الأسبوع الثالث (١٦-٢٨)

تتعقد المشكلة أكثر نظراً لأن الشواذ المقاسة على السطح ليست ناتجة عن تركيب بسيط الشكل، لكن قد تكون محصلة تأثير عدد من التراكيب المبعثرة الواقعة على مستويات مختلفة، لذلك يجب فصل الشواذ عن بعضها قبل تفسيرها باستخدام تقانة الترشيح أو الفلترة (filtering).

هذا يتضمن صقل الشواذ القريبة من السطح وذات الامتداد الجانبي الصغير، ثم طرح الشواذ الإقليمية الناتجة عموماً عن تراكيب إقليمية عميقة، بحيث نحصل على ما يدعى خريطة الشواذ المتبقي. يمكن بناء نموذج للتراكيب تحت السطحية من خريطة خطوط تساوي الجاذبية ثم تحسب الشواذ الناتجة عن الجسم وتقارن الشواذ المحسوبة مع الشواذ المقاسة. في حال وجود تباين بين الشواذ المحسوبة والمقاسة يعدل النموذج المقترح وتحسب الشواذ من جديد وتقارن مع المقاسة، ويعاد ذلك حتى الوصول إلى أفضل تطابق بين المنحنيات المحسوبة والمقاسة. تدعى هذه الطريقة "طريقة التجريب والخطأ" (trial and error method).

يفضل عند اختيار نموذج للجسم تحت السطحي تقريبه إلى أبسط شكل هندسي، نظراً لأن التأثير الجاذبي لعدد من الأجسام الهندسية (كرة، أسطوانة، شريحة ....الخ) يمكن حسابه بسهولة من المنحنيات والصيغ النموذجية.

نظراً لأن مقاييس الجاذبية تتجاوب مع تغيرات المركبة الشاقولية لشواذ الجاذبية، لذلك فالمطلوب حساب الصيغ التي تعطي المركبة الشاقولية للجاذبية في نقطة على السطح. تعبر الصيغة المختارة عادة عن التغيرات في الجذب على طول مسار سطحي يعبر فوق الجسم المدروس. إذا كان الجسم متطاولاً يؤخذ المسار عمودياً على طول الجسم.

ستعطى فيما يلي معادلة التأثير الجاذبي لعدد من الأجسام هندسية الشكل:

1-7-1- كرة:

تعطي كتلة كروية نصف قطرها R ويقع مركزها على عمق z تحت سطح الأرض، وتتباين كثافتها عن الصخور المحيطة بمقدار σ زيادة في الكتلة مقدارها $4\pi R^3\ \sigma/3$. تعتبر كتلة الكرة متمركزة في مركزها ويكون التسارع الجاذبي الناتج عن هذه الزيادة في الكتلة في نقطة على سطح الأرض تبعد بمسافة r عن مركز الكرة مساوياً:

$$a = G.\frac{4\pi R^3.\sigma}{3r^2} = G.\frac{4\pi R^3.\sigma}{3(x^2+z^2)} \qquad (1\text{-}15)$$

بما أن $r^2 = x^2 + z^2$ (الشكل 1-1)، تكون المركبة الشاقولية للجاذبية g_z مساوية لـ $a\cos\theta$ أي:

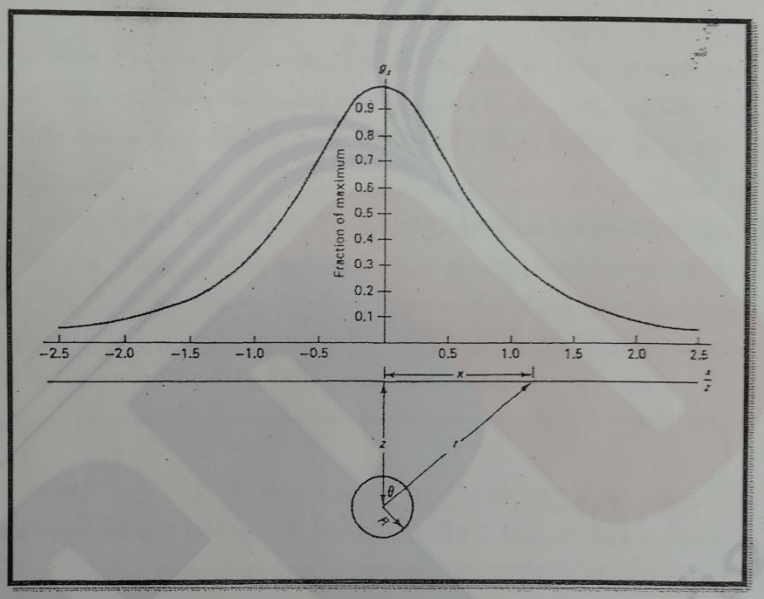
$$g_z = \frac{4G\pi R^3\sigma}{3}.\frac{z}{(z^2+x^2)^{3/2}} \qquad (1\text{-}16)$$

لأن $\cos\theta = z/r$

إذا تم التعبير عن المسافة الأفقية بدلالة وحدة العمق إلى السطح العلوي للجسم، تصبح المركبة الشاقولية للجاذبية مساوية:

$$g_z = \frac{4G\pi R^3\sigma}{3z^2} \cdot \frac{1}{(1+x^2/z^2)^{3/2}} \qquad (1\text{-}17)$$

يعطي الشكل (1-7) منحني شواذ الجاذبية الناتجة عن كرة نصف قطرها R وعمق مركزها من سطح الأرض z. يعطى محور السينات بوحدات x/z. يرتبط عرض الشواذ بعلاقة محددة مع عمق مركز الكرة، ويعبر عن العمق بدلالة "نصف عرض الشواذ" $x_{1/2}$ (half width)، إي المسافة الأفقية الفاصلة بين القيمة العظمى للشواذ ونقطة نصف القيمة العظمى للشواذ على المنحني. يعطى عمق مركز الكرة بالمقدار $z=1.305x_{1/2}$.



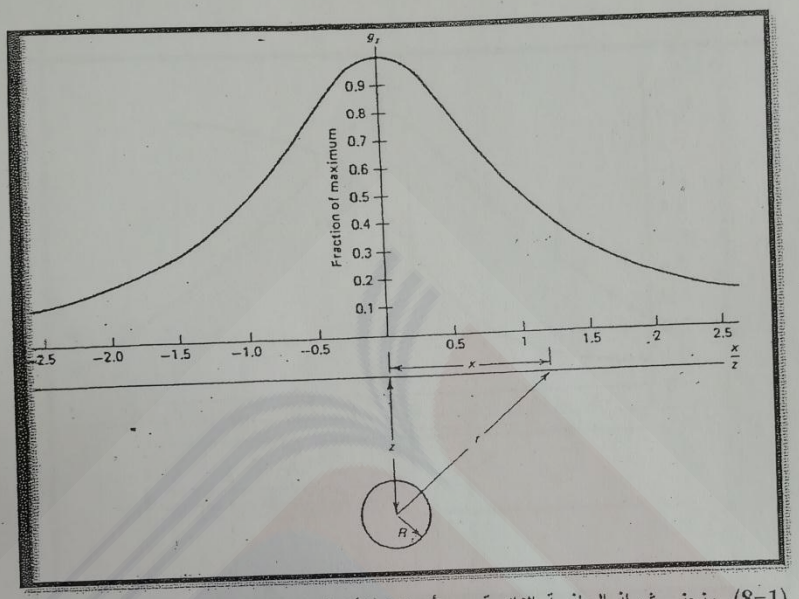
الشكل (1-7). منحني شواذ الجاذبية الناتجة عن كرة نصف قطرها R وعمق مركزها من سطح الأرض z.

1-7-2- أسطوانة أفقية:

تعطى المركبة الشاقولية للجاذبية لأسطوانة أفقية لانهائية الامتداد بالاتجاه y نصف قطرها R وعمق محورها من سطح الأرض z بالعلاقة التالية:

$$g_z = \frac{2G\pi R^2\sigma}{z} \cdot \frac{1}{(1+x^2/z^2)} \qquad (1\text{-}18)$$

ويعطي الشكل (1-8) منحني شواذ الجاذبية الناتجة عن أسطوانة أفقية نصف قطرها R وعمق محورها من سطح الأرض z. ويساوي عمق محور الأسطوانة نصف عرض الشواذ أي $z = x_{1/2}$.



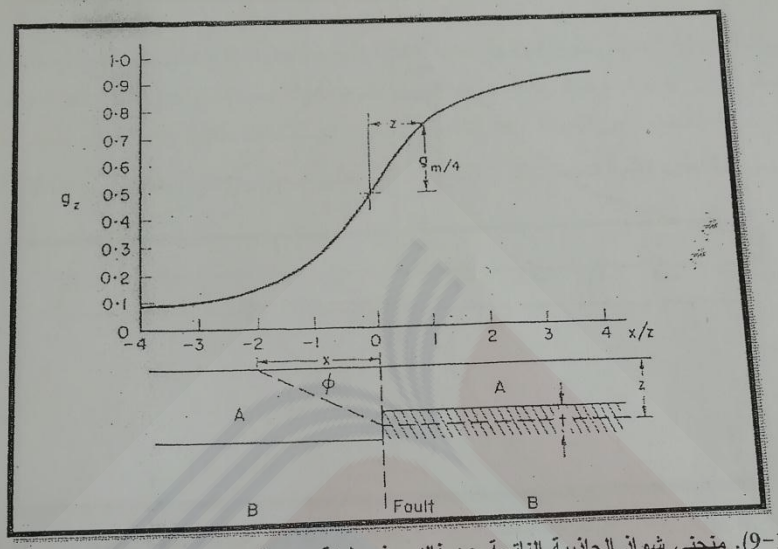
الشكل (1-8). منحني شواذ الجاذبية الناتجة عن أسطوانة أفقية نصف قطرها R وعمق محورها من سطح الأرض z.

1-7-3- صفيحة أفقية:

عند حدوث فالق شاقولي في تتابع صخري بسيط مؤلف من طبقتين A و B بحيث يمكن اعتبار الطبقة السفلى لانهائية السماكة، يمكن عندها اعتبار أن التأثير الجاذبي ناتج عن صفيحة أفقية كثافتها الفعالة هي التباين بين كثافة الطبقتين أي حاصل طرح كثافة الطبقة B من كثافة الطبقة A. يمثل الجزء المُقَطع في الشكل (1-9) الصفيحة الأفقية المضروبة بالفالق، وبفرض أن هذه الصفيحة تمتد إلى اللانهاية بكافة الاتجاهات بعيداً عن الفالق، فتعطى المركبة الشاقولية للجاذبية بالعلاقة التالية:

$$g_z = 2G.\sigma.\Phi.t = 2G.\sigma.t.(\frac{\pi}{2} - tan^{-1}\frac{x}{z}) \qquad (1\text{-}19)$$

حيث تمثل σ التباين بالكثافة و t سماكة الطبقة. يمثل الشكل (1-9) منحني شواذ الجاذبية الناتجة عن فالق رفع طبقة متباينة الكثافة عن صخور المنطقة المجاورة إلى عمق z من سطح الأرض.



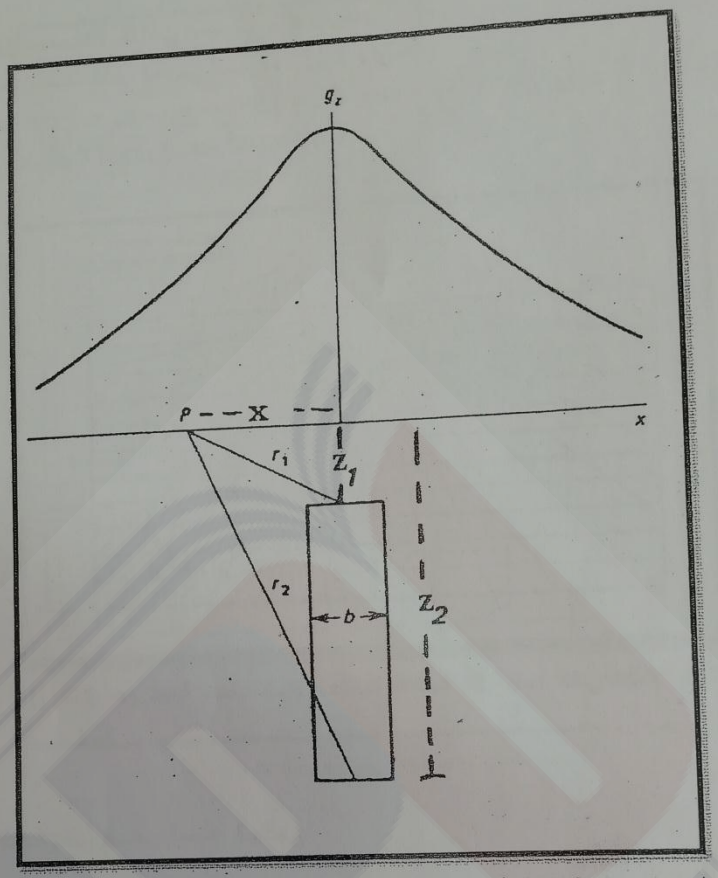
الشكل (1-9). منحني شواذ الجاذبية الناتجة عن فالق رفع طبقة متباينة الكثافة عن صخور المنطقة المجاورة إلى عمق z من سطح الأرض.

1-7-4- صفيحة شاقولية:

تشبه الصفيحة الشاقولية حالة جدار قاطع شاقولي عرضه **b** وعمق سطحه العلوي z_1 وسطحه السفلي z_2 فتعطى المركبة الشاقولية للجاذبية بالعلاقة التالية:

$$g_z = 2G.\sigma.b.ln(\frac{\sqrt{x^2 + z_2^2}}{\sqrt{x^2 + z_1^2}}) \qquad (1\text{-}20)$$

يمثل الشكل (1-10) منحني شواذ الجاذبية الناتجة عن صفيحة شاقولية عرضها **b** وعمق سطحها العلوي z_1 وسطحها السفلي z_2.



