متماثلة تعتبر من أهم وأصعب المشاكل التي تتعرض لها عمليات التفسير. يمكن إرجاع القيم المقاسة والمصححة لطبقة ذات سماكة لانهائية I_γ^∞ إلى قيم للشدة الإشعاعية لبئر خال من عمليات امتصاص الإشعاع وفق التالي :

$$I_\gamma^0 = I_\gamma^\infty K_d K_c K_z \qquad ٢٨-١$$

وهذا يعني إرجاع القيم المقاسة إلى شروط البئر القياسية (النموذجية) أي استعمال قطر البئر وكثافة سائل الحفر الذين تم استخدامهما بشكل متكرر في المجال المدروس ، في هذه الحالة فإن معاملات التصحيح تصبح مساوية إلى الواحد ويكون مقدار تغيير القيمة المقاسة إلى حد ما حاوياً على خطأ قليل جداً .

١-٢-٤ الحساب الكمي لإشعاعية الصخور الطبيعية :

معايرة سوابر قياس أشعة غاما :

إن الغاية الأساسية من معايرة أجهزة القياس بشكل عام هو تحديد قيمة التدريجة الناتجة عن انحراف مؤشر الجهاز مقدرة بالواحدة المعتبرة وفقاً لنوعية القياس . وهذه العملية تحل الكثير من المشاكل والصعوبات التي يمكن أن تنشأ في أثناء الحساب الكمي للفعالية الإشعاعية للصخور اعتماداً على قيم قياسات غاما .

إن النتيجة الأولى لكافة القياسات الإشعاعية هي عبارة عن معدل النبضات (Impuls rate) والتي تعطى بالواحدة أو المقياس نبضة/دقيقة Imp/min أو (Cpm) .

إن معدل النبضات هذا والذي تقيسه سوابر القياس غاما يتعلق بكل من العوامل التالية :

١- نوعية وحساسية وعدد اللواقط المستخدمة في سابرة القياس (عدادات وميضية أو عدادات غايغر-ميلر) .

٢- تركيب سابرة القياس .

للأسباب الآنفة الذكر فإن أشعة غاما المسجلة هي عبارة عن قيم ظاهرية لا تمثل القيم الحقيقية للشدة الإشعاعية للصخور . من أجل حل هذه المشاكل والإنتقال من القيم الظاهرية إلى القيم الحقيقية يلجأ إلى عملية المعايرة للأجهزة والتي تتم على نموذج جيولوجي ذي خصائص إشعاعية معروفة مسبقاً .

على سبيل المثال يمكن معايرة سوابر القياس بواحدة الفعالية الإشعاعية (Radioactivity) للصخور (ميكرو ميكرو غرام راديوم مكافئ/غ من الصخر) . ففي الولايات المتحدة الأمريكية يتم استخدام منبع نقطي لتوليد أشعة غاما من أجل المعايرة ، هذا المنبع مؤلف عادة من الراديوم الأساسي (Radium präparat) الذي يوضع على مسافة محددة مسبقاً من اللاقط بحيث أن معدل النبضات التي يتم قياسها تكون مساوية إلى تلك القيمة التي يتم تسجيلها من قبل السابرة أثناء وجودها في وسط متجانس يحوي على تركيز محدد من العناصر المشعة . بعد معرفة انحراف مؤشر التسجيل (بالسم) يمكن أن نحدد مقياس منحني أشعة غاما وذلك بواحدة ميكروميكرو غرام راديوم –مكافئ/غرام .

وبهذا الشكل نكون قد حذفنا تأثير أجهزة القياس مع بقاء تأثير حفرة البئر على منحني أشعة غاما المسجل . إن المقياس الذي تم الحصول عليه باستخدام المعايرة السابقة للأجهزة والذي يعطي تركيز العناصر المشعة في الصخر لايمثل الفعالية الإشعاعية الحقيقية (Radioaktivity) q للصخور المدروسة وإنما يقدم لنا فقط الفعالية الإشعاعية المكافئة لوسط فعال متجانس . للحصول على الإشعاعية الحقيقية للصخور من القيم المكافئة يتم الرجوع إلى الشروط القياسية النظامية ، والتي تأخذ بعين الاعتبار كلٍ من قطر البئر وكثافة سائل الحفر .

