المسح بالسلسة

يعد المسح بالسلسة من ابسط الطرق المساحية المستعملة لرسم حدود وتفاصيل الاراضي ويشكل مدخلاً لدراسة الطرق المساحية الاخرى , ولذلك فان هذه الطريقة اقل دقة من غيرها . وتصلح للمساحات الصغيرة ذات التفاصيل القليلة وفي المناطق المكشوفة التي لاتبرز فيها الارتفاعات والانخفاضات بشكل يعيق عمليات القياس , وهي لاتصلح كثيراً لمساحات الاراضي التي تكون بشكل شرائط ضيقة كمساحات الطرق وذلك لعدم امكانية الحصول على مثلثات متناسبة المساحة . ان العمل بهذه الطريقة لايحتاج الى استعمال ادوات قياس الزوايا بل يقتصر على قياس الابعاد الارضية ويحتاج كذلك الى اسقاط واقامة الاعمدة باستعمال القياسات الطويلة او باستعمال عدد من الاجهزة البسيطة في بعض الحالات .

يتلخص العمل بهذه الطريقة بتثبيت مجموعة من النقاط في الطبيعة يتكون من توصيل بعضها مع بعض هيكل بشكل مضلع يحيط بالمساحة المطلوبة . ثم يقسم المضلع الى مثلثات تقاس كافة اضلاعها . وبذلك يمكن رسمه على الخارطة بأي مقياس رسم مطلوب والسبب في التقسيم الى مثلثات يعود الى ان المثلث هو ابسط شكل مساحي محدد بخطوط مستقيمة حيث ان تحديد طول اي ضلع من اضلاعه الثلاثة يعني معرفة نقطتين او رأسين من رؤوس المثلث الثلاثة وبذلك يمكن معرفة موقع النقطة او الرأس الثالث من خلال تطبيق واحدة من اسس المساحة التي تتلخص في معرفة موقع النقطة المجهولة بواحدة من الاسس الاربعة الآتية :

أ- تحديد موقع النقطة بمعرفة بعديها عن نقطتين ثابتتين معلومتين .
ب- تحديد موقع النقطة بمعرفة اتجاهها من نقطتين ثابتتين معلومتين .
ت- تحديد موقع النقطة بمعرفة بعدها عن نقطة ثابتة معلومة واتجاهها من نقطة اخرى ثابتة ومعلومة .
ث- تحديد موقع النقطة بعدها واتجاهها من نقطة واحدة ثابتة ومعلومة وواقعة على خط .

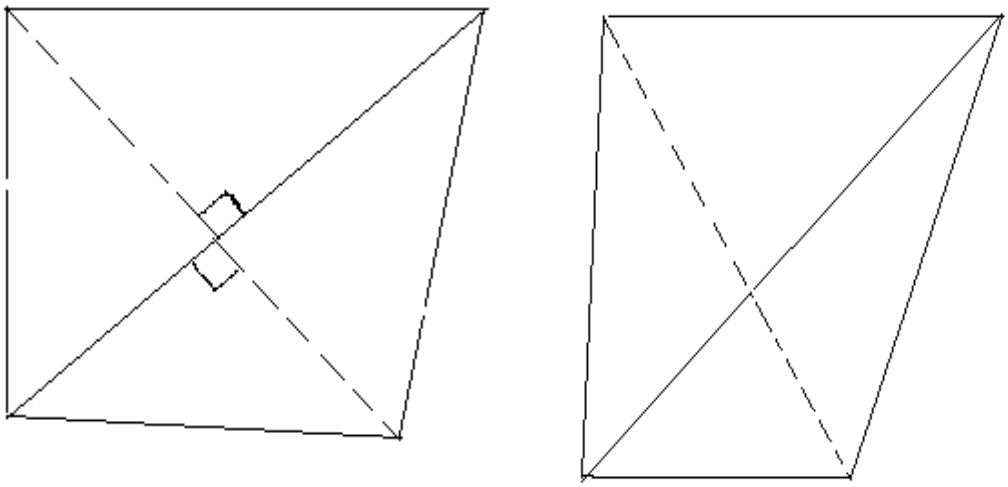
ويستخلص من هذه الاسس ان معرفة موقع اي نقطة يعتمد على عنصرين اساسيين هما الاتجاه والبعد وان الاتجاه الواحد لوحده او البعد الواحد لوحده يؤدي الى الحصول على ما لا نهاية من المواقع المحتملة للنقطة المطلوب تحديد موقعها وهذا مخالف لحقيقة ان للنقطة المعينة موقع واحد لابديل له ولا يمكن للنقطة ان تكون في اكثر من موقع في آن واحد . بعد رسم هذا المضلع توضح عليه حدود وتفاصيل المعالم الارضية البارزة المحيطة به وذلك من قياسات المسافات التي اخذت من اضلاع هذه المثلثات الى تلك المعالم . وهذه المسافات بعضها يقاس من ابعاد معينة على اضلاع المثلثات الى حدود المعالم او حدود مساحة المنطقة ومنها ما هو مسقط على اضلاع المثلثات من نقاط ثابتة على هذه المعالم او الحدود .

ان ابسط حالات هذا المسح هو حالة قطعة من الارض بشكل مثلث مستقيم الحدود . فإذا علمت اطوال اضلاعه الثلاثة حسب مواقعها النسبية امكن رسم خارطة باستعمال الفرجال الاعتيادي بعد تحويل الابعاد الارضية المقيسة الى ما يعادلها على الورق حسب مقياس الرسم المستعمل . اما اذا كان للمساحة اكثر من ثلاثة اضلاع مستقيمة فلا يكفي ان نقيس اطوال الاضلاع الخارجية لانه بهذه المعلومات فقط يمكن رسم عدد غير محدود من الاشكال من البيانات المأخوذة من الحقل . ولذا فان القياسات الحقلية يجب تنظيمها بحيث ان الخارطة يمكن رسمها بانشاء مثلثات

يختلف عددها بحسب عدد اضلاع الشكل الخارجية . بالشكل الرباعي يحول الى مثلثين والخماسي الى ثلاثة مثلثات وهكذا اي ان اقل عدد من المثلثات الضرورية لرسم الشكل هو عبارة عن عدد اضلاع الشكل الخارجية ناقصاً اثنين .

خطوط الضبط والتحقيق

ان حدوث اي خطأ في قياس اطوال المثلثات التي يتكون منها المضلع لا يجعل عملية الرسم غير ممكنة . فالشكل يمكن رسمه في هذه الحالات ولكنه لا يماثل الشكل الحقيقي الموجود على الطبيعة . وهذا الخطأ لايمكن اكتشافه بالرؤية المجردة للشكل الا اذا كان الخطأ كبيرً الى الحد الذي يغير من شكل المضلع تغييراً واضحاً . ويمكن التحقق من صحة العمل والرسم باعادة العمل مرة ثانية او وهو الافضل قياس خطوط اضافية يطلق عليها (خطوط الضبط او التحقيق او البرهان) التي لانحتاجها اصلاً لرسم تفاصيل المضلع ولكنها ستبين مدى صحة العمل عند مقارنتها بنظائرها على الخارطة المرسومة . ويرسم خط تحقيق واحد عادة لكل مثلث من المثلثات الناتجة عن تقسيم شكل المضلع المطلوب رسم خارطته . ففي الشكل الرباعي يقاس القطر المتمثل بالخط المنقط (الشكل ادناه) اذا لم يكن هناك مايعيق عملية قياسه على الارض او اختيار ما يناسب من نماذج خطوط التحقيق الاخرى المبينة في الشكل الذي في ادناه .



خطوات المسح بالسلسلة

تتلخص اعمال المسح بالسلسلة بالخطوات الأربع الآتية :

أ- استكشاف المنطقة

الخطوة الاولى التي يقوم بها المساح هي التجول في المنطقة المراد رسمها لتكوين فكرة عامة عن حدودها ومعالمها وتفاصيلها المميزة بهدف تحديد الكيفية الافضل لتنظيم العمل فيها . وقد يهمل هذه الخطوة المساح المبتدئ ولكن اهميتها لايمكن الاستهانة بها , إذ انها تساعد في انجاز العمل المساحي اللاحق بصورى اسرع وبدون معوقات رئيسية . ففي هذه المرحلة يتم اختيار المحطات واستخدام الشواخص للتأكد من كونها منظور بعضها من بعض . واثناء عملية الاستكشاف يقوم المساح باعداد رسم تخطيطي للمنطقة في دفتر الحقل يمثلها بصورة تقريبية

بحيث يوضح الحدود والتفاصيل وتسمية او ترقيم المحطات مع ملاحظات المساح نفسه عن المنطقة . ان اعداد الرسم التخطيطي يحتاج الى خبرة ومهارة قد لاتتوفر لدى المساح المبتدئ . ويرسم المخطط عادة باليد دون استعمال ادوات هندسية وبدون مقياس رسم مع مراعاة تناسب اطوال المسافات المرسومة مع ابعادها الحقيقية قدر الامكان . اما رسم التفاصيل فيكون بشكل منفرد اذا دعت الحاجة لذلك .

ب- اختيار المحطات

تثبت نقاط المحطات الارضية حسب طبيعة شكل المنطقة المراد رسمها ونوعية المعالم والتفاصيل المطلوب بيانها في الرسم . والاختيار المناسب لنقاط المحطات هو الذي يضمن رسم المنطقة وتفاصيلها بدقة كبيرة وبوقت وجهد قليلين . وعليه يجب ان يكون الهدف باتجاه توفير الامور الاتية :

١- يفضل ان يكون عدد خطوط المسح اقل مايمكن من الناحية العملية و قريبة الحدود الخارجية وتفاصيلها قدر الامكان من اجل تقليل العمل الحقلي وتسهيل قياس المساقط العمودية وخطوط الربط .
٢- اختيار خطوط المسح بحيث يتشكل منها مثلثات متناسبة ومتساوية الاضلاع قدر الامكان وذات زوايا تتراوح مابين ٣٠-١٢٠ لكي يكون تقاطع الاضلاع عند توقيعها على الخارطة محدداً وواضحاً .
٣- يراعى ان تمر خطوط المسح في الاماكن المستوية قدر المستطاع لزيادة دقة قياس المسافات ولان الخرائط المرسومة تبين المساقط الافقية للطبيعة دائماً .
٤- ان تكون مواقع خطوط المسح في اماكن تساعد على تجنب العوائق الطبيعية والصناعية .
٥- ان تكون كل محطة من هذه المحطات منظورة من المحطتين السابقة واللاحقة لها .
٦- ان يكون هناك عدد كافي من خطوط التحقيق التي تربط بين المثلثات المنفصلة مع مراعاة اختيارها بحيث يمكن استعمالها رسم التفاصيل .
٧- يجب اختيار المحطات في اماكن يسهل الوصول اليها وبعيدة عن حركة المرور .
٨- ان تكون المساقط العمودية اقصر مايمكن بحيث لا تزيد عن (٢٠) متراً وخاصة النازلة منها الى المعالم المهمة لان المسقط العمودي عامل مساعد في الرسم وليس جزءاً اساساً منه .
٩- ان تكون خطوط المسح محاذية لامتدادات الطرق والشوارع وفي الحالات الضرورية يجب ان يكون التقاطع في زاوية جيدة بحيث تكون المسافة المطلوب قياسها على الطريق او الشارع اقصر مايمكن .
١٠- ان تكون خطوط المسح بين كل نقطتين اطول مايمكن بحيث لايزيد عن (٢٥٠) متراً لأن الرصد والتوجيه يكون بالعين المجردة .

ج- تأشير المحطات

بعد اختيار المحطات ومعاينة الهيكل في الطبيعة يتم تأشير المحطات لتحديد بدايات ونهايات القياسات الطويلة ومن اجل الرجوع اليها اثناء عمليات المسح وعند الحاجة .

وتستعمل عادة اوتاد خشبية بطول (٣٠) سنتمتراً وسمك (٣) سنتمترات تقريباً بارزة قليلاً فوق سطح الارض في الاراضي الرخوة . اما على الطرق المبلطة والاراضي الصلبة فتستعمل مسامير او حديد الزاوية تؤشر بالصبغ او الطباشير بشكل واضح . وفي حالة المسوحات القليلة والمحدودة التي يمكن انجازها في بضع ساعات قد تؤشر المحطات بغرس اغصان صغيرة او نباتات مميزة او اي شيء آخر مؤقت على نقاط المحطات . ثم يعطى لكل محطة رمزاً بالحروف او بالارقام ويرسم مخططاً لكل محطة بشكل منفصل يوضح عليه ابعاد المحطة عن ثلاثة معالم ظاهرة وواضحة في المنطقة في الاقل حتى اذا ازيلت هذه النقطة امكن الرجوع اليها بدلالة هذه الابعاد وتسجل هذه المخططات عادة في دفتر الحقل .

د- قياس المسافات

تقاس المسافات الافقية لخطوط المسح المطلوبة كافة اضافة الى المساقط العمودية وخطوط الربط اللازمة لرسم تفاصيل قطعة الارض . ويكون قياس خطوط المسح الرئيسية وخطوط التحقيق بدقة اعلى نسبياً من دقة قياس المساقط العمودية وخطوط الربط لان الخطأ في الاولى يغير من الشكل العام الاصلي للمنطقة كلها , على حين الخطأ في الثانية يكون موضعياً لهذا السبب يفصل قياس خطوط المسح ةالتحقيق ذهاباً وإياباً وعملية القياس يقوم بها شخصان عادة هما المساح ومساعده ولكن قد يكون العمل ادق واسرع بوجود شخص ثالث هو التابع فهذه المجموعة هي التي تقوم بتعيين تعامد المساقط العمودية مع خطوط المسح باستعمال عدد من الآلات كالمربع العدسي ماعدا حالات قصر طول المسقط العمودي , إذ يتم تعيين التعامد وتقديره بالعين المجردة وتتخلص واجبات المساح في الحرص على عدم حدوث الاخطاء التي قد تنتج عن عدم قياس المسافات بصورة صحيحة او عدم تعامد المساقط العمودية او وجود نقص في عدد المسافات او المساقط العمودية او خطوط الربط المقيسة .

ان درجة الدقة في القياس تعتمد على طول المسافة المقيسة من جهة وعلى مقياس الرسم المتخذ لتحويل البيانات الحقلية الى الخارطة من جهة اخرى . فالقياس لاقرب (١٠) سنتمترات يعد مناسباً لمقياس رسم ١\٤٠٠ او اصغر . وفي هذه الحالة يجب ان لايزيد طول المسقط العمودي عن (٢) متر وبعكسه يؤخذ خط ربط للابعاد الاطول من هذا المقدار .

طرق المسح بالسلسة

بينا سابقاً الاساس العام للمسح بالسلسة المتمثل بتقسيم المساحه المطلوبه مسحها و رسم خارطتها الى مثلثات متناسبة . اما كيفه الحصول على البينات الحقليه وتحويلها الى هيئة خارطه فيختلف بتفاصيل بسب طبيعه طبيعه الحدود الخارجية للمساحة و العوائق التي قد تكون موجودة داخل هذه المساحة . لهذه الاسباب سنتناول موضوع لتقسيم التفاصيل الى الحالات الاربعه الاتيه :

١- حدود مستقيمه مع عدم وجود عائق داخل المساحة

٢ـ حدود مستقيمة مع وجود عائق داخل المساحة
٣ـ حدود غير مستقيمة مع عدم وجود عائق داخل المساحة
٤ـ حدود غير مستقيمة مع وجود عائق داخل المساحة

الدقة والخطأ في قياس المسافات

تختلف درجة دقة المسافة المقيسة حسب نوعية العمل والظروف المحيطة به من جهة وحسب وسيلة وطريقة القياس من جهة اخري ، فخطأ مقداره ١٠٠/٢ يعد ضئيل أو مقبولا لعدد من الاعمال المساحية في الوقت الذي يعد خطأ مقداره ١٠٠٠٠/١ كبيرا او مرفوضا لاعمال من نوع اخر .

وعلى كل حال يجب ان تتناسب طريقة القياس مع الدقة المطلوبة ، ولكل اداة قياس دقة معينة فمثلا دقة الشريط الكتاني المقبولة هي ١٠٠٠/١ ، وهذا يعني كلما اجرينا قياس مسافة بالشريط الكتاني بمقدار ١٠٠٠م مسموح لنا ان نخطأ بمقدار ١م سواء بالسلب او بالايجاب وعليه فان النتيجة المقبولة لقياس مسافة ١٠٠٠م بالشريط تكون محصورة بين ٩٩٩م ـ ١٠٠١م .

- مثال) ماهي النتيجة المقبولة للقياس لمسافة ٥٤٣م باستخدام شريط القياس ؟
- الحل : دقة الشريط = ١/١٠٠٠

$$\frac{١}{١٠٠٠} = \frac{س}{٥٤٣}$$

$$س = \frac{٥٤٣}{١٠٠٠}$$

س = ٥٤٣ , ٠ م مقدار الخطأ المقبول

∴ النتيجة المقبولة محصورة بين

٥٤٣ + ٠,٥٤٣ = ٥٤٣,٥٤٣ م

٥٤٣ - ٠,٥٤٣ = ٥٤٢,٤٥٧ م

تنجم اخطاء القياس عن اداة القياس نفسها او عن اهمال وعدم انتباه القائم بعملية القياس او بسبب ظروف القياس ، وبصورة عامة يعزى الخطأ الى واحد او اكثر من المصادر الاتية :

١. وجود خطأ في طول اداة القياس ويمكن التاكد من ذلك بمقارنة الاداة المستعملة باداة اخرى من نفس النوع والطول .
٢. عدم استقامة خط القياس بسبب الرصد الخاطئ ، ولتقليل هذا الخطأ يفضل ان يكون الرصد من النصف السفلي للشاخص كما يفضل عدم رصد مسافة طويلة من خلال شاخصين قريب احدهما على الاخر .
٣. عدم استقامة اداة القياس ، لذا يجب التاكد من توتير الشريط وشد السلسلة .
٤. عدم استقامة اداة القياس مما يسبب قياس مسافة مائلة تزيد في طولها على المسافة الافقية .
٥. وجود العوارض التي تعيق امتداد اداة القيا س بصورة مستقيمة .
٦. امساك الاداة بطريقة مغلوطة والتاشير الخاطئ ولذلك يجب التاكد من بداية ونهاية اداة القياس .
٧. الاختلاف في درجات الحرارة ، وهذا يمكن اهماله في اوقات الجو المعتدل .
٨. عدم ضبط عدد مرات القياس لذلك يفضل الاستعانة بعدد معلوم من النبال .
٩. القراءة الخاطئة للطول المحدد باداة القياس كأن يقرأ الرقم 6 بدلا من الرقم 9 او العكس وغيرها .
١٠. حدوث خطأ في تسجيل البيانات الحقلية من حيث موقعها او مقدارها .
١١. اختلاف شدة سحب او توتير اداة القياس بين مرحلة قياس واخرى .

ان معظم مصادر الخطأ المذكورة انفة الذكر تعمل على زيادة طول المسافة المقيسة عن مقدارها الحقيقي ومنها مايعمل على زيادتها او نقصانها ، من جهة اخرى نجد ان طائفة من الاخطاء قد تكون من النوع التراكمي النظامي الذي يزداد بازدياد حجم العمل القياسي .كما هو الحال عند استعمال شريط يختلف طوله الفعلي المستخدم عن طوله القياسي الحقيقي .

فهذا الخطأ لايمكن تفاديه بزيادة الاعتناء عند تنفيذ عملية القياس وانما يتم تصحيحه بتطبيق العلاقة الاتية :

$$\text{المسافة الحقيقية} = \frac{\text{طول المسافة المقيسة} \times \text{طول الاداة المستخدمة}}{\text{طول الاداة القياسي}}$$

وهناك اخطاء اخرى من النوع التعويضي العرضي تكون نتائجها زيادة او نقصان بالمقارنة مع النتيجة الحقيقية وتعمل بذلك على تعويض بعضها بالبعض الاخر مما قد يؤدي الى حصول نوع من الموازنة باتجاه صحة النتيجة النهائية للقياس .