الشكل (1-10). منحني شواذ الجاذبية الناتجة عن صفيحة شاقولية عرضها b وعمق سطحها العلوي Z_1 وسطحها السفلي Z_2.

1-8- الأجسام اللامنتظمة:

يتم استخدام المعيّرة لحساب جاذبية التراكيب لا منتظمة الشكل لكن لها مقطع عرضي ثابت تقريباً، فتوضع المعيّرة على المقطع العرضي للجسم المطلوب حساب تأثيره الجاذبي (الشكل 1-11) بحيث تنطبق النقطة O على نقطة الحساب S. لقد حسب قياس الحجرات بحيث يتساوى التأثير الجاذبي لكل الحجرات في المحطة O بغض النظر عن المسافات. ولحساب التأثير الجاذبي يجمع عدد الحجرات الواقعة تحت الجسم ثم يضرب بالتأثير الجاذبي للحجرة الواحدة.

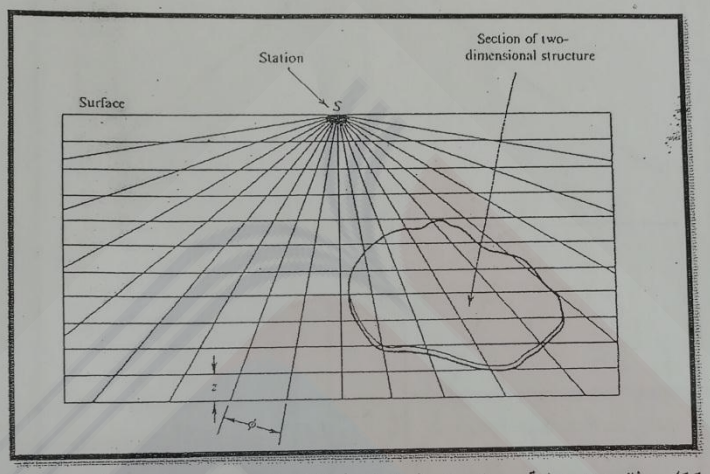
يعطى التأثير الجاذبي للحجرة كما يلي:

$$\Delta g_z = 2G\sigma\,(r_{m+1} - r_m)(\cos\Phi_{n+1} - \cos\Phi_n) \qquad (1\text{-}21)$$

حيث r_m طول نصف القطر الداخلي للحجرة و Φ_n زاويته.

r_{m+1} طول نصف القطر الخارجي للحجرة و Φ_{n+1} زاويته.

إذا كانت $r_{m+1} - r_m = 1$ cm و $\cos \Phi_{n+1} - \cos \Phi_n = 0.05$ وكانت $S = 1$ يكون التأثير الجاذبي لكل حجرة $6.67 \times 10^{-6} . \sigma . S$ mgal.



الشكل (1-11). مثال عن كيفية حساب شواذ الجاذبية الناتجة عن جسم ثنائي الأبعاد باستخدام معيرة مناسبة.

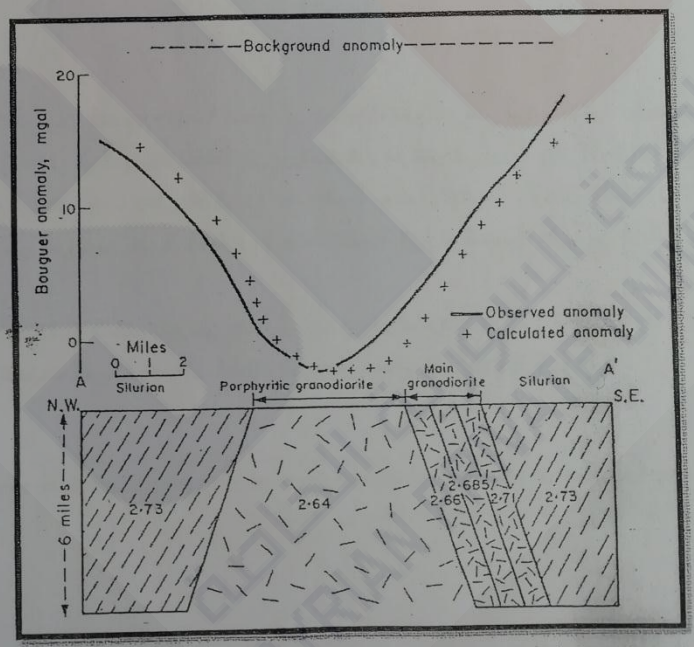
1-9- أمثلة على تفسير المسح الجاذبي:

يرد فيما يلي مثالان للمسح الجاذبي:

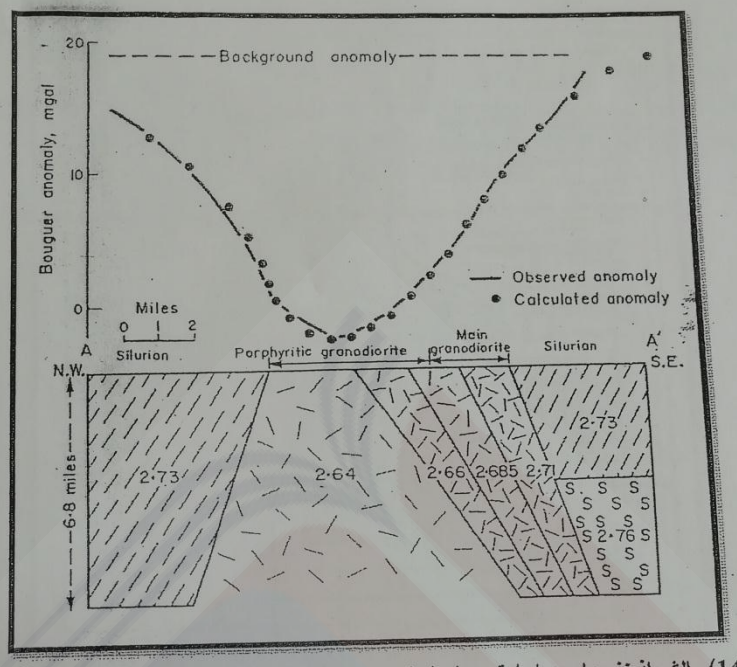
المثال الأول:

هدف المثال الأول لتحديد كتلة غرانوديوريت غريفل تحت السطحية بالقرب من منطقة دومفريز بإنجلترا (Bott and Masson-Smith 1960). يظهر الشكل (1-12) شواذ بوغيه والشكل (1-13) الشواذ المحسوبة والمقاسة للمنطقة وكذلك نموذج غير مقبول لما تحت السطح. بينما يعطي الشكل (1-14) نفس الشواذ بعد إعادة حسابها لشكل محسن لما تحت السطح والذي اختلف عن الشكل السابق بتغيير سماكات الصخور الموجودة مع المحافظة على كثافاتها.

الشكل (1-12). شواذ الجاذبية في منطقة دومفريز بإنجلترا.



الشكل (1-13). شواذ الجاذبية المحسوبة والمقاسة فوق غرانوديوريت غريفل.

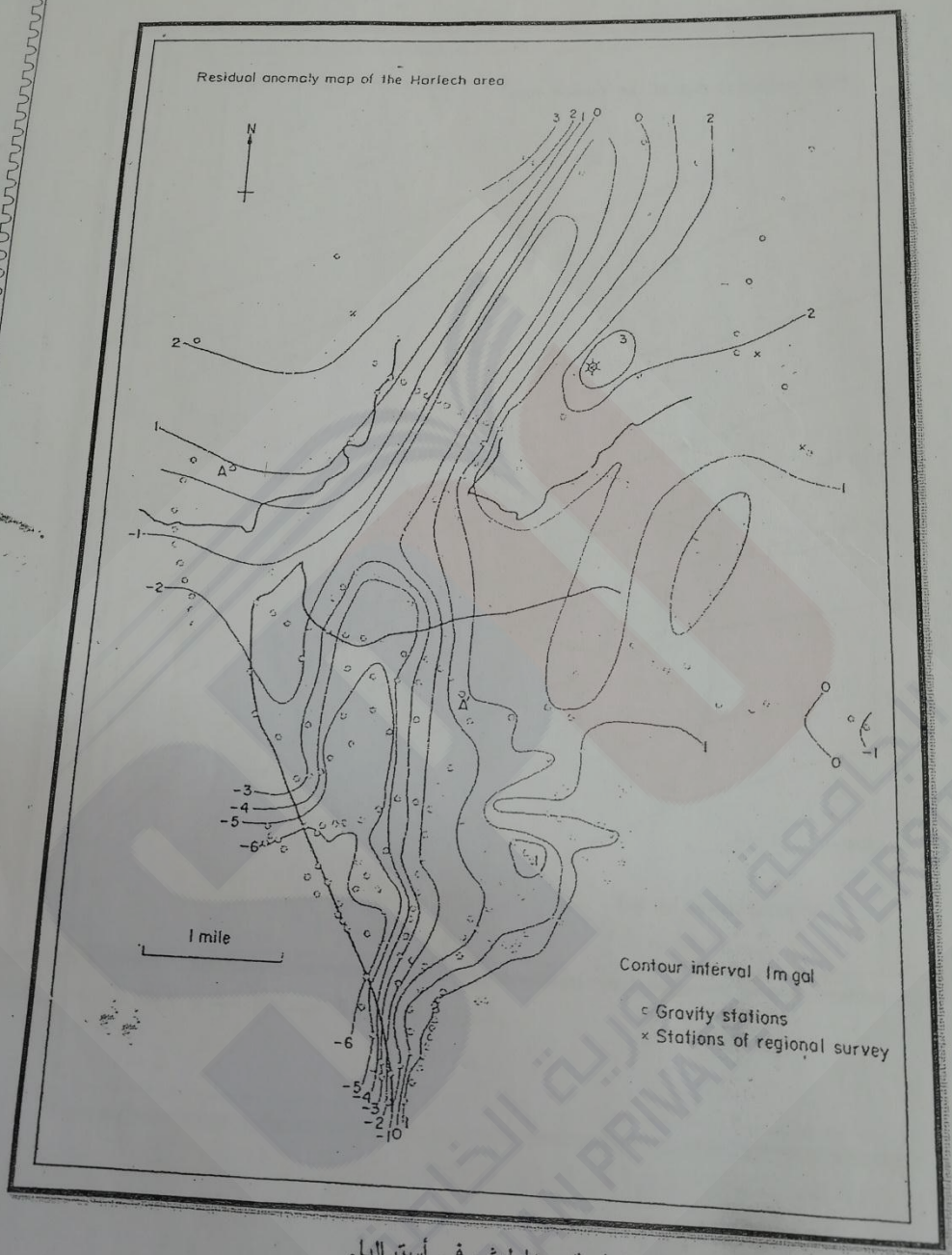


الشكل (1-14). الشواذ نفسها بعد إعادة حسابها باستخدام نموذج محسن.

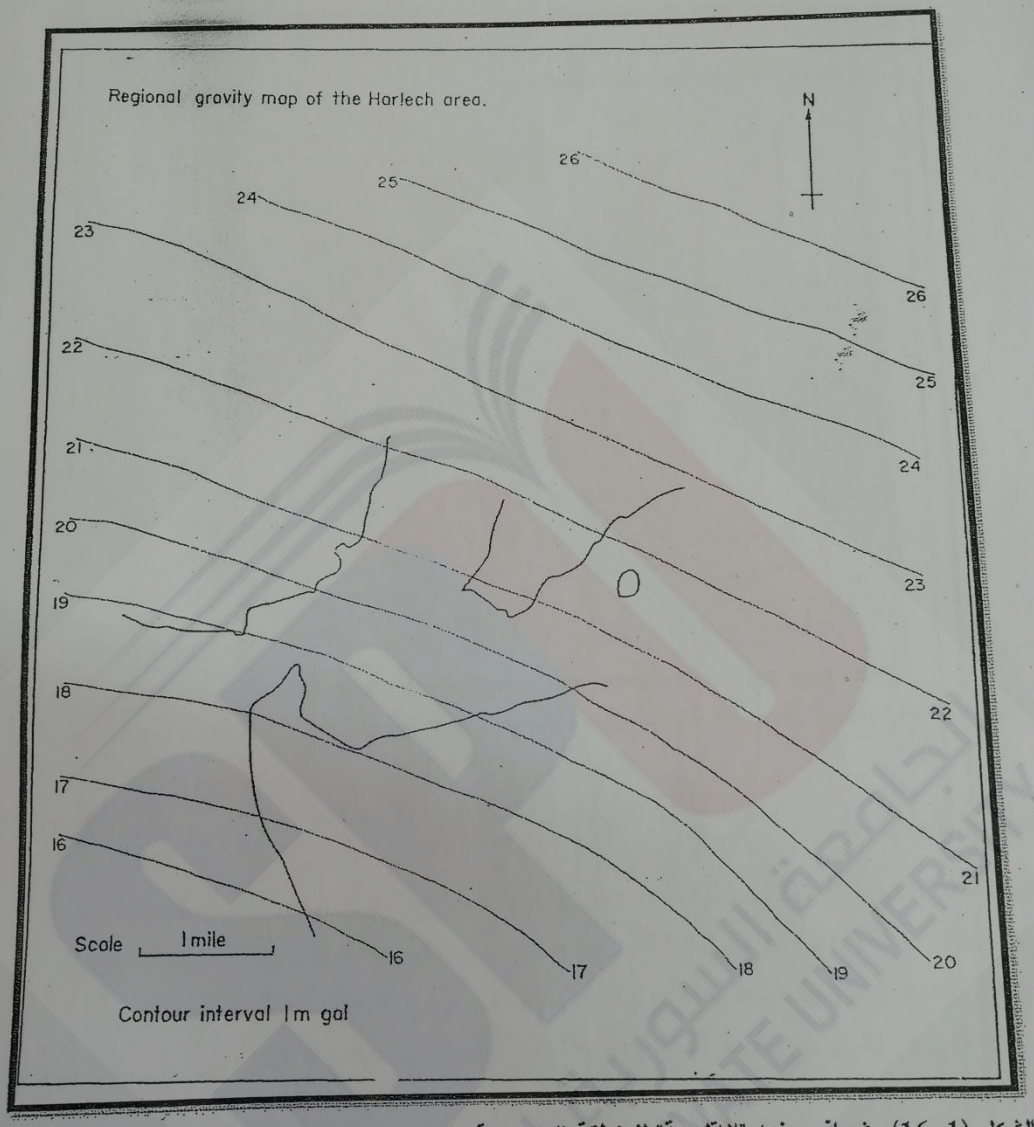
المثال الثاني:

