

## تجربة رقم (1)

### (1-1) قياس المسافات بواسطة الشريط

يتطلب قياس المسافات بواسطة الشريط الادوات التالية ( الشكل 1-2)

- 1- شريط 2- شاخصين 3- شاقولين 4- مجموعة من النبال (11 نبلة) 5- ميزان يدوي او كلنوميتر ( عندما تكون الارض منحدره ) قد يحتاج الامر الى قبان حلزوني لتسليط شد معين على الشريط اثناء القياس . يكون اما على ارض مستوية او منحدره .

#### عندما يكون سطح الارض مستوياً

يتطلب القياس شخصين على الاقل هما القائد (leader) او الشخص الامامي (head tapman) في المقدمة والتابع (follower) او الشخص الخلفي (rear tapman) في المؤخرة .

يفترض ان المسافة المطلوب قياسها محددة بواسطة وتدين ، الاول في بداية الخط والثاني في نهايته . تبدأ عملية القياس بوضع شاخص خلف كل من التدين بصورة شاقولية . يفرد الشريط بكامله . يأخذ الشخص الخلفي نبلة من الشخص الامامي ويقف خلف الشاخص المثبت في بداية الخط ماسكاً بداية الشريط . يتقدم الشخص الامامي ومعه عشر نبال وماسكاً نهاية الشريط باتجاه الشاخص المثبت في نهاية الخط وعندما يكون قد تقدم مسافة مساوية الى طول الشريط تقريباً فان الشخص الخلفي يعطيه اشارة بالوقوف . يقوم الشخص الخلفي الواقف خلف الشاخص المثبت في بداية الخط والمواجه للشاخص المثبت في نهاية الخط بتوجيه الشخص الامامي الذي يكون ماسكاً نبلة وجالساً على احد جانبي الخط ليتمكن الشخص الخلفي من رؤية الشاخص المثبت في نهاية الخط ويطلب منه بواسطة الاشارات ان يبدل موقع النبلة حتى تختفي ، اي تكون على استقامة الشاخصين . بعد الانتهاء من التوجيه يثبت الشخص الخلفي بداية الشريط على نقطة البداية ، اما الشخص الامامي فيشد على الشريط ويغرز نبلة خلف تقسيم نهاية الشريط بمسافة قصيرة ويجب ان يتأكد من استقامة الشريط . بعد ذلك وعندما يلاحظ الشخص الخلفي بداية الشريط منطبقة تماماً على نقطة البداية يعطي اشارة الى الشخص الامامي كأن يقول (( ثابت )) . يرفع الشخص الامامي النبلة المغروزة ويعيد غرزها في موقع نهاية الشريط . ولكي يتأكد من صحة العمل يشد الشريط مرة اخرى ويلاحظ تطابق نهايته من نقطة تقاطع النبلة

مع الارض ثم يعطي اشارة الى الشخص الخلفي كأن يقول (( مضبوط )) . يترك الشخص الخلفي بداية الشريط . اما الشخص الامامي فيتقدم الى الامام ماسكاً نهاية الشريط كالسابق ثم تتكرر العملية . عندما يترك الشخص الخلفي كل نقطة فانه يرفع الشاخص والنبلة المغروزة في النقطة ويحتفظ بالنبال ، لذلك توجد دائماً نبلة واحدة فقط مغروزة في الارض . عدد النبال الموجودة عند الشخص الخلفي في اي وقت يساوي عدد المسافات المقاسة والتي طول كل منها مساو لطول الشريط .

في نهاية المسافة التي تساوي طول عشرة اشطرة فان الشخص الامامي يكون قد غرز اخر نبلة لديه ، لذلك فانه يؤثر الى الشخص الخلفي طالباً منه نبالاً . يتقدم الشخص الخلفي الى الامام ويعطيه عشر نبال . يتأكد الشخص الامامي من عدد النبال ثم يسجل المسافة المقاسة التي تعادل طول عشرة اشطرة ثم تتكرر العملية .

عند الوصول الى نهاية الخط وقبل قياس الجزء الاخير الذي طوله اقل من طول الشريط فان الشخص الامامي يعد النبال الموجودة معه وي طرحها من عشر ويتأكد من ان النتيجة مساوية الى عدد النبال الموجودة عند الشخص الخلفي . واخيراً يقاس الجزء الاخير ، بين اخر نبلة ونقطة نهاية الخط ، وتسجل قيمته . الشكل (1-1) يبين وضعية من الشخصين الامامي والخلفي اثناء القياس .



الشكل (1-1)

القياس على ارض منبسطة

كما ذكر سابقاً ، ان الاشرطة الفولاذية مقسمة الى امتار ، ديسمترات وسنتمترات وان الديسمتر الاول فقط مقسم الى ملترات . اما الاشرطة المصنوعة من سبيكة الانشار فتكون مقسمة الى ديسمترات فقط والديسمتر الاول فقط مقسم الى سنتمترات ومليمترات . بعض الاشرطة بها ديسمتر اضافي قبل بداية الشريط وهذا الديسمتر هو الذي يكون مقسم الى سنتمترات وملترات . لقياس الجزء الاخير من المسافة والتي يقل طولها عن طول الشريط يتبع الاسلوب التالي :

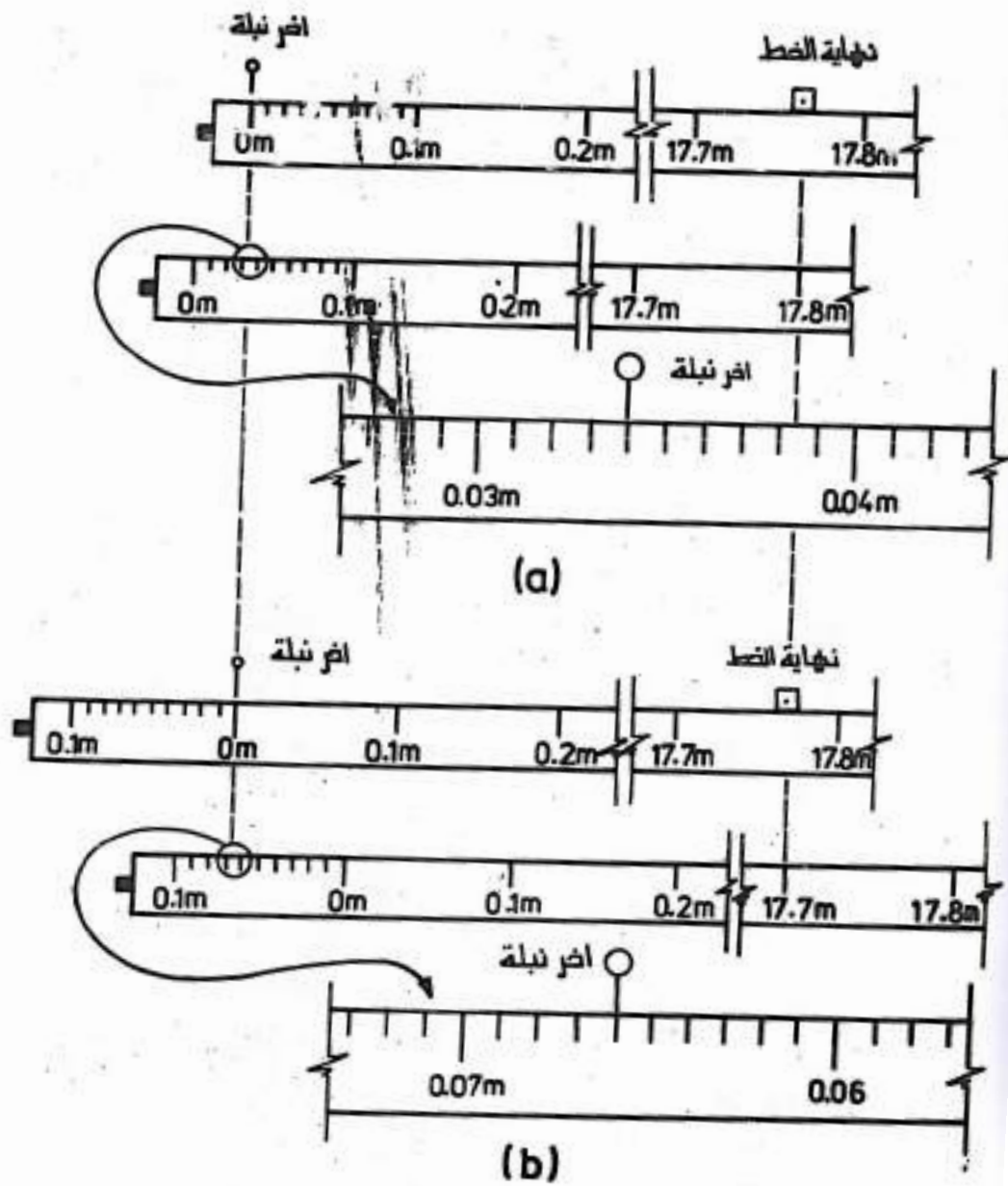
اذا كان الشريط المستعمل هو من النوع الاول ( لا يحتوي على ديسمتر اضافي) فان الشخص الخلفي يثبت بداية الشريط على موقع اخر نبلة ، اما الشخص الامامي فيلاحظ تقسيم الديسمتر الذي يقع خلف نقطة نهاية الخط ثم يثبت هذا التقسيم على نقطة النهاية . الشخص الخلفي يشد الشريط ويلاحظ تقسيم الملتر الذي ينطبق على موقع اخر نبلة . لذلك فان المسافة الاخيرة تساوي قراءة الشخص الامامي مطروحاً منها قراءة الشخص الخلفي في الشكل (a 1-2) ، المسافة بين اخر نبلة ونهاية الخط هي

$$17.800 - 0.034 = 17.766 \text{ m}$$

اما اذا كان الشريط المستعمل من النوع الذي يحتوي على ديسمتر اضافي فان الشخص الخلفي يثبت بداية الشريط على اخر نبلة والشخص الامامي يلاحظ تقسيم الديسمتر الذي قبل نقطة نهاية الخط ثم يثبت هذا التقسيم على نقطة النهاية . الشخص الخلفي يشد الشريط ويلاحظ تقسيم الملتر الذي ينطبق على موقع اخر نبلة . لذلك فان المسافة الاخيرة تساوي قراءة الشخص الامامي مضافاً اليها قراءة الشخص الخلفي . في الشكل (b 1-2) ، المسافة بين اخر نبلة ونهاية الخط هي

$$17.700 + 0.066 = 17.766 \text{ m}$$

النوع الثاني من الاشرطة يكون مناسباً اكثر لان عملية الجمع اسهل من عملية الطرح .



الشكل (2 - 1)

قياس المسافة بين آخر نقطة ونهاية الخط



## ب - عندما يكون سطح الارض منحدرأ

عندما يكون سماح الارض منحدرأ يمكن قياس المسافة الافقية مباشرة او قياس المسافة المائلة ثم حساب المسافة الافقية منها . لقياس المسافة الافقية يجعل الشريط افقياً اثناء القياس ويستعمل الشاقول من قبل الشخص الامامي او الخلفي لاسقاطنقاسيم الشريط الى الارض او بالعكس .

في هذه الحالة يكون الشريط غير مسند بين نهايتيه . لذلك فان المسافة بين نهايتي الشريط تكون اقصر من طوله . للتخلص من تأثير هذا الخطأ يتطلب الامر زيادة الشد على الشريط او حساب مقدار الخطأ واجراء التصحيح اللازم . عند رفع الشريط عن سطح الارض واستعمال الشاقول يجب ان يكون جسم الشخص الماسك للشريط موازياً للشريط وساقاه مفتوحتين اما ساعده فيجب ان يكون باستقامة الشريط ( الشكل 3-1).



الشكل ( 3-1)

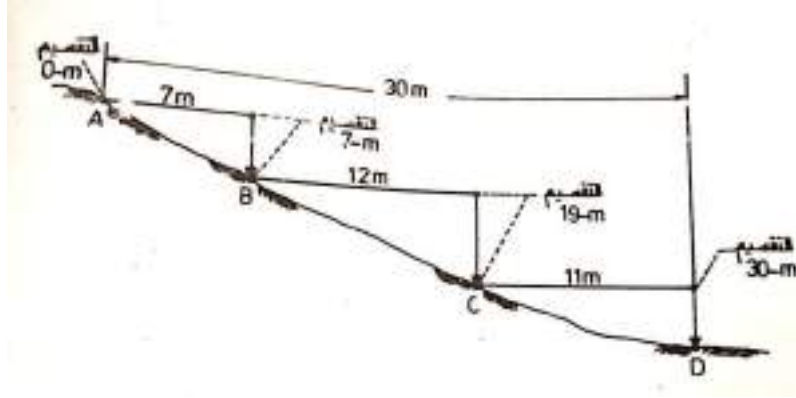
القياس على ارض منحدره

اذا كان انحدار سطح الارض سالباً ، اي ان سطح الارض اخذاً لنزول باتجاه نهاية الخط ، فالشخص الخلفي يمسك بداية الشريط ويثبت تقسيم صغيره على نقطة بداية الخط . اما الشخص الامامي فيثبت خيط تقسيم صغره على نقطة بداية الخط . اما الشخص الامامي فيثبت خيط الشاقول على تقسيم نهاية الشريط ويجعل الشريط افقياً بالتقدير او باستعمال الميزان اليدوي ، بعد ذلك يسحب الشريط بالشد المناسب وعندما يهدأ الشاقول عن الحركة ويسمع اشارة من الشخص الخلفي تدل ثبوت تقسيم صفر الشريط على نقطة بداية الخط يرفع ابهامه عن الخيط فينزل الشاقول على الارض ثم يغرز بمكانه نبلة .

اما اذا كان انحدار سطح الارض موجباً اي سطح الارض اخذاً بالصعود باتجاه نهاية الخط ، فان الشخص الخلفي يجعل الشريط افقياً ويثبت خيط الشاقول على تقسيم صغره طالباً من الشخص الامامي سحب او ارخاء الشريط . عندما يهدأ الشاقول عن الحركة ويكون تماماً فوق نقطة بداية الخط يعطي اشارة الى الشخص الامامي كأن يقول مثلاً (( ثابت )) فعندئذ يغرز الشخص الامامي نبلة في موقع تقسيم نهاية الشريط . بعد ذلك يتكرر القياس باتباع نفس الخطوات .

واذا كان سطح الارض شديد الانحدار بحيث لا يمكن جعل الشريط افقياً بطوله الكامل فان المسافة المقاسة في كل مره سوف تكون مساويه الى جزء من طول الشريط كما هو مبين في الشكل (4 - 1) . فمثلاً عندما يكون انحدار سطح الارض سالباً فان الشخص الامامي يأخذ نهاية الشريط ويتقدم مسافة مساوية لطول الشريط ثم يتركها ويعود الى نقطة وسطية من الشريط بحيث يمكن جعله افقياً عند مسكه منها عندئذ يثبت خيط الشاقول على تقسيم متر كامل ( ليكن 7 - m مثلاً ) . عند انهاء التوجيه يغرز نبلة في موقع رأس الشاقول . بعد ذلك يتقدم الشخص الخلفي ويعطي نبلة الى الشخص الامامي ثم يثبت التقسيم الذي ثبت عليه خيط الشاقول سابقاً ( m - 7 ) في موقع النبلة المغروزة في الارض )

نقطة B) . ثم يتقدم الشخص الامامي الى نقطة وسطية اخرى من الشريط بحيث يمكن مسكه



الشكل ( 1 - 4 )

#### القياس يتجزئة الشريط

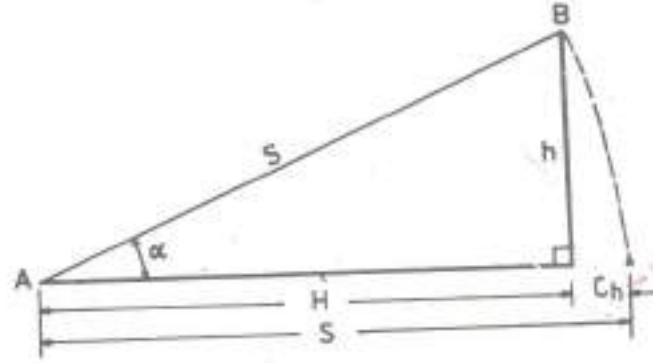
منها وجعله افقياً ( ليكن التقسيم  $19 - m$  مثلاً). وهكذا تتكرر العملية الى ان يصل الشخص الامامي الى نهاية الشريط . عند كل نقطة وسطية من الشريط يعطي الشخص الخلفي نبلة الى الشخص الامامي . لذلك سوف يكون عدد النبالات الموجودة عند الشخص الخلفي في نهاية كل طول شريط مساوياً لعدد الاشرطة الكاملة التي تم قياسها وتسمى هذه الطريقة بتجزئة الشريط (breaking tape) .

قد يفضل البعض قياس كل مسافة من المسافات التي تقل كل منها عن طول الشريط بصورة منفصلة ثم اضافة قيم هذه المسافات . اتباع هذا الاسلوب يحتاج الى تسجيل كل مسافة من هذه المسافات ثم جمعها وبالطبع قد يحدث غلط في التسجيل او الجمع .

عندما يكون سطح الارض منبسطةً وخالياً من الحشائش فان قياس المسافات المائلة ، ثم حساب المسافات الافقية منها قد يكون اسرع وأدق من قياس المسافات الافقية مباشرة . ولحساب المسافات الافقية من المسافات المائلة ينبغي معرفة الزاوية الرأسية او الفرق بين منسوبي نهايتي كل شريط ( او / و ) النقاط التي يتبدل فيها الانحدار . يستعمل الميزان اليدوي لاجادالفرق بين مناسيب النقاط . اما الكنوميتر فيستعمل ، بالاضافة الى ايجاد الفرق بين مناسيب النقاط ، لقياس الزوايا الرأسية . خطوات قياس المسافات المائلة هي نفس خطوات القياس على ارض مستوية ومنبسطة ولكن يجب تسجيل الزاوية الرأسية او الفرق بين منسوبي نهايتي كل شريط او جزء منه ( اذا كانت نقطة تبدل الانحدار لا تنطبق مع نهاية الشريط ) .

من معرفة المسافات المائلة والزوايا الرأسية يمكن حساب المسافات الافقية من المعادلة

$$H = S \cos \alpha$$



$H$  = المسافة الافقية بين النقطتين A و B

$S$  = المسافة المائلة بين النقطتين A و B

$\alpha$  = الزاوية الرأسية

قد يفضل حساب المسافات الافقية من معرفة الفرق  $C_h$  ، بينها وبين المسافات المائلة الذي يساوي

$$C_h = S - H$$

$$= S - H$$

$$= S (1 - \cos \alpha) \quad (1 - 1a)$$

يطرح  $C_h$  من المسافة المائلة  $S$  ، نحصل على المسافة الافقية  $H$  .

اما اذا عرف الفرق بين منسوبي نقطتين  $h$  ، فيمكن حساب  $C_h$  من المعادلة المبين اشتقاقها كما يلي :

$$H^2 = S^2 - h^2$$

$$= (S + h) (S - h)$$



عندما لا يكون الانحدار عالياً فإن (S+H) يساوي تقريباً الى 2S ، لذلك  
فان

$$H^2 = 2S (S-H)$$

$$C_h = S-H$$

$$h^2 = 2S C_h$$

و

$$C_h \frac{h^2}{2S} (1 - 2b)$$

يتضح من الاشتقاق ان المعادلة تقريبية ولكنها تفي بالدقة المطلوبة بالنسبة  
للأعمال الاعتيادية . اما عندما يتطلب الامر دقة عالية ، خصوصاً عندما يكون  
الانحدار اكبر من 20% ، فتحسب المسافة الافقية حسب نظرية فيثاغورس

$$H = \sqrt{S^2 + h^2}$$

## (1-2) اخطاء القياس بواسطة الشريط

قياس المسافات بواسطة الشريط معرض الى الاخطاء بغض النظر عن مدى العناية  
والدقة في القياس . واهم هذه الاخطاء هي :  
**1- الخطأ في طول الشريط .**

غالباً ما يكون الطول الحقيقي للشريط مختلفاً عن طوله الاسمي . لذلك يجب مقارنه  
الشريط المستعمل في القياس مع طول قياسي كان يكون شريط فولاذي او مصنوع  
من سبيكة الانقار يستعمل خصيصاً لهذا الغرض . ويجب ان تكون المقارنة على  
سطح منبسط مثل سكة حديدية ، او طريق مبلط ، او ممشى . مقدار التصحيح  
يساوي الفرق بين طولي الشريط الحقيقي والاسمي ، اي

$$C = L' - L (2 - 2)$$

$$L = \text{الطول الاسمي للشريط ( مثل 30 متر )}$$

$$L' = \text{الطول الحقيقي للشريط ( مثل 30.006 متر )}$$

لذلك عندما يكون الطول الحقيقي للشريط اكبر من طوله الاسمي فان التصحيح يكون موجباً . يحسب الخطأ الكلي بالمسافة المقاسة بواسطة التناسب ، اي

$$\frac{\text{المسافة المقاسة}}{\text{الخطأ الكلي بالمسافة}} = \frac{\text{الخطأ في طول الشريط}}{\text{الطول الاسمي للشريط}} \times$$

ويمكن حساب المسافة الحقيقية من المسافة المقاسة ايضاً بالتناسب ، اي

$$\frac{\text{الطول الحقيقي للشريط}}{\text{المسافة الحقيقية}} = \frac{\text{المسافة المقاسة}}{\text{الطول الاسمي للشريط}} \times$$

لو فرض ان الطول الاسمي للشريط هو 30 متراً وطوله الحقيقي هو 29.992 متراً  
وان المسافة المقاسة هي 195 متراً ، فان مقدار التصحيح في طول الشريط هو

$$C-L - L = 29.992 - 30 = - 0.008m$$

ومقدار التصحيح الكلي في المسافة المقاسة هو

$$-0.008 \times \frac{195}{30} = -0.052m$$

لذلك فإن المسافة المقاسة الحقيقية هي

$$195 - 0.052 = 194.948m$$

او يمكن حسابها بالتناسب ، اي

$$195 \times \frac{29.992}{30} = 194.948m$$

## 2- الخطأ بسبب التغير في درجة الحرارة

تكون أطول الاشرطة قياسية، اي ان اطوالها الحقيقية مساوية الى اطوالها الاسمية ،  
في الظروف القياسية من درجة حرارة وشد مسلط على الاشرطة . وعندما تكون  
درجة حرارة الشريط مختلفة عن درجة حرارته القياسية فان الشريط يتقلص او  
يتمدد فيسبب خطأ في المسافة المقاسة مما يستوجب اجراء التصحيح اللازم عليها .

يحسب مقدار التصحيح من المعادلة التالية

$$C_t = L a (T - T_s) \quad (1 - 3)$$

$C_t$  = مقدار التصحيح بالأمتار

$L$  = المسافة المقاسة بالأمتار

$\alpha$  = معامل التمدد الحراري للمادة المصنوع منها الشريط ( بالنسبة للفولاذ  $\alpha$

تساوي 0.0000115 لكل درجة مئوية )

$T$  = درجة حرارة الشريط اثناء القياس

$T_s$  = درجة الحرارة القياسية ( اعتيادياً 20 درجة مئوية)

يتضح من المعادلة انه عندما عندماتكون درجة حرارة الشريط اعلى من درجة الحرارة القياسية فان التصحيح يكون موجباً . الشريط الفولاذي الذي طوله 30 متراً يزداد طوله 15 ملمترأ عندما تصبح درجة حرارته 65 درجة مئوية. في الايام المشمسة تكون درجة حرارة الشريط مختلفة عن درجة حرارة الهواء المحيط به . لذلك فان القياسات المهمة يجب ان تكون في الايام الغائمة او في الصباح الباكر او وقت الغروب . يصعب قياس درجة حرارة الشريط المؤثرة بدقة حتى بأحسن المحارير، لذلك يفضل استخدام شريط الانقارفي القياسات المهمة لصغر معامل تمدده الحراري ( $3.96 \times 10^{-7}$  لكل درجة مئوية ).

### 3- الخطأ بسبب التغير في الشد

عندما يكون مقدار الشد المسلط على الشريط اثناء القياس مختلفاً عن الشد القياسي فان الطول الحقيقي للشريط يكون مختلفاً عن طوله الاسمي مما يسبب خطأ في المسافات المقاسة لذلك يجب تصحيحها . يحسب التصحيح من المعادلة التالية

$$C_p = \frac{(P - P_s)}{AE} L \quad (1 - 4)$$

$C$  = تصحيح المسافة بالأمتار

$P$  = الشد المسلط على الشريط بالنيوتن

$P_s$  = الشد القياسي بالنيوتن ( اعتيادياً 44.5 نيوتن )

$L$  = المسافة المقاسة بالأمتار

A = مساحة مقطع الشريط بالملمترات المربعة

E = معامل مرونة مادة الشريط بالنيوتن/ملمتر مربع .

( 200 000 نيوتن / ملمتر مربع بالنسبة للفلادز).

يتضح من المعادلة ان الشد المسلط على الشريط عندما يكون اكبر من الشد القياسي فان التصحيح يكون موجباً . وفي الاعمال التي تتطلب دقة عالية يستعمل القبان الحلزوني عندما يراد تسليط شد معين .

#### 4- الخطأ الناتج عن تدلي الشريط (Sag)

عندما يتطلب رفع الشريط فوق سطح الارض واسناده من نهايته فقط فانه سوف يأخذ شكلاً مقوساً . ان الفرق بين المسافة المستقيمة بين نهايتي الشريط ( القاطع ) وطول الشريط ( القوس ) يساوي مقدار تصحيح خطأ التهدلان اذا الفرق مو سالب دائماً فان التصحيح دائماً سالب .

يحسب مقدار التصحيح من المعادلة التالية

$$\frac{W^2 L}{24 P^2} = n \frac{W^2 L^3}{24 P^2} C_s \quad (1 - 5)$$

$C_s$  = تصحيح التهدل بالأمتار

$n$  = عدد الاطوال المتساوية والمسندة من النهايتين

$w$  = وزن متر واحد من الشريط بالكيلوغرامات

$L$  = طول الشريط بين المسندين بالأمتار

$P$  = الشد المسلط على الشريط بالكيلوغرامات

$W$  = وزن الشريط بين المسندين بالكيلوغرامات

اذا كان الشريط الذي طوله 30 متراً مسنداً من نهايته فقط فان  $L$  تساوي 30 متراً

و  $W$  تساوي الوزن الكلي للشريط ، اما اذا كان مسنداً من النهايتين والوسط فان  $L$

تساوي 15 متراً و  $W$  تساوي نصف وزن الشريط الكلي . في حالة اسناد الشريط

من النقاط  $m, 10 - m, 20 - m$  فان  $L$  تساوي 10 امتار و  $W$

تساوي ثلث وزن الشريط الكلي . المعادلة مشتقة لاستخدامها عندما يكون الشريط

افقياً ولكن يمكن استخدامها ايضاً عندما يكون الشريط مائلاً ، الى حد عشر درجات ، بدون حدوث اي خطأ يذكر . ويمكن التخلص من تأثير التدلي بطرح مقدار التصحيح اللازم من قيمة المسافة المقاسة ، او بزيادة مقدار الاشد المسلط على الشريط بحيث تكون الزيادة في طوله يسبب الزيادة في الشد (المعادلة 4 - 1) مساوية الى النقصان بسبب التدلي ( المعادلة 5 - 1) . من مساواة المعادلتين 4 و 5 يمكن ايجاد مقدار الشد اللازم تسليطه على الشريط للتخلص من تأثير التدلي ، اي

$$C_p = \frac{L(P - P_s)}{AE} = \frac{W^2 L}{24 P^2}$$

$$p = \frac{0.204 W \sqrt{AE}}{\sqrt{p - p_s}}$$

تحل هذه المعادلة بطريقة المحاولة والخطأ (trial and error) . في الاعمال التي تتطلب دقة عالية جداً يفضل اسناد الشريط على اكبر عدد ممكن من النقاط لجعل مقدار خطأ التدلي ضئيلاً جداً الى حد يمكن اهماله .

#### 5-الخطأ بسبب الاستقامة المخطوءة (Incorrect Alignment)

اذا كان الخط المطلوب قياسه اطول من طول الشريط المستخدم في القياس وكانت النقاط التي تمثل نهايات الشريط لا تقع على استقامة الخط فان قيمة المسافة المقاسة ستكون اكبر من قيمتها الحقيقية ، لذلك فان التصحيح يكون سالباً. يمكن حساب مقدار الخطأ نتيجة الاستقامة المخطوءة من المعادلة ( 1b - 1) اذ تمثل h المسافة التي تبعد فيها احدى نهايتي الشريط عن الخط المطلوب قياسه . فمثلاً عندما تكون احدى نهايتي الشريط ، الذي طوله 30 متراً ، مبتعدة عن الخط المطلوب قياسه بمسافة 35 سنتمتراً فان مقدار الخطأ يساوي 2 ملمتر . في الظروف الاعتيادية يستطيع الشخص الخلفي ان يجعل الشخص الامامي اقرب الى الخط من هذه المسافة ، لذلك فان مقدار الخطأ يكون ضئيلاً . ويعد تأثير هذا الخط الاقل اهمية من بقية



الاطفاء ، لذلك لا ينصح بصرف الوقت للحصول على الدقة المتناهية في التوجيه .  
في الاعمال التي تتطلب دقة عالية جداً يستعمل الثيودولايتفي التوجيه .

#### 6- الخطأ بسبب عدم استقامة الشريط

عندما يكون القياس على ارض مغطاة بالحشائش والاعشاب فقد يكون من الصعب جعل الشريط مستقيماً اثناء القياس بسبب انحنائه رأسياً او افقياً حول احد العوائق ، مثل احد سيقان الاعشاب ، او بسبب ضغط الرياح القوية . في مثل هذه الحالة تكون المسافة المقاسة اكبر من قيمتها الحقيقية . يمكن معرفة مقدار هذا الخطأ من المعادلة (1-1b) . يكون الخطأ اقل عندما يكون الانحناء في وسط الشريط . فمثلاً اذا كانت نقطة منتصف الشريط تبعد عن استقامة نهايتيه بمسافة 15 سنتمتر فان مقدار الخطأ يساوي 1.5مليمتر .

#### 7- الخطأ بسبب عدم افقية الشريط

مسك الشريط بصورة غير افقية له تأثير مشابه لتأثير الخطأين السابقين . قد يكون الخطأ كبيراً خصوصاً عندما يكون القياس على ارض شديدة الانحدار . ويمكن تقليل مقدار هذا الخطأ الى حد يمكن اهماله وذلك باستخدام الميزان اليدوي او الكلنوميتر .

#### (3 - 1) اغلاط القياس بواسطة الشريط

اهم الاغلاط الشائعة هي

##### 1- زيادة وانقاص طول شريط كامل

قد تسقط نبلة من الشخص الامامي وبذلك تكون المسافة المسجلة اكبر من قيمتها بمقدار طول شريط كامل . يمكن تجنب مثل هذه الغلطة بعد النبال من قبل كل من الشخصين قبل تسجيل المسافة .

عند القياس بطريقة تجزئة الشريط قد ينسى الشخص الخلفي اعادة نبلة الى الشخص الامامي في احدى النقاط الوسطية وبذلك تكون المسافة المسجلة اكبر من قيمتها بمقدار طول شريط كامل .

قد ينسى الشخص الخلفي اخذ نبلة في بداية القياس من الشخص الامامي وبذلك تكون المسافة المسجلة اصغر من قيمتها بمقدار طول شريط كامل .

2- عدم معرفة موقع صفر الشريط

قبل البدء في القياس يجب التأكد من موقع صفر الشريط فيما اذا كان في نهاية الحلقة ام على الشريط نفسه .

3- غلط في قراءة الارقام

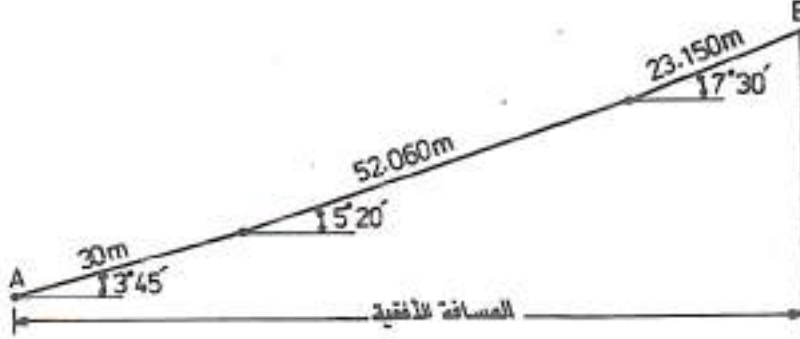
قد يقرأ الرقم 6 بدلاً من 9 او بالعكس لذلك يجب التأكد من قراءة الارقام بالوضع الصحيح للشريط ، وزيادة في التأكد ، يجب ملاحظة الرقمين اللذين قبل وبعد الرقم المعني وخصوصاً عندما تكون الارقام مسموحة او عليها بعض الاوساخ .

4- قراءة قيمة المسافة بصورة غير واضحة قد يحتوي فريق القياس على شخص مسجل . في مثل هذه الحالة يجب اعطاؤه قيمة المسافة بصورة واضحة . فمثلاً عندما تكون المسافة 7.20 متراً يجب ان لا تقرأ سبعة وعشرين اذ ربما تفهم من قبل المسجل بانها 27 متراً ، بل يجب ان تقرأ سبعة امتار وعشرين سنتمتراً ، او سبعة ، فارزة ، اثنين ، صفر ويفضل ان تكرر قراءة قيمة المسافة من قبل الشخص المسجل اثناء تسجيلها . ويمكن تجنب او اكتشاف الاغلاط الكبيرة بتقدير المسافة المطلوب قياسها بواسطة الخطوات أو بالنظر .

#### (4 - 1) تصحيح المسافات المقاسة

بإضافة قيم التصحيحات التي يتم الحصول عليها بتطبيق المعادلات (2 - 1) ، (1 - 3) ، (4 - 1) إضافة جبرية الى المسافات المقاسة ( القيم الظاهرية ) يحصل على المسافات الحقيقية . اما قيم التصحيحات التي يتم الحصول عليها بتطبيق المعادلات (1 - 1) ، (5 - 1) فتكون دائماً سالبة في عمليات التثبيت (laying off) تكون اشارة التصحيح عكس ما هي عليها في عمليات القياس . فمثلاً عندما يراد تثبيت مسافة معلومة بواسطة شريطة طوله الحقيقي اكبر من طوله الاسمي فان مقدار التصحيح يطرح من المسافة المعلومة للحصول على المسافة الواجب استخدامها في

التثبيت . الامثلة التالية توضح حسابات التصحيحات المختلفة وتطبيقها على المسافات المقاسة والمثبتة .



### مثال (1)

من المعلومات التالية مطلوب حساب المسافة الأفقية بين النقطتين A و B .

الطول الاسمي للشريط (L) = 30 متر

الطول الحقيقي للشريط (L) = 29.994 متر

درجة الحرارة القياسية ( $T_s$ ) = 20 درجة مئوية

معامل التمدد الحراري لمادة الشريط (a) = 0.0000115 لكل درجة مئوية

الشد المسلط على الشريط اثناء القياس (P) = الشد القياسي ( $P_s$ ) الشريط مسند على

الارض في جميع نقاطه :

**الحل:**

القيمة الظاهرية للمسافة المائلة تساوي

$$30 + 52.060 + 23.150 = 105.210m$$

التصحيح في طول الشريط يساوي

$$C = L - L = 29.994 - 30 = -0.006 m$$

مقدار التصحيح في المسافة المقاسة نتيجة الخطأ في طول الشريط يساوي

$$c_1 \frac{105.210}{30} (-0.006) = -0.021m$$

مقدار تصحيح المسافة المائلة يساوي

$$C_h = S (1 - \cos \alpha)$$

$$= 30 (1 - \cos 3^\circ 45') + 52.060 (1 - \cos 5^\circ 20') + 23.150 (1 - \cos 7^\circ 30')$$

$$= 0.064 + 0.225 + 0.198 = 0.487 \text{ m}$$

مقدار التصحيح نتيجة الخطأ بسبب التغير في درجة الحرارة عن درجة الحرارة

القياسية يساوي

$$C_t = \alpha(T - T_s)$$

$$= 105.210 \times 0.0000115 (30 - 20) = 0.012$$

المسافة الافقية الحقيقية بين النقطتين A و B تساوي

$$105.210 - 0.021 - 0.487 + 0.012 = 104.714 \text{ m}$$

مثال (2)

عند تعليق شريط من نهايتيه وتسليط شد مقداره 70 نيوتن قيست المسافة بين النهايتين فكانت 29.992 متراً . ماذا ستكون هذه المسافة فيما لو زاد الشد الى 100 نيوتن ؟

الوزن الكلي للشريط (W) = 0.78 كيلو غرام

مساحة مقطع الشريط (A) = 3.25 ملمتر مربع

معامل مرونة مادة الشريط (E) = 155000 نيوتن / ملمتر مربع

**الحل :**

حل هذه المسألة يتطلب حساب المسافة بين نهايتي الشريط ثلاث مرات ، اولاً عندما يكون الشريط مسنداً على الارض بكامل طوله والشد المسلط عليه 70 نيوتن ، وثانياً عندما يكون الشريط ايضاً مسنداً على الارض والشد المسلط عليه هو 100 نيوتن ، واخيراً عندما يكون الشريط معلقاً من نهايتيه والشد المسلط عليه ايضاً 100 نيوتن .

$$c_s \frac{W^2 L}{24 P^2} = \frac{(0.78 \times 9.806)^2 (30)}{24 (70)^2} = 0.015 \text{ m}$$

المسافة بين النهايتين عندما يكون الشريط مسنداً على الارض والشد المسلط عليه  
70 نيوتن هي :

$$29.992 + 0.015 = 30.007$$

$$c_p \frac{L(P - P_s)}{AE} = \frac{30(100 - 70)}{3.25 \times 155000} = 0.002m$$

المسافة بين النهايتين عندما يكون الشريط مسنداً على الارض والشد المسلط عليه  
100 نيوتن هي

$$30.007 + 0.002 = 30.009$$

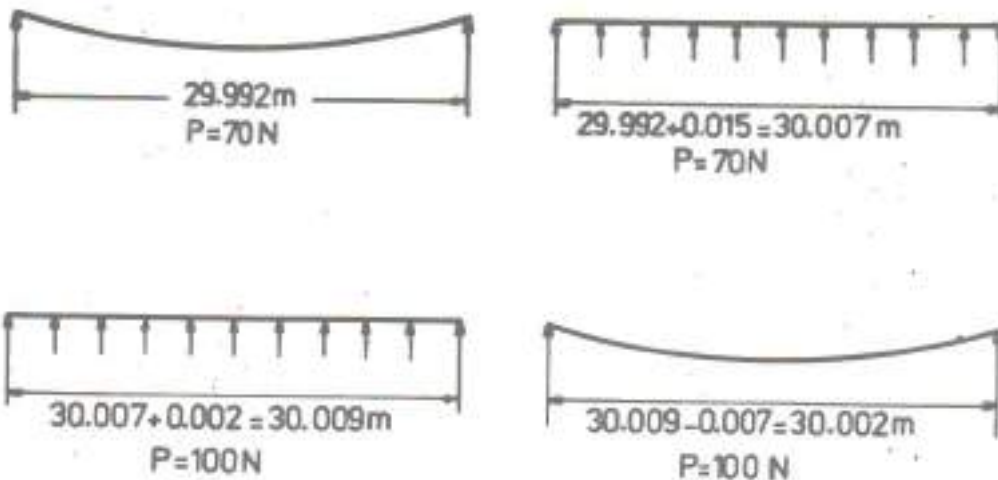
$$c_s \frac{W^2 L}{24 P^2} = \frac{(0.78 \times 9.806)^2 (30)}{24 (100)^2} = 0.007m$$

المسافة بين النهايتين عندما يكون الشريط معلقاً من النهايتين والشد المسلط عليه  
100 نيوتن هي

$$30.009 - 0.007 = 30.002$$

### مثال (3)

احسب مقدار الشد اللازم تسليطه على شريط طوله 30 متراً بحيث تكون الزيادة في  
طول الشريط نتيجة زيادة الشد على الشد القياسي معادلة لتأثير التدلي علماً ان  
الشد القياسي  $(P_s) = 44.5$  نيوتن





مساحة مقطع الشريط (A) = 2 ملمتر مربع

معامل مرونة مادة الشريط (E) = 200 كيلونيوتن/ ملمتر مربع وزن الشريط الكلي

(W) = 0.78 كيلو غرام

الحل :

$$p = \frac{0.204 W \sqrt{AE}}{\sqrt{p - p_s}}$$

$$p = \frac{0.204(0.78 \times 9.806) \sqrt{2 \times 200000}}{\sqrt{p - 44.5}}$$

$$= \frac{986.84}{\sqrt{p - 44.5}}$$

عند حل هذه المعادلة بطريقة المحاولة والخطأ ينتج

$$P = 116.4 \text{ N}$$

مثال (4)

يطلب تثبيت نقطتين على ارض منحدره انحدارها 6 % بحيث تكون المسافة الافقية بينهما 265 مترا . اثناء التثبيت كان الشريط يسند من نهايتيه ومن وسطه . ماهي المسافة الواجب تثبيتها ؟

الطول الاسمي للشريط (L) = 50 متراً

الطول الحقيقي للشريط (L') = 50.007 متراً

درجة الحرارة اثناء التثبيت (T) = 45 درجة مئوية

درجة الحرارة القياسية (T<sub>s</sub>) = 20 درجة مئوية

معامل التمدد الحراري لمادة الشريط (a) = 0.0000115 لكل درجة مئوية

الوزن الكلي للشريط (W) = 0.87 كيلو غرام

الشد المسلط على الشريط = الشد القياسي = 60 نيوتن

الحل :

$$C = L' - L = 50.007 - 50 = 0.007m$$

$$C_l = \frac{265}{50} \times 0.007 = 0.037m$$

$$C_l = La (T - T_s) = 265 \times 0.0000115 (45 - 20)$$

$$= 0.076m$$

$$C_s = nC_s \frac{W^2 L}{24 P^2}$$

وزن 25 متر من الشريط يساوي

$$\frac{0.87}{2} = 0.453kg$$

وزن 15 متراً من الشريط يساوي

$$\frac{0.87}{50} \times 15 = 0.261 kg$$

$$C_s = 10 \frac{(0.435 \times 9.806)^2 (25)}{24 (60)^2} + 1 \frac{(0.261 \times 9.806)^2 (15)}{24 (60)^2}$$

$$= 0.053 + 0.001 = 0.054m$$

المسافة الرأسية بين النقطتين تساوي

$$h = \frac{265}{100} \times 6 = 15.9m$$

$$C_h = \frac{h^2}{2S} = \frac{(15.9)^2 (25)}{2 \times 265} = 0.477m$$

استعملت المسافة الافقية بدلاً من المسافة المائلة عند التعويض عن قيمة S لعدم معرفة قيمة المسافة المائلة . حتى لو عرفت قيمة المسافة المائلة وعوضت في المعادلة فان النتيجة سوف تكون نفسها .

كما ذكر سابقاً ، ان اشارة التصحيح في عملية التثبيت تكون عكس عما هي في عملية القياس ، لذلك فان المسافة الواجب تثبيتها على الارض المنحدرة والتي تعادل مسافة افقية صحيحة مقدارها 265 متراً هي

$$265 - 0.037 - 0.076 + 0.054 + 0.477 = 265.418m$$

## تجربة رقم ( 2 )

### (2-1) قياس الزوايا الأفقية بواسطة الشريط

لقياس الزاوية الأفقية بين المستقيمين  $AB$  و  $AC$  تتبع الخطوات التالية :

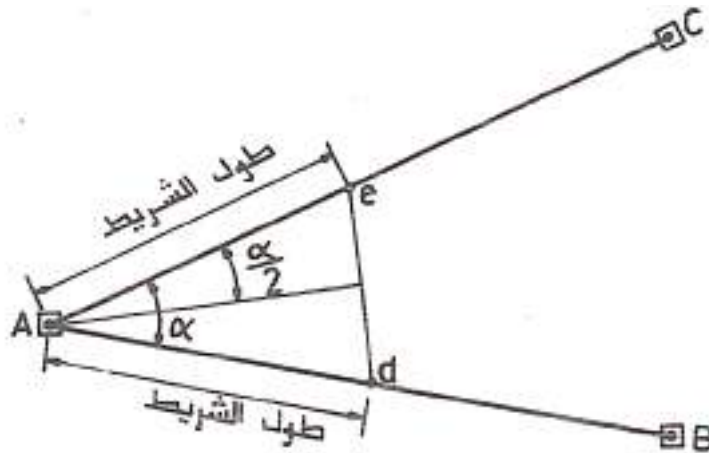
على استقامة كل من  $AB$  و  $AC$  (2-1) تعيين نقطة ، مثل  $d$  و  $e$  ، تبعد عن نقطة  $A$  بمسافة مساوية لطول الشريط ثم تقاس المسافة بين هاتين النقطتين .

يتضح من الشكل ان

$$\frac{1}{2} de$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{2}{Ad} = \frac{de}{2Ad}$$

تحسب قيمة  $\alpha / 2$  من المعادلة ثم تضاعف للحصول على قيمة الزاوية المطلوبة .



الشكل ( 1 - 2 )

قياس الزاوية الأفقية بواسطة الشريط

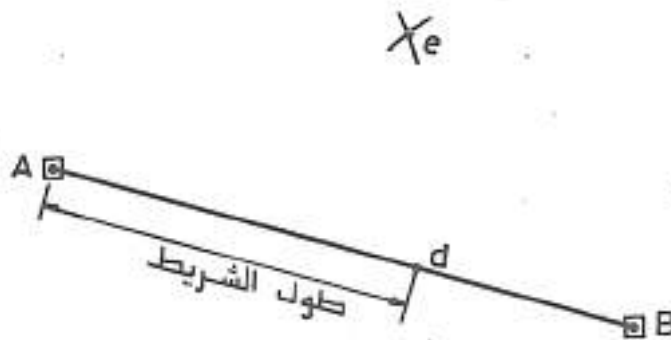
بواسطة الشريط أيضاً يمكن تثبيت مستقيم يصنع زاوية معلومة مع مستقيم معلوم بنفس الطريقة . فمثلاً لتثبيت مستقيم يصنع زاوية  $\alpha$  مع المستقيم  $AB$  ( الشكل - 2

2 ) تتبع الخطوات التالية :

على استقامة  $AB$  تعين نقطة  $d$  ، تبعد عن نقطة  $A$  بمسافة مساوية لطول الشريط المسطح. نستخدم المسافة  $de$  من المعادلة

$$de = 2Ad \sin \frac{\alpha}{2}$$

ثم يصنع قوساً دائرة ، مركزه النقطة  $A$  ونصف قطره يساوي طول الشريط ومركزه النقطة  $d$  ونصف قطره يساوي المسافة  $de$  المحسوبة من المعادلة ، يتقاطعان في نقطة مثل نقطة  $e$  المستقيم  $Ae$  هو المستقيم المطلوب .



الشكل (2 - 2)

تثبيت مستقيم يصنع زاويه معلومة مع مستقيم معلوم

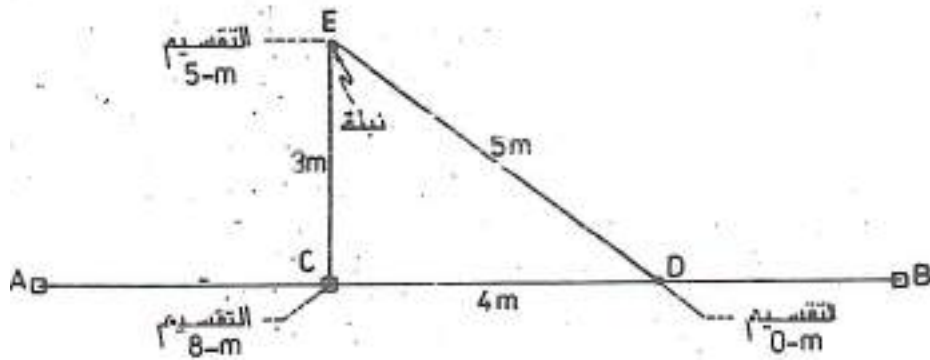
### تجربة رقم (3)

#### اقامة واسقاط الاعمدة

يتطلب المسح بواسطة الشريط اقامة الاعمدة واسقاطها ، كما ذكر سابقاً . فحساب مساحة مثلث مثلاً ينبغي اسقاط عمود من رأس المثلث على القاعدة .

#### اقامة الاعمدة

يمكن اقامة عمود على المستقيم AB من نقطة واقعة عليه مثل C الشكل (3-1) بأنشاء مثلث قائم الزاوية وذلك يجعل اضلاع المثلث متناسبة الطول كنسبة 5:4:3 او مضاعفاتهما . النسبة المستخدمة.

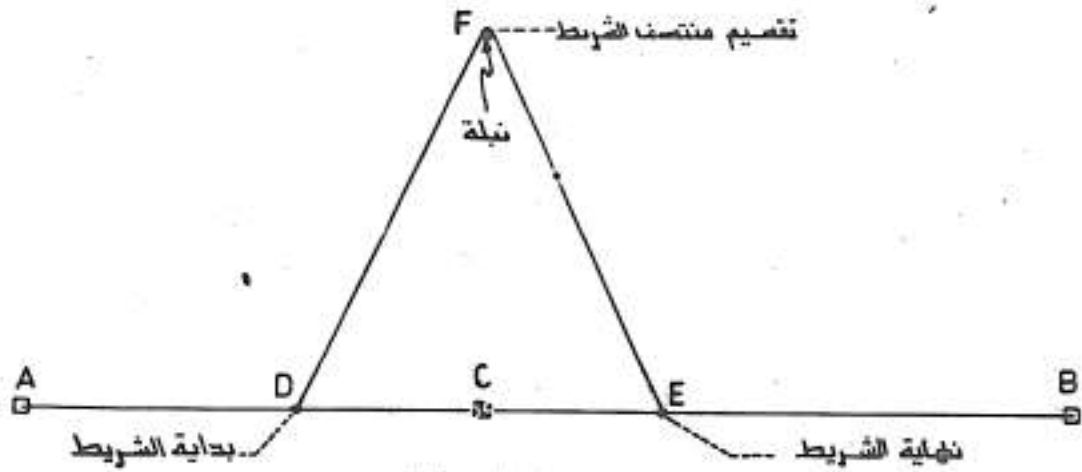


الشكل (3-1)

تعتمد على طول الشريط المستخدم . فمثلاً اذا كان طول الشريط 15 متراً فتستخدم النسبة 5:4:3 ويكون ذلك بتعيين نقطة ، مثل D ، على المستقيم AB تبعد عن نقطة C باربعة امتار . بعد ذلك يثبت صفر الشريط في هذه النقطة ويثبت التقسيم الذي يحمل الرقم (8-m) في نقطة C . ثم يمسك الشريط من التقسيم الذي يحمل الرقم (5-m) وينسحب بقوة بحيث يكون الشد المسلط على جهتي التقسيم متساوياً . يمكن استخدام نبلة بمسكها بصورة شاقولية وجعلها متماسة مع هذا التقسيم وسحبها بقوة ثم غرزها في الارض فتتعين نقطة E . المستقيم CE هو العمود المطلوب . اما اذا كان طول الشريط المستخدم 30 متراً فيمكن ان تستخدم النسبة (6 : 8 : 10) ، ( 9 : 12 : 18.75) ، عند استخدام النسبة الاخيرة ، وهي الافضل



، فان نقطة D تثبت على المستقيم AB بحيث يكون بعدها عن نقطة C مسافة 15 متراً ( الشكل 3-1) ثم يثبت صفر الشريط في هذه النقطة ونهايته (30 - m) في نقطة C . بعد ذلك تمسك نبلة بصورة شاقولية وتجعل متماسة مع التقسيم (-18.75 m) وتسحب بقوة ثم تغرز في الارض فتتعين نقطة E

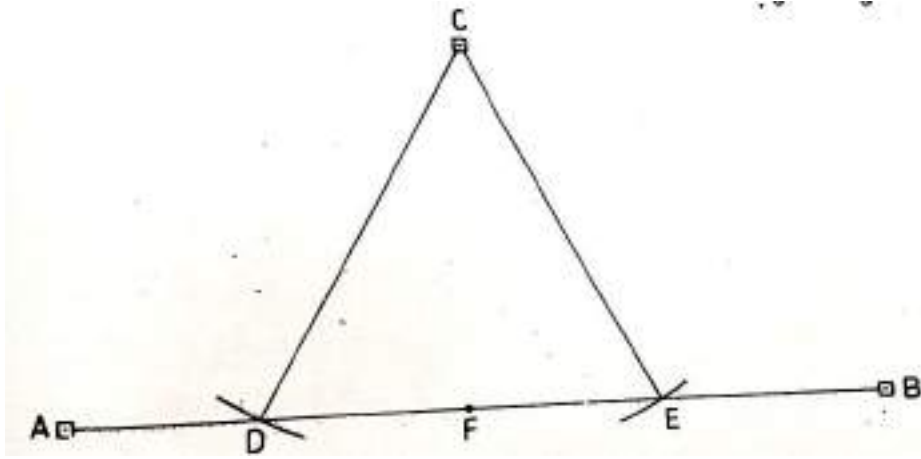


الشكل (3-2)

اقامة عمود على AB في نقطة C بأثناء مثلث تتناسب اضلاعة كنسبة

$$18.75:15:11.25$$

وتم طريقة اخرى لا قامة الاعمدة هي طريقة انشاء مثلث متساوي الساقين . تتلخص هذه الطريقة بتثبيت نقطتين ، مثل D و E على المستقيم AB على جانبي النقطة C وتبعدان عنها بمسافتين متساويتين ( الشكل 3-2) . بعد ذلك تثبت بداية الشريط في نقطة D ونهايته في نقطة E ثم تثبت نبلة على منتصف الشريط وتسحب بقوة ثم تغرز في الارض فتتعين نقطة F . CF هو العمود المطلوب .



الشكل (3-3)

اقامة عمود على AB في C بأشياء مثلث متساوي الساقين .

اسقاط الاعمدة

اذا كانت المسافة بين النقطة ، C ، المطلوب انزال عمود منها على المستقيم ، AB ، اصغر من طول الشريط المستخدم فنتبع احدى الطريقتين التاليتين :

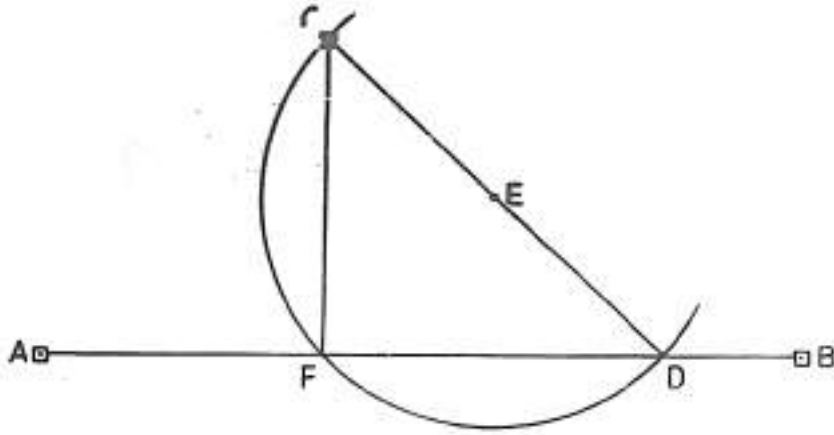
الطريقة الاولى - نتلخص هذه الطريقة بتهيئة نهاية الشريط ، او اي تقسيم منه) يعتمد ذلك على كبر المسافة بين النقطة والمستقيم ) ، في نقطة C ووضع نبلة في حلقة بداية الشريط ثم عمل قوس دائري يقطع المستقيم AB في نقطتين مثل D و E ( الشكل 3-3) . بعد ذلك تقاس المسافة بين هاتين النقطتين وتنصف في نقطة مثل F .

المستقيم CF هو العمود المطلوب

الشكل (3-3)

اسقاط عمود من C على A.B بأشياء مثلث متساوي الساقين

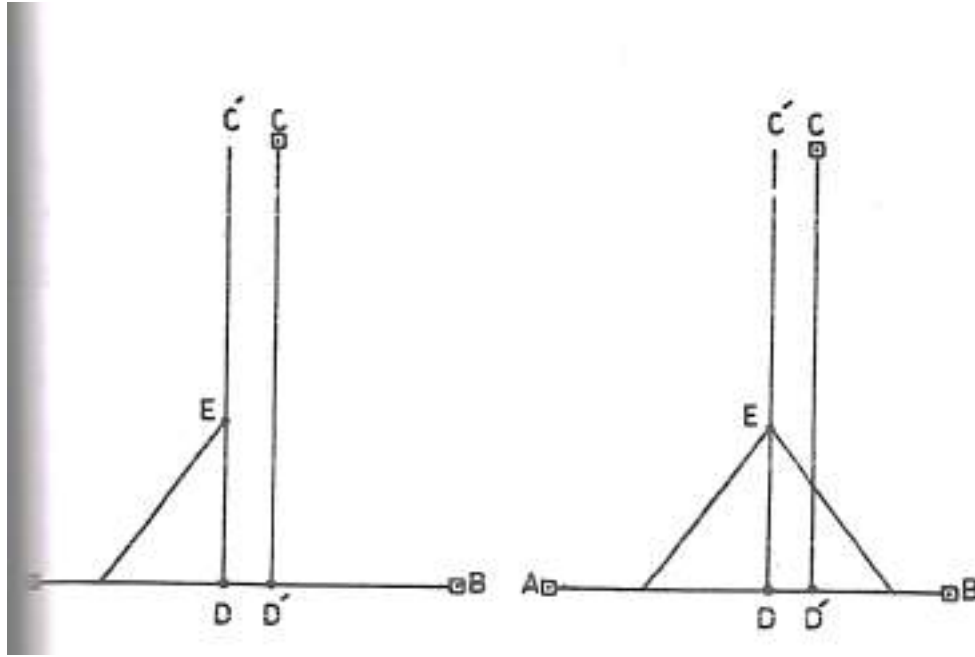
الطريقة الثانية - نتلخص هذا الطريقة بتهيئة نهاية الشريط في نقطة C ووضع نبلة في حلقة بداية الشريط ثم عمل قوس دائري قصير يقطع المستقيم AB في نقطة مثل D ( الشكل 2-16) . تعين نقطة منتصف المسافة CD . يوصف هذه النقطة ، E ، هي المركز يعمل قوس دائري نصف قطره يساوي نصف المسافة CD يقطع المستقيم AB في



الشكل (3-4)

اسقاط عمود من C على AB بأنشاء زاوية محيطية داخل نصف دائرة  
نقطة مثل CF.F هو العمود المطلوب لا CFD زاوية قائمة ( زاوية محيطية في  
نصف دائرة ) .

يمكن استخدام الطريقة التالية اذا كانت المسافة بين النقطة والمستقيم المطلوب انزال  
عمود عليه منها باي طول كان . تتلخص هذه الطريقة بان يقدر موقع نقطة تقاطع  
العمود النازل من النقطة ، C ، على المستقيم ، AB ، ( الشكل 2-17) ولتكن نقطة  
D . من هذه النقطة يقام عمود ، DE ، على المستقيم AB بإحدى الطريقتين  
المشروحتين سابقاً . يمد هذا العمود على استقامته ثم تعين نقطة على هذه الاستقامة  
بالقرب من نقطة C مثل C' . ثم تعين نقطة على المستقيم AB مثل نقطة D' تبعد عن  
نقطة D كبعد نقطة C عن المستقيم DC' المستقيم CD' هو العمود المطلوب . اذا  
كانت المسافة بين نقطة C والمستقيم DC' كبيرة ، اكبر من متر مثلاً ، فيعاد تقدير  
موقع نقطة تقاطع العمود النازل من C ثم اعادة جميع الخطوات .



الشكل (3-5)

يمكن تقدير موقع العمود النازل من C على المستقيم AB بدقة اكبر وذلك بالوقوف على المستقيم ومد الذراعين افقياً باتجاه نهايتيه وكل من الابهامين الى الاعلى ثم تغلق العينين ويجلب الذراعان الى الامام وتطبق راحتا اليدين وينظر باتجاه الذراعين ويلاحظ موقع النقطة C بالنسبة الى هذا الاتجاه .

الشريط لانسب لا قامة واسقاط الاعمدة بالطرق المشروحة هو الشريط المعدني) شريط كتاني مسلح بخيوط معدنية ( . يمكن اقامة واسقاط الاعمدة بسرعة وبدقة باستخدام المربع البصري (OPical Square) او المربع الموشوري (Prism Square).

## تجربة رقم (4)

### (4-1) جهاز التسوية

توجد ثلاثة انواع رئيسية من اجهزة التسوية هي :

1-الدمبي Dumpy

2- الميل Tilting

3-اللاوتوماتيك Automatic

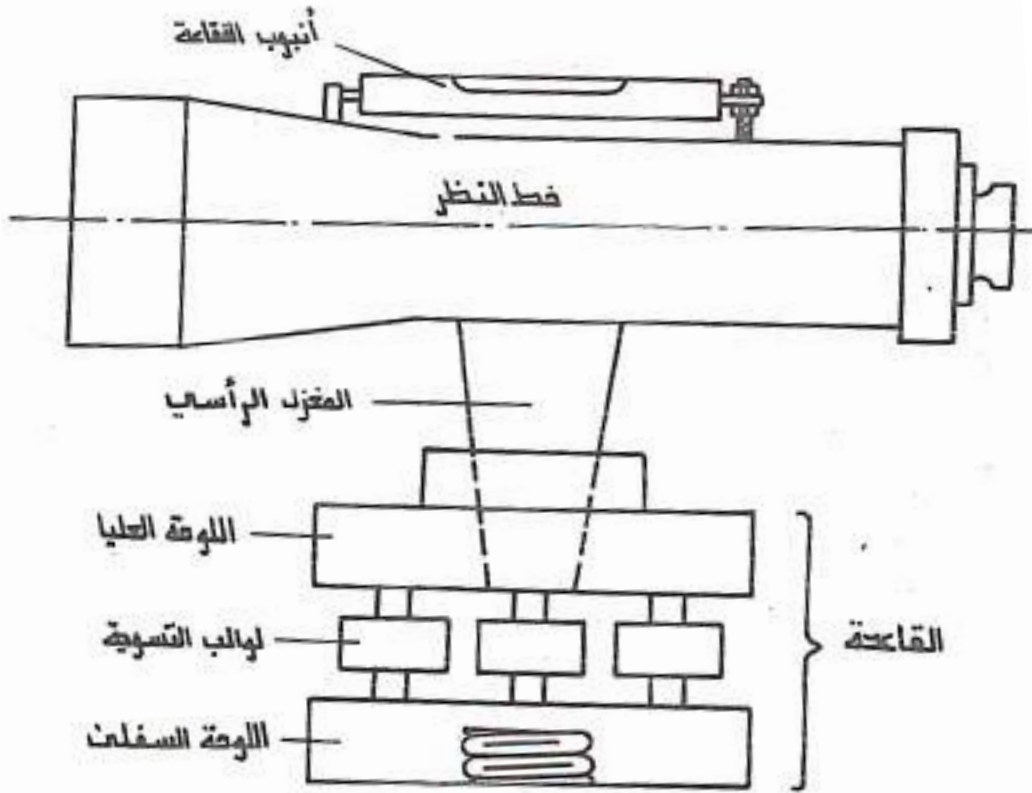
### (4-2) جهاز الدمبي

يتكون الجهاز ( الشكل 4-1) من ثلاثة اجزاء رئيسية هي :

1- رأس التسوية او القاعدة ( Leveling Head )

2- المنظار ( Telescope )

3- انبوب الفقاعة ( Level Tube or Bubble Tube )



الشكل (4-1)



### (4-3) رأس التسوية

يتكون من لوحتين ، اللوحة العليا ( Tribach ) متصلة بالغزل الرأسي ( Vertical Spindle ) الذي يستند عليه المنظار ، اما اللوحة السفلى ( Trivet stage ) فتثبت بلوحة الركيزة ( Tripod Plate ) بواسطة لولب التثبيت ( Fixing Screw ). اللوحتان العليا والسفلى مربوطتان ببعضهما بواسطة ثلاثة لولب تسمى لولب التسوية ( Leveling Screws ) . وبتدوير هذه اللولب يمكن رفع او خفض نقاط استناد اللوحة العليا عليها . اللولب الثلاثة هذه هي الوسيلة لضبط افقية الجهاز ، اي جعل محور المنظار افقياً .

### (4-4) المنظار

في هذا النوع من الاجهزة يكون المنظار متصلاً اتصالاً ثابتاً مع المغزل الرأسي ، لذلك لا يمكن تحريكه في المستوى الرأسي بل يمكن تدويره حول المحور الرأسي فقط . يحتوي منظار الاجهزة الحديثة ( الشكل 4-3 ) على الاجزاء التالية :

1- الشيئية ( Objective Lens )

2- قرص تقاطع الشعيرات ( Cross – Hairs Diaphragm )

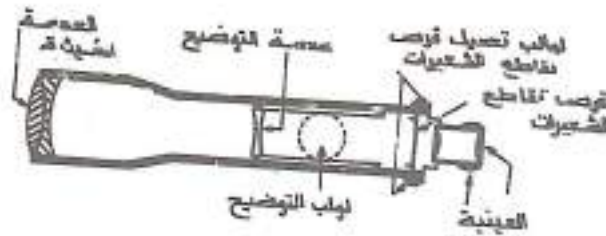
3- عدسة التوضيح ( Focusing Lens )

4- العينية ( Eyepiece )

#### الشيئية

تتكون الشيئية من عدستين ملصوقتين ببعضهما بواسطة مادة لاصقة ، واحياناً تكونان مفصولتين بواسطة حقة معدنية . العدسة الخارجية تكون محدبة الوجهين ومصنوعة من زجاج التاج ( Crown ). اما العدسة الداخلية فتكون مقعرة الوجهين ، او مقعرة محدبة ، ومصنوعة من زجاج الصوان ( Flint ). الغرض من استعمال عدستين ( اي عدسة مركبة ) هو التخلص من مساوئ العدسة المفردة وهي الزيغ الكروي ( Aberration Spherical ) والزيغ الضوئي ( Chromatic )

(Aberration) . وضيفة الشيئية هي تكوين صورة مصغرة ، مقلوبة ، وحقيقية للشيء المرئي داخل المنظار .



الشكل ( 4-2 )

المنظار المساحي

### قرص تقاطع الشعيرات

هو عبارة عن قرص زجاجي حفرت عليه خطوط مستقيمة . اجهزة التسوية التي تستخدم للأعمال الاعتيادية يمكن ان يحتوي قرصها على خطين متعامدين فقط ، احدهما افقي والآخر رأسي . اما الاجهزة التي تستخدم للتسوية الدقيقة فيجب ان يحتوي قرصها على خطين افقيين اضافيين و احدهما فوق الخط الافقي الرئيسي والآخر تحته . ان هذين الخطين يسميان بخطي الستيديا (Stadia Hairs) . القرص مثبت داخل المنظار ، بالقرب من العينية ، بواسطة اربعة لولب تسمى لولب التعديل (Adjusting Screws) . بواسطة هذه اللولب يمكن حريك القرص افقياً ورأسياً . في بعض الاجهزة الحديثة يوجد لولبان فقط للتعديل ، احدهما فوق القرص والآخر تحته ، وفي البعض الآخر يوجد لولب واحد فقط يكون تحت القرص .

### عدسة التوضيح

وهي عدسة مقعرة الوجهين مثبتة داخل المنظار بين الشيئية وقرص تقاطع الشعيرات . يمكن تحريك هذه العدسة داخل المنظار لتبديل المسافة بينها وبين قرص تقاطع الشعيرات بواسطة لولب يقع فوق او الى جانب المنظار يسمى لولب التوضيح (Focusing Screw) . الغرض من هذه العدسة هو نقل الصورة

المصغرة والمقلوبة ، المتكونة بواسطة الشيئية ، وجعلها في مستوي تقاطع الشعيرات .

### العينية

تتكون العينية من عدستين او اربع عدسات ، كل منها محدبة مستوية ، مثبتة داخل انبوب معدني الغرض من العينية هو تكبير كل من تقاطع الشعيرات والصورة المصغرة والمقلوبة المتكونة بواسطة الشيئية . عند النظر في العينية فان صورة الشيء المرئي تكون مقلوبة او معتدلة ، يعتمد ذلك على عدد العدسات التي تتكون منها العينية . فاذا كانت مكونة من عدستين فان الصورة تكون مقلوبة . اما اذا اريد ان تكون الصورة معتدلة فيجب اضافة عدستين اخريين لقلب الصورة المقلوبة وجعلها معتدلة ، اي تكون العينية مكونة من اربع عدسات .

تكون الاضاءة اكثر من خلال العينية المكونة من عدستين لان العدسات الاضافية تمتص قسماً من الضوء – حوالي 5% لكل وجه – لذلك يفضل استعمال العينية المكونة من عدستين في الاجهزة الدقيقة . في الحقيقة ان الشركات المنتجة لاجهزة المساحة تغلبت على خاصية امتصاص الضوء من قبل العدسات يصنع طلاء خاص تطلّى به العدسات . فمثلاً شركة زايز (Zeiss) الالمانية ابتكرت طلاء خفض امتصاص الضوء من 5 % الى 1 % لكل وجه من اوجه العدسات .

### (4-5) انبوب الفقاعة

هو عبارة عن انبوب زجاجي يتراوح طوله من 50 الى 125 ملمتراً ( الشكل 3-5 ) . السطح العلوي للأنبوب، واحياناً السطح السفلي ايضاً ، يكون مقوساً تقوساً دائرياً . كلما زاد نصف قطر التقوس زادت حساسية .



### الشكل ( 4-3 )

#### انبوب الفقاعة

الفقاعة للحركة . يكون الانبوب مملوءاً تقريباً بالايثر او الكحول او بمزيج منهما لان نقطة انجماد هذه السوائل واطئة . الجزء المتبقي من الانبوب ( الفقاعة ) عبارة عن مزيج من الهواء وبخار السائل ويتخذ اعلى نقطة في الانبوب . عندما تكون الفقاعة في منتصف الانبوب فان محور الانبوب يكون افقياً . توجد على السطح العلوي للأنبوب تقاسيم متناظرة بالنسبة الى مركز الانبوب . التقاسيمان الطويلان يمثلان موقع نهاية الفقاعة في درجة الحرارة الاعتيادية . التقاسيم الاخرى ضرورية لان طول الفقاعة يتبدل في معظم الاجهزة عندما تتبدل درجة الحرارة . وتحاول الشركات المنتجة للأجهزة صنع انابيب بحيث يكون حجم الفقاعة فيها ثابتاً . فمثلاً يحتوي احد اجهزة شركة ( Hilger & Watts ) الانكليزية على انبوب فقاعة مقطعة تقريباً اهليجي ( elliptical ) وان حجم السائل وبخاره ( الفقاعة ) صمما بحيث عند ارتفاع درجة الحرارة فان الزيادة في حجم السائل تكون مساوية لزيادة حجم الفقاعة نتيجة النقصان في الشد السطحي لها ، لذلك فان الفقاعة تحافظ على طولها عندما تتبدل درجة الحرارة بمدى 55 درجة مئوية . في مثل هذه الاجهزة ليس من الضروري ملاحظة نهايتي الفقاعة بل نهاية واحدة فقط .

ان الزاوية التي يدورها محور انبوب الفقاعة في المستوى الرأسي لتحريك الفقاعة تقسيم واحد ( ملمترين ) تسمى حساسية انبوب الفقاعة ان هذه الزاوية تتراوح من 10" - وربما اقل - في الاجهزة الدقيقة الى .