مثال) قيست مسافة ٢٨٧م باستخدام شريط حدث فيه مط نتيجة سوء الاستخدام بمقدار ٧سم ، فاذا كان طول الشريط القياسي ٢٠م فكم هي المسافة الحقيقية ؟

- الحل :

طول الاداة المستخدمة = طول الاداة القياسي + مقدار المط

طول الاداة المستخدمة = ٢٠ + ١٠٠/٧ = ٢٠,٠٧م

$$\text{المسافة الحقيقية} = \frac{\text{طول المسافة المقيسة} \times \text{طول الاداة المستخدمة}}{\text{طول الاداة القياسي}}$$

$$\text{المسافة الحقيقية} = \frac{٢٨٧ \times ٢٠,٠٧}{٢٠}$$

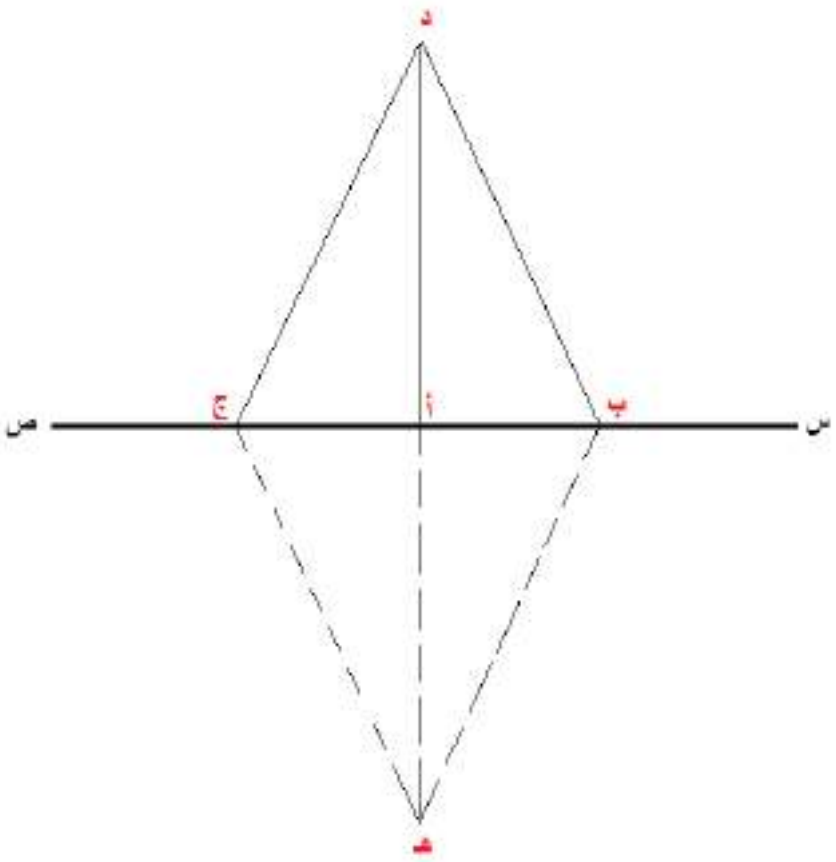
$$\text{المسافة الحقيقية} = ٢٨٨,٠٠٤٥ \text{ م}$$

الاعمدة :

تحتاج عملية المسح في مراحلها التنفيذية المختلفة الى اقامة الاعمدة او اسقاطها ، وهي عملية تهدف الى تكوين زاوية قائمة بين نقطة وخط . فاقامة العمود يكون من نقطة واقعة على خط باتجاه معين وانزال العمود يكون من نقطة خارجية باتجاه خط معلوم . اما كيفية تكوين الزاوية القائمة فيكون كالاتي :

- **طرق اقامة الاعمدة :**
- طريقة الشريط
- طريقة قوسي الدائرة
- طريقة المثلث القائم

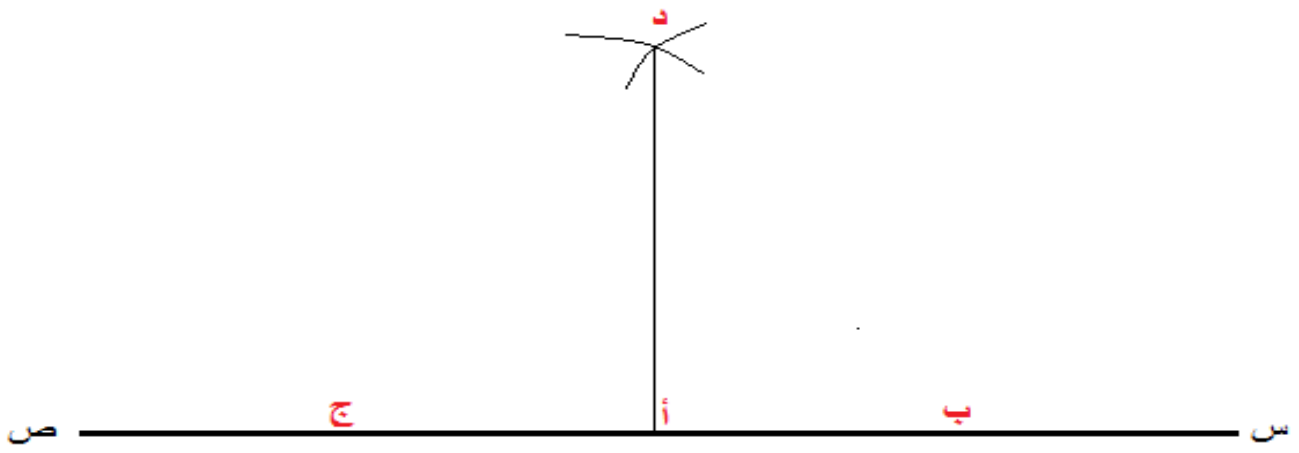
طريقة الشريط



- اذا كان لدينا خط المسح س ص ومطلوب اقامة عمود عليه من نقطة معلومة أ كما في الشكل
- العمل : نختار النقطتين ب ج على خط المسح س ص المطلوب اقامة عمود عليه من نقطة أ بحيث تكون ب أ = ج أ ، نثبت بداية الشريط عند نقطة ب ونهايته عند نقطة ج (يستخدم طول معلوم من الشريط عادة) ثم نسحب الشريط على الارض من منتصفه تماما بحيث يكون متوترا فتكون النقطة التي يعينها منتصف الشريط هي نقطة د اي نقطة العمود المطلوب ويكون أ د هو العمود المطلوب .
- وللتحقق من صحة موقع النقطة د نقوم بسحب نقطة منتصف الشريط الى الجهة الثانية من خط المسح فتتعين نقطة هـ التي يجب ان تكون على استقامة واحدة مع النقطتين أ و د ، وبخلافه فان هناك خطأ يستوجب اعادة العمل .

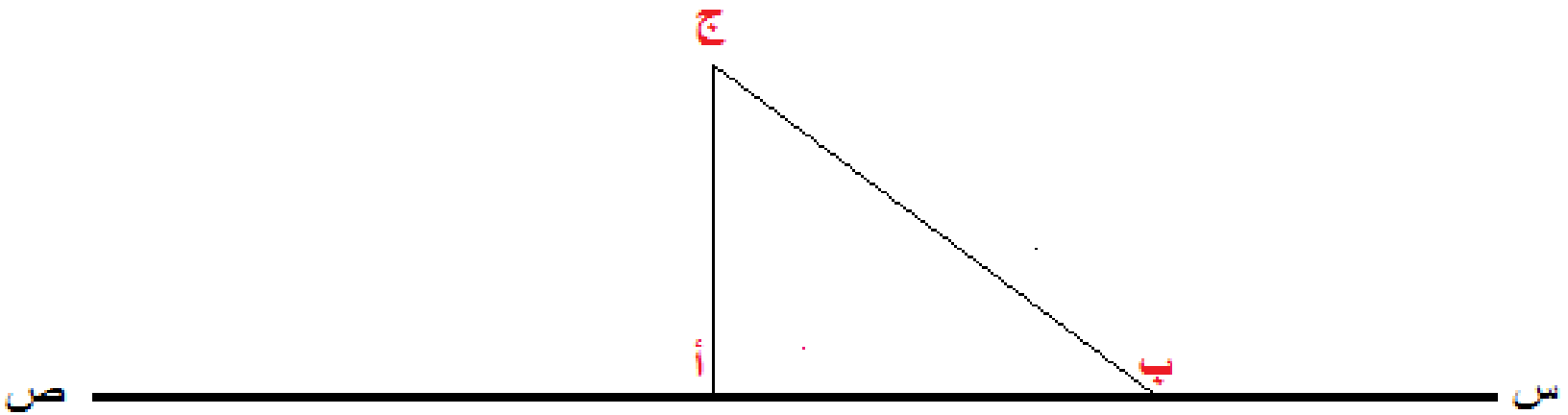
طريقة قوسي الدائرة

تحدد النقاط أ ، ب ، ج على خط المسح بنفس الطريقة السابقة ، ثم نرسم من ب ، ج قوسي دائرة متساويين في الطول ونحدد نقطة تقاطعهما في د ، نصل نقطة د بنقطة أ فيطون الخط الناتج هو العمود المطلوب .كما في الشكل ادناه :



طريقة المثلث القائم

تعتمد هذه الطريقة على تشكيل مثلث قائم الزاوية ذو اضلاع متناسبة الطول كنسبة ٣ : ٤ : ٥ ، او ما يعادلها ، فلو اردنا اقامة عمود على المستقيم س ص من نقطة أ الواقعة عليه فان الخطوة الاولى تكون بتحديد طول احد اضلاع المثلث القائم (٤ امتار مثلا) على امتداد س ص اعتبارا من نقطة أ ، ثم نأخذ من الشريط مسافة تعادل طول الضلع القائم الثاني (٣ أمتار) وطول الوتر (٥ أمتار) بحيث نضع حلقة الشريط والطول ١٢م على النقطة ب ثم نسحب الشريط من الطول ٧م بحيث يصبح متوترا نحو جهة اقامة العمود فنحصل بذلك على العمود أج . كما في الشكل ادناه .



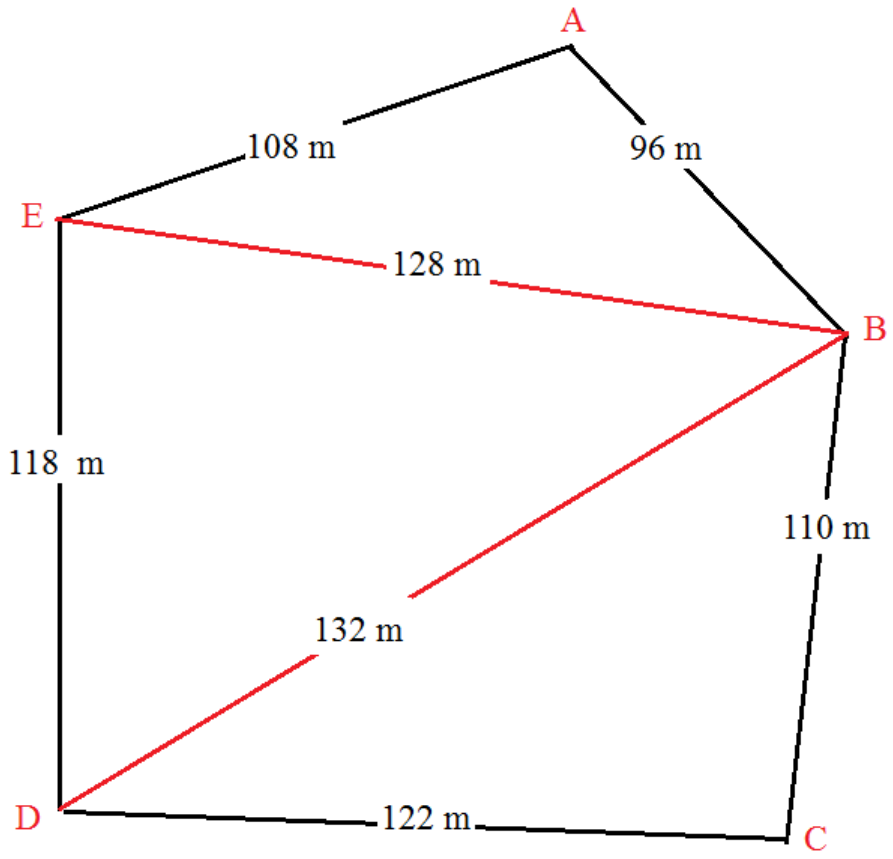
طرق المسح بالسلسلة :

بينا سابقاً الاساس العام للمسح بالسلسة المتمثل بتقسيم المساحه المطلوبه مسحها و رسم خارطتها الى مثلثات متناسبة . اما كيفه الحصول على البينات الحقليه وتحويلها الى هيئة خارطه فيختلف بتفاصيل بسب طبيعه طبيعه الحدود الخارجية للمساحة و العوائق التي قد تكون موجودة داخل هذه المساحة . لهذه الاسباب سنتناول موضوع لتقسيم التفاصيل الى الحالات الاربعه الاتيه :

١ - حدود مستقيمة مع عدم وجود عائق داخل المساحة
٢ - حدود مستقيمة مع وجود عائق داخل المساحة
٣ - حدود غير مستقيمة مع عدم وجود عائق داخل المساحة
٤ - حدود غير مستقيمة مع وجود عائق داخل المساحة

١ - حدود مستقيمة مع عدم وجود عائق داخل المساحة

هي ابسط الحالات الاربع وتكون بقياس اطوال الاضلاع الخارجية اضافة الى الاقطار. وسنأخذ مثال عليها قطعة ارض ذات حدود مستقيمة ولها خمسة أضلاع كما في الشكل ادناه . فنقوم بقياس الاضلاع الخمس AB,BC,CD,DE,EA كما نقوم بتقسيم المضلع الخماسي الى ثلاثة مثلثات ونقيس الاقطار BE,BD .



فعلى سبيل المثال كانت نتيجة القياسات كما يلي :

AB 96m

BC110m

CD122m

DE118m

EA108m

BE 128m

BD 132m

بعد اكمال القياسات الحقلية ناتي الى المكتب لغرض رسم خارطة لقطعة الارض هذه ، ويجب ان ننتخب مقياس رسم ملائم لهذه الخارطة ، ولكي نحدد هذا المقياس الملائم نقوم بتحويل القياسات الحقلية حسب مقياس رسم مقترح لنرى مدى ملائمة نتائج التحويل بالمقياس الافتراضي مع ابعاد الورقة المتاحة لدينا للرسم .

فمثلا سنقترح مقياس رسم ١/١٠٠ فلاجراء التحويلات نقوم بالخطوات التالية :

اولا نقوم بتحويل جميع القياسات الحقلية من وحدة المتر الى وحدة السم وذلك لان مقياس الرسم عادة مايستخدم وحدة السم وكما يلي :

$$AB\ 96m \times 100 = 9600\ cm$$
$$BC\ 110m \times 100 = 11000\ cm$$
$$CD\ 122m \times 100 = 12200\ cm$$
$$DE\ 118m \times 100 = 11800\ cm$$
$$EA\ 108m \times 100 = 10800\ cm$$
$$BE\ 128m \times 100 = 12800\ cm$$
$$BD\ 132m \times 100 = 13200\ cm$$

سنقترح مقياس رسم اخر وليكن

$$\text{مقياس الرسم } \frac{1}{100}$$
$$AB = 9600\ cm$$
$$\frac{x}{9600} = \frac{1}{100}$$
$$100\,x = 9600$$
$$x = 96cm$$

من نتيجة التحويل نجد ان هذا المقياس كبير جدا فيجب التفتيش عن مقياس رسم اصغر لان نتيجة التحويل كانت ٩٦ سم ويتعذر وجود هكذا ابعاد للورق لرسم الخارطة ، لذا سنقترح مقياس رسم اخر اصغر وليكن ١/٥٠٠ .

ثم نقوم بتحويل القياسات الحقلية حسب مقياس الرسم المقترح الجديد وكما يلي :

$$\text{مقياس الرسم } \frac{1}{500}$$
$$AB = 9600\ cm$$
$$\frac{x}{9600} = \frac{1}{500}$$
$$500\,x = 9600$$
$$x = \frac{9600}{500}$$
$$x = 19.2\ cm$$

من نتيجة التحويل نلاحظ ان هذا المقياس مقياس رسم ملائم لذا سنقوم بتحويل جميع القياسات حسب هذا المقياس وكما يلي :

$$BC = 11000 \text{ cm}$$

$$\frac{x}{11000} = \frac{1}{500}$$

$$500\,x = 11000$$

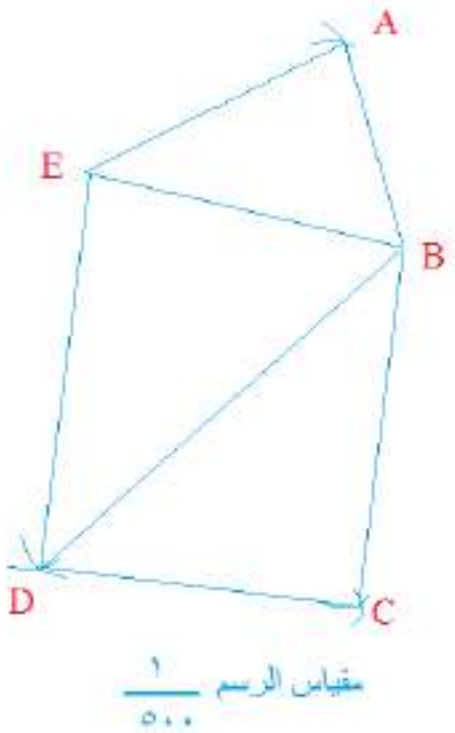
$$x = \frac{11000}{500}$$

$$x = 22 \text{ cm}$$

وهكذا لجميع القراءات وكانت النتئج :

$$CD = 24.4$$
$$DE = 23.6$$
$$EA = 21.6$$
$$BE = 25.6$$
$$BD = 26.4$$

بعد تحويل القراءات نقوم بالرسم وعادة نبدأ بالرسم من ضلع يكون مشترك بين مثلثين فمثلا نبدأ بالرسم من الضلع BE فنرسم خط مستقيم بالمسطرة بطول ٢٥,٦ كما في الشكل ادناه



ونحدد النقطة A حسب بعديها عن B و E بالفرجال وبنفس الطريقة نحدد موقع نقطة D ونقطة C .ونكمل الرسم ثم نمسح الاقطار لانها زائدة ونضع مقياس الرسم اسفل الخارطة .

القياس المباشر للمسافات DIRECT DISTANCE MEASUREMENT

- يقصد بالمسافة عند ذكرها في علوم المساحة والخرائط ذلك البعد الافقي الفاصل بين نقطتين بغض النظر عن موقعهما من حيث الاتجاه العمودي ، فحتى المسافات المائلة المقيسة يجب تصحيحها بتحويلها الى ما يعادلها من مسافات افقية ،والسبب في ذلك يعود الى ان المسافات الافقية هي التي تثبت على الخرائط او تشغل حيزا عليها ، لان الخارطة عبارة عن المسقط الافقي لمساحة المنطقة التي تمثلها .
- تقاس المسافات بطرق مختلفة وعديدة وباستخدام ادوات والات واجهزة تختلف من حيث طريقة استعمالها ودقة نتائجها ، وقد نلجأ أحيانا الى تقدير اطوال المسافات عوضا عن قياسها كما هي الحال في المسوحات الاستكشافية او عند عدم توفر وسائل القياس .
- ان دقة التقدير تعتمد بدرجة كبيرة على خبرة ومهارة الشخص القائم به وعلى بعض الحقائق والبديهيات التي يمكن اعتبارها اساسا للقيام بعملية التقدير . وبصورة عامة تقدر اطوال المسافات بواحدة من الطرق الاتية :

- تقدير طول المسافة بمقارنتها ببعد اخر مالوف ومشابه لها ، وتصلح هذه الطريقة للمسافات القصيرة فقط التي لايمكن رؤيتها بكاملها من موقع واحد .
- ايجاد معدل الحدين الاقصى والادنى اللذين نعتقدهما طولا للمسافة المعينة .
- مقارنة حجم ووضوح رؤية شئ معين من تلك المسافة بشيء اخر من مسافة معلومة .
- تقدير المسافة الى حد نقطة نعدها حد المنتصف ومن ثم نضاعف التقدير .
- تقدير المسافة بالمقارنة بمسافة معلومة كأعمدة الكهرباء وابراجه التي يبعد بعضها عن بعض مسافات معلومة .
- استعمال طريقة الابهام النرويجية ، اذا امكن تقدير المسافات العرضية بدقة اكبر من المسافات الطولية المباشرة .
- وتتم هذه الطريقة بمد الذراع بكامل طوله الى الامام ورفع الابهام الى الاعلى ثم التصويب نحو العارض المراد تقدير المسافة اليه . ننظر الى العارض بفتح احدى العينين واغماض الاخرى حيث يكون خط النظر نحو العارض المقيس بمحاذاة الابهام ، ثم نغمض العين التي كانت مفتوحة ونفتح العين التي كانت مغمضة دون تحريك الابهام ونقدر الانحراف العرضي بين موقعي الابهام في الطبيعة ونضاعفه بضربه في(١٠) كي نحصل على المسافة الكلية بين موقع التصويب والعارض الارضي ، والسبب في الضرب بـ (١٠) هو ان نسبة طول الذراع الى طول المسافة بين العينين هي كنسبة ١٠ : ١ .

ان التقدير يكون أكبر من الحقيقة في الظروف المذكورة في ادناه واقل منها في الظروف المعاكسة لها

- اوقات الضباب وظروف الطقس الرديئة .
- اوقات الشروق والغروب .
- النظر عبر نهر او منخفض او اراضي متموجة .
- النظر بين اشجار مبعثرة .
- النظر باتجاه معاكس للشمس .
- النظر باتجاه اعلى المنحدرات .
- اذا كان الشيء المطلوب تقدير المسافة اليه والارض التي وراءه من نفس اللون .
- اذا كان الشيء المطلوب تقدير المسافة اليه صغيرا بالمقارنة بشيء اخر بجاوره .
- اذا كان خط النظر محصورا ضمن حدود ضيقة كأن يكون بموازاة طريق او ممشى

مصادر المسافات المقيسة

طريقة مقياس الرسم : وهذه تتم بقياس المسافة المطلوبة من الخارطة باستعمال المسطرة الاعتيادية اذا كانت المسافات مستقيمة وفرجال التقسيم لخطوط المسافات المنحنية والمتعرجة والتي يمكن ايجادها باستخدام خيط رفيع توضع بدايته على بداية المسافة المتعرجة على الخارطة ومد الخيط بموجب بموجب تعرجات الخط الى نهايته ، ثم يسحب الطول المستخدم من الخيط ليصبح بشكل مستقيم ومتوتر ويوضع على المسطرة الاعتيادية لمعرفة مقدار طوله ، ومن ثم ضرب المسافة المقيسة بمقدار مقياس رسم الخارطة .

طريقة عجلة القياس Opisometer : وهي الطريقة المناسبة لقياس المسافت المتعرجة وتعطي نتائج دقيقة وسريعة ، تحتوي هذه العجلة على مقياس مدرج يبين مقدار المسافة الحقيقية المعادلة للمسافة التي تقطعها العجلة عند مرورها على المسافة المطلوبة علي الخارطة ذات مقياس الرسم المشابه لمقياس العجلة المدرج

القياس من الطبيعة

طرق القياس المباشر direct methods

يمكن قياس المسافة بصورة مباشرة من خلال استخدام بعض الاجهزة او الادوات ومن طرق القياس المباشر :

- طريقة الخطوات
- وهي طريقة سريعة لقياس المسافات وتعد نتائجها التقريبية ذات درجة ضبط مقبولة في بعض الاغراض المساحية ، مثل الهندسية ، الجيولوجية ، الزراعية ، الغاباتية ، تخطيط الميدان العسكري ، والمسوحات الاستكشافية ، وتستخدم هذه الطريقة كذلك لاكتشاف الاخطاء الكبيرة التي يمكن ان تقع جراء قياس المسافات بالطرق الاخرى .
- تجري عملية قياس المسافات بالخطوات من خلال حساب عدد الخطوات التي تتضمنا المسافة المطلوب قياسها ، واول مايجب معرفته هو طول خطوة الشخص التي تكون محصورة بين مقدمتي القدمين المتقدمة والمتاخرة ويكون طولها بالمتوسط (٧٠ – ٩٠) سم .
- ان افضل طريقة لمعرفة طول الخطوة هو المشي بخطوات اعتيادية ذهابا وايابا لمرة واحدة او اكثر على مسافة مستوية ذات طول معلوم لايقل عن (١٠٠) م ومن ثم ايجاد معدل عدد الخطوات ثم طول الخطوة الواحدة ، ومن الجدير بالذكر ان هناك جهاز يسمى بيدوميتر pedometer يمكن حمله ليقوم بتسجيل عدد الخطوات عندما تكون المسافة طويلة .

طريقة عجلة القياس

- وهي عبارة عن عجلة تشبه عجلة الدراجة الهوائية ذات محيط ثابت ومعلوم ، يرتبط بالعجلة مقود ذو قبضتين مجهز بعداد لتسجيل المسافة عند دوران العجلة ، والنوع الشائع يقيس بالامتار والدسيمترات ولغاية دقة مقدارها دسم واحد ، وهي تفيد بالقياسات الاستكشافية ووسيلة للتحقق من صحة نتائج القياس بالوسائل الاخرى .
- اما طريقة القياس بالعجلة measuring wheel فتتم بوضعها بحيث يكون محورها عموديا على نقطة البداية للمسافة المراد قياسها وتصفير العداد ثم البدأ بالسير بالعجلة باتجاه نقطة النهاية المعلمة بشاخص او اي شيء اخر محاولين السير بخط مستقيم (لتقليل الخطأ الناتج من عملية القياس) ثم يقرأ العداد عند الوصول الى نقطة النهاية فتكون هي المسافة المطلوبة .

ان نتيجة القياس بهذه الاداة تكون اكبر من طول المسافة الحقيقية ، والسبب يعود الى حصول انحراف عمودي بسبب الارتفاعات والانخفاضات الموجودة على سطح الارض فضلا عن حصول انحراف افقي نتيجة لصعوبة السير بخط مستقيم عند استخدام العجلة .

طريقة السلسلة او الشريط

تشترك السلسلة والشريط بانواعهما المختلفة في طريقة القياس للمسافات ويختلفان من حيث ظروف الاستعمال ودقة النتائج .

السلسلة المعدنية chain

تتكون السلسلة المعدنية من اسلاك قصيرة تسمى العقل يتصل بعضها ببعض بثلاث حلقات من نفس المعدن وعليها علامات بشكل ارقام للدلالة على مقدار البعد المقاس بمجرد النظر اليه ، واثناء سحبها تسلط عليها ضربات خفيفة برفع اليد الممسكة بقبضتها وخفضها مع السحب للامام بنفس الوقت وذلك من اجل تسهيل فتح السلسلة وضمان استقامة العقل وعدم تداخل العقل مع بعضها البعض .

- تمتاز السلسلة بانها افضل من الشريط من الناحية العملية لمعظم القياسات الجارية في المناطق الصخرية والصعبة كمناطق الغابات ، كما يمكن اصلاحها بالحقل مباشرة عند حصول تفكك في حلقاتها ، كما ان للسلسلة مساوئ نذكر منها مايلي :
- ان نتائج قياساتها اقل دقة من الشريط .
- قد تكون غير مستقيمة تماما مما يؤدي الى حصول خطأ في القياس .
- وزنها ثقيل نسبيا واستعمالها صعب في المناطق الوعرة .
- اختلاف طولها باختلاف درجات الحرارة .
- زيادة طولها بسبب انفتاح وتفكك الحلقات الرابطة بين العقل مما يؤدي الى نقصان في النتيجة النهائية للقياس .

انواع السلاسل المعدنية

- سلسلة كنتر : طولها ٦٦ قدم وعدد عقلها ١٠٠ عقلة وتستخدم لقياس المسافات بالنظام الانكليزي لان الايكر يساوي ٤٨٤٠ ياردة مربعة ويعادل ١٠ سلاسل مربعة وبذلك تكون الحسابات سهلة ومباشرة .

- سلسلة المساح : طولها ١٠٠ قدم وعدد عقلها ١٠٠ عقلة وتستخدم للقياسات ذات الطبيعة الهندسية .

- السلسلة المترية : وهي الاكثر شيوعا في الاستخدام وتوجد باطوال مختلفة منها ٢٥،٢٠، ٣٠، ٥٠ م .

الشريط Tape

- وهو الاداة الاكثر شيوعا بالاستخدام في القياسات المباشرة ونتائجه بصورة عامة ادق من السلسلة ولكن يفضل عدم استخدامها اثناء هبوب الرياح ، هناك عدة انواع من الاشرطة منها :
- **الشريط الكتاني :** وهو الشريط الذي يصنع من نسيج الكتان الذي يصبغ او يشبع بالبلاستك المرن ويلف على بكرات تحفظ داخل علب جلدية او معدنية او بلاستيكية ، ويدرج الى امتار ودسيمترات وسنتيمترات ، ويكون طول الشريط ٥ أمتار ومضاعفاتها ، والطول الشائع هو ٢٠ م.يمتاز الشريط الكتاني بانه خفيف الوزن وسهل القراءة والاستعمال ولكنه لايسعمل عندما نريد نتائج دقيقة جدا ، لانه معرض لتغيرات كبيرة نسبيا في طوله بسبب تفكك نسيجه وصعوبة اصلاحه عند حدوث ضرر فيه كما انه يتمطى ةيصبح في حالة استطالة دائمية عند سحبه بقوة لجعله مستقيما ، اضافة الى انكماشه عند تبلله بالماء .
- **الشريط المعدني :** يكون من الفولاذعادة ويستعمل في القياسات التي تتطلب الدقة العالية ومواصفاته شبيهة بالشريط الكتاني ، يحافظ الشريط المعدني على طوله بشكل افضل من السلسلة والشريط الكتاني لكنه تنقصه قوة السلسلة وخفة الشريط الكتاني.
- **شريط الانفار :** يستعمل هذا الشريط في القياسات الدقيقة جدا وهو مصنوع من سبيكة نيكل وفولاذ ذات معامل تمدد طولي منخفض .

قياس المسافة الافقية على الاراضي المستوية

- تنقسم المسافة الافقية الى نوعين من المسافات هما المسافات القصيرة والمسافات الطويلة ، فالمسافات القصيرة هي التي يقل طولها عن طول اداة القياس المستخدمة ونحصل عليها بوضع بداية الشريط او اداة القياس على بدايتها وسحب اداة القياس بصورة مستقيمة ومتوترة الى نقطة النهاية فتقرا عندها اداة القياس فتكون المسافة المطلوبة .
- اما المسافة الطويلة فهي تلك المسافة التي يزيد طولها عن طول اداة القياس ولقياسها نحتاج الى تحقيق الاستقامة بين نقطة البداية والنهاية على طول خط القياس ، ومن اجل ذلك نحتاج الى بعض الادوات المساعدة لتحقيق هذا الغرض ومن هذه الادوات (النبل ، الشاخص ، الوتد الخشبي)

الادوات المساعدة في قياس المسافات الطويلة

- الشاخص : هو انبوب معدني او عمود خشبي احدى نهايته يبلغ طولها ٢-٥ م والشائع الاستعمال يكون بطول ٢م يكون للشاخص نهاية معدنية مدببة لتسهيل تثبيته في الارض لتسهيل غرزه وتثبيته في الارض ويطلى بلونين عادة احدهما لون فاتح والاخر لون غامق ؟ (لماذا) ويستعمل لتحقيق الاستقامة .
- النبل : هي اسلاك طولها ٣٠ سم تقريبا طرفها العلوي له شكل حلقة واسفله مدبب لسهولة غرسه في الارض تصبغ باللون الاصفر البراقاو توضع عليها شرائط من قماش ملون ، تستعمل لتحديد نهاية اداة القياس .
- الاوتاد الخشبية : هي قطع خشبية مستديرة او مضلعة المقطع طولها ٢٠-٣٠ سم مدببة من طرفها الاسفل لتسهيل غرسها في الارض وتستعمل لتحديد بداية ونهاية المسافة المراد قياسها .

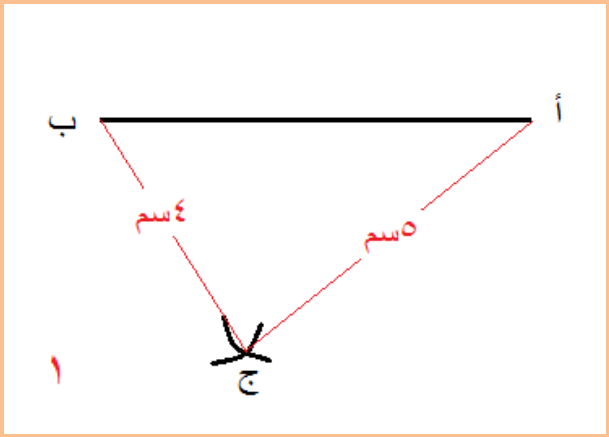
المسح بالسلسة

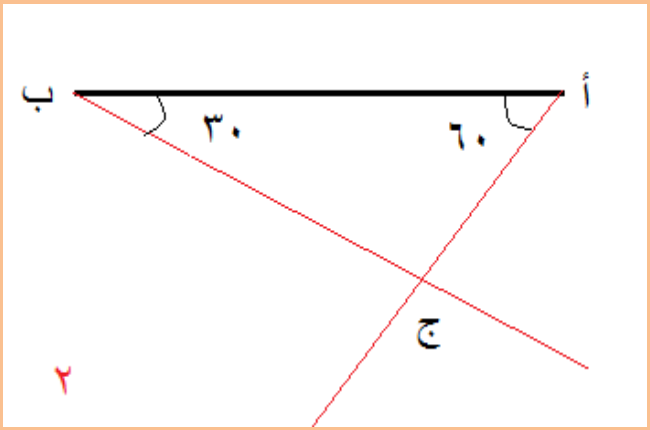
يعد المسح بالسلسة من ابسط الطرق المساحية المستعملة لرسم حدود وتفاصيل الاراضي ويشكل مدخلاً لدراسة الطرق المساحية الاخرى ، ولذلك فان هذه الطريقة اقل دقة من غيرها . وتصلح للمساحات الصغيرة ذات التفاصيل القليلة وفي المناطق المكشوفة التي لاتبرز فيها الارتفاعات والانخفاضات بشكل يعيق عمليات القياس ، وهي لاتصلح كثيراً لمساحات الاراضي التي تكون بشكل شرائط ضيقة كمساحات الطرق وذلك لعدم امكانية الحصول على مثلثات متناسبة المساحة . ان العمل بهذه الطريقة لايحتاج الى استعمال ادوات قياس الزوايا بل يقتصر على قياس الابعاد الارضية ويحتاج كذلك الى اسقاط واقامة الاعمدة باستعمال القياسات الطويلة او باستعمال عدد من الاجهزة البسيطة في بعض الحالات .

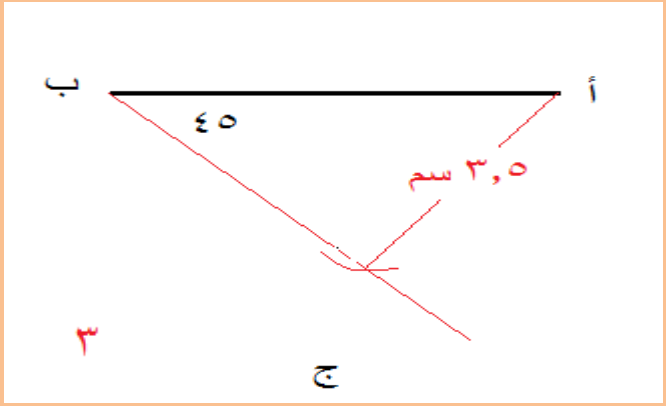
يتلخص العمل بهذه الطريقة بتثبيت مجموعة من النقاط في الطبيعة يتكون من توصيل بعضها مع بعض هيكل بشكل مضلع يحيط بالمساحة المطلوبة . ثم يقسم المضلع الى مثلثات تقاس كافة اضلاعها . وبذلك يمكن رسمه على الخارطة بأي مقياس رسم مطلوب والسبب في التقسيم الى مثلثات يعود الى ان المثلث هو ابسط شكل مساحي محدد بخطوط مستقيمة حيث ان تحديد طول اي ضلع من اضلاعه الثلاثة يعني معرفة نقطتين او رأسين من رؤوس المثلث الثلاثة وبذلك يمكن معرفة موقع النقطة او الرأس الثالث .

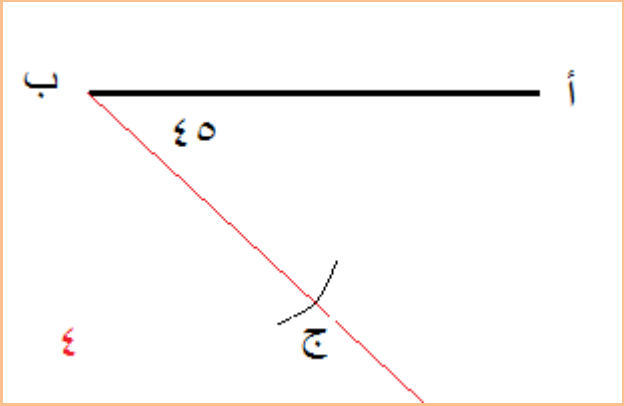
ضوابط تحديد موقع النقطة المجهولة

١. تحديد موقع النقطة بمعرفة بعديها عن نقطتين ثابتتين معلومتين .
٢. تحديد موقع النقطة بمعرفة اتجاهها من نقطتين ثابتتين معلومتين .
٣. تحديد موقع النقطة بمعرفة بعدها عن نقطة ثابتة معلومة واتجاهها من نقطة اخرى ثابتة ومعلومة .
٤. تحديد موقع النقطة بعدها واتجاهها من نقطة واحدة ثابتة ومعلومة وواقعة على خط .

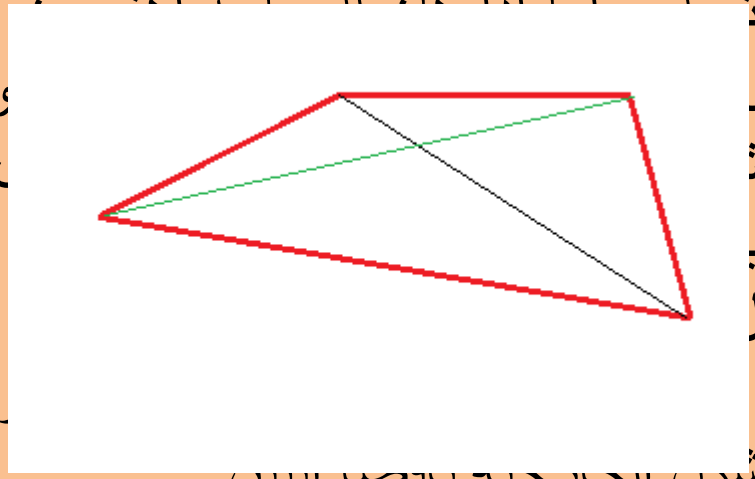


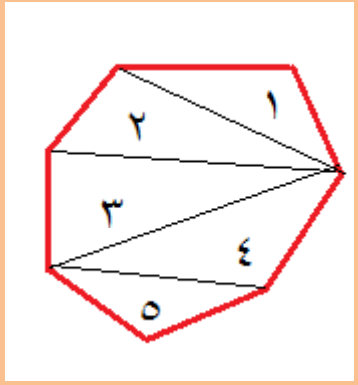


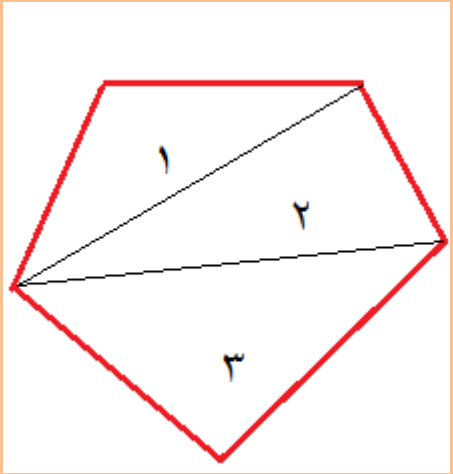


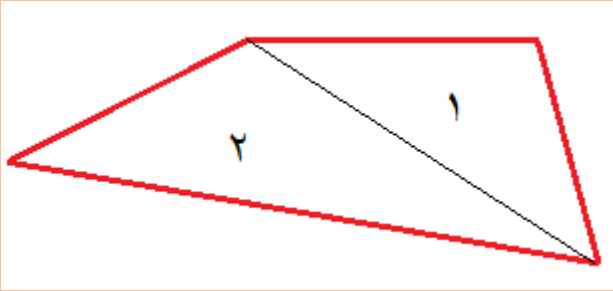


ان ابسط حالات هذا المسح هو حالة قطعة من الارض بشكل مثلث مستقيم الحدود . فإذا علمت اطوال اضلاعه الثلاثة حسب مواقعها النسبية امكن رسم خارطة باستعمال الفرجال الاعتيادي بعد تحويل الابعاد الارضية المقيسة الى ما يعادلها على الورق حسب مقياس الرسم المست ثلاثة اضلاع مستقيمة فلا يكفي ان نقيس اطوال ومات فقط يمكن رسم عدد غير محدود من الاش . ولذا فان القياسات الحقلية يجب تنظيمها بحي مثلثات يختلف عددها بحسب عدد اضلاع الشكل الى مثلثين والخماسي الى ثلاثة مثلثات وهكذا ورية لرسم الشكل هو عبارة عن عدد اضلاع الشكل الخارجية ناقصا اثنين .



