تعريف علم المساحة:

المساحة هي العلم الذي يسمح بتمثيل منطقة من سطح الأرض على مستو بكافة التفاصيل الموجودة فيها من تفاصيل طبيعية كالأنهار والبحيرات والغابات والتضاريس ومن تفاصيل اصطناعية كالعقارات والمنشآت الصناعية والطرق...الخ.

ومن ثم تجسيد هذه التفاصيل على خريطة معينة بحسب الغرض من الدراسة وذلك من خلال قياس المسافات الأفقية والرأسية بين النقاط وقياس الزوايا الأفقية والرأسية بين الخطوط والنقاط وكذلك تعيين اتجاهات الخطوط وتوضع النقاط من خلال أخذ القياسات المطلوبة ومن ثم أجراء الحسابات اللازمة لتحويل تلك القياسات إلى معلومات نهائية رقمية مثل (الإحداثيات الأفقية) أو ترسيمية مثل (الخارطة الطبوغرافية)

فمن خلال علم المساحة نستطيع أن نحدد مواقع الأشياء(الطبيعية منها والمدنية) بالنسبة إلى بعضها لبعض أو بالنسبة إلى مرجع هندسي أو جغرافي معين، وكذلك يمكن بواسطة علم المساحة التعرف على ارتفاعات المواقع المختلفة بالنسبة إلى بعضها لبعض أو بالنسبة إلى مرجع أفقي ثابت . ولذلك يعد علم المساحة من العلوم التي يحتاج إليها كثير من المهندسين وعلماء الجيولوجيا والجغرافية والزراعة وتخطيط المدن .

لأن الهدف الأساسي من العمل المساحي هو إنشاء الخرائط ورسمها والتي بواسطتها يمكن تحديد مواقع الأعمال الهندسية وتخطيطها وانشائها ومن أهمها الجسور والسدود والطرق والمطارات وغيرها.

المساحة المستوية:

وهي علم تحديد وقياس مواقع على سطح الأرض لبيان الحدود والمعالم الطبيعية وغير الطبيعية ثم تمثيل هذه القياسات على الخرائط واللوحات على أساس أن سطح الأرض مستوي في النقطة المراد رفعها وفيه تهمل كروية الأرض وهذا الإهمال لا ينتج عنه خطأ يذكر في المساحات التي

لا تزيد عادة عن 250 كم عندما تكون الدقة المطلوبة ليست عالية. ويفترض في المساحة المستوية ما يأتي:

1. أقصر خط بين نقطتين على سطح الأرض هو خط مستقيم غير مقوس.
2. زاوية التقاطع بين أي خطين مستقيمين هي زاوية مستوية وليست كروية
3. جميع خطوط الجاذبية موازية لبعضها ومتعامدة على سطح الأرض.

وقياسات المساحة المستوية هي التي تطبق في الأعمال الزراعية والإنشائية والهندسية مثل إنشاء الطرق والسكك الحديدية والمنشآت الصناعية وغيرها.

أهمية المساحة في الزراعة:

تؤدي المساحة دورا مهما في الأعمال الزراعية المختلفة من خلال التحديد المسبق لمواقع المنشآت والمشاريع الزراعية المراد إقامتها واظهارها بشكل خرائط ومخططات وأجراء مختلف العمليات المساحية قبل القيام بتسوية مواقع المنشآت والأراضي الزراعية أو إقامة مشاريع الري والصرف أو إنشاء المدرجات لمنع أنجراف الأراضي المنحدرة .أو تقسيم مساحات الأراضي الزراعية بهدف استثمارها بالشكل الأمثل .بالإضافة إلى استخدام الأعمال المساحية في تحديد حدود الملكيات العقارية العامة والخاصة.

يعد استخدام التقنيات المساحية الحديثة أداة فعالة في دعم اتخاذ القرار لأقتراح الدراسات المثلى التي تساعد على توجيه استخدام وادارة الموارد الزراعية وحمايتها بما توفره من معلومات دقيقة وواضحة وبما تقدم من اختصار للوقت والجهد .كما يتيح استخدام هذه التقنيات الجمع بين تحصيل البيانات والحصول على معلومات دقيقة عن الموقع القدرة على تحريك وتحليل كم كبير من بيانات امتداد الحيز الجغرافي وتستخدم دقة البيانات في التخطيط للمزارع ورسم خرائط للحقول، وبيان طرق السكك الحديدية وتحديد مصادر الري من بحيرات وأنهار ومعاينة التربة وارشاد الجرارات، واستكشاف المحاصيل ورسم خرائط غلة المحصول,ومراقبة التصحر وتدهور الأراضي

وخاصة باستخدام الصور الفضائية واعداد خرائط الغابات وتحديثها وتصنيف ومراقبة التغيرات التي تطرأ عليها وإدارة المراعي ومراقبة مشاريع التشجير.

وحدات القياس :

يُستخدم وحدات قياس حسب النظام المتري في أغلب دول العالم ومنها العراق ويقسم الى نوعين:

1. وحدات قياس الاطوال

ويعد النظام المتري هو المستخدم في أغلب دول العالم ومن هذه الوحدات

$1m = 100cm = 1000mm$

$1km = 1000m$

2. وحدات قياس المساحات

ويتم أستخدام نفس وحدات الطول لكن بتربيعها

$1ha = 10000m^2 = 4\ donm$

$1\ donm = 2500\ m^2$

3. وحدات قياس الحجوم

من أهم وحدات قياس الحجوم هي المتر المكعب واللتر

$1\ m^3 = 1000\ L$

$1\ L = 1000\ CM^3$

أنواع المسوحات

وتقسم إلى:

كما تشمل تقسيم الاراضي و نقل كميات حفر و ردم اتربة و حسابة حجومها و مسافاتها و مكان مركز الثقل و كل ذلك به قوانين تستخدمها المساحة للتمكن من حساب اقل تكاليف للإنشاء.

1. **المساحة المستوية (Plane surveying) وتقسم الى فرعين:**

أ. **المساحة الطوبوغرافية (Topographic survey)** : وهي المساحة التي تقام من أجل تجميع معلومات عن سطح الأرض بغرض إعداد خرائط طبوغرافية يتم فيها تحديد إحداثيات لنقاط معلومة على سطح الأرض وتستخدم كمرجع لأعمال مساحية أخرى . وتهدف إلى بيان معالم الطبيعة ومعالم الإنشاءات كالطرق والترع والