مبادئ أولية لطوبوغرافيا

ترتكز الطوبوغرافيا أساساً على تحديد نقاط إحداثيات مترية X , Y , Z (خريطة) تم حسابها من خلال الإحداثيات القطبية (الزاوية الأفقية والرأسية والمسافات) التى تم رفعها من أرض الموقع.

الأجهزة المستخدمة عامة في علم الآثار هو جهاز المحطة الشاملة وجهاز ميزان القامة. المحطة الشاملة تستخدم لقياس الزوايا الأفقية والرأسية والمسافات وجهاز المزواة (التيودوليت) هو جهاز لقياس الزوايا الأفقية والرأسية فقط. على

يستخدم جهاز ميزان القامة في حساب اختلافات الارتفاعات.

ويتم قياس الزاويا بالجراد (من ٠ الى٤٠٠ جراد) وتحدد باستخدام دائرتين مدرجتين ، واحدة أفقية والأخرى رأسية.

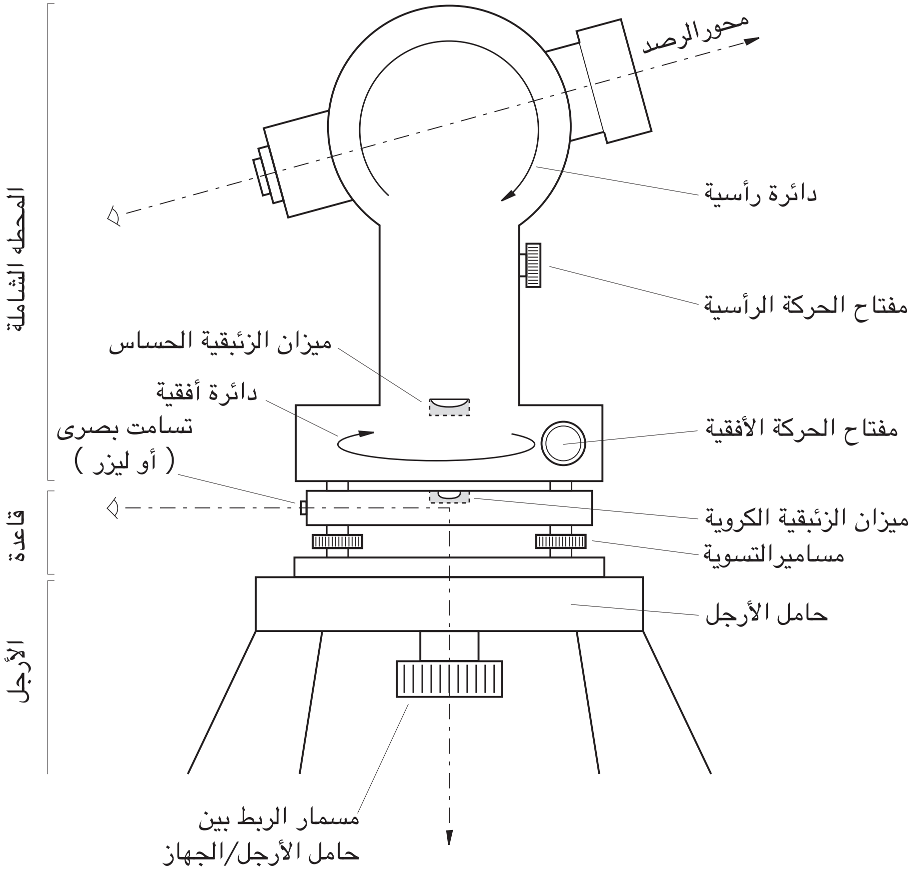
المسافات معلومة الرفع هي مسافات مائلة ويرمز لها (Di) أي أنه قد تم قياسها على طول المنحدر من محور التصويب من الجهاز الى العاكس. غير أن هناك بعض الوظائف على الأجهزة الإلكترونية تسمح بمعرفة اختصارات المسافات المنخفضة أفقياً على الفور (DH).

