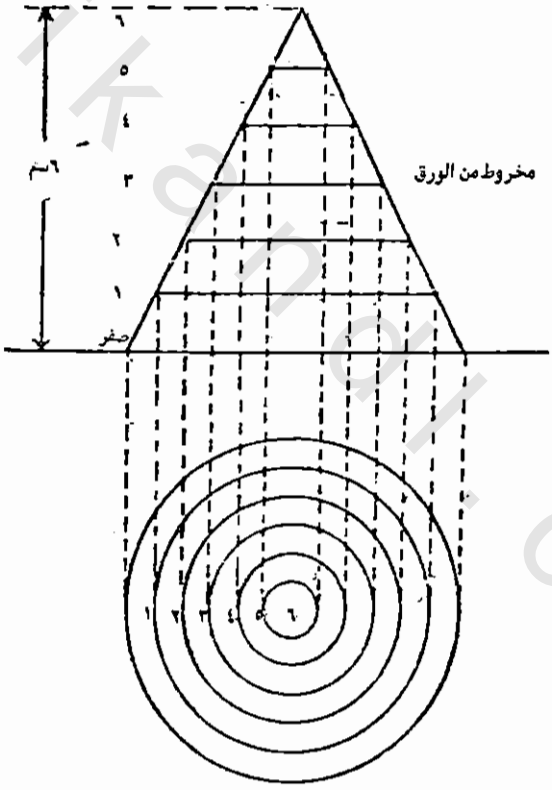
الفصل الثانى عشر

خطوط الارتفاعات المتساوية

(خطوط الكنتور)

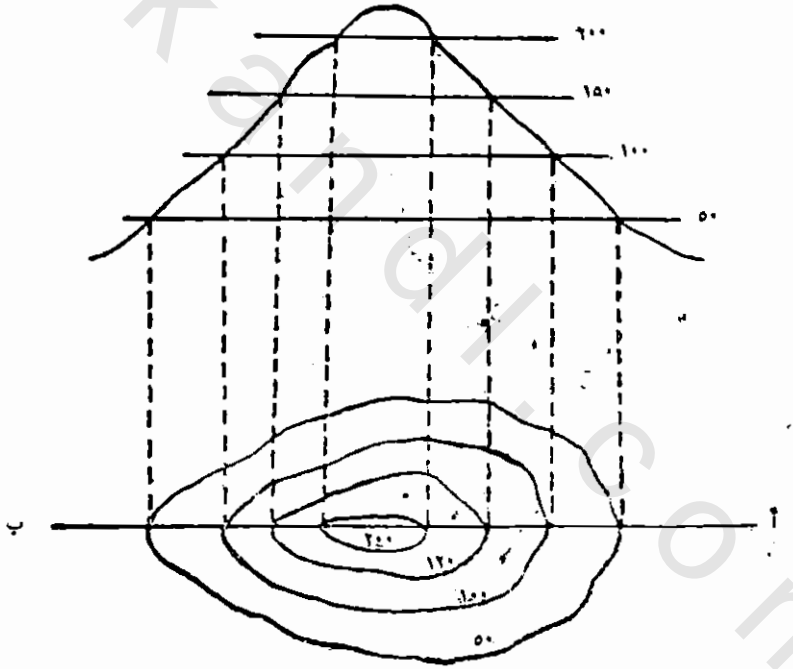
فى الخرائط المسطحة أو الصور الفوتوغرافية المأخوذة بواسطة الطائرات لا يمكن إيضاح الأجزاء المرتفعة أو المنخفضة من الأرض إلا باتباع إحدى طريقتين :



خطوط الارتفاعات المتساوية
(شكل ٦١)

الأولى : منهما باستعمال الألوان الداكنة والفاتحة فى درجات مختلفة فيشير الداكن منها إلى أكبر ارتفاع، ويتدرج اللون حسب الانحدار ولابد من عمل دليل يشير إلى ما يدل عليه كل لون من الارتفاع فى جدول بركن الخريطة..

والثانية : باستعمال خطوط الارتفاعات المتساوية، التى يطلق عليها اسم خطوط، الكنتور، وهى خطوط أفقية وهمية متوازية ترسم فوق المرتفع وعلى أبعاد متساوية، ثم يرسم لها مسقط أفقى على الخريطة، وهذه المساقط عبارة عن خطوط يمر كل خط منها بجميع الأجزاء المتساوية فى الارتفاع، ويكتب على كل منها الارتفاع الذى يبينه كما هو موضح فى الأشكال الآتية..



(شكل ٦٢)

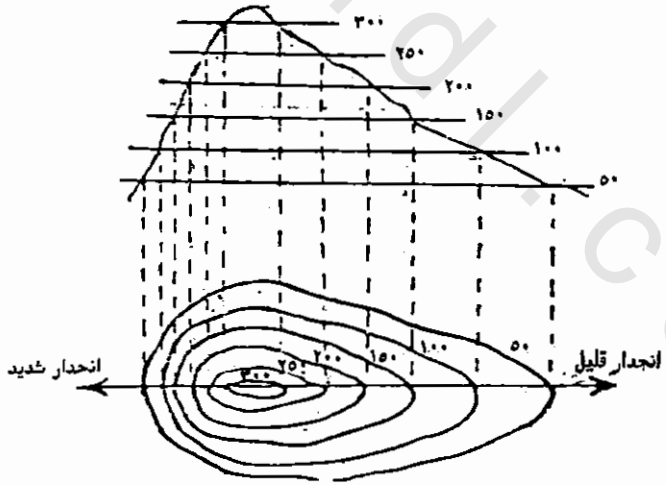
الشكل (٦١) يوضح فكرة خطوط الارتفاعات المتساوية، وهو عبارة عن مخروط ارتفاعه ٦ سم، رسمت عليه خطوط متوازية يبعد كل منها عن الآخر سنتيمترًا

واحدا، فخط الصفر يمر بالقاعدة، والخط رقم «١» يرتفع عن القاعدة بمقدار سنتيمتر واحد، وهكذا... ومن البديهى أن هذه الخطوط ستكون على شكل دوائر تحيط بالمخروط، والدائرة الأولى أى دائرة الصفر هى التى تمثل القاعدة، والدائرة رقم «١» هى التى تعلوها وهكذا.. وبرسم المساقط الأفقية لهذه الدوائر نحصل على الدوائر الكاملة التى تدل على الخطوط التى تمر بالارتفاعات المتساوية كما هو واضح (بالشكل)..

وبتطبيق هذه الفكرة على التل الموضح فى (الشكل ٦٢) نجد أن الخطوط الوهمية الأفقية التى نتصور وجودها على الارتفاعات المختلفة للتل تمثلها الخطوط المنحنية المرسومة على خط الاسقاط «أ ب» وقد كتبت عليها الأعداد الدالة على ارتفاعاتها..

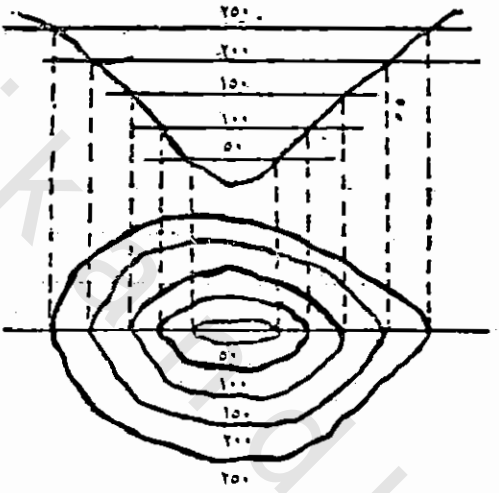
ومن البديهى أن الخط الذى يمر بالأماكن التى فى مستوى سطح البحر هو خط الصفر، ومن الضرورى أن نوضح فى ركن الخريطة الارتفاع العمودى بين كل خطين متتاليين..

وفى حالة الانحدار السريع تتقارب خطوط الارتفاعات، كما أنه فى حالة الانحدار البطىء تتسع المسافة بين هذه الخطوط شكل (٦٣)..



(شكل ٦٣)

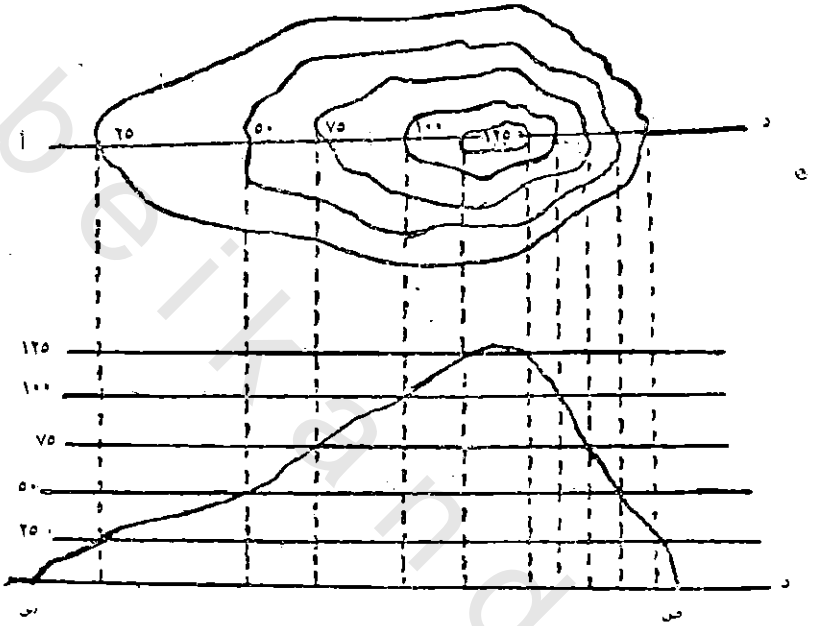
وكما تشير خطوط الكنتور إلى مقدار الارتفاعات فإنها تشير أيضًا إلى مقدار الانحدارات وكذلك تشير إلى شدة الميل بتقاربها أو خفته بتباعدها، وبذلك يمكن للكشاف أختيار الطريق القليل الانحدار الذى يمكنه أن يخترق المنحدر منه، والشكل (٦٤) يبين خطوط الكنتور التى تمثل منخفض بحيرة..



(شكل ٦٤)

ومما يجدر ذكره أننا إذا عرفنا خطوط الكنتور يمكننا رسم قطاع أى تل باتباع الطريقة الآتية شكل (٦٥)..

١ - ارسم على الخريطة المستقيم (أ د) قاطعًا خطوط الكنتور الدالة على جزء التل المطلوب رسمه، وعين على هذا المستقيم نقط المستقيم نقط تقاطعه مع خطوط الكنتور..



(شكل ٦٥)

٢ – ارسم على الخريطة أو على قطعة منفصلة من الورق مستقيمًا طوله يساوى (أ د) يمثل أدنى الكنتور. ثم عين عليه نقط تقاطعه مع خطوط الكنتور، وأقم من هذه النقط أعمدة على (أ د)..

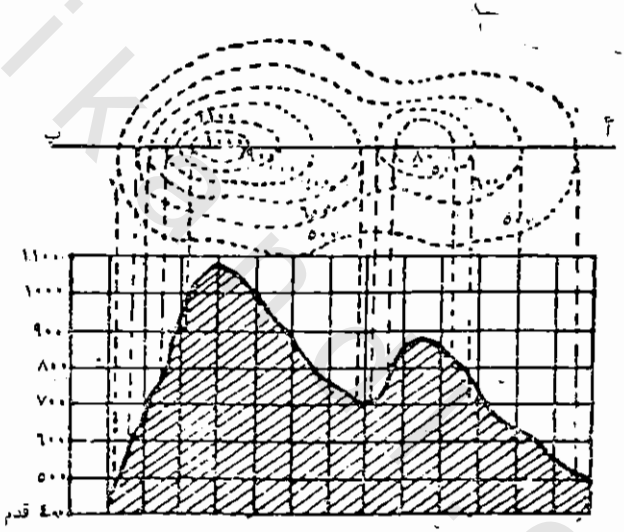
٣ – عين على العمودين المتطرفين (الأيمن والأيسر) نقطا على أبعاد متساوية تمثل البعد الرأسى الذى رسمت بواسطته الخطوط الكنتورية على الخريطة (وهى فى هذا الشكل ٢٥ مترا)..

٤ – صل هذه النقط المتساوية الأبعاد بمستقيمات موازية للمستقيم الأسفل (أ د) فتتقاطع هذه المستقيمات مع الأعمدة السابق رسمها..

٥ - ارسم من نقطة «س» خطًا يمر بنقط التقاطع بالترتيب حتى تصل إلى قمة التل، واستمر فى إتمام الرسم بنفس الطريقة حتى تصل إلى نقطة «ص»..

فيكون الشكل الناتج هو مقطع رأسى للتل المذكور..

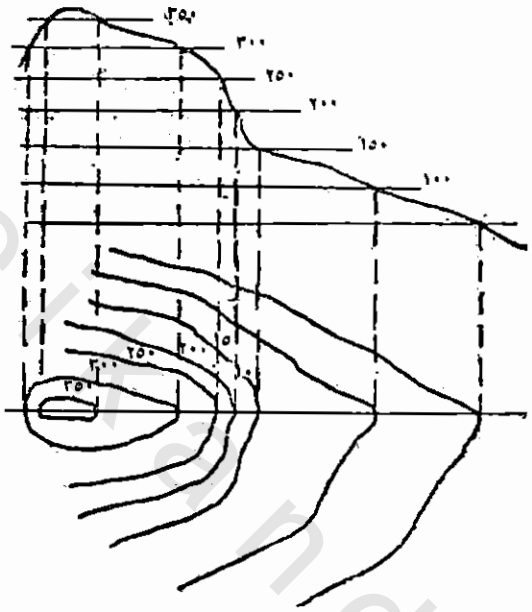
وباتباع نفس الخطوات المذكورة يمكن رسم قطاع لمنطقة جبلية ذات قمتين كما هو واضح فى الشكل (٦٦)..



خطوط الارتفاع مبينة على أساس فرق ١٠٠ قدم

(شكل ٦٦)

ومما يحدر ذكره بمناسبة القطاعات التضاريسية أننا فى بعض الحالات قد لا نستطيع أن نستنتج مظاهر السطح بطريقة سريعة من الخريطة الكنتورية، وفى هذه الحالة يكون عمل قطاع للمنطقة التى تمثلها هذه الخريطة هو وسيلة توضح لنا طبيعة سطح هذه المنطقة كما هو ظاهر فى الشكل (٦٧)..



(شكل ٦٧)

ماذا تستنتجه من خطوط الكنتور على الخريطة:

١ – كلما تقاربت الخطوط دل ذلك على زيادة حدة الميل فى سطح الأرض أو التل أو الجبل، وبالعكس كلما بعدت الخطوط عن بعضها البعض دل ذلك على قلة انحدار السطح وقربها إلى الاستواء انظر (الشكل ٦٣)..

٢ – إذا لوحظ تغير مفاجئ فى المسافات بين الخطوط شكل (٦٧) دل ذلك على وجود تغير مفاجئ فى ميل سطح الأرض..

٣ – إذا لوحظ أن الارتفاع يقل كلما اتجهنا إلى المركز كان ذلك دليلاً على وجود منخفض كما فى الشكل (٦٤)، وبالعكس إذا زاد الارتفاع كلما اتجهنا إلى المركز دل ذلك على وجود مرتفع – تل أو جبل – كما فى شكل (٦٥)..

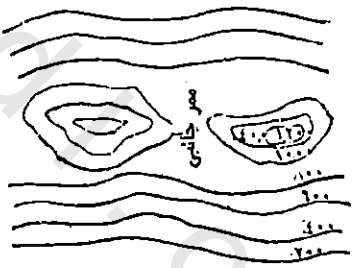
وإليك نماذج لما يمكن أن نستنتجه من الخطوط الكنتورية:

تل مخروطي قبابي

(شكل ٦٨)

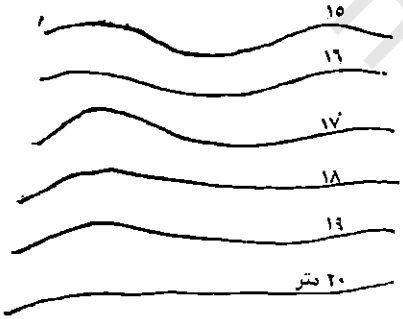
انخفاض حوضي

(شكل ٦٩)



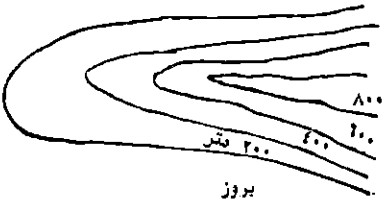
منطقة جبلية ذات قمتين

(شكل ٧٠)



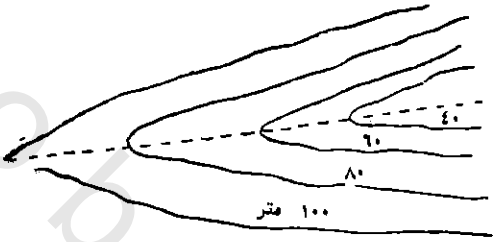
منطقة سهلية

(شكل ٧١)



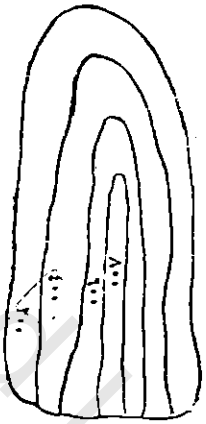
بروز

(شكل ٧٢)



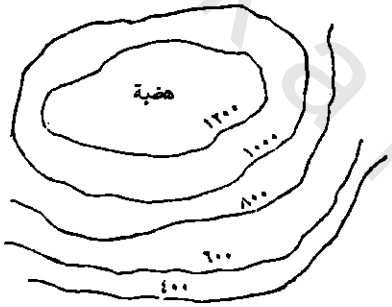
وادى قد يكون فيه مجرى مائى

(شكل ٧٣)

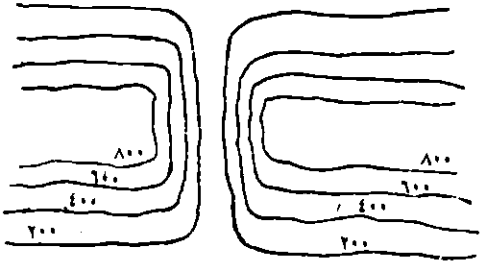


جرف

(شكل ٧٤)



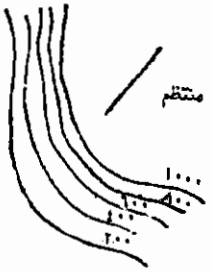
(شكل ٧٥)



خانق -- أخدود

(شكل ٧٦)

يتضح من الأشكال السابقة بعض مظاهر السطح كما تظهر فى الخرائط الكنتورية والأشكال التالية توضح أنواع الانحدارات المختلفة:

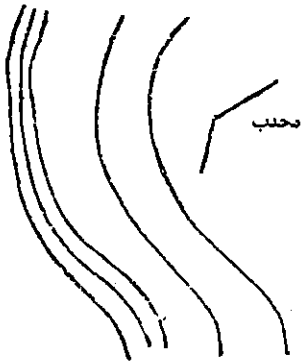


انحدار منتظم – مسافات متساوية تقريبا بين خطوط الكنتور..

(شكل ٧٧)

انحدار مقعر – مسافات متقاربة فى العالى متباعدة فى المنخفض

(شكل ٧٨)



انحدار محدب – مسافات متباعدة فى العالى متقاربة فى المنخفض

(شكل ٧٩)

ذكرنا فيما سبق أن تقارب الخطوط يعنى أن الانحدار شديد وتباعدها يعنى أن الانحدار تدريجى قليل. ويعرف الانحدار بأنه معدل التغير فى المنسوب أو معدل التغير فى درجة الارتفاع، نتيجة للتغير فى المسافة..

ويقاس الانحدار عادة بإحدى طريقتين، الأولى منهما حسابية وتستخدم عندما يراد القياس من الخريطة، والثانية عملية وتستخدم عندما نقيس الانحدار على الطبيعة..

ويحسب مقدار الانحدار الجانبى لجبل مثلا على خريطة ما باستعمال كسر يمثل الانحدار، فإذا قيل إن مقياس الانحدار ١/١٠ مثلا، يفهم من ذلك أن الميل يرتفع عموديا بمقدار وحدة واحدة فى كل ١٠ وحدات، وهذه النسبة لا تحسب على الطبيعة مطلقا بل تحسب على الرسم فقط..

الطريقة الأولى:

قياس الانحدار حسابيا على الخريطة

سبق أن أوضحنا فى مقياس الرسم أن المسافة التى تقاس بين نقطتين على الخريطة تبين البعد فى المستوى الأفقى بين هاتين النقطتين دون حساب لما قد يقع بين النقطتين ويعترض القياس من ارتفاعات أو انخفاضات أو غير ذلك من عوائق، وبذلك نكون قد أغفلنا مسافات الميول عند القياس على الخرائط..

فإذا أردنا أن نقيس المسافة بين مكانين قياسًا حقيقيًا لـزم أن نعـرف طـول الطريق المائل ويمكننا الوصول إلى ذلك بعد معرفة مقياس الانحدار، وهذا يوصلنـا إلى معرفة طول الطريق المائل فعلا..

