الفصل الثالث

رفع التفاصيل باستخدام قياس المسافات

(٣,١) مقدمة

نرسم خريطة لموقع يتطلب الأمر القياس الميداني لتحديد مواقع التفاصيل و تشمل القياسات قياس مسافات أو قياس زوايا أو الاثنان معاً. وفي هذا الكتاب سنقوم باستخدام قياس المسافات فقط في عملية رفع التفاصيل ، حيث أن قياس الزوايا يتطلب أجهزة أغلى سعراً و يحتاج استخدامها إلى تدريب و مهارات خارج نطاق الهدف من هذا المؤلف. ولإتمام مراحل العمل الميداني هناك خطوات سيتم شرحها بالتفصيل في الفقرات التالية [٤]، [٥].

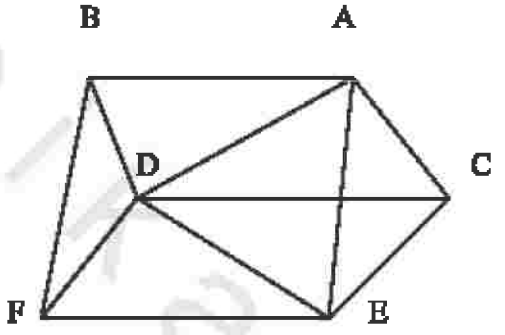
(٣,٢) عملية الاستكشاف

والمقصود بهذه العملية زيارة الموقع لملاحظة شكل حدود المنطقة ونوعية التضاريس والتفاصيل الموجودة فيها. ومن ثم رسم شكل كروكي لها في دفتر الحقل الذي يصطحبه المساح لتدوين كل البيانات والملاحظات .

(٣,٣) اختيار الهيكل (نقاط الربط)

ومن المرات هذه الجولة الميدانية اختيار نقاط أساسية تسمى نقاط الربط أو التحكم. وهي التي تشكل خطوط المسح الأساسية. وهي بدورها تكون الهيكل العام

(الشكل رقم ٣,١) الذي ستنسب إليه حدود المنطقة وما عليها من تفاصيل. وهـذا الهيكل هو عبارة عن مجموعة من المثلثات المتجاورة والتي يمكن قياس أطوال أضلاعها ومن ثم توقيعها على لوحة رسم الخريطة.



الشكل رقم (٣,١). الهيكل العام (عبارة عن عدة مثلثات متجاورة تشكلها نقاط الربط المختارة).

وهنالك عدة اعتبارات يجب مراعاتها عند اختيار النقاط التي تشكل أضلاع هذا الهيكل هي:

١- أن تكون النقاط على مواقع بارزة لتسهيل رؤية بعضها من بعض وبالتـالي تسهل مهمة قياس أضلاع مثلثات الهيكل. وأن تكون في أماكن يسهل الوصول إليهـا ويصعب إزالتها.

٢- أن تكون أضلاع الهيكل قريبة ما أمكن من حدود المنطقة أو التفاصـيل و بعيدة على قدر الإمكان من حركة المرور و من كل ما يسبب اعتراضاً لعمليات القياس.

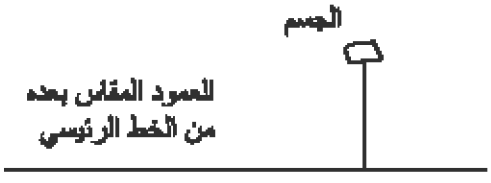
٣- أن تشكل هذه الأضلاع مثلثات مناسبة (تكون زوايا المثلث بين 50 و 100 درجة) بمعنى أن تكون أضلاعه متقاربة في الطول و ذلك يساعد في دقة التوقيع علـى اللوحة.

ويجب تثبيت أوتاد في مواضع نقاط الربط التي تم اختيارها ويرسم لكل نقطة كروكي يبين عليه على الأقل ثلاثة أبعاد لمعالم ظاهرة وقريبة حتى يتسنى التعرف على مواقعها في حالة الرغبة في إعادة استخدامها لأغراض مساحية أخرى.

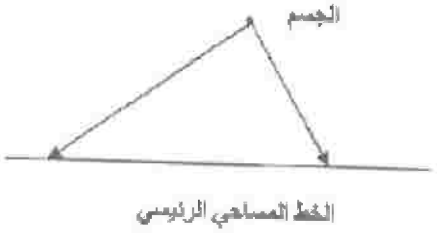
(٣,٤) عمليات القياس

أولاً يتم قياس كل ما يمكن قياسه من أضلاع الهيكل وتسجل نتائج القياس في دفتر الحقل ، مع ملاحظة إفراد صفحة لكل خط أو ضلع من أضلاع الهيكل.

في أثناء قياس طول الضلع الأساسي يتم قياس أبعاد التفاصيل القريبة من الضلع وتسجيلها. قياس بعد التفاصيل من الخط الرئيسي يتم إما بإسقاط عمود من التفاصيل على الخط الرئيسي وقياس هذا البعد (العمود من نقطة التفصيل إلى الخط الرئيسي) وتسجيله (الشكل رقم ٣,٢)، وتسمى طريقة قياس الأعمدة offset . أو بقياس بعدين ماكلين من نقطة التفاصيل إلى نقطتين على الضلع الرئيسي (معلوم بعد كل منهما من أحد طرفي الخط الرئيسي) وتسجيلهما كما في الشكل رقم (٣,٣)، وتسمى طريقة الربط tie.

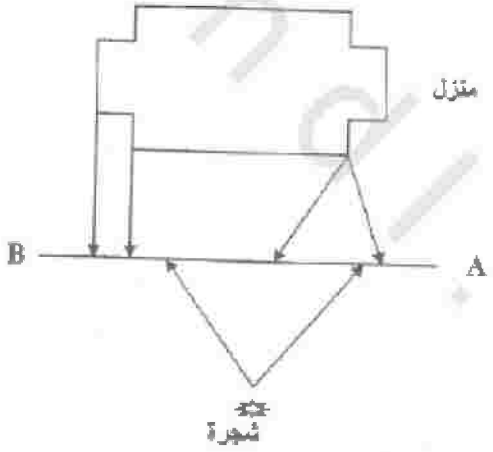


الشكل رقم (٣,٢). القياس بطريقة طول العمود offset.



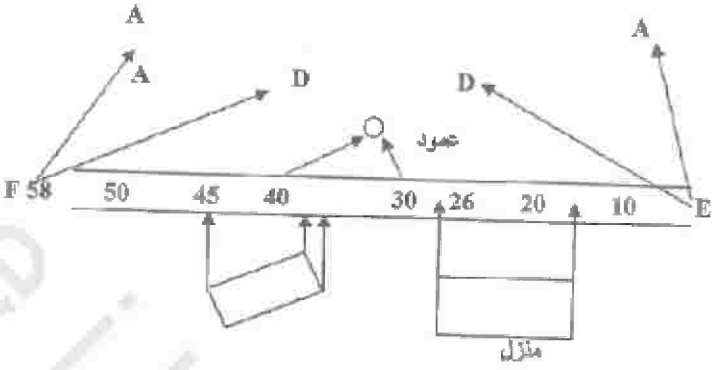
الشكل رقم (٣,٣). القياس بطريقة الربط tie.

ويوضح الشكل رقم (٣,٤) استخدام طريقة قياس العمود من ركن المبنى إلى الخط المساحي الرئيسي AB وطريقة الربط لتحديد موقع الشجرة بالنسبة للخط الرئيسي نفسه.



الشكل رقم (٣,٤). قياس التفاصيل بالنسبة للخط المساحي: طول العمود من أركان المبنى والربط من الشجرة.

ويوضح الشكل رقم (٣,٥) صفحة من دفتر الحقل أفردت للخط المساحي FE والتفاصيل القريبة منه.



الشكل رقم (٣,٥). صفحة من دفتر الحقل للخط الرئيسي EF الذي طوله 58 متراً.

ويجب التنبيه على أنه لا بد من توجيه الخط المساحي وما حوله من تفاصيل بالنسبة للهيكل العام للموقع. ويتم ذلك عن طريق رسم الأسهم التي تشير إلى نقاط الربط الأخرى التي تم اختيارها لتشكيل الهيكل. ويتم أيضاً التعرف على انحراف أحد الخطوط الرئيسية من خط الشمال المغنطيسي باستخدام البوصلة.