الشكل ( 4-4 )

جهاز تسوية نوع دمبي

1- العينية 2- لولب تعديل قرص تقاطع الشعيرات 3-لولب التوضيح 4- لولب الحركة البطيئة 5- غطاء انبوب الفقاعة 6- الدائرة الافقية لقياس الزاوية الافقية 7- اللوحة العليا للقاعدة 8- لولب التسوية 9- اللوحة السفلى للقاعدة 10- لوحة الركيزة 11- الشبيئة 60 في الاجهزة الاعتيادية . يكون انبوب الفقاعة مثبتاً بالجهاز بطريقة بحيث يمكن اجراء تعديل على وضعه اذا ما تطلب الامر ذلك . في بعض الاجهزة توجد مرآة فوق انبوب الفقاعة (5) في الشكل (4-4) يمكن وضعها بصورة مائلة ومشاهدة وضع الفقاعة من جهة عينية المنظار . وبانزال هذه المرآة من الوضع المائل الى الوضع الافقي يغطي الانبوب حماية له من اشعة الشمس المباشرة .

## (4-6) Setting UP نصب الجهاز

تتبع الخطوات التالية لنصب الجهاز :

1-ترخى اللوالبالمفصلية الثلاثة الموجودة على ارجل الركيزة وتمد الارجلبالطول المناسب بحيث تكون العينية عند نصب الركيزة ووضع الجهاز عليها بمستوى العين . تشد هذه اللوالب ويتم التأكد من ان الشد كافٍ ويجب تجنب شدها بقوة اكثر من اللازم .

2- تثبت اثنتان من ارجل الركيزة بالأرضبقوة . اذا كانت الارض منحدره فان موقع هاتين الرجلين يجب ان يكون باتجاه النزول لكي تكون الركيزة اكثر استقراراً . الضغط على ارجل الركيزة يجب ان يكون موازياً لها .

3- يمسك بالرجل الثالثة للركيزة وتحرك في الاتجاه المناسب ، الى الامام ، او الى الخلف ، او الى احد الجانبين ، بحيث عندما تثبت بالأرضويضغط عليها بقوة تكون لوحة الركيزة بقدر الامكان افقية . ان صرف بضع ثوان لضبط افقية لوحة الركيزة قد يوفر وقتاً وجهداً فيما بعد .

4- يتأكد من ان اللوالب المفصلية لا رجلا لركيزة مشدودة جيداً .

5- يفتح الصندوق ويرفع منه الجهاز ويوضع على لوحة الركيزة ، وفي حين ان اليد ماسكة بالجهاز يتم تثبيته بواسطة لولب التثبيت باستعمال اليد الاخرى ( الشكل 1-2) . يجب تجنب شد لولب التثبيت بقوة اكثر من اللازم .

6- يغلق الصندوق ويوضع تحت الركيزة .

## (4-7) ضبط افقية الجهاز Leveling UP

بعد نصب الجهاز يتأكد من ان لوالب التسوية في منتصف مداهاً ، واذا لم تكن كذلك فتدور الى ان تصبح في منتصف المدى ، ثم تتبع الخطوات التالية لضبط الافقية :

1- يدور المنظار الى ان يكون موازياً للمستقيم الواصل بين اي اثنتين من لوالب التسوية ( اللولبين a و b في الشكل 1-5-4) . بما ان المنظار للمستقيم الواصل بين هذين اللولبين .

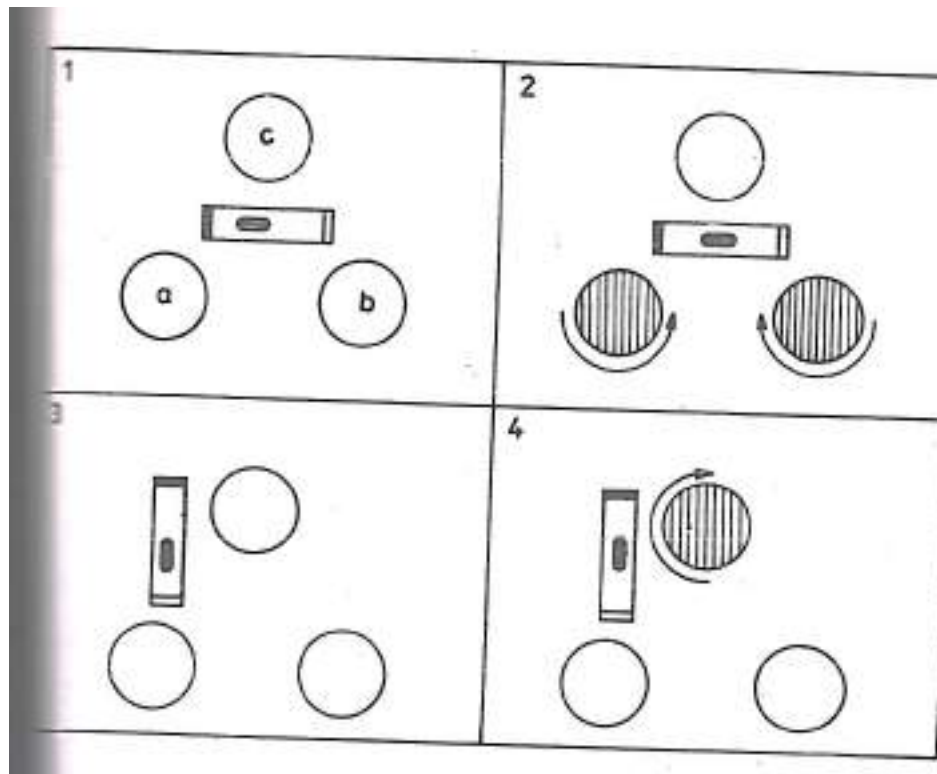


2- يدور هذان اللولبان بالتساوي وباتجاهين متعاكسين ( الابهامان يقتربان او يبتعدان عن بعضهما ) ، حسب قاعدة الابهام الايسر التي تنص على ان الفقاعة تتحرك باتجاه حركة الابهام الايسر ، الى ان تكون الفقاعة في منتصف الانبوب ( الشكل 4-5-2).

3- يدور المنظار بزاوية قائمة ، اي يكون فوق اللولب الثالث ( الشكل 4-5-3).

4- يدور هذا اللولب بالاتجاه المناسب ، حسب قاعدة الابهام الايسر الى ان تكون الفقاعة في منتصف الانبوب ( الشكل 4-5-4)

5- يدور المنظار الى اي اتجاه ويلاحظ موقع الفقاعة فاذا لم تبق في وسط الانبوب تعاد جميع الخطوات السابقة ، ثم يدور المنظار الى اي اتجاه ايضاً ويلاحظ موقع الفقاعة فاذا لم تبق في وسط الانبوب فهذا يعني ان انبوب الفقاعة يحتاج الى تعديل.



الشكل ( 4-5 )

خطوات ضبط افقية جهاز الدمبي

#### (4-8) التوجيه الى المسطرة وتوضيح صورتها

يفتح لولب الربط ( بعض الاجهزة لا تحتوي على لولب ربط ) ويدور المنظار للتوجيه بصورة تقريبية الى المسطرة . ينظر من خلال العينية ويدور لولب التوضيح (3 في الشكل 4-4) الى ان تكون صورة المسطرة واضحة جداً . يغلق لولب الربط ثم بواسطة لولب الحركة البطيئة (4 في الشكل 4-4) توضح الشعيرة الرأسية في منتصف المسطرة . يتأكد من عدم وجود ظاهرة عدم التطابق (Parallax).

#### (4-9) التخلص من ظاهرة عدم التطابق

عدم التطابق هو الحركة الظاهرية بين الشعيرة الافقية وصورة المسطرة عند رفع الرأس او خفضه قليلاً . ان سبب ذلك يعود الى عدم تطابق صورة المسطرة على مستوي تقاطع الشعيرات . قد تكون صورة المسطرة امام او خلف مستوي تقاطع الشعيرات بسبب عدم وضع عدسة التوضيح في الموقع المناسب . للتخلص من ظاهرة عدم التطابق تحرك عدسة التوضيح قليلاً ، بواسطة لولب التوضيح ، حتى تكون صورة المسطرة في اوضح صورة ولا تكون هناك اي حركة نسبية بين الشعيرة الافقية والمسطرة عند تحريك الرأس الى الاعلى والى الاسفل قليلاً ، اي ان قراءة المسطرة تبقى ثابتة . قد يحتاج الى اعادة ضبط العينية قبل اعادة ضبط عدسة التوضيح .

#### (4-10) التأكد من بقاء افقية الجهاز

بعد ضبط افقية الجهاز قد لا تبقى الفقاعة وسط الانبوب بل تبعد عنه بمسافة . هذه المسافة تعتمد على حساسية الانبوب ، تزداد بزيادة الحساسية . عدم بقاء الفقاعة وسط الانبوب يعود الى اسباب كثيرة منها .

1- عدم تعامد محور انبوب الفقاعة على المحور الرأسي للجهاز ( احدى العلاقات التي يجب توفرها في جهاز الدمبيهي تعامد المحورين ) فالفقاعة تبدل موقعها كلما تغير اتجاه المنظار . ( خطوات فحص وتعديل الجهاز بالنسبة لهذه العلاقة ، او خطوات الاسلوب الصحيح لضبط افقيته بدون تعديله سوف تشرح في الفقرة .

2-الضغط الذي يسلط على الجهاز يسبب الرياح الشديدة .

3- حركة الشخص او الاشخاص حول الركيزة اثناء الرصيد .

4- غوص او هبوط الجهاز بسبب رخاوة الارض المنسوب عليها الجهاز .

5-التمدد غير المتساوي لأجراء الجهاز المختلفة بالحرارة وذلك بسبب صناعتها من مواد مختلفة ، بلاستيك ، زجاج ، معدن ، الخ وخصوصاً عندما تكون اشعة الشمس ساقطة على جزء من جسم الجهاز دون غيره .

لهذه الاسباب يجب التأكد من بقاء الفقاعة في منتصف الانبوب عند قراءة المسطرة ، لذلك يستوجب ملاحظتها قبل وبعد كل قراءة مسطرة واعادتها الى منتصف الانبوب ، اذا كانت مبتعدة عنه ، بواسطة لولب التسوية الاقرب الى محور المنظار ثم اعادة قراءة المسطرة .

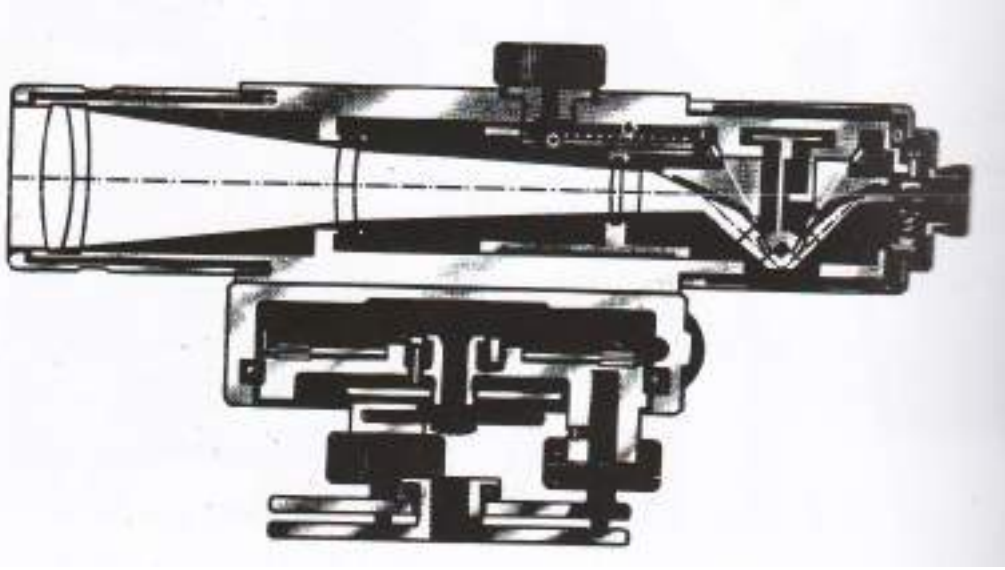
اي تدوير للوالب التسوية سوف يبدل من ارتفاع خط النظر ويسبب خطأ في النتيجة ولكن هذا الخطأ ضئيل جداً فيمكن اهماله . اعادة ضبط الفقاعة مرات عديدة هي اضاعة للوقت وتسبب الملل لذلك اصبح استخدام جهاز الدمبي محدوداً جداً .

#### (4-11) جهاز التسوية الاوتوماتيك

يحتوي جهاز التسوية الاوتوماتيكي ، او ذاتي الضبط ، ( Leveling Level Self ) على فقاعة دائرية ولا يحتوي على فقاعة طويلة . ان ضبط الفقاعة الدائرية يجعل محور الجهاز شاقولي تقريباً ، بحدود 10 الى 15 دقيقة ، والشعاع الضوئي الذي يمر خلال الشبئية ينعكس الى جهة العينية بواسطة مؤشر يستند على بندول معلق يسقف المنظار بواسطة سلكين . طولي هذين السلكين وموقع نقاط تعليقهما صممت بحيث ان الاشعة الضوئية التي تنعكس بواسطة المؤشر المعلق الى نقطة تقاطع الشعيرات هي الاشعة الافقية المارة بالمركز البصري للشبئية . لذلك فان المؤشر ما دام يتأرجح بطلاقة فان خط النظر سيكون دائماً افقياً حتى لو كان المنظار غير افقي .

الجهاز مزود بوسيلة لتهدئة تأرجح البندول وايقافه بسرعة (Damping Device) ، لذلك لا يتطلب من الراصد ان ينتظر حتى يقف البندول عن التأرجح . بواسطة

هذه الوسيلة يتم ايقاف البندول في الوضع الشاقولي خلال ثانية واحدة او نصف ثانية في بعض الاجهزة .



الشكل (4-6)

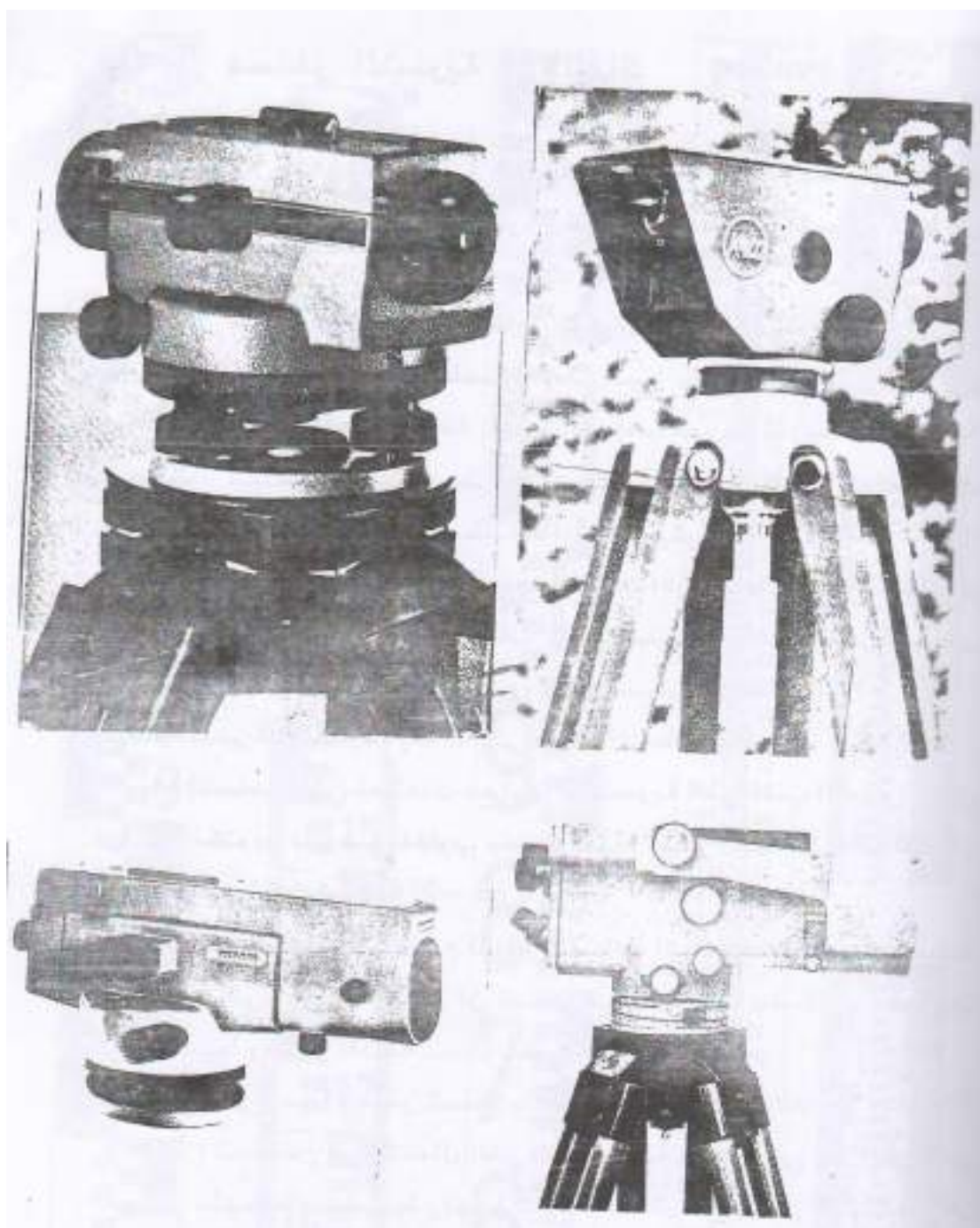
مقطع طولي لمنظار جهاز التسوية الاوتوماتيك

الشكل (4-6) يبين مقطعاً طويلاً لأحد هذه الأجهزة . يلاحظ في الشكل ثلاثة مواشير موضوعة بين قرص تقاطع الشعيرات وعدسة التوضيح . الموشور الوسطي ثلاثي وموضوع بالقرب من السطح السفلي للمنظار ومعلق بسقفة . اما الموشوران الاخران فهما ثابتان ومتصلان بجسم المنظار . عند دخول الضوء الى الشبيئية فانه سوف يمر خلال عدسة التوضيح ومنها يسقط على احد الموشورين الثابتين ثم ينعكس منه ويسقط على المنشور المعلق وينعكس منه ايضاً ويسقط على الموشور الثابت الاخر ثم ينعكس منه الى نقطة تقاطع الشعيرات . ان هذه المواشير الثلاثة تسمى وحدة الضبط الذاتي (Compensator) . هناك بضعة تغيرات في تصميم وحدة الضبط الذاتي ولكن جميعها تحتوي اساساً على موشور ( احياناً على موشورين ) معلق كالبنول هو الذي يقوم بتوجيه الشعاع الافقي ليمر في نقطة تقاطع الشعيرات . ان سرعة العمل بالأجهزة الاوتوماتيكية هي تقريباً ضعف سرعة العمل بالأجهزة الاعتيادية ، لذلك فان العمل بها يكون اقتصادياً بالإضافة الى التخلص من الاخطاء

العشوائية فيما فيما يخص ضبط الفقاعة الطولية . وبسبب انعكاسات الضوء من المواشير الثلاثة فان الصورة تكون معتدلة . ان تسلسل فقرات العمل بجهاز الاوتوماتيك هي كما يلي :

- 1- نصب الجهاز
- 2- ضبط الفقاعة الدائرية
- 3- توضيح تقاطع الشعيرات
- 4 - التوجيه الى المسطرة وتوضيح صورتها
- 5- التخلص من ظاهرة عدم التطابق ثم قراءة المسطرة وتسجيلها .





الشكل ( 4 - 7 )

اجهزة التسوية الاوتوماتيكية



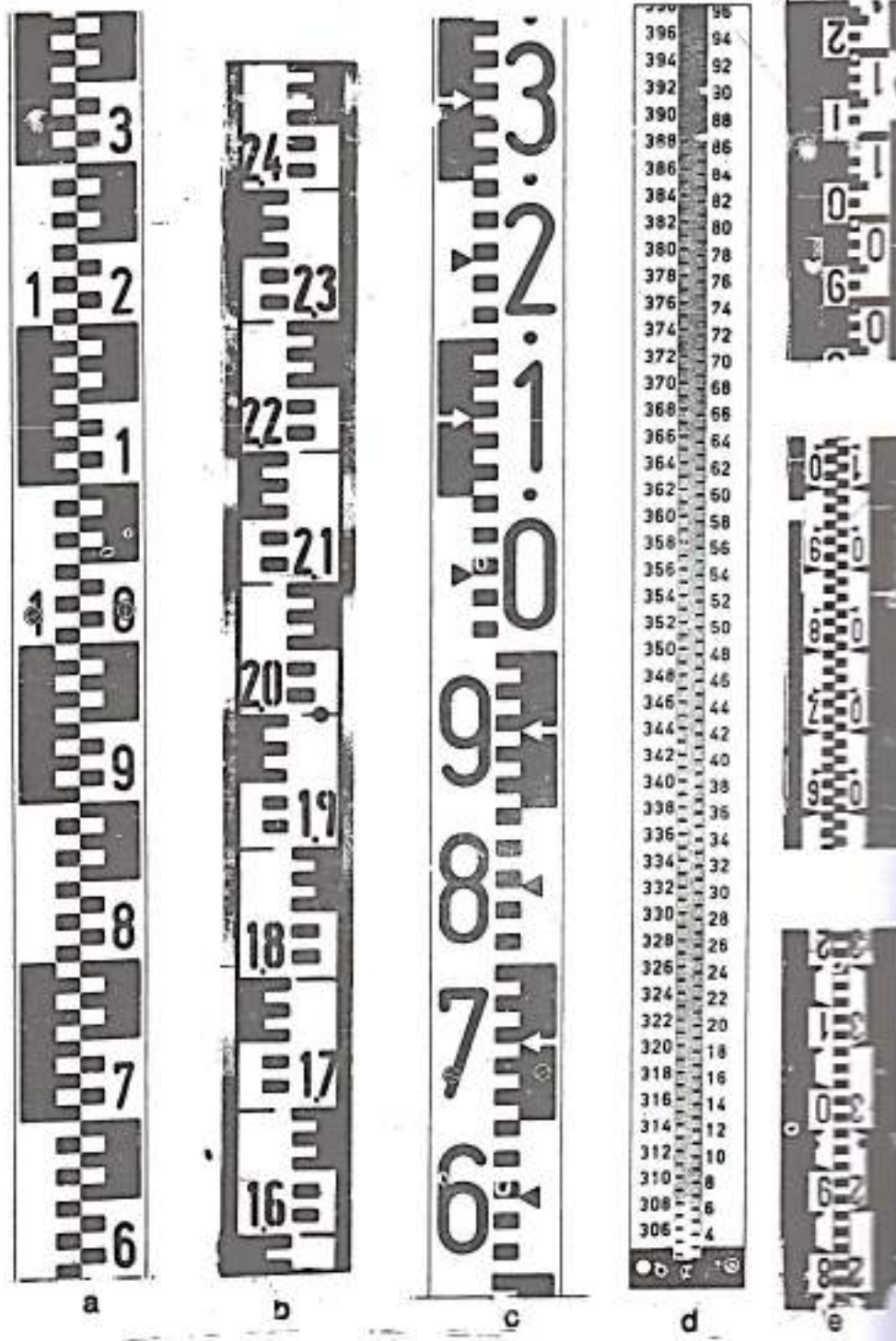
## (4-12) مساطر التسوية LevlingStaffs

تستخدم مساطر التسوية ( الشكل 4-8 ) لإيجاد المسافة الرأسية بين النقطة الموضوع عليها المسطرة وخط النظر . تصنع المساطر عادة من الخشب و أحياناً من المعدن ، كسبائك الألمنيوم مثلاً . الأطوال الشائعة للمساطر هي 3 ، 4 ، أو 5 أمتار . تتكون معظم المساطر من جزأين أو أربعة أجزاء مربوطة ربطاً مفصلياً يمكن طيها ، ليسهل حملها ونقلها ، أو فتحها وتثبيتها كقطعة واحدة . تكون المساطر مدرجة تدريجاً رئيسية كل 100 ملمتر ( 1 ديسيمتر ) وتدرجات ثانوية كل 10 ملمترات ( 1 سنتيمتر ) ، وتكون عادة مطلية باللون الأبيض اما التدرجات فتكون باللون الأسود أو الأحمر أو باللونين . تكتب الأرقام على التقاسيم لتدل على الديسمترات والأمتار وأحياناً السنتيمترات أيضاً . بعض المساطر مقسمة بحيث يكون النصف العلوي لكل ديسيمتر على شكل الحرف ( E ) . الشكل المميز لهذا الحرف يساعد على قراءة المسطرة بسهولة .

إن المساطر التي تستعمل مع أجهزة التسوية التي تقلب الصورة تكون أرقامها مكتوبة بالوضع المقلوب بحيث عندما ينظر إليها من خلال المنظار تبدو طبيعية ( الشكل 20e-3 ) .

وبما أن المسطرة تستخدم لقياس المسافة الرأسية لذلك يجب مسكها بصورة شاقولية ، لذا يفضل أن تحتوي المسطرة على ماسكتين مثبتتين على جانبيها وفقاعة دائرية مثبتة خلفها .

هناك نوع من المساطر تسمى بالمساطر الدقيقة ( Staffs precise Levling ) تستخدم في الأعمال التي تتطلب دقة عالية . في هذا النوع من المساطر مثبت عليها شريط رفيع ( 25×2 ملمتر مثلاً ) من سبيكة الانقار مقسم إلى أقسام المسافة بينها 10 ، وأحياناً 5 ، ملمترات . يكون شريط الانقار مثبتاً من إحدى نهايتيه بقاعدة المسطرة أما نهايتيه الثانية فتتصل بأعلى المسطرة بواسطة نابض قوي يسمح بتمدد المسطرة عند تبديل درجة .



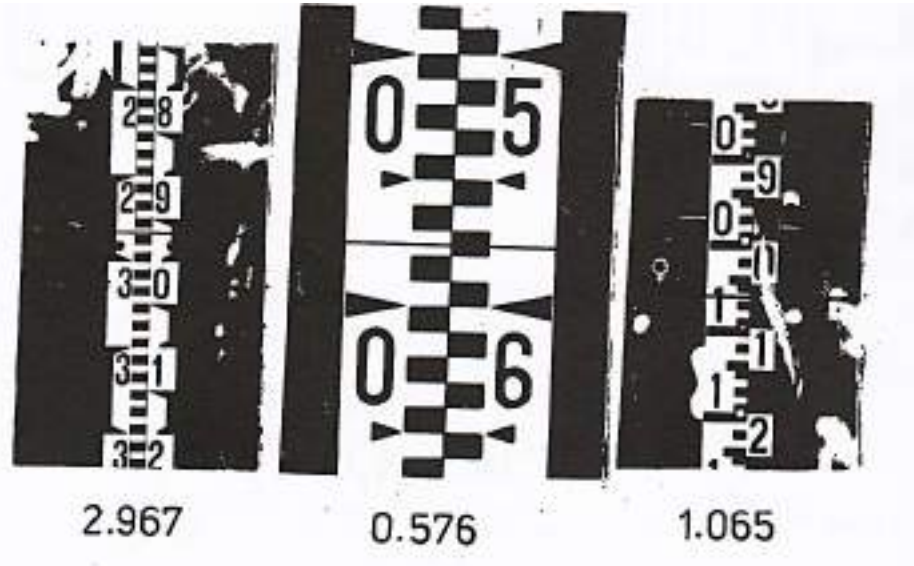
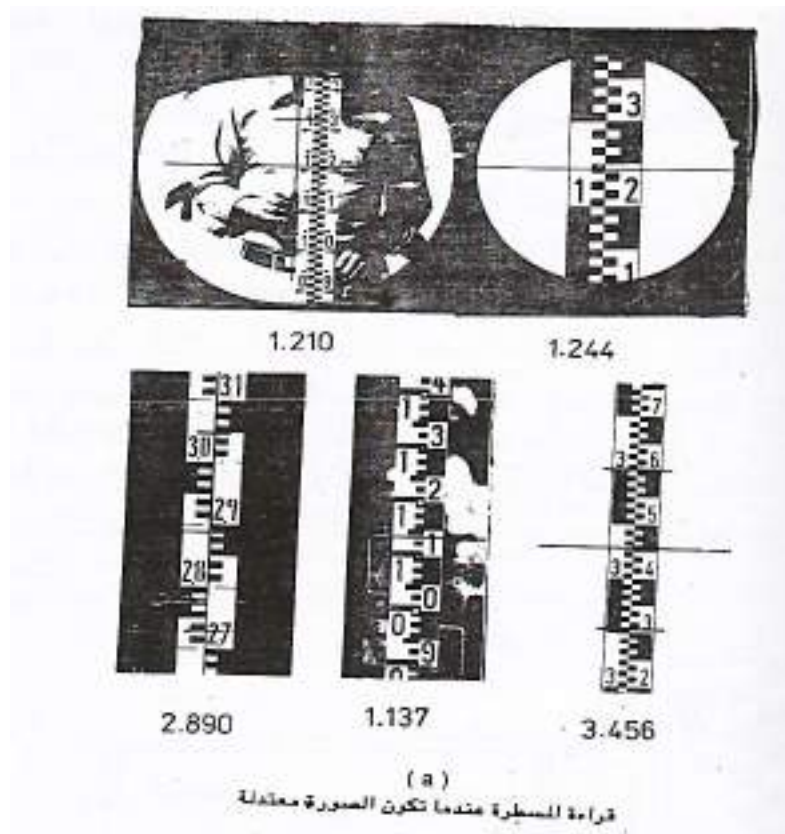
الشكل (4-8)

نماذج من مساطر التسوية

الحرارة . توجد على هذه المساطر ترتيبين من التقاسيم ( الشكل 4-8d ) . ينطبق صفر تقاسيم الجهة اليمنى مع قاعدة المسطرة ، اما تقسيم الجهة اليسرى فلا تنطبق مع تقاسيم الجهة اليمنى وهي مرقمة بأرقام تختلف تماماً عن أرقامها . تستخدم أرقام الجهة اليسرى للتأكد من صحة القراءات ضد الأغلاق . توجد خلف المسطرة فقاعة دائرية وأحياناً أنبوبي فقاعة مثبتين بوضعين متعامدين ، وكذلك محرار مثبت داخل حز بحيث تكون بصلته متماسة مع شريط الانفار من جهته الخلفية .

### (4-13) قراءة المسطرة

يقصد بقراءة المسطرة قراءة الشعيرة الأفقية التي هي عبارة عن المسافة الرأسية بين قاعدة المسطرة وخط النظر . بما أن صورة المسطرة تكون معتدلة أو مقلوبة – يعتمد ذلك على نوع الجهاز المستعمل – لذلك فإن طريقة القراءة تعتمد على وضع الصورة . فعندما تكون صورة المسطرة معتدلة فإن القراءة تزداد من الأسفل إلى الأعلى ، لذلك يلاحظ رقم الديسمتر التي أسفل الشعيرة ثم يحسب عدد السنتمترات الكاملة بينا هذا التقسيم والشعيرة . أما المسافة بين الشعيرة وأقرب تقسيم للسنتمترات أسفلها فيقدر بلمترات. تضاف هذه القيم الثلاث إلى بعضها أو إلى قراءة الامتار ، حسب نوع المسطرة ، للحصول على القراءة . الشكل ( 4 – 9 a ) يبين بعض القراءات عندما تكون الصورة مقلوبة فإن القراءة تزداد من الأعلى إلى الأسفل . لذلك يلاحظ عند القراءة رقم الديسمتر الذي يقع فوق الشعير ويحسب عدد السنتمترات الكاملة بين هذا التقسيم والشعيرة ثم تقدر المسافة بلمترات بين الشعيرة وأقرب تقسيم للسنتمترات فوقها . تضاف هذه القيم الثلاث إلى بعضها أو إلى قراءة الامتار ، حسب نوع المسطرة ، للحصول على القراءة . الشكل (4-9b) يبين بعض القراءات عندما تكون الصورة مقلوبة .



(b)

قراءة المسطرة عندما تكون الصورة مقلوبة

الشكل (4-9)



## تجربة رقم (5)

### (5-1) التسوية بين نقطتين

عندما يكون الجهاز معدلاً جيداً فان ضبط أفقيته يعني ان خط النظر افقي ، لذلك فان المنظار عند تدويره حول المحور الرأسي فان خط النظر سوف يكون مستوياً أفقياً .  
واذا عرف منسوب هذا المستوي امكن ايجاد منسوب أي نقطة على الارض بمجرد طرح قراءة المسطرة المثبتة عليها من منسوب هذا المستوي .

ان ابسط حالات التسوية بين نقطتين هي عندما يكون الفرق بين منسوبي النقطتين قليل والمسافة بينهما قصيرة بحيث يمكن عند نصب الجهاز بين النقطتين رصد المسطرة الموضوعة فوق كل منهما . عكس ذلك يتطلب نصب الجهاز عدة مرات .  
في كل نصبة تؤخذ قراءتان ، الاولى (B.S.) على نقطة منسوبها معلوم والثانية (F.S.) على نقطة منسوبها مجهول .

ليكن المطلوب ايجاد منسوب نقطة P ( الشكل 5-1 ) من معرفة منسوب راقم التسوية (B.M.) . توضع المسطرة على (B.M.) ثم ينصب الجهاز في مكان مناسب ، مثل  $L_1$  ، بالقرب من المستقيم (B.M.P) بحيث يمكن قراءة المسطرة بوضوح .  
تسجل قراءة المسطرة (B.S.1) تنتقل المسطرة باتجاه P وتختار نقطة تحول (T.P.1) على مسافة معقولة من الجهاز ثم توضع المسطرة عليها وتسجل قراءتها (F.S.1)  
ينقل الجهاز باتجاه P وينصب في مكان مناسب مثل  $L_2$  ، ثم تسجل قراءة المسطرة (B.S.2) التي لا تزال على (T.P.1) . تنتقل المسطرة باتجاه P وتختار نقطة تحول اخرى (T.P.2) . وهكذا يتكرر العمل حتى الوصول الى P التي تؤخذ عليها القراءة الاخيرة (F.S.3) .

عند اختيار نقاط التحول يجب ان تكون هذه النقاط قوية وثابتة وكذلك يفضل جعل كل مسافة امامية فارزة مثل  $L_1 - T.P.1$  ، مساوية تقريباً الى نظيرتها من المسافات الخلفية ، مثل  $L_1 - B.M$  للتخلص من الازعاج الناتجة من تأثير تحدب سطح الارض والانكسارات الجوية وكذلك من عدم موازاة خط النظر لمحور انبوب فقاعة

الجهاز . يتضح من الشكل (5-1) ان اضافة القراءة الخلفية (B.S.) الى منسوب النقطة التي اخذت عليها القراءة يعطي ارتفاع الجهاز (H.I.) ، وطرح القراءة الامامية (F.S.) من ارتفاع الجهاز يعطي منسوب النقطة التي اخذت عليها القراءة . مثلاً عند اضافة القراءة الخلفية (B.S.<sub>1</sub>=3.215) الى منسوب B.M. (132.650) ينتج ارتفاع الجهاز H.I.<sub>1</sub> اي

$$\text{Elev.}(B.M.) + B.S._1 = H.I._1$$

$$132.650 + 3.215 = 135.865$$

وعند طرح القراءة الامامية (F.S.<sub>1</sub>=1.090) من ارتفاع الجهاز (H.I.<sub>1</sub> = 135.865) ينتج منسوب T.P.1، اي

$$H.I._1 - F.S._1 = \text{Elev.}T.P._1$$

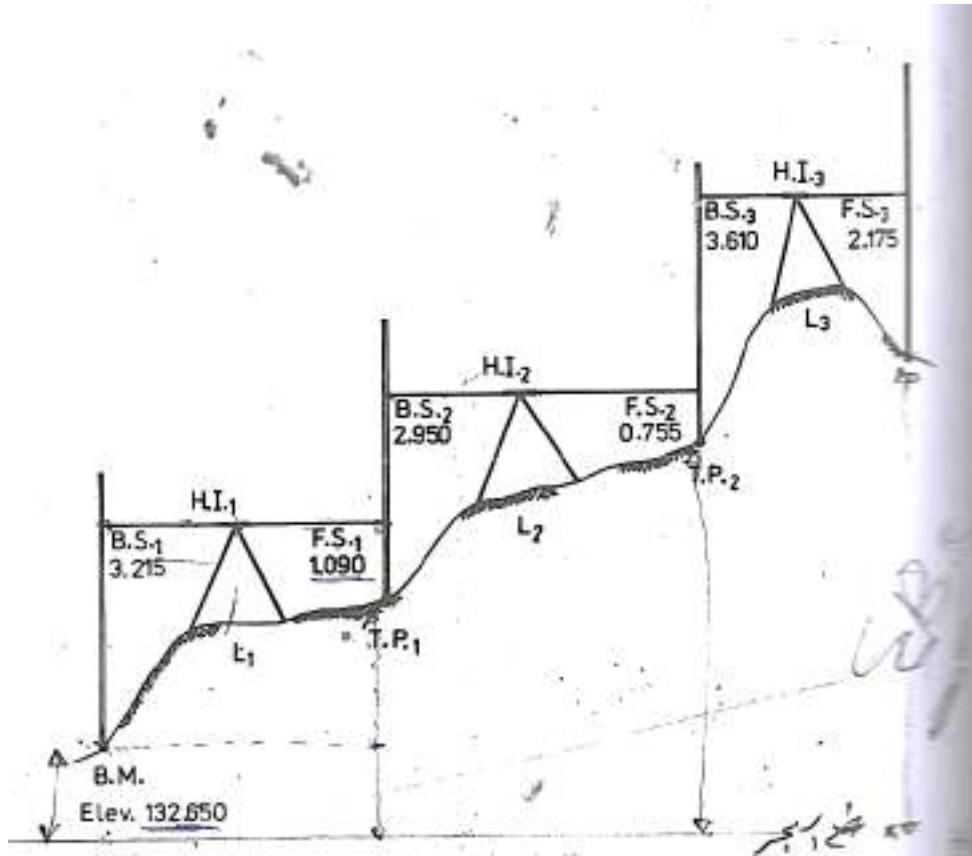
$$135.865 - 1.090 = 134.775$$

بالطريقة نفسها يحسب منسوب T.P.<sub>2</sub> ثم منسوب P . كذلك يتضح من الشكل ان الفرق بين القراءة الخلفية المأخوذة على نقطة والقراءة الامامية المأخوذة على النقطة التالية يساوي الفرق بين منسوبي النقطتين . ويستنتج من ذلك ان الفرق بين مجموع القراءات الخلفية ومجموع القراءات الامامية يساوي الفرق بين منسوبي النقطتين الاولى والاخيرة ، اي

$$\sum B.S. - \sum F.S. = \text{Elev.}(p) - \text{Elev.}(B.M.)$$

تستخدم هذه النتيجة من صحة الحسابات .  
يكون الجهاز عادة اعلى من النقاط التي توضع عليها المسطرة ولكن في بعض الحالات يكون العكس ، اي ان الجهاز يكون اوطأ من النقاط المطلوب ايجاد مناسيبها . في مثل هذه الحالات تمسك المسطرة بوضع مقلوب ( اي )

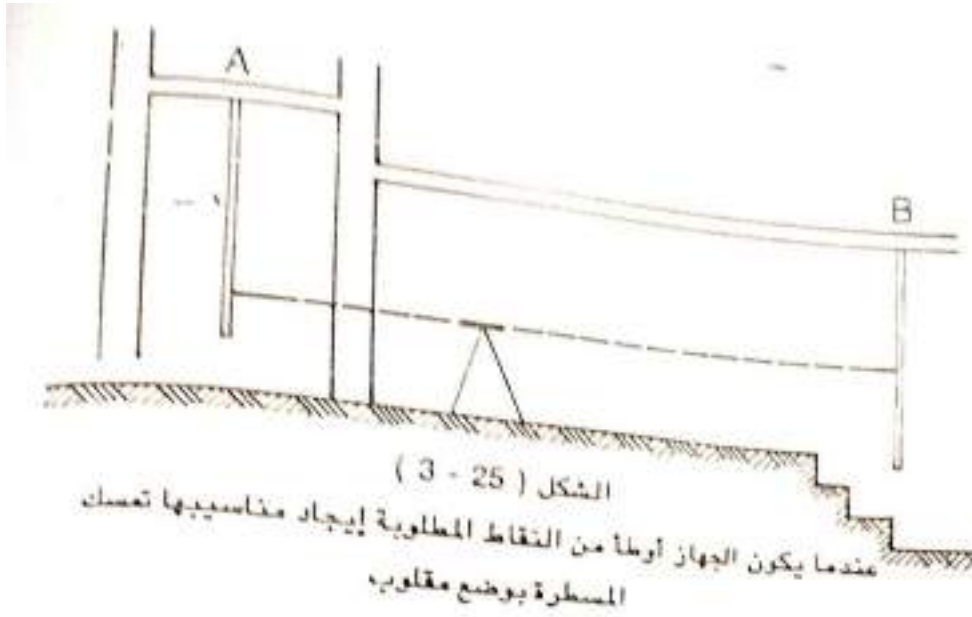




الشكل (5-1)

#### التسوية بين نقطتين

ان قاعدة المسطرة تكون الى الاعلى ( كما هو مبين في الشكل (3-25) . عند تسجيل القراءات التي تؤخذ على هذه النقاط (A و B في الشكل ) في جدول التسوية يجب وضع اشارة (-) امام القراءات الخلفية و اشارة (+) امام القراءات الامامية اذ يجب طرح القراءة الخلفية من منسوب النقطة للحصول في مثل هذه الحالات على ارتفاع الجهاز و اضافة القراءة الامامية الى ارتفاع الجهاز للحصول على منسوب النقطة .



### (3.22) جدول التسوية

إعتيادياً ترتب قراءات عملية التسوية كما في الجدول التالي الذي  
يوضح المعلومات المبينة في الشكل ( 3 - 24 ) .

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.
B.M.	- 3.215	135.865		132.650
T.P. 1	2.950	137.725	1.090	134.775
T.P. 2	3.610	140.580	0.755	136.970
P			2.175	138.405

$\Sigma 9.775$

$\Sigma 4.020$

$$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. = 9.775 - 4.020 = 5.755$$

$$\text{Elev. ( P )} - \text{Elev. ( B.M. )} = 138.405 - 132.650 = 5.755$$

CK

في السطر نفسه لكل نقطة تبين جميع المعلومات التي تخص النقطة . يحسب ارتفاع الجهاز او منسوب كل نقطة مباشرة بعد تسجيل كل قراءة . فبعد تسجيل القراءة الخلفية (3.215) التي اخذت على B.M. تضاف هذه القراءة الى منسوب B.M. (132.650) للحصول على ارتفاع الجهاز (135.865) الذي يسجل في السطر نفسه ، ثم تطرح القراءة الامامية (134.775) . وهكذا يتم حساب بقية ارتفاعات الجهاز ومناسيب بقية النقاط بالطريقة نفسها ، اي تضاف كل قراءة خلفية الى منسوب النقطة المسجل في السطر نفسه للحصول على ارتفاع الجهاز الذي يسجل في السطر نفسه ايضاً ، تطرح كل قراءة امامية من ارتفاع الجهاز المسجل في السطر السابق للحصول على منسوب النقطة الذي يسجل في سطر القراءة الامامية نفسه .

وبعد الانتهاء من تكملة الجدول يجب التحقق من صحة الحسابات ( عمليات الجمع والطرح) وذلك بالتأكد من مساواة الفرق بين مجموع القراءات الخلفية ومجموع القراءات الامامية للفرق بين منسوب النقطة الاولى ومنسوب النقطة الاخيرة كما هو مبين في اسفل الجدول .

عندما يكون الجدول مكوناً من اكثر من صفحة يجب التحقق من صحة الحسابات في نهاية كل صفحة . ويجب اعادة كتابة اخر نقطة من كل صفحة في بداية الصفحة الجديدة قبل تسجيل القراءة الخلفية التي تؤخذ على هذه النقطة ، اي ان اول نقطة من كل صفحة تحتوي على قراءة خلفية فقط ، واخر نقطة على قراءة امامية فقط التحقق من صحة الحسابات يعني ان غلطاً لم يحدث اثناء الجمع والطرح ولا يعني عدم حدوث خطأ او غلط اثناء رصد وتسجيل القراءات .

## تجربة رقم (6)

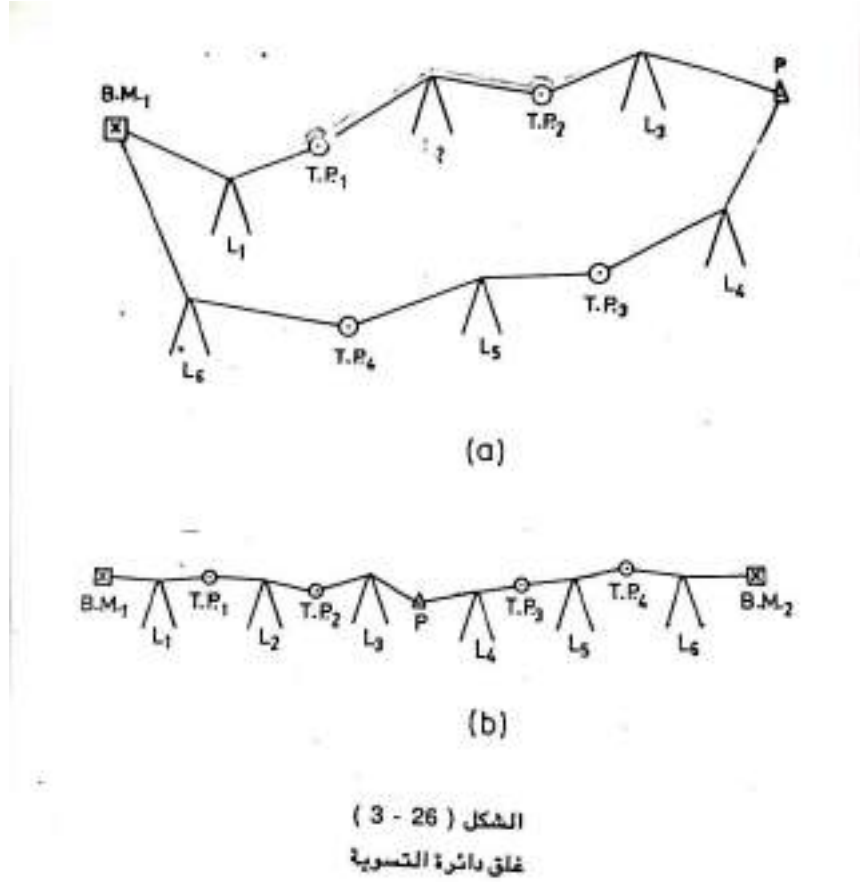
### (3-23) التسوية التحقيقية Chek Levels

كما ذكر في الفقرة السابقة ، فان تطابق النتائج عند التحقق من صحة الحسابات لا يعني ان الفرق بالمنسوب صحيح وان خطأ او غلطاً لم يحدث بالنسبة للقراءات او تسجيلها . ان الطريقة المفضلة للتحقق من صحة النتائج هي اعادة عملية التسوية ابتداء من النقطة الاخيرة والرجوع الى نقطة البداية او الى نقطة اخرى منسوبها معلوم . وتسمى هذه العملية بعملية غلق دائرة التسوية ( Closing a Level Circuit ) . اذا اغلقت الدائرة بنقطة البداية (B.M.1 في الشكل 6-1a) او بنقطة اخرى معلومة المنسوب (B.M.2 في الشكل 6-1b) فان النقطة الاخيرة (p) تعتبر كنقطة تحول (T.P.) . لذلك يرفع الجهاز وينصب في مكان اخر (L<sub>4</sub>) بعد اخذ قراءة امامية على هذه النقطة ثم تؤخذ قراءة خلفية على النقطة نفسها . اما اذا عدت القراءة التي اخذت على P قراءة امامية ( بالنسبة للعمل من B.M.1 الى P) وقراءة خلفية في الوقت نفسه ( بالنسبة للعمل من P الى B.M.1 او B.M.2) فأیخفا او غلط في هذه القراءة سوف يكشف ، لذلك فان النتيجة سوف تكون خاطئة .

عند غلق دائرة التسوية في نقطة البداية (B.M.1) او في النقطة المعلومة المنسوب (B.M.2) فان الفرق بين منسوب هذه النقطة المحسوب ومنسوبها المعلوم هو مقدار خطأ الغلق (Error of Closure) . ان مقدار هذا الخطأ يجب ان يكون صغيراً ( الفقرة 3-34) والا فهذا يعني حدوث غلط ربما في الحسابات ( الذي يجب ان يكتشف في عملية التحقق ) او في القراءات في تسجيلها .

### (3.24) فحص وتعديل (Adjustment) جهاز التسوية

هناك بعض العلاقات التي يجب توفرها في أجزاء جهاز التسوية . قد



#### الشكل (6-1)

لا تبقى هذه العلاقات ثابتة لمدة طويلة وذلك بسبب الصدمات او الاهتزازات وخشونة الاستعمال . وتختلف هذه العلاقات وطريقة تعديلها باختلاف نوع الجهاز ، لذلك على المهندس او المساح الالمام بطرق فحص الجهاز وتعديله اذا تطلب الامر ذلك .

## تجربة رقم (7)

### Two - Peg

### طريقة الوتدين

#### الفحص

1-تختار نقطتان ، A و b في الشكل (7-1a) ، المسافة بينهما معقولة ( لتكن 60 متراً) ويثبت وتد في كل منهما بصورة جيدة .

2 - ينصب الجهاز في منتصف المسافة بين النقطتين ثم تضبط افقيته بصورة جيدة .

3- توضع المسطرة على الوتد A ثم تسجل قراءتها ( لتكن 1.860 ) .

4- تنقل المسطرة الى الوتد B ثم تسجل قراءتها ( 1.010 ) .

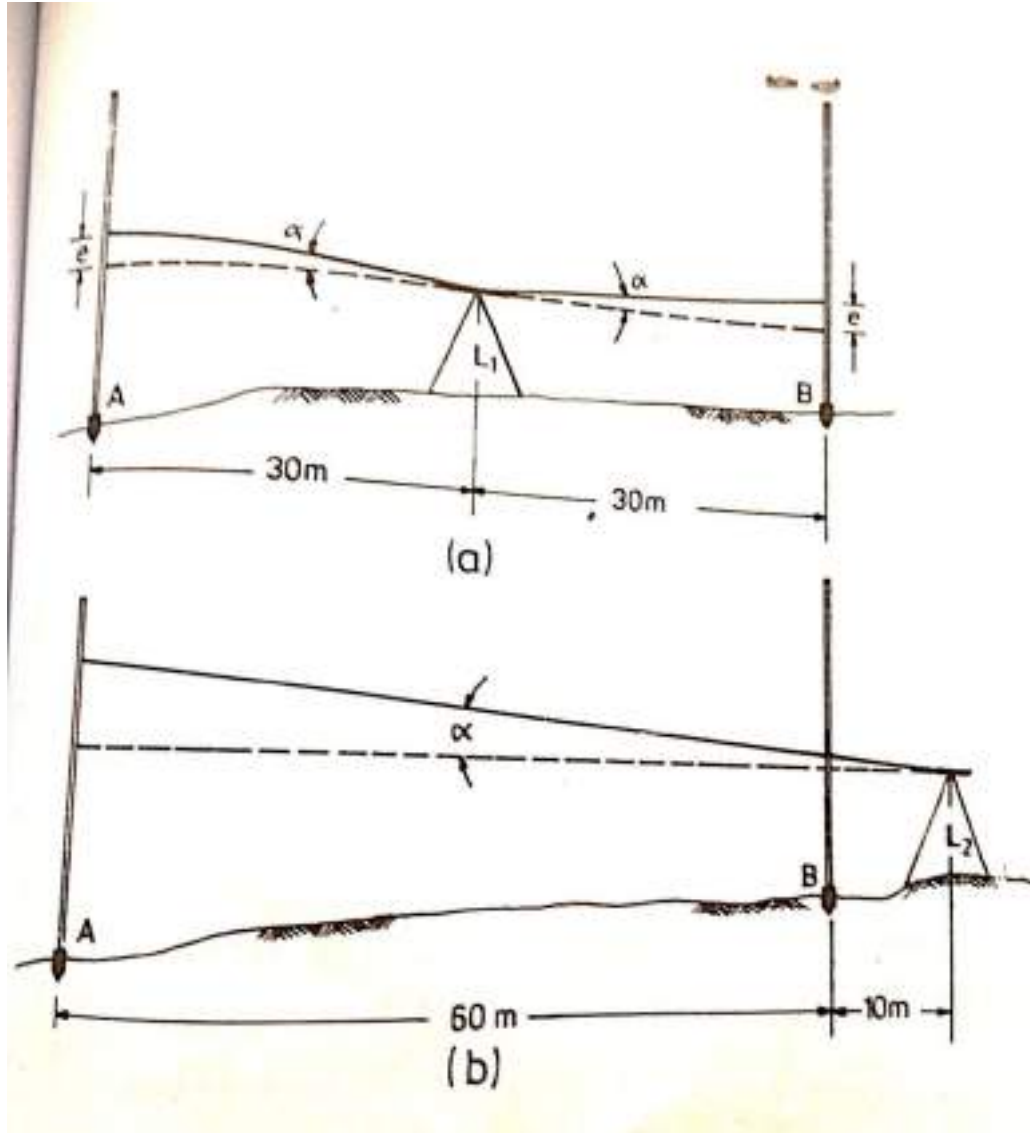
5- يرفع الجهاز وينصب خلف احد الوتدين ( ليكن خلف الوتد B ) على مسافة معقولة ( لتكن 10 امتار) وعلى استقامة AB ( الشكل 7-1b ) .

6- تسجل قراءة المسطرة الموضوعة على الوتد B ، بعد ضبط افقية الجهاز جيداً ، ( لتكن 1.530 ) .

7- ترفع المسطرة وتوضع على الوتد A ثم تسجل قراءتها ( لتكن 2.440 ) .

بما ان القراءتين 1.860 و 1.010 سجلتها عندما كان الجهاز منصوباً في منتصف المسافة بين النقطتين A و B لذلك فان الفرق بين هاتين القراءتين يساوي الفرق الحقيقي بين منسوبي النقطتين حتى اذا كان خط النظر غير افقي . في الشكل (3.28a) خط النظر مرتفع بزاوية a لذلك فان قراءة المسطرة الموضوعة على كل من الوتدين A و B اكبر من قيمتها





الشكل (7-1)

فحص افقية خط النظر بطريقة الوتدين

الحقيقية بمقدار  $e$  . لهذا فان الفرق بينهما يساوي الفرق نفسه فيما لو كان خط النظر افقياً .

الفرق الحقيقي بين منسوبي الوتدين  $1.860 - 1.010 = 0.85 \text{ m}$

الفرق الظاهري بين منسوبي الوتدين  $2.440 - 1.530 = 0.91 \text{ m}$

بما ان الفرق الظاهري اكبر من الفرق الحقيقي فان خط النظر مرتفع بمقدار ( 0.91  
- 0.06m - 0.85 ) لكل ( 70 - 10 = 60 m ) اي 1 ملمتر لكل 1 متر . لذلك فان

القراءة الصحيحة للمسطرة الموضوعة على الوتد B يجب ان تساوي

$$1.530 - 10 \times 0.001 = 1.520$$

والقراءة الصحيحة للمسطرة الموضوعة على الوتد A يجب ان تساوي

$$2.440 - 70 \times 0.001 = 2.370$$

للتحقق من صحة القراءات المحسوبة يتم ايجاد الفرق بينهما الذي يجب ان يساوي  
الفرق الحقيقي بين منسوبي النقطتين ، اي

$$2.370 - 1.520 = 0.850m \text{ (CK)}$$

يمكن معرفة عدم افقية خط النظر وايجاد مقدار ارتفاعه او انخفاضه بطريقة اخرى  
كما يلي :

يفرض ان خط النظر منخفض بمقدار (X) متر لكل متر ، فعندئذ تكون القراءة  
الصحيحة للمسطرة الموضوعة على الوتد B هي

$$1.530 + 10 \times$$

والقراءة الصحيحة للمسطرة الموضوعة على الوتد A هي

$$2.440 + 70 \times$$

بما ان الفرق الحقيقي بين منسوبي الوتدين هو

$$1.860 - 1.010 = 0.850 \text{ m}$$

فان

$$(2.440 + 70 \times) - (1.530 + 10 \times) = 0850$$

$$X = - 0.001 \text{ m}$$

تدل الاشارة السالبة على ان الفرضية غير صحيحة ، أي ان خط النظر مرتفع  
بمقدار 0.001 متر لكل متر .

## التعديل

بما ان فحص انبوب الفقاعة وتثبيته بالوضع الصحيح تم سابقاً لذلك لا يجوز تغيير وضعه وان التعديل يجب ان يكون في وضع قرص تقاطع الشعيرات ( الذي يتحكم في وضع خط النظر ) .

في الوضع الاخير للجهاز يتم رفع او خفض قرص تقاطع الشعيرات ( رفع القرص بالنسبة للمثال ) بواسطة لولب او لولبي تعديل القرص ( يعتمد ذلك على صنع الجهاز ) الى ان تكون قراءة المسطرة الموضوعة على الوند A تساوي 2.370 . اذا كان التعديل بواسطة لولبين ، احدهما فوق القرص والاخر تحته ، فالتعديل يكون تدريجياً ، أي بارخاء احد اللولبين جزء من الدورة وشد اللولب الاخر بالمقدار نفسه الى ان تكون قراءة المسطرة مساوية الى القراءة الصحيحة .

طريقة الاربعة اوتاد

## الفحص

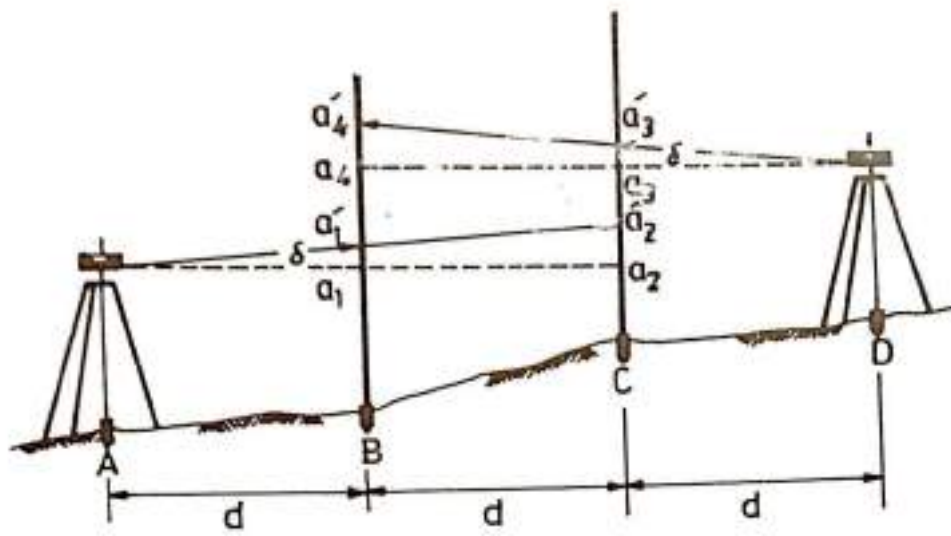
1- على أرض منبسطة تقريباً يثبت وتدان ، A و D في الشكل (2-7) ، المسافة بينهما تتراوح من 45 الى 60 متراً ، ثم تقسم المسافة الى ثلاث اقسام متساوية بالوتدين C و B .

2- ينصب الجهاز فوق الوند A وتضبط افقيته بدقة .

3- توضع مسطرة على الوند B وتسجيل قراءتها ( $a_1$ ) ، ثم تنقل الى الوند C وتسجيل قراءتها ( $a_2$ ) ايضاً .

4- ينقل الجهاز وينصب فوق الوند D وتضبط افقيته بدقة .

5- تسجل قراءة المسطرة الموضوعة على الوند C ( $a_3$ ) . ثم تنقل المسطرة وتوضع على الوند B وتسجيل قراءتها ( $a_4$ ) ايضاً .



الشكل (7-2)

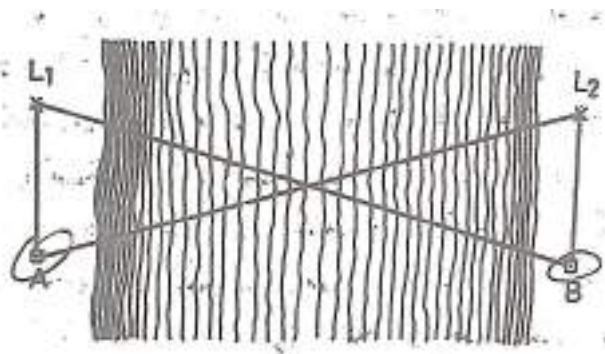
فحص افقية النظر بطريقة الاربعة اوتاد

## تجربة رقم (8)

### (3-33) التسوية المتبادلة Reciprocal Leveling

لقد ذكر سابقاً ان جعل المسافات الامامية مساوية للمسافات الخلفية يحذف تأثير اخطاء الجهاز واطفاء تحدب سطح الارض والانكسارات الجوية . قد يكون من المستحيل جعل هذه المسافات متساوية ، مثلاً عندما يراد نقل المنسوب من احد جانبي واد عميق او نهر عريض الى الجانب الاخر ، ففي مثل هذه الحالات وعندما يتطلب الامر الحصول على نتائج دقيقة يجب فحص الجهاز وتعديله جرداً قبل البدء بالعمل ثم تصحيح النتيجة من تأثير تحدب سطح الارض والانكسارات الجوية . اما اذا اريد انجاز العمل قبل فحص الجهاز فيتم اللجوء الى طريقة التسوية المتبادلة التي يتم فيها اخذ مجموعتين من القراءات .

لايجاد الفرق بين منسوبي النقطتين A و B في الشكل (8-1) ، ينصب الجهاز قرب احدى النقطتين ، في  $L_1$  ، ثم تؤخذ قراءة خلفية على النقطة القريبة ، A ، وقراءة امامية على النقطة البعيدة ، B ، من هاتين القراءتين يحسب الفرق بين منسوبي النقطتين . بعد ذلك ينقل الجهاز وينصب قرب النقطة الثانية في مكان مناسب ، في  $L_2$  ، بحيث ان  $L_2 = AL_1$  و  $BL_1 = AL_2$  . من هذا الموقع تؤخذ قراءة خلفية على



الشكل (8-1)

التسوية المتبادلة

النقطة البعيدة ، A ، وقراءة امامية على النقطة القريبة ، B ، من القراءتين الاخيرتين ايضاً يحسب الفرق بين منسوبي النقطتين . على الاكثر ، لا يكون هذان الفرقان متساويين اذ ان كلاً منهما قد يكون غير صحيح وذلك بسبب الازغاء الالية واخطاء تحذب سطح الارض والانكسارات الجوية . فاحد هذين الفرقين يكون اكبر من الفرق الصحيح بمقدار معين والفرق الثاني يكون اصغر من الفرق الصحيح بمقدار ذاته . لذلك فان معدل هذين الفرقين يكون اقرب ما يمكن الى الفرق الصحيح . قد تزداد دقة النتيجة باستخدام مسطرتين في ان واحد لان في هذه الحالة ستكون الفترة الزمنية بين اخذ القراءتين ، الخلفية والامامية ، اقصر ما يمكن مما يقلل من فرصة هبوط الجهاز وتبدل معامل الانكسارات الجوية قد تكون النتيجة اكثر دقة ياخذ عدة قراءات على كل من النقطتين واستعمال معدل هذه القراءات في الحسابات . وفي هذه الحالة يبذل ضبط افقية الجهاز بعد اخذ كل قراءتين ( احدهما خلفية والاخرى امامية ) ثم يعاد ضبطه قبل اخذ القراءتين التاليتين .

عندما تكون المسافة بين النقطتين كبيرة ، وخصوصاً عندما لا يمكن نقل الجهاز من احد الوضعين الى الاخر بسرعة كافية ويمكن تجنب التبدل في معامل الانكسارات الجوية باستخدام جهازين في ان واحد ، احدهما قرب احدى النقطتين والاخر قرب النقطة الثانية . تؤخذ قراءات على كل من النقطتين بواسطة كل من الجهازين . ثم يتم تبادل موقعي الجهازين ويعاد اخذ قراءات على كل من النقطتين بواسطة كل من الجهازين كالسابق يحسب الفرق بالمنسوب من قراءات الجهاز الاول ، لكلا الوضعين ، ثم يحسب من قراءات الجهاز الثاني ، لكلا الوضعين ايضاً . معدل هذين الفرقين يساوي الفرق الصحيح . ويفضل ان تكون قوة تكبير كل من الجهازين متساوية وكذلك حساسية انبوب فقاعة كل منها . كذلك يفضل اجراء العمل في الايام الغائمة لان تبدل الظروف الجوية فيها لا يكون كبيراً . واذا لم يكن ذلك ممكناً فيجب حماية الجهازين من اشعة الشمس المباشرة .



### (8-1) الدقة في عملية التسوية

بالرغم من ان دقة عملية التسوية تتأثر بنوع الجهاز المستعمل والظروف الجوية فانها تعتمد اعتماداً اساسياً على مهارة الراصد وعنايته وكذلك على درجة دقته في العمل .

عند بقاء العوامل الاخرى ثابتة ، فان الخطأ في مسافة معينة من خط التسوية يتغير مع قصبات الجهاز . لذلك يتوقع ان تكون الدقة أوطأ في المناطق الوعرة بسبب تحديد طول خط النظر بمسافات اقصر مما هي عليه في الاراضي المنبسطة . في الظروف الجوية المتوسطة وعندما يكون الجهاز المستعمل معدلاً جيداً فان الخطأ في المنسوب ( بالملترات) يجب ان لا يزيد من

$$C\sqrt{K}$$

K طول خط التسوية بالكيلومترات

C كمية ثابتة تعتمد على درجة التسوية وهي تساوي 4 . 8 . 12 . 120 ملماً عندما تكون التسوية من الدرجة الاولى ، او الثانية ، او الثالثة او الرابعة على التوالي . اذا كان مقدار الخطأ لا يزيد من القيمة المسموح بها فيمكن تعديل مناسيب النقاط الوسطية بتوزيع مقدار الخطأ على هذه النقاط بنسبة بعد كل نقطة عن نقطة البداية . اما اذا زاد عن القيمة المسموح بها فيجب اعادة العمل .

## تجربة رقم (9)

### (9-1) تسوية المقطع الطولي

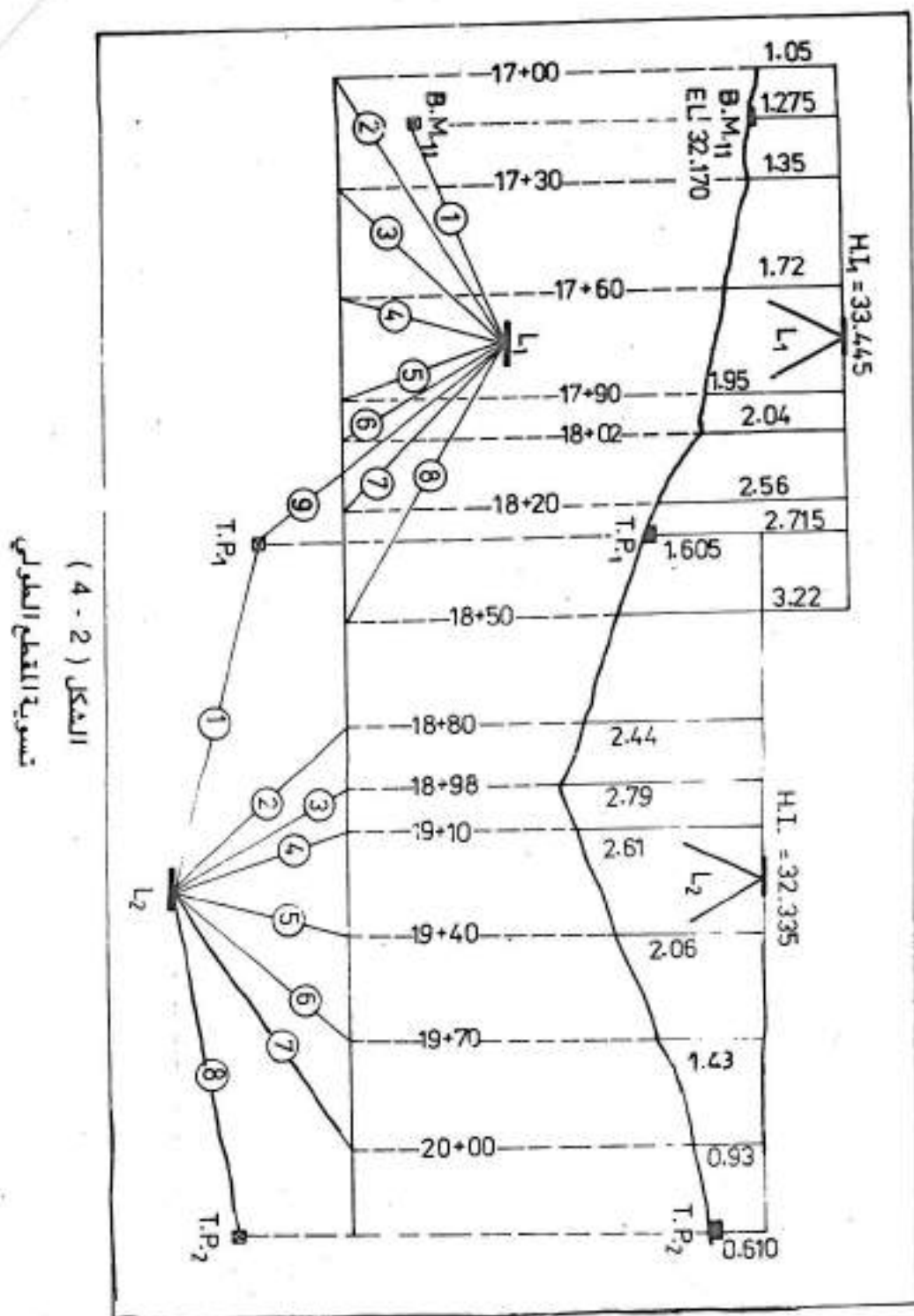
النقاط التي يتطلب ايجاد مناسيبها في تسوية المقطع الطولي هي :

1- نقاط تقع على مسافات متساوية قد تكون 10 ، 15 ، 20 ، او 30 متراً . يعتمد ذلك على انتظام سطح الارض وعلى الدقة المطلوبة .

2 - نقاط وسطية تقع بين النقاط المذكورة في (1) يتبدل فيها الانحدار تبديلاً ملحوظاً .

3- نقاط مهمة مثل نقاط تقاطع طريق ، او سكة حديد ، جدول ، أو سياج الخ . لمعرفة محطة كل نقطة من النقاط المذكورة في (2) و (3) يجب قياس بعد هذه النقاط عن اقرب نقطة من النقاط المذكورة في (1) وذلك بواسطة الخطوات ، او الشريط ، او المسطرة حسب الدقة المطلوبة قبل البدء في عملية التسوية يجب أولاً تعيين النقاط المذكورة في (1) ودق اوتاد فيها . بعد ذلك يثبت راقم تسوية قرب بداية المشروع ( ان لم يكن متوفراً ) وذلك بأجراء عملية تسوية اعتيادية عن اقرب راقم تسوية . الشكل (9-1) يوضح خطوات التسوية ينصب الجهاز في مكان مناسب - ليس من الضروري ان يكون على الخط المطلوب اجراء تسوية له بل يفضل ان يبعد عنه بمسافة 10 الى 15 متراً - بحيث يمكن رؤية المسطرة التي سوف توضع على راقم التسوية وعلى اكثر ما يمكن من محطات الخط ( مثل  $L_1$  ) . توضع المسطرة على راقم التسوية ( $B.M.11$  ,  $EI . = 32.170$ ) وتؤخذ عليها قراءة خلفية ( $B.S. 1.275$ ) لا يجاد ارتفاع الجهاز ( $H.I.1 = 33.445$ ) وذلك بإضافة هذه القراءة الى وتؤخذ على كل منها قراءة امامية

(1.05 , 1.35 , 1.72 , 1.95 , 2.04 , 2.56 , 3.22) ، ويشار عادة الى هذه القراءات بأسماء القراءات الوسطية (Intermediat foresights) وذلك لتمييزها عن القراءات الامامية (F.S.)