موجز لتصنيف الخرائط

١/١٠٠٠ ٠٠٠ وما دون ذلك	خرائط جغرافية	خرائط ذات مقياس رسم صغير
١/٥٠٠ ٠٠٠		
١/٢٥٠ ٠٠٠	خرائط طوبوغرافية	
١/١٠٠ ٠٠٠		
١/٥٠ ٠٠٠	خرائط طوبوغرافية	خرائط ذات مقياس رسم متوسط
١/٢٥ ٠٠٠		
١/١٠ ٠٠٠	خرائط طوبوغرافية	خرائط ذات مقياس رسم كبير

١/٥ ٠٠٠	خرائط طوبوغرافية
١/٢ ٠٠٠	
١/١ ٠٠٠	
١/٥٠٠	
١/٢٠٠	
١/١٠٠	
١/٥٠	خرائط معمارية
١/٢٠	خرائط ذات تفاصيل معمارية
١/١٠	

المحطة الشاملة


محور الرصد
دائرة رأسية
مفتاح الحركة الرأسية
ميزان الزئبقية الحساس
دائرة أفقية
تسامت بصرى
(أو ليزر)
مفتاح الحركة الأفقية
ميزان الزئبقية الكروية
مساميرالتسوية
حامل الأرجل
مسمار الربط بين
حامل الأرجل/الجهاز
المحطه الشاملة
قاعدة
الأرجل

١. خطوات ضبط واعداد جهاز المحطة الشاملة

تعتمد أساساً عملية ضبط وإعداد الجهاز على وضعه فى الجزء الرأسى من المحطة من ناحية وعلى المستوى الأفقي من ناحية أخرى.
لاتمام هذه العملية ، يتم اتباع الخطوات التالية : (يمكن إذا لزم الأمر الرجوع إلى الرسم الكروكى من أجل فهم أفضل وتحديد الأجزاء المتعلقة بالجهاز).

١.١– الأرجل (حامل ذو ثلاث قوائم)

بعد فرد الأرجل يتم وضعه بأعلى النقطة الثابتة (المحطة). وثمة مبدأ بسيط هو أن تتقاطع أرجل الحامل الثلاثة على الأرض بإرتفاع مناسب، ويراعى أن تكون المسافات بين الأرجل الثلاثة متساوية تقريباً.
لسهولة عملية ضبط الجهاز ، ينبغي أن تكون لوحة الأرجل (الجزء المعدني الذي يوضع عله الجهاز ويعرف بالحامل) أفقية قدر المستطاع.

٢.١– الضبط التقريبي مع ميزان الزئبقية الكروية (الفقاعة)

بعد وضع الأرجل في مكانها ، يجب تثبيت الجهاز علي الحامل أعلى الأرجل باستخدام مسمار الحامل/ الجهاز (بالنسبة للوضع الآمن عند التثبيت يجب لف المسمار بيد واحدة واستخدام اليد الأخرى لاحكام القبضة على الجهاز لمنع سقوطه) .

بمجرد أن يتم تثبيت الجهاز علي الحامل أعلى الأرجل يجب وضعه فى الجزء الرأسى من المحطة من ناحية وعلى المستوى الأفقي من ناحية أخرى كخطوة أولى ، يجب أن يكون ميزان الزئبقية الكروية (الفقاعة) فى وضع تقريبي .

وبالنظر عبر التسامت البصري يتم وضع الجهاز علي مكان النقطة الثابتة (المحطة) وذلك بتحريك الأرجل عن طريق احكام القبضة على اثنين منهم بكلتا اليدين (٢ الي ٢) مع الحركة وثبات الرجل الثالثه حتى الوصول لتمركز الجهاز على المحطة .

يتم الاستقرار الدائم للأرجل عن طريق غرس كل رجل في الأرض (بالضغط على كل رجل عن طريق وضع كل ثقل الجسم). ثم يجب المراجعة بإعادة الفحص البصري للتأكد من مركز الجهاز على هذه النقطة. إن لم يكن كذلك ، يمكننا اعادة ضبط الجهاز عن طريق بزالات ضبط أفقية الجهاز (مسامير التسوية).

يقع ميزان الزئبقية الكروية على الجهاز حيث يظهر أي انزلاق للأرجل. ولضبط الجهاز على هذا النحو فانه من الأسهل الحفاظ على الرجل بالضغط عليها وربط المسامير جيداً.

عندما يكون ميزان الزئبقية الكروية ثابتاً ، فمن المهم التأكد من ان كل رجل من الأرجل مشدودة جيداً حتى لا تتحرك .
ثم تتم عملية الفحص بالنظر عن طريق الهبوط البصري على النقطة الثابتة (المحطة) ، فمن المرجح أن يكون الجهاز قد تزحزح عن موقعه الأصلي . ولتصحيح هذا الخطأ ، يتم ببساطة سحب الجهاز على الحامل برفق في أي اتجاه حتى يعود الى التمركز في الوضع الصحيح (طبعاً من خلال تخفيف المسمار بالحامل بأعلى الأرجل / الجهاز): وهذا ما نسميه بالتمركز الإجباري.

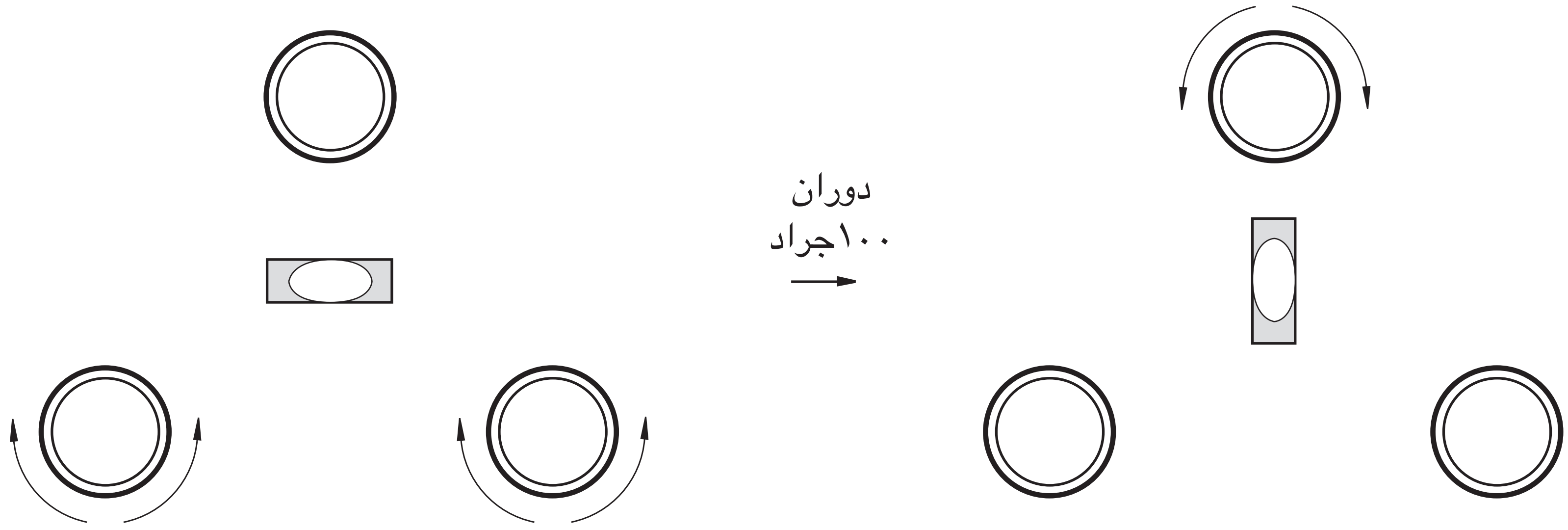
٣.١– الضبط االنهائي من خلال ميزان الزئبقية الحساس.

وللانتهاء من أعداد الجهاز بفضل ميزان الزئبقية الحساس يجب التأكد مما يلى: الجهاز مع الأرجل مترابطة ، وفروع الأرجل مستقرة ومشدودة ، والجهاز على الوجه الأكمل في الوضع الرأسي على المحطة

على طول محور الدوران الأفقي للجهاز ، وضع ميزان الزئبقية الحساس موازي لاثنين من بزالات ضبط أفقية الجهاز (مسامير التسوية) حيث يتم دوران هذين المسمارين في آن واحد ، بنفس مقدار الحركه ولكن فى اتجاه معاكس (شكل رقم ١).

في الوضع الأول ، يكون الميزان مثبت جيداً ، مما يتيح للجهاز الدوران ١٠٠ جراد. (زاوية قائمة ، ٩٠ درجة) ويكون" ميزان الزئبقية الحساس" متساوي مع بزالات ضبط أفقية الجهاز(مسمار التسوية الثالث) حيث يدور برفق في كلا الاتجاهين لاعطاء أفضل النتائج (شكل رقم ٢).
وعندما يكون الميزان في المركز الصحيح فى الوضع الثانى ، يمكننا العودة إلى الوضع الأول لوضع الميزان في المنتصف لاعطاء نتيجة دقيقة.

يتم تكرار هذه العملية في كلا الوضعين (شكل ١،٢) حتى يتم الحصول على نتيجة مثالية لميزان الزئبقية الحساس.



(١) (٢)

عندما يكون قد تم اعداد الجهاز على النقطة الثابتة: ممنوع منعاً باتاً لمس الأرجل (حتى ولو بالأيدي) ولمس مسامير التسوية (بزالات ضبط أفقية الجهاز).

هام: فى نهاية كل عملية تثبيت وضبط الجهاز على نقطة ثابتة (المحطة) :يجب أن يتم التحقق من وضع تمركز الجهاز من خلال التوجيه البصري وعند الحاجة يمكن تكرار العملية السابقة حتى يتم الوصول الى نتيجة مثالية.

استبدل حاليا ، التوجيه البصري بالتوجيه بالليزر حيث أن استخدامه مريح جداً وعملي أكثر من التوجيه البصري ، على أن طريقة ضبط وتثبيت الجهاز واحدة فى كلتا الحالتين.

وعلاوة على ذلك ، فلقد تم استبدال ميزان الزئبقية الكروية بالميزان الالكتروني فى الأجهزة الحديثة . وفى هذه الحالة فان الضبط النهائي بالدوران ١٠٠ جراد كما هو موضح أعلاه لم يعد ضرورياً. فتعديل التسوية يتم الكترونياً فى وضع واحد من خلال ضبط بزالات أفقية الجهاز الثلاثة .

٢. الرصد والرفع

١.٢–التوجيه

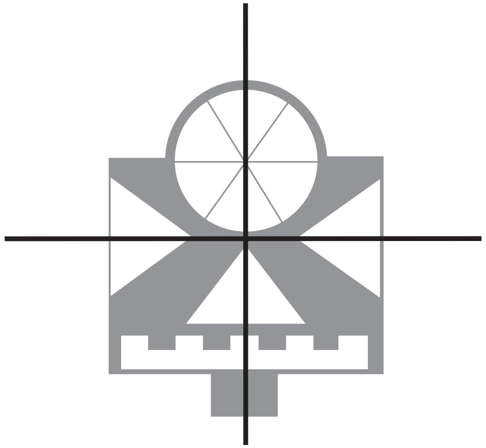
عندما يكون قد تم إعداد الجهاز على المحطة تماماً، يمكننا أن نمضي قدماً لعملية رفع المواقع. ومع ذلك ، فإن بكل محطة جديدة ، وقبل أن نبدأ الرفع: لابد من توجيه الدائرة الأفقية المرقمة للجهاز لرصد بعض المراجع لأخذ قياس بعض المراجع المعروفة (اثنين على الأقل ، ثلاثة في أفضل الأحوال) التى هى في الغالب من المحطات الأخرى المترابطة مع هذه النقطة الثابتة (المحطة).

ومن المهم أيضاً أن نسجل الزاوية الأفقية (في ورقة خارجية) لمرجع آخر "مستقر" ، ويكون المرجع بعيداً إذا أمكن ، ومستقل عن الرفع (مثل مئذنة ، زاوية افريز ، منزل ، الخ...). وسوف يعطينا هذا مراقبة مستمرة لمراجعة وضع الجهاز ومعرفة ما اذا كان الجهاز " تحرك أو لا " خلال عملية الرفع .

وفى الطوبوغرافيا اذا وجد اختلاف فى زاوية ١ ملجراد لكل١٠٠م ، يعني وجود خطأ بنحو ١,٦سم

٢.٢– التصويب نحو منشور باستخدام الجهاز

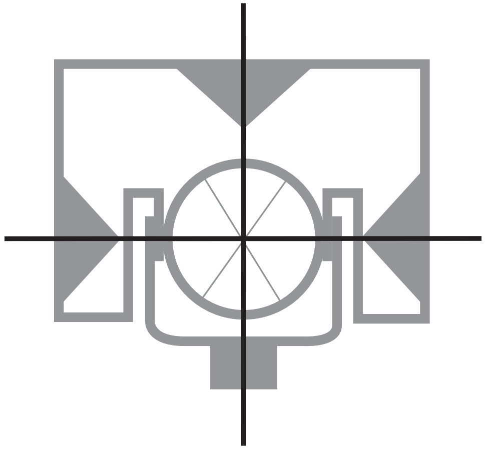
في أجهزة الطوبوغرافيا القديمة يكون محور التصويب من العدسة العينية ومحور المسافة بالمتر غير ممزوجين ولكن متوازيين . يوجد اذاً اختلاف بين هذين المحورين ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أثناء القياس . وفيما يخص هذا النوع من الأجهزه لا يكون التصويب في مركز العاكس ولكن فى مكان آخر به كما هو موضح بالشكل التالي:



فى هذا النوع من الأجهزه يوجد ما يسمى بـ (اختلاف المنظر) أى ان لكل جهاز منشور خاص به ويجب عدم إستخدام منشور مختلف عن المنشور المرتبط بالجهاز ، لأن في هذه الحاله سيتم أخذ القياسات بدون مشاكل ولكنها سوف تكون غير صحيحة.

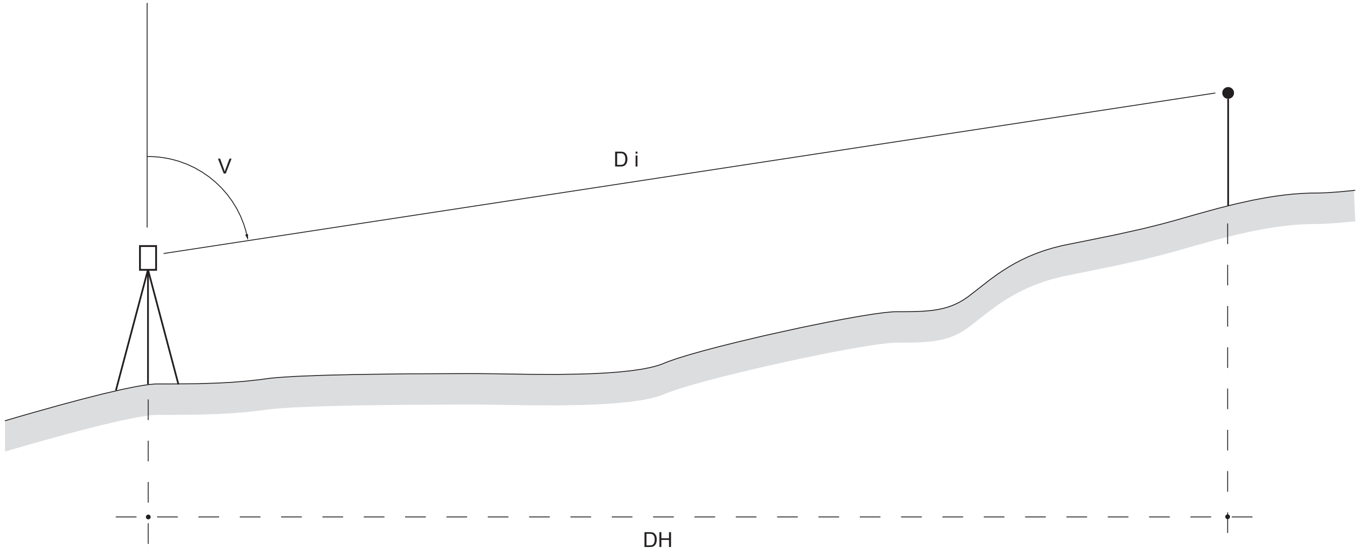
المحطات الشاملة بدون اختلاف المنظر

وفى أجهزة الطوبوغرافيا الحديثة يكون محور الرصد ومحور المسافة بالمتر ممزوجين حيث يخرجا فى حزمة واحدة من التليسكوب ويتم أخذ القياسات عن طريق التصويب على مركز العاكس كما هو موضح بالشكل الآتى:



٣- المسافة المائلة والمسافة المنخفضة أفقيًا

المسافة المائلة هى التي تم قياسها فى الموقع (على طول محور المسافة بالمتر / العاكس). والمسافة المنخفضة أفقيًا هى التى تفصل فعلياً بين نقطتين فهى اذاً التى سوف يتم نقلها على الخريطة:



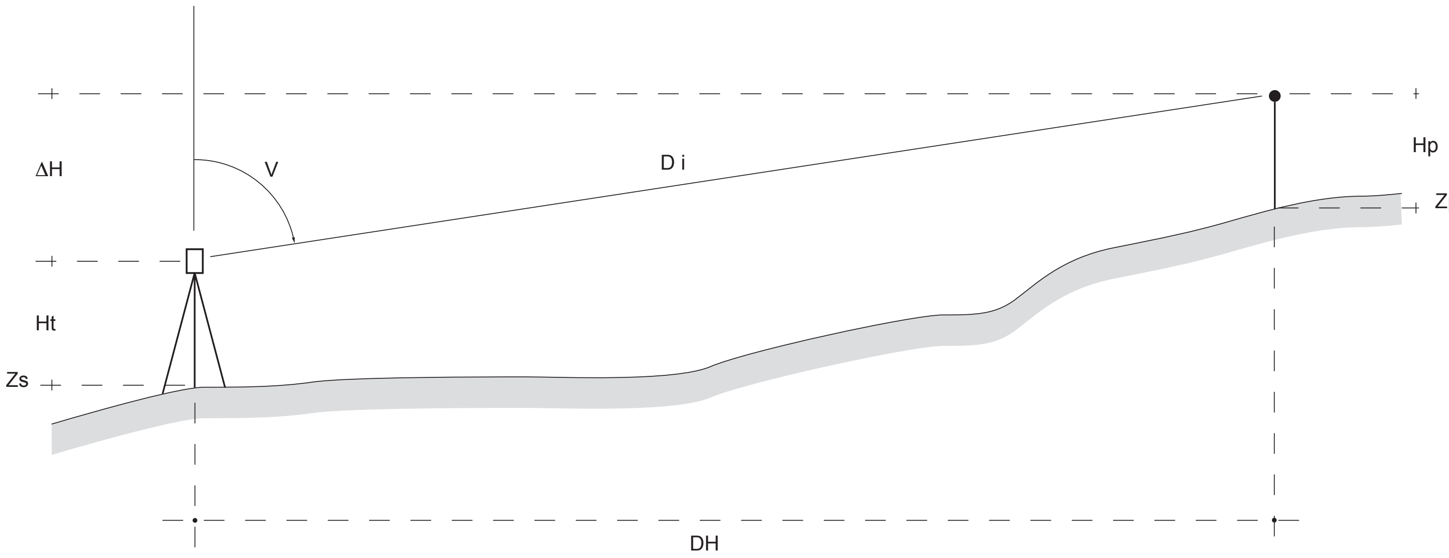
V= الزاوية الرأسية

Di=المسافة المائلة

$$Dh = Di \sin V$$

Dh = المسافة الأفقية

٤- إرتفاع نقطة



V = الزاوية الرأسية
Di = المسافة المائلة
Ht = إرتفاع الجهاز
Hp = إرتفاع العاكس

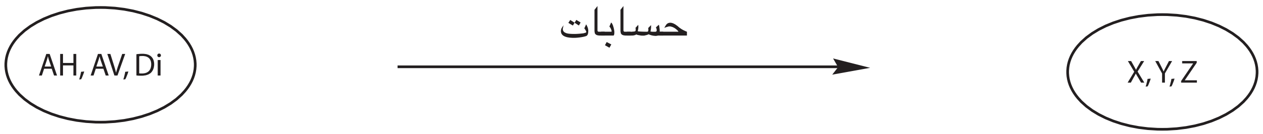
Zp = إرتفاع نقطة الهدف (يتم تحديدها)
DH = المسافة الأفقية
Δ H = اختلاف إرتفاع الهدف
Zs = الإرتفاع المعلوم للنقطة

$$\Delta H = Di \cos V \quad (1)$$

$$Zp = Zs + Ht + \Delta H - Hp \quad (2)$$

$$Zp = Zs + Ht + Di \cos V - Hp \quad (3)$$

الإحداثيات القطبية والإحداثيات المترية



المحطة الشاملة ، بيانات العمل الميدانى

AH, AV, Di

إحداثيات قطبية

زاوية أفقية = AH
زاوية رأسية = AV
المسافة المائلة = Di

حسابات

الحاسب الآلى ، خريطة

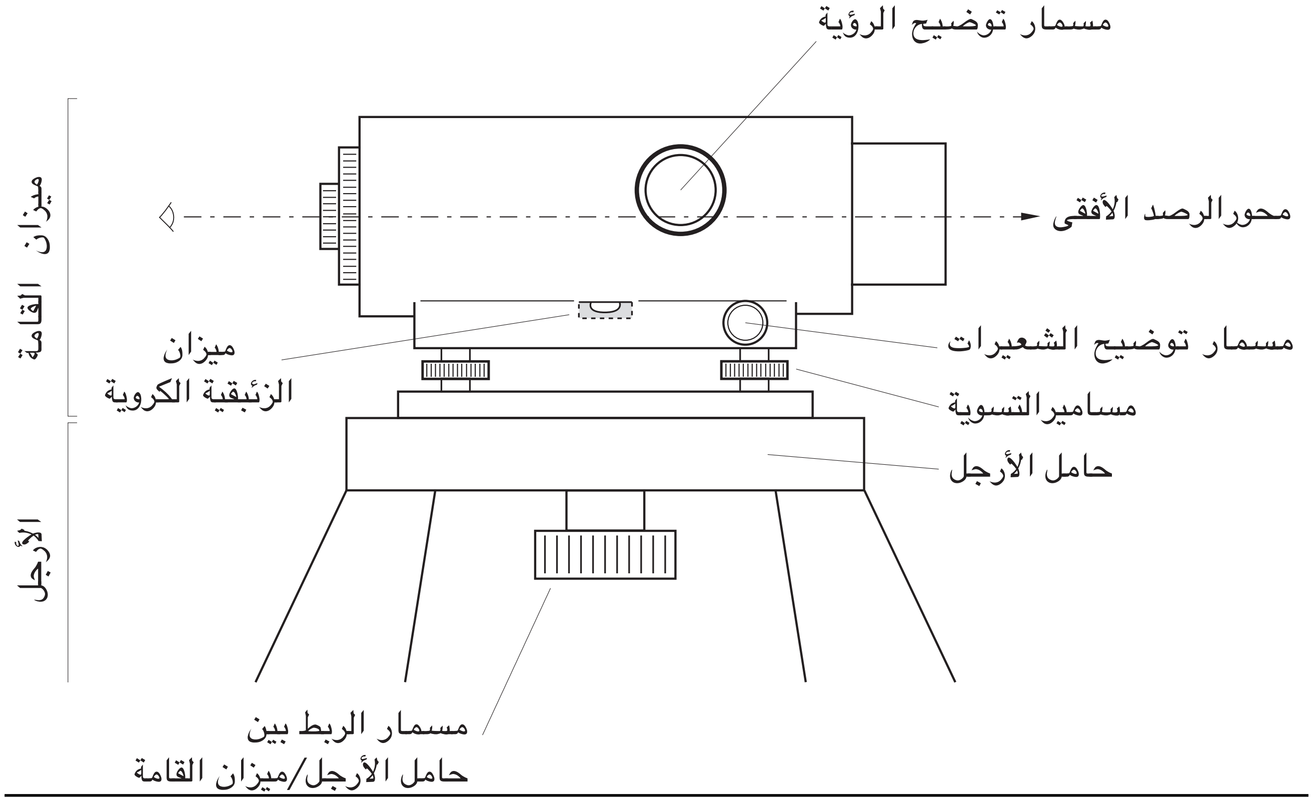
X, Y, Z

إحداثيات مترية

إحداثيات مساحية = X, Y
إحداثيات الإرتفاع = Z

ميزان القامة

ميزان القامة يستخدم لقياس الإرتفاعات من على مسطرة مرقمة (مسطرة الإرتفاع) من خلال العمليات الحسابية لتحديد الاختلافات في الارتفاع بين النقط.