ولتوقيع هذه البيانات على لوحة الخريطة يتم اختيار مقياس رسم مناسب لتحويل القياسات الطولية الميدانية إلى أبعاد تناسبها على الخريطة. وهذا ما سنشرحه في الفصل التالي.

(٣,٥) مقياس رسم الخريطة

من المعلوم أنه لا يمكن توقيع المسافات التي تم قياسها في الطبيعة وقد تصل إلى مئات الأمتار على لوحة الخريطة مباشرةً التي لا يتعدى أبعاد حدودها ١ م × ١ م. ولذلك لا بد من تصغير هذه المسافات بنسبة معلومة وثابتة تناسب أبعاد لوحة الرسم، ويطلق على هذه النسبة مقياس رسم الخريطة.

إذن يمكن تعريف مقياس رسم الخريطة رياضياً كالتالي:

مقياس رسم الخريطة = المسافة على الخريطة ÷ المسافة التي تمثلها في الطبيعة

ويتم اختيار مقياس رسم الخريطة بناءً على:

١- نوع الخريطة من حيث الغرض.

٢- أهمية العمل المراد إنشاء الخريطة من أجله.

٣- أبعاد اللوحة التي ترسم عليها الخريطة.

(٣,٥,١) أنواع المقاييس

من ناحية عامة هنالك نوعان من المقاييس هما : المقياس العددي والمقياس التخطيطي.

(٣,٥,١,١) المقياس العددي

وهذا أيضاً يمكن أن يقسم إلى نوعين: المقياس العددي النسبي (الكسر البسيط) والمقياس الهندسي.

١- المقياس الكسري أو النسبي

وهو نسبه ثابتة وبين بكسر اعتيادي بسطه الواحد ومقامه العدد الدال على مقدار الطول الطبيعي المساوي له.

فإذا كان لدينا بعد بين نقطتين في الطبيعة هو 50 متر بينما هو في الخريطة ١سم فإن هذا المقياس يكتب :

1 سم يمثل 50 متر

أو :

1 سم = 50 متر

ويكون مقياس الرسم هو :

كنسبه يكتب على الشكل: 1:5000

أو

ككسر يكتب على الشكل: 1/5000

يلاحظ أن الرقم في البسط يعبر عن مسافة على الخريطة و الرقم في المقام يعبر عن المسافة المقابلة لها في الطبيعة و كلاهما بوحدة القياس نفسها.

٢- المقياس الهندسي

أما المقياس الهندسي فيكتب الطول على الخريطة كوحدة قياسية واحدة وما تمثله على الطبيعة من وحدات قياس المسافات على الطبيعة ، فنقول مقياس رسم الخريطة هو: 1 سم يمثل 50 متر ، أو 1 سم : 50 متراً .العددي النسبي فيبين بكسر اعتيادي بسطه واحد صحيح و مقامه مقدار الطول في الطبيعة الذي يعادل وحدة القياس على الخريطة. فإذا افترضنا أن مسافة مائة متر في الطبيعة يمثلها واحد متر في الخريطة فيمكن أن نعبر عنها بالمقياس النسبي 1:100 . والمقياس الهندسي يذكر فيه وحدة القياس في الخريطة ووحدة القياس في الطبيعة فنعبر عن هذا المقياس هندسياً بقولنا 1 سم على الخريطة تمثل 5000 سم على الطبيعة أو 1 سم على الخريطة تمثل 50 متر على الطبيعة.

مثال (٣,١)

قيست مسافة AB على الطبيعة وبعد كل التصحيحات المطلوبة وجد أن الطول الأفقي لهذا الخط هو 258.00 متراً . إذا كان المطلوب توقيع هذا الخط على خريطة مقياس رسمها 1:2500 ، كم يكون طول الخط الذي يمثلها على الخريطة؟

الحل:

مقياس رسم الخريطة = 1:2500 طول الخط على الخريطة ÷ طول الخط في الطبيعة.