الشكل ( 4 - 2 )  
تسوية المقطع الطولي

شكل (9-1)

التي تؤخذ على رواق التسوية او نقاط التحول . عند طرح كل قراءة من هذه القراءات من ارتفاع الجهاز (  $H.I.1 = 33.445$  ) يتم الحصول على مناسب المحطات التي أخذت عليها القراءات يستمر في نقل المسطرة اني المحطات المتتالية للخط الى ان تصل الى محطة بحيث يصعب قراءتها امامية (F.S. 2.715) للحصول على منسوب هذه النقطة (  $EI = 30.730$  ) وذلك بطرح هذه القراءة من ارتفاع الجهاز (  $H.I.1 = 33.445$  ) . يتم اختيار نقاط التحول في اماكن صلبة ومتميزة ويفضل ان تكون على احد جانبي الخط وتبعد عنه بمسافة معقولة وذلك للاستفادة منها فيما بعد لغرض التحقق من صحة النتائج . ينقل الجهاز باتجاه الخط وينصب في مكان مناسب بحيث يمكن رؤية المسطرة التي سوف توضع على نقطة التحول (T.P.1) وعلى اكثر ما يمكن من بقية محطات الخط ( مثل  $L_2$  ) . تؤخذ قراءة خلفية (B.S. 1.605) على نقطة التحول (T.P.1) وتضاف الى منسوب هذه النقطة (30.730) للحصول على ارتفاع الجهاز (  $H.I.2 = 32.335$  ) . تؤخذ قراءات وسطية (I.F.S.) على اكثر ما يمكن من بقية محطات الخط (0.93 , 1.43 , 2.06 , 2.61 , 2.79 , 2.44) . تطرح كل قراءة من هذه القراءات من ارفاع الجهاز (32.335) للحصول على مناسب هذه المحطات . يستمر في اخذ القراءات الى ان يتعذر قراءة المسطرة وعندئذ تختار نقطة تحول ثانية (T.P.2) . وهكذا يستمر العمل كالسابق حتى الوصول الى نهاية الخط .

يتضح مما تقدم ان الغرق الاساسي بين التسوية الاعتيادية وتسوية المقطع الطولي هو في عدد القراءات الامامية التي تؤخذ في كل وضعية للجهاز . ففي التسوية الاعتيادية تؤخذ قراءة امامية واحدة بينما في تسوية المقطع الطولي يؤخذ عدد من القراءات الامامية ، قراءة واحدة على نقطة التحول وبضع قراءات على محطات الخط . عند وجود راقم تسوية قريب من نهاية الخط يمكن التحقق من صحة النتائج بايجاد منسوب هذا الراقم وذلك باجراء عملية تسوية تحقيقية ( Check Level ) من

آخر نقطة تحول ومقارنة هذا المنسوب مع منسوبه الحقيقي ويجب ان لا يزيد الفرق بين القيمتين عن الخطأ المسموح به وهو

$$e = 12\sqrt{k}$$

e مقدار الخطأ المسموح به بالملترات

k المسافة بين راقميا لتسوية بالكيلومترات

إذا كان الخطأ أكبر من المسموح به فيجب إعادة العمل ولكن في هذه المرة يتم إيجاد مناسب نقاط التحول فقط وذلك بعمل تسوية اعتيادية بين راقمي التسوية ومقارنة منسوب الراقم الأخير مع منسوبه الحقيقي إذا كان الفرق بين القيمتين ضمن الخطأ المسموح به فيمكن اعتبار مناسب نقاط التحول ( التي تم إيجادها بإعادة العمل ) صحيحة . يعاد حساب مناسب محطات الخط من المناسب الصحيحة لنقاط التحول . في حالة عدم وجود راقم تسوية قريب من نهاية الخط يجب الرجوع ( بعد الوصول الى آخر نقطة على الخط ) الى راقم التسوية الذي بدأ العمل به وذلك بأجراء تسوية تحقيقية باتخاذ اقصر وانسب طريق للوصول الى الراقم . نستنتج من ذلك ان تسوية المقطع الطولي تبدأ من راقم تسوية ويجب ان تنتهي في راقم تسوية ايضاً .

### (9-1) جدول تسوية المقطع الطولي

الراصد هو في العادة الذي يسجل المعلومات . قراءات المسطرة التي تؤخذ على رواقم التسوية ونقاط التحول تقرأ الى اقرب ملتر ، أما القراءات التي تؤخذ على محطات الخط فتقرأ الى اقرب سنتمتر . جدول تسوية المقطع الطولي هو جدول التسوية الاعتيادية نفسه مضافاً اليه عمود للقراءات الوسطية (L.F.S.) . يتم حساب مناسب النقاط بتكملة الجدول وذلك باتباع الخطوات التالية :

1- تضاف الى منسوب راقم تسوية البداية القراءة الخلفية التي اخذت عليه للحصول على اول ارتفاع للجهاز .

2- تطرح من ارتفاع الجهاز هذا كل قراءة من القراءات الوسطية ( التي اخذت في الوضعية الاولى للجهاز ) وكذلك القراءة الامامية التي اخذت على اول نقطة تحول للحصول على مناسب هذه النقاط .

3- تضاف الى منسوب نقطة التحول الاولى الذي حصل عليه في الخطوه(2) القراءة الخلفية التي اخذت عليها للحصول على ارتفاع الجهاز في وضعيته الثانية .

4- تطرح من ارتفاع الجهاز هذا كل قراءة من القراءات الوسطية ( التي أخذت في الوضعية الثانية للجهاز ) وكذلك القراءة الامامية التي اخذت على نقطة التحول الثانية للحصول على مناسب هذه النقاط . وهكذا يستمر في الحسابات حتى نهاية الجدول كما هو مبين في الجدول (9-1) الذي جزء من صفحته الاولى عبارة عن نفس المعلومات المبينة في الشكل (9-1)

غالباً ما يتكون الجدول من عدة صفحات ، لذا يجب التحقق من صحة الحسابات في نهاية كل صفحة وذلك بإيجاد الفرق بين مجموع القراءات الخلفية ومجموع القراءات الامامية ( ابتداء من راقم تسوية البداية حتى نهاية الصفحة ) الذي يجب ان يساوي الفرق بين اخر ارتفاع للجهاز في تلك الصفحة ومنسوب راقم تسوية البداية ، كما هو مبين في الصفحة الاولى من الجدول (9-1) . في حالة انتهاء العمل بأخذ قراءة امامية على راقم تسوية فان تحقق حسابات الصفحة الاخيرة ( أو اذا كان الجدول مكون من صفحة واحدة فقط ) يتم بإيجاد الفرق بين مجموع القراءات الخلفية ومجموع القراءات الامامية الذي يجب ان يساوي الفرق بين منسوبي راقم تسوية النهاية وراقم تسوية البداية ، كما هو مبين في الصفحة الثانية من الجدول (9-1) .



الجدول (1 - 9) - الصفحة الاولى

Sta.	B.S.	H.I.	I.F.S.	F.S.	Elev.
B.M.11	1.275	33.445			32.170
17 + 00			1.05		32.40
+ 30			1.35		32.10
+ 60			1.72		31.73
+ 90			1.95		31.50
18 + 02			2.04		31.41
+ 20			2.56		30.89
+ 50			3.22		30.23
T.P.1	1.605	32.335		2.715	30.730
+ 80			2.44		29.90
+ 98			2.79		29.55
19 + 10			2.61		29.73
+ 40			2.06		30.28
+ 70			1.43		30.91
20 + 00			0.93		31.41
T.P.2	3.025	34.750		0.610	31.725
+ 30			1.75		33.00
+ 60			2.22		32.53
	$\Sigma$ 5.905			$\Sigma$ 3.325	

$$\Sigma \text{ B.S.} - \Sigma \text{ F.S.} = 5.905 - 3.325 = 2.580$$

$$\text{Last H.I.} - \text{E l. B.M.11} = 34.750 - 32.170 = 2.580$$

CK

الجدول (1 - 9) - الصفحة الثانية

Sta.	B.S.	I.I.	I.I.S.	F.S.	Elev.
+ 90		34.750	2.53		32.22
21 + 20			2.81		31.94
+ 50			3.06		31.69
+ 80			2.42		31.33
T.P.3	1.213	33.000		2.963	31.787
22 + 10			0.86		32.14
+ 40			1.32		31.68
+ 70			1.77		31.23
23 + 00			2.32		30.68
T.P.4	2.766	34.880		0.886	32.114
+ 30			2.03		32.85
+ 60			1.68		33.20
+ 90			1.24		33.64
24 + 20			0.94		33.94
T.P.5	2.615	36.740		0.755	34.125
+ 50			2.88		33.86
+ 66			3.26		33.48
B.M.12				3.487	33.253
				$\Sigma 11.416$	
	$\Sigma 12.499$				

$$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. = 12.499 - 11.416 = 1.083$$

$$E.I. B.M.12 - E.I. B.M.11 = 33.253 - 32.170 = 1.083$$

CK

ومن الجدير بالانتباه اليه هو ان التحقق من صحة الحسابات لا يشمل مناسيب محطات الخط . واذا كان من الضروري التأكد من صحة مناسيب المحطات فالطريقة الوحيدة لذلك هي اعادة عملية طرح القراءات الوسطية من ارتفاع الجهاز . كذلك يجب معرفة ان تطابق الفرقين في عملية التحقق يعني فقط انه لم يحدث غلط في عمليات الطرح أو الجمع ولا يضمن عدم حدوث غلط في الرصد أو التسجيل .

## (9-2) رسم المقطع الطولي وتثبيت خط المنحدر

لتسهيل عملية الرسم يستعمل اعتيادياً ورق خاص يسمى ورق المقطع الطولي (profile paper) ويكون مخططاً بخطوط افقية واخرى رأسية لونها اخضر فاتح ، او ازرق ، او برتقالي . وعندما يحتاج الى نسخة واحدة من المقطع فيستعمل ورق سميك نوعاً ما . أما عندما يتطلب الامر استنساخ عدد من النسخ فيستعمل ورق رقيق وشفاف (tracing cloth).

يكون طول المقطع اعتيادياً اكبر من التبديل في منسوب نقاطه ، لذلك فان المقياس الرأسى يكون اكبر من المقياس الافقى كي يكون رسم المقطع عبارة عن صورة مكبرة لتموجات سطح الارض . المقياس الرأسى يكون اكبر من المقياس الافقى بـ 5 الى 15 مرة او أكثر . ان الفرق بين المقياسين يعتمد على طبيعة سطح الارض ( كلما كانت الارض منبسطة زاد الفرق ) . اختيار المقياسين يعتمد على الفرق الكلي بالمنسوب ، وطول المقطع ، وعلى الغرض من رسم المقطع . فمثلاً عندما يكون الغرض هو تثبيت خط المنحدر (Grade Line) لطريق او لسكة حديد فغالباً ما يستعمل مقياس 1/5000 ( افقى ) و 1/250 ( رأسى ) . أما اذا كان الغرض هو حساب الكميات الترابية لمشاريع خطوط أنابيب الماء أو المجارى فقد يتطلب الامر استعمال مقياس كبير مثل 1/500 ( افقى ) و 1/50 ( رأسى ) على مسافة معقولة من الحافة السفلى للورقة برسم مستقيم افقى وتعين عليه المسافات الافقية بالمحطات . المسافات تبدأ من الصفر في النهاية اليسرى للمستقيم . تلقي نظرة على مناسيب المقطع لمعرفة أوطأ نقطة فيه . يعين منسوب للمستقيم الافقى الذي تم رسمه بحيث تكون قيمته اقل من منسوب أوطأ نقطة وفي الوقت نفسه يكون من

مضاعفات العشرة أمتار . لذلك سوف تكون جميع نقاط المقطع فوق هذا الخط . من النهاية اليسرى للمستقيم الأفقي المعينة عليه المسافات برسم خط رأسي وتعين عليه المناسب بالأمتار. لذلك يمكن قراءة محطة كل خط من الخطوط الرأسية ومنسوب كل خط من الخطوط الأفقية تعين مواقع نقاط المقطع من معرفة محطة ومنسوب كل نقطة . توصل هذه النقاط باليد بدون استخدام اي أداة رسم (freehand) بخط دقيق . ان هذا الخط يجب ان لا يكون سلسلة متعاقبة من الخطوط المستقيمة لان ذلك لا يمثل الشكل الحقيقي لسطح الارض .

يكتب على المقطع ملاحظات تبين العوارض المهمة التي تقطع الخط مثل الطرق والجداول والانهار . تكتب هذه الملاحظات مباشرة فوق النقاط التي تمثلها .

رسم المقطع الطولي يمكن المهندس من تصميم خط المنحدر الذي هو عبارة عن المستوى الذي يوصل اليه سطح الارض بعملية التعديل ( قطع المناطق العالية وردمها في المناطق المنخفضة) . هذا المستوى يمثل قاعدة طبقة الحجر في خطوط السكك وقاعدة التبليط في الطرق . عند تصميم خط المنحدر فان المهندس يحاول بقدر الامكان جعل هذا الخط مستقيماً لمسافة معقولة وانحداره ضمن الحد المسموح به ، وان يكون حجماً الحفر والردم متساويين ضمن مسافات قصيرة نوعاً ، وجعل الاعمال الترابية اقل ما يمكن . قد يحتاج المهندس الى دراسة وافقية لتصميم احسن خط منحدر لان صرف يضع ساعات اضافية في الدراسة قد يوفر مئات الامتار المكعبة من الاعمال الترابية .

يعبر من ميلان خط المنحدر عن المستقيم الأفقي بنسبة ارتفاع او انخفاض الخط الى المسقط الأفقي للخط . المسافة التي يرتفعها او ينخفضها خط المنحدر في وحدة واحدة من المسافة الأفقية تسمى درجة الانحدار (gradient or rate of grade) . يعبر من درجة الانحدار كنسبة مئوية ، اي الارتفاع او الانخفاض في مسافة افقية مقدارها 100 متر . فمثلاً اذا كان خط المنحدر يرتفع مترين في مسافة افقية مقدارها 100 متر فان درجة الانحدار هي صعود 2% وتكتب (2% +) . اما اذا كان خط المنحدر ينزل 3.65 متر في مسافة افقية مقدارها 100 متر فان درجة

الانحدار هي نزول 3.65% وتكتب ( -3.65% ) . تكتب درجة الانحدار على خط المنحدر . توضع عادة دائرة صغيرة حول كل نقطة يتبدل فيها انحدار خط المنحدر ويكتب فوقها رأسياً منسوب هذه النقطة ومحطتها ( اذا لم تكن محطة كاملة ) . اذا لم يتطلب الامر استنساخ رسم المقطع الطولي فان خط المنحدر والملاحظات التي تتعلق به تكون باللون الاحمر .

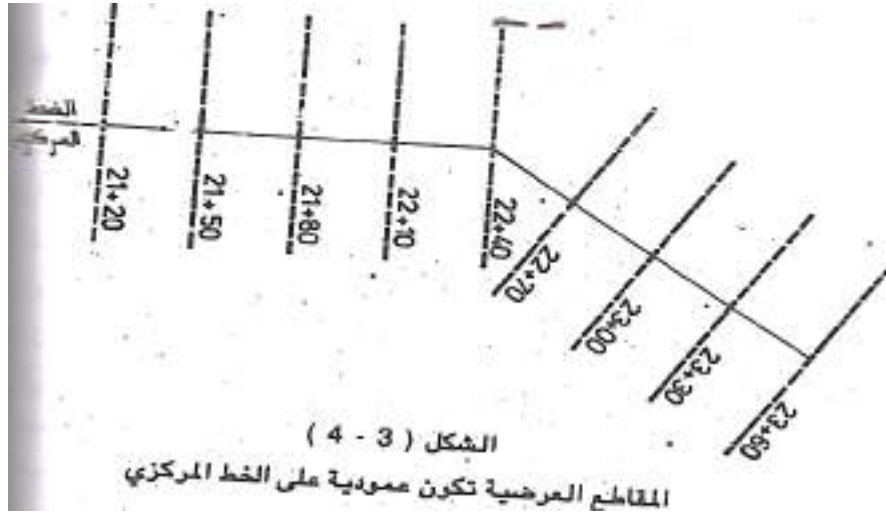
في أسفل الطرف الايسر للورقة يعين حقل الكتابة اسم وموقع المشروع ، ومقياس الرسم ، وتاريخ المسح ، وتاريخ الرسم ، واسم كل من الرسام والمساح .



## تجربة رقم (10)

### (10-1) المقاطع العرضية

رسم المقطع الطولي يبين طبيعة سطح الارض فقط على طول خط المقطع . في المشاريع العريضة نوعاً ما مثل الطرق ، والسدود الترابية ، والخزانات الطبيعية يكون من الضروري معرفة طبيعة سطح الارض على جانبي المقطع الطولي وذلك يأخذ مقاطعة عرضية . والمقاطعة العرضية هي مقاطع رأسية تؤخذ باتجاه عمودي على الخط المركزي للمشروع ، كما تمثله الخطوط المتقطعة في الشكل (10-1) .



شكل (10-1) المقاطع العرضية

### (10-2) المقاطع الاولى

لغرض اجراء دراسة أولية لتعيين مواقع بعض المشاريع مثل الطرق وخطوط السكك ولتقدير حجم اعمالها الترابية يؤخذ مقطع طولي اولي في الموقع الذي يكون اقرب ما يمكن الى الموقع النهائي للمشروع حسب ما تظهره الخرائط الطبوغرافية او الصور الجوية . بعد ذلك تؤخذ مقاطع عرضية في المحطات التي تم تعيين مناسيبها في المقطع الطولي . هذه المقاطع تسمى مقاطع اولية . في هذه المقاطع يتم ايجاد مناسيب النقاط التي يتبدل فيها انحدار سطح الارض تبديلاً ملحوظاً وكذلك مواقع هذه النقاط بالنسبة للخط المركزي . يتم تعامد المقاطع القصيرة بالنظر ، اما



بالنسبة للمقاطع الطويلة فتستعمل البوصلة ، او المربع الموشوري، او جهاز التسوية المزود بدائرة افقية ، او الثيودولايت، او اية وسيلة اخرى . تعين مناسب المقطع بواسطة جهاز التسوية او الميزان اليدوي ، يعتمد ذلك على الدقة المطلوبة وطول المقطع . عادة يستخدم جهاز التسوية في الاراضي الاعتيادية ، اما الميزان اليدوي فيستخدم في المناطق الوعرة .

تعد الاوتاد التي سبق تثبيتها وايجاد مناسيبها في عملية المقطع الطولي ( الاوتاد المركزية) كرواقم تسوية مؤقتة يستفاد منها في عملية تسوية المقاطع العرضية . وبعد تعيين اتجاه وحدود المقطع ينصب الجهاز في مكان مناسب ويتم ايجاد ارتفاعه بأخذ قراءة خلفية على الودت المركزي واطافة هذه القراءة الى منسوب الودت) مناسب الاوتاد المركزية تؤخذ من معلومات المقطع الطولي ). بعد ذلك توضع المسطرة على كل نقطة من نقاط المقطع التي يتبدل فيها الانحدار تبديلاً ملحوظاً وتؤخذ قراءتها وتسجل . في الوقت نفسه يقاس بعد كل نقطة من هذه النقاط عن الودت المركزي بواسطة الشريط ويسجل ، كما هو مبين في الجدول (10-1) .

الخط الوسطي في الجهة اليمنى من الجدول يمثل الخط المركزي للمشروع . قراءات المسطرة والاطعاد تسجل يمين او يسار هذا الخط ، حسب موقع النقاط بالنسبة للخط المركزي . عندما يتطلب الامر نقل الجهاز بسبب عدم رؤية جميع نقاط المقطع فيستعمل خط اخر من الجدول لتسجيل معلومات النقاط الاخرى التي تؤخذ في الوضعية التالية للجهاز . في الجدول (10-1) استخدام خطان للمقطع في المحطة (23+30) ، الاول للجهة اليسرى والثاني للجهة اليمنى ، وفي حالة عدم رؤية جميع نقاط احدى جهتي المقطع من وضعية واحدة للجهاز ، ينقل الجهاز الى مكان اخر بحيث يمكن رؤية بقية نقاط هذه الجهة او اكثر ما يمكن منها وعندئذ تعد اخر نقطة اخذت عليها قراءة قبل نقل الجهاز كنقطة تحول وتسجل القراءة التي اخذت عليها في عمود القراءات الامامية (F.S.) ايضاً ، كما هو مبين في الجدول حيث استخدمت ثلاثة خطوط للمقطع في المحطة (23+60) ، اثنان للجهة اليسرى وواحد للجهة اليمنى .

الجدول ( 2 - 4 )

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.	Dist. Elev. Staff	Left	Right
23 + 00	1.37	32.05		30.68		90 54 30 31.89 31.73 31.14 0.16 0.32 0.91	22 47 81 29.12 28.70 28.21 2.93 3.35 3.84
23 + 30	3.64	36.49		32.85		90 63 37 35.82 34.97 34.68 0.67 1.52 1.81	32.85 15 48 75 90 31.82 30.29 29.71 29.27 1.21 2.74 3.32 3.76
23 + 60	3.49	36.69		33.20		27 15 36.48 35.42 33.20 0.21 1.27	
23 + 60	3.65	40.13	0.21	36.48		78 52 39.70 38.78 0.43 1.35	
23 + 60	0.58	33.78		33.20		18 30 60 90 32.87 32.43 31.40 30.59 0.91 1.35 2.38 2.79	

جدول رقم (10-1)

## (10-2) المقاطع النهائية

بعد الانتهاء من دراسة موقع المشروع وعمل مقارنة بين عدد من الخطوط المركزية المقترحة واختيار افضلها يؤخذ عليه مقطع طولي نهائي ثم يرسم هذا المقطع ويثبت خط المنحدر . بعد ذلك تؤخذ مقاطع نهائية في نقاط تقع على مسافات متساوية (30 ، 20 ، 15 ، او 10 امتار ) ، وفي نقاط يتبدل فيها المقطع الطولي من حفر الى ردم او بالعكس ، وفي نقاط اخرى ضرورية لجعل معلومات حساب الكميات الترايبيه اكثر دقة . في المقاطع النهائية يتم ايجاد عمق الحفر او الردم النقاط المقطع بدلاً من مناسيب هذه النقاط كما في المقاطع الاولى .

عندما يكون سطح الارض منبسطاً تقريباً في الاتجاه العمودي على الخط المركزي ، يحتاج الى نقطة واحدة فقط لتعيين المقطع وهي نقطة الوتد المركزي . ويسمى مثل هذا المقطع بالمقطع المستوي (Level Section) .

وعندما يكون سطح الارض منحدرأ باتجاه المقطع ، يتطلب اخذ قراءة على كل من الوتدين الجانبيين ( الوتد الجانبي هو الوتد الذي يثبت في نقطة تقاطع الانحدار الجانبي للمقطع مع سطح الارض )بالإضافة الى القراءة التي تؤخذ على الوتد المركزي . ان هذا المقطع يسمى مقطع ذو ثلاثة مناسيب . ( Three – Level Section) . عندما تؤخذ قراءة على الوتد المركزي وعلى كل من الوتدين الجانبيين ، وعلى كل من النقطتين التي تبعد كل واحدة منها عن الوتد المركزي بنصف عرض الطريق ، فان هذا المقطع يسمى مقطع ذو خمسة مناسيب ( Five – Level Section) . المقطع الذي تؤخذ عليه قراءة على الوتد المركزي ، وعلى كل من الوتدين الجانبيين ، وعلى كل نقطة من النقاط الوسطية التي تقع بين هذه الالوتاد ويتبدل فيها الانحدار تبديلاً ملحوظاً يسمى مقطع غير منتظم (Irregular Section) . المقطع الذي يحتوي على حفر و ردم في الوقت نفسه يسمى مقطع سفح التل . (Side – Hill Section) . في هذا المقطع تؤخذ القراءات كما في المقطع غير المنتظم بالإضافة الى معرفة موقع النقطة ( بالنسبة الى الخط المركزي) التي لا يكون فيها حفر او ردم (Grade Point) .

قبل البدء بأخذ المقاطع يحضر جدول بمناسيب الارض الطبيعية وخط المنحدر في المحطات التي يتطلب اخذ مقاطع فيها . تؤخذ هذه المناسيب من معلومات المقطع الطولي . لاخذ اي مقطع ينصب الجهاز في مكان مناسب ثم يتم ايجاد ارتفاع الجهاز بأخذ قراءة خلفية على راقم تسوية واطافة هذه القراءة الى منسوب الراقم. توضع مسطرة على الوند المركزي وتؤخذ قراءتها . عند طرح هذه القراءة من ارتفاع الجهاز يحصل على منسوب هذه النقطة الذي يجب ان يساوي القيمة عينها التي تم الحصول عليها في تسوية المقطع الطولي . يحسب عمق الحفر او الردم في الوند المركزي بايجاد الفرق بين منسوب هذا الوند ومنسوب خط المنحدر في محطة المقطع . يتم تعيين موقع كل من الوندين الجانبيين وعمق الحفر او الردم في كل منها . توضع المسطرة على كل نقطة من بقية نقاط المقطع وتسجيل قراءتها ويقاس بعدها عن الخط المركزي . يحسب عمق الحفر او الردم في كل نقطة من هذه النقاط.

## تجربة رقم (11)

### (11-1) الثيودولايت Theodolite

يسمى الثيودولايت أحياناً بجهاز المساحة العام وذلك لاستعمالاته الكثيرة والمتنوعة. فبالإضافة إلى استخدامه لقياس الزوايا الأفقية والرأسية يمكن بواسطته قياس المسافات الأفقية والرأسية ( الفرق بالمنسوب ). يعد الثيودولايت من أدق الأجهزة المستخدمة في قياس الزوايا ولذلك فهو يستخدم في كافة العمليات المساحية التي تحتاج إلى دقة كبيرة مثل الارصاد الفلكية والشبكات المثالية كما يستخدم في إسقاط المنحنيات وكافة أعمال التخطيط والتوجيه القيق . هناك أنواع كثيرة من أجهزة الثيودولايت تدرج في دقة القياس وقراءة الزوايا ، فمثلاً القراءة المباشرة للزاوية الأفقية لجهاز (Wild TO5) هي لأقرب خمس دقائق ، بينما القراءة المباشرة لجهاز (Wild TO4) هي لأقرب 0.1 ثانية .

### (11-2) المكونات الرئيسية للثيودولايت

يتكون الثيودولايت ( الشكلين 11-1 ، 11-2 ) من ثلاثة اجزاء رئيسية هي :  
1- الجزء العلوي ، يسمى العضادة (alidade) ويشمل على المنظار الذي يدور حول محور أفقي يرتكز على حاملين رأسيين (standards) مثبتين على غطاء الدائرة الأفقية ويسمحان بدوران المنظار دورة كاملة . يوجد على غطاء الدائرة الأفقية انبوب او انبوبا فقاعة مثبتان باتجاهين متعامدين يستخدمان لضبط أفقية الجهاز . على غطاء الدائرة الأفقية وبجوار العاملين .





الشكل (1 - 11)

اجراء الثيودولايت الامريكي المسمى بالترانست

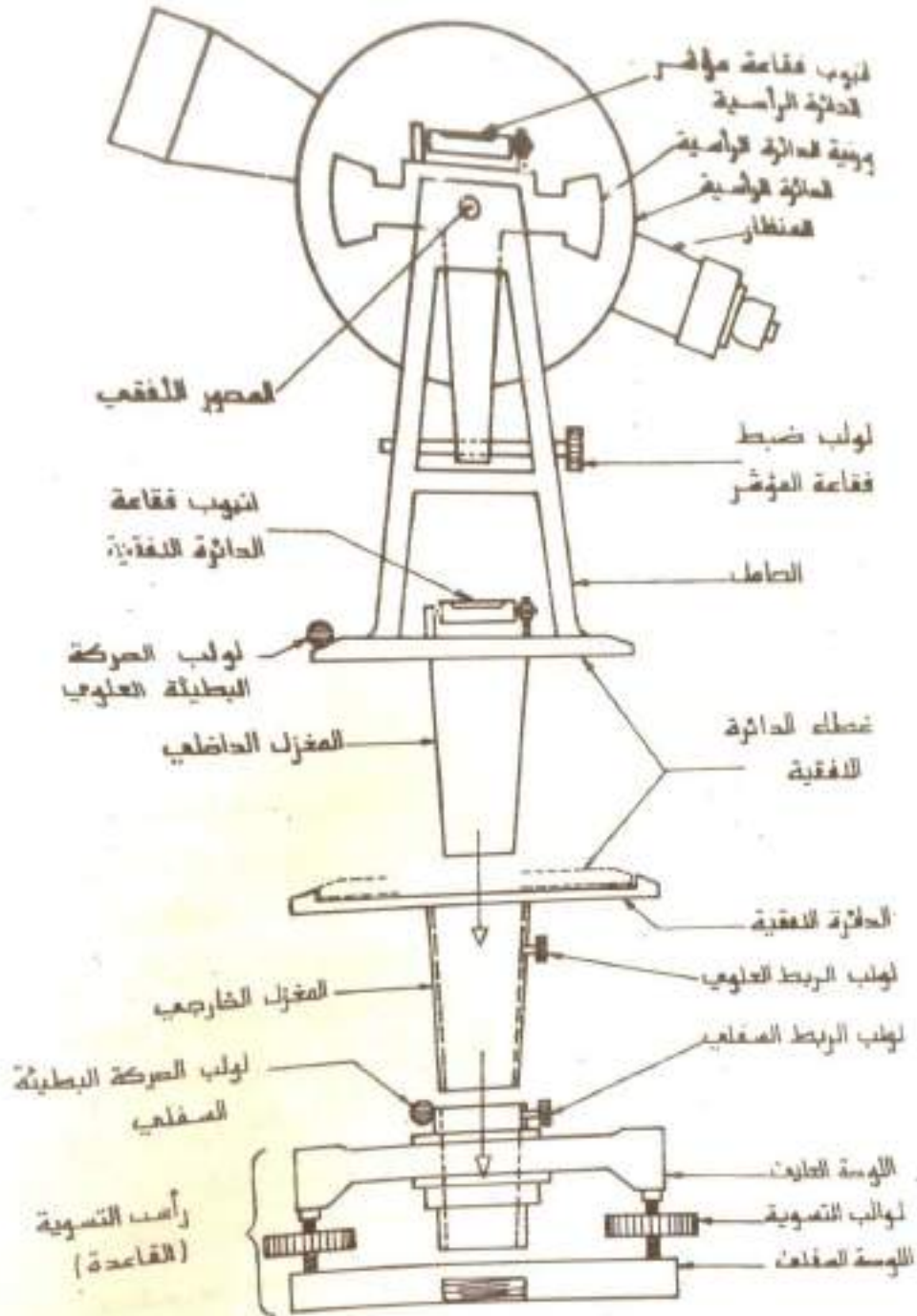
توجد ورنيتان (verniers) تستخدمان في قياس الزوايا الافقية . بجوار احد الحاملين تتصل الدائرة الرأسية بالمنظار وتطور معه لاستخدامها في قياس الزوايا الرأسية . على احد الحاملين يوجد لولبان احدهما يستخدم لتثبيت المنظار في الاتجاه الرأسى ويسمى لولب الربل الرأسى (verilcalclamp) والآخر لتحريك المنظار في المستوى الرأسى حركة بطيئة ويسمى لولب الحركة البطيئة الرأسى ( verilcal slow – motion screw). على غطاء الدائرة الرأسية يوجد انبوب فقاعة يسمى انبوب فقاعة ضبط المؤشر (index level) وورنيتان على شكل قوس دائري



مثبتتين بحيث يكون محيطهما الخارجي محاذياً للمحيط الداخلي للدائرة الرأسية تستخدمان في قياس الزوايا الرأسية . يمكن تدوير انبوب الفقاعة والورنيتين سوياً بواسطة لولب مثبت على احد الحاملين يسمى لولب ضبط المؤشر ( level screw control ) . بواسطة هذا اللولب يمكن جعل محور انبوب الفقاعة ( الموازي للخط الواصل بين مؤشري الورنيتين ) افقياً . فوق المنظار يوجد انبوب فقاعة حساس جداً يستخدم لجعل المنظار افقياً تماماً ( بعض الاجهزة الحديثة لا تحتوي على مثل هذا الانبوب ) . هناك لولب متصل بحافة غطاء الدائرة الافقية بوضع مماس لمحيط الغطاء يستخدم لتدوير الجزء العلوي بالنسبة للجزء الوسطي ببطء يسمى لولب الحركة البطيئة العلوي ( upper slow – motion screw or upper tangent screw ) . يتصل بأسفل غطاء الدائرة الافقية عمود اسطواني مملوء قطره يتناقص تدريجياً من الاعلى الى الاسفل ( conical shaft ) يسمى المغزل الداخلي ( inner spindle ) .

2- الجزء الوسطي ، يسمى الجناح الافقي ( horizontal limb ) ، عبارة عن قرص دائري متصل بمركز السطح السفلي له اسطوانة مجوفة قطرها يتناقص تدريجياً من الاعلى الى الاسفل ( hollow conical shaft ) يسمى المغزل الخارجي ( outer spindle ) . في اعلى المغزل الخارجي يوجد لولب يسمح او يمنع

دوران الجزء العلوي بالنسبة الى هذا الجزء يسمى لولب الربط العلوي ( upper clamp ) . على السطح العلوي للقرص ومثبتة حول



الشكل (2 - 11)

مكونات الثيردولاييت

محيطه دائرة مفضضة ومدرجة تستخدم في قياس الزوايا الافقية . عند تجميع الاجزاء ، أي عندما يكون الجهاز قطعة واحدة ، فان المغزل الداخلي يستقر ويمكن تدويره داخل المغزل الخارجي ، وكذلك الحافة الخارجية لكل من الورنيثين تكون محاذيه للحافة الداخلية للدائرة .

3-الجزء السفلي ، يسمى القاعدة او رأس التسوية (leveling head) . ويتكون من لوحة دائرية او مثلثة الشكل (base plate or trivet stage) مثقوبة من وسطها لغرض تثبيتها بالركيزة بواسطة لولب يسمى لولب التثبيت (fixing screw)وتستند فوقها ثلاثة ( اربعة في الاجهزة الامريكية ) لوالب تسمى لوالب التسوية (leveling screws) . تستند على لوالب التسوية لوحة اخرى (tribach) تخترقها من الوسط اسطوانة مجوفة قصيرة يستقر ويمكن ان يدور داخلها المغزل الخارجي . عند استعمال الجهاز يجب جعل هذه اللوحة افقية وذلك بواسطة رفع او خفض نقاطها التي تستند على لوالب التسوية بواسطة تدوير هذا اللوالب . يمكن ربط الجزء الوسطي بالجزء السفلي بواسطة لولب مثبت على اسطوانة الجزء السفلي يسمى لولب الربط السفلي (lower clamp) . هناك لولب اخر مثبت بوضع مماس لاسطوانة الجزء السفلي يمكن بواسطته تدوير الجزء الوسطي بالنسبة للجزء السفلي ببطء يسمى لولب الحركة البطيئة السفلي ( lower slow – motion screw or lower tangent screw). في مركز لولب التثبيت يمكن تعليق شاقول ليستعمل في تسامت الجهاز ، أي وضع المحور الرأسي للجهاز فوق النقطة المحددة لنصب الجهاز فوقها .

### (3 - 11) دوران الجزئين العلوي والوسطي حول المحور الرأسي للجهاز

لولبا الربط ، العلوي والسفلي ، وكذلك لولبي الحركة البطيئة ، العلوي والسفلي ، يتحكمان في ثبات او دوران الجزئين العلوي والوسطي بالنسبة لبعضهما او للجزء السفلي . ان لولب الربط العلوي يثبت الجزء العلوي بالجزء الوسطي ، ولولب الحركة البطيئة العلوي يدور ببطء الجزء العلوي بالنسبة للجزء الوسطي ، اما لولب

الربط السفلي فيثبت الجزء الوسطي بالجزء السفلي ، ولولب الحركة البطيئة السفلي يدور ببطء الجزء الوسطي بالنسبة للجزء السفلي .

لولبا الحركة البطيئة لا يعملان الا اذا ثبتت نظائرها من لوالب الربط ، أي ان لولب الحركة البطيئة العلوي لا يعمل الا اذا ثبت لولب الربط العلوي ، والشئ نفسه ينطبق على لولب الحركة البطيئة السفلي فانه لا يعمل الا اذا ثبت لولب الربط السفلي .

اذا ثبت لولبا الربط فسوف لا يمكن تحريك الجزء العلوي ، الذي يحتوي على الورنية ، بالنسبة الى الجزء الوسطي ، الذي يحتوي على الدائرة الافقية ، وكذلك تحريك الجزء الوسطي بالنسبة للجزء السفلي . وهذا يعني ان اتجاه المنظار وقراءة الدائرة الافقية سوف لا يتبدلان الا بتدوير احد لولبي الحركة البطيئة .

اذا بقي لولب الربط العلوي مثبتاً وفتح لولب الربط السفلي ، فان تدوير المنظار حول المحور الرأسي سوف يدور الجزء العلوي والوسطي بالنسبة للجزء السفلي ، لذلك فان قراءة الدائرة الافقية سوف لا تتبدل اذ ان حركة نسبية بين الورنية ، التابعة للجزء العلوي ، والدائرة الافقية ، التابعة للجزء الوسطي ، لم تحدث .

عند فتح لولب الربط العلوي وتثبيت لولب الربط السفلي فان تدوير المنظار حول المحور الرأسي سوف يدور الجزء العلوي ، الذي يحتوي على الورنية ، بالنسبة الى الجزء الوسطي ، الذي يحتوي على الدائرة الافقية ، لذلك سوف تتبدل قراءة الدائرة الافقية .

عند فتح لولبي الربط ، العلوي والسفلي ، وتدوير المنظار حول المحور الرأسي فان قراءة الدائرة الافقية قد لا تتبدل وقد تتبدل ولكن بصورة غير منتظمة ، يعتمد ذلك على قوة الاحتكاك بين الجزء العلوي والوسطي من جهة وبين الجزء الوسطي والسفلي من جهة اخرى دوران الجزء العلوي بالنسبة للجزء الوسطي يسمى بالحركة العليا (upper motion) ويمكن السيطرة عليها بواسطة لولب الربط العلوي ولولب الحركة البطيئة العلوي ، اما دوران الجزء الوسطي بالنسبة للجزء السفلي فيسمى بالحركة السفلى (lower motion) ويمكن السيطرة عليها بواسطة

لولب الربط السفلي ولولب الحركة البطيئة السفلي . ان الحركة العليا تبدل اتجاه خط النظر وقراءة الدائرة الافقية ، اما الحركة السفلى فتبدل اتجاه خط النظر ولكنها لا تبدل قراءة الدائرة الافقية .

#### ( 4 - 11 ) منظار الثيودولايث

منظار الثيودولايث شبيه بمنظار التسوية ، اجزائه الرئيسية هي الشيئية ، وعدسة التوضيح ، ولولب التوضيح ، وقرص تقاطع الشعيرات ، والعينية . يمكن تدوير المنظار في المستوي الرأسي حول المحور الافقي الذي يستند على الحاملين . يثبت المنظار باي اتجاه في المستوي الرأسي بواسطة لولب الربط الرأسي ويمكن تحريكه ببطء بواسطة لولب الحركة البطيئة الرأسي .

#### ( 5 - 11 ) انواع الثيودولايث

الثيودولايث يكون على نوعين ، النوع الاول يسمى جهاز تكرر ( repeating theodolite ) والنوع الثاني يسمى جهاز اتجاه ( direction theodolite ) . جهاز التكرار يحتوي على حركتين ، عليا وسفلى ( الجهاز الذي تم شرحه هو جهاز تكرر ) . جهاز الاتجاه يحتوي على حركة عليا فقط لان الدائرة الافقية تكون عادة مثبتة بالجزء السفلي للجهاز ولكن يمكن تدويرها بالنسبة للجزئين العلوي والسفلي بواسطة لولبين ، احدهما للحركة السريعة والآخر للحركة البطيئة ( الشكل 3-5 ) ، أي انه يمكن



الشكل ( 3 - 11 )



لولبا تدوير الدائرة الافقية في جهاز الاتجاه

## 1- الحركة السريعة

## 2- الحركة البطيئة

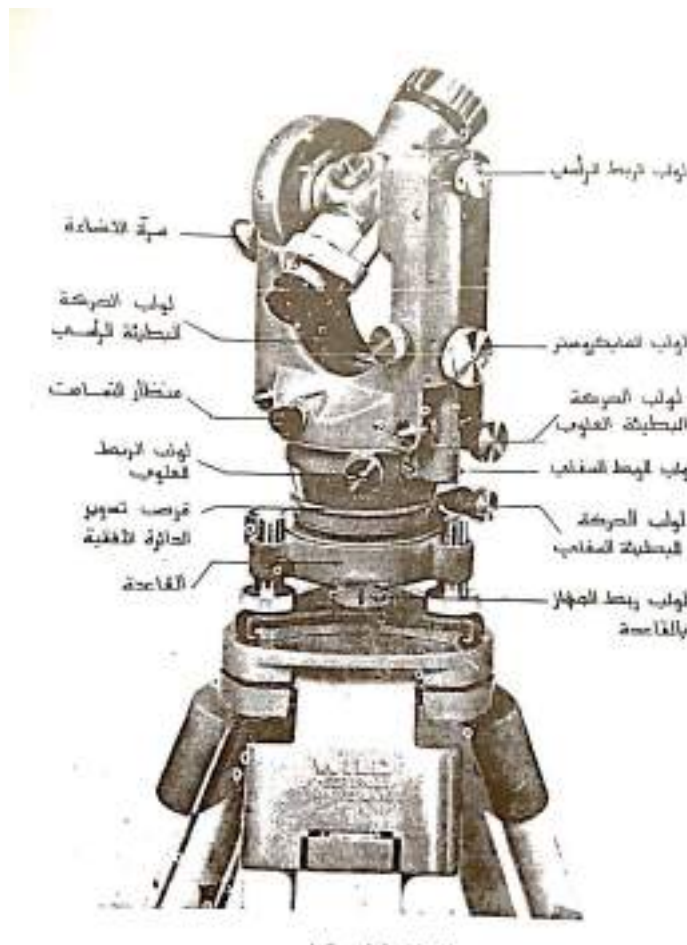
### 3- غطاء لحماية اللولبين من التدوير غير المقصود

تدوير الدائرة الافقية وتبديل قراءتها بينما يبقى المنظار مثبناً باتجاه معين

الشكل ( 4 - 11 ) يبين احد انواع اجهزة التكرار ، والشكل ( 5 - 11 ) يبين احد انواع اجهزة الاتجاه .

### (6 - 11) أجهزة الشبكات الحديثة

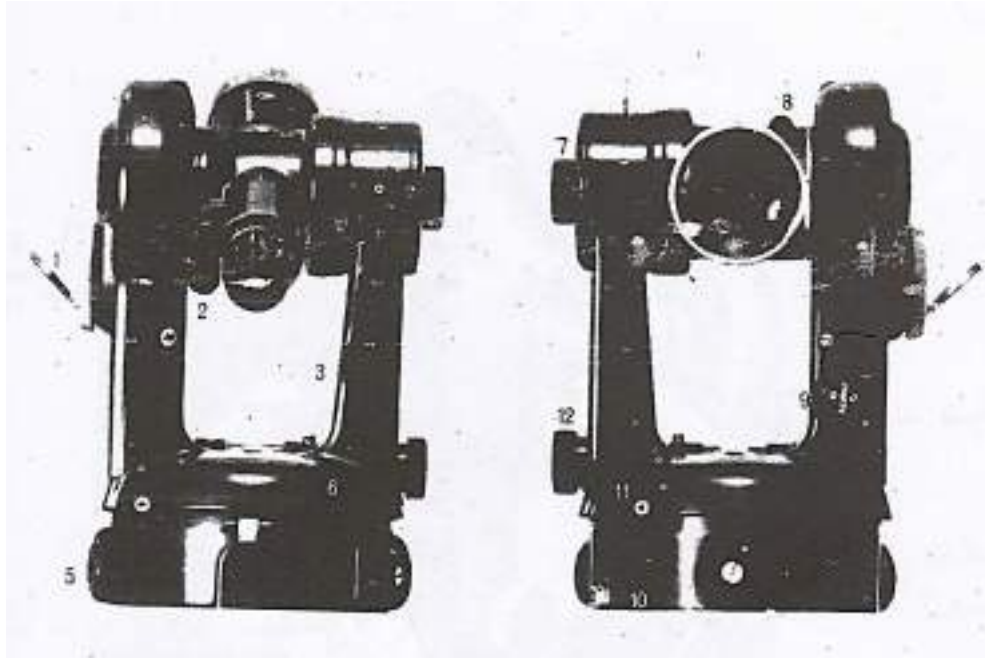
تمتاز اجهزة الثيودولايت الحديثة بدقتها العالية وسهولة استخدامها وصغر حجمها وخفة وزنها ، وان معظم اجزائها مغطاة ومحمية من الاتربة .



الشكل ( 4 - 11 )



## ثيودولايت تكرر



الشكل (5-11)

ثيودولايت اتجاه

والرطوبة . ان التقدم في صناعة العدسات ساعد على تقصير طول المنظار والتغلب على كثير من عيوب العدسات مثل الزيغ الكروي (spherical aberration) والزيغ اللوني (chromatic aberration) وتشتت الضوء وذلك بصناعة العدسات الشبيئية من عدستين تلاشي احدهما عيوب الاخرى ، كما صنعت بقطر اكبر نسبياً مما ساعد على زيادة كمية الضوء وسعة مجال الرؤية ، وكذلك استخدام طلاء خاص يمنع انعكاس الضوء الساقط عليها . واستبدل حامل الشعيرات بقرص من الزجاج ، حفورة عليه مجموعة من الخطوط بعد ان كان في الاجهزة القديمة مكوناً من حلقة من المعدن مثبت بها جزء من خيط شبكة العنكبوت لتفادي وضع قرص من الزجاج لا نه يحجب كمية من الضوء كانت ضرورية في ذلك الوقت .  
تمتاز هذه الاجهزة بالطريقة المبتكرة في قراءة الدائرتين الافقية والرأسية التي حلت

محل الورنية فوضع المايكروميترالذي يقرأ كسور اصغر وحدة تقسيم على الدائرتين الافقية والرأسية بطريقة غاية في الدقة والوضوح والسهولة ، كما سيأتي شرح ذلك فيما بعد . ونتيجة التقدم الكبير في صناعة المرئيات امكن صنع الدائرتين الافقية والرأسية من الزجاج بدلاً من المعدن . بواسطة مجموعة من المواشير والمرايا اصبحت كل من تداريج الدائرتين الافقية والرأسية تظهران في منظار صغير مجاور لمنظار الرصد لذا يستطيع الراصد ان يأخذ القراءة مباشرة بعد توجيهه بدلاً من ان يدور حول الجهاز ليقراً الورنيتين . في بعض هذه الاجهزة تكون القراءة عبارة عن متوسط القراءتين المتقاطرتين بدلاً من اخذ قراءتي الورنيتين ثم ايجاد متوسطهما لتفادي خطأ عدم التمرکز . ان التداريجوالارقام على الدائرة الزجاجية اوضع بكثير مما هي على الدائرة المعدنية حيث ان الضوء يمر خلال الدائرة الزجاجية بدلاً من ان ينعكس على سطحها المعدني لذا امكن الحصول على صورة اوضح واكثر اضاءة ونتيجة لذلك امكن الحصول على دقة اعلى في القراءات كما امكن الحصول على الدقة ذاتها بدائرة زجاجية اقل بكثير في القطر من الدوائر المعدنية . وفي الاجهزة الحديثة امكن استعمال الاضاءة الاصطناعية بواسطة بطاريات عند الرصد ليلاً او داخل المناجم والانفاق ، كذلك فقد استعيض عن لولب التوضيح الجانبي بحلقة توع حول انبوب المنظار قرب العينية تقوم بعملية توضيح الصورة عند ادارتها وذلك لتوزيع الضغط على المنظار دائرياً بدلاً من الضغط على جانب واحد مما كان يسبب بعض الاخطاء .

وتمتاز هذه الاجهزة بان انبوب فقاعة مؤشر الدائرة الرأسية يظهر حيث يقف الراصد فيمكن للشخص ان يقوم بعملية الرصد وضبط الفقاعة من موقعة نفسه بدلاً من ان يدور حول الجهاز ليلاحظ موقع الفقاعة . لقد اصبحت معظم الاجهزة الان لا تحتوي على مثل هذا الانبوب فمؤشر الدائرة الرأسية يأخذ موقعه الصحيح تلقائياً باستعمال خاصية البندول او افقية سطح السائل . وقد اضيف الى الاجهزة الحديثة منظار صغير على جانب الجهاز ( شكل 4-11 ) واضيف الى البعض الاخر عمود في اسفل الجهاز ( شكل 7-11 ) يستعمل كل منها للتسامت الدقيق بدلاً من خيط

الشاقول الذي تكون دقته غير كافية وخصوصاً في الرياح الشديدة فينتسبب عن ذلك اخطاء كبيرة خصوصاً عندما تكون المسافة بين الجهاز والهدف قصيرة ، كما سيأتي شرح ذلك فيما بعد . في بعض الاجهزة يمكن فصل جزءها العلوي عن القاعدة كي يركب على قاعدة اخرى ( شكل 4-11).

في هذه الحالة توجد هناك ثلاثة او اكثر من الركائز عليها قواعد مماثلة بحيث توضع فوق القواعد الاخرى اهداف للتسديد ويمكن في هذه الحالة استبدال الجهاز مع الهدف لزيادة سرعة الرصد دون الحاجة الى اعادة التسامت.

### (11-7)التسامت وضبط افقية الجهاز Centering and Leveling

يقصد بالتسامت نصب الجهاز بحيث يكون مركزه نقطة تقاطع المحور الافقي مع المحور الرأسى ( مباشرة على النقطة المفروضة نصب الجهاز فوقها . موقع النقطة التي ينصب فوقها الجهاز يجب ان يكون قوياً وثابتاً فقد يدق وتد بالأرض الى ان يكون سطحه العلوي بمستوى سطح الارض ثم يدق مسمار صغير على السطح العلوي للوتد بتعين موقع النقطة بالضبط . لماذا كانت النقطة واقعة على التبليا فيتعين موقعها بواسطة دق مسمار على التبليط مباشرة . اما اذا كانت النقطة على ارض صخرية فينحت خطان متقاطعان على الصخر ونقطة تقاطع هذين الخطين تمثل النقطة المطلوبة . اذا تطلب الامر جعل النقطة دائمية فيستعمل انبوب حديد يغزر في صبة كونكريتية ويمثل مركز الانبوب النقطة المطلوبة .

في الاجهزة الاعتيادية يستعمل الشاقول للدلالة على موقع مركز الجهاز بالنسبة للنقطة المثبتة على الارض والمنسوب فوقها الجهاز . الشاقول يكون معلقاً تحت مركز الجهاز مباشرة . ويمكن التحكم بطول خيط الشاقول وذلك لجعل رأس الشاقول فوق النقطة ببضعة ملمترات . عندما تكون الرياح هادئة يمكن ضبط التسامت بواسطة الشاقول بحدود  $\pm 2$  ملمتر .

بعض الاجهزة الحديثة مزودة بعمود متصل بالجزء السفلي من رأس الركيزة وذلك لاستخدامه في التسامت ( الشكل 7-11) . ان هذا العمود ، المسمى بعمود التسامت (centering rod)، مكون من جزءين متداخلين وذلك للتحكم بطوله حسب

ارتفاع الجهاز . في الجزء العلوي من العمود توجد فقاعة دائرية تستعمل لضبط شاقولية العمود . وباستعمال هذا العمود يمكن ضبط التسامت بحدود  $\pm 1$  ملمتر .

في البعض الآخر من الاجهزة الحديثة يوجد منظار صغير ، يسمى منظار التسامت(optical plummet) ، مثبت في الجزء الاسفل من العضادة ( في قسم من الاجهزة يكون مثبت في قاعدة الجهاز ) يستعمل لضبط التسامت(الشكل 4-11)

. يمكن ضبط التسامت بواسطة منظار التسامت بحدود  $\pm 0.5$  ملمتر .

ان معظم الاجهزة الحديثة مزودة بعمود تسامت ومنظار تسامت في الوقت نفسه .

واذا اريد الحصول على تسامت دقته تختلف عن دقة العمود فيمكن ازالة العمود واستعمال الشاقول او المنظار ، حسب الدقة المطلوب يقصد بضبط افقية الجهاز جعل المحور الافقي ( وكذلك الدائرة الافقية ) افقياً تماماً ، او بمعنى اخر جعل المحور الرأسي للجهاز شاقولياً تماماً . يتم ضبط الافقية بواسطة لولب التسوية وذلك يجعل محور انبوب فقاعة الدائرة الافقية افقياً باتجاهين متعامدين .

#### (8-11) خطوات التسامت وضبط الافقية

##### أ- باستعمال الشاقول

- 1- تطول ارجل الركيزة بحيث يكون ارتفاع الجهاز مناسباً لطول الشخص
- 2- يثبت الشاقول بلولب التثبيت وذلك بتدويره باتجاه عقارب الساعة .
- 3- توضع الركيزة بالقرب من النقطة المطلوب نصب الجهاز فوقها بحيث تكون لوحة الركيزة التي يستند عليها الجهاز (tripod plate) افقية تقريباً
- 4- ترتفع الركيزة ، بدون تغيير وضعية ارجلها ، وتوضع فوق النقطة بحيث يكون الشاقول اقرب ما يمكن الى النقطة ولا يبعد عنها باكثر من سنتمترين عندما يكون في مركز مجال حركته ، اي عندما يكون لولب التثبيت في مركز لوحة الركيزة .

5- يضغط بقوة على دواسات ارجل الركيزة لتثبيتها بالأرض جيداً . اذا كان نزول الارجل غير متساو فيمكن اعادة افقية لوحة الركيزة وكذلك موقع الشاقول بالنسبة الى النقطة وذلك بتطويل او تقصير بعض الارجل .

6- يفتح الصندوق ويرفع منه الجهاز بمسكه من الحامل الذي لا يحتوي على الدائرة الرأسية ويوضع فوق لوحة الركيزة . يبقى الجهاز ممسوكاً باحدى اليدين وباليدين الاخرى يثبت بلوحة الركيزة بواسطة لولب التثبيت وذلك بتدوير اللولب باتجاه عقارب الساعة . لا يدور اللولب كل مداه بل يبقى راحياً قليلاً وذلك لا مكانية حركة الجهاز فوق لوحة الركيزة .

7- يغلق الصندوق للمحافظة على نظافة داخله .

8 يحرك الجهاز فوق لوحة الركيزة الى ان يكون الشاقول بقدر الامكان فوق النقطة ثم يشد لولب التثبيت جيداً .

9- تدوير لولب التسوية الى ان تكون وسط مداها .

10- تدوير العضادة (alidade) الى ان يكون انبوب الفقاعة موازياً للخط الواصل بين اي اثنين من لولب التسوية ثم يدور هذان اللولبان باتجاهين متعاكسين حسب قاعدة الابهام الايسر الى ان تكون الفقاعة وسط الانبوب (1 في الشكل 6 - 5)

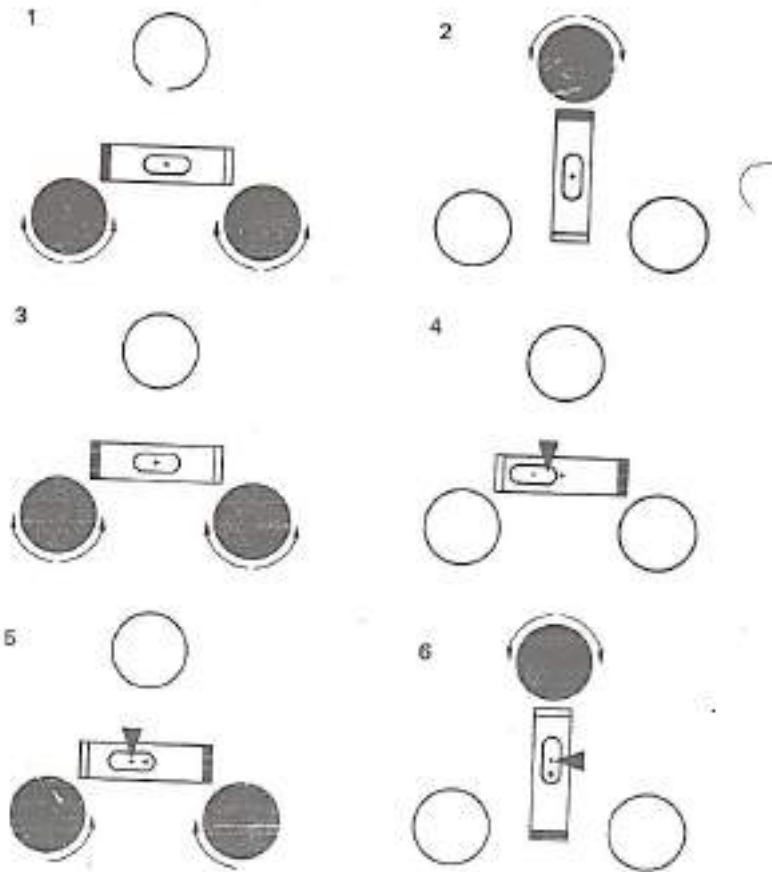
11- تدور العضادة بزاوية 90° باتجاه عقارب الساعة وبواسطة اللولب الثالث وحسب قاعدة الابهام الايسر توضع الفقاعة وسط الانبوب (2 في الشكل 6 - 5) .

12- تدور العضادة بزاوية 90° عكس اتجاه عقارب الساعة ويلاحظ موقع الفقاعة ، حالة عدم بقائها في وسط الانبوب تعاد اليه بواسطة اللولبين (3 في الشكل 6 - 5).

13- تدور العضادة بزاوية 180° باتجاه عقارب الساعة ويلاحظ موقع الفقاعة (4 في الشكل 6-11) .

14- بواسطة اللولبين تحرك الفقاعة باتجاه مركز الانبوب بقدر نصف المسافة التي ابتعدت به عنه (5 في الشكل 6-11)

15- تدور العضادة بزاوية  $90^\circ$  باتجاه عقارب الساعة وبواسطة اللولب الثالث تعاد الفقاعة الى وضعها في الخطوة (14) نفسه (6 في الشكل ).  
يجب ان تبقى الفقاعة في هذا الوضع لجميع اتجاهات المنظار ، لم تكن كذلك فيجب اعادة خطوات ضبط الافقية ولكن في هذه المرة يعتبر الوضع في 5 و 6 في الشكل (6 - 11) كأنه



الشكل (6 - 11)

خطوات ضبط افقية الثيودولايت

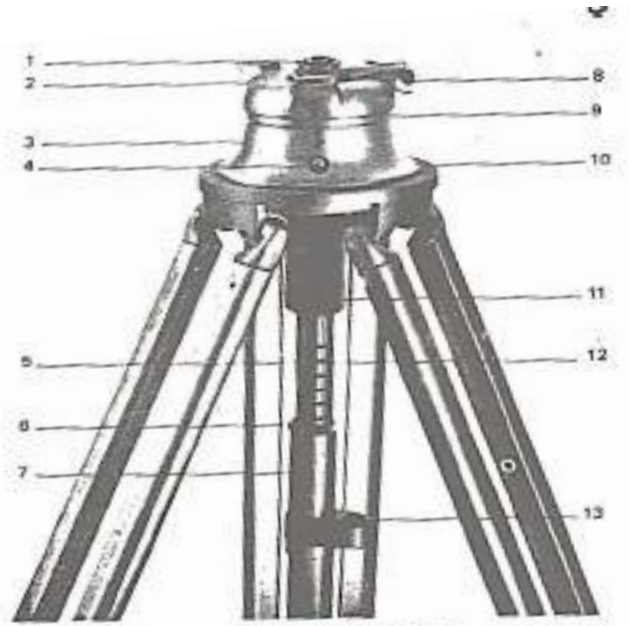


المركز الصحيح للأنبوب. يكون الجهاز افقياً عندما تبقى الفقاعة في الموقع نفسه – ليس من الضروري وسط الأنبوب – في جميع اتجاهات المنظار . يكون من المناسب جداً فحص الفقاعة وتعديلها ، كما تم شرح ذلك بالنسبة لجهاز التسوية من نوع دمبي، حتى تبقى وسط الأنبوب في جميع الاتجاهات .

ب – باستعمال عمود التسامت

1-تطول ارجل الركيزة بحيث يكون ارتفاع الجهاز مناسباً لطول الشخص .

2-توضع الركيزة فوق النقطة المراد نصب الجهاز فوقها بحيث يكون رأسها (tripod head)(3 في الشكل 7 - 11) افقياً تقريباً ومتمركزاً مع الدائرة الحفورة على لوحة الركيزة (10) .



الشكل ( 5 - 7 )

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| ( 4 ) زر الانطلاق            | ( 3 ) رأس الركيزة       |
| ( 8 ) ذراع التثبيت           | ( 7 ) عمود التسامت      |
| ( 11 ) قبضة التثبيت          | ( 10 ) لوحة الركيزة     |
| ( 12 ) تدريجات ارتفاع الجهاز | ( 13 ) الفقاعة الدائرية |

شكل (7-11)

3- يتم ارخاء قبضة التثبيت (clamping grip) بتدويرها قليلاً عكس اتجاه عقارب الساعة ثم يطول عمود التسامت (7) ويغزر رأسه المديب في النقطة المراد نصب الجهاز فوقها .

4- يضغط بقوة على دواسات ارجل الركيزة لتثبيتها جيداً في الارض .

5-بتطويل او تقصير ارجل الركيزة تدخل الفقاعة الدائرية (13) المثبتة في اعلى الجزء الاسفل من العمود داخل دائرتها باتباع الخطوات التالية :

أ -عمود التسامت بحيث تكون الفقاعة الدائرية بين اي اثنين من ارجل الركيزة ، A و B في الشكل (8 - 5) .

ب - بتطويل او تقصير احد هاتين الرجلين تحرك الفقاعة الى ان يقع مركزها على الخط الواصل بين الرجل الثالثة (c) ومركز دائرتها .

ج - بتطويل او تقصير الرجل الثالثة تدخل الفقاعة داخل دائرتها .

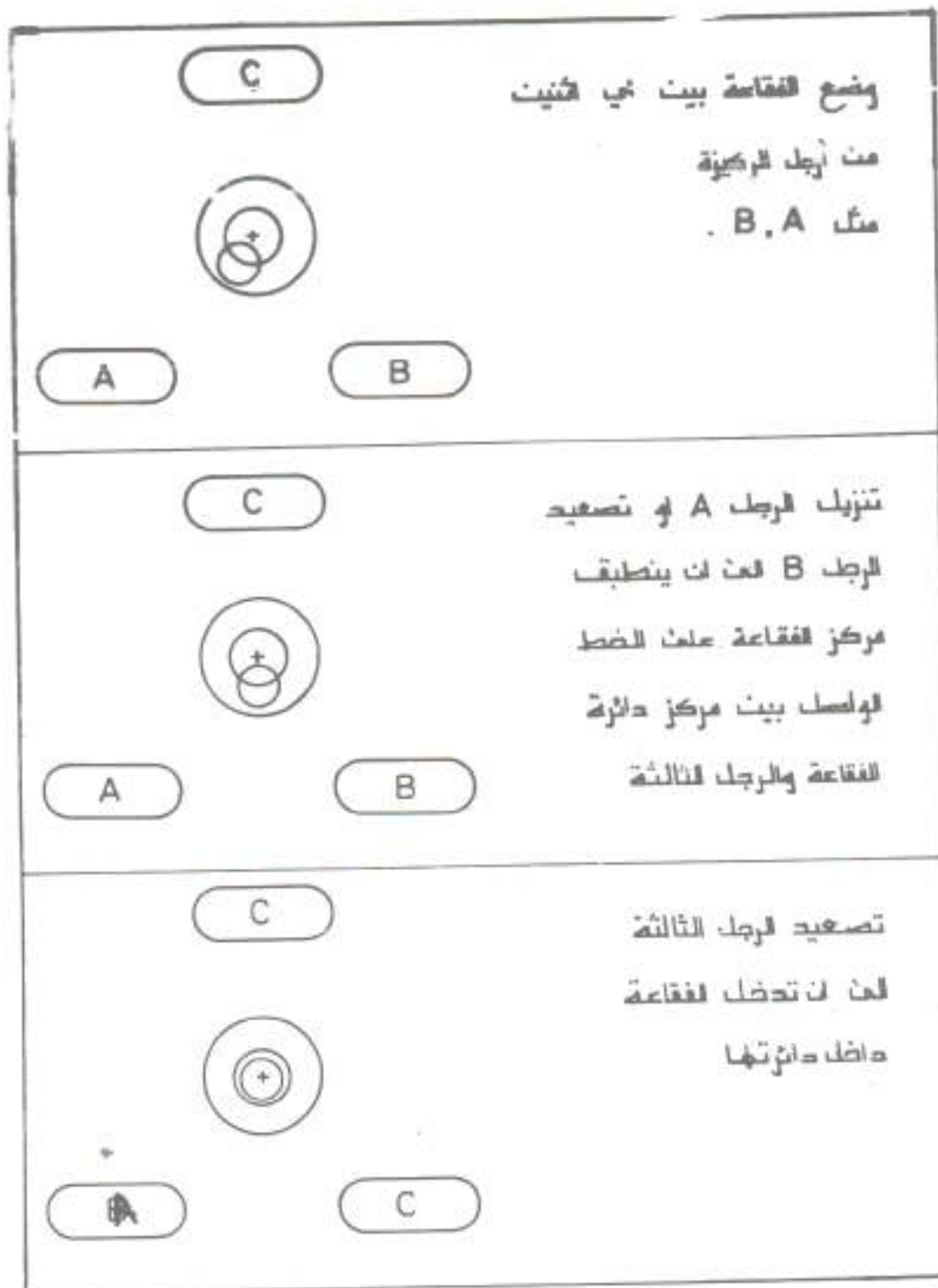
6- يضغط على زر الانطلاق (release knob) (4 في الشكل 7 - 5) ويحرك رأس الركيزة فوق اللوحة في الاتجاه المناسب الى ينطبق مركز الفقاعة تماماً على مركز دائرتها .

7-تشد قبضة التثبيت بتدويرها باتجاه عقارب الساعة .

8- للتأكد من صحة وضع الفقاعة يدور عمود التسامت بزاوية  $180^\circ$  ( شكل 9 - 5) فاذا بقيت الفقاعة في مركز الدائرة فان وضعها صحيح واذا لم تبقى فيضغط على زر الانطلاق - بعد ارخاء قبضة التثبيت قليلاً - ويحرك رأس الركيزة في الاتجاه المناسب الى ان تتحرك الفقاعة باتجاه مركز دائرتها بقدر نصف المسافة التي ابتعدت بها عنه ثم تشد قبضة التثبيت .

9- يدور عمود التسامت الى اي اتجاه اذ يجب ان تبقى الفقاعة في مكانها .

10- يدور ذراع التثبيت (locking lever) (8 في الشكل 7 - 11) بعكس اتجاه عقارب الساعة الى نهاية حركته .



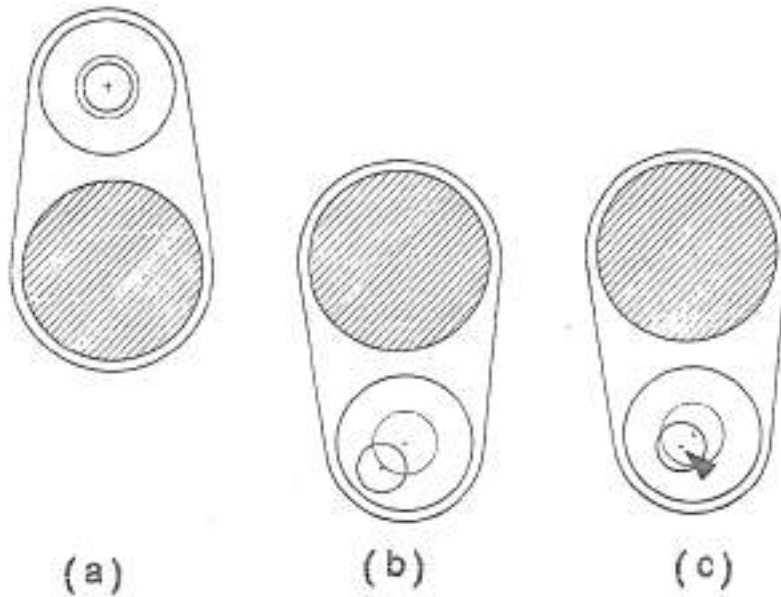
الشكل (8 - 11)

خطوات ادخال الفقاعة الدائرية لعمود التسامتفي دائرتها

11-تفتح العلبة ويرفع الغطاء ثم يرفع الجهاز بمسكة من الحامل الذي لا يحتوي على الدائرة الرأسية ويتم وضعه على رأس الركيزة بحيث تكون لوالب التسوية فوق قواعدها الثلاث ( الشكل 10 - 11 ) .

12- لتثبيت الجهاز يدور ذراع التثبيت باتجاه عقارب الساعة . لتدوير الذراع يرفع النابض - الموجود تحت الذراع - فوق مسكة الامان (safety lug) كما هو مبين في الشكل ( 10 - 11 ) .

13-اعادة خطوات ضبط الافقية (9 - 15) المشروحة في (أ) - باستعمال الشاقول(نفسها) .



الشكل ( 9 - 5 )

( a ) الفقاعة متمركزة مع دائرتها .

( b ) تدوير عمود التسامت  $180^\circ$  .

( c ) ارجاع الفقاعة بقدر نصف المسافة التي ابتعدت بها عن مركزها

شكل (9-11)

ان الخطوات اعلاه تنطبق تماماً على اجهزة كيرن (kern) سويسرية الصنع ، وقد تكون هناك بعض الاختلافات الطفيفة بالنسبة للأجهزة الأخرى .



الشكل ( 5 - 10 )

الشكل (11-10)

ج - باستعمال منظار التسامت

الطريقة الأولى

1- الخطوات نفسها ( 1 - 7 ) المشروحة في (أ) او ( 1 - 12 ) المشروحة في (ب)



2- يزال الشاقول اول عمود التسامت.

3- تضبط افقية الجهاز بصورة تقريبية باستعمال الفقاعة الدائرية ( او انبوب فقاعة الدائرة الافقية اذا كان الجهاز لا يحتوي على فقاعة دائرية ) اذا استخدم انبوب الفقاعة فتتبع الخطوات (9 - 11) فقط من الخطوات المشروحة في (أ) .

4- ينظر في منظار التسامتويدور ويسحب قليلاً لتوضيح تقاطع شعيراته والنقطة المنصوب فوقها الجهاز .

5- يحرك الجهاز فوق لوحة الركيزة في الاتجاه المناسب الى ان تنطبق نقطة تقاطع الشعيرات على النقطة المنصوب فوقها الجهاز . مما يجب الانتباه اليه ان لا يكون هناك اي دوران للجهاز بالنسبة الى لوحة الركيزة عند تحريكه عليها والا سوف تتغير الافقية .

6- تضبط افقية الجهاز باتباع الخطوات (9 - 15) المشروحة في (أ) .

7- ينظر في منظار التسامتويدم التأكد من بقاء تطابق نقطة تقاطع الشعيرات والنقطة المنصوب فوقها الجهاز . اذا لم يبق هذا التطابق فيعاد بإرخاء لولب التثبيت (او الضغط على زر الانطلاق) وتحريك الجهاز فوق لوحة الركيزة .

8- التأكد من بقاء افقية الجهاز واعادتها ان تطلب الامر ذلك .

9- تعاد الخطوتان (7) و (8) الى ان يتم ضبط التسامتوالافقية في الوقت نفسه . يكون التسامت وضبط الافقية صحيحين اذا كانت نقطة تقاطع الشعيرات منطبقة على النقطة المنصوب فوقها الجهاز والفقاعة الطولية تبقى في مكانها في جميع اتجاهات المنظار .

### الطريقة الثانية

1- الخطوات نفسها (1) و (2) و (4) من الطريقة الاولى .

2- تطبق نقطة تقاطع الشعيرات على النقطة المنصوب فوقها الجهاز بواسطة لولب التسوية .

3- تدخل الفقاعة الدائرية داخل دائرتها بواسطة تطويل او تقصير ارجل الركيزة . نقطة تقاطع الشعيرات سوف تبقى منطبقة على النقطة المنصوب فوقها الجهاز .

4- الخطوات نفسها (6 - 9) من خطوات الطريقة الاولى .



خطوات كل من هاتين الطريقتين تنطبق تماماً على اجهزة وايلد(Wild) سويسرية الصنع . وقد تكون هناك بعض الاختلافات بالنسبة للأجهزة الأخرى .

### (11-9) توضيح تقاطع الشعيرات

يوجه المنظار الى السماء او الى اي سطح متجانس الاضاءة مثل جدار او ورقة بيضاء وينظر في العينية ثم تدور الى ان يكون تقاطع الشعيرات واضحاً جداً ولونه اسود غامقاً . يمكن معرفة موقع العينية الذي يناسب عين الراصد من ملاحظة التقاسيم المثبتة على محيط حلقة العينية

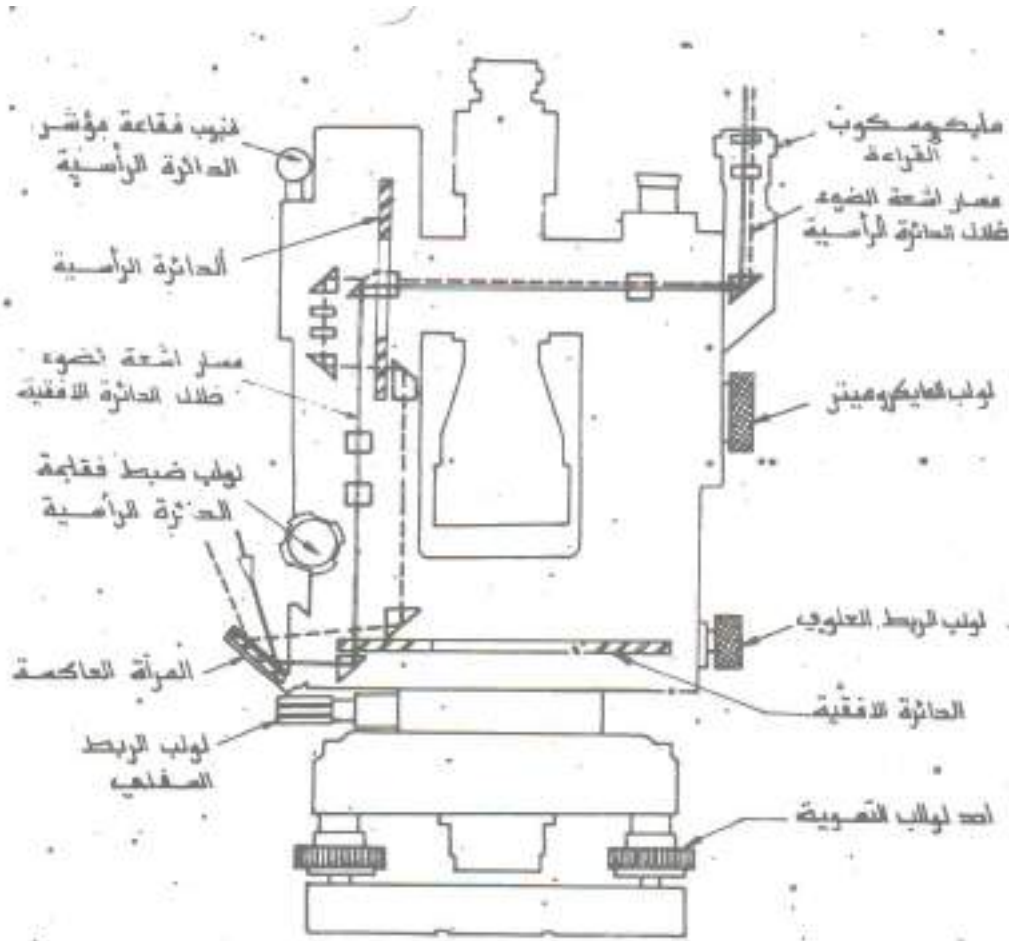
### (11-10) التوجيه الى الهدف وتوضيح صورته

يفتح كل من لولبي الربط ، الرأسى والافقى ( في جهاز التكرار يفتح لولب الربط الرأسى ولولب الربط العلوي او السفلي ، حسب الحالة ) ويوجه المنظار الى الهدف بواسطة المهدف ( الشكل 5 - 11 ) . يثبت كل من لولبي الربط وينظر من خلال المنظار ويدور لولب التوضيح الى ان يظهر الهدف واضحاً . بواسطة لولبي الحركة البطيئة الرأسى والافقى ( في جهاز التكرار يستعمل لولب الحركة البطيئة الرأسى ولولب الحركة البطيئة العلوي او السفلي ، حسب الحالة ) تحرك نقطة تقاطع الشعيرات الى ان تكون قريبة من الهدف . يتأكد من عدم وجود ظاهرة الاختلاف الموقعي(parallax) وذلك بتحريك الرأس الى الاعلى والى الاسفل قليلاً والتأكد من عدم وجود حركة ظاهرية بين تقاطع الشعيرات والهدف . للتخلص من تأثير ظاهرة الاختلاف الموقعي بعد توضيح صورة الهدف بتدوير لولب التوضيح قليلاً . للتوجيه الافقى ( عند قياس زوايا افقية مثلاً ) يدور لولب الحركة البطيئة الافقى ( في جهاز التكرار يستعمل لولب الحركة ان تشطر الهدف . اما للتوجيه الرأسى ( عند قياس زوايا رأسية مثلاً ) فيدور لولب الحركة البطيئة الافقى لجعل الشعيرة الرأسية يمين او يسار الهدف قليلاً ثم بواسطة لولب الحركة البطيئة الرأسى تطبق الشعيرة الافقية تماماً على الهدف .

### (11 - 11) قراءة الزوايا في الاجهزة الحديثة

الوسيلة التي تقدم بها قراءة الزوايا في الاجهزة الحديثة تختلف تماماً عن الورنية المستخدمة في الاجهزة القديمة . فيما ان زيادة دقة الورنية محدودة فقد استخدم المايكروميتر لقراءة الزوايا بطريقة ادق من قراءتها باستخدام الورنية . تكون الدائرتان ، الافقية والرأسية ، في الاجهزة الحديثة مصنوعة من الزجاج ويكون الحاملان اللذان يسندان المنظار مجوفين ، لذلك يمكن امرار الاشعة الضوئية خلال

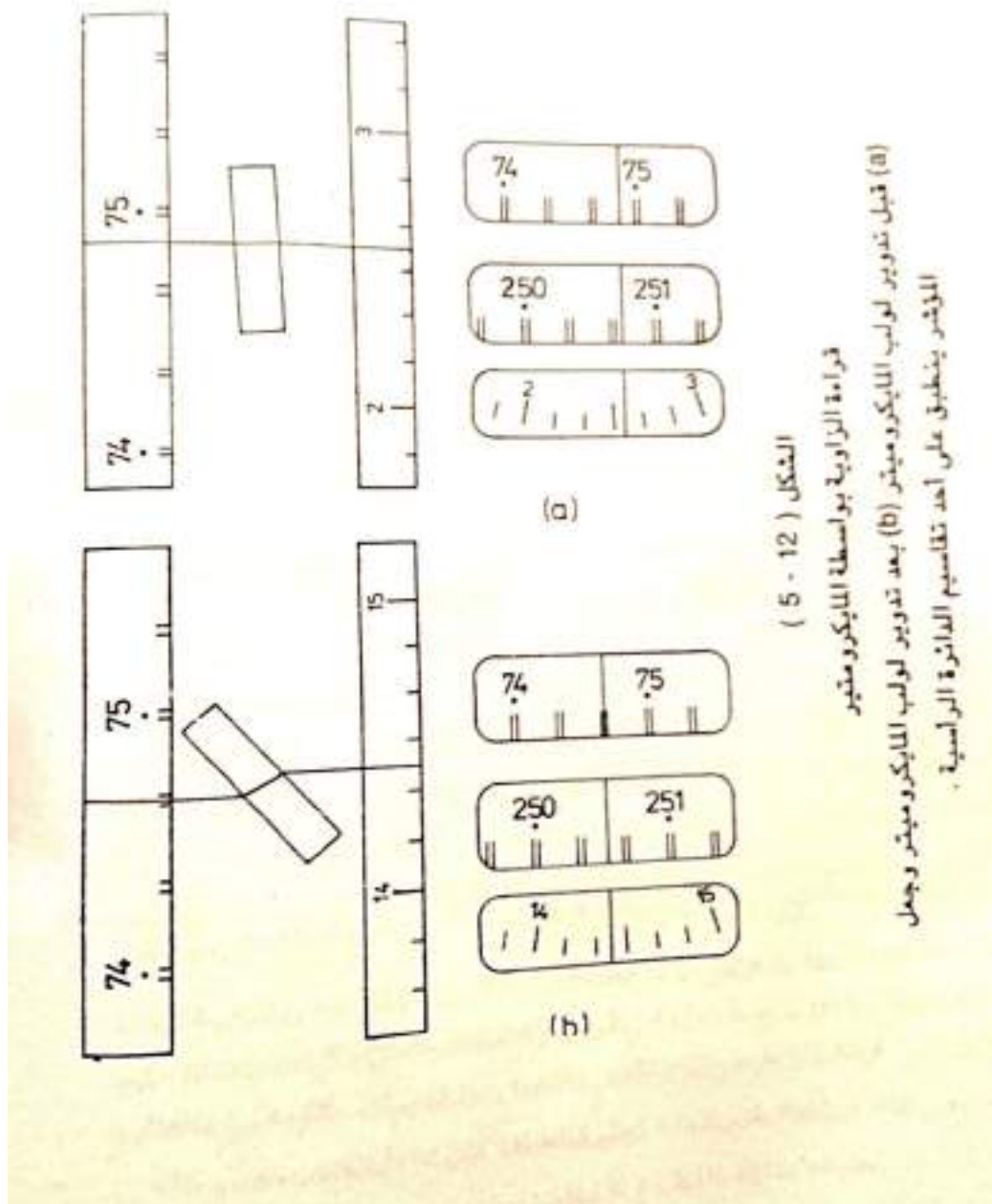
الجهاز بواسطة ترتيب مجموعة من المواشير كما هو مبين في الشكل (11 - 11) . يمكن رؤية قراءة الدائرتين بواسطة منظار صغير مثبت في جهة عينية منظار الجهاز يسمى مايكروسكوب القراءة . توجد مرآة مثبتة على جانب احد الحاملين لا دخال الضوء داخل الجهاز لإضاءة الدائرتين . كما هو مبين في الشكل (11 - 12) ، عند النظر في مايكروسكوب القراءة تظهر ثلاثة تقاسيم . التقاسيم العليا هي تقاسيم الدائرة الرأسية ، والتقاسيم الوسطى هي تقاسيم الدائرة الأفقية ، والتقاسيم السفلى فهي تقاسيم مقياس المايكروميتر بالنسبة الى الشكل (11 - 12) ، اصغر تقسيمة في



الشكل (11 - 11)

مسار الاشعة الضوئية خلال الدائرتين

كل من الدائرتين هي  $20'$  ، لذلك قراءة اي من الدائرتين بصورة مباشرة الى حد اقل من  $20'$  . بواسطة المايكروميتر ذي الالوجه المتوازية ( parallel plate micrometer) يمكن قراءة كسور اصغر تقسيمة في الدائرة . قليلاً بالنسبة الى الشكل (a-12) ، قراءة الدائرة الرأسية هي  $7440'$  مضافاً اليها المسافة بين تقسيمة الدائرة التي قيمتها  $7440'$  والمؤشر ( لتكن هذه المسافة  $x$ ) وكذلك قراءة مقياس المايكروميتر.



## شكل (11-12)

التي هي  $2^{\circ}34'$  ( اصغر تقسيمة في المايكروميتر هي  $10''$  ) ، اي ان القراءة الكلية هي  $(74^{\circ}42'34''$  مضافاً قيمة  $x$ ) بواسطة المايكروميتر يمكن ايجاد قيمة  $(X)$  .

يستند مبدأ المايكروميتر على قانون الانكسار الذي ينص على ان الشعاع الضوئي عندما يسقط على سطح شفاف بزاوية قائمة فانه سوف يمر خلال السطح بدون ان ينكسر ، ولكن اذا كان الشعاع مائلاً بزاوية فانه سوف ينكسر ويخرج من الجهة الثانية موازياً لاتجاهه قبل الانكسار .

المايكروميتر عبارة عن لوح زجاجي ذي اوجه متوازية مثبت داخل الجهاز بحيث يعترض مسار الشعاع الضوئي ، ومتصل بلولب المايكروميتر المثبت على الحامل . تدوير لولب المايكروميتر مداه الكامل يجعل اللوح يميل بزاوية معينة بحيث تتبدل قراءة الدائرة بما يعادل قيمة اصغر تقسيمة عليها وفي الوقت نفسه يبذل قراءة مقياس المايكروميتر بالقيمة نفسها ولكن بعكس الاتجاه ، اي اذا كان تدوير اللولب يزيد من قراءة الدائرة فانه سوف ينقص من قراءة مقياس المايكروميتر والعكس صحيح . ونستنتج من ذلك ان تدوير لولب المايكروميتر لا يبذل قيمة القراءة الكلية ( قراءة الدائرة مضافاً اليها قراءة المايكروميتر ) .

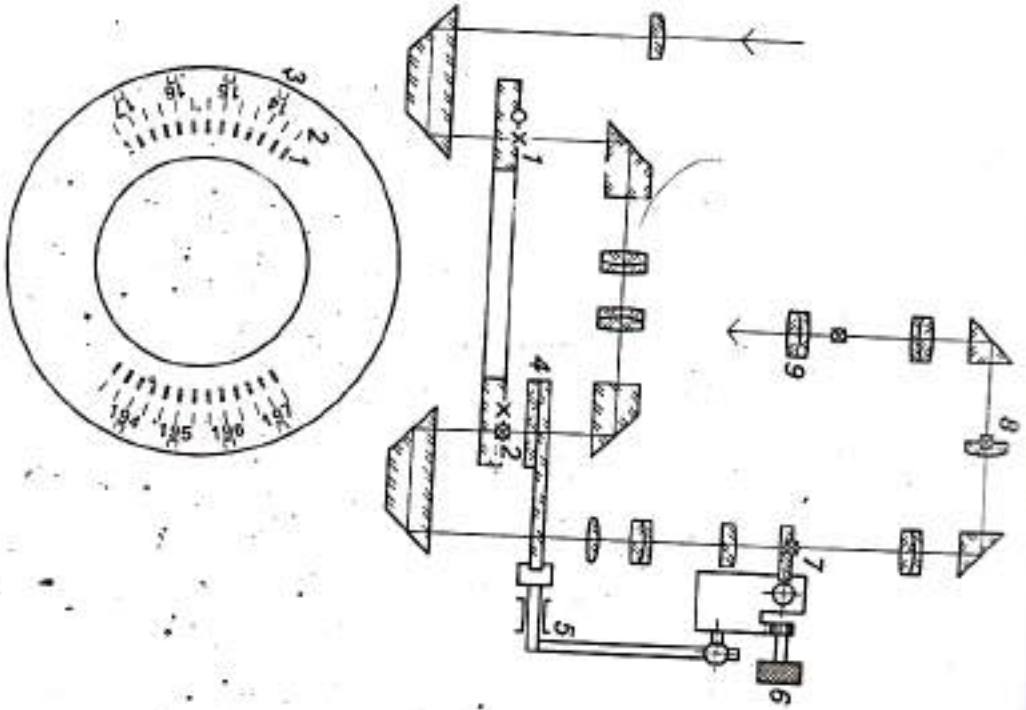
في الشكل (b5-12) ، دور لولب المايكروميتر الى ان انطبق المؤشر على تقسيمة الدائرة التي قيمتها  $4074^{\circ}$  ، اي نقصت قيمة الدائرة بمقدار  $(X)$  ، وفي الوقت نفسه ازدادت قراءة المايكروميتر من  $2^{\circ}34'$  الى  $25^{\circ}14'$  . هذا يعني ان قيمة  $(X)$  هي  $11^{\circ}51'$  . يفهم من ذلك انه عندما يراد قراءة لدائرة ، الافقية او الرأسية ، يدور المايكروميتر الى ان ينطبق المؤشر على تقسيمة الدائرة ثم تضاف قراءة المايكروميتر الى قيمة هذه التقسيمة لذلك فان قراءة الدائرة الرأسية في الشكل (b5-12) هي  $25^{\circ}54'74^{\circ}$  .

اذا كان المغزلان ، الداخلي والخارجي ، غير متمركزين فان قيمة الزاوية المقاسة سوف لا تكون صحيحة . يمكن التخلص من تأثير عدم تمركز المغزلين وذلك بالحصول على قراءتين الفرق بينهما  $180^{\circ}$  ، اي قراءتين متقاطرتين (واقعتين على قطر الدائرة) ، ثم يتم اخذ متوسطهما، كما في الاجهزة القديمة . في بعض الاجهزة الحديثة تظهر في مايكروسكوب القراءة التقاسيم المتقاطرة للجهتين المتقابلتين من الدائرة بعد ان تنقل بواسطة ترتيب مناسب لمجموعة من المواشير ( الشكل-11 13) لاختد القراءة في مثل هذه الاجهزة يتطلب الامر تدوير لولب المايكروميتر الى ان

تنطبق تقاسيم احدى جهتي الدائرة مع تقاسيم الجهة المقابلة ثم يتم اخذ قراءة كل من الدائرة المايكروميتر وتجمعان للحصول على القراءة المطلوبة التي هي عبارة عن متوسطة القراءتين المتقاطرتين والخالية من خطأ عدم تمرکز المغزلين . الشكل (11-14) يبين كيف تبدو تقاسيم الدوائر ومقياس المايكروميتر في مايكروسكوب القراءة لعدد من الاجهزة .

في بعض الاجهزة لا تظهر صورتها الدائرتين في الوقت نفسه في مايكروسكوب القراءة . في مثل هذه الاجهزة يوجد لولب خاص لتبديل اتجاه مسار الشعاع ، فعندما يراد قراءة الزاوية يدور اللولب الى احد الوضعين فتظهر احدى الدائرتين ، وعند تدوير اللولب الى الوضع الثاني تظهر الدائرة الثانية .





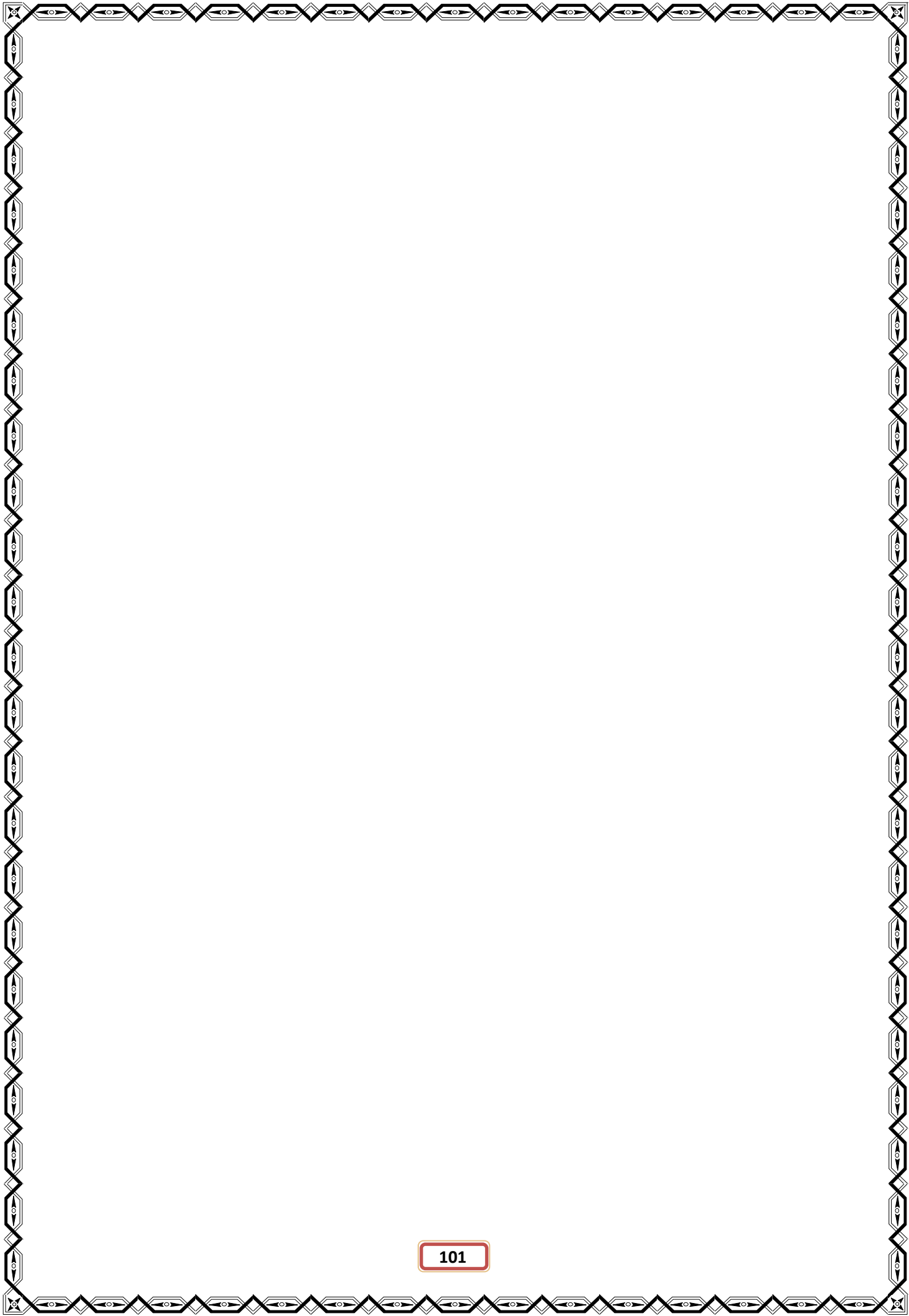
الشكل (5-13)

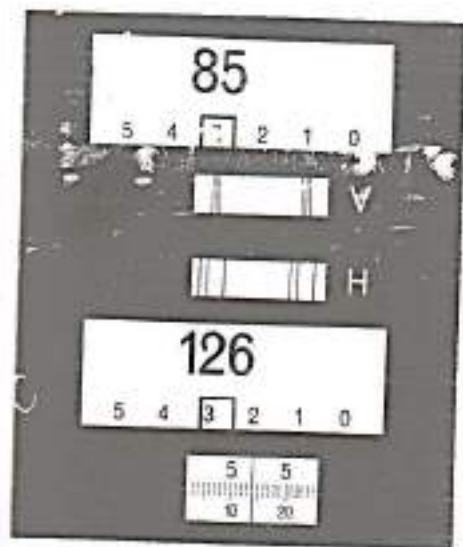
تجلية الحصول على القراءتين المتقاطعتين

القراءة في المايكروسكوب تبدو كما في الشكل (5-14)

- (1) التقاسيم الداخلية للدائرة - خطوط مزدوجة .
- (2) التقاسيم الخارجية للدائرة - خطوط مفردة .
- (3) العلامة التي تحيط بالرقم الذي يدل على عشرات المقاييس .
- (4) لوح المايكروميتر .
- (5) محمل ذراع لوح المايكروميتر .
- (6) لولب المايكروميتر .
- (7) مقياس المايكروميتر .
- (9) عينية مايكروسكوب القراءة .



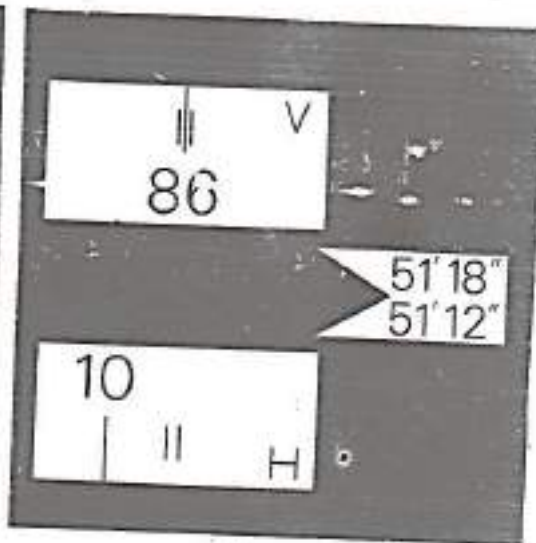




(a)

قراءة الدائرة الرأسية

$85^{\circ} 35' 14''$



(b)

قراءة الدائرة الرأسية

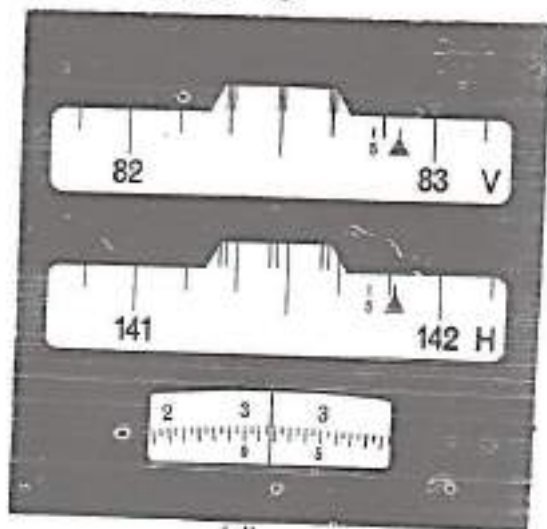
$86^{\circ} 51' 15''$



(c)

قراءة الدائرة الأفقية أو الرأسية

$94^{\circ} 12' 44.3''$



(d)

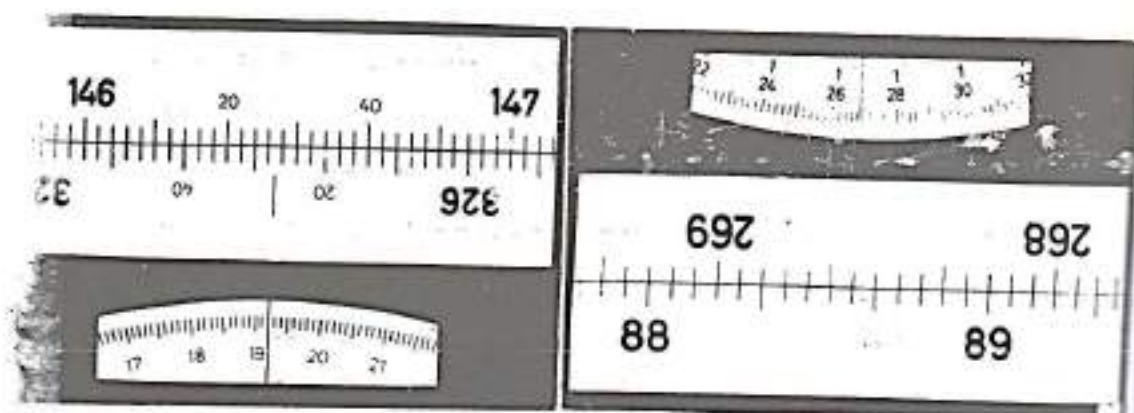
قراءة الدائرة الرأسية

$82^{\circ} 53' 1.8''$

الشكل ( 5 - 14 )

قراءة الدائرة

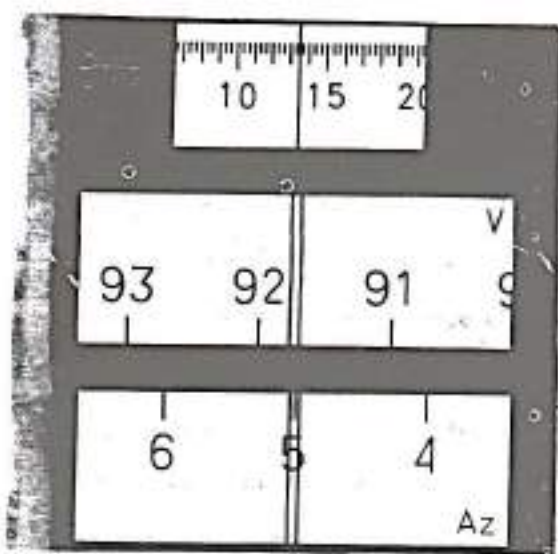
شكل (11-13)



(e)

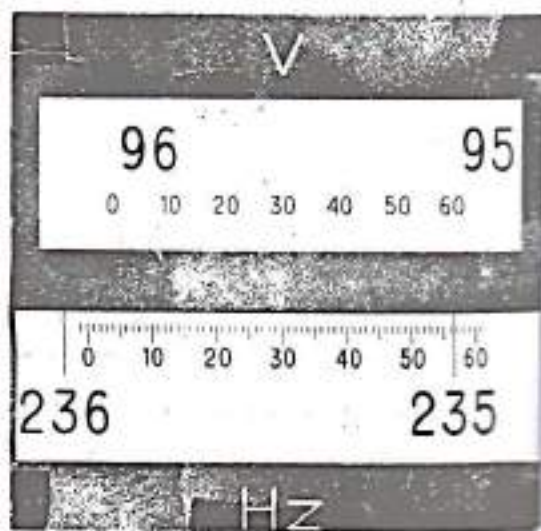
قراءة الدائرة الافقية " 19.2 27 3"

قراءة الدائرة الرأسية " 26.9 37 88"



(f)

قراءة الدائرة الافقية " 13 35 5"



(g)

قراءة الدائرة الرأسية " 06.5 96"

قراءة الدائرة الافقية " 56.4 235"

الشكل (5-14)

قراءة الدائرة

شكل (11-14)

هناك اجهزة اخرى تستخدم طريقة المقياس (optical scale) القراءة الزاوية بدلاً من المايكروميتر. في هذه الاجهزة تكون الدائرة مقسمة الى 360 قسماً ، كل قسم يمثل درجة واحدة . وهناك مقياس شفاف طوله بقدر طول المسافة بين تقسيمين متتاليين للدائرة ، اي درجة واحدة . المقياس مسم الى 60 قسماً ، كل قسم يمثل دقيقة واحدة ( في بعض الاجهزة يقسم المقياس الى 120 قسماً ، كل قسم يمثل 30 ثانية ) . عند النظر في مايكروسكوب القراءة تظهر تقاسيم الدائرة منطبقة على المقياس . يتم ايجاد قراءة الدائرة بإضافة قيمة تقسيمة الدائرة المنطبقة على المقياس الى قراءة المقياس ، بوصف تقسيمة الدائرة المنطبقة على المقياس هي المؤشر . الشكل (g5-14) يبين نموذجاً من هذه المقاييس .

### (12 - 11) تصغير الدائرة الافقية

يقصد بتصغير الدائرة الافقية جعل القراءة الافقية صفراً ويتم ذلك باتباع الخطوات التالية :

تفتح مرآة الاضاءة وتوجه باتجاه الضوء الى ان تكون الاضاءة ، كما تبدو من خلال مايكروسكوب القراءة ، متجانسة . تدور عينية مايكروسكوب القراءة الى ان تكون القراءة واضحة جداً . يدور المايكروميتر الى ان تكون قراءته صفراً . اما بقية الخطوات فتعتمد على نوع الجهاز فيما اذا كان اتجاهها او تكراراً . .

### بالنسبة لجهاز الاتجاه

يرفع غطاء لولب تدوير الدائرة ويدور اللولب الى ان ينطبق صفر الدائرة الافقية على المؤشر تماماً ( بعض الاجهزة تحتوي على لولبين لتدوير الدائرة احدهما للحركة السريعة والاخر للحركة البطيئة ) ( شكل 3-5).

### بالنسبة لجهاز التكرار

يفتح لولب الربط العلوي ويثبت لولب الربط السفلي ثم تدور العضادة الى ان يكون صفر الدائرة الافقية ، كما يبدو من خلال مايكروسكوب القراءة ، قريباً من المؤشر . يثبت لولب الربط وبواسطة لولب الحركة البطيئة العلوي يجعل الصفر مسبقاً تماماً على المؤشر .

بعض اجهزة التكرار تحتوي على قرص لتدوير الدائرة الافقية ( الشكل 4-5) . ولتصغير الدائرة الافقية في مثل هذه الاجهزة يفتح كل من لولبي الربط ، العلوي والسفلي ، ثم يدور قرص تدوير الدائرة الافقية الى ان يكون صفر الدائرة قريباً من

المؤشر . يثبت لولب الربط العلوي وبواسطة لولب الحركة البطيئة العلوي يجعل  
صفر الدائرة منطبقاً تماماً على المؤشر .

### تجربة رقم (12)

#### (5-13) قياس الزاوية الأفقية

بواسطة جهاز اتجاه

أ- بتصفير الدائرة

1- ينصب الجهاز فوق النقطة التي تمثل رأس الزاوية ثم يتم تسامته وضبط  
افقيته .

2- يوضح تقاطع الشعيرات .

3- يتم التسديد الى الهدف الايسر .

4- تصفر الدائرة الأفقية .

5- يتم التسديد الى الهدف الايمن .

6- تقرأ الدائرة الأفقية وتسجل فهي قيمة الزاوية المطلوبة .

ب - بدون تصفير الدائرة

1- ينصب الجهاز ويتم تسامته وضبط افقيته .

2- يوضح تقاطع الشعيرات .

3- يتم التسديد الى الهدف الايسر .

4- تقرأ الدائرة الأفقية وتسجل .

5- يتم التسديد الى الهدف الايمن .

6- تقرأ الدائرة الأفقية وتسجل .

الفرق بين القراءتين في الخطوتين (4) و (6) هو قيمة الزاوية المطلوبة .

## بواسطة جهاز تكرار

### أ - بتصفير الدائرة

- 1- ينصب الجهاز ويتم تسامته وضبط افقيته .
- 2- يوضح تقاطع الشعيرات .
- 3- تصفر الدائرة الافقية .
- 4- بواسطة الحركة السفلى يتم التسديد الى الهدف الایسر .
- 5- بواسطة الحركة العليا يتم التسديد الى الهدف الایمن .
- 6- تقرأ الدائرة الافقية وتسجل فهي قيمة الزاوية المطلوبة .

### ب - بدون تصفير الدائرة

- 1- ينصب الجهاز ويتم تسامته وضبط افقيته .
- 2- يوضح تقاطع الشعيرات .
- 3- بواسطة الحركة العليا او الحركة السفلى يتم التسديد الى الهدف الایسر .
- 4- تقرأ الدائرة الافقية وتسجل .
- 5- بواسطة الحركة العليا يتم التسديد الى الهدف الایمن .
- 6- تقرأ الدائرة الافقية وتسجل .

الفرق بين القراءتين في الخطوتين (4) و (6) هو قيمة الزاوية المطلوبة التسديد الى الهدف الایسر يسمى بالتسديد الخلفي (backsght) ، والتسديد الى الهدف الایمن يسمى بالتسديد الامامي (foresight) .



## تجربة (12)

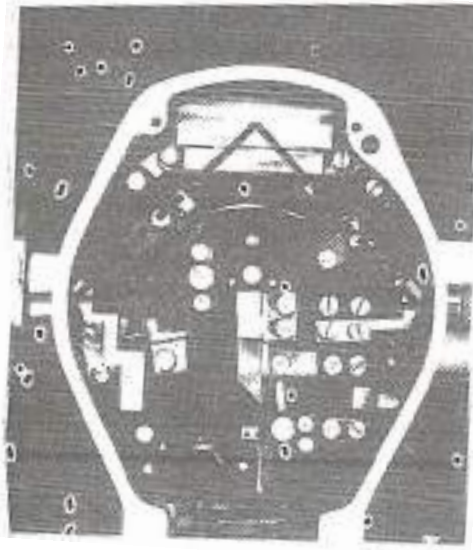
### (12-1) الزاوية الرأسية

الزاوية الرأسية هي الزاوية المقاسة في المستوي الرأسي بين مستقيم ومستوي افقي . تكون اشارة الزاوية موجبة اذا كان المستقيم متجهاً الى الاعلى وسالبة اذا كان متجهاً الى الاسفل . تسمى الزاوية بزاوية ارتفاع (elevation angle) اذا كانت اشارتها موجبة وبزاوية انخفاض (depression angle) اذا كانت اشارتها سالبة

بالنسبة للأجهزة القديمة التي تحتوي على ورنيتات يكون قياس الزاوية الرأسية بالنسبة الى المستوي الافقي الذي يحتوي على المستقيم الواصل بين مؤشر ورنيتي الدائرة الرأسية . اذا كان المؤشران ثابتين والمحور الرأسي للجهاز مائلاً (اي لم تضبط افقية الجهاز جيداً) (باي اتجاه ماعدا الاتجاه العمودي على مستوي خط النظر فان المستوي الذي يحتوي على المستقيم الواصل بين المؤشرين سوف لن يكون افقياً . لذلك فان الزاوية سوف تقاس بالنسبة الى هذا المستوي وطبعاً تكون قيمتها مخطوءة لأنها سوف تكون اكبر او اصغر من قيمتها الحقيقية ، يعتمد ذلك على اتجاه ميلان المحور الرأسي للجهاز .

لهذا السبب فان قسماً من الاجهزة تكون فيها ورنيتا الدائرة الرأسية متحركتين وتحتوي على انبوب فقاعة مثبت على غطاء الدائرة الرأسية يسمى انبوب فقاعة المؤشر ، كما ذكر سابقاً . ويمكن تحريك انبوب الفقاعة والورنيتين سوياً بواسطة لولب ضبط المؤشر . ان انبوب فقاعة المؤشر مثبت بحيث يكون محوره موازياً الى المستقيم الواصل بين مؤشري الورنيتين . وعند ضبط الفقاعة ، اي جعلها وسط الانبوب ، فان محور انبوبتها يكون افقياً ، وبما ان المستقيم الواصل بين مؤشري الورنيتين موازياً الى محور الانبوب لذلك فان هذا المستقيم سوف يكون افقياً ايضاً وان الزاوية الرأسية سوف تقاس بالنسبة الى المستوي الافقي الذي يحتوي على هذا المستقيم ، كما هو مفروض .

ان قسماً من الاجهزة الحديثة لا يحتوي على انبوب فقاعة المؤشر ولكنه يحتوي على ما يسمى بالمكافئ او المعوض (Compensator) الذي يجعل قياس الزاوية الرأسية اوتوماتيكياً بالنسبة للمستوي الافقي حتى كان المحور الرأسي للجهاز مائلاً قليلاً ( بحدود 5 دقائق ) . في بعض الاجهزة يكون البنول ، الذي يكون دائماً شاقولياً ، العنصر الاساسي لمكافئاتها ، بينما يكون سطح السائل ، الذي يكون دائماً افقياً العنصر الاساسي لمكافئات البعض الاخر من الاجهزة ( الشكل 12-1 ) .



الشكل (12-1)

### مكافئ الدائرة الرأسية

سطح السائل هو العنصر الاساسي للمكافئ

ان عمل المكافئ هو حذف تأثير ميلان المحور الرأسي للجهاز ، الناتج عن عدم ضبط افقية الجهاز بصورة جيدة ، على قياس الزاوية الرأسية . من مزايا المكافئ قدرته على الاحتمال او البقاء بدون الحاجة الى ادامة . وكذلك له خاصية جيدة لتوهين التذبذب (damping) أي استقرار البندول او سطح السائل بسرعة عالية لقياس الزاوية الرأسية لخط النظر من نقطة الى اخرى تتبع الخطوات التالية :

- 1- ينصب الجهاز فوق النقطة الاولى ويتم تسامته وضبط افقيته .
  - 2- يوضع تقاطع الشعيرات .
  - 3- يتم التسديد الى النقطة الثانية .
  - 4- تضبط فقاعة المؤشر بواسطة لولب ضبط فقاعة المؤشر ( تحذف هذه الخطوة في الاجهزة التي يضبط مؤشرها او اوتوماتيكياً )
  - 5- تقرأ الدائرة الرأسية وتسجل .
- من قراءة الدائرة الرأسية يمكن ايجاد قيمة واشاره الزاوية الرأسية .

في الاجهزة الحديثة لا يوجد نظام متفق عليه بالنسبة لترقيم الدائرة الرأسية ،  
لذا يجب فحص الدائرة الرأسية للجهاز قبل البدء بالقياس لمعرفة نظام ترقيمها .  
معظم الاجهزة تكون قراءة دائرتها الرأسية صفراً عندما يكون المنظار متجهاً الى  
الاعلى لذلك عندما يكون المنظار افقياً تكون القراءة  $90^\circ$  ( اذا كان وضع المنظار  
طبيعياً ، أي الدائرة الرأسية الى جهة اليمين ) . ويمكن ايجاد قيمة واشاره الزاوية  
الرأسية لمثل هذه الاجهزة من المعادلتين التاليتين :

$$A_l = 90^\circ - R_l$$

$$A_r = R_r - 270^\circ$$

$A$  و  $R$  = قيمة الزاوية الرأسية وقراءة الدائرة الرأسية على التوالي عندما يكون  
وضع المنظار طبيعياً .

$A_r$  و  $R_r$  = قيمة الزاوية الرأسية وقراءة الدائرة الرأسية على التوالي عندما يكون  
وضع المنظار مقلوباً .

فمثلاً اذا كانت قراءة الدائرة الرأسية هي  $17'82''$  فان قيمة الزاوية الرأسية هي

$$90^\circ - 82' 17'' = + 7' 43''$$

الاشارة (+) تدل على ان النقطة هي فوق المستوي الافقي المار بالمحور الافقي  
للجهاز .

اما اذا كانت قراءة الدائرة الرأسية هي  $262'64''$  فان قيمة الزاوية الرأسية هي

$$264' - 26' - 270^\circ = -5' 34''$$

الاشارة (-) تدل على ان النقطة هي تحت المستوي الافقي المار بالمحور الافقي  
للجهاز .

## تجربة رقم (13)

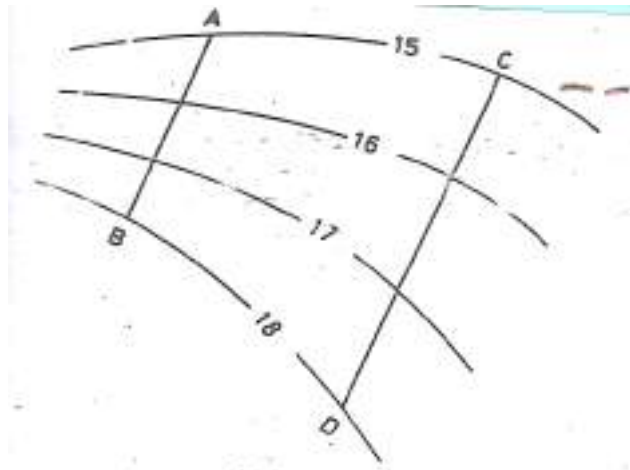
### (13-1) الخطوط الكنتورية Contour Lines

الخطوط الكنتورية هي خطوط وهمية كل خط منها يمر في نقاط متساوية في المنسوب ، او بكلام اخر هي الخطوط المتكونة من تقاطع سطوح مستوية مع سطح الارض واحسن مثال على ذلك هو خط الشاطئ المتكون من تقاطع سطح الماء في بحيرة راكدة مع سطح الارض . في الخارطة الواحدة ، تختلف مناسيب الخطوط الكنتورية المتتالية بكمية ثابتة تسمى الفترة الكنتورية (Contour Interval) ، أي ان الفترة الكنتورية عبارة عن المسافة الرأسية بين خطين كنتوريين متتاليين . اما المسافة الافقية بين خطين كنتوريين متتاليين فتسمى بالفسحة الكنتورية ( Contour Spacing ).

### (13-2) خصائص الخطوط الكنتورية

من تعريف الخطوط الكنتورية يمكن استنباط بعض خصائصها المهمة التي تساعد على تصور اشكال التضاريس الارضية . اهم هذه الخصائص هي :

1- بما ان خارج قسمة الفترة الكنتورية على الفسحة الكنتورية تمثل الانحدار وان الفترة الكنتورية ثابتة في الخارطة الواحدة لذلك فان انحدار

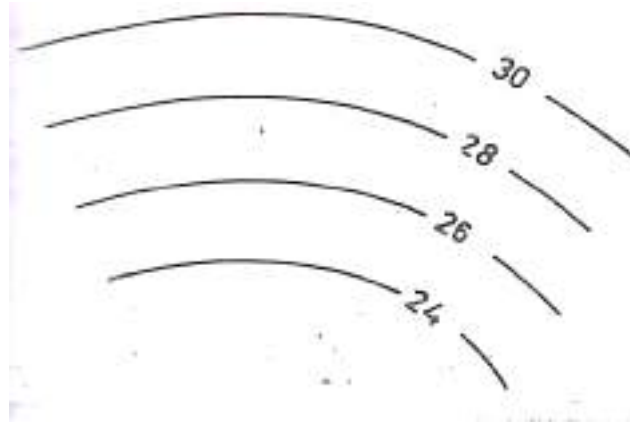


الشكل (13-1)

الانحدار يتناسب تناسباً عكسياً مع الفسحة الكنتورية

الارض يتناسب تناسباً عكسياً مع الفسحة الكنتورية ، أي كلما ابتعدت الخطوط الكنتورية عن بعضها قل انحدار الارض بين هذه الخطوط والعكس صحيح . مما تقدم نستنتج ان انحدار AB في الشكل (13-1) اكبر من انحدار CD .

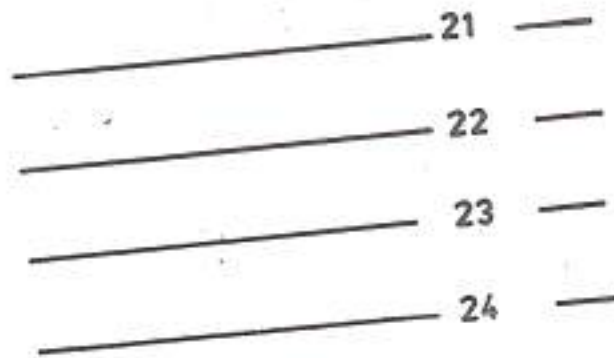
2-الفسحة الكنتورية الثابتة بين الخطوط الكنتورية ، كما في الشكل (13-2) تدل على انحدار منتظم للأرض بين هذه الخطوط .



الشكل (13-2)

ثبوت الفسحة الكنتورية يدل على انتظام الانحدار

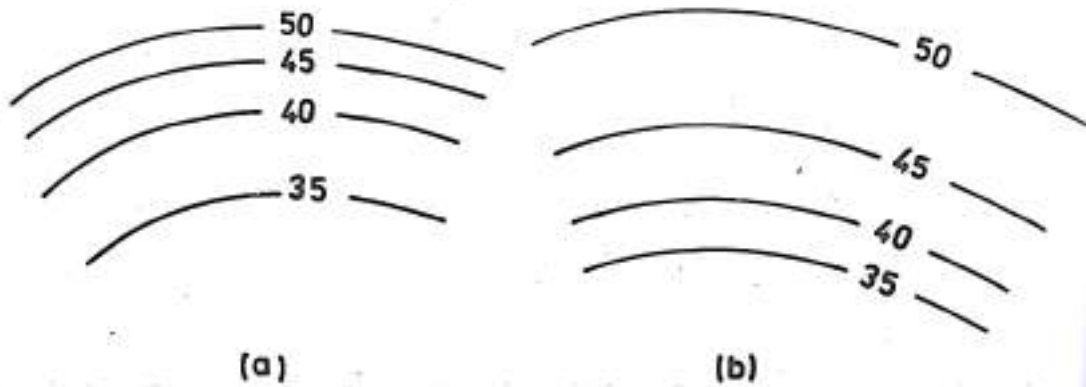
3-الخطوط الكنتورية المستقيمة والمتوازية وذات الفسحة الكنتورية الثابتة كما في الشكل (13-3) ، تمثل أرض مستوية ومنحدرة انحداراً منتظماً .



الشكل (13-3)

أرض مستوية ومنحدرة انحداراً منتظماً

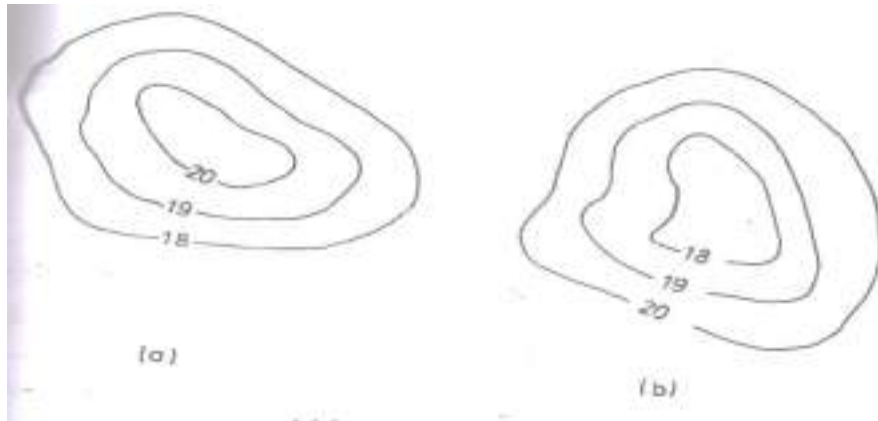
4- تقارب الخطوط الكنتورية المتتالية عند جزئها العلوي أكثر من تقاربها عند جزئها السفلي ، كما في الشكل (a13-4) ، يدل على تقعر سطح الأرض ، أما تقارب الخطوط الكنتورية عند جزئها السفلي أكثر من تقاربها عند جزئها العلوي ، كما في الشكل (b13-4) ، يدل على تحدب سطح الأرض .



الشكل ( 13-4 )

(a) سطح مقعر (b) سطح محدب

5- تدل الخطوط الكنتورية المغلقة والمتتالية على مرتفع أو منخفض حيث يكون الأول عند تناقص مناسيب الخطوط بابتعادها عن المركز ، كما في الشكل (5-13a) ، ويكون الثاني عند تزايدها بابتعادها عن المركز ، كما في الشكل (13-b5)

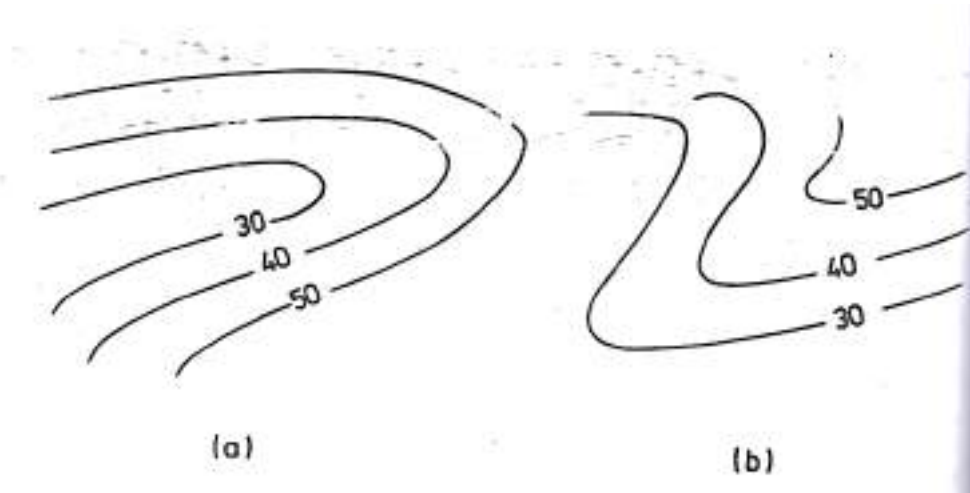


الشكل (13-5)

(a) مرتفع (b) منخفض



6- تمتد الخطوط الكنتورية باتجاه أعلى الوادي الواقع على المنحدر من إحدى الجهتين ثم تغير اتجاهها بزاوية قائمة تقريباً وترجع متجهة نحو أسفل الوادي من الجهة الثانية أي أنها تأخذ شكل الحرف V الذي يكون رأسه متجهاً إلى أعلى الوادي ، كما في الشكل (a13-6) ، وعلى العكس يكون رأس الحرف V إلى الأسفل في الظهور (ridge or spur) هو في الشكل (13-b6) .

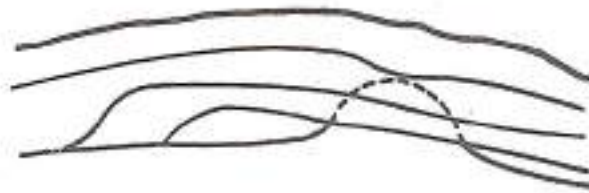


الشكل (13-6)

(a) وادي (b) ظهر

7- بما أن الخط الكنتوري يمثل خط تقاطع سطح مستوى مع سطح الأرض الطبيعية لذلك فإنه يجب أن ينغلق على نفسه داخل أو خارج حدود الخارطة .

8- لا تتقاطع الخطوط الكنتورية مع بعضها إلا في حالات نادرة مثل وجود منجم أو كهف إذ في تلك الحالات يكون الخط الكنتوري منقطعاً عند وقوعه داخل المنجم أو الكهف ، كما في الشكل (13-7) .



الشكل (13-7)

9- الخط الكنتوري الواحد لا يتفرع كما لا يمكن لخطين كنتوريين ان يتحدا ويستمررا كخط واحد ولكن هناك حالات قد تبدو فيها الخطوط الكنتورية وكأنها متفرعة كما هو الحال في بداية ونهاية الجرف العمودي ( الشكل 7-13 ) .

10- ترسم الخطوط الكنتورية باليد ، بدون الحاجة الى استعمال المنحنيات او الفراجيل، على هيئة خطوط رفيعة ويكون كل خط خامس اسمك من البقية ، فمثلاً اذا كانت الفترة الكنتورية متراً واحداً فان الخطوط الكنتورية التي مناسيبيها من مضاعفات الخمسة ترسم بحيث تكون اشد سمكاً من بقية الخطوط ، اما اذا كانت الفترة الكنتورية مترين فان الخطوط الكنتورية التي مناسيبيها من مضاعفات العشرة هي التي ترسم اسمك من بقية الخطوط . تكتب قيم المناسيب على عدد كاف من الخطوط الكنتورية بحيث يمنع أي التباس او عدم التأكد من مناسيب بعضها تكتب قيم المناسيب على الخطوط السميكة فقط .

### (13-3) انشاء الخارطة الكنتورية

يتطلب انشاء الخارطة الكنتورية عادة القيام بثلاثة عمليات هي :

1-رسم هيكل الخارطة الذي يتكون من الخطوط المحددة للمنطقة ومن نقاط الضبط التي قد ينصب الجهاز في قسم منها لاختلافات حولها .

2-رسم التفاصيل في مواقعها النسبية ومن ضمنها النقاط التي يتم ايجاد مناسيبيها والتي تسمى بالنقاط الارضية (Ground Points) . قد تكون هذه النقاط واقعة على الخطوط الكنتورية ، فتسمى عندئذ بالنقاط الكنتورية (Contour Points) ، او تستخدم دليلاً لا يجاد مواقع النقاط الكنتورية .

3-رسم الخطوط الكنتورية وذلك بتوصيل النقاط الكنتورية المتساوية في المنسوب بخط رفيع مع مراعاة الخصائص الكنتورية بكل دقة .

### (13-4) العوامل المؤثرة في اختيار الفترة الكنتورية

اختيار الفترة الكنتورية المناسبة للمسح الطبوغرافي ورسم الخرائط يستند على بعض الضوابط الاساسية أهمها :

## 1-الفرض من المسح

يقل مقدار الفترة الكنتورية بزيادة درجة الدقة المطلوبة في المسح وقراءة المنسوب من الخارطة . لهذا السبب عندما يكون الغرض من المسح هو حساب الكميات الترابية أو اجراء التصاميم فتستخدم فترة كنتورية صغيرة .

## 2- مقياس الرسم

بصورة عامة عندما يكون مقياس الرسم صغيراً فان الفترة الكنتورية يجب ان تكون كبيرة والا فان كثيراً من التفاصيل سوف تكون مخفية او غير واضحة بسبب كثرة الخطوط الكنتورية الناتجة من استعمال فترة كنتورية صغيرة .

## 3- طبيعة سطح الارض

بالنسبة للمساحات الصغيرة ، تعد طبيعة سطح الارض من اهم العوامل المؤثرة في اختيار الفترة الكنتورية . عندما تكون الارض منبسطة او قليلة الانحدار فان الفترة الكنتورية المستخدمة تكون صغيرة وعلى العكس عندما تكون كثيرة التمجج وانحداراتها عالية فيجب ان تستخدم فترة كنتورية اكبر تزامم الخطوط الكنتورية .

## 4- مساحة المنطقة

كلما زادت مساحة المنطقة المطلوب مسحها صغر مقياس رسم خارطتها ومن ثم ازدادت قيمة الفترة الكنتورية لان العلاقة بين مقياس الرسم وقيمة الفترة الكنتورية مكسية .

## (5-13) الطرق الحلقية في تعيين النقاط الارضية

في المسح الطوبوغرافي هناك بضع طرق لتعيين مواقع النقاط الارضية ومناسبتها . اختيار الطريقة المناسبة يتأثر بعدة عوامل ، اهمها مقياس الرسم ، والفترة الكنتورية ، وطبيعة التضاريس الارضية . وطبيعة المشروع ، والاجهزة المتوفرة ، والدقة المطلوبة ، ومساحة المنطقة المراد رسم خارطة لها . هذه الطرق هي :

1-طريقة تتبع الكنتور Trace – Contour Method

2-طريقة المربعات Checkerboard Method

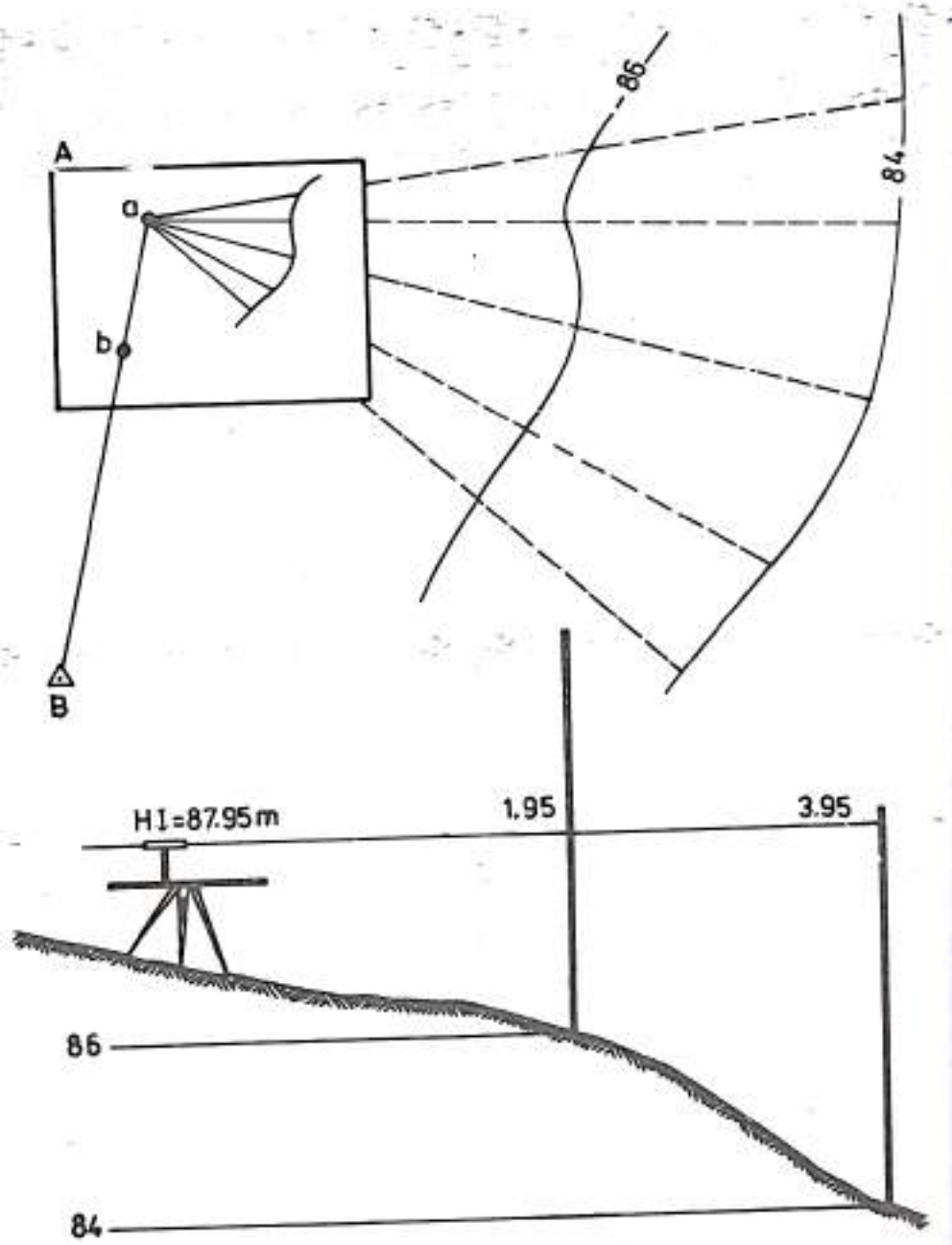
3- طريقة المقاطع Cross – Sections Method

4-طريقة نقاط الضبط Controlling – Point Method

### (13-6) طريقة تتبع الكنتور

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون التضاريس الارضية قليلة التبدل في الانحدار ويتطلب الامر تحضير خارطة دقيقة تستخدم في دراسة بعض المشاريع الهندسية مثل مشاريع الري والبرك او خزن المياه . في هذه الطريقة يجب تتبع كل خط كنتوري على الارض وتثبيت موقعه الافقي على الخارطة بصورة صحيحة ودقيقة وذلك بتعيين المواقع على الارض لعدد من نقاط كل كنتور ونقلها الى الخارطة ثم توصيل هذه النقاط بخط كنتوري . الجهاز المفضل لهذه الطريقة هو اللوحة المستوية .

في الشكل (13-8) ، نصب الجهاز في المحطة A ، a موقعها على الخارطة ، وتم ترتيب اللوحة بالتسديد الخلفي للمحطة B . لو فرض ان



الشكل (13-8)

تعيين النقاط الكنتورية بطريقة تتبّع الكنتور

منسوب A هو 86.75 متراً والمسافة الرأسية بين A والمحور الافقي لمنظار الاليداهي 1.20 متر فان ارتفاع الجهاز يساوي

$$H.I.=86.75 + 1.20 = 87.95m$$

لغرض تعيين مواقع نقاط الكنتور الذي منسوبه 86 متراً يجعل المنظار افقياً ثم يبحث عن النقطة التي عندما توضع المسطرة عليها تكون قراءتها

$$87.95 - 86.00 = 1.95 m$$

وهذا يعني ان منسوب هذه النقطة أوطأ من ارتفاع الجهاز بمسافة 1.95 متر ، اي انه يساوي 86.00 متراً . عندما يتم ايجاد هذه النقطة يعين بعدها عن الجهاز ثم يرسم شعاع من a باتجاهها ويعين موقعها على الخارطة كما هو مبين في الفقرة (10-5) . بالسير على الخط الكنتوري تعين بقية النقاط الواقعة ضمن حدود الخارطة بالطريقة نفسها ثم توصل هذه النقاط بخط رفيع ويكتب عليه منسوبة (86 متراً) . بعد ذلك يتم تعيين الخط الكنتوري الذي منسوبه 84 متراً وذلك بالبحث عن النقاط التي عند وضع المسطرة عليها تكون قراءتها

$$87.95 - 84.00 = 3.95m$$

تنقل مواقع هذه النقاط الى الخارطة ثم يتم توصيلها بخط رفيع ويكتب عليه منسوبة (84 متراً) . من وضع الجهاز هذا لا يمكن تعيين الخط الكنتوري الذي منسوبه 82 متراً لانه يتطلب البحث عن النقاط التي عند وضع المسطرة عليها تكون قراءتها

$$87.95 - 82.00 = 5.95m$$

وهذا غير ممكن لان طول المسطرة الاعتيادية اربعة امتار . لذلك يستوجب الامر نقل الجهاز الى موقع اخر لتعيين خطوط كنتورية اخرى .

ان هذه الطريقة هي اشد الطرق دقة واكثرها تكاليفاً لما تستغرقه من وقت طويل .

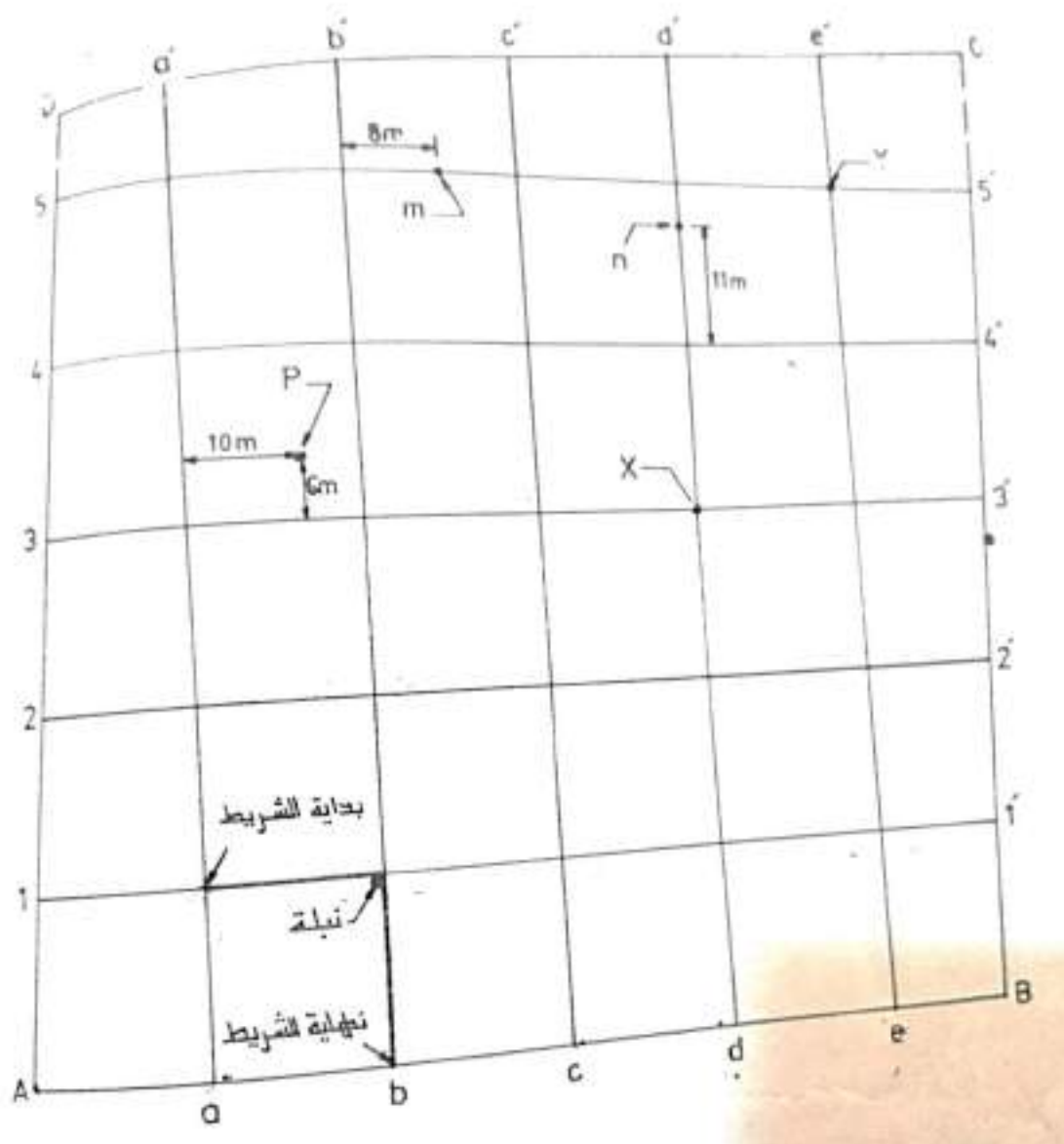
يمكن ان يستخدم الثيودولايته في هذه الطريقة وذلك يجعل منظاره افقياً ثم يبحث عن النقاط التي منسوب كل منها يساوي منسوب الخط الكنتوري المطلوب تعيينه تماماً كما في اللوحة المستوية . بعد تعيين كل نقطة من النقاط الكنتورية يتم قياس بعدها عن الجهاز وايجاد اتجاه الخط الواصل بينها وبين الجهاز لغرض تعيين موقعها على الخارطة .



### (7-13) طريقة المربعات

تستخدم هذه الطريقة التي تسمى أحياناً طريقة المشبك (Grid Method) للمساحات الصغيرة ذات الانحدارات الواطئة والمنتظمة في معظم اجزائها . يبدأ العمل بتغطية المنطقة بشبكة من المستقيمتان المتوازية والمتساوية البعد فيما بينها والعمودية على مستقيمتان اخرى ايضاً متوازية ومتساوية البعد فيما بينها تشكل من تقاطعها مربعات ، كما هو مبين في الشكل (10-15) . المسافة بين هذه المستقيمتان تتراوح من 5 الى 30 متراً – تعتمد على الدقة المطلوبة ودرجة انتظام انحدار سطح الارض – لذلك فهي تحدد بحيث يكون انحدار الارض في معظم اجزائها منتظماً بين نقاط تقاطع المستقيمتان .

توجد عدة طرق للدلالة على مواقع نقاط التقاطع بالحروف والارقام المثبتة على الضلعين المتقاطعين في A . فمثلاً يشار الى موقع نقطة X بـ (d3) والى موقع نقطة Y بـ (e5) وهكذا . النقاط الواقعة على حدود الارض يشار الى موقع كل منها بالحروف او الرقم المثبت عليها مثل d, A2, l, c, الخ . اما النقاط التي تقع على احد مستقيمتان الشبكة بين اي نقطتي تقاطع فيشار الى موقع كل منهما بدلالة موقع نقطة التقاطع السابقة لها وبعدها عن هذه النقطة ، فمثلاً يشار الى موقع n بـ ( , d 4+11) وموقع m بـ (5 , 8 + b) النقاط التي تقع داخل اي مربع .



الشكل ( 9-13 )

تقسيم المنطقة الى مربعات