لا يمكن الاعتماد على منبع مشع نقطي في حال المعايرة لمعرفة الشدة الإشعاعية بواحدة (μ_r / h) (ميكرو روتنجن/سا) ويعود ذلك إلى التخامد والتبعثر الذي يحصل للأشعة في شروط البئر والذي هو قليل جداً بالنسبة للأشعة الصادرة عن المنبع النقطي ، حيث أن الأشعة الصادرة عن الطبقات والصخور تحتوي دوماً على جزء لابأس به من الأشعة المتهافتة أو المتخامدة والتي لا تصل إلى اللاقط .

بشكل عام يمكن القول بأنه توجد طرق عديدة لمعايرة الأجهزة وكل طريقة تمتاز عن غيرها ببعض الخصائص ويتم اختيار طريقة المعايرة حسب شروط القياس وغرض القياس بحيث يفي المطلوب .

الأثر الصفري (Zero effekt) :

ويعرف بأنه معدل النبضات التي يتم تسجيلها في وسط صخري لايحوي إطلاقاً على العناصر المشعة . نذكر من هذه الصخور (الملح الصخري ، الفحم الحجري ، الأنهدريت الخالي من الغضار) . إن مصدر الإشعاع هوسابرة القياس نفسها حيث تكون ذات خصائص إشعاعية وأحياناً يحصل بسبب التفرغ التلقائي للالكترون . يمكن تحديد وحساب هذا الأثر وذلك بالقياس في صخور خالية من العناصر المشعة وتقدر شدته حوالي 1 ميكروروتنجن/سا . في أثناء القيام بالتفسيرات الكمية يجب طرح هذه القيمة المسجلة بالقياس أي أن شدة أشعة غاما تكون مساوية إلى القيمة المسجلة مطروحاً منها التأثير الصفري :

$$I_\gamma = I_{reg} - I_0 \qquad (1-29)$$

تحديد الفعالية الإشعاعية للصخور Radioactivity :

من أجل معرفة الفعالية الإشعاعية للصخور يجب قبل كل شيء معرفة الشدة الإشعاعية الحقيقية I°_γ والتي تم تصحيحها بالنسبة لشروط البئر النظامية وكذلك بالنسبة للأثر الصفري . في هذه الحالة فإن العلاقة التي تربط ما بين محتوى الصخر من العناصر المشعة q وشدته الإشعاعية هي علاقة خطية كما مر معنا سابقاً أي :

$$I^\circ_\gamma = C_\gamma q \qquad (1-30)$$

إن معامل التناسب أو معامل التحويل C_γ يتم تحديده مخبرياً وذلك وفق طريقتين :

١- من خلال مقارنة قيم الشدة الإشعاعية I°_γ التي تم الحصول عليها من قياسات غاما مع المحتوى الذي يتم الحصول عليه بالتحليل النووي للعنصر المعني .

٢- بالمعايرة في بئر اصطناعي والذي يكون مؤلف من سماكة كافية (30-40 cm) وله خصائص متجانسة وحاوٍ على كمية معروفة q من العناصر المشعة .

بشكل عام يمكن القول بأنه لانستطيع تحديد كمية العناصر المشعة اعتماداً على تسجيل أشعة غاما في الصخر . إن الطريقة الوحيدة والمثلى في هذا المجال هو استخدام طريقة التحليل الطيفي ، والتي سيتم شرحها لاحقاً ، أو التفكير باتجاه الخصائص الجيولوجية والجيوكيميائية للصخور . بشكل أساسي نقول بأن أي تغيير أو تحويل لفلزات اليورانيوم عن وضع التوازن يقود إلى انحراف كبير وشذوذ عن القانون أو العلاقة (١-٣٠) .

١-٢-٥ مجالات استخدام قياس غاما :

أ- المضاهاة أو الربط (Korrelation) :

تستخدم قياسات غاما بشكل عام من أجل الربط والمضاهاة . وتتميز عن القياسات الكهربائية بالخصائص الأساسية التالية :

١- إن الفعالية الإشعاعية للصخور لاتتعلق إطلاقاً بمحتوى مساماتها من النفط والغاز والماء، وبالتالي فإن منحني قياس غاما المسجل في الآبار النفطية يمكن أن يساهم في عملية الربط بين الصخور الخازنة بغض النظر عن موقع مستوى خط الماء .

٢- إن شدة إشعاعية غاما المسجلة بالقياس لاتتأثر بكل من ملوحة المياه الطبقية وملوحة سائل الحفر .

٣- الفعالية الإشعاعية الطبيعية للصخور تحتل منطقة كبيرة جداً .