طول الخط في الخريطة = طول الخط في الطبيعة × (1/2500)

= 258.00 x 1/2500m

= (258.00 x 1000) / 2500

= 103.2 mm

= 10.32 cm

ويلاحظ أن المسافة أو الطول على الخريطة يعبر عنه بالسم أو الملم وليس بالمتر الذي يستخدم في التعبير عن الأطوال في الطبيعة.

مثال (٣,٢)

استخدمت خريطة مقياس رسمها 1:2000 لقياس مسافة بين نقطتين E و F و كان طول المسافة على الخريطة 70 ملم، كم تكون المسافة على الطبيعة بين النقطتين ؟

الحل:

المسافة على الطبيعة = المسافة على الخريطة ÷ مقياس الرسم

= 70 / (1/2000) mm

= 70 x 2000 mm

= 140 000 mm

= 140 000 / 10000

= 140 m

مثال (٣,٣)

قطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها على الخريطة 30 mm × 80 mm، أوجد مساحتها على الطبيعة إذا كان مقياس رسم الخريطة 1:500؟

الحل:

طول قطعة الأرض على الطبيعة = 80x500/1000

= 40m

عرض قطعة الأرض على الطبيعة = 30x500/1000

= 15m

مساحة قطعة الأرض على الطبيعة = 40x15 = 600 m^2

ويمكن إيجاد المساحة على الطبيعة من القانون التالي مباشرةً :

المساحة على الطبيعة = المساحة على الخريطة ÷ مربع مقياس الرسم

$$= \frac{80x30}{(1/500)^2}$$

= 2400x250000 mm^2

= 24x25 m^2

= 600 m^2

(٣,٥,١,٢) المقياس التخطيطي

هذا المقياس يتم رسمه على لوحة الخريطة وتعين منه المسافات مباشرةً، فاستخدامه أسهل من المقياس العددي

ومن مزايا هذا المقياس أنه :

١- أسهل من المقاييس العددية من حيث أن استخدامه لا يحتاج لحسابات.

٢- تسهيل العمل وتوفير الوقت وقله الخطأ.

٣- يرسم المقياس في أسفل الخريطة وبذلك يتلاشى تأثير التمدد والانكماش على الأطوال المعينة بالمقياس التخطيطي.

وتنقسم المقاييس التخطيطية إلى قسمين :

١- المقياس البسيط

هذا المقياس هو أبسط أنواع المقياس التخطيطي ويوضح الشكل رقم (٣,٦) مقياس تخطيطي بسيط للمقياس 1:100 ويقرأ حتى 0.25 m.

الشكل رقم (٣,٦). المقياس التخطيطي البسيط.

ويمكن شرح إنشاء المقياس التخطيطي البسيط بالمثال التالي:

مثال (٣,٤)

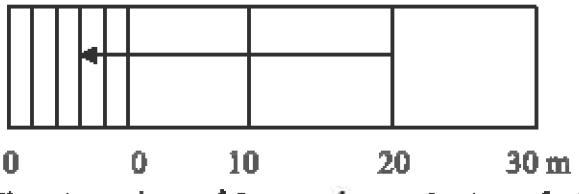
ارسم مقياس تخطيطي بسيط 1:1000 ليقرأ 2 m ووضح عليه المسافة 24 m.

الحل :

هذا المقياس معناه أن 1 cm على الخريطة يقابلها في الطبيعة 1000 cm.

بمعنى أن 1 cm على الخريطة يقابلها في الطبيعة 10 m.

نرسم خط مستقيم بطول مناسب ونأخذ عليه عدد أقسام متساوية طول كل قسم منها 1 cm ويكتب عليها ما تساويه في الطبيعة وهو 10 m.



الشكل رقم (٣,٧). مقياس بسيط 1:1000 يقرأ 2m — السهم يمثل مسافة 24m.

وهذا المقياس يكون أصغر قسم يمكن معرفته هو 10m ولكنه مطلوب مقياس ليبين 2m ولذلك تأخذ القسم الموجود على يسار الصفر وتقسمه إلى 5 أجزاء كل منها يساوي 2m كما هو موضح في الشكل ٣,٧. أما المسافة 24m والمطلوب تحديدها بهذا المقياس والمشار إليها بالسهم في الرسم فتمثل بطول 20m من الجزء الرئيسي للمقياس على يمين الصفر وبإضافة 4m من الجزء الفرعي يسار الصفر.