يظهر المثال الثاني بان الجاذبية المقاسة تساعد في تحديد المقطع العرضي لوادي مملوء باللحقيات الغرينية. يظهر الشكل (1-15) شواذ بوغيه لمنطقة بين بورتمادوك وهارليش في نورث ويلز الأسترالية (Griffiths and King 1976)، بينما يعطي الشكل (1-16) شواذ بوغيه "الإقليمية". ويمثل الشكل (1-17) الشواذ المتبقية التي هي الفرق بين الشواذ المحلية والشواذ الإقليمية التي تم الحصول عليها من الشكلين (1-15) و (1-16).

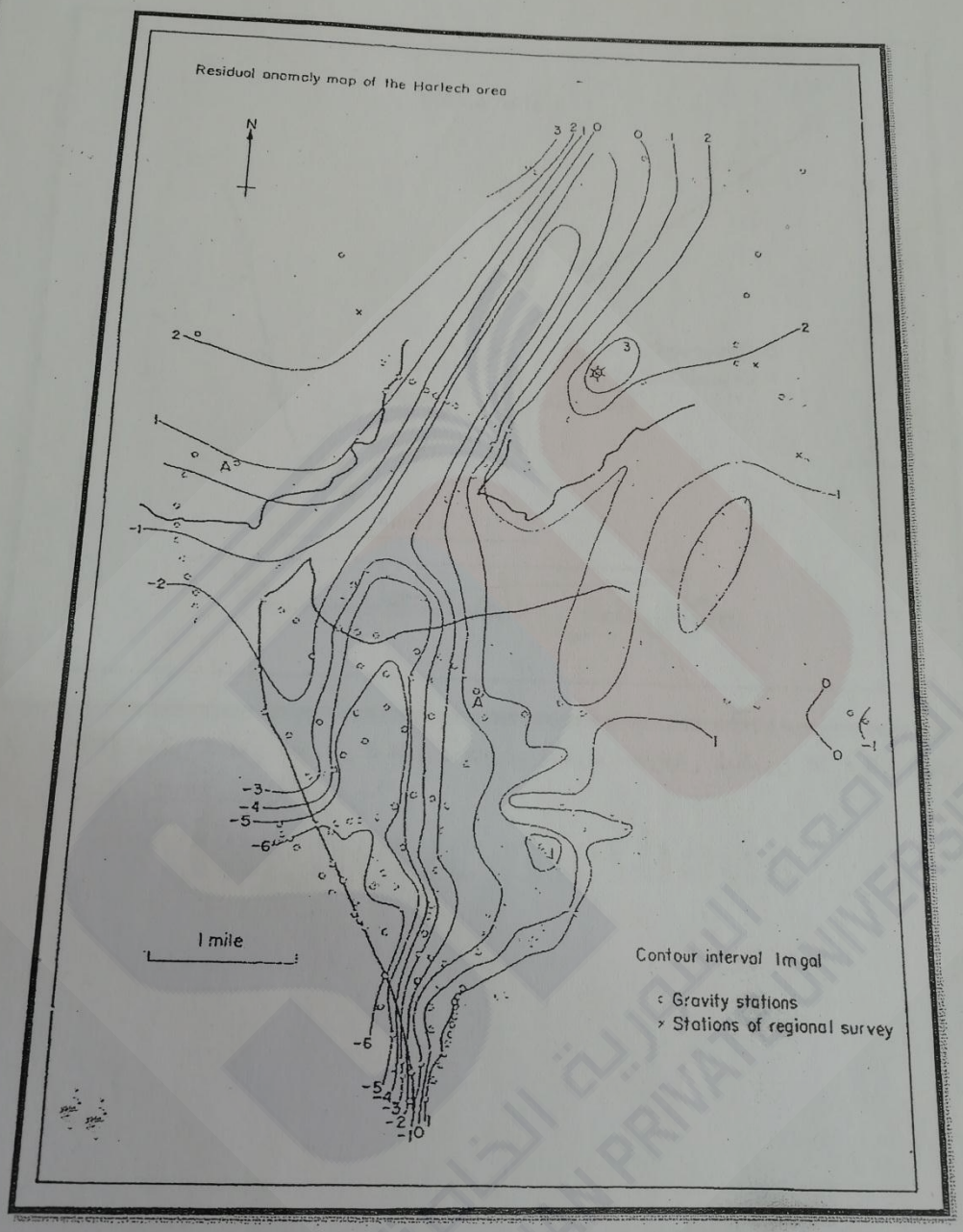
يعطي الشكل (1-18) المقطع العرضي المحتمل لوادي بورتمادوك -هارليش المطمور. لقد فرض التباين بالكثافة بين اللحقيات الغرينية وصخور المنطقة المحيطة مساوياً لـ $0.7\ g/cm^3$.