كمستو إرجاعي (خط الغضار أو خط الرمال) يتم اختيار إما طبقات ذات فعالية إشعاعية عالية(غضار) ، أو طبقات نظيفة خالية من الإشعاعات وذات سماكة كبيرة، كالصخور الرملية أو الكلسية ، أو توضعات هيدروكيميائية والتي تكون خالية تماماً من النشاط الإشعاعي أي لا تحوي على عناصر مشعة . وفقاً للتقسيمات السابقة فإن قياس غاما يستطيع أن يعطي إشارة واضحة لمستويات محددة ذات خصائص تركيبية مميزة وذلك لكون الفعالية الإشعاعية للرسوبيات تتأثر بشكل كبير بوسط أو بيئة الترسيب . في بعض الحالات والتي لايمكن تنفيذ أو إجراء مضاهاة مباشرة بين القياسات يمكن أن نحدد مواقع بعض الصخور في العمود الطبقي اعتماداً على خصائصها الإشعاعية .

ب- التقسيم الليتولوجي لبروفيل القياس ومجال تطبيق قياس غاما الطبيعي :

اعتماداً على منحني غاما يمكننا أن نميز وبشكل رئيسي ضمن العمود الليتولوجي لبروفيل القياس كلٍ من الغضاريات والإردواز والصخور الحاوية على الغضار . كما ويقدم منحني غاما في بعض الحالات صورة واضحة عن درجة فرز الصخور القاسية ذات المقاومة العالية أثناء استخدام سائل حفر مالح جداً ، وفي الصخور الحاوية على مياه عذبة . اعتماداً على منحني غاما لا يمكن إجراء تمييز واضح بين الصخور المختلفة المتواجدة في العمود الليتولوجي ، ولكن هناك بعض الحالات الفعالة جداً لقياس غاما والتي تتميز بها عن غيرها من القياسات الجيوفيزيائية .

من هذه الحالات نذكر :

١- تحديد طبقات الفحم الحجري والفحم البني في الآبار التي تخترقها ، وذلك اعتماداً على الفعالية الإشعاعية القليلة التي تبديها هذه الطبقات على بروفيل القياس .

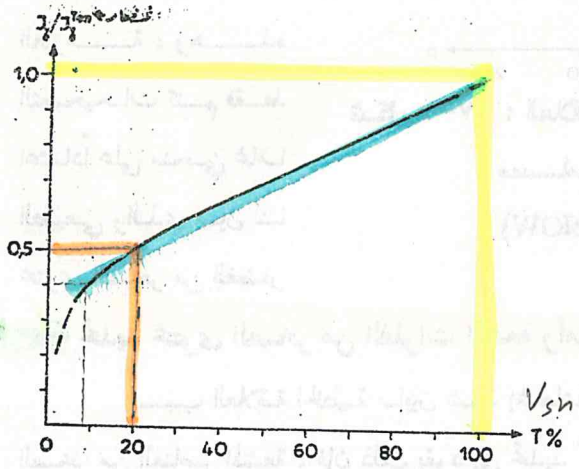
٢- يعتبر قياس غاما الطبيعي طريقة مباشرة للكشف عن المكامن والصخور الهامة لإحتواءها على فلزات اليورانيوم والتوريوم وأيضاً أملاح البوتاسيوم وبكميات اقتصادية. (مناجم الفوسفات)

٣- إجراء القياسات في الآبار المغلفة والتي لم يتم فيها عمل القياسات الكهربائية .

٤- يمكن إجراء قياس غاما في الآبار الجافة أو الحاوية على سائل حفر ذي أساس نفطي والتي لا يمكن تنفيذ قياس الكمون الذاتي SP فيها .

ج- دراسة الخصائص الخزنية للصخور :

إن معظم الصخور الخازنة لا يمكن تميزها اعتماداً على خصائصها الإشعاعية الطبيعية أي بمعنى آخر لا يمكن الجزم اعتماداً على قياس غاما بوجود هذه الصخور . لكن في حالة إجراء قياسات جيوفيزيائية كاملة للبئر وكان المطلوب بعد ذلك تقييم الخصائص الخزنية للصخور المخترقة ، فإن قياس غاما يلعب الدور الأكبر من بين القياسات الأخرى في هذا المجال. حيث يلاحظ في حالات كثيرة وجود علاقة محددة ما بين الإشعاعية الطبيعية للصخور ومحتوى هذه الصخور من الفضار شكل (١-١٦) ، وهذا المحتوى من الفضار يؤثر كما هو معروف بشكل