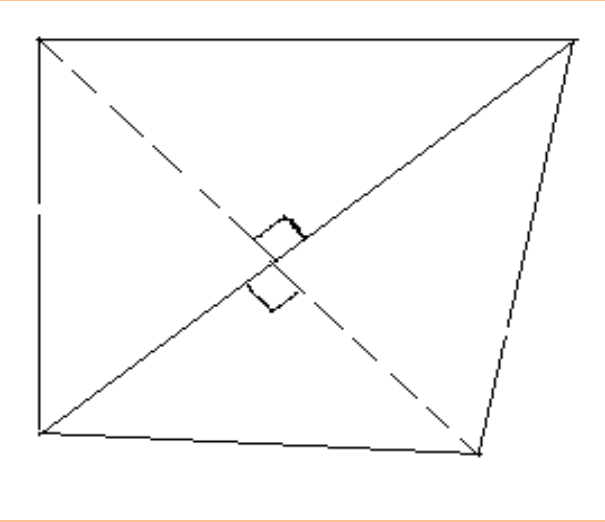


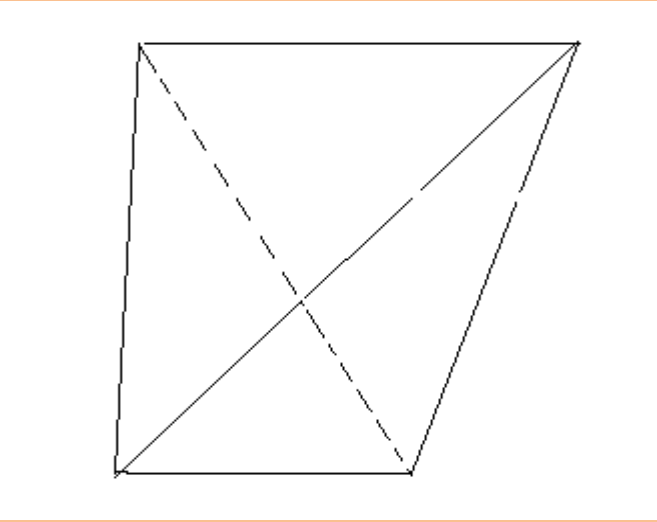




خطوط الضبط والتحقيق

ان حدوث اي خطأ في قياس اطوال المثلثات التي يتكون منها المضلع لا يجعل عملية الرسم غير ممكنة . فالشكل يمكن رسمه في هذه الحالات ولكنه لا يماثل الشكل الحقيقي الموجود على الطبيعة . وهذا الخطأ لايمكن اكتشافه بالرؤية المجردة للشكل الا اذا كان الخطأ كبيرً الى الحد الذي يغير من شكل المضلع تغييراً واضحاً . ويمكن التحقق من صحة العمل والرسم باعادة العمل مرة ثانية او وهو الافضل قياس خطوط اضافية يطلق عليها (خطوط الضبط او التحقيق او البرهان) التي لانحتاجها اصلاً لرسم تفاصيل المضلع ولكنها ستبين مدى صحة العمل عند مقارنتها بنظائرها على الخارطة المرسومة . ويرسم خط تحقيق واحد عادة لكل مثلث من المثلثات الناتجة عن تقسيم شكل المضلع المطلوب رسم خارطته . ففي الشكل الرباعي يقاس القطر المتمثل بالخط المنقط (الشكل ادناه) اذا لم يكن هناك مايعيق عملية قياسه على الارض او اختيار ما يناسب من نماذج خطوط التحقيق الاخرى المبينة في الشكل الذي في ادناه .





خطوات المسح بالسلسلة

أ ـ استكشاف المنطقة

الخطوة الاولى التي يقوم بها المساح هي التجول في المنطقة المراد رسمها لتكوين فكرة عامة عن حدودها ومعالمها وتفاصيلها المميزة بهدف تحديد الكيفية الافضل لتنظيم العمل فيها . وقد يهمل هذه الخطوة المساح المبتدئ ولكن اهميتها لايمكن الاستهانة بها ، إذ انها تساعد في انجاز العمل المساحي اللاحق بصورى اسرع وبدون معوقات رئيسية . ففي هذه المرحلة يتم اختيار المحطات واستخدام الشواخص للتأكد من كونها منظور بعضها من بعض . واثناء عملية الاستكشاف يقوم المساح باعداد رسم تخطيطي للمنطقة في دفتر الحقل يمثلها بصورة تقريبية بحيث يوضح الحدود والتفاصيل وتسمية او ترقيم المحطات مع ملاحظات المساح نفسه عن المنطقة . ان اعداد الرسم التخطيطي يحتاج الى خبرة ومهارة قد لاتتوفر لدى المساح المبتدئ . ويرسم المخطط عادة باليد دون استعمال ادوات هندسية وبدون مقياس رسم مع مراعاة تناسب اطوال المسافات المرسومة مع ابعادها الحقيقية قدر الامكان . اما رسم التفاصيل فيكون بشكل منفرد اذا دعت الحاجة لذلك .

ب - اختيار المحطات

تثبت نقاط المحطات الارضية حسب طبيعة شكل المنطقة المراد رسمها ونوعية المعالم والتفاصيل المطلوب بيانها في الرسم . والاختيار المناسب لنقاط المحطات هو الذي يضمن رسم المنطقة وتفاصيلها بدقة كبيرة وبوقت وجهد قليلين . وعليه يجب ان يكون الهدف باتجاه توفير الامور الاتية :

١. يفضل ان يكون عدد خطوط المسح اقل مايمكن من الناحية العملية و قريبة الحدود الخارجية وتفاصيلها قدر الامكان من اجل تقليل العمل الحقلي وتسهيل قياس المساقط العمودية وخطوط الربط .
٢. اختيار خطوط المسح بحيث يتشكل منها مثلثات متناسبة ومتساوية الاضلاع قدر الامكان وذات زوايا تتراوح مابين ٣٠-١٢٠ لكي يكون تقاطع الاضلاع عند توقيعها على الخارطة محدداً وواضحاً .
٣. يراعى ان تمر خطوط المسح في الاماكن المستوية قدر المستطاع لزيادة دقة قياس المسافات ولان الخرائط المرسومة تبين المساقط الافقية للطبيعة دائماً .
٤. ان تكون مواقع خطوط المسح في اماكن تساعد على تجنب العوائق الطبيعية والصناعية .
٥. ان تكون كل محطة من هذه المحطات منظورة من المحطتين السابقة واللاحقة لها .
٦. ان يكون هناك عدد كافي من خطوط التحقيق التي تربط بين المثلثات المنفصلة مع مراعاة اختيارها بحيث يمكن استعمالها رسم التفاصيل .
٧. يجب اختيار المحطات في اماكن يسهل الوصول اليها وبعيدة عن حركة المرور .
٨. ان تكون المساقط العمودية اقصر مايمكن بحيث لا تزيد عن (٢٠) متراً وخاصة النازلة منها الى المعالم المهمة لان المسقط العمودي عامل مساعد في الرسم وليس جزءاً اساساً منه .
٩. ن تكون خطوط المسح محاذية لامتدادات الطرق والشوارع وفي الحالات الضرورية يجب ان يكون التقاطع في زاوية جيدة بحيث تكون المسافة المطلوب قياسها على الطريق او الشارع اقصر مايمكن .
١٠. ان تكون خطوط المسح بين كل نقطتين اطول مايمكن بحيث لايزيد عن (٢٥٠) متراً لأن الرصد والتوجيه يكون بالعين المجردة .

جـ - تأشير المحطات

- بعد اختيار المحطات ومعاينة الهيكل في الطبيعة يتم تأشير المحطات لتحديد بدايات ونهايات القياسات الطويلة ومن اجل الرجوع اليها اثناء عمليات المسح وعند الحاجة .
- وتستعمل عادة اوتاد خشبية بطول (٣٠) سنتمتراً وسمك (٣) سنتمترات تقريباً بارزة قليلاً فوق سطح الارض في الاراضي الرخوة . اما على الطرق المبلطة والاراضي الصلبة فتستعمل مسامير او حديد الزاوية تؤشر بالصبغ او الطباشير بشكل واضح . وفي حالة المسوحات القليلة والمحدودة التي يمكن انجازها في بضع ساعات قد تؤشر المحطات بغرس اغصان صغيرة او نباتات مميزة او اي شيء آخر مؤقت على نقاط المحطات . ثم يعطى لكل محطة رمزاً بالحروف او بالارقام ويرسم مخططاً لكل محطة بشكل منفصل يوضح عليه ابعاد المحطة عن ثلاثة معالم ظاهرة وواضحة في المنطقة في الاقل حتى اذا ازيلت هذه النقطة امكن الرجوع اليها بدلالة هذه الابعاد وتسجل هذه المخططات عادة في دفتر الحقل .

د- قياس المسافات

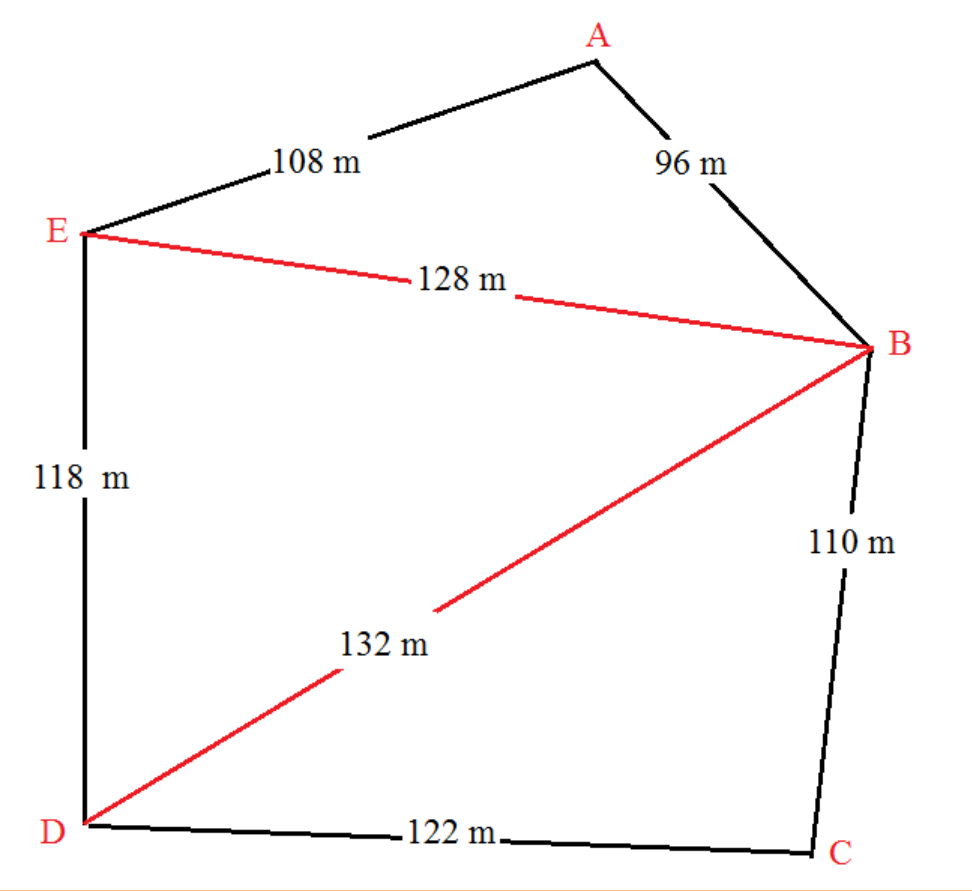
- تقاس المسافات الافقية لخطوط المسح المطلوبة كافة اضافة الى المساقط العمودية وخطوط الربط اللازمة لرسم تفاصيل قطعة الارض . ويكون قياس خطوط المسح الرئيسية وخطوط التحقيق بدقة اعلى نسبياً من دقة قياس المساقط العمودية وخطوط الربط لان الخطأ في الاولى يغير من الشكل العام الاصلي للمنطقة كلها ، على حين الخطأ في الثانية يكون موضعياً لهذا السبب يفصل قياس خطوط المسح ةالتحقيق ذهاباً وإياباً وعملية القياس يقوم بها شخصان عادة هما المساح ومساعده ولكن قد يكون العمل ادق واسرع بوجود شخص ثالث هو التابع فهذه المجموعة هي التي تقوم بتعيين تعامد المساقط العمودية مع خطوط المسح باستعمال عدد من الآلات كالمربع العدسي ماعدا حالات قصر طول المسقط العمودي ، إذ يتم تعيين التعامد وتقديره بالعين المجردة وتتخلص واجبات المساح في الحرص على عدم حدوث الاخطاء التي قد تنتج عن عدم قياس المسافات بصورة صحيحة او عدم تعامد المساقط العمودية او وجود نقص في عدد المسافات او المساقط العمودية او خطوط الربط المقيسة .
- ان درجة الدقة في القياس تعتمد على طول المسافة المقيسة من جهة وعلى مقياس الرسم المتخذ لتحويل البيانات الحقلية الى الخارطة من جهة اخرى . فالقياس لاقرب (١٠) سنتمترات يعد مناسباً لمقياس رسم ٤٠٠١١ او اصغر . وفي هذه الحالة يجب ان لايزيد طول المسقط العمودي عن (٢) متر وبعكسه يؤخذ خط ربط للابعاد الاطول من هذا المقدار .

طرق المسح بالسلسة

- حدود مستقيمة مع عدم وجود عائق داخل المساحة
- حدود مستقيمة مع وجود عائق داخل المساحة
- حدود غير مستقيمة مع عدم وجود عائق داخل المساحة
- حدود غير مستقيمة مع وجود عائق داخل المساحة

حدود مستقيمة مع عدم وجود عائق داخل المساحة

هي ابسط الحالات الاربع وتكون بقياس اطوال الاضلاع الخارجية اضافة الى الاقطار. وسنأخذ مثال عليها قطعة ارض ذات حدود مستقيمة ولها خمسة أضلاع كما في الشكل ادناه . فنقوم بقياس الاضلاع الخمس AB,BC,CD,DE,EA كما نقوم بتقسيم المضلع الخماسي الى ثلاثة مثلثات ونقيس الاقطار BE,BD .



AB 96m
BC110m
CD122m
DE118m
EA108m
BE 128m
BD 132m

- بعد اكمال القياسات الحقلية ناتي الى المكتب لغرض رسم خارطة لقطعة الارض هذه ، ويجب ان ننتخب مقياس رسم ملائم لهذه الخارطة ، ولكي نحدد هذا المقياس الملائم نقوم بتحويل القياسات الحقلية حسب مقياس رسم مقترح لنرى مدى ملائمة نتائج التحويل بالمقياس الافتراضي مع ابعاد الورقة المتاحة لدينا للرسم .
- فمثلا سنقترح مقياس رسم ١ /١٠٠ فلاجراء التحويلات نقوم بالخطوات التالية :
- اولا نقوم بتحويل جميع القياسات الحقلية من وحدة المتر الى وحدة السم وذلك لان مقياس الرسم عادة مايستخدم وحدة السم وكما يلي :

AB 96m X 100 = 9600 cm

BC 110m X 100 = 11000 cm

CD 122m X 100 = 12200 cm

DE 118m X 100 = 11800 cm

EA 108m X 100 = 10800 cm

BE 128m X 100 = 12800 cm

BD 132m X 100 = 13200 cm

مقياس الرسم $\frac{1}{100}$

$AB = 9600\,cm$

$\frac{x}{9600} = \frac{1}{100}$

$100\,x = 9600$

$x = 96\,cm$

من نتيجة التحويل نجد ان هذا المقياس كبير جدا فيجب التفتيش عن مقياس رسم اصغر لان نتيجة التحويل كانت ٩٦ سم ويتعذر وجود هكذا ابعاد للورق لرسم الخارطة ، لذا سنقترح مقياس رسم اخر اصغر وليكن ١ /٥٠٠.

من نتيجة التحويل نلاحظ ان هذا المقياس مقياس رسم ملائم لذا سنقوم بتحويل جميع القياسات حسب هذا المقياس وكما يلي :

مقياس الرسم $\frac{1}{500}$

$AB = 9600\ cm$

$$\frac{x}{9600} = \frac{1}{500}$$

$$500\,x = 9600$$

$$x = \frac{9600}{500}$$

$$x = 19.2\ cm$$

$BC = 11000\ cm$

$$\frac{x}{11000} = \frac{1}{500}$$

$$500\,x = 11000$$

$$x = \frac{11000}{500}$$

$$x = 22\ cm$$

$CD = 24.4$

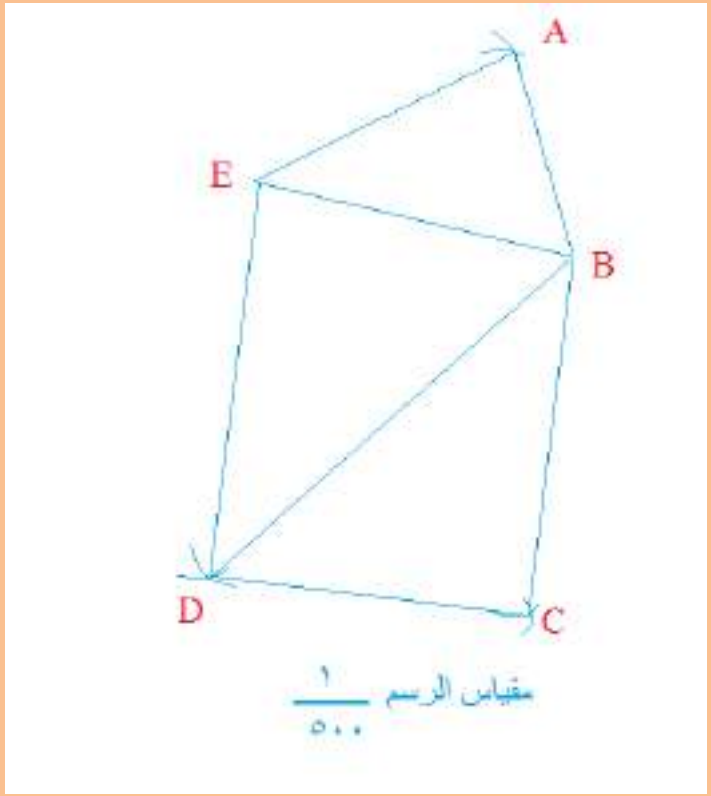
$DE = 23.6$

$EA = 21.6$

$BE = 25.6$

$BD = 26.4$

بعد تحويل القراءات نقوم بالرسم وعادة نبدأ بالرسم من ضلع يكون مشترك بين مثلثين فمثلا نبدأ بالرسم من الضلع BE فنرسم خط مستقيم بالمسطرة بطول ٢٥.٦ كما في الشكل ادناه :



ونحدد النقطة A حسب بعديها عن B و E بالفرجال وبنفس الطريقة نحدد موقع نقطة D ونقطة C .ونكمل الرسم ثم نمسح الاقطار لانها زائدة ونضع مقياس الرسم اسفل الخارطة .

قياس المسافات عبر العوائق

من المعلوم ان ايجاد طول مسافة معينة يكون بتحديد استقامتها اولا ومن ثم قياسها وعندما يتعذر تنفيذ احدى هاتين الخطوتين ، نتيجة لوجود بعض العوائق بين نقطة بداية المسافة ونهايتها ، نلجأ الى قياس مسافة بديلة للمسافة التي يمثلها العائق ومكافئة لها يمكن قياسها بسهولة للتعويض عن المسافة التي يمثلها العائق .

ان عملية قياس المسافات البديلة تختلف حسب نوع العائق وظروف العمل ويمكن تقسيمها الى الانواع الاتية :

١. **عائق يمنع الرصد ولا يمنع القياس**
٢. **عائق يمنع القياس ولا يمنع الرصد ويمكن الالتفاف حوله**
٣. **عائق يمنع القياس ولا يمنع الرصد ولايمكن الالتفاف حوله**
٤. **عائق يمنع القياس و يمنع الرصد**

عائق يمنع الرصد ولايمنع القياس

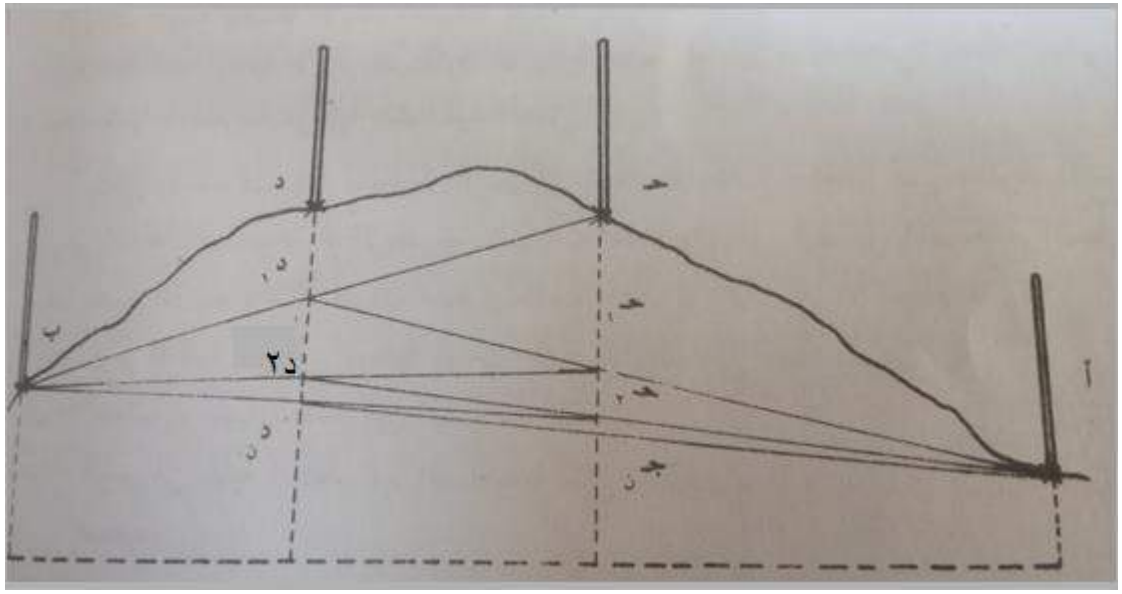
خير مثال على هذا النوع من العوائق هو مرتفع ارضي يفصل بين نقطتي بداية ونهاية المسافة المطلوب قياسها ، فتحديد الاستقامة في هذه الحالة لايكون بالطريقة المعتادة بسبب وجود هذا العائق وانما يكون بالطريقة التالية :

نقوم باختيار نقطتين مثل جـ ، د في اعلى الموتفع بحيث تكونان قريبتين من الموقع التقديري لامتداد الخط أب وبحيث يمكن رؤية النقطتين د ، ب من نقطة جـ ويمكن رؤية النقطتين جـ ، أ من نقطة د . كما في الشكل

تحتاج عملية تحديد الاستقامة الى شخصين احدهما الراصد الذي يكون عند جـ والاخر هو المساعد الذي يكون عند الشاخص د ، يبدأ الراصد بتوجيه المساعد لتحريك الشاخص د الى موقع جديد (د١) يكون فيه على استقامة واحدة مع جـ ، ب ، وتكون الخطوة التالية بقيام المساعد من موقعه الجديد في (د١) بتوجيه الراصد الى موقع جديد (جـ ١) يكون فيه على استقامة واحدة مع د١ ، أ .

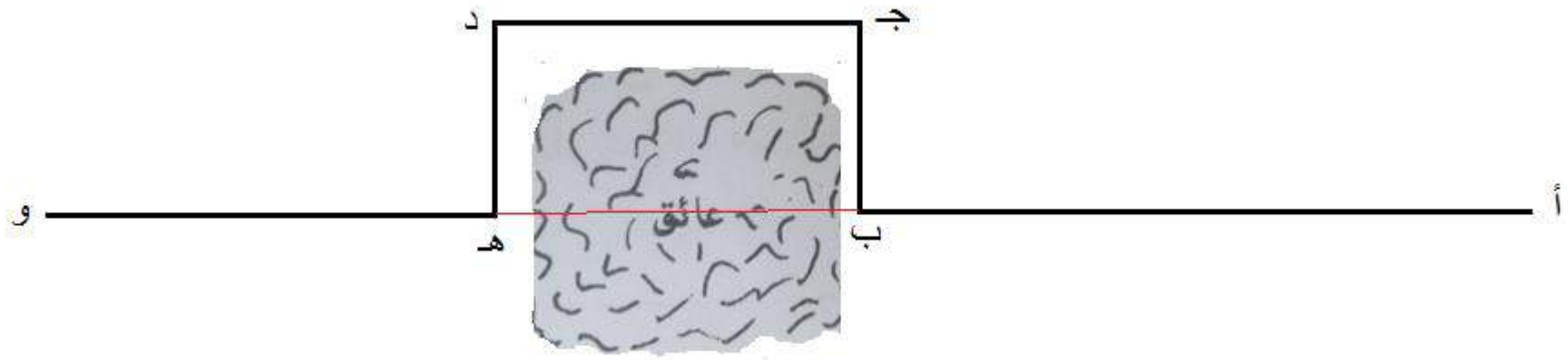
وهكذا تتكرر خطوات الرصد بالتبادل بين الراصد ومساعده الى ان يصبحا في موقعين يكونان فيها على استقامة واحدة مع نقطتي البداية والنهاية وهذا يحصل عندما نتوصل الى حالة تكون فيها النقاط جـ ن ، د ن ، ب على استقامة واحدة في الوقت الذي تكون فيه النقاط د ن ، جـ ن ، أ على استقامة واحدة ايضا . او بعبارة اخرى عندما تصبح النقطتان جـ ن ، د ن مشتركتين مع الخطين المستقيمين الصادرين من أ ، ب ، كل منهما باتجاه الاخر.

بعد الانتهاء من تحديد الاستقامة تجري عملية القياس للمسافة الافقية المحصورة بين النقطتين أ ، ب باحدى الطرق التي سبق ذكرها .



عائق يمنع القياس ولايمنع الرصد ويمكن الالتفاف حوله

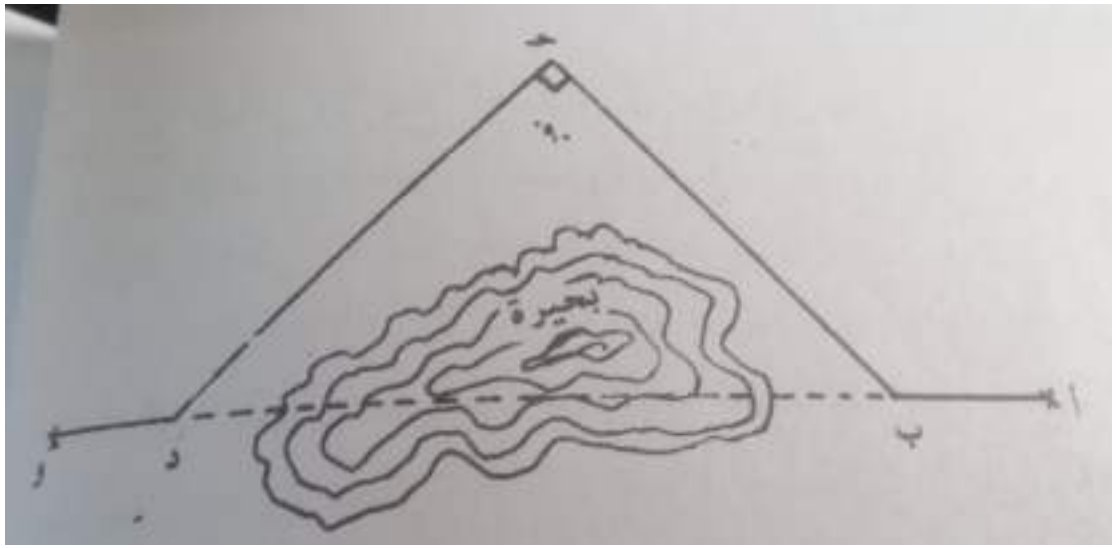
- **تدخل الحفر الواسعة والبحيرات الصغيرة وحوافي البحيرات الكبيرة والبرك تحت هذا النوع من العوائق والتي يمكن معالجتها بعدة طرق نذكر منها :**
- في الشكل ادناه لايمكن قياس المسافة ب هـ بالطريقة الاعتيادية بسبب وجود العائق لذلك نقيم من نقطة ب عمودا نمده على استقامة الى نقطة جـ بحيث يتجاوز حدود العائق . ثم نقيم عموداً آخر على ب ج من نقطة ج بأتجاه خط القياس ونمده الى نقطة د بحيث يتجاوز حدود العائق بهذا الاتجاه . وهنا نقوم باقامة عمود من نقطة د بحيث يكون مساوياً للعمود ب ج وللتأكد من صحة تنفيذ العمل نقوم برصد النقاط ب ، هـ ، و فإذا كانت على استقامة واحدة فمعنى ذلك ان موقع نقطة هـ صحيح ، وبالتالي يمكن الاستمرار بالقياس منها ولغاية الوصول الى نقطة النهاية وتكون المسافة أ و = أ ب + جـ د (يقاس عوضاً عن ب هـ + هـ و).



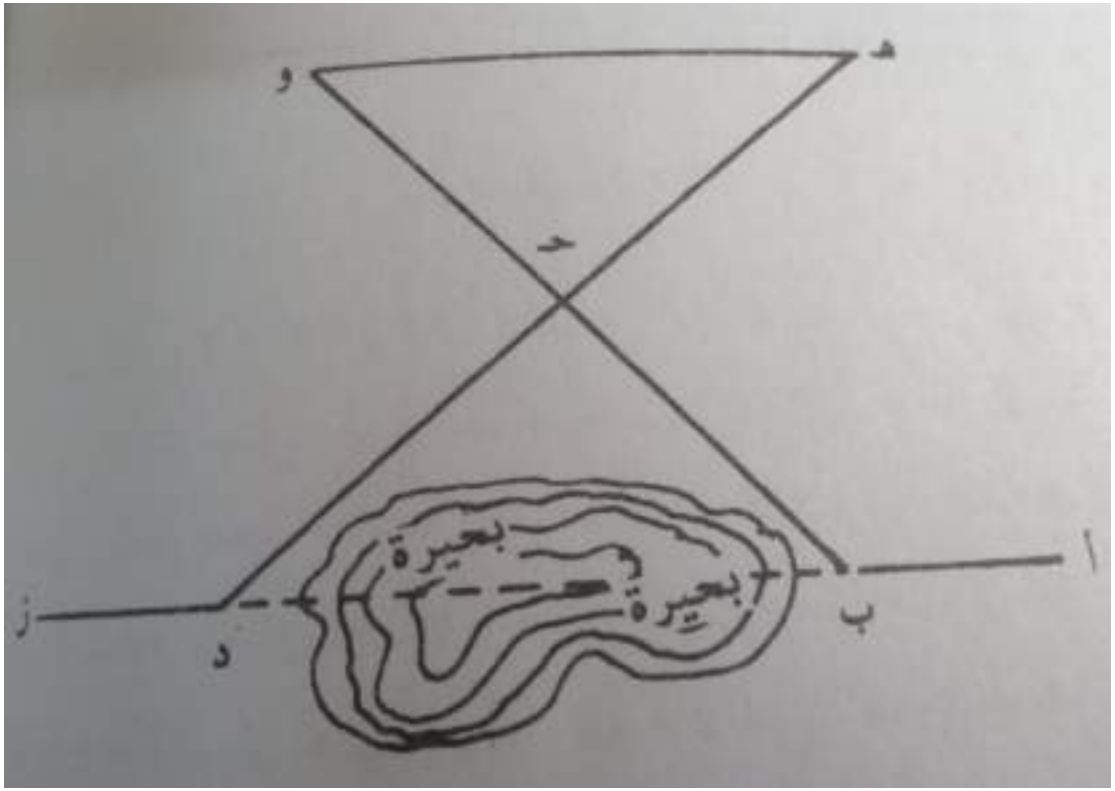
في الشكل ادناه : نبدأ بالقياس من نقطة أ ، حتى الوصول الى نقطة قريبة من حدود العائق مثل نقطة ب ، حيث ينحرف خط القياس بحيث يتجاوز حدود العائق . نختار نقطة مناسبة على الاتجاه الجديد مثل نقطة جـ بحيث لو رسم منها عمود فإن امتداده يتجاوز حدود العائق ليتصل مع امتداد خط القياس من جهة العائق الثانية وبذلك يتم تحديد موقع نقطة د على العمود المقام من نقطة جـ وتكون د على استقامة واحدة مع النقطتين أ ، ب . بهذا يتكون لدينا مثلث قائم الزاوية نتمكن بواسطة علاقات اطوال اضلاعه من ايجاد طول مسافة العائق، ب د التي تساوي :

- $ب د = \sqrt{(ب جـ)^{٢} + (جـ د)^{٢}}$

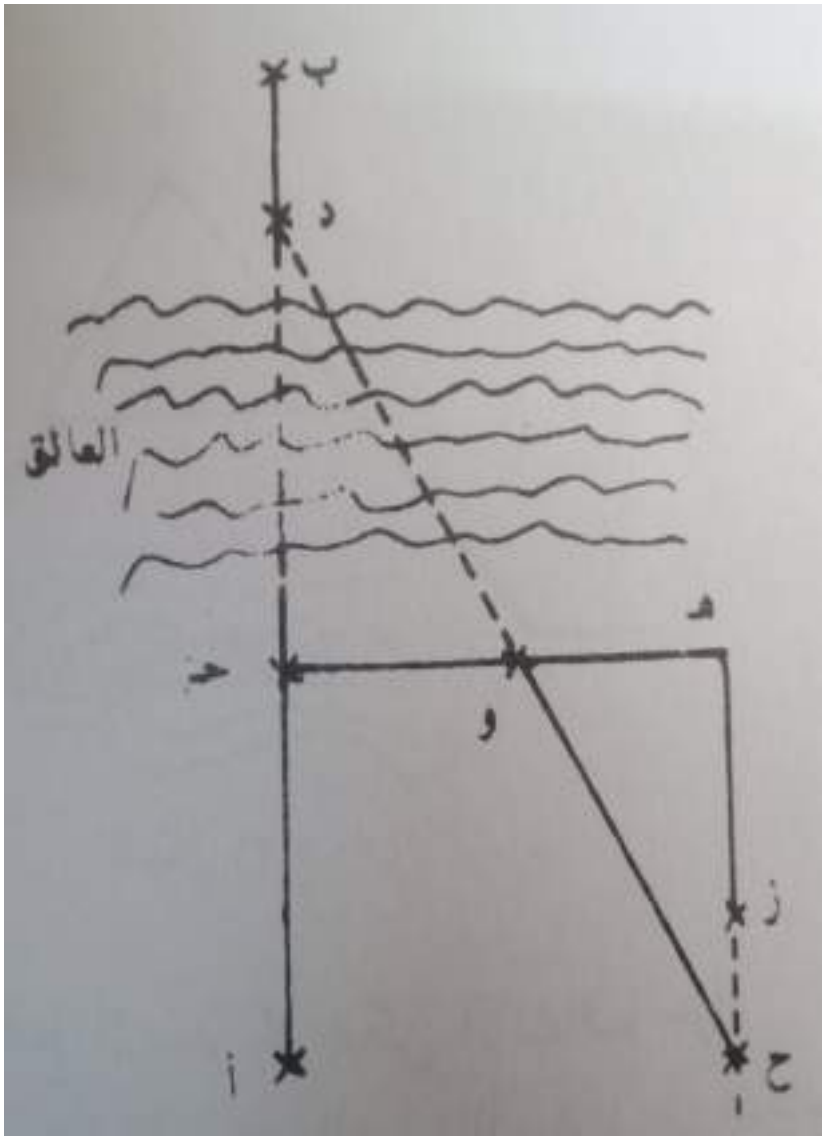
ثم نكمل القياس من د الى و ، ونوجد طول المسافة الكلية .



جـ في الشكل ادناه : وبعد الوصول الى نقطة ب القريبة من العائق ننحرف بالقياس من جانب العائق حيث نحدد نقطة جـ ونضاعف المسافة ب جـ على امتدادها الى نقطة و . نصل نقطة جـ بنقطة د الواقعة على امتداد أ ب ونضاعف المسافة د جـ الى نقطة هـ . نقيس المسافة هـ و والمكافئة لمسافة العائق ب د ونجمعها مع المسافتين أ ب ، د ز لنحصل على المسافة الكلية . ومن الجدير بالذكر ان المسافتين ب جـ ، د جـ قد تكونان متساويتين او مختلفتين



عائق يمنع القياس ولايمنع الرصد ولايمكن الالتفاف حوله

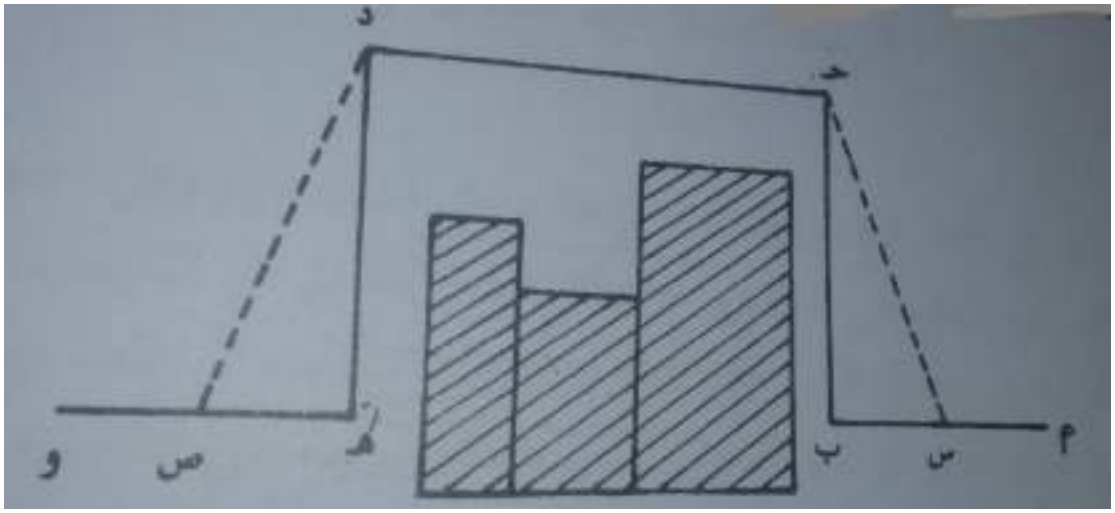


- تنطبق هذه الظروف على حالة النهر او المجرى المائي او الحفر الخندقية وتعالج عملية قياس مسافة العائق بالصيغ الآتية :
- في الشكل ادناه : لدينا النقطة جـ تمثل الحد الذي وصل اليه القياس وتوقف بسبب العائق . نثبت شاخص في نقطة د على استقامة جـ أ اذا كان لدينا امكانية لعبور العائق الى الجهة الثانية . واذا لم يكن لدينا امكانية الوصول الى الجهة الثانية ففي هذه الحالة نختار نقطة د على استقامة أ جـ على الجهة الثانية من العائق والتي هي بمثابة صخرة بارزة او نبات متميز في النطقة او اي معلم آخر تنطبق عليه استقامة أ جـ . من نقطة جـ هـ بطول مناسب وننصفه في نقطة و (او نقيم العمود جـ و ونمده لمسافة ضعف طوله الى نقطة هـ وهو الافضل لضمان عدم تشكيل مثلثات متطاولة الشكل) . ثم نقيم العمود هـ ز ونحدد نقطة على استقامته تكون في نفس الوقت على استقامة واحدة مع و د مثل نقطة ح . في هذه الحالة يتكون لدينا المثلثان جـ د و . هـ ح و وفيهما :
- < ح هـ و = < د جـ و زاويتان قائمتان بالعمل
- < هـ و ح = < جـ و د زاويتان متقابلتان بالرأس
- الضلع جـ و = الضلع هـ و بالعمل
- اذاً يتطابق المثلثان لتساوي زاويتين وضلع من احدهما مع زاويتين وضلع مع الآخر وينتج عن ذلك أن: هـ ح = جـ د
- نقيس المسافة هـ ح بديلة لمسافة العائق ثم يستمر العمل لقياس ماتبقى من المسافة المطلوبة .