مسمار توضيح الرؤية
محورالرصد الأفقى
مسمار توضيح الشعيرات
مساميرالتسوية
حامل الأرجل
ميزان
الزئبقية الكروية
ميزان القامة
الأرجل
مسمار الربط بين
حامل الأرجل/ميزان القامة

١. خطوات ضبط وتثبيت ميزان القامة

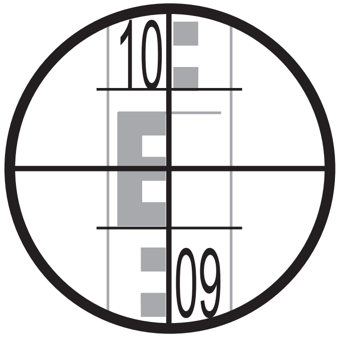
تكمن عملية ضبط وتثبيت الجهاز في مستوى أفقي. ويمكن القيام بهذه العمليه في أي مكان، ولكن يفضل أن يتم وضعه بين نقطة مرجعية والنقط التي سوف يتم أخذ قياساتها٠

بعد فرد الأرجل ، يثبت الميزان على حامل الأرجل من خلال ربط مسمار الحامل/ الجهاز.
لسهولة عملية ضبط الجهاز ، ينبغي أن تكون لوحة الأرجل (الجزء المعدني الذي يوضع عليه الجهاز ويعرف بالحامل) أفقية قدر المستطاع.

يتم تسوية ميزان الزئبقية الكروية (الفقاعة) عن طريق ضبط بزالات أفقية الجهاز (مساميرالتسوية)٠

٢. الرصد

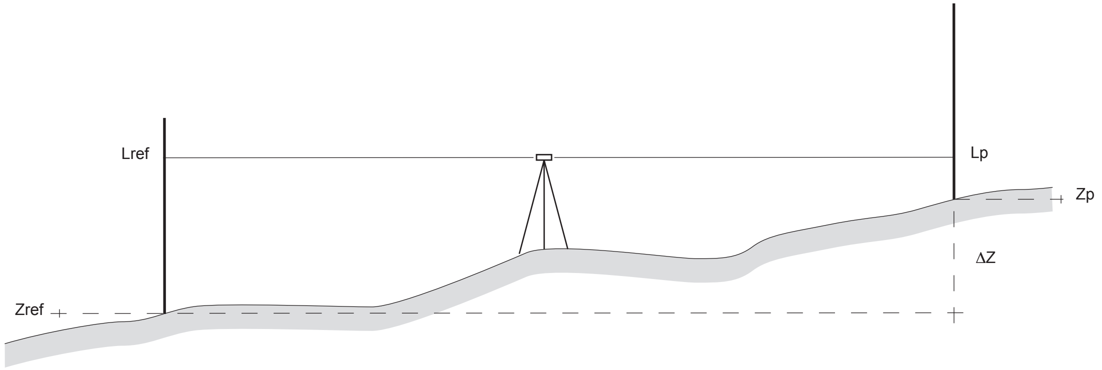
تتم عمليات الرصد فى وضع أفقي ويتم أخذ القراءات الموجودة على المسطرة المرقمة (مسطرة الارتفاع) عند النظر في عدسة عينية لتوضيح شعيرات التسديد الرئيسية بالجهاز كما هو موضح بالشكل التالى:



هذا الشكل يعرض لنا مثال لكيفية القراءة فتكون بالملم ٠٩٧٥

٢. تحديد اختلافات الارتفاعات

يحسب تحديد اختلافات الارتفاعات من خلال عملية طرح بسيطة بين القراءة على المرجع **Lref** والقراءة على النقطة التي تم قياسها **Lp**.



$$\Delta Z = Lref - Lp$$

$$Zp = Zref + AZ$$

$$Zp = Zref + Lref - Lp$$