٢- المقياس الشبكي (القطري)

يستعمل هذا المقياس لنفس الغرض إلا أنه يساعد في تعيين المسافات بدقة أكبر من المقياس البسيط. وفي هذا المقياس يتم تقسيم القسم الذي على اليسار من الصفر إلى العدد المطلوب من الأقسام والذي تحدده دقة القراءة المطلوبة.

مثال (٣,٥)

المطلوب رسم مقياس تخطيطي شبكي لخريطة لها مقياس رسم 1:2000 يبين أمتار صحيحة

الحل:

1m في الخريطة يقابله في الطبيعة 2000m

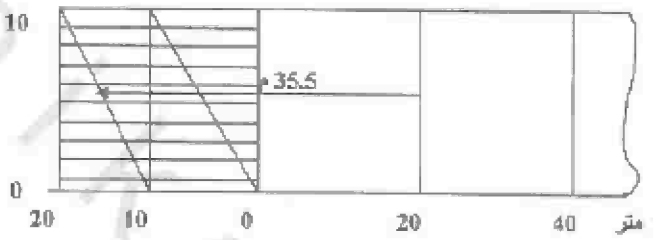
100cm في الخريطة يقابله في الطبيعة 2000m

1cm في الخريطة يقابله في الطبيعة 20m

وترسم مستقيماً أفقياً على الخريطة وتقسمه إلى أقسام رئيسية متساوية كل منها يساوي 1cm ويمثل 20m في الطبيعة ويبين الأبعاد المقابلة لها ابتداءً من صفر , 20, 40 وهكذا .

وتأخذ قسماً على يسار الصفر قيمته 20m وهو في الخريطة يساوي 1cm فنقسمه إلى 20قسم — وبما أنه من الصعب تقسيم 1cm إلى 20 قسم بدقة، لذلك نقسم الجزء

الأساسي على يسار الصفر إلى قسمين مثلاً كل منهما يساوي 10m ونقيم عمود على المقياس الأساسي على القراءة 10m فيصبح عندنا مستطيلين ونأخذ عليهما 10 أقسام أفقية متساوية ونرسم منها خطوط موازية للمقياس الأساسي (كل قسم من هذه الأقسام يمثل 1m) ثم نوصل قطري المستطيلين كما هو مبين في الشكل رقم (٣,٨).



الشكل رقم (٣,٨). مقياس شبكي الخريطة 1:1000 يقرأ 1m، السهم على المقياس يقرأ مسافة قدرها 35.5m.

ويلاحظ أنه يمكن التحكم في أقل وحده على المقياس الرئيسي وبذلك يمكن تحديد عدد الأقسام الرأسية كي يمكن الحصول على أقل قراءة :

عدد الأقسام الرأسية = أقل وحدة على المقياس الرئيسي ÷ أقل قراءة مطلوبة

في المثال السابق ، أقل وحده على المقياس الرئيسي = 10m

أقل قراءة مطلوبة = 1m

عدد الأقسام الرأسية للحصول على أقل قراءة = 10/1 = 10 أقسام

ويمكن أن تكون الأقسام 5 أفقية و 4 رأسية أو 4 أفقية و 5 رأسية وهي الأقسام من 1 إلى 10

مثال (٣,٦)

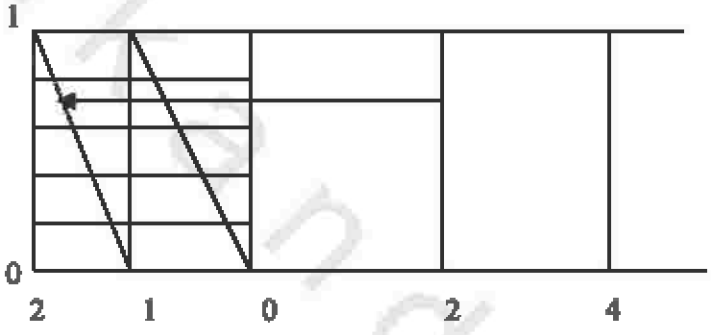
ارسم مقياس شبكي 1:200 يقرأ إلى 0.2m متر وبين عليه القراءة 3.7m

الحل:

نرسم خط بين المقياس الرئيسي 1cm يمثل 2m. إذن أقل وحدة على المقياس الرئيسي = 2m

أقل قراءة مطلوبة = 0.2m.