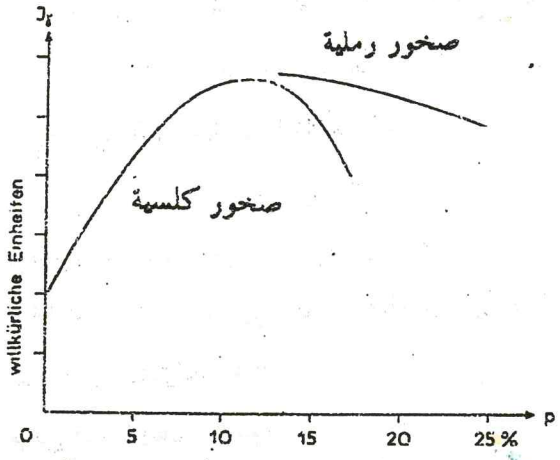
شكل ١-١٦: العلاقة ما بين محتوى الغضار والفعالية الإشعاعية للصخور الخازنة وفق داخنوف (DACHNOW) .

$$V_{sh} = \frac{\gamma_{log} - \gamma_{clean}}{\gamma_{sh} - \gamma_{clean}}$$

كبير على نفوذية الصخور الخازنة ، وبالتالي يمكن من خلال منحني غاما تقييم أو معرفة نفوذية الصخر الخازن .

في حالات عدة يلاحظ أيضاً وجود علاقة ما بين الإشعاعية الاطبيعية للصخور (الناتجة عن وجود الغضار) وبين مسامية هذه الصخور وهذا مايظهره الشكل (١-١٧) .

في الصخور الرملية يتزايد محتوى الغضار مع انخفاض المسامية ، بينما نجد في الصخور الكلسية أو الكربوناتية أن محتوى الغضار الأعظمي يكون في مجال المسامية بين 10-15٪ وهذا مايلاحظ على الشكل (١-١٧). في حالة حساب المسامية باستخدام قياس نيترون - غاما و لم نحصل على قيمة عالية لها ، عندها يلزم إجراء التصحيحات اللازمة ، وهذه التصحيحات تتم فقط اعتماداً على منحني غاما الطبيعي والذي يبين لنا محتوى الصخر من الغضار



شكل ١-١٧ : العلاقة مابين الفعالية الإشعاعية وبين مسامية الصخور وفق لاريونوف (LARIONOW) .

د- تحديد محتوى الصخر من الفلزات المشعة وأملاح البوتاسيوم :

بسبب العلاقة الخطية ماين شدة إشعاعات غاما (γ-Intensitat) وبين محتوى الصخر من العناصر المشعة ، فإن ذلك يقود إلى تحديد كمية اليورانيوم والثوريوم المتواجدة في المكمن الذي يجري فيه التنقيب وذلك بعد معرفة شدة إشعاعات غاما المسجلة بالقياس .

بشكلٍ مشابه يمكن تحديد كمية أملاح البوتاسيوم K_2O أو محتواها من أكسيد البوتاسيوم وذلك في أثناء الحساب الدقيق للاحتياطي اعتماداً على منحني أو قياس غاما الطبيعية ، (القسم العملي) .

هـ- ضبط وتحديد الأعماق وفقاً لقياس غاما الطبيعي :

من المعلوم أن قياس غاما الطبيعية يمكن أن ينفذ أيضاً في الآبار المغلفة والتي لا يمكن إجراء قياسات كهربائية فيها ، وهذه الخاصية لقياس غاما تقدم خدمة كبيرة من أجل تحضير وتجهيز البئر للإنتاج وخاصة فيما يتعلق بتحديد مجالات التثقيب . وهذه العملية تحتاج إضافة إلى قياس غاما الطبيعي كل من قياس وصلات المواسير CCL والقياسات الكهربائية المنفذة قبل تغليف البئر والتي تم على أساسها تحديد المجالات المنتجة .

بإجراء المقارنة بين القياسات الثلاثة السابقة أي (غاما -وصلات المواسير (مقياس مغناطيسي) - القياسات الكهربائية) نستطيع تحديد الوضع المثالي للتثقيب والذي يقع على بعد قليل من الوصلات . في هذا المكان يتم إنزال جهاز التثقيب مع جهاز كاشف الوصلات ويتم التثقيب .

١-٢-٦ الدراسات الطيفية في الكشف عن تراكيز العناصر المشعة :

من المعلوم لدينا أن قياسات غاما الطبيعية تسجل الشدة الإشعاعية الكلية لأشعة غاما الواردة من الصخر بغض النظر عن نوعية العناصر المشعة التي تقوم بإصدارها (يورانيوم - ثوريوم - بوتاسيوم) .