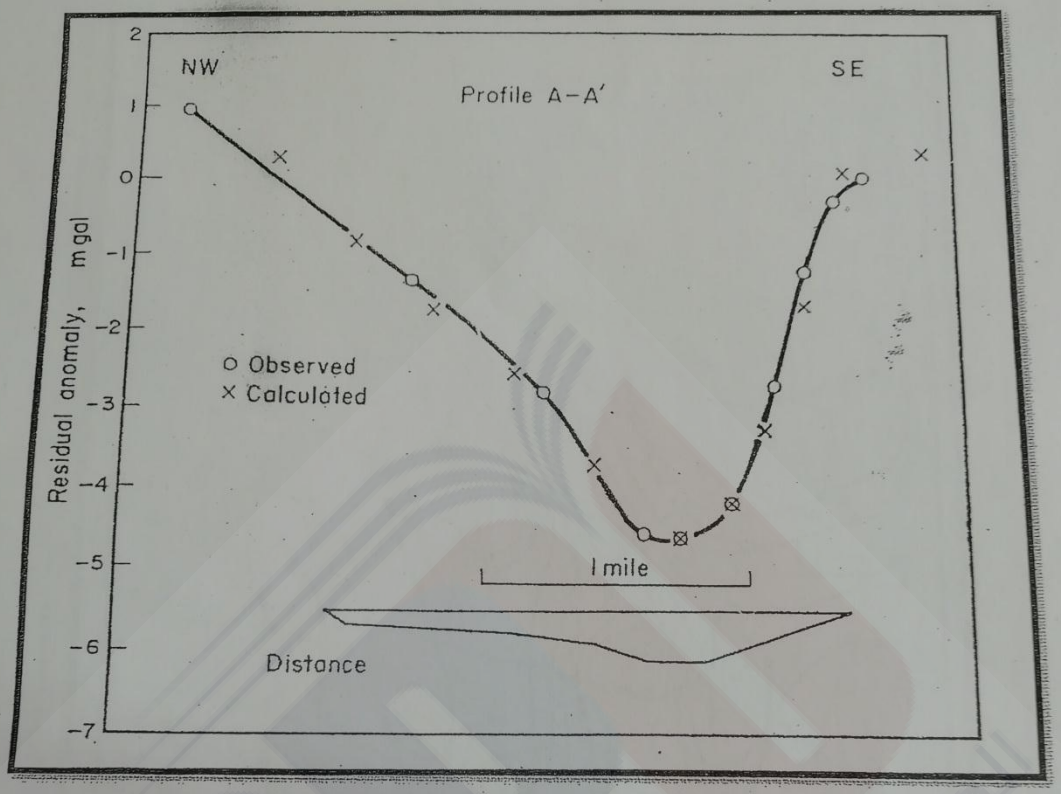
الشكل (1-15). شواذ بوغيه بين بورتمادوك وهارليش في أستراليا.



الشكل (1-16). شواذ بوغيه "الإقليمية" للمنطقة المدروسة.



الشكل (1-17). الشواذ المتبقية الناتجة من الشكلين (1-15) و (1-16).



الشكل (1-18). يعطي المقطع العرضي المحتمل لوادي بورتمادوك –هارليش المطمور. لقد فرض التباين بالكثافة مساوياً $0.7\ g/cm^3$.