هذه مقدمة مختصرة كانت لازمة لفـهم بعـض الاصطلاحـات التـى سـتأتى خلال بحث طريقة قياس الانحدار حسابيًا..

(شكل ٨٠)

فإذا ترتب على انتقالنا من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) نغير فى درجة الارتفاع شكل (٨٠) فإن نسبة الانحدار فى هذه الحالة تساوى

$$\frac{\text{مقدار التغيير فى المنسوب}}{\text{مقدار المسافة الأفقية بين النقطتين}}$$

فإذا كان ارتفاع النقطة (أ) ١٠٠ متر والنقطة (ب) ٢٠٠ متر، والمسافة الأفقية بينهما كيلو متر واحد، فإن:

$$\text{نسبة الانحدار} = \frac{٢٠٠ - ١٠٠}{١٠٠٠} = \frac{١٠٠}{١٠٠٠} = \frac{١}{١٠}$$

ويقدر الانحدار أحيانا بالزوايا فيقال زاوية الانحدار أو زاوية الميل ٥ درجات أو ٦ درجات وهكذا..

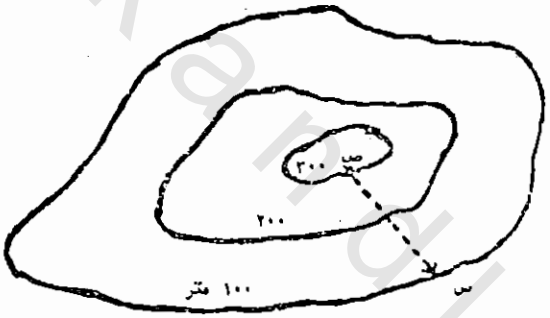
ويمكن الحصول على زاوية الانحدار بضرب نسبة الانحدار فى ٦٠ على هـذا تكون زاوية الانحدار فى المثال السابق = ١/١٠ ٦٠ = ٦ درجات.

وهذه الطريقة تعطينا نتائج تقريبية عند إيجاد زاوية الانحدار، والخطأ فيها لا يتعدى بضع دقائق (الدقيقة جزء من ستين من الدرجة) وبالتجربة وجد أن الخطأ لا يتعدى ٥ فى المائة زيادة أو نقصا، وأثره لا يعتد به عند التطبيق العملى «كجر أثقال أو رفع أحمال على هذا المنحدر»..

ولا يفوتنى هنا أن أنصح بضرورة التمرين الكثير على إيجاد نسبة الانحدار وما يتفرع منها من إيجاد طول الميول نفسها..

تمرين:

أوجد نسبة الانحدار وزاوية الانحدار بين المكانين «س»، «ص» على الخريطة الكنتورية الموضحة بالشكل (٨١)..



مقياس الرسم ١ : ١٠٠,٠٠٠
(شكل ٨١)

الحل

$$\text{نسبة الانحدار بين «س» ، «ص»} = \frac{\text{الفرق فى المنسوب}}{\text{المسافة بين النقطتين}}$$

الفرق فى المنسوب = ٣٠٠ - ١٠٠ = ٢٠٠ متر..

المسافة بين النقطتين (تقاس بالمسطرة) = ١,٥ سم..

المسافة الحقيقية بين النقطتين تبعا لمقياس الرسم وهو ١ : ١٠٠,٠٠٠ الذى يفيد أن كل ١ سم يمثل ١ كيلو متر..

= ١,٥ كيلو متر أو ١٥٠٠ متر..

∴ نسبة الانحدار = ٢٠٠ / ١٥٠٠ = ٢ / ١٥

أى أن الارتفاع يزيد ٢ متر كلما سرنا على المنحدر مسافة ١٥ مترا..

وتكون زاوية الانحدار = ٢ / ١٥ × ٦٠ = ٨ درجات.