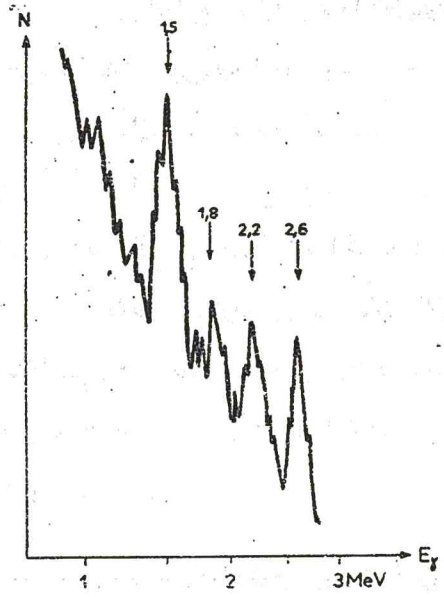
إن الطريقة الوحيدة التي يمكن بواسطتها التمييز بين هذه العناصر هي استخدام التحليل الطاقي لطيف دقائق γ المسجلة . إن أول طريقة قياس بئرية لطيف الطاقة لأشعة غاما تعود إلى كل من برانون (BRANNON) وأوزوبا (OSOBA) .

يرجع مبدأ هذه الطريقة إلى وجود علاقة شبه خطية بين طاقة كمات - غاما الساقطة على اللاقط (بلورة ضوئية) وبين الومضات التي تحدث بسبب امتصاص هذه الكمات الأولية داخل البلورة الضوئية (Scintillationskristall) وبالتالي سعة النبضات للإلكترونات الثانوية المضاعفة .

إن وجود هذه العلاقة يسمح بمساعدة عداد وميضي كلاقط للإشعاع بدراسة طيف الطاقة لأشعة غاما الطبيعية في الصخور .

من أجل هذا الغرض (دراسة طيفية) يتم نقل النبضات بعد تضخيمها بسعاتها

الحقيقية عبر كابل القياس إلى الأجهزة السطحية حيث يتم معالجتها ، ويتطلب ذلك مضخم خطي خاص لتلك النبضات .



بوتاسيوم له مجال طاقة 1,5Mev

اليورانيوم 1,8 Mev و 2,2

الثوريوم 2,6 Mev

شكل ١-١٨: طيف طاقة مميز ونوعي لأشعة غاما الطبيعية في الصخور .

إن طيف طاقة غاما الطبيعية والتي تم تحويلها بواسطة المسجل إلى طيف نبضي تخضع إلى الفصل والتحلل بعد مرورها على محلل النبضات (Impulshohenanalysator) ويتم تسجيل تكرار النبضات كتابع لسعتها .

للحصول على دقة عالية لهذه القياسات يتطلب ذلك وقت قياس كبير نسبياً يصل حتى 15 دقيقة . وهذا القياس يتم بشكل نقطي أي من نقطة إلى أخرى ، وبالتالي فهو مكلف جداً ولهذا السبب يتم تنفيذه فقط لبعض المستويات ذات الأهمية البالغة .

الشكل(١-١٨) يرينا طيف نبضي نوعي لأشعة غاما الطبيعية لصخر حاوي على اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم . كما هو ملاحظ على الشكل يوجد أربع قمم مميزة ، حيث إن القمة ذات الطاقة 2,6 ميغا إلكترون فولط تميز الثوريوم أو يسمى بخط الثوريوم والقمتين 2,2 و 1,8 ميغا إلكترون فولط تمثل خط اليورانيوم ، أما القمة 1,5 ميغا إلكترون فولط فهي تمثل خط البوتاسيوم ، أما المجال الذي هو اقل من 1,5 ميغا إلكترون فولط فيمثل طاقة دقائق

غاما الناجمة عن تأثير كمبتون . اعتماداً على سعات القمم الأربعة في الطيف الطاقي يمكن تحديد مساهمة كل من العناصر المشعة الثلاثة في الشدة الإشعاعية الكلية وبالتالي تحديد كمية هذه العناصر في الصخر .

أخيراً لابد من القول أن الدراسات الطيفية تقدم استنتاجات بالغة الأهمية حول الوجود الأولي للرسوبيات وحول شروط الترسيب ، وذلك بسبب العلاقة القوية مابين المحتوى الجزئي للعناصر المشعة المختلفة بالمادة الأم وأيضاً بالشروط الجيوكيميائية التي سادت في أثناء الترسيب ، هذا من ناحية ، ومن ناحية أخرى تفيد هذه الدراسات تحديد الشواذات الناجمة عن الإشعاعية الطبيعية في بعض الصخور وتفسيرها .

****