عائق يمنع القياس ويمنع الرصد

يتشكل هذا النوع من العوائق عندما يتقاطع خط القياس مع بناية او صخرة بارزة لايمكن ارتقاؤها او السير عليها وتعالج عملية لقياس باحدى الصيغتين الآتيتين :

عند الوصول بالقياس من نقطة أ الى نقطة ب في شكل ادناه : نقيم منها عموداً على الخط أ ب ونعين على هذا العمود او على امتداده نقطة مثل جـ بحيث تكون متجاوزة لحدود العائق . ثم نقيم من جـ عموداً على الخط ب جـ ونعين عليه او على استقامته نقطة مثل د بحيث تكون بعيدة بمقدار مناسب عن حدود العائق من جهته الثانية . ومن نقطة د نقيم العمود د هـ بطول يساوي طول العمود ب جـ ، وبذلك تكون نقطة هـ على استقامة الخط أ ب . وللاستمرار في القياس نقيم من نقطة هـ عموداً على الخط د هـ ونمده على استقامته الى ان ننتهي من قياس المسافة المطلوبة اما مسافة العائق ب هـ فتقاس عوضاً عنها المسافة جـ د المكافئة لها . ولغرض التأكد من صحة العمل يمكننا قياس خطي التحقيق س جـ ، ص د بعد تحديد كل من س ، ص ببعد متساوي عن النقطتين ب ، هـ وعللى استقامتي أ ب ، هـ و على التوالي . فإذا تساوى طول س جـ مع طول ص د كان العمل والاتجاه صحيحين وبعكسه يجب اعادة النظر في عملية القياس .



من المعلوم ان ايجاد طول مسافة معينة يكون بتحديد استقامتها اولا ومن ثم قياسها وعندما يتعذر تنفيذ احدى هاتين الخطوتين ، نتيجة لوجود بعض العوائق بين نقطة بداية المسافة ونهايتها ، نلجأ الى قياس مسافة بديلة للمسافة التي يمثلها العائق ومكافئة لها يمكن قياسها بسهولة للتعويض عن المسافة التي يمثلها العائق .

ان عملية قياس المسافات البديلة تختلف حسب نوع العائق وظروف العمل ويمكن تقسيمها الى الانواع الاتية :

١. **عائق يمنع الرصد ولا يمنع القياس**
٢. **عائق يمنع القياس ولا يمنع الرصد ويمكن الالتفاف حوله**
٣. **عائق يمنع القياس ولا يمنع الرصد ولايمكن الالتفاف حوله**
٤. **عائق يمنع القياس و يمنع الرصد**

عائق يمنع الرصد ولايمنع القياس

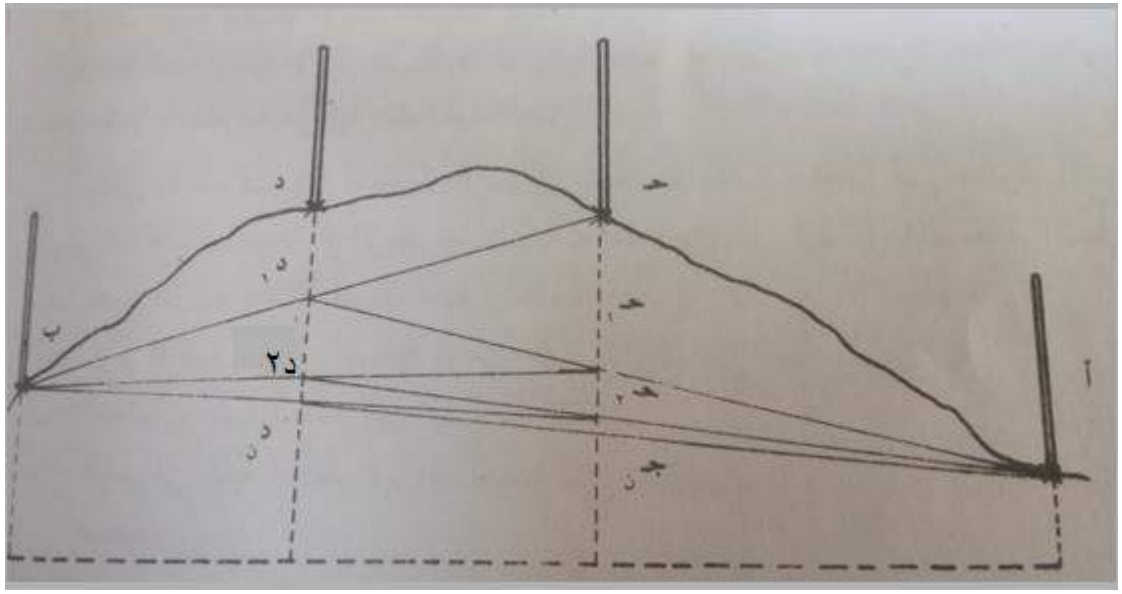
خير مثال على هذا النوع من العوائق هو مرتفع ارضي يفصل بين نقطتي بداية ونهاية المسافة المطلوب قياسها ، فتحديد الاستقامة في هذه الحالة لايكون بالطريقة المعتادة بسبب وجود هذا العائق وانما يكون بالطريقة التالية :

نقوم باختيار نقطتين مثل جـ ، د في اعلى الموتفع بحيث تكونان قريبتين من الموقع التقديري لامتداد الخط أب وبحيث يمكن رؤية النقطتين د ، ب من نقطة جـ ويمكن رؤية النقطتين جـ ، أ من نقطة د . كما في الشكل

تحتاج عملية تحديد الاستقامة الى شخصين احدهما الراصد الذي يكون عند جـ والاخر هو المساعد الذي يكون عند الشاخص د ، يبدأ الراصد بتوجيه المساعد لتحريك الشاخص د الى موقع جديد (د١) يكون فيه على استقامة واحدة مع جـ ، ب ، وتكون الخطوة التالية بقيام المساعد من موقعه الجديد في (د١) بتوجيه الراصد الى موقع جديد (جـ ١) يكون فيه على استقامة واحدة مع د١ ، أ .

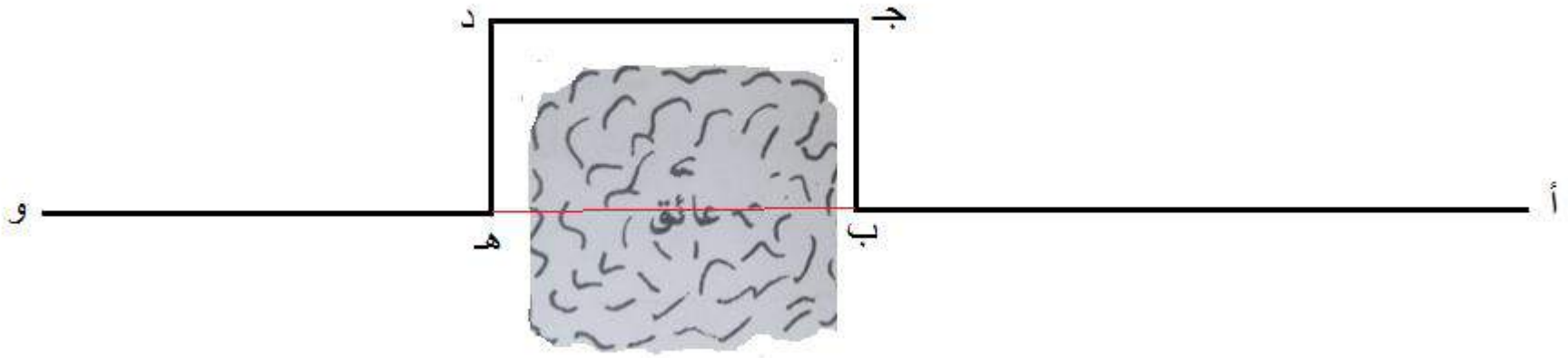
وهكذا تتكرر خطوات الرصد بالتبادل بين الراصد ومساعده الى ان يصبحا في موقعين يكونان فيها على استقامة واحدة مع نقطتي البداية والنهاية وهذا يحصل عندما نتوصل الى حالة تكون فيها النقاط جـ ن ، د ن ، ب على استقامة واحدة في الوقت الذي تكون فيه النقاط د ن ، جـ ن ، أ على استقامة واحدة ايضا . او بعبارة اخرى عندما تصبح النقطتان جـ ن ، د ن مشتركتين مع الخطين المستقيمين الصادرين من أ ، ب ، كل منهما باتجاه الاخر.

بعد الانتهاء من تحديد الاستقامة تجري عملية القياس للمسافة الافقية المحصورة بين النقطتين أ ، ب باحدى الطرق التي سبق ذكرها .



عائق يمنع القياس ولايمنع الرصد ويمكن الالتفاف حوله

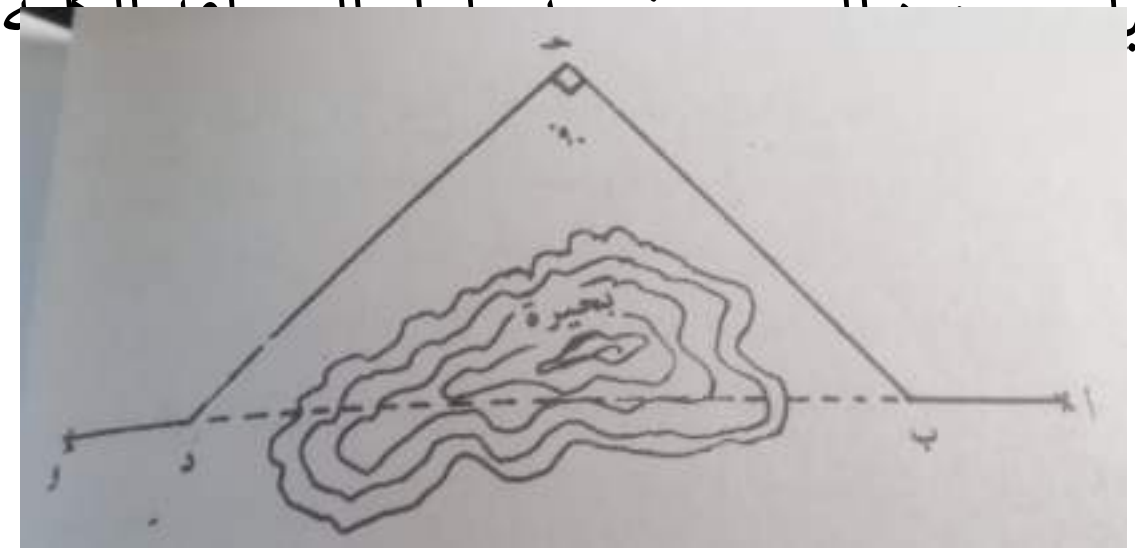
- **تدخل الحفر الواسعة والبحيرات الصغيرة وحوالي البحيرات الكبيرة والبرك تحت هذا النوع من العوائق والتي يمكن معالجتها بعدة طرق نذكر منها :**
- في الشكل ادناه لايمكن قياس المسافة ب هـ بالطريقة الاعتيادية بسبب وجود العائق لذلك نقيم من نقطة ب عمودا نمده على استقامة الى نقطة جـ بحيث يتجاوز حدود العائق . ثم نقيم عموداً آخر على ب ج من نقطة ج بأتجاه خط القياس ونمده الى نقطة د بحيث يتجاوز حدود العائق بهذا الاتجاه . وهنا نقوم باقامة عمود من نقطة د بحيث يكون مساوياً للعمود ب ج وللتأكد من صحة تنفيذ العمل نقوم برصد النقاط ب ، هـ ، و فإذا كانت على استقامة واحدة فمعنى ذلك ان موقع نقطة هـ صحيح ، وبالتالي يمكن الاستمرار بالقياس منها ولغاية الوصول الى نقطة النهاية وتكون المسافة أ و = أ ب + جـ د (يقاس عوضاً عن ب هـ + هـ و).



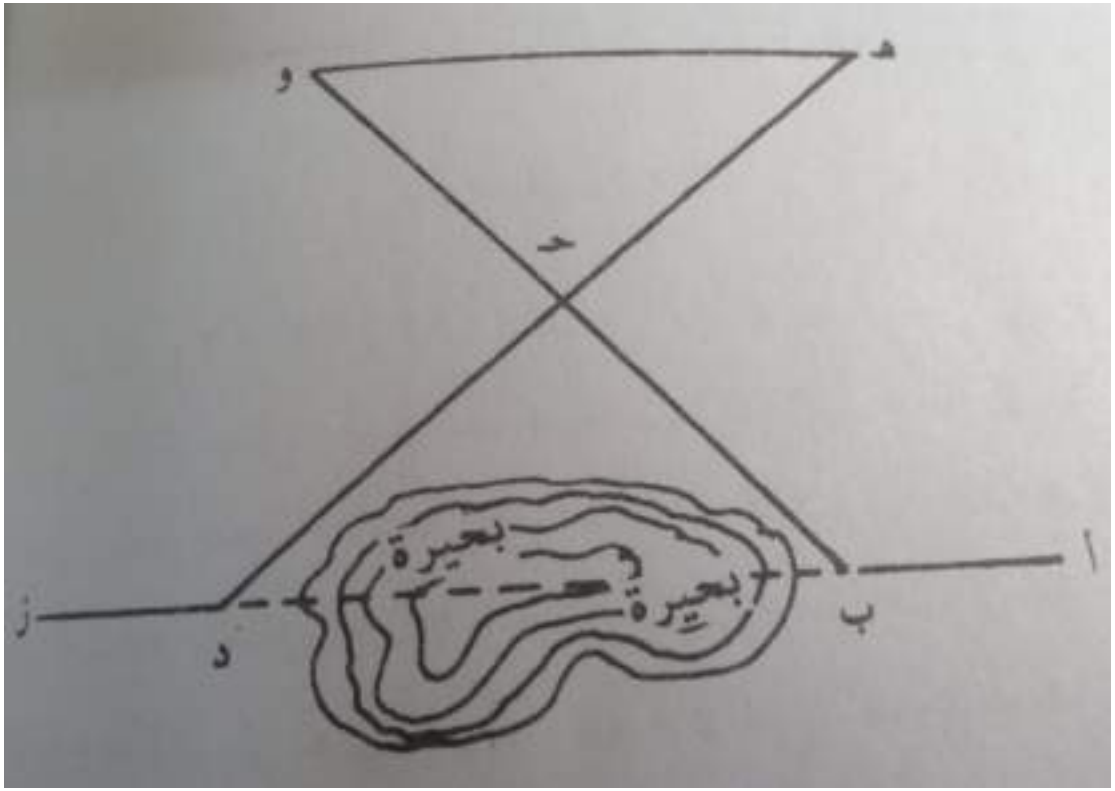
في الشكل ادناه : نبدأ بالقياس من نقطة أ ، حتى الوصول الى نقطة قريبة من حدود العائق مثل نقطة ب ، حيث ينحرف خط القياس بحيث يتجاوز حدود العائق . نختار نقطة مناسبة على الاتجاه الجديد مثل نقطة جـ بحيث لو رسم منها عمود فإن امتداده يتجاوز حدود العائق ليتصل مع امتداد خط القياس من جهة العائق الثانية وبذلك يتم تحديد موقع نقطة د على العمود المقام من نقطة جـ وتكون د على استقامة واحدة مع النقطتين أ ، ب . بهذا يتكون لدينا مثلث قائم الزاوية نتمكن بواسطة علاقات اطوال اضلاعه من ايجاد طول مسافة العائق ب د التي تساوي $ب د = \sqrt{(ب جـ)^{٢} + (جـ د)^{٢}}$

-

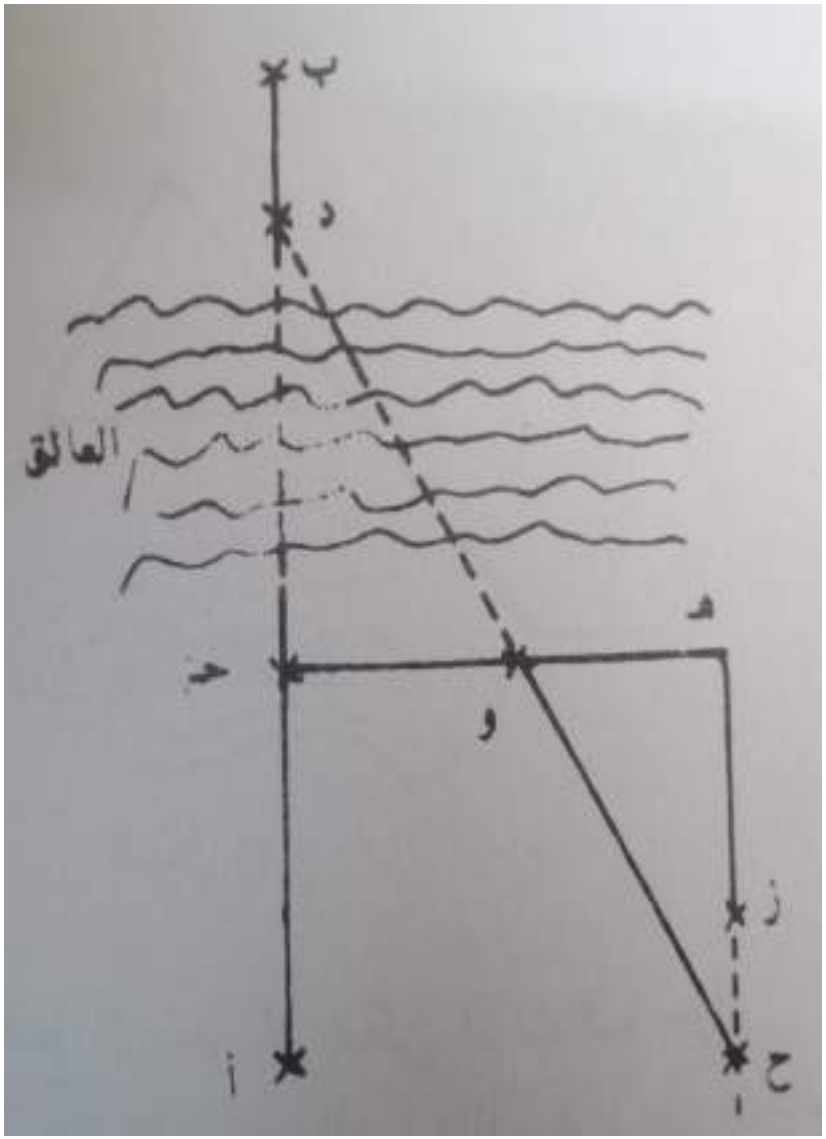
ثم نكمل القيا[illegible] .



جـ- في الشكل ادناه : وبعد الوصول الى نقطة ب القريبة من العائق ننحرف بالقياس من جانب العائق حيث نحدد نقطة جـ ونضاعف المسافة ب جـ على امتدادها الى نقطة و . نصل نقطة جـ بنقطة د الواقعة على امتداد أ ب ونضاعف المسافة د جـ الى نقطة هـ . نقيس المسافة هـ و والمكافئة لمسافة العائق ب د ونجمعها مع المسافتين أ ب ، د ز لنحصل على المسافة الكلية . ومن الجدير بالذكر ان المسافتين ب جـ ، د جـ قد تكونان متساويتين او مختلفتين



عائق يمنع القياس ولايمنع الرصد ولايمكن الالتفاف حوله

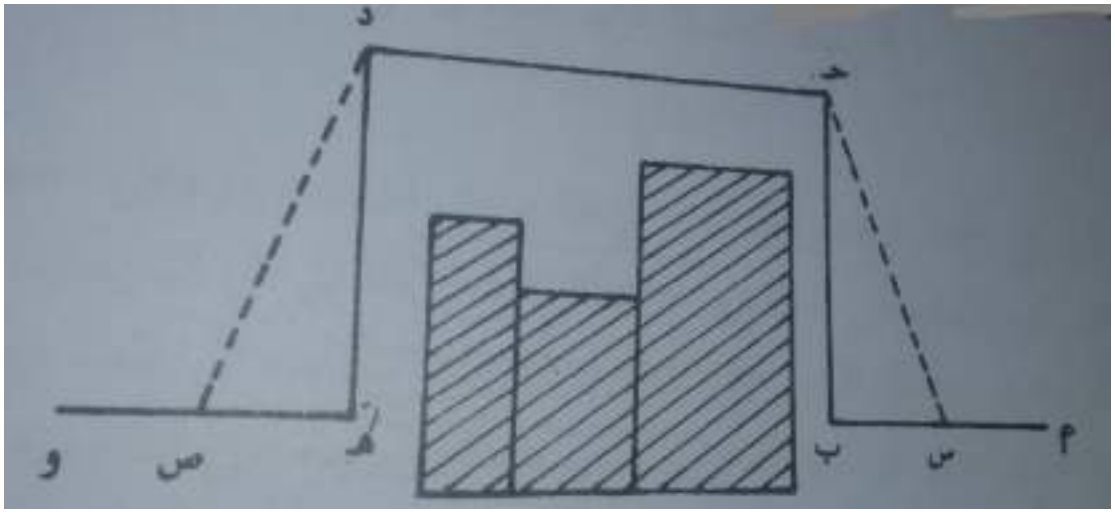


- تنطبق هذه الظروف على حالة النهر او المجرى المائي او الحفر الخندقية وتعالج عملية قياس مسافة العائق بالصيغ الآتية :
- في الشكل ادناه : لدينا النقطة جـ تمثل الحد الذي وصل اليه القياس وتوقف بسبب العائق . نثبت شاخص في نقطة د على استقامة جـ أ اذا كان لدينا امكانية لعبور العائق الى الجهة الثانية . واذا لم يكن لدينا امكانية الوصول الى الجهة الثانية ففي هذه الحالة نختار نقطة د على استقامة أ جـ على الجهة الثانية من العائق والتي هي بمثابة صخرة بارزة او نبات متميز في النطقة او اي معلم آخر تنطبق عليه استقامة أ جـ . من نقطة جـ هـ بطول مناسب وننصفه في نقطة و (او نقيم العمود جـ و ونمده لمسافة ضعف طوله الى نقطة هـ وهو الافضل لضمان عدم تشكيل مثلثات متطاولة الشكل) . ثم نقيم العمود هـ ز ونحدد نقطة على استقامته تكون في نفس الوقت على استقامة واحدة مع و د مثل نقطة ح . في هذه الحالة يتكون لدينا المثلثان جـ د و . هـ ح و وفيهما :
- < ح هـ و = < د جـ و زاويتان قائمتان بالعمل
- < هـ و ح = < جـ و د زاويتان متقابلتان بالرأس
- الضلع جـ و = الضلع هـ و بالعمل
- اذاً يتطابق المثلثان لتساوي زاويتين وضلع من احدهما مع زاويتين وضلع مع الآخر وينتج عن ذلك أن: هـ ح = جـ د
- نقيس المسافة هـ ح بديلة لمسافة العائق ثم يستمر العمل لقياس ماتبقى من المسافة المطلوبة .

عائق يمنع القياس ويمنع الرصد

يتشكل هذا النوع من العوائق عندما يتقاطع خط القياس مع بناية او صخرة بارزة لايمكن ارتقاؤها او السير عليها وتعالج عملية لقياس باحدى الصيغتين الآتيتين :

عند الوصول بالقياس من نقطة أ الى نقطة ب في شكل ادناه : نقيم منها عموداً على الخط أ ب ونعين على هذا العمود او على امتداده نقطة مثل جـ بحيث تكون متجاوزة لحدود العائق . ثم نقيم من جـ عموداً على الخط ب جـ ونعين عليه او على استقامته نقطة مثل د بحيث تكون بعيدة بمقدار مناسب عن حدود العائق من جهته الثانية . ومن نقطة د نقيم العمود د هـ بطول يساوي طول العمود ب جـ ، وبذلك تكون نقطة هـ على استقامة الخط أ ب . وللاستمرار في القياس نقيم من نقطة هـ عموداً على الخط د هـ ونمده على استقامته الى ان ننتهي من قياس المسافة المطلوبة اما مسافة العائق ب هـ فتقاس عوضاً عنها المسافة جـ د المكافئة لها . ولغرض التأكد من صحة العمل يمكننا قياس خطي التحقيق س جـ ، ص د بعد تحديد كل من س ، ص ببعد متساوي عن النقطتين ب ، هـ وعللي استقامتي أ ب ، هـ و على التوالي . فإذا تساوى طول س جـ مع طول ص د كان العمل والاتجاه صحيحين وبعكسه يجب اعادة النظر في عملية القياس .



علم المساحة المستوية

كلية الزراعة والغابات / قسم الغابات
اعداد الدكتور : عمار جاسم محمد
الفصل الخريفي
٢٠٢٠-٢٠٢١

تعريف علم المساحة المستوية

التعريف العام لعلم المساحة : هو العلم الذي يبحث في كيفية تعيين المواقع النسبية لنقاط المعالم الطبيعية والصناعية الموجودة على سطح الارض وكيفية نقلها الى الخارطة بصورة مصغرة مع الحفاظ على العلاقات النسبية بينها .

اهمية المساحة وعلاقتها بالعلوم الاخرى :

تكمن أهمية دراسة علم المساحة وتطبيقاتها العملية المختلفة هو الحصول على المعلومات والبيانات الاساس اللازمة لاعداد ورسم الخرائط .

وبواسطة هذه الخرائط يمكننا تثبيت مواقع الاعمال الهندسية كالسدود والقنوات وطرق المواصلات والجسور والقناطر وغيرها .

تنقسم دراسة المساحة بصورة عامة الى جانبين رئيسيين :

- كيفية الحصول على المعلومات والبيانات واستخدامها في اعداد الخرائط .
- كيفية استخلاص المعلومات من الخرائط بصورة مباشرة أو غير مباشرة

علاقة المساحة المستوية بالعلوم الاخرى

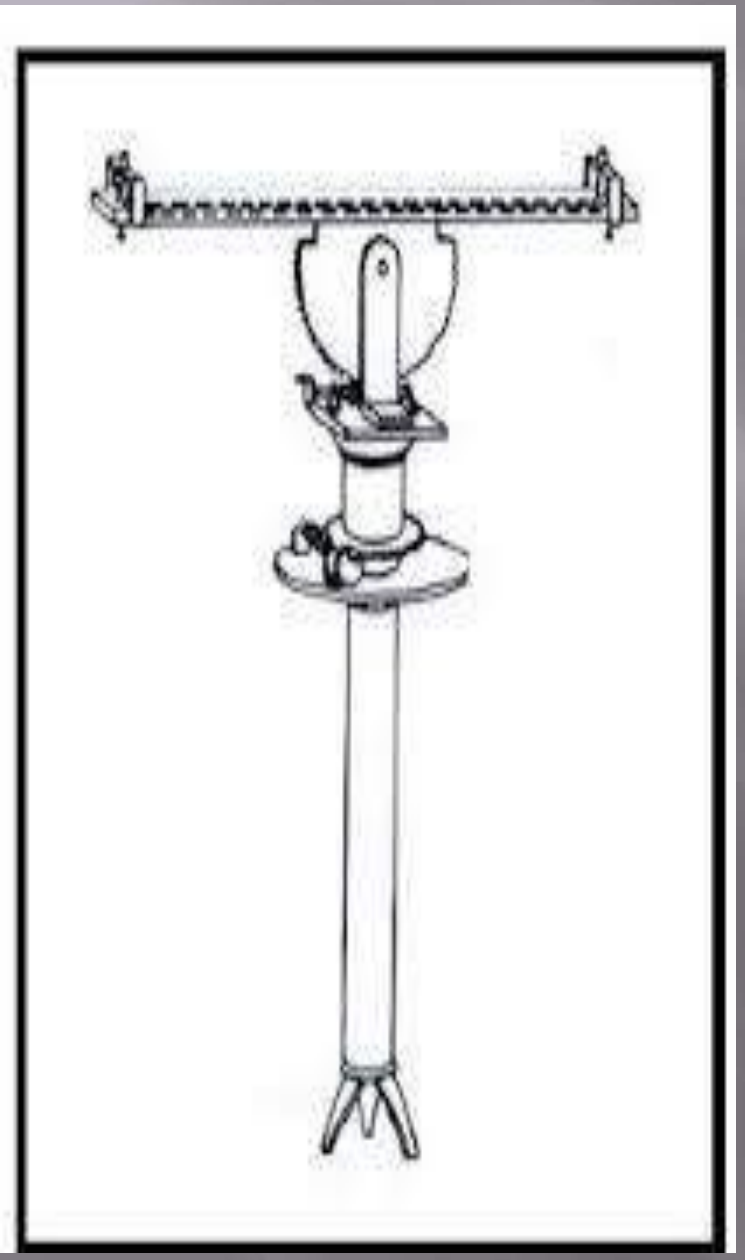
- تعد المساحة فرع من الرياضيات العملية والسبب في ذلك يعود الى ان المساحة في حد ذاتها تعتمد في اساسهاعلى الهندسة والمثلثات ، ومن المعلومات التي يفترض ان يمتلكها المساح ، وهو معرفته الجيدة بالعمليات الحسابية الاساس والكسور بانواعها واللوغاريتمات بالاضافة الى الاسس العامة لموضوع الجبر ، كما يجب على المساح ان يكون ملما بالهندسة والمثلثات وتطبيقاتها في مجال قياس الابعاد الافقية والعمودية والسطوح ، كما يجب على المساح ان يكون بارعا في رسم الخطوط ووصف الاشكال بالاضافة الى معرفته باسس التسوية والبصريات والمغناطيس .

تكمن اهمية المساحة والخرائط في مجال الزراعة والغابات بالنقاط الموجزة التالية :

- تثبيت المواقع المطلوبة على الطبيعة استنادا الى نقاط معلومة .
- تحجديد مواقع الاراضي الزراعية وارتفاعاتها عن مستوى سطح البحر .
- ايجاد مساحات الاراضي حسب اصنافها بصورة مباشرة او من الخرائط .
- اعطاء فكرة عن الموارد المائية ومدى بعدها عن اراضي الزراعة .
- المساعدة في انشاء شبكات الري والبزل وانشاء السدود والخزانات المائية .
- تخطيط مواقع الطرق الزراعية بانواعها وحدود تقسيمات الغابات .
- تحديد انواع وكثافات الغطاء النباتي للمناطق المختلفة بواسطة الصور الجوية ووسائل الاستشعار عن بعد .
- توفير المعلومت اللازمة لعمل الخطوط الكنتورية والمساطب والكرادونيات على المنحدرات .

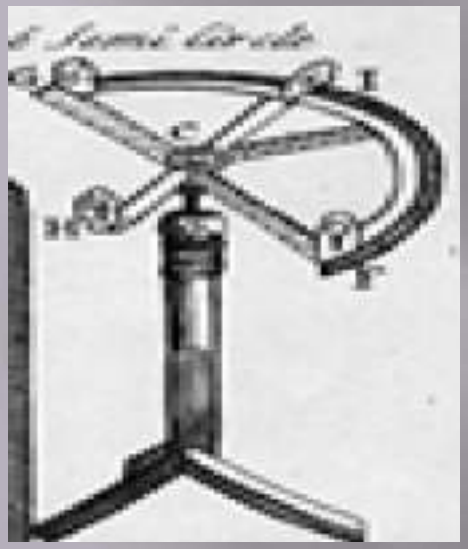
نبذة تأريخية :

- استنادا الى المصادر التاريخية فان الانسان قدم رسم الاشكال والمخططات قبل ان يعرف الكتابة ، وقد كان راسخا في اذهاننا الى عهد قريب ان بلاد الاغريق هي المنبع الاول للعلوم الرياضية ، ولكن اكتشاف المدينة البابلية (تل حرمل) الواقعة في الضواحي الشرقية لمدينة بغداد اثبت باليقين بطلان هذا الرأي ، اذ تم التأكد من ان سكان تل حرمل قد وضعوا نظرياتهم في تساوي وتشابه المثلثات قبل اقليدس بـ (١٨) قرنا وسبقوا فيثاغورس في اكتشاف النظرية التي حملت اسمه بـ (١٤) قرنا من الزمان ،والشكل ادناه هو دليل قاطع على صحة هذا الرأي ، وهو عبارة عن لوحة حجرية نقش عليها نص لمسألة هندسية حول المثلث القائم الزاوية مع حلها .

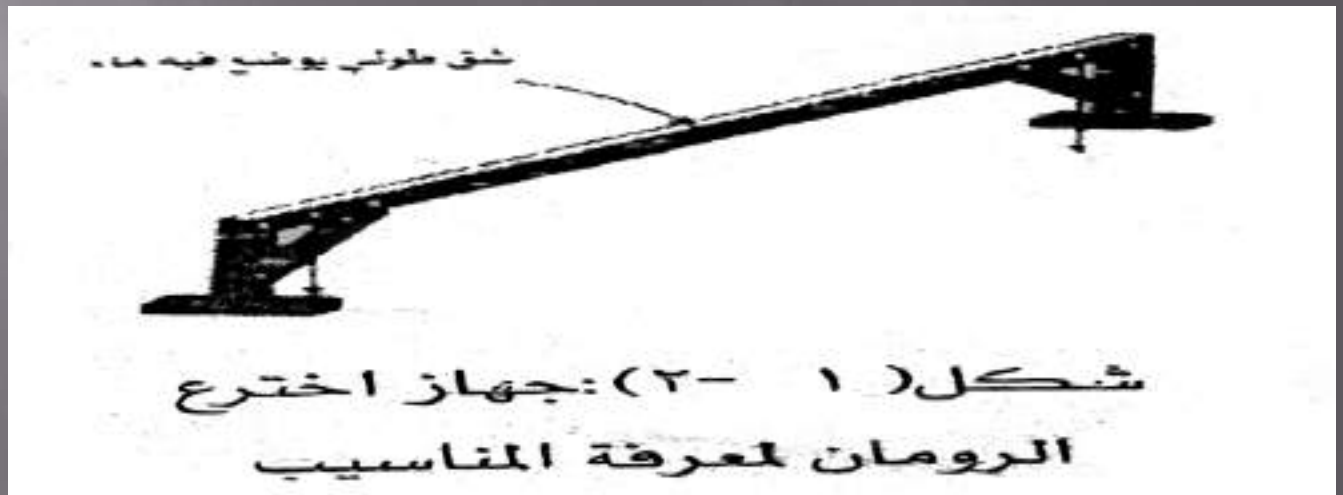


- كما ان اقدم الخرائط المعروفة هي الخريطة البابلية المحفوظة في متحف جامعة هارفرد ويعود تاريخها الى ٢٥٠٠ سنة ق.م ، مهي مؤشر عليها الاتجاهات مما يدل على ان البابليين عرفوا الاتجاهات الاربعة .
- وقد ذكر المؤرخ اليوناني هيرودوتس (٤٨٤-٤٢٤ ق.م) ان المصريين القدامى استخدموا المساحة التفصيلية بان قسموا ارض مصر الى قطاعات في حوالي سنة (١٤٠٠ق.م) وقد عرف المصريون القدامى النظرية المعروفة باسم نظرية فيثاغورس والدليل على ذلك وجود مثلثات قائمة الزوايا في شكل الاهرام .
- اما اليونانيين القدامى فيعدون أول من ادرك كروية الارض وعرفوا قطبيها والدائرة الاستوائية والمداريين وحسبوا حجم الكرة الارضية .
- وفي عهد الرومان تطور علم الهندسة وقد اشتهر فيهم هيرون في حوالي سنة (١٢٠ ق.م) وقد كانت له عدة رسائل علمية مهمة مثل رسالته حول آلة الدايوبتر والتي استعملها لمسح الحقول ورسم الخرائط واجراء الحسابات وكانت اول الة من الات المساحة واستعملها فيما بعد الاغريق والمصريين . الشكل ادناه (جهاز الدايوبتر)

ثم ظهرت في القرن الميلادي الاول الات وادوات أخرى للمساحة مثل آلة الكروما للتوجيه والرصد وهي بشكل رمح Groma ينتهي من الاعلى بقطعتين خشبيتين متعامدتين ،



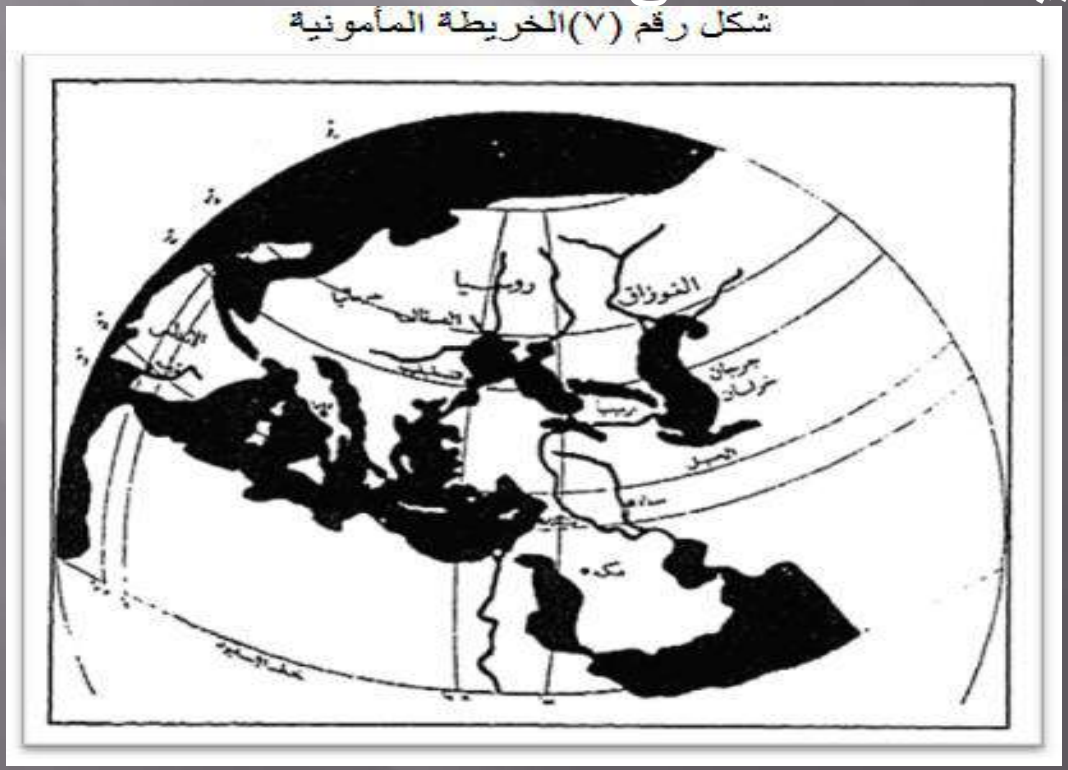
ثم تلتها الة اللايبلا Libella وهي عبارة عن اطار بشكل حرف A مع بندول يتدلى من قمته ، وكذلك الة الكوروبيتس Chorobates المتكونة من عارضة خشبية افقية طولها (٢٠) قدم بحيث يمكن وصفها بانها جهاز تسوية وقياس مسافة بدائي .



شكل(١ -٢):جهاز اخترع الرومان لمعرفة المناسيب

- وقد تطور علم المساحة في القرون الوسطى على ايدي العرب فقد اخذوا كتاب اقليدس في الهندسة وترجموه الى العربية واضافوا الى مؤلفاته ، وقد قام الخوارزمي في النصف الاول من التاسع الميلادي بتأليف كتاب صور الارض واسهم مع اخرين في رسم الخارطة المعروفة باسم الخارطة المأمونية والتي اجتمع على تصويرها عدد من العلماء في عهد المأمون ومن ضمنهم محمد بن موسى الخوارزمي صاحب بيت الحكمة كما في ادناه :

شكل رقم (٧)الخريطة المأمونية



- ويعد كتاب (مروج الذهب ومعادن الجوهر) للمسعودي وقد رسمت خارطة للعالم بدلالة كتبه سميت بخارطة المسعودي ثم جاءت من بعدها خارطة الادريسي الذي رسم العالم بشكل مقلوب كما في الشكل ادناه :

انواع المسح :

يتم انجاز المسح بطريقتين هما:

- المسح الاعتيادي : وينجز عادة على سطح الارض باستخدام الالات والادوات والاجهزة المساحية
- المسح التصويري : وتستخدم فيه تقنية التقاط الصور بانواعها المختلفة ويتم من خلال وسيلتين هما :
- المسح التصويري الارضي :يتم من خلال اخذ صور ارضية للمنطقة المراد مسحها ثم تجميع هذه الصور مع بعضها جنبا الى جنب .
- المسح التصويري الجوي :

انواع المساحة :

- المساحة المستوية Plane Surveying

يختص هذا النوع من المساحة بقياس المساحات الصغيرة التي تكون في حدود ٢٠٠-٢٥٠ كيلو مترا مربعا حيث تهمل كروية الارض ويعد سطحها مستويا . (على سبيل المثال يبلغ الفرق بين طول قوس دائرة عظمى والوتر المقابل له حوالي ١٤ سنتمترا لمسافة طولها ٢٠ كيلو متر) ، وعليه ، فالمسافة الافقية هي اقصر خط مستقيم غير مقوس بين نقطتين على سطح الارض . ويعد اتجاه خط الجاذبية الارضية في جميع النقاط عموديا على المسقط الافقي للمنطقة المشمولة بالمسح .

- المساحة الطبوغرافية Topographic Surveying
- المساحة التطبيقية
- المساحة التفصيلية
- المساحة المائية
- المساحة التصويرية

Units of Measurement : وحدات القياس

- النظام الانكليزي English System
- وحدة الطول الاساسية في هذا النظام هي الياردة ،واساسها هي طول ذراع الملك هنري الاول ، اما وحدات قياس الزاويا في هذا النظام الدرجة والدقيقة والثانية ويرمز لهم (ْ ، ' ، ") على التوالي
- النظام المتري Metric System
- ويسمى ايضا النظام العالمي ووحدة الطول الاساسية في هذا النظام (المتر) وهو نظام اقر من خلال لجنة الاكاديمية الفرنسية سنة ١٧٩١ م وللمتر اساس علمي ، فهو يعادل ١/١٠ مليون من ربع خط الزوال للكرة الارضية عند مستوى سطح البحر محددا ومقيسا من المساحات التطبيقية بين برشلونة ودنكرك ، أو هو ١/ ٤٠ مليون من طول محيط الارض المار بالقطبين وبمدينة باريس تقريبا .

- اما اجزاء ومضاعفات المتر فهي كما يلي :
- اجزاء المتر :
- دسمتر ١م = ١٠ دسم
- سنتمتر ١م = ١٠٠ سم
- ملليمتر ١م = ١٠٠٠ملم
- مضاعفات المتر :
- دكامتر = ١٠م
- هكتومتر = ١٠٠م
- كيلومتر = ١٠٠٠م
- اما قياس الزوايا في النظام المتري فيكون بالنظام المؤي واساسه الدرجة المؤية (الكراد grad ويرمز له بالحرف g) والناتجة من تقسيم الدائرة من نقطة مركزها الى ٤٠٠ قسم كل قسم يسمى كراد .
- وتستعمل للاغراض العسكرية تقسيمات اخرى للدائرة . من اجل زيادة الدقة في تحديد الاتجاه ، حيث تنقسم الى (٦٠٠٠) قسم يطلق على كل منها اسم (مل Mil) حسب النظام الروسي والى (٦٤٠٠) مل حسب النظام الامريكي .

مقياس الرسم :

- للحفاظ على العلاقات التناسبية بين المعالم الارضية عند نقلها الى الخارطة يستعمل لهذا الغرض مقياس الرسم ويمكن تعريفه بانه النسبة بين البعد على الخارطة الى البعد الحقيقي على الارض :
- يكبر مقياس الرسم كلما صغرت المساحة المطلوب رسمها على الخارطة وزادت اهمية هذه الخارطة وحجم التفاصيل المطلوب ابرازها بوضوح والعكس صحيح . فمقياس الرسم ١/ ١٠٠ أكبر من مقياس الرسم ١/ ١٠٠٠ وهذا اكبر من ١/ ٤٠٠٠ وهكذا .
- هناك عدة انواع لمقاييس الرسم منها :
- المقاييس العددية : يعبر عن هذا النوع من المقاييس باحدى الصيغتين الاتيتين :
- مقياس الكسر الممثل او الكسر البياني :
- وهو اكثر مقاييس الرسم شيوعا واستخداما وهو عبارة عن نسبة بين طول وحدة واحدة على الخارطة الى عدد من نفس الوحدة على الارض ،ويعبر عنه بشكل كسر اعتيادي .
- ويمكن التحويل من الارض الى الخارطة باستخدام مقياس الرسم كما يلي :
-
- مثال) حول مسافة ٢٥٠م الى مايلائمها على خارطة مرسومة بمقياس رسم ١/١٠٠٠ .
- الحل : ٢٥٠ X ١/١٠٠٠ =٠,٢٥ م = ٢٥ سم
- مثال) حول مساحة ٢٥٠م^{٢} الى مايلائمها على خارطة مرسومة بمقياس رسم ١/١٠٠٠ .
- الحل : ٢٥٠ X ١/١٠٠٠ X ١/١٠٠٠ =٠,٠٠٠٢٥ م^{٢} = ٢,٥ سم^{٢}

- المقاييس التخطيطية :
- المقياس الخطي
- المقياس الشبكي
- المقياس المقارن

هو عبارة عن مقياس تكون تقسيماته من الاعلى بالنظام المتري ومن الاسفل بالنظام الانكليزي او بالعكس وذلك لغرض تسهيل استعمال الخرائط بكلا النظامين .

مقياس الرسم الزمني:

هو نوع من المقياس المقارن يستعمل في المجالات العسكرية ويهدف لمعرفة الوقت اللازم لقطع مسافة ثابتة بين نقطتين بسرعة معينة .

تنقسم مقاييس الرسم بعامة حسب حجومها الى :

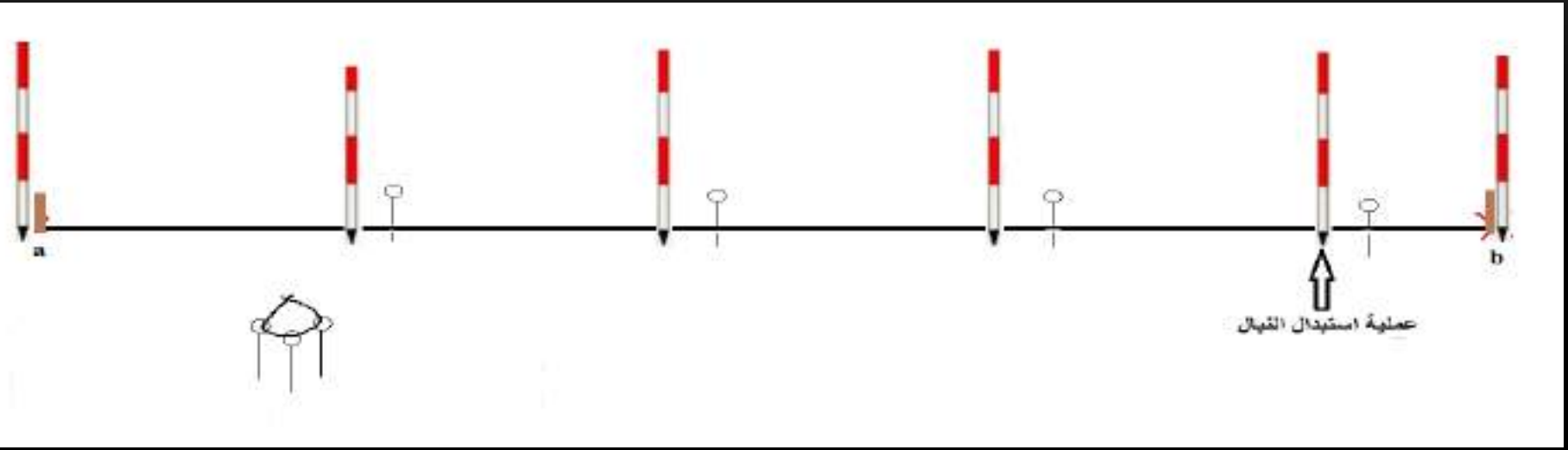
- صغيرة جدا اصغر من ١ : ٢٠٠٠٠٠
- صغيرة ١ : ٥٠٠٠٠ ـ ١ : ٢٠٠٠٠٠
- متوسطة ١ : ٥٠٠٠ ـ ١ : ٥٠٠٠٠
- كبيرة ١ : ٥٠٠ ـ ١ : ٥٠٠٠
- كبيرة جدا اكبر من ١ : ٥٠٠

ملاحظات اساس في قياس المسافات

من الضروري ملاحظة النقاط التالية عند قياس المسافات :

- التأكد من صحة طول اداة القياس وصلاحيتها للاستعمال قبل البدء بالعمل .
- التوجيه والرصد الصحيحين للحصول على خط واحد مسقيم ومباشر للمسافة المطلوب قياسها
- توتر الشريط او استقامة السلسلة بحيث ينطبق على الامتداد الوهمي لخط القياس .
- جعل اداة القياس في حالة افقية واخذ ميل الارض بنظر الاعتبار .
- تجنب العوائق البسيطة برفع اداة القياس فوق مستواها .
- ضبط بداية القياس على نقطة بداية المسافة المطلوب قياسها وملاحظة تقسيمات اداة القياس .
- قياس درجة الحرارة واخذ تغيرها بنظر الاعتبار اذا اردنا الحصول على نتيجة القياس بدقة عالية .
- التاكد من عدد مرات استعمال اداة القياس كاملة واستخدام عدد معلوم من النبال لتسهيل الوصول الى هذا الهدف .
- ضبط حد القراءة واخذها بصورة صحيحة ومضبوطة .
- تسجيل القراءات والارقام في مواقعها الصحيحة وبصورة منتظمة مع ذكر الوحدات المستعملة في عملية القياس.

قياس المسافات الافقية في الاراضي المستوية



المسافة	عدد النبال المستعملة	عدد مرات استبدال النبال	عدد النبال المتبقية	المسافة المتبقية (م)	المسافة الكلية (م)	الملاحظات
ab	٣					شريط ٢٠ م

الطريقة الحسابية في ايجاد المسافة في القياس المتسلسل

مثال) ماهي المسافة الكلية باستخدام ٤ نبال استبدلت ٧ مرات وتبقى نبل واحد والمسافة المتبقية ١٢٦٠سم وطول الشريط المستخدم ٢٥م .

الحل :

عدد مرات القياس= عدد النبال المستعملة **Xعدد مرات استبدال النبال+**(الفرق بين النبال المستعملة والمتبقية)

عدد مرات القياس= ٤ **X** ٧ **+** (٤ – ١)

عدد مرات القياس= ٢٨ **+** ٣ = ٣١ مرة

المسافة الكلية = عدد مرات القياس**X** طول الاداة المستعملة **+** المسافة المتبقية

= ٣١ **X** ٢٥ **+** ١٢٦٠/ ١٠٠

= ٧٧٥ **+** ١٢,٦

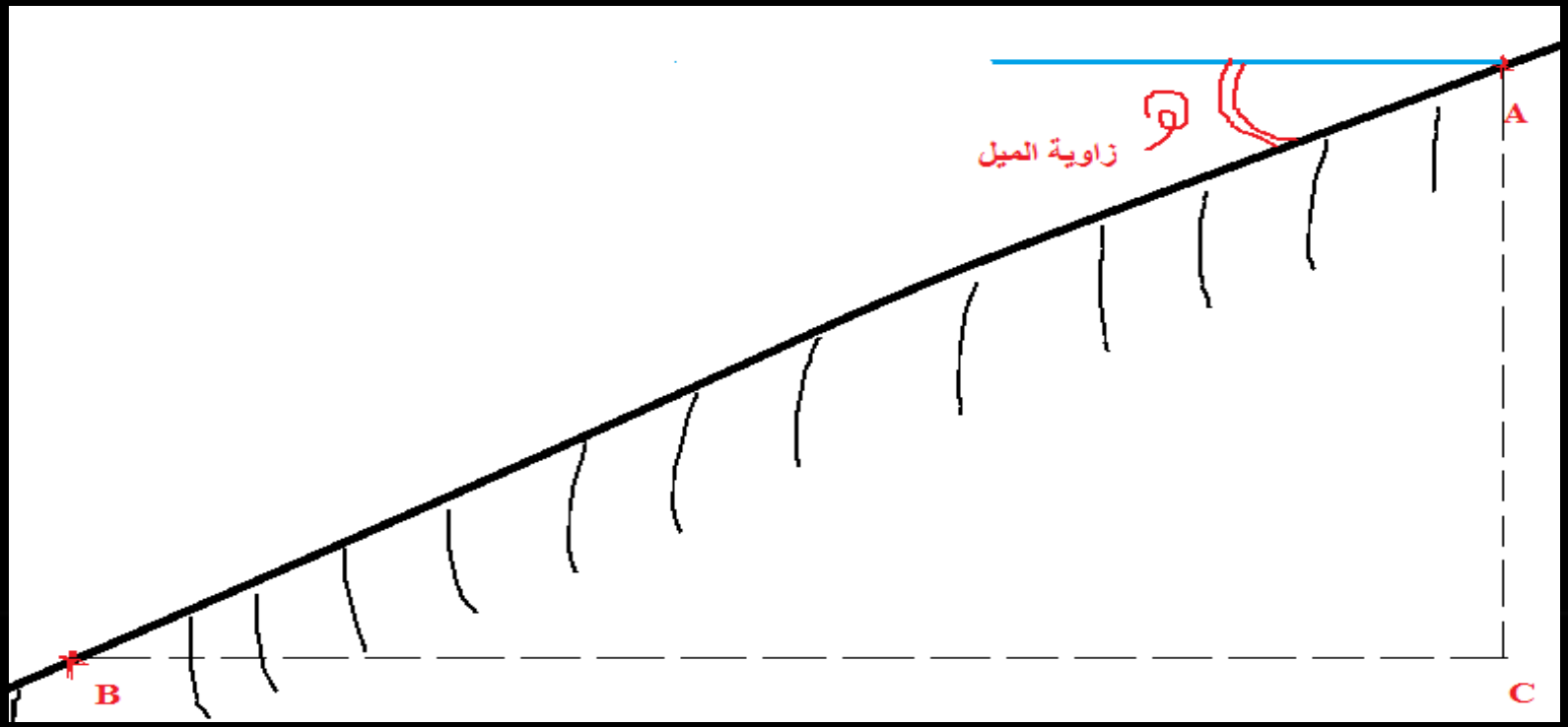
= ٧٨٧,٦ م المسافة الكلية

قياس المسافة الافقية على الاراضي المائلة

سبق وان ذكرنا ان المساحة تتكون من قياسات بالمستوى الافقي وعليه ، فعند العمل على المنحدرات والاراضي المائلة فحينها نحتاج الى ايجاد المسافة الافقية التي تكافيء المسافة المائلة والسبب في ذلك لان المسافة الافقية هي التي سيتم استخدامها في اعداد ورسم الخرائط لان الخارطة تتعامل مع سطح مستوي محدد ، وهناك عدة طرق يمكن من خلالها ايجاد المسافة الافقية المكافئة للمسافة المائلة وكما يلي :

طريقة الزاوية :

يتم ايجاد المسافة الافقية على الاراضي المائلة عند تطبيق طريقة الزاوية وذلك بقياس المسافة المائلة المحصورة بين نقطتي البداية والنهاية وقياس مقدار زاوية الميل المحصورة بين اتجاه الميل وخط الافق وكما في الشكل ادناه :



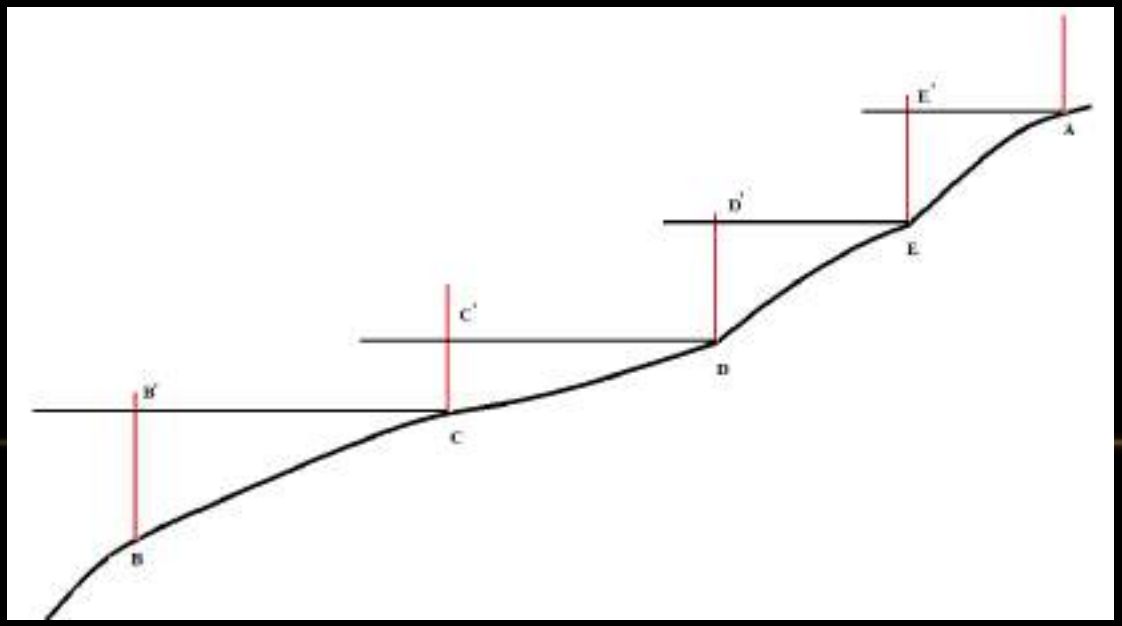
- ومن ثم تطبيق احدى العلاقتين التاليتين :
- م = ل X جتا هـ
- م = ل – (٠,٠٠٠١٥ ل هـ^{٢}) وهذه تدعى معادلة كامبل
- اذ ان :
- م = المسافة الافقية
- ل = المسافة المائلة
- هـ = زاوية الميل (بالدرجة)
- ومعادلة كامبل نتائجها مقبولة عندما يقل مقدار الزاوية عن ١٥ درجة .
-
- مثال) جد المسافة الافقية المكافئة للمسافة المائلة ٩٦ م اذا كانت زاوية الميل ١٢°م .
- الحل : سنقوم بحل السؤال بالمعادلتين اعلاه :
- م = ل X جتا هـ
- م = ٩٦ X جتا ١٢
- = ٩٦ X ٠,٩٧٨
- = ٩٣,٨٨ م المسافة الافقية
- م = ل – (٠,٠٠٠١٥ ل هـ^{٢})
- م = ٩٦ – (٠,٠٠٠١٥ X ٩٦ X ١٢^{٢})
- م = ٩٦ – (٠,٠١٤٤ X١٤٤)
- م = ٩٦ – (٢.٠٧٣٦)
- م = ٩٣,٩٢ م المسافة الافقية

طريقة التدرج او المدرجات

لقياس المسافة الافقية التي تكافي المسافة المائلة AB كم في الشكل ادناه باستخدام طريقة المدرجات او التدرج نقوم اولا بتقسيم هذه المسافة المائلة الى مسافات يعتمد طولها على درجة الميل ، ويتم وضع شاخص عند بداية ونهاية كل مسافة يتغير عندها الميل ثم نقوم بقياس المسافات الافقية التي تكافئ المسافات المائلة التي قمنا بتقسيمها كل على انفراد .

اما طريقة القياس فتتم من خلال شخصين احدهما يضع صفر شريط القياس عند الشاخص الاول ثم يسحب الشخص الثاني الشريط وصولا الى الشاخص الثاني ثم يقوم بجعل هذا الشريط بشكل افقي وتحديد افقية الشريط تتم اما من خلال استخدام ميزان فقاعة التسوية شبيه بالوزان الذي يستعمله البناء او بطريقة عملية اخرى برفع وخفض الشريط المحاذي للشاخص الثاني وملاحظة المسافة المقيسة ، فالوضع الذي نحصل فيه على اقل قياس يكون هو الوضع الافقي المطلوب . وتسجل هذه المسافة الافقية الاولى وتعاد نفس العملية على جميع المسافات التي حددت بالشواخص بنفس الطريقة ، ويمكن ايجاد المسافة الافقية التي تكافئ المسافة المائلة AB من خلال جمع جميع المسافات التي قمنا بقياسها وكما يلي :

المسافة الافقية التي تكافئ المسافة المائلة $AB = AE' + ED' + DC' + CB'$



طريقة المثلث القائم

هي اضبط طريقة لقياس المسافات الافقية على الاراضي المائلة ولذلك تستخدم في مسوحات المدن التي تتطلب درجة عالية من الدقة ، وتكون الطريقة بتقسيم مسافة المنحدر الى عدد من الاجزاء المناسبة بتثبيت نقاط متقاربة على الارض المائلة حسب التغير في درجة ميل سطح الارض ، يقاس الارتفاع العمودي بين كل نقطتين متجاورتين على الارض المائلة بواسطة ميزان فقاعة التسوية ومسطرة بالاضافة الى قياس طول الخط المائل بين كل نقطتين باحدى ادوات القياس الاعتيادية ، وبهذا يمكن ان نتصور ان مثلثا قائمالزاوية قد تشكل بين كل نقطتين متجاورتين ، وتره المسافة المائلة (معلوم) واحد ضلعيه المكون للزاوية القائمة هو فرق الارتفاع بين النقطتين (معلوم) اوا ضلعه الاخر فهو المسافة الافقية (مجهول) ويمكن ايجاده من خلال العلاقة التالية :

مربع الخط المائل = مربع الارتفاع العمودي + مربع المسافة الافقية

اذن : المسافة الافقية = √ مربع الخط المائل - مربع الارتفاع العمودي