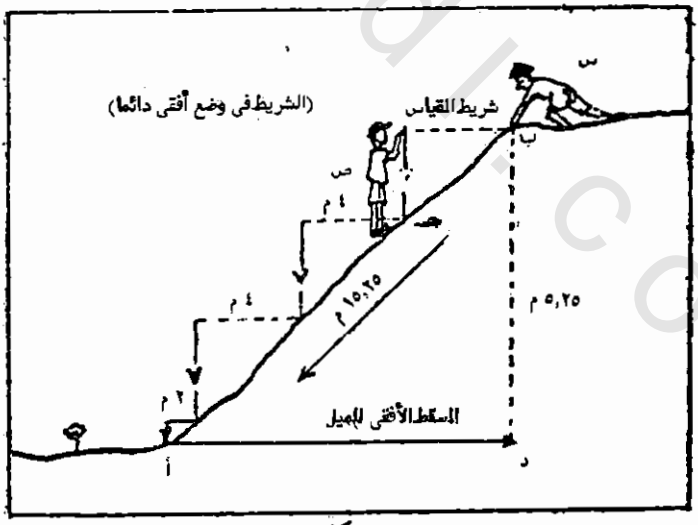
الطريقة الثانية:

قياس الانحدار عمليا (على الطبيعة)

إذا كان من الضرورى أن نقيس المسافة بين مكانين قياسا حقيقيا مع بيان طول الميل الذى يعترض القياس على الطبيعة تتبع طريقة تسمى طريقة الدرج (السلالم)..

ولإيضاح ذلك نفرض أننا نريد قياس الميل (أ ب) كما هو موضح بالرسم شكل (٨٢)..

فيلزمنا فى هذه الحالة استعمال شريط للقياس ومطمار (والمطمار عبارة عن خيط متين مثبت به ثقل). ويمكن للكشاف الاستعاضة عنه بقطعة من الدوبارة وحجر صغير. يستعمل البناء المطمار دائما لضبط الاتجاه الرأسى للبناء..



(شكل ٨٢)

نبدأ القياس من أعلى جزء فى الميل عند (ب) ويتعاون كشافان على إنجاز العمل ويجب أن يكون شريط القياس دائما أفقيا عند استعماله..

يثبت الكشاف (س) طرف شريط القياس عند نقطة (ب) وينحدر الكشاف (ص) ومعه باقى الشريط فى اتجاه نقطة (أ) إلى أن يصل إلى أقصى نقطة يمكنه فيها جعل الشريط فى المستوى الأفقى ولتكن نقطة (جـ) مثلا. (طول الكشاف هنا له دخل كبير فى تحديد طول المسافة المقطوعة من الميل). عندئذ يقرأ الطول على الشريط ويسقط المطمار من طرف هذه القراءة محددا بذلك نقطة (جـ) حيث يمس المطمار السطح المائل ولنفرض أن الطول المبين على الشريط فى هذا الوضع هو ٤ أمتار مثلا..

ينزل (س) إلى نقطة (جـ) ثم يكرر (ص) العملية السابقة فينحدر إلى جزء آخر، وتتكرر هذه العملية حتى يصل (ص) إلى سفح الميل عند (أ). فيكون مجموع الأطوال التى يعطيها الشريط هو المسقط الأفقى للميل على الخريطة..

وهنا ننصح أن يستعمل القياس المستمر على الشريط بدلا من أول الشريط عند كل درجة..

وبعد معرفة المسقط الأفقى للميل نقيس الطول الحقيقى للميل فى نفس الاتجاه كما يوضح السهم على الرسم..

وفى الرسم المبين نجد أن ارتفاع ٥,٢٥ مترات حدث فى مسقط طوله ١٤ مترا فتكون نسبة الانحدار هى ٨:٣ ومن هذا يظهر أن متوسط الارتفاع هو ٣ أمتار فى كل ٨ أمتار..

ويمكن بعد معرفة مقياس الميل ٨:٣ فى هذا المثال، أن نستخرج طول المسافة المائلة بالعملية الآتية:

$$\text{أ ب}^{2} = \text{د ب}^{2} + \text{أ د}^{2}$$

$$= ١٤^{2} + ٢(٥\ ١/٤)$$

$$= ٢٢٣,٥ \text{ مترا مربعا}$$

∴ أ ب = ١٤,٩٥ مترا

= ١٥ مترا تقريبا

وتطبيقا على ما سبق فى المثال السابق يمكننا الحصول على زاوية الانحدار بعد حصولنا على نسبة الانحدار.

زاوية الانحدار = $\frac{٣}{٨}$ × ٦٠ = $\frac{٤٥}{٢}$ = ٢٢,٥ من الدرجات..

أى = ٢٢ درجة و٣٠ دقيقة..

ملاحظة:

راعينا عند بحث زاويا الانحدار ونسبة الانحدار عدم استعمال الاصطلاحات الهندسية بحساب المثلثات حتى لا نعقد الموضوع بالنسبة للكشافين فى مراحلهم الأولى..