عدد الأقسام الرأسية = 2/0.20 = 10 أقسام، ويمكن أن تقسم 2 أفقي و5 رأسي كما هو في الشكل رقم (٣,٩). كل خط داخل المقياس الشبكي يمثل 0.2m.



الشكل رقم (٣,٩). مقياس شبكي يقرأ إلى 0.1m، السهم يقرأ مسافة قدرها 3.7m.

(٣,٦) اتجاه الشمال المغناطيسي وتوجيه الخريطة

من المعروف أن الأرض عبارة عن مغناطيس كبير له قطبان مغنطيسيان أحدهما شمالي والثاني جنوبي ومن المعروف أيضا أن هذين القطبين المغناطيسيين يختلفان عن القطبين الجغرافيين (الحقيقيين) نسبة لاختلاف مقدار جاذبية الأرض حسب اختلاف السنين والأزمان ولكي نحسب اتجاهات الخطوط لا بد من تحديد اتجاه الشمال المغناطيسي. ويمكن أن يتم ذلك باستعمال جهاز بسيط التركيب وسهل الاستعمال وهو البوصلة سواء كانت يدوية أو رقمية. إن اتجاه الشمال المغناطيسي هو الاتجاه الذي تأخذه البوصلة إذا ما تركت حرة الحركة في مكان ما بعيداً عن تأثيرات المواد الحديدية.

تستعمل البوصلة كثيراً في التطبيقات المساحية الهندسية والعسكرية والزراعية والجيولوجية ويمكن بواسطتها قياس اتجاهات الخطوط منسوبة لاتجاه الشمال المغناطيسي.

(٣,٦,١) القاعدة

من المعروف أنه إذا تركنا إبرة مغناطيسية معلقة بحرية في الهواء أو في الفراغ فإنها سوف تتجه مباشرةً وبصورة دائمة نحو الشمال المغناطيسي، هذه الخاصية استغلها المساحون في قياس اتجاهات الخطوط بالنسبة لاتجاه الشمال المغناطيسي خاصة في الأعمال المساحية التي لا تتطلب دقة عالية والتي تخص مساحات صغيرة ومن المعروف أيضاً أن قياس اتجاهات الخطوط بهذه الطريقة أسرع وأقل تكلفة.

وهنالك عدة أنواع وتصميمات للبوصلة. من أهم أنواعها البوصلة الموشورية (الشكل رقم ٣,١٠) والبوصلة الرقمية (الشكل رقم ٣,١١). وكلاهما يستعمل في العمل المساحي لقياس اتجاه خط ما من اتجاه الشمال المغناطيسي.

الشكل رقم (٣,١٠). البوصلة الموشورية [٦].

الشكل رقم (٣,١١). البوصلة الرقمية [٦].

(٣,٦,٢) البوصلة الموشورية

وهى بوصلة بسيطة التركيب والتصميم وخفيفة الوزن وتعطي اتجاه الخط من اتجاه الشمال المغنطيسي في اتجاه عقارب الساعة. وتتكون البوصلة الموشورية من الأجزاء الآتية:

(٣,٦,٢,١) الإبرة المغناطيسية

وهى تتحرك على القاعدة المثبتة وهذا قوة مغناطيسية كبيرة.

(٣,٦,٢,٢) خط النظر

وهو عبارة عن فتحتين متقابلتين أحدهما تسمى فتحة المعلم أو الجسم المرئي ، والثانية فتحة النظر.

(٣,٦,٢,٣) دائرة مرقمة

(مُعَلّمة) من 0° إلى 360°.

(٣,٦,٢,٤) المرآة العاكسة

وهي تساعد في أخذ القراءات للمعالم العالية أو المنخفضة وهي مثبتة في فتحة المعلم ويمكن ضبط سطحها بحيث يمكننا قياس اتجاه الخط مباشرة لأن صورة المعلم تنعكس بواسطة هذه المرآة .

(٣,٦,٢,٥) الصندوق المعدني

لحفظ البوصلة.

(٣,٦,٣) متى يمكن استعمال البوصلة المغنطيسية؟

يمكن استعمال البوصلة المغناطيسية في العمليات المساحية الصغيرة (المشاريع المحدودة) والتي لا تتطلب دقة عالية والتي يجب تنفيذها و إكمالها بسرعة.

(٣,٦,٤) خطوات استعمال البوصلة الموشورية لقياس انحراف الخط

١- ضع الأرجل الحاملة فوق النقطة المراد القياس منها (بداية الخط) ويجب أن يكون مركز الحامل فوق النقطة مباشرة ويمكن التأكد من ذلك بإسقاط حجر صغير من مركز الحامل نحو النقطة وإجراء ضبط الحامل متى ما كان ذلك لازماً. الشكل رقم (٣,١٢) يوضح البوصلة وهي مثبتة على الحامل المعدني ثلاثي الأرجل.

٢- ضع البوصلة على الحامل ثم أوزنها (أفقية تماماً) ويمكن استعمال النظر في هذه العملية ثم قم بتثبيتها بواسطة اللولب المعد لذلك.

٣- وَجِّه خط النظر إلى الجسم المراد قياس الاتجاه إليه (الذي يكون مع النقطة المثبت عليها البوصلة الخط المطلوب قياس اتجاهه).

٤- أنظر إلى أسفل الفتحة العينية وتأكد من أن علامات التدرج ثابتة ، ثم أضبط صورة علامات التدرج بواسطة تعلية أو خفض الموشور.

٥- قبل قراءة الاتجاه ثبت الإبرة تماماً بواسطة مقبضها.

٦- عند القراءة يرفع العين قليلاً إلى أعلى عندما تقطع علامات التدرج أحد قراءات الدائرة المدرجة.

إن هذه القراءة تسمى انحراف الخط من الشمال المغنطيسي. وهي التي تستخدم في توجيه الخريطة بالنسبة لاتجاه الشمال.

وعليه فإن كل لوحة خريطة يجب أن تحتوي على اتجاه الشمال و مقياس الرسم بالإضافة إلى تاريخ رسم الخريطة و الأجهزة التي تم استخدامها في الرصد والجهة التي قامت بالرصد وبرسم الخريطة.

الشكل رقم (٣,١٢). البوصلة مثبتة على الحامل المعدني [٧].

(٣,٧) خلاصة

بنهاية هذا الفصل يستطيع الطالب أن يقوم بجمع البيانات اللازمة لعمل الخريطة التفصيلية من الموقع مستعملاً أبسط أدوات القياس المساحي. ويستطيع أن يختار مقياس الرسم الذي يناسب مساحة الموقع و حجم لوحة الرسم، و أن يوجه الخريطة بالنسبة لاتجاه الشمال المغناطيسي.

(٣,٨) تمارين

١- ما المقصود من عملية الاستكشاف و ما هو الهدف منها؟

٢- ما هي العوامل التي تؤثر على اختيار مقياس رسم الخريطة؟

٣- ما هي أنواع مقاييس رسم الخريطة؟ ما هي مميزات كل نوع ؟

٤- ارسم مقياس رسم طولي لخريطة مقياس رسمها 1:5000 يقرأ إلى خمسة أمتار وبين عليه المسافة 175m.

٥- قيست مسافة بين نقطتين على خريطة مقياس رسمها 1:2000 ووجدت 45cm. كم تساوي هذه المسافة على الطبيعة. إذا تم قياس مسافة على الطبيعة بين نقطتين أخريين و كانت نتيجة القياس 572m، كم سم تساوي هذه المسافة على الخريطة نفسها؟

٦- مطلوب رسم حدود قطعة أرض زراعية مستطيلة الشكل أبعادها 570m× 460 على لوحة رسم أبعادها 50cm × 30. كم يكون مقياس الرسم المناسب لرسم حدود هذه الأرض؟