



الوحدة الثالثة

التيودوليت الضوئي و الرقمي



الجدارة :

القدرة على الضبط المؤقت للثيودوليت والرصد به وكذلك الضبط المؤقت لجهاز الثيودوليت الرقمي والرصد به.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة تكون لدى المتدرب القدرة على أن :

1. يضبط المؤقت لجهاز الثيودوليت الضوئي .
2. يرصد الاتجاهات الأفقية والرأسية باستخدام جهاز الثيودوليت الضوئي .
3. يحسب الزوايا الأفقية والرأسية بين أهداف محدودة.
4. يشغل الثيودوليت الرقمي والعناية به.
5. يعتني بجهاز الثيودوليت
6. يجري عملية الضبط المؤقت للثيودوليت الرقمي .
7. يرصد باستخدام الثيودوليت الرقمي.

متطلبات الجدارة:

يجب التدرب على جميع المهارات لأول مرة.

مستوى الأداء المطلوب:

- * أن يصل المتدرب إلى نسبة % في عملية الضبط المؤقت للثيودوليت والرصد به.
- * أن يصل المتدرب إلى نسبة 100 % في ضبط الثيودوليت الرقمي وقراءة الزوايا على الشاشة.

الوقت المتوقع للتدريب: 35 ساعة.

الوسائل المساعدة:

1. استخدام التعليمات المذكورة.
2. توفر المكان المناسب للرصد.



3- 1 جهاز الثيودوليت (Theodolite) :

يعتبر جهاز الثيودوليت جهازاً مساحياً دقيقاً يستخدم لقياس الزوايا وهو عبارة عن منقلة أفقية دائرية مقسمة ومدرجة إلى 360° قسم ويعتبر من أدق وأفضل الأجهزة المستخدمة في رصد وتوقيع الزوايا الأفقية والرأسية.

3- 2 مجالات استخدام الثيودوليت :

يستخدم الثيودوليت في الكثير من التطبيقات المساحية على اختلاف أغراضها ونذكر منها :

1. عمليات الأرصاد الفلكية.
2. عمل الميزانيات المثلثية (الجيوديسية).
3. أرصاد الشبكات المثلثية بدرجاتها المختلفة.
4. توقيع المخططات المنحنيات.
5. توقيع محاور الطرق وأنابيب المياه والصرف الصحي.
6. تخطيط المنشآت الهندسية المختلفة.

3- 3 تصنيف أجهزة الثيودوليت :

أولاً: التصنيف حسب طريقة رصد القراءة على الدائرة الأفقية والرأسية :

1. الثيودوليت ذو الورنية وقد قل استعماله الآن.
2. الثيودوليت العادي (الحديث أو البصري) وهو مزود بميكرومتر لقراءة الدائرة الأفقية والرأسية وهو موضوع هذه الوحدة.
3. الثيودوليت الرقمي : حيث تظهر القراءة مباشرة على شاشة مزود بها الجهاز.
4. و ثيودوليت الليزر (المحطة الشاملة) والذي يمكن من خلاله من قياس الزوايا الأفقية والرأسية وكذلك المسافات إلكترونياً .



ثانياً: التصنيف حسب الدقة:

1. أجهزة ثيودوليت ذات دقة عالية: وتستخدم في الأرصاد الفلكية وفي رصد زوايا شبكات المثلثات من الدرجة الأولى والثانية. انظر جدول رقم (4 - 1).

اسم الثيودوليت	الصناعة	قراءة الميكرومتر على الدائرة الأفقية / الرأسية (الدقة)
T4 Wild	فيلد - سويسرا	0.10/0.20"
DKM3 Kern	كيرن - سويسرا	0.50"
Microptic 3	أوتيس - إنجلترا	0.20"
Tpr	إسكانيافيرك - برلين	0.50"
T3	الاتحاد السوفيتي	0.20"

جدول رقم (3 - 1)

2. أجهزة ثيودوليت دقيقة: وهي تستخدم في رصد زوايا شبكات مثلثات الدرجتين الثالثة والرابعة جدول (3 - 2).

اسم الثيودوليت	الصناعة	قراءة الميكرومتر على الدائرة (الدقة)
T2 Wild	فيلد - سويسرا	1"
DKM2 Kern	كيرن - سويسرا	1"
Theo 010	زايس بينا - ألمانيا	1"
Th2	زايس ألمانيا	1"
FT2	فينيل - ألمانيا	1"
Te- B1 MOM	موم - المجر	1"

جدول (3 - 2)



أجهزة ثيودوليت متوسطة وعادية الدقة: وتستخدم في أعمال المضلعات
وفي التطبيقات الهندسية المختلفة. جدول رقم
(3 - 3)، (3 - 4).

اسم الثيودوليت	الصناعة	قراءة الميكرومتر على الدائرة الأفقية / الرأسية (الدقة)
DKM-1Kern	كيرن سويسرا	10
K1-RA Kern	كيرن سويسرا	20
T1-A Wild	فيلد سويسرا	20
Te-E6 MOM	موم - المجر	10
TT4	الاتحاد السوفيتي	10
TM 10	سوكيشا اليابان	10
T- 205	فوجي - اليابان	10

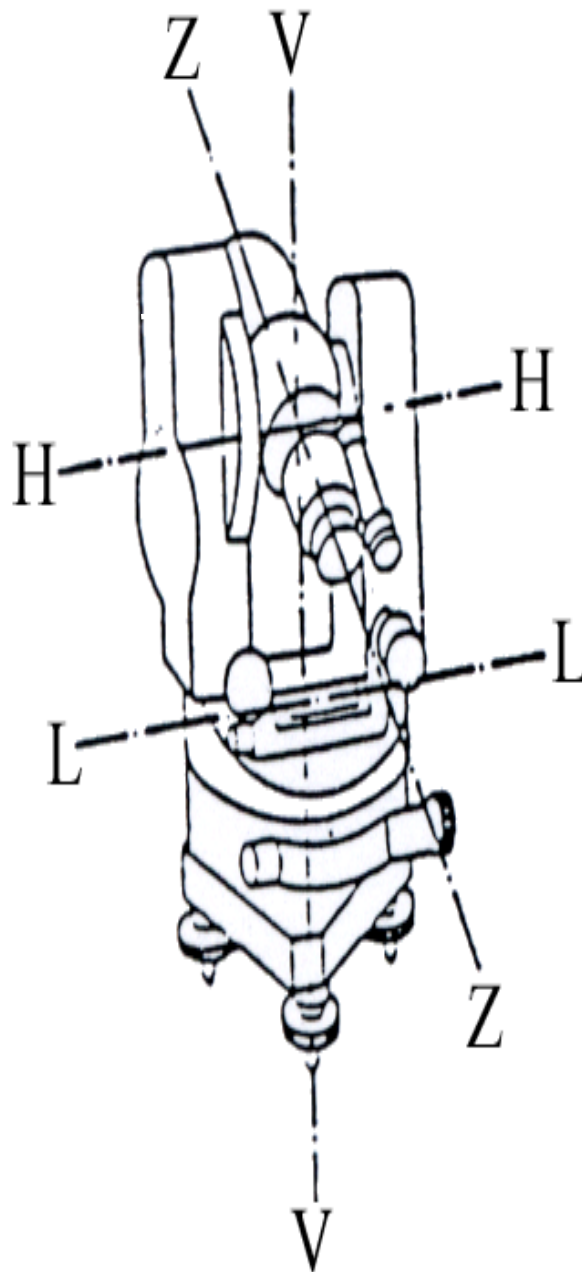
جدول رقم (3 - 3)

اسم الثيودوليت	الصناعة	قراءة الميكرومتر على الدائرة الأفقية / الرأسية (الدقة)
Theo 020	زايس بينا ألمانيا	1
T 5	الاتحاد السوفيتي	1
Te - D2	موم - المجر	1
T 16	فيلد - سويسرا	1
Th 4	أوبتون - ألمانيا	1
4150- NE	إيطاليا	1

جدول رقم (3 - 4)



3-4 محاور الثيودوليت الأساسية شكل (3-1):



شكل (3-1): محاور الثيودوليت



- المحور الرأسي (VV): ويمر بمركز الدائرة الأفقية ويدور حوله الجهاز في مستوى أفقي.
6. المحور الأفقي (HH): ويمر بمركز الدائرة الرأسية ويدور حوله الجهاز في مستوى رأسي.
7. محور ميزان التسوية الطولي (LL): هو الخط المستقيم المماس لميزان التسوية الطولي عند المنتصف.
8. محور خط النظر (ZZ): هو الخط الواصل بين نقطة تقاطع حامل الشعرات للعدسة العينية والمركز الضوئي للعدسة الشيئية وامتداده.

3-5 أجزاء الثيودوليت :

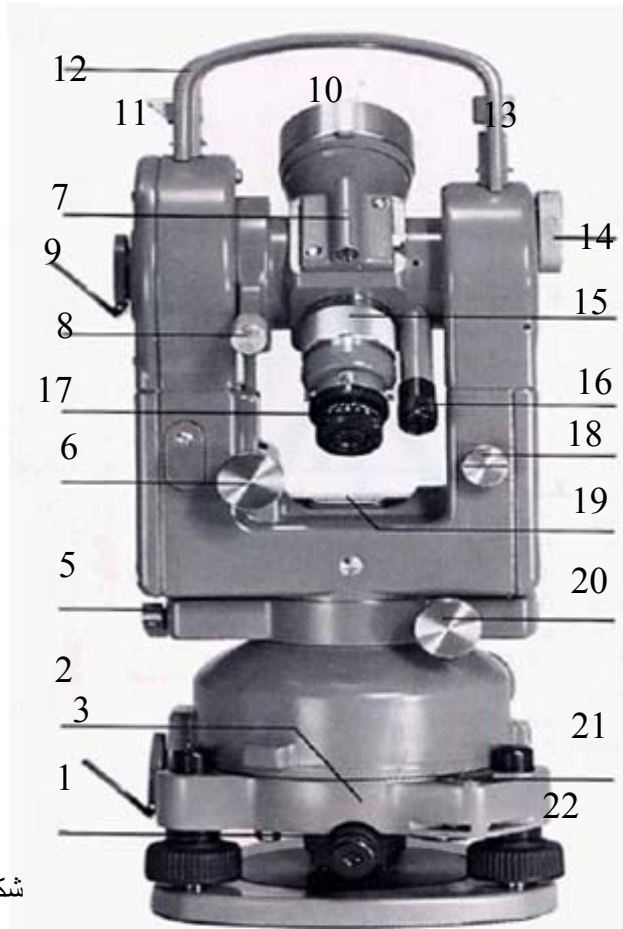
مثال: (يعد هذا مثالاً ويعطى حسب نوع الجهاز المستخدم في التدريب)
Wild T2 (سويسري الصنع).

3 - 5-1 مواصفات الجهاز:

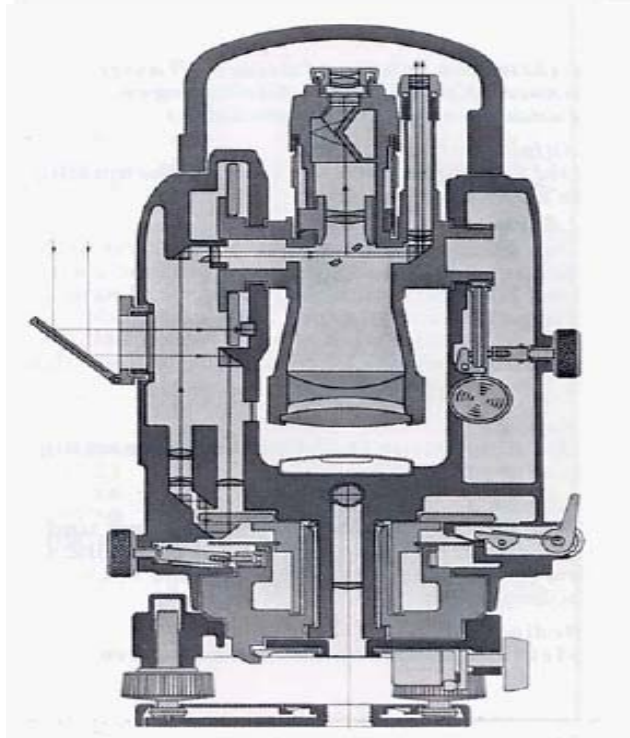
أصغر قراءة على الدائرة الأفقية والرأسية 20'
قراءة الميكرومتر على الدائرة الأفقية والرأسية 1'

3 - 5-2 تركيب الجهاز:

- **وصف الجهاز:** انظر الشكل رقم (3-2) الذي يوضح أجزاء ومفاتيح جهاز الثيودوليت Wild T2.



شكل (2-3): جهاز T2





التربخ.

1. مرآة لعكس الإضاءة للدائرة الأفقية.
2. الجزء السفلي للجهاز.
3. مسمار الحركة الأفقية السريعة.
4. مسمار الحركة الرأسية البطيئة.
5. منظار التوجيه الخارجي.
6. مسمار الحركة الرأسية السريعة.
7. مرآة لعكس الإضاءة إلى داخل الدائرة الرأسية.
8. العدسة الشيئية.
9. مسمار أمان.
10. حامل الجهاز اليدوي.
11. مسمار ربط حامل الجهاز.
12. مسمار تطبيق الميكرومتر.
13. أنبوب معدني لتوضيح صورة الهدف.
14. منظار القراءة.
15. العدسة العينية.
16. مسمار تبديل بين الزاوية الأفقية و الزاوية الرأسية.
17. فقاعة التسوية الإسطوانية.
18. مسمار الحركة الأفقية البطيئة.
19. فقاعة التسوية الدائرية.
20. مسامير التسوية الأفقية.

أ. التريبراخ Tribrach شكل رقم (3-3) :



شكل (3-3 أ): التريبراخ

التريبراخ تعتبر قاعدة للجهاز وهي مزودة بالتالي:

- ثلاث مسامير تسوية لضبط رأسية المحور الرأسي للجهاز (لضبط أفقية الجهاز).
- منظار للتسامت الضوئي لتسامت الجهاز فوق النقطة المحتلة (المرصد).
- ميزان تسوية دائري لضبط الأفقية تقريباً، ويستخدم عند ضبط الأفقية وعمل التسامت معاً في آن واحد كما هو واضح بالشكل (3-3 أ).
- مسمار لربط الجهاز بالتريبراخ ويكون هذا المسمار مغلقاً عندما يكون اتجاه السهم المرسوم عليه لأسفل والعكس عندما يكون اتجاه السهم لأعلى.

ب. الجزء السفلي:



شكل (3-3 ب): الجزء السفلي



ويشتمل على:

- جزء أنبوبي معدني لتثبيت خيط الشاغول. (عملية التسامت يمكن أن تتم باستخدام منظار التسامت الضوئي أو خيط الشاقول أو قضيب التسامت).
- الدائرة الأفقية ويمكن إدارتها باستخدام مسمار حركة الدائرة الأفقية المغطى بالغطاء.
- مرآة لإدخال الإضاءة المنعكسة منها للدائرة الأفقية. (يمكن إضاءة الدائرة الأفقية عند العمل في الليل أو الأماكن المظلمة باستبدال المرآة بمصباح خاص). كما هو موضح بالشكل (3 - 3 - ب).

ج. الجزء العلوي (الأيداد) Alidade :



شكل (3- 4 - أ): الجزء العلوي (الأيداد)



هو الجزء العلوي من الجهاز والذي يدور حول المحور الرأسي كما هو بالشكل (3- 4 - أ): ويشتمل على:

- منظار (تليسكوب) وميكرومتر لقراءة الدائرتين وهما مركبان على المحور الأفقي الواصل بين أعلى القائمين الرأسيين.
- ميزان تسوية طولي لضبط أفقية الجهاز أي لجعل المحور الرأسي للجهاز رأسياً تماماً.
- الدائرة الرأسية وهي مركبة بمكان خاص بالقائم الرأسي الأيسر، وهو مزود بمرآة لإدخال الضوء المنعكس منها للدائرة الرأسية. وكذلك مسمار للاستدلال (الابتداء)
- الأتوماتيكي يمكن إضاءة الدائرة الرأسية عند العمل في الأماكن المظلمة كما في الدائرة الأفقية.
- مسمار لتطبيق الميكرومتر وكذلك مسمار لاختيار الدائرة المطلوب قراءتها (الأفقية أم الرأسية) وهما مركبان بالقائم الرأسي الأيمن. (تظهر قراءة الدائرة الأفقية باللون الأصفر بالعدسة العينية لميكروسكوب (منظار) القراءة عندما يكون الخط الأحمر لمسمار الاختبار في الوضع أفقياً ، وتظهر قراءة الدائرة الرأسية باللون الأبيض عندما يكون الخط الأحمر في وضع رأسي والعدسة العينية لمنظار القراءة يمكن إدارتها لتوضيح القراءة.
- مسماران للحركة الأفقية السريعة والبطيئة ومسماران للحركة الرأسية السريعة والبطيئة ويتم استخدام هذه المسامير لتوجيه المنظار على الهدف المطلوب رصده. والدائرة الرأسية مدرجة من صفر في اتجاه السميت (الرأسي) إلى 360° في اتجاه عقارب الساعة (أو من صفر إلى 400 جراد).
- مسمار الاستدلال (الابتداء) الأتوماتيكي مركب على القائم الرأسي الأيسر.
- يد حمل الجهاز متصلة بالقائمين الرأسيين من أعلى، وعند فك هذه اليد من مكانها لتركيب إحدى ملحقات الشيوذوليت (كوحدة قياس المسافة إلكترونياً (الديستومات)) يتم فك المسمار والضغط على مسمار الأمان لأعلى وتحريك اليد في اتجاه جانبي. كما هو موضح بالشكل (3- 4 - ب).

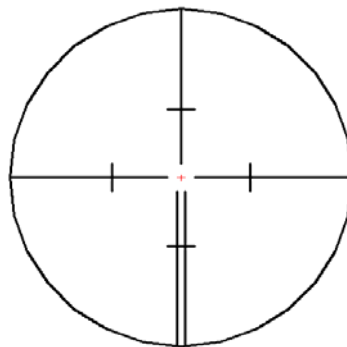


المنظار (التليسكوب) Telescope :



شكل (3- 4 - ب) المنظار (التليسكوب)
Telescope

هو عبارة عن منظار مساحي يدور حول محور أفقي يصل بين القائمين الرأسيين، تظهر به صورة الأهداف المرصودة معتدلة وعدسته العينية مزودة بمسمار يدار لتوضيح حامل الشعرات.



شكل (3 — 4 - ج) : حامل الشعرات



- حامل الشعرات مزود بشعرتي استاديا ذات ثبات 100 لقياس المسافة ضوئياً.
 - انظر الشكل رقم (3- 4 -ج).
 - لتوضيح صورة الأهداف داخل المنظار يستخدم الجزء الأنبوبي المعدني.
 - التوجيه الضوئي الخارجي يستخدم للتوجيه المبدئي على الأهداف.
 - يدفع الذراع تجاه العدسة الشيئية للمنظار حتى يقف عند استخدام الإضاءة الكهربائية لإضاءة الدائرة الأفقية أو الرأسية أو كليهما.
- د. الحامل الثلاثي Tripod شكل (3- 5):



شكل (3- 5): الحامل الثلاثي



الحامل الثلاثي يمثل القاعدة التي يركب عليها جهاز الشيوذوليت أثناء الرصد. ليتمكن الراصد من الرصد على الأهداف والتسامت على النقطة المحتلة (المرصد)، وهو عبارة عن حامل - من الخشب أو الألومنيوم - ذي ثلاث شعب (أرجل) انزلاقية (ينزلق جزئيهما أحدهما

داخل الآخر) لتغيير ارتفاعه، وتنتهي كل شعبة منها بطرف معدني مدبب ليسهل غرسها في الأرض. وأعلى الحامل عبارة عن قاعدة مزودة بمسمار لربطها بالشيوذوليت أو (الترايبراخ) ويسمح هذا المسمار بحركة انزلاق أفقية تسهل إجراء عملية التسامت.

حقيبة الجهاز Shipping case:

عبارة عن حقيبة مصنوعة من مادة عالية المقاومة غير قابلة للكسر عازلة ضد الماء و الغبار انظر الشكل (3- 6 أ) (3- 6 ب).



شكل (3- 6 ب): الحامل الثلاثي



شكل (3- 6 أ): حقيبة جهاز



4- 6 العناية بجهاز الثيودوليت:

للعناية بجهاز الثيودوليت (عند الاستخدام أو الحمل) ينبغي اتباع التعليمات التالية:

1. تأكد من ربط مسامير الحركة الانزلاقية لأرجل الحامل الثلاثي للجهاز قبل وضعه على الأرض وأن أفضل وضع لأرجل الحامل هو أن تكون متساوية في الطول وأن توضع بشكل منتظم يمثل مثلثاً متساوي الاضلاع وأيضاً يجب التأكد من غرس الأرجل في الأرض جيداً.
2. لا تضع أرجل الحامل قريبة جداً من بعضها، وتأكد من تثبيتها جيداً بالضغط عليها حتى تستقر في الأرض خاصة في المناطق الرملية.
3. تناول الجهاز بعناية وحرص خاصة عند إخراجه من الحقيبة الخاصة به أو عند وضعه بها مرة أخرى (يرفع الجهاز رأسياً ويمسك من أحد القائمين الرئيسيين باليد اليمنى وتوضع اليد اليسرى أسفله)، وتأكد من طريقة وضع الجهاز بالحقيبة قبل إخراجه ليسهل عليك إعادته في مكانه الصحيح بعد الاستعمال.
4. تأكد من ربط الجهاز بالحامل الثلاثي جيداً
5. تجنب ربط أو تحريك المسامير (مسامير الربط أو الحركة أو الضبط أو ضبط الأفقية) أكثر من المدى المسموح لحركة المسامير. (التعامل مع هذه المسامير يجب أن يتم بعناية وحرص).
6. تجنب لمس الجهاز أثناء الرصد إلا في الحالات الضرورية وتجنب أيضاً كثرة الحركة حول الجهاز.
7. لا تترك الجهاز على حامله الثلاثي في الشارع أو على الرصيف أو في مواقع البناء أو أي مكان خاصة الأماكن المعرضة لهبوب الرياح ... إلخ، لحمايته من الاهتزاز أو الصدم أو السقوط.
8. استخدم دائماً غطاء العدسة الشبكية لحمايتها.
9. تجنب تعريض الجهاز لأشعة الشمس من جانب واحد أو تعريضه للأمطار. ويفضل استعمال مظلة لحماية الجهاز في مثل هذه الأحوال.
10. تجنب حمل الجهاز فوق الكتف عند المرور عبر الأبواب أو تحت الأسقف المنخفضة ... إلخ. وفي هذه الحالة يحمل تحت الذراع بحيث تكون مقدمة الجهاز للأمام.



11. عند حمل الجهاز تجنب ربط مسامير الحركة جيداً (تربط بخفة) حتى تسمح بحركة أجزاء الجهاز في حالة حدوث صدم مفاجئ له.
12. تجنب تعريض الجهاز لاختلاف مفاجئ في درجات الحرارة (كالانتقال بالجهاز من الطقس البارد إلى الحجرات الدافئة).
13. تجنب لمس عدسات الجهاز باليد ولنظافتها استخدم قطعة قماش ناعمة أو الفرشاة الخاصة بنظافة الجهاز.
14. يجب استخدام الغطاء الخاص بحماية الجهاز في حالة نزول مطر أو وجود أتربة في الجو وذلك للحفاظ على الجهاز و في حال تعرض أجزاء من الجهاز إلى البلل
15. يجب أن يجفف البلل بقطعة قماش ناعمة ثم يعرض للتهوية الطبيعية لتجفيفه ثم يمسح مرة أخرى بقطعة قماش جافة.
16. بعد الانتهاء من العمل في الجو الرطب أو الممطر يجب ترك الجهاز في غرفة جافة وتركه حقيقته مفتوحة لتجف.
17. عند حدوث عطل لأي جزء من أجزاء الجهاز (عدم أدائه لوظيفته) يجب إنهاء العمل و إرسال الجهاز للصيانة.
18. يجب فحص الجهاز بصورة عامة على فترات منتظمة بواسطة الوكيل الخاص بالجهاز أو المختص بصيانة الأجهزة.

3- 7 ضبط الثيودوليت:

ينقسم إلى قسمين:

أولاً: الضبط الدائم للثيودوليت:

عند استخدام جهاز الثيودوليت في قياس الزوايا الأفقية أو الرأسية يجب أن تكون جميع حركات الجهاز الدائرية في المستويين الرأسي والأفقي الحقيقيين طبقاً لتصميم الجهاز وهذا ما يعرف بالشروط الدائمة والضبط الدائم منه ما يجري في الحقل ومنه ما يجري فقط في المصنع.



ثانياً: الضبط المؤقت للثيودوليت:

التدريب العملي الأول: التدرب على الضبط المؤقت للثيودوليت.

شروط الضبط المؤقت:

- وهي تجرى عند إعداد الجهاز للرصد وتنتهي هذه الشروط برفع الجهاز من مكان الرصد ، ويجب إعادتها عند إجراء أي أرصاد أخرى جديدة وهي تشمل ثلاث خطوات:
- أ – التسامت.
- ب – ضبط أفقية الجهاز.
- ج – صحة التطبيق.

أ – التسامت Centering :

هو وضع الجهاز بحيث يكون مركزه أو امتداد محوره الرأسي فوق مركز الوتد أو العلامة المحددة للنقطة المراد الرصد منها تماماً. ويجري التسامت بعدة طرق منها:

1 - التسامات باستخدام خيط وثقل الشاقول (Center with the Plumb Bob):



شكل (3- 7) : عملية التسامت

لإجراء عملية التسامت تجرى الخطوات التالية:

- 1- نفرد أرجل الحامل بارتفاع مناسب للراصد ، ثم نثبتته أعلى الوتد الممثل لنقطة الرصد (المرصد) (A) مثلاً بحيث تكون أرجل الحامل على أبعاد متساوية من نقطة (A) ، وقاعدة الحامل في وضع أفقي تقريباً.
- 2- نعلق خيط الشاقول الملحق بالجهاز بمسمار تثبيت الجهاز بالحامل على ارتفاع 2 سم تقريباً على الوتد المثبت في النقطة (A) (على أن يكون مسمار تثبيت الجهاز بالحامل في مركز مدى حركته).
- 3- نلاحظ وضع ثقل خيط الشاقول بالنسبة للنقطة (A) فإن لم يكن مسامتاً لها تقريباً (بفرق عدة ملليمترات) نحرك أرجل الحامل على التعاقب واحدة تلو الأخرى حتى نحصل على التسامت. ثم نغرس أرجل الحامل في الأرض جيداً.



4- نفتح حقيبة الجهاز ونخرجه منها بعناية ثم نضعه على الحامل (يمسك الجهاز بإحدى اليدين).

و بالأخرى يثبت بالحامل) باستخدام مسمار تثبيت الجهاز بالحامل، ثم نضبط الأفقية تقريباً باستخدام الحركة الانزلاقية لأرجل الحامل (إطالة أو تقصير أرجل الحامل) بالاستعانة بالفقاعة الدائرة. كما بالشكل (3- 7).

2 - التسامت باستخدام قضيب التسامت : Centering with the centering Rod

يتكون قضيب التسامت من قضيبين تليسكوبين (ينزلق أحدهما داخل الآخر) القسم السفلي منه ذو طرف مدبب ومزود بميزان تسوية دائري، والجميع يتصل بالحامل عن طريق أنبوبة أسطوانية (محواء). انظر الشكل رقم (3- 8).



شكل (3- 8): التسامت بقضيب التسامت



ولإتمام عملية التسامت:

أ- نضع الطرف المدبب لقضيب التسامت على النقطة (A)، ثم نضبط فقاعته الدائرية تقريباً عن طريق الحركة الانزلاقية لأرجل الحامل ثم نتم ضبط الفقاعة عن طريق تحرير مسمار ربط الجهاز بالحامل وحركة الجهاز على قاعدة الحامل.

ب- ندير الجزء السفلي من القضيب 180° فإن تحركت الفقاعة، نحرك الجهاز على قاعدة الحامل حتى نعالج نصف مقدار حركة الفقاعة، ثم نربط مسمار حركة الجهاز مع الحامل وبذلك تكون تمت عملية التسامت.

3 - التسامت باستخدام نظام التسامت الضوئي (Centering with the Optical Plummet):

الطريقة الأولى:

- 1- كما في التسامت باستخدام خيط الشاقول نثبت الحامل فوق نقطة المرصد (A) ونسامته تقريباً بالعين المجردة ثم نثبت الجهاز بالحامل.
- 2- نحرك عينة منظار التسامت الضوئي حتى نرى الشعرتين المتقاطعتين بوضوح تام، ثم نحرك حلقة توضيح رؤية منظار التسامت الضوئي حتى نرى الوجد الممثل للنقطة (A) على سطح الأرض جيداً في مجال رؤية المنظار.
- 3- نحرك الجهاز حركة رحوية حتى ينطبق تقاطع الشعرات مع العلامة الأرضية للنقطة (A) ثم نربط مسمار ربط الجهاز بالحامل جيداً.
- يمكن عمل التسامت الضوئي وضبط الأفقية تقريباً باستخدام التريبيراخ فقط دون الجهاز عن طريق منظار التسامت والفقاعة الدائرية.

الطريقة الثانية:

- 1- الخطوة رقم 1، 2 كما في الطريقة السابقة.
- 2- نجعل تقاطع الشعرات ينطبق مع نقطة (A) باستخدام مسامير ضبط الأفقية أو بتحريك اثنين من أرجل الحامل حركة دائرية إلى اليمين أو اليسار.
- 3- نضبط الفقاعة الدائرية وذلك عن طريق الحركة الانزلاقية للأرجل.
- 4- نضبط الأفقية كما سيلى شرحه.



ب - ضبط أفقية الجهاز (Levelling) :

ولضبط أفقية الجهاز نجري الخطوات التالية:

1- نفتح مسمار الحركة الأفقية السريعة ونحرك الأليداد حتى يكون ميزان التسوية الطولي موازياً للخط الواصل بين أي مسمارين من مسامير التسوية (أ) و (ب) مثلاً. انظر الشكل رقم (4- 9- 1)

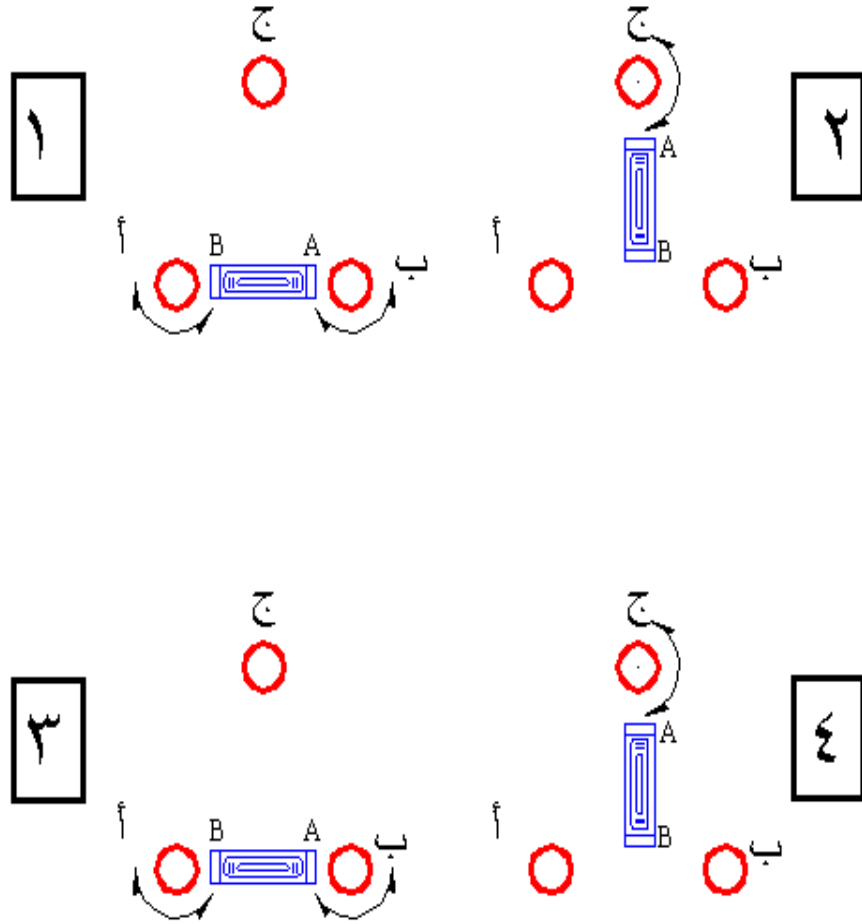
ثم نحرك مسماري التسوية (أ) و (ب) بنفس المقدار في عكس الاتجاه (إما للداخل أو للخارج) حتى نحضر الفقاعة في منتصف مجراها.

2- ندير الأليداد 90 ° في اتجاه عقارب الساعة ، ثم ندير مسمار التسوية (ج) حتى نحضر الفقاعة في منتصف مجراها شكل رقم (3- 9- 2).

3- ندير الأليداد 90 ° في اتجاه عقارب الساعة ونلاحظ موضع الفقاعة ، ثم نحرك الفقاعة إلى وضع متوسط بين ذلك الموضع ومنتصف مجراها بتحريك مسماري التسوية (أ) ، (ب) بنفس المقدار وفي عكس الاتجاه . شكل رقم (3- 9- 3).

4- ندير الأليداد 90 ° في نفس الاتجاه ثم نحرك الفقاعة للموضع المتوسط الذي حصلنا عليه في الخطوة رقم (3) باستخدام مسمار التسوية (ج) شكل رقم (3- 9- 4).

5- الآن يجب أن تبقى الفقاعة في هذا الوضع عند تحريك الأليداد في أي اتجاه وإن لم تبقى في هذا الوضع نكرر العملية السابقة ولكن هذه المرة باستخدام الوضع المتوسط الذي حصلنا عليه في الخطوة رقم (3) كما لو كان هذا الوضع هو الوضع المتوسط للفقاعة (منتصف مجراها).



شكل (3- 9): ضبط افقية الجهاز

- نلاحظ أن ضبط الأفقية يتم حينما تظل الفقاعة في وضع واحد عند تحريك الأليداد في أي اتجاه وليس شرطاً أن يكون هذا الوضع هو الوضع المتوسط لفقاعة ميزان التسوية الطولي (منتصف مجراها) وفي هذه الحالة يجب إجراء عملية الضبط الدائم للفقاعة لتبقى في منتصف مجراها عند إجراء الضبط المؤقت (للأفقية).



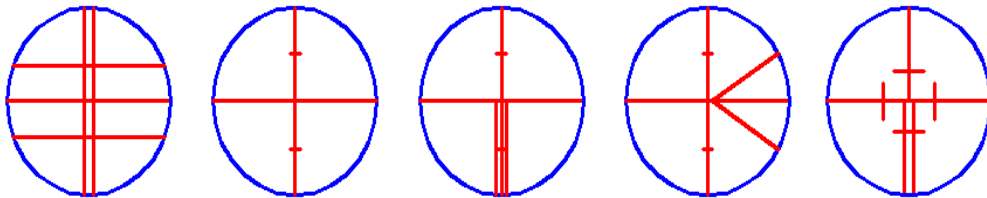
ج - ضبط التطبيق (تصحيح خطأ الوضع) أو إزالة البرالاكس (Focusing) :

عند توجيه المنظار نحو أي هدف يجب أن تكون صورته واضحة للناظر في العدسة العينية وأن تكون صورة الهدف عند مستوى حامل الشعرات تماماً. لذلك يجب ضبط العدسة العينية بحيث تقع بؤرتها على مستوى حامل الشعرات أيضاً.

وأي خلل في الحصول على الشروط السابقة يسمى خطأ الوضع أو البرالاكس. ولإجراء تصحيح خطأ الوضع نجري الخطوات التالية:

توضيح حامل الشعرات Reticle Cross Hairs شكل (3 - 10) :

- 1- نوجه المنظار تجاه السماء أو أي سطح منتظم مضيء (كالجائط) أو ورقة بيضاء.
- 2- ندير مسمار العدسة العينية حتى تظهر الشعرات واضحة تماماً ، سوداء اللون.



شكل (3 - 10): أشكال مختلفة من حامل الشعرات



توضيح صورة الهدف Target Image Focusing شكل

- 1- نحرر مسماري الحركة الأفقية والرأسية السريعة ، ثم نوجه المنظار تجاه الهدف المطلوب رصده باستخدام التوجيه الضوئي الخارجي ثم نغلق مسماري الحركة.
- 2- ننظر خلال العدسة العينية للمنظار ونحرك مسمار توضيح الرؤية.
- 3- نجعل حامل الشعرات قريباً من الهدف بتحريك مسماري الحركة البطيئة ثم نكمل توضيح الرؤية باستخدام المسمار حتى تتضح رؤية الهدف تماماً.
- يجب أن لا تكون هناك حركة ظاهرية بين حامل الشعرات والهدف بتحريك الراصد لعينه ببطء (حركة طفيفة) لأعلى ولأسفل عند النظر في العدسة العينية. فإن كانت هناك حركة ظاهرية (بارالاكس) فيجب التخلص منها بتوضيح صورة الهدف تماماً.

التمرين الثاني: التدريب على التوجيه وقراءة الدائرة الأفقية:

خطوات العمل:

- أ - التوجيه (Sighting)(خارجي وداخلي):
التوجيه الخارجي: يتم باستخدام علامة التسديد الخارجي في أعلى الجهاز وباستخدام مسامير الحركة السريعة لتحديد مكان الهدف.

التوجيه :

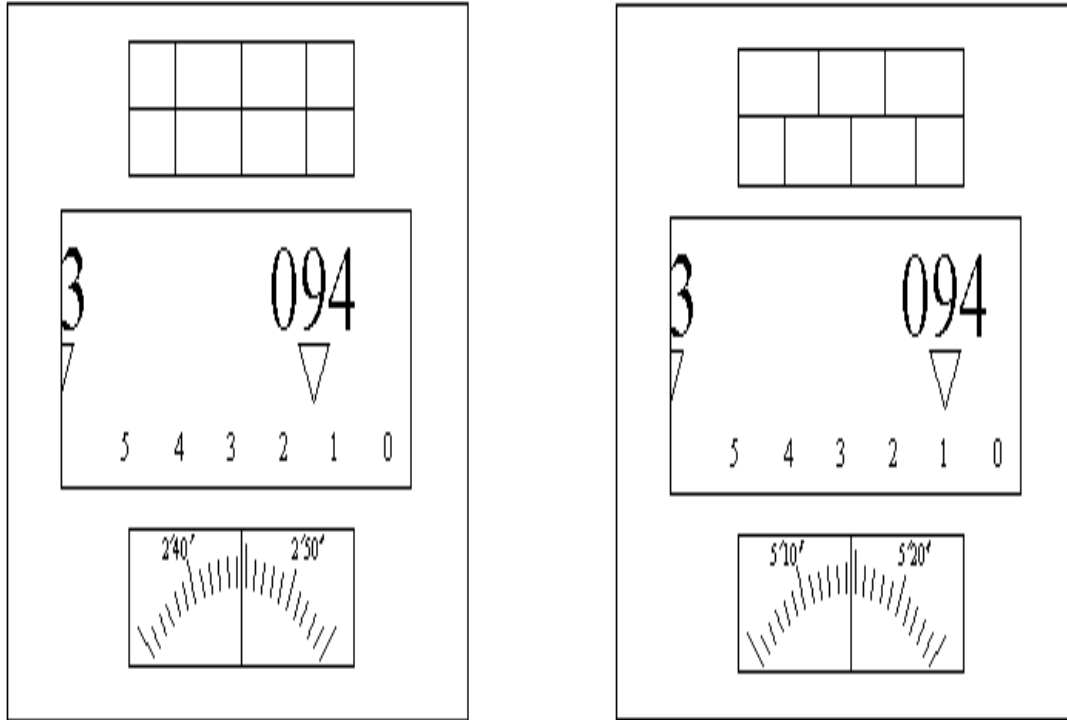
لرصد الزوايا الأفقية نحرك مسمار الحركة الأفقية البطيئة حتى تتصف الشعرة الرأسية لحامل الشعرات الهدف تماماً. أو حتى ينحصر الهدف بين الشعرتين الرأسيتين لحامل الشعرات.

ولرصد الزوايا الرأسية (بعد إتمام الضبط المؤقت للجهاز) نحرك مسمار الحركة الرأسية البطيئة حتى تنطبق الشعرة الأفقية الوسطى على قمة الهدف (النقطة المرصودة أو إشارة الرصد)، وذلك بعد أن نحرك الشعرة الرأسية قليلاً جهة اليمين أو جهة اليسار باستخدام مسمار الحركة الأفقية البطيئة.



ب - قراءة الدائرة الأفقية (Horizontal Circle Reading):

- 1- عند الرصد في ضوء النهار نفتح مرآة إضاءة الدائرة الأفقية ثم نديرها في اتجاه الضوء لينعكس منها لإضاءة مجال رؤية منظار القراءة أما عند الرصد في الليل أو تحت سطح الأرض (المناجم) تستخدم الإضاءة الكهربائية..
- 2- نحرك العدسة العينية لمنظار القراءة حتى نرى خطوط تقسيم الدائرة (الشباك العلوي) بوضوح تام.
- 3- ندير مسمار اختيار الدائرة لنجعل الخط الأحمر المرسوم على المسمار في وضع أفقي فتظهر بذلك ثلاثة شبابيك ذات لون أصفر بمنظار القراءة في الشباك العلوي تظهر صورة خطوط تقسيم لجزأين عكس بعضهما تماماً من الدائرة يفصلهما خط رفيع جداً. وفي الجزء العلوي من الشباك الأوسط تظهر الدرجات الكاملة في الجهاز ستيني ، وكل قيمة للدرجات تحتها مثلث دليل (قاعدته لأعلى ورأسه لأسفل تشير إلى رقم عشرات الدقائق) ، أسفل هذا الدليل صف من أرقام عشرات الدقائق من صفر إلى خمسة في الجهاز ستيني . وفي الشباك السفلي مقياس الميكرومتر، قيمة الجزء الواحد على هذا المقياس 1 واحد ثانية.
- 4- ندير مسمار الميكرومتر حتى تتطابق خطوط التقسيم تماماً كما في (. بعد ذلك نأخذ القراءة من أعلى إلى أسفل كالتالي .



الشكل رقم (3- 11)

عشرات الدقائق 1
آحاد الدقائق 2
ثواني 45

شكل (3- 12) القراءة في جهاز ستيني



6- أساسيات القراءة في الجهاز الستيني (360 درجة)

ففي الشكل رقم (3- 11) تم عمل التطابق لخطوط التقسيم بإدارة مسمار الميكرومتر ثم تؤخذ القراءة كالتالي: رقم الدرجات الصحيحة = 94° أربعة وتسعون درجة، والرقم 1 أسفل مثلث الدليل هو عشرات الدقائق 10' عشرة دقائق وقراءة الميكرومتر $45''$ 2' دقيقتان وخمسة وأربعون ثانية.

وتكون القراءة بالكامل كالتالي:

$$94^\circ 12' 35''$$

- تثبيت بداية قراءة الدائرة الأفقية على الصفر أو أي قراءة أخرى عادة ما نجعل قراءة الدائرة الأفقية عند اتجاه البداية مساوية للصفر أو أي قيمة أخرى (كقيمة انحراف معلوم مثلاً). فإذا كان المطلوب جعل قراءة اتجاه البداية = $30' 00'' 00^\circ$ نحصل عليه كالتالي:

- 1- نوجه المنظار على نقطة (اتجاه) البداية.
- 2- ندير مسمار الميكرومتر حتى نحصل على القراءة بالنسبة لدليل الميكرومتر (الشعرة الرأسية المنصفة للشباك السفلي) تساوي $30'' 0$ (آحاد الدقائق = صفر و الثواني = 30).
- 3- نفتح غطاء مسمار حركة الدائرة الأفقية ونديره حتى تظهر القراءة 00° (الدرجات = صفر) ومثلث الدليل فوق الرقم 0' (عشرات الدقائق = صفر) ثم نديره بدقة تامة حتى تتطابق خطوط التقسيم.
- 4- بذلك نكون حصلنا على قراءة للدائرة الأفقية = $30' 00'' 00^\circ$ فنغلق غطاء مسمار حركة الدائرة الأفقية لحماية من أي حركة مفاجئة تغير قراءة الدائرة الأفقية.

كما تستخدم الطريقة السابقة في الأجهزة المثوية لجعل قراءة الدائرة الأفقية مساوية لأي قيمة مطلوبة.



أوضاع الرصد بجهاز الثيودوليت :

عند أخذ الأرصاد بجهاز الثيودوليت (قياس زوايا أفقية ورأسية) يكون الجهاز في أحد الوضعين المتياسر أو المتيامن.

1 – الوضع المتياسر : Face Left :

عندما تكون الدائرة الرأسية يسار الراصد (يسار عينية منظار الجهاز) يسمى هذا الوضع بالوضع المتياسر.

- لأخذ الأرصاد في هذا الوضع ندير الأليداد في اتجاه عقارب الساعة لرصد الأهداف المطلوبة.

2 – الوضع المتيامن Face Right :

عندما تكون الدائرة الرأسية يمين الراصد (يمين عينية منظار الجهاز) يسمى هذا الوضع بالوضع المتيامن.

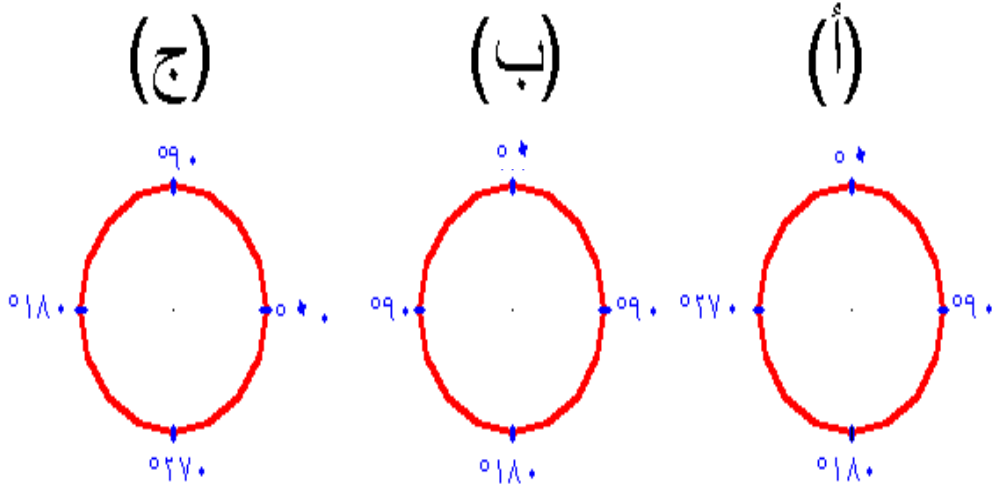
- لأخذ الأرصاد في هذا الوضع ندير الأليداد عكس عقارب الساعة لرصد الأهداف المطلوبة.



قراءة الدائرة الرأسية : Vertical Circle Reading :

الدائرة الرأسية لأجهزة الشبكات المختلفة ليست جميعها مدرجة ومرقمة بنظام واحد، ولكن هناك العديد من النظم المختلفة لتدريج وترقيم الدائرة الرأسية. انظر الشكل رقم (3 - 13) الذي يوضح أمثلة لبعض هذه النظم.

- 1- في الشكل رقم (3 - 13 - أ) الدائرة الرأسية مدرجة ومرقمة بصفر في اتجاه السميت و 180 درجة في اتجاه النظير، وعندما يكون المنظار أفقياً تكون قراءة الدائرة 90 في الوضع المتياسر و 270 في الوضع المتيامن.
- 2- في الشكل (3 - 13 - ب) الدائرة الرأسية مدرجة ومرقمة بصفر و 180 في اتجاهي السميت والنظير، وعندما يكون المنظار أفقياً تكون قراءة الدائرة 90 في كلا وضعي الجهاز المتياسر والمتيامن.



شكل (3 - 13) نظم تدرج الزاوية الرأسية

- 3- في الشكل رقم (3 - 13 - ج) الدائرة الرأسية مدرجة ومرقمة بصفر عندما يكون المنظار أفقياً في الوضع المتياسر 180 في الوضع المتيامن، وتكون القراءة 90 في اتجاه السميت 270 في اتجاه النظير.
- الدائرة الرأسية تقرأ بطريقة مماثلة تماماً لطريقة قراءة الدائرة الأفقية. ولقراءة الدائرة الرأسية ندير مسمار اختيار الدائرة لنجعل الخط الأحمر المرسوم عليه في وضع رأسي.

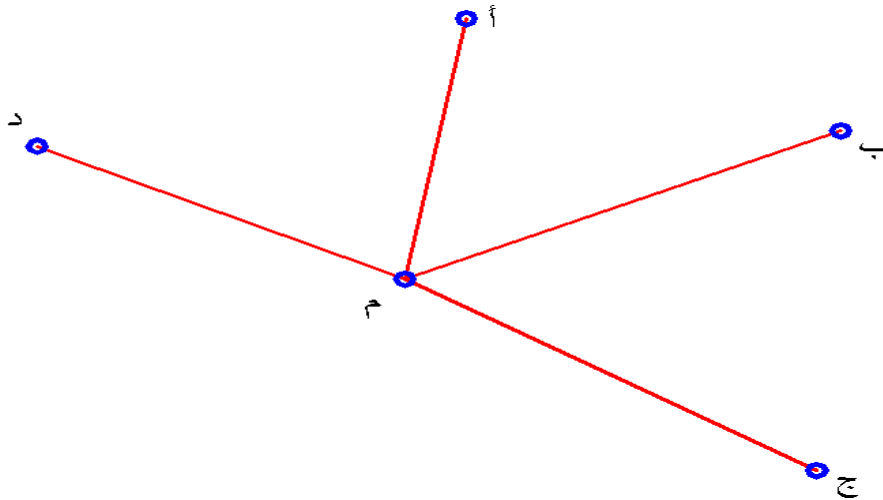


التدريب العملي الثالث: رصد الزوايا الأفقية بطريقة الاتجاهات.

- وتسمى هذه الطريقة أيضاً بطريقة قفل الأفق.
- تفضل هذه الطريقة إذا كان عدد الزوايا عند نقطة الرصد كبيراً وتستخدم عادة عند رصد زوايا المثلثات والمضلعات ومن عيوبها أن أي خطأ في رصد أحد الاتجاهات يؤثر على الاتجاه الذي يليه وبالتالي جميع الاتجاهات الموجودة، وذلك إذا رصدت على وضع واحد للجهاز (متياسر أو متيامن).

مثال توضيحي :

إذا كان المطلوب قياس الزوايا الأفقية بين الأهداف (أ، ب، ج، د) من النقطة (م) فيما يلي الخطوات المتبعة للرصد : شكل (3 - 14).



شكل (3 - 14): الأهداف المرصودة



1. نضع شواخص رأسية تماماً فوق النقط التي سيتم الرصد عليها (أ، ب، ج، د) على أن يكون سن الشاخص فوق النقطة.
2. نثبت جهاز الثيودوليت فوق نقطة الرصد (م) ونجري عملية الضبط المؤقت (التسامت وضبط الأفقية توضيح الرؤية وحامل الشعرات).
3. نختار اتجاه الرصد - بحيث يكون للنقطة الأكثر وضوحاً للراصد ويفضل أن تكون أبعد النقط المرصودة عن نقطة الرصد (للدقة في تنصيف الهدف) لأنها ترصد مرتين، وحتى يكون القفل (قفل الأفق) أقل ما يمكن وغير متأثر بعدم وضوح الهدف - وليكن اتجاه النقطة (أ).
4. نوجه منظار الثيودوليت للنقطة (أ) (اتجاه البداية) ونتخلص من البارالاكس - الشروط الثلاث للضبط المؤقت (التسامت - ضبط الأفقية - إزالة خطأ الوضع)، تكون الشعرة الرأسية منصفة تماماً لمركز النقطة (أ) أو الشاخص الرأسي، ذلك والجهاز في الوضع المتياسر.
5. نجعل قراءة الدائرة الأفقية تساوي $00^{\circ} 00' 30''$ أي نصفر الجهاز ونسجل القراءة $00^{\circ} 00' 30''$ بالجدول المعد لذلك انظر الجدول رقم (1) مقابل الهدف المرصود (أ) (وضع الجهاز متياسر (س)).
ونسجل أيضاً الأهداف المرصودة على الترتيب في اتجاه عقارب الساعة بداية من نقطة البداية (أ) في العمود الأول من الجدول فتكون على الترتيب (أ، ب، ج، د، أ).
ونسجل بقية بيانات الجدول مع رسم الكروكي للأهداف المرصودة.
(كما بالجدول رقم (3-5)).
6. ندير المنظار في اتجاه عقارب الساعة (جهة اليمين) لرصد النقطة (ب) ونتم العمليات التالية على الترتيب (التوجيه الدقيق على الهدف - التطبيق - قراءة الدائرة الأفقية) ولتكن قراءة الدائرة الأفقية $10^{\circ} 23' 40''$ وتسجل بالعمود الثالث من الجدول مقابل الهدف المرصود (ب) ووضع الجهاز (س) متياسر. (كما موضح بالجدول (4-5)).
7. ندير المنظار في اتجاه عقارب الساعة لرصد النقط (أ، ب، ج) على الترتيب ونتم العمليات السابق ذكرها بالخطوة (6) لكل من الأهداف المرصودة ولتكن قراءة الدائرة الأفقية عند (C) $135^{\circ} 05' 59''$ ، وعند (D) $288^{\circ} 14' 04''$ ، وعند (A) $00^{\circ} 00' 33''$ وتسجل كما بالجدول رقم (3-5).

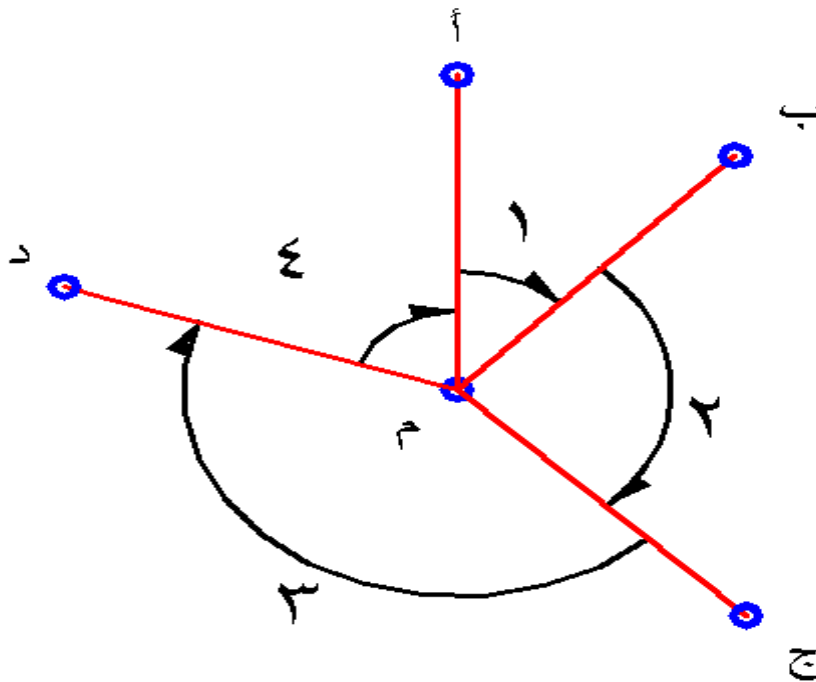


8. بعد قفل الأفق على النقطة (أ) في الوضع المتياسر ندير المنظار حول محوره الأفقي 180 ثم ندير الأليداد عكس اتجاه عقارب الساعة (جهاز اليسار) 180 لنجعل الجهاز في الوضع المتيامن ونرصد النقطة (أ) مرة أخرى ونتم العمليات السابق ذكرها في الخطوة (6) ولتكن قراءة الدائرة الأفقية "00 35' 180 ونسجلها بالعمود الثالث من الجدول أسفل القراءات السابقة مقابل الهدف المرصود (أ) ووضع الجهاز (م) متيامن.

9. ندير المنظار عكس اتجاه عقارب الساعة لرصد النقط (أ، ب، ج، د) على الترتيب مع إتمام العمليات السابق ذكرها في الخطوة رقم (6).

ولتكن قراءات الدائرة الأفقية عند (د) "04 14' 108، وعند (ج) "01 06' 315، وعند (ب) "12 22' 26، وعند (أ) "30 00 180 وتسجل بالعمود الثالث من أسفل لأعلى على الترتيب عند النقط (أ، ب، ج، د) كما بالجدول رقم (3- 5).

10. بذلك نتم عملية الرصد للزوايا الأفقية بين النقط (أ، ب، ج، د) من نقطة (م) على قوس واحد بطريقة قفل الأفق شكل (3- 15).



شكل (3- 15): الزوايا المرصودة



حساب الزوايا الأفقية :

لحساب الزوايا الأفقية بين النقط (أ، ب، ج، د) المرصودة من نقطة (م) والمسجل أرصادها بالجدول رقم (3 - 1) نتبع الخطوات التالية:

إيجاد متوسط القراءتين :

في العمود الرابع من الجدول انظر الجدول رقم (3 - 5) متوسط القراءتين نوجد متوسط قراءتي الدائرة الأفقية للاتجاه المرصود على كلا وضعي الجهاز المتياسر والمتيامن وذلك باستخدام القانون التالي.

$$\text{المتوسط} = \frac{\text{قراءة الوضع المتياسر} + \text{قراءة الوضع المتيامن}}{2} \pm 180$$

+ إذا كان قراءة الوضع المتياسر أكبر من 180

- إذا كان قراءة الوضع المتياسر أصغر من 180

إيجاد مقدار الزاوية الأفقية :

في العمود الخامس من الجدول مقدار الزاوية نوجد مقدار الزاوية الأفقية المحصورة بين اتجاهين متتاليين وذلك بطرح مقدار أي اتجاه من مقدار الاتجاه التالي له مباشرة كالتالي:

$$\text{مقدار الزاوية للهدف أ} = 40^\circ 11' 10'' - 00^\circ 00' 30'' = 40^\circ 21' 40''$$

$$\text{مقدار الزاوية للهدف ب} = 135^\circ 00' - 40^\circ 33' 11'' = 94^\circ 43' 49''$$

$$\text{مقدار الزاوية للهدف ج} = 288^\circ 14' 04'' - 135^\circ 06' 00'' = 153^\circ 08' 04''$$

$$\text{مقدار الزاوية للهدف د} = (00^\circ 00' 34'' + 360) - 288^\circ 14' 04'' = 71^\circ 46' 30''$$



إيجاد خطأ قفل الأفق:

لإيجاد خطأ قفل الأفق حول نقطة الرصد

نجمع الزوايا الأفقية حول نقطة (م) ونسجل المجموع في آخر خانة من العمود الخامس مقابل خانة المجموعة.

$$\text{مجموع الزوايا الأفقية حول نقطة (م)} = 1 + 2 + 3 + 4 = 104' 00'' = 360^\circ$$

مجموع الزوايا الأفقية حول أي نقطة = 360.

هناك فرق بين مجموع الزوايا الأفقية المرصودة حول نقطة (م) والمجموع النظري للزوايا الأفقية حول أي نقطة هذا الفرق يسمى بخطأ قفل الأفق.

$$\text{خطأ قفل الأفق} = \text{مجموع الزوايا الأفقية حول نقطة الرصد} - 360$$

$$\text{خطأ قفل الأفق} = 104' 00'' - 360' 00'' = -255' 00''$$

ويسجل هذا الفرق في الخانة السفلى من الجدول.

إيجاد قيمة تصحيح خطأ قفل الأفق بعكس إشارة الخطأ

في العمود السادس من الجدول نوجد قيمة تصحيح خطأ قفل الأفق لكل زاوية مرصودة لتصحيح خطأ قفل الأفق يوزع الخطأ على الزوايا المرصودة بعكس إشارته.

خطأ قفل الأفق

مقدار التصحيح لكل زاوية مرصودة =

عدد الزوايا المرصودة

$$\text{مقدار تصحيح خطأ قفل الأفق لكل زاوية مرصودة} = \frac{4}{4} = 1$$

ويسجل في العمود السادس مقابل كل زاوية مرصودة.



إيجاد قيمة الزاوية الأفقية المصححة نتيجة لخطأ قفل الأفق:

في العمود السابع من الجدول الزاوية المصححة (نتيجة لخطأ القفل)
ونحصل عليها كالتالي:

$$\text{مقدار الزاوية المصححة} = \text{مقدار الزاوية المرصودة} \pm \text{قيمة التصحيح}$$

$$\text{الزاوية } 1^{\wedge} \text{ المصححة} = 40^{\circ} 21' 41'' - 00^{\circ} 00' 01'' = 40^{\circ} 21' 40''$$

$$\text{الزاوية } 2^{\wedge} \text{ المصححة} = 94^{\circ} 43' 49'' - 00^{\circ} 00' 01'' = 94^{\circ} 43' 48''$$

$$\text{الزاوية } 3^{\wedge} \text{ المصححة} = 153^{\circ} 08' 04'' - 00^{\circ} 00' 01'' = 153^{\circ} 08' 03''$$

$$\text{الزاوية } 4^{\wedge} \text{ المصححة} = 71^{\circ} 46' 30'' - 00^{\circ} 00' 01'' = 71^{\circ} 46' 29''$$

يجب أن يكون مجموع الزوايا المصححة مساوياً لمجموع الزوايا حول نقطة.

$$\text{نجمع الزوايا المصححة فنجد أن المجموع} = 360^{\circ}$$

ونسجل المجموع في الخانة الأخيرة من العمود السابع مقابل خانة المجموع.



جدول أرصاد الزوايا الأفقية

النقطة المحتلة / م درجة النقطة / نوع الثيودليت / Wild T2 رقم القوس / 1
تاريخ الرصد / وقت الرصد / دقة الجهاز / 1 اسم الراصد /

الأهداف المرصودة	الأهداف المرصودة	رقم الزاوية	الزاوية المصححة	قيمة التصحيح	مقدار الزاوية	متوسط القراءتين	قراءة الدائرة الأفقية	وضع الجهاز	الأهداف المرصودة
أ	س	00 00 30							
	م	180 00 30							
ب	س	040 22 10							
	م	220 22 12							
ج	س	135 05 59							
	م	315 06 01							
د	س	288 14 04							
	م	108 14 04							
أ	س	000 00 33							
	م	180 00 35							
								المجموع	
خطأ قفل الأفق = مسموح = غير مسموح									

جدول (3- 5)

علما أنه هناك أشكال عديدة و تصميمات مختلفة لهذا الجدول ويمكن اختيار أحدها .



التدريب العملي الرابع: رصد الزوايا الرأسية:

الغرض من التمرين:

- 1- طريقة قراءة الزاوية الرأسية في الثيودوليت المستخدم.
- 2- رصد عدة أهداف رأسية وتدوينها.

الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- 1- جهاز ثيودوليت.
- 2- حامل ثلاثي للجهاز.
- 3- جدول أرصاد (دفتر الحقل).

قياس الزوايا الرأسية: (Measuring of vertical angles)

معظم أجهزة الثيودوليت الحديث مزودة باستدلال (ابتداء) أوتوماتيكي (Automatic index) وظيفته جعل صفر (أو 90) تدريج الدائرة الرأسية ينطبق مع اتجاه السميت (الرأسي) الذي يمثل امتداده لأسفل اتجاه خيط الشاغول. بحيث يجعل قراءة الدائرة الرأسية منسوبة للمستوى الأفقي المار بمحور دوران المنظار.

وجهاز الثيودوليت Wild T2 السابق شرحه مزود بابتداء أوتوماتيكي بالضغط على مسمار التحكم في أدائه لوظيفته - (بعد ضبط أفقية الجهاز) - نرى خطوط تقسيم حافتي الدائرة الرأسية في الشباك العلوي لمنظار القراءة تتأرجح متباعدة عن بعضها ثم تهدأ حركتها وتعود ببطء إلى وضعها الأصلي قبل الضغط على المسمار بذلك نتأكد من أن الابتداء الأوتوماتيكي يؤدي وظيفته وأن صفر الدائرة الرأسية ينطبق تماماً مع الاتجاه الرأسي.

وإن لم تعد خطوط تقسيم حافتي الدائرة الرأسية إلى وضعها الأصلي ببطء ولكن اهتزت ثم توقفت دل ذلك على أن الابتداء الأوتوماتيكي لا يؤدي وظيفته نتيجة لأن ضبط الأفقية للجهاز غير صحيح فيعاد.

- وعملية قياس الزوايا الرأسية مماثلة تماماً لعملية قياس الزوايا الأفقية.

ولكن عند توجيهه لوضع الشعرة الأفقية لحامل الشعرات مماسه لقمة النقطة المرصودة (كعب الشاخص) أو تقطع جزء ثابت من الشاخص الرأسي الموضوع على نقطة الرصد ويدون ذلك في خانة الملاحظات، باستخدام مسمار الحركة الرأسية البطيئة ثم نضغط على مسمار الابتداء الأوتوماتيكي للتأكد من عمله ثم نقرأ الدائرة الرأسية ونسجلها بالجدول.



مثال توضيحي (2)

إذا كان المطلوب قياس الزوايا الرأسية بين النقطة (م) والنقط (أ، ب، ج، د) ففي ما يلي الخطوات المتبعة للرصد :-

1. نفذ الخطوات (1)، (2) كما بالمثل السابق.
2. نوجه المنظار تجاه نقطة (أ) ونتخلص من البارالاكس بحيث تكون الشعرة الأفقية تمس قمة النقطة (أ) أو سن الشاخص الرأسي الموضوع عليها.
(إن لم يتيسر ذلك نجعل الشعرة الأفقية تقطع جزءاً ثابتاً من الشاخص الرأسي وندونه في خانة الملاحظات) - ذلك والجهاز في الوضع المتياسر.
ونسجل الأهداف المرصودة على الترتيب في اتجاه عقارب الساعة. العمود الأول بجدول الرصد ونسجل بقية بيانات جدول الرصد (3 - 2).
3. نجري العمليات التالية على الترتيب (التوجيه الدقيق على النقطة أ - الرأسية) ولتكن القراءة $94\ 14\ 49''$. فنسجلها بالعمود الثالث من الجدول مقابل (أ). والجهاز في الوضع (س) متياسر.
4. ندير المنظار في اتجاه عقارب الساعة لرصد النقط (ب، ج، د) على الترتيب و السابق ذكرها في الخطوة (3) عند كل نقطة ولتكن القراءات للدائرة الرأسية عند (ب) $06\ 44\ 85''$ ، وعند (ج) $05\ 33\ 93''$ وعند (د) $34\ 44\ 87''$ ونسجلها بالعمود الثالث من الجدول.
5. بعد رصد النقطة (د) ندير المنظار حول محوره الأفقي 180° ثم ندير الأليداد عكس اتجاه عقارب الساعة 180° لرصد النقطة (د) مرة أخرى والجهاز في الوضع المتيا من ونجري العمليات السابق ذكرها في الخطوة رقم (3) ولتكن قراءة الدائرة الرأسية عند (د) $42\ 44\ 267''$ ونسجلها بالعمود الثالث من الجدول أسفل القراءات السابقة مقابل الهدف المرصود (د) ووضع الجهاز (م) متيامن.
6. ندير المنظار عكس عقارب الساعة لرصد النقط (أ، ب، ج) على الترتيب مع إجراء العمليات السابق ذكرها في الخطوة (3) عند كل نقطة ولتكن قراءة الدائرة الرأسية عند (ج) $35\ 36\ 266''$ و عند (ب) $40\ 15\ 274''$ وعند (أ) $01\ 44\ 265''$. وتسجل بالعمود الثالث من الجدول على الترتيب من أسفل لأعلى مقابل النقط المرصودة (أ، ب، ج) ووضع الجهاز (م) متيامن.



7. بذلك نتم عملية الرصد للزوايا الرأسية بين النقطة (م) والنقط (أ، ب، ج، د) على قوس واحد.

حساب الزاوية الرأسية:

الزاوية الرأسية:

هي الزاوية المقاسة من المستوى الأفقي المار بمحور دوران المنظار إلى خط نظر المنظار الموجه للهدف المرصود.

وتسمى الزاوية الرأسية زاوية ارتفاع إذا كان المنظار يرتفع عن المستوى الأفقي ، وتسمى زاوية انخفاض إذا كان المنظار ينخفض عن المستوى الأفقي.

الزاوية السمتية:

هي الزاوية المقاسة من المستوى الرأسي المار بمحور الجهاز إلى خط نظر المنظار الموجه للهدف المرصود.

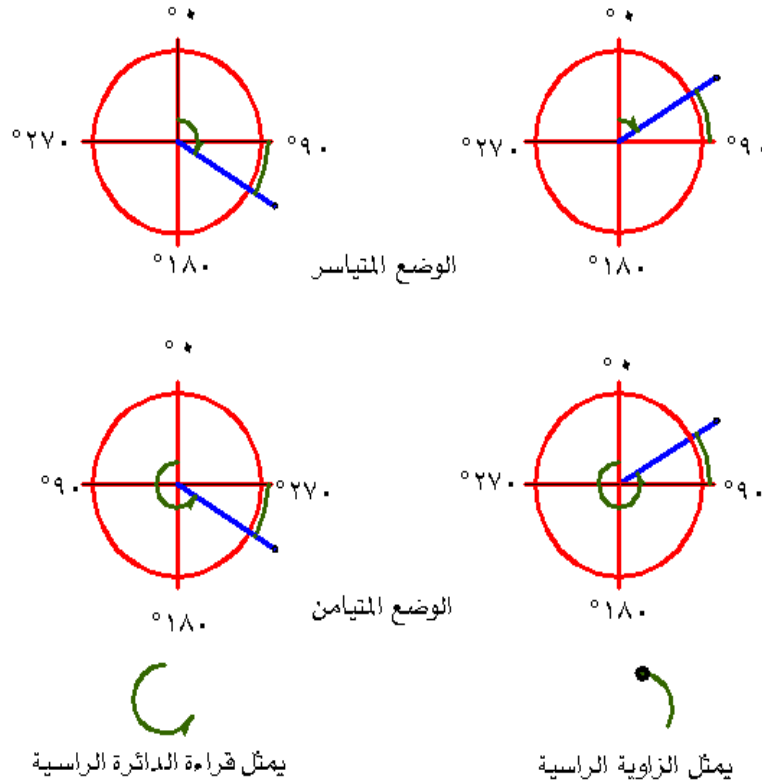
(وهي قراءة الدائرة الرأسية المقاسة بالجهاز إذا كان صفر الدائرة الرأسية ينطبق مع المحور الرأسي للجهاز).

وتحسب الزاوية الرأسية من العلاقات التالية: شكل (3- 16).

الزاوية الرأسية (الوضع المتياسر) $= 90^\circ$ - قراءة الدائرة الرأسية (الزاوية السمتية).

الزاوية الرأسية (الوضع المتيامن) $=$ قراءة الدائرة الرأسية $- 270^\circ$

متوسط قيمة الزاوية الرأسية $= 1/2$ (الزاوية الرأسية "الوضع المتياسر" + الزاوية الرأسية "الوضع المتيامن").



شكل (3- 16): قراءة الدائرة الرأسية

حساب الزوايا الرأسية بين النقطة (م) والنقط (أ، ب، ج، د) والمسجل أرسادها بالجدول رقم (4- 6) نتبع الخطوات التالية: -

إيجاد مقدار الزاوية الرأسية:

في العمود الرابع من الجدول رقم (3- 6) مقدار الزاوية الرأسية للأهداف المرصودة من نقطة المرصد لكلا وضعي الجهاز المتياسر والمتيامن ، ونحصل عليها بالتطبيق في العلاقات التالية.

مقدار الزاوية الرأسية للهدف (أ) الوضع المتياسر = $90^\circ - \text{قراءة الدائرة الرأسية} = 90^\circ 00' 00'' - 49^\circ 14' 14'' = 40^\circ 45' 46''$

والإشارة السالبة تعني أن الزاوية زاوية انخفاض.



مقدار الزاوية الرأسية للهدف (أ) (الوضع المتيامن) = قراءة الدائرة الرأسية - $270^\circ = 51^\circ 44'$

$$265^\circ 00' - 270^\circ 00' = -04^\circ 15'$$

مقدار الزاوية الرأسية للهدف (B) (الوضع المتياسر)

$$90^\circ 00' - 85^\circ 44' = +04^\circ 15'$$

الإشارة الموجبة تعني أن الزاوية زاوية ارتفاع

مقدار الزاوية الرأسية للهدف (B) (الوضع المتيامن)

$$274^\circ 15' - 270^\circ 00' = +04^\circ 15'$$

وبالمثل تحسب بقية الأرصاد.

إيجاد متوسط قيمة الزاوية الرأسية:

في العمود الخامس من الجدول نوجد متوسط قيمة الزاوية الرأسية لكلا وضعي الجهاز

المتياسر والمتيامن بالتطبيق في العلاقة التالية:

الزاوية الرأسية = $\frac{1}{2}$ (الزاوية الرأسية "الوضع المتياسر" + الزاوية الرأسية "الوضع المتيامن")

متوسط الزاوية الرأسية للهدف (أ). = $\frac{1}{2} (04^\circ 15' 09'' + 04^\circ 14' 49'') = 04^\circ 14' 59'' -$

متوسط الزاوية الرأسية للهدف (ب) = $\frac{1}{2} (04^\circ 15' 54'' + 04^\circ 15' 40'') = 04^\circ 15' 47''$

وبالمثل نحسب البقية والمسجلة نتائجها بالجدول رقم (4-6).

تسجيل نوع الزاوية (ارتفاع أو انخفاض):

في العمود السادس من الجدول يسجل نوع الزاوية إن كانت زاوية ارتفاع أو زاوية انخفاض.

فإن كان متوسط قيمة الزاوية الرأسية يحمل إشارة موجبة فهي زاوية ارتفاع.

وإن كان متوسط قيمة الزاوية الرأسية يحمل إشارة سالبة فهي زاوية انخفاض



جدول أرصاد الزوايا الرأسية

النقطة المحتلة/م درجة النقطة/ نوع الثيودليت/ Wild T2 رقم القوس/1
 ارتفاع الجهاز/ ارتفاع العاكس/ دقة الجهاز/ 1 اسم الراصد/
 تاريخ الرصد/ حالة الطقس/ وقت الرصد/

ملاحظات	مكان التهديد	نوع الزاوية	متوسط قيمة الزاوية الرأسية	مقدار الزاوية الرأسية	قراءة الدائرة الرأسية	وضع الجهاز	الأهداف المرصودة
	قيمة النقطة	انخفاض	-04 14 59	-04 14 49	94°14 49	س	أ
				-04 15 09	265 44 51	م	
	~	ارتفاع	-03 23 15	04 15 54	85 44 06	س	ب
				04 15 40	274 15 40	م	
	~	انخفاض	02 15 22	-03 23 05	93 29 05	س	ج
				-03 23 25	266 36 35	م	
طول الشاحص 2.00 متر	منتصف الشاحص	ارتفاع	02 15 22	02 15 26	87 44 34	س	د
				02 15 18	272 15 18	م	

جدول رقم (3- 6)

علما أنه أيضا هناك أشكال عديدة و تصميمات مختلفة لهذا الجدول ويمكن اختيار أحدها



التيودوليت الرقمي (Digital Theodolite) :-

5- 1 مزايا التيودوليت الرقمي :

- 1- سهولة العمل عليه في قراءة الزوايا.
- 2- السرعة في إنجاز العمل.
- 3- يمكن ربطه بالحاسب أو التخزين على بطاقة (كارت).

5- 2 عيوب التيودوليت الرقمي :

- 1- سرعة تلفه مقارنة بالتيودوليت العادي (البصري).
- 2- يحتاج إلى بطارية لتغذيته بالطاقة وبالتالي قد يتعطل العمل بنفاذ البطارية.
- 3- يحتاج إلى عناية ورعاية خاصة أكثر من التيودوليت العادي.
- 4- أكثر تأثراً بالظروف الجوية.

5- 3 العناية بالتيودوليت الرقمي :

- 1- ينبغي فحصه كل ثلاثة أشهر عند عدم استخدامه.
- 2- ينبغي حمله بحذر وتجنب الصدمات والاهتزازات العنيفة.
- 3- إن وجدت مشكلة في أجزائه الدورانية (المسامير) أو الأجزاء البصرية (مثل العدسات) فيجب إرساله إلى ورشة الصيانة.
- 4- بعد إخراج الجهاز من الحقيبة ينبغي إغلاقها لحمايتها من الأتربة والغبار والرطوبة، وكذلك ينبغي عدم وضع الجهاز مباشرة على الأرض.
- 5- لا تنقل الجهاز أبداً من مكان لآخر وهو فوق الحامل.
- 6- ينبغي حماية الجهاز من أشعة الشمس والمطر بواقى مثل المظلة.
- 7- يجب إطفاء الجهاز (إغلاق مفتاح الطاقة) قبل إخراج البطارية من الجهاز.
- 8- تأكد من أن الجهاز وبطانة الحقيبة الداخلية جافة قبل إدخال الجهاز في الحقيبة.
- 9- يجب أن يكون أحد المساحين بجانب الجهاز عندما يكون موضوعاً على طريق أو في أي مكان يتعرض فيه الجهاز للخطر.
- 10- ينبغي مسح الجهاز إن تعرض للبلل أثناء الرصد قبل وضعه في الحقيبة.
- 11- ينبغي دائماً تنظيف الجهاز قبل وضعه في الحقيبة. وتحتاج العدسات إلى عناية خاصة. ويكون ذلك بقطعة قماش خاصة.



12- ينبغي فحص الحامل الثلاثي والتأكد من سلامته.

3 - 4 مواصفات وتركيب الجهاز الرقمي:

تختلف المواصفات وتركيب أجهزة الثيودوليت الرقمي كما هو الحال في جميع الأجهزة من شركة لأخرى وأيضاً من موديل إلى آخر لنفس الشركة. شكل (3- 17). لذلك سوف نتطرق هنا لموديل محدد كمثال فقط وينبغي شرح الجهاز المتوفر في جهة التدريب وعدم التقيد بما هو مذكور هنا).



شكل (3- 17): أشكال مختلفة من أجهزة الثيودوليت الرقمي



نموذج (سلسلة) الثيودوليت الرقمي DT 600 من شركة سوكيا. ⁽¹⁾

المواصفات:

الأبعاد : 165 (طول × 165 عرض × 1341 ارتفاع) مم مع الحامل اليدوي.

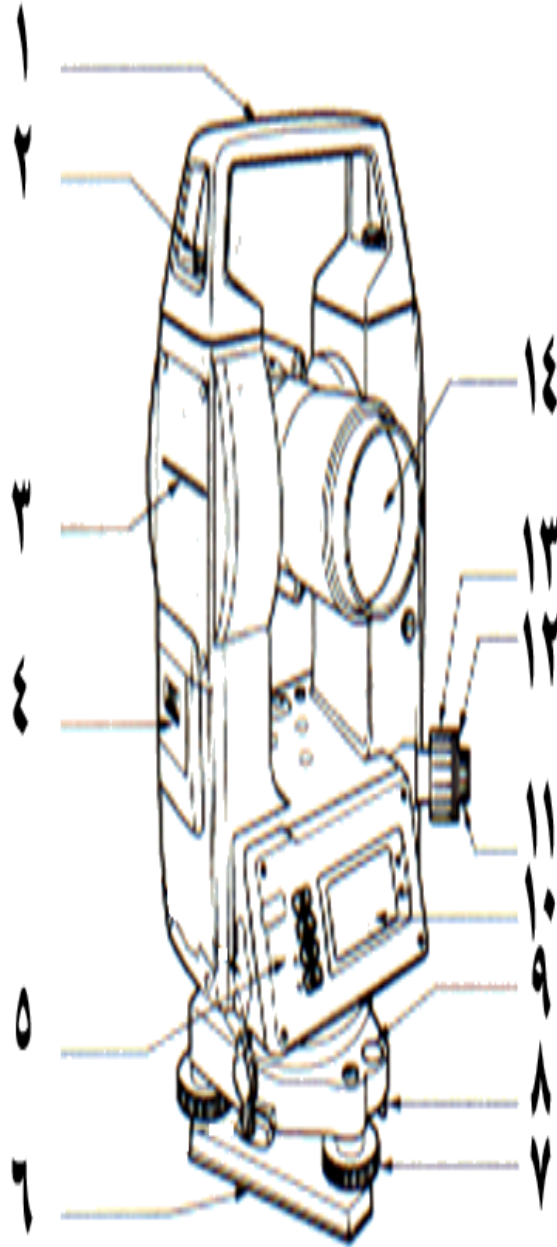
الوزن : 4.2 كجم.

ارتفاع الجهاز : 236 مم. (بدون الحامل اليدوي)

درجة الحرارة التي يعمل ضمنها : (- 20° إلى 50°) درجة مئوية.

درجة التخزين : (- 30 إلى 70) درجة مئوية.

الشاشة : نوع LCD مكونة من سطرين كل سطر 8 خانات ودرجة العرض أو الوضوح (64 × 120) نقطة.



شكل (3- 18 أ).

**المنظار:**

الطول: 160 مم.

قوة التكبير : 26x (26 ضعف).

مجال أو حقل الرؤية : 30 1.

أقل مسافة للرؤية : 0.9 م

معامل الاستاديا : 100 والثابت الإضايف صفر.

القياسات الزاوية:

الدقة : 7

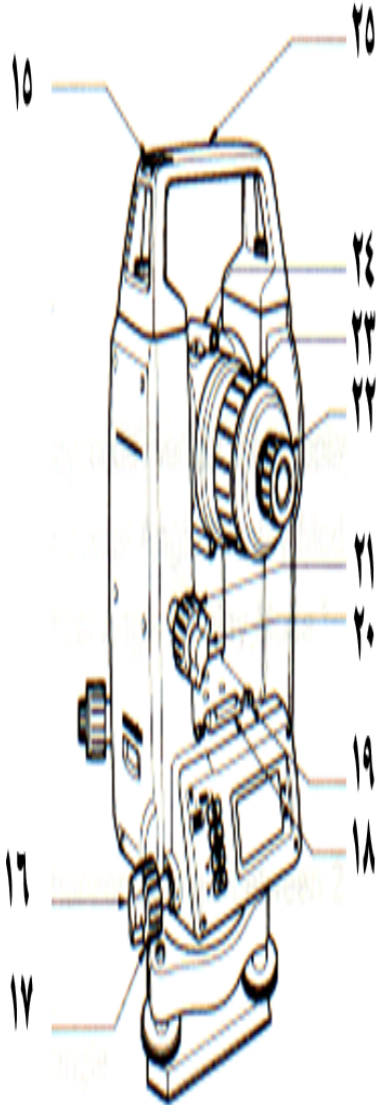
الوقت المستغرق للرصد : أقل من 0.5 ثانية.

الطاقة: مصدر الطاقة : 2 بطارية نوع R14/C.

ساعات العمل للبطارية: 23 ساعة عمل عند درجة 25 درجة مئوية.

تركيب الجهاز شكل (3- 18 أ - ب):

- 1- مقبض يدوي لحامل الجهاز.
- 2- مسمار أمان المقبض (لفصل المقبض عن الجهاز أو إعادته).
- 3- العلامة التي يقاس إليها ارتفاع الجهاز (علامة تحديد ارتفاع الجهاز).
- 4- غطاء أو البطارية.
- 5- لوحة المفاتيح (لوحة العمل).
- 6- اللوح الأساسي.
- 7- مسامير الحركة الأرضية.
- 8- مسامير ضبط فقاعة التسوية الدائرية (لفك الفقاعة).
- 9- فقاعة التسوية الدائرية.
- 10- الشاشة
- 11- عدسة التسمات البصري.
- 12- غطاء لعدسة التسمات.
- 13- حلقة توضيح الرؤية للتسمات.
- 14- عدسة التهديف (العدسة الشبيئية).
- 15- مخزن أنبوبي لإبرة البوصلة.



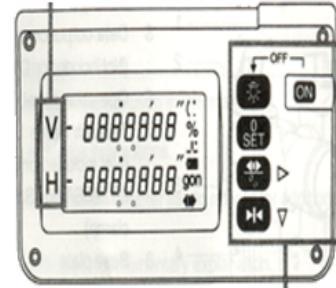
شكل (3- 18 ب): تركيب

جهاز

رقمي سوكيا DT600

V: الزاوية الرأسية

H: الزاوية الأفقية



مفاتيح العمليات

● الرموز الضاهرة

(*): الزاوية الرأسية (٩٠°)

(%): الزاوية الرأسية كنسبة

(-): معادل ميل الزاوية



● علامة البطارية (تظهر عندما ينبغي تغيير البطارية):

gon: وحدة قياس الزاوية (جراد)

● الزاوية الأفقية في الوضع المتزامن

● الزاوية الأفقية في الوضع المتناسر

● الزاوية الفقية في وضع التثبيت

● مفاتيح العمليات

ON: لتشغيل الجهاز

ON + : لأطفاء الجهاز

● لا اختيار وضع إظهار الزاوية الأفقية أو الرأسية



● لزيادة وضوء الشاشة

● لتصفير الزاوية الأفقية



● لتثبيت أو إلغاء تثبيت الزاوية الأفقية



شكل (3- 5): شاشة ثيودوليت رقمي



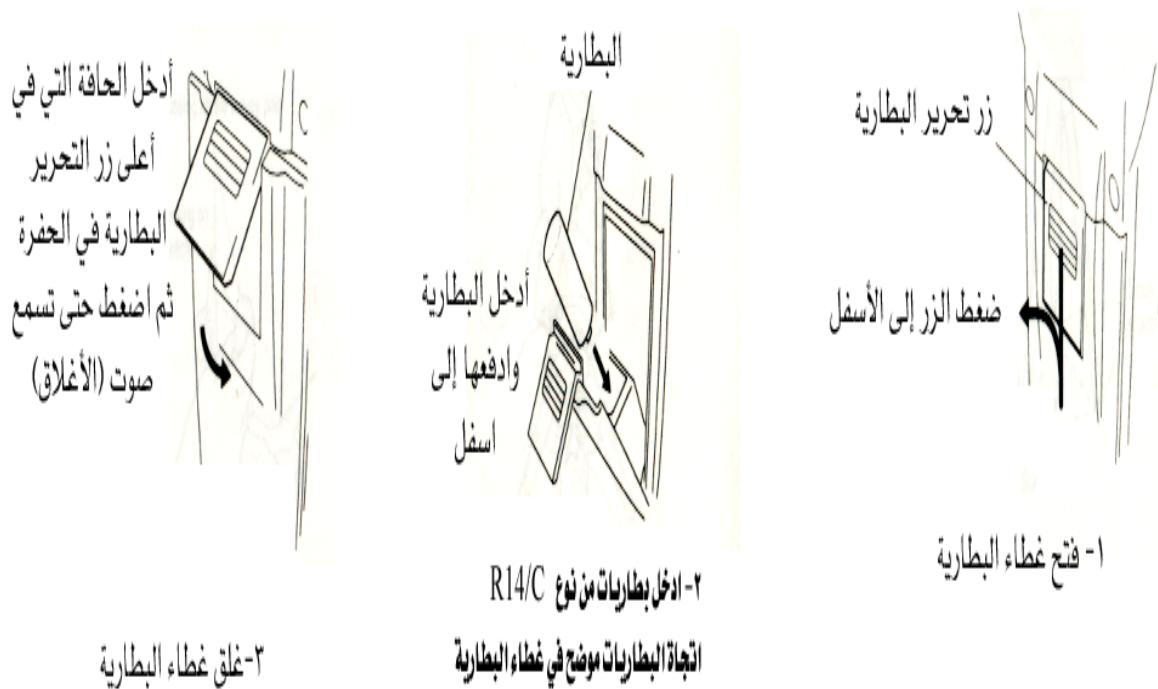
- 16- مسمار (ملزم) الحركة الأفقية السريعة.
- 17- مسمار الحركة الأفقية البطيئة.
- 18- الشريحة الزجاجة الاسطوانية لفقاعة التسوية.
- 19- مسامير لفك وتركيب وتثبيت فقاعة التسوية الأسطوانية.
- 20- مسمار (ملزم) الحركة الرأسية السريعة.
- 21- مسمار الحركة الرأسية البطيئة.
- 22- عدسة المنظار (العدسة العينية).
- 23- حلقة التكبير (التوضيح).
- 24- ثقب التوجيه الخارجي.
- 25- علامة مركز الجهاز.



طريقة تشغيل الجهاز:

خطوات إدخال وإخراج البطارية:

- 1- افتح غطاء البطارية شكل (3- 19 - 1).
- 2- أدخل بطاريات من نوع (R14/C) (اتجاه البطارياتان موضح في غطاء البطارية) شكل (3- 19 - 2).



شكل (3- 19 - 3): إغلاق غطاء البطارية

شكل (3- 19 - 2): تركيب بطارية بالجهاز

شكل (3- 19 - 1): فتح غطاء البطارية

- 3- أغلق غطاء البطارية شكل (3- 19 - 3).

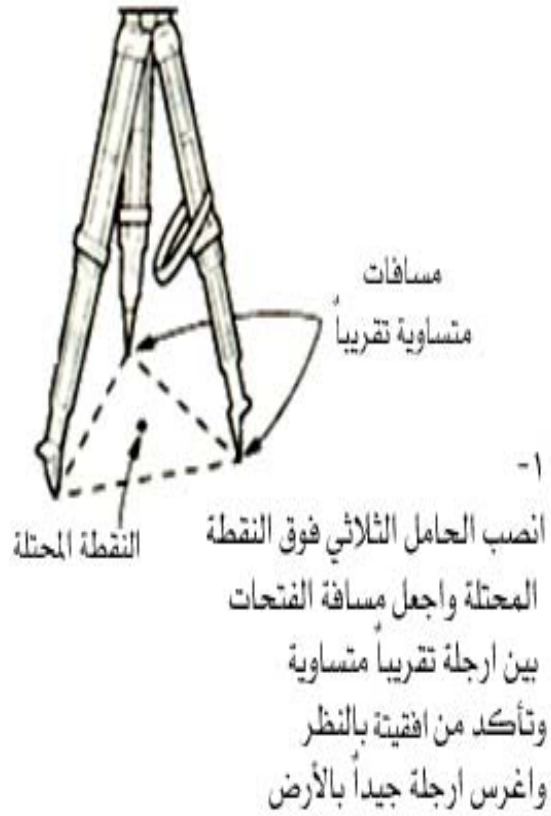


التدريب العملي الأول : الضبط المؤقت للجهاز:

كما تعلمت سابقاً يوجد ثلاثة شروط للضبط المؤقت وهي:

أ- التسمات : Centering :

- 1- انصب الحامل الثلاثي فوق النقطة المحتلة واجعل تباعد الفتحات بين أرجله تقريباً متساوية وتأكد من أفقيته بالنظر واغرس أرجله جيداً بالأرض شكل (3- 20).



شكل (3- 20): طريقة نصب الحامل الثلاثي



- 2- ضع الجهاز فوق الحامل ممسكاً به بيد وبالأخرى اربط مسمار الأمان لكي تثبت الجهاز فوق الحامل جيداً. شكل (3- 21)



شكل (3- 21): تثبيت الجهاز فوق الحامل



- 3- انظر من عدسة التسامت البصري لترى النقطة المحتلة ثم وضع الرؤية ووجه على النقطة لأفضل تقدير شكل (3- 22).



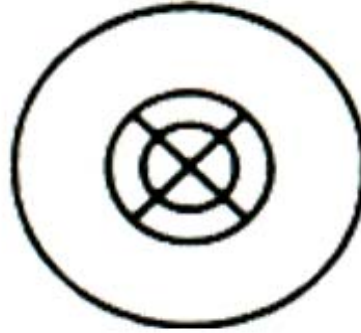
٢- انظر من عدسة التسامت البصري لترى
النقطة المحتلة ثم وضع الرؤية ووجه على
النقطة لأفضل تقدير

شكل (3- 22): لتسامت على النقطة
المحتلة



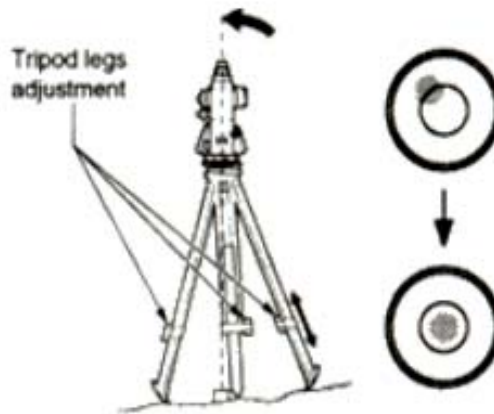
ب - ضبط الأفقية :

- 1- اضبط أفقية مسامير الحركة الأرضية حتى ترى النقطة المحتلة في المنتصف من خلال عدسة التسامت شكل (3- 23) .



شكل (3- 23): النقطة المحتلة وسط عدسة التسامت

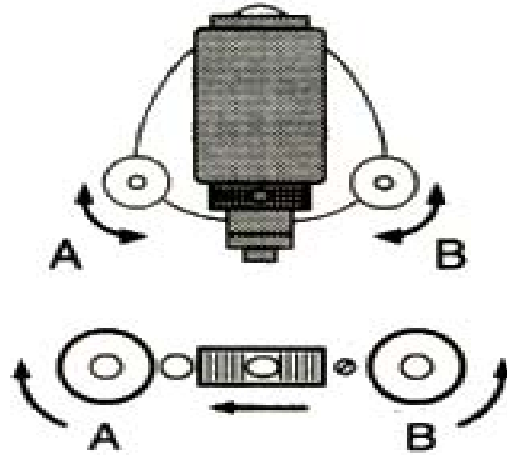
- 2- اجعل فقاعة التسوية الدائرية تكون في المنتصف وذلك باستخدام أرجل الحامل شكل (3- 24) .



شكل (3- 24): ضبط فقاعة التسوية الدائرية باستخدام أرجل الحامل

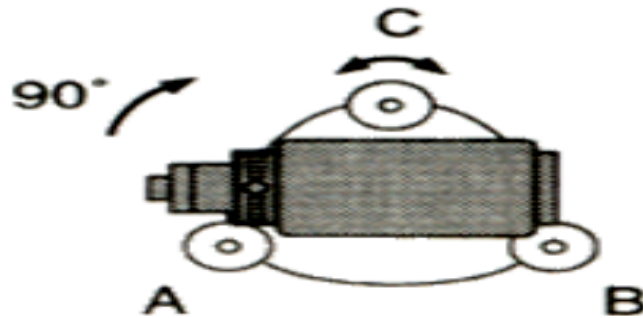


- 3- لجعل الفقاعة الأسطوانية في منتصف مجراها حل مسامير الحركة الأفقية للجهاز اجعله موازياً لمسمارين من الثلاثة كما بالشكل وحرك المسمارين إما للداخل أو للخارج حتى تكون الفقاعة في المنتصف شكل (3- 25).



شكل (3- 25): وضع الفقاعة الأسطوانية للمسامير

- 4- لف الجهاز 90° حتى يكون موازياً للمسمار الثالث وعمودياً على السابقين وباستخدام المسمار الثالث اجعل الفقاعة في منتصف مجراها شكل (3- 26).



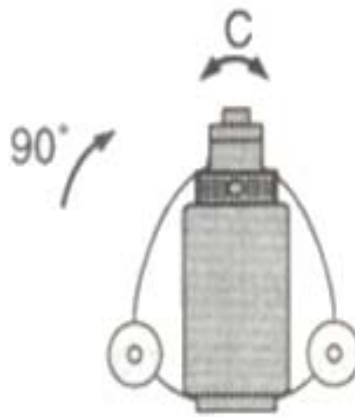
شكل (3- 26): إدارة الجهاز لموازته بالمسمار الثالث



5- أدر الجهاز 90° حتى تعود للوضع السابق للتأكد من أن الفقاعة الأسطوانية في المنتصف شكل (3- 27)، فإن لم تكن كذلك قم بإجراء الآتي:

أ - أدر المسمارين في اتجاهين متعاكسين وبشكل متساوٍ قدر الإمكان حتى تقطع الفقاعة نصف إزاحتها عن المنتصف.

ب - أدر الجهاز 90° حتى يكون موازياً للمسمار الثالث ثم أدر المسمار لتكون الفقاعة في منتصف مجراها.



شكل (3- 27): إعادة الجهاز للوضع السابق

6- أدر الجهاز في الاتجاهات المختلفة للتأكد من أن الفقاعة في المنتصف فإن لم تكن أعد خطوات ضبط أفقية الجهاز من جديد.

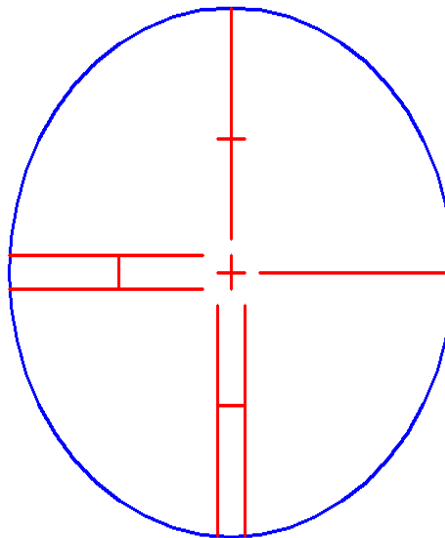
7- تأكد من أن التسامت مضبوط وذلك بالنظر من خلال العدسة الخاصة به، فإن لم يكن أعد التسامت إما بفك مسمار الربط للجهاز الذي في الأسفل وتحريكه أو



- 8- بتحريك التريبراخ (حسب نوع الجهاز) حتى ترى المنطقة المحتلة في تقاطع الشعرات تماماً.
- 9- تأكد مرة أخرى من أفقية الجهاز فإن لم تكن كذلك أعد الخطوات من الخطوة رقم (3). وهكذا حتى تضبط التسامت وأفقية الجهاز.

ج- توضيح صورة الهدف (صحة التهديد أو إزالة البرالاكس شكل (3 - 28) :

- 1- انظر من خلال العدسة العينية للمنظار لخلفية صافية بدون معالم (كورقة أو الماء) وأدر العدسة مع وعكس عقارب الساعة بيدك حتى تتضح علامة التقاطع تماماً بالنسبة للعين.
- 2- التوجيه على الهدف: حرر مسامير الحركة الأفقية والرأسية للجهاز ثم استخدم التوجيه الخارجي للتهديد ناحية الهدف ثم اربط مسامير الحركة السريعة للجهاز.
- 3- وضح الهدف من خلال حلقة المنظار ثم استخدم مسامير الحركة البطيئة (الأفقية والرأسية) لكي تضع علامة التقاطع على النقطة المرصودة تماماً. (يفضل أن تكون آخر حركة للمسامير الأفقية والرأسية باتجاه عقارب الساعة).
- 4- أعد توضيح الهدف حتى لا يكون هناك حركة ظاهرة بين حامل الشعرات والهدف.

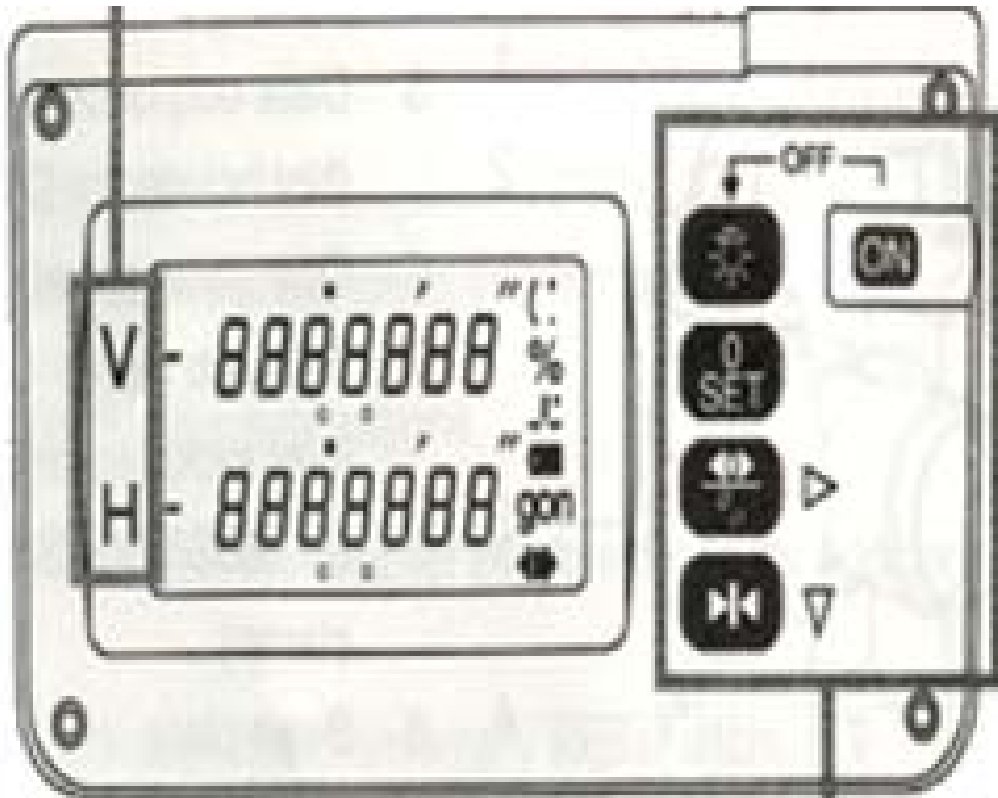


شكل (3 - 28): توضيح حامل الشعرات

التدريب العملي الثاني : تشغيل الجهاز والرصد به :

أولاً :

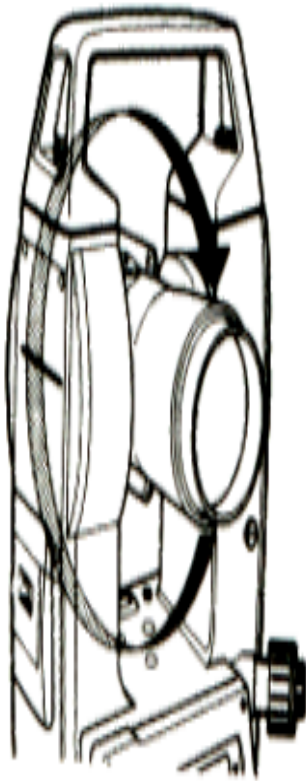
1- تشغيل الجهاز اضغط مفتاح ON شكل (3- 29).



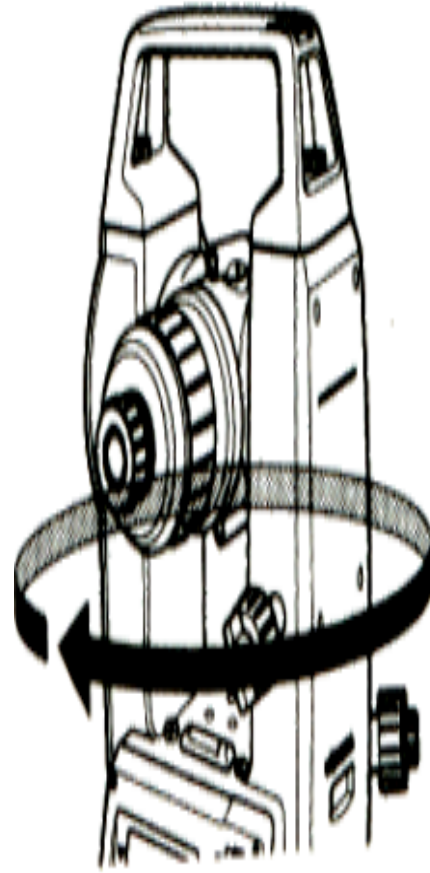
شكل (3- 29): شاشة ثيودوليت رقمي

2- حرر مسامير الحركة الأفقية السريعة وقم بتدوير الجهاز كما بالشكل حتى تسمع صوت المؤشرة (جرس) شكل (3- 30).

3- حرر مسامير الحركة الرأسية السريعة واقلب وضع المنظار (أدره) كما بالشكل (3- 31).



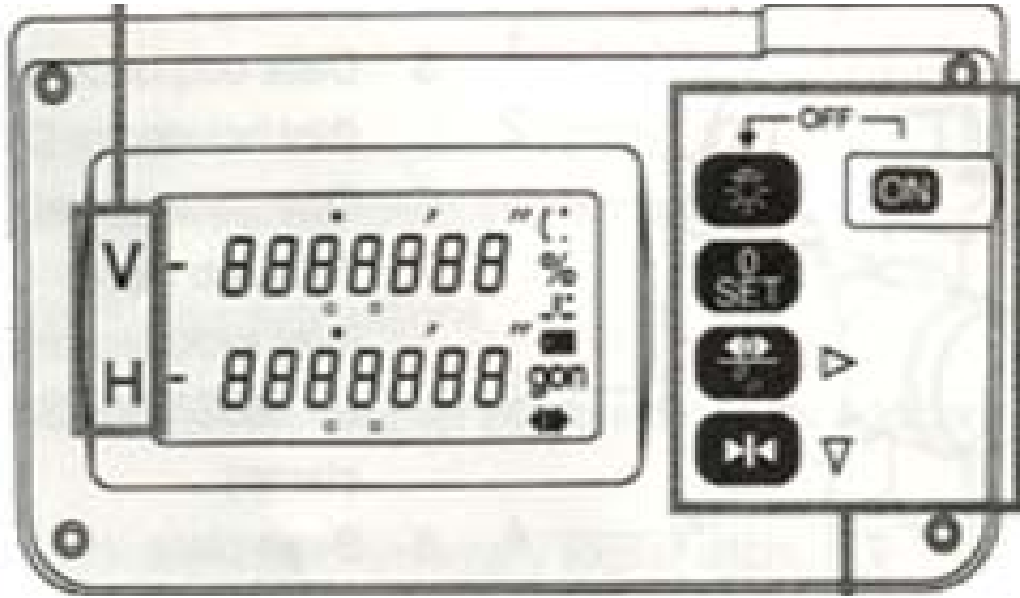
شكل (3- 31): أدر المنظار رأسياً



شكل (3- 30): أدر الجهاز أفقياً



ثانياً: قياس الزاوية الأفقية بين هدفين :

- 1- وجه على الهدف الأول.
- 2- اضغط على مفتاح (SET) مرتين لتصفير الزاوية الأفقية شكل (3- 32).
- 3- وجه على الهدف الثاني وسجل قراءة الزاوية الأفقية التي تظهر على الشاشة.



شكل (3- 32): شاشة ثيودوليت رقمي

ثالثاً: تثبيت الزاوية الأفقية على قراءة معينة:

- 1- أدر الجهاز حتى تحصل على القراءة الأفقية التي تريدها.
- 2- اضغط مفتاح () مرتين ليتم تثبيت القراءة المطلوبة.
- 3- وجه على الهدف الذي تريده ثم اضغط مرة واحدة على مفتاح () مرة أخرى ليتم إلغاء التثبيت.

**التدريب العملي الثالث:**

قم بإعادة التدريب الذي أخذته في الوحدة السابقة لرصد عدة أهداف وحساب الزاوية الأفقية بينهما وباستخدام نفس جدول الأرصاد.

التدريب العملي الرابع:

أعد تدريب الوحدة السابقة الخاص بالزاوية الرأسية باستخدام الشيودوليت الرقمي.

ملاحظة: ينبغي تكثيف عملية الرصد هنا للزوايا الأفقية والرأسية مع استخدام الخيارات المختلفة للجهاز المستخدم.



تمارين الوحدة الثالثة

- 1- اذكر مجالات استخدام الشبكات الدولية
- 2- اذكر تصنيفات أجهزة الشبكات الدولية
- 3- ما هي محاور الشبكات الدولية الأساسية
- 4- اذكر أنواع الضبط للشبكات الدولية
- 5- ما هي شروط الضبط المؤقت
- 6- اذكر مزايا الشبكات الدولية الرقمية
- 7- ما هي عيوب الشبكات الدولية الرقمية؟
- 8- ما هي طرق العناية بالشبكات الدولية الرقمية؟
- 9- قارن بين الشبكات الدولية الضوئية و الشبكات الدولية الرقمية من جميع النواحي التي درست



نموذج تقويم المتدرب لمستوى أدائه					
يعبأ من قبل المتدرب وذلك بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب					
<p>بعد الانتهاء من التدريب على(الثيودوليت الضوئي و الإلكتروني)..... ، قوّم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقويم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.</p>					
اسم النشاط التدريبي الذي تم التدريب عليه :(الثيودوليت الضوئي والإلكتروني)					
م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
<p>يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البندود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدريب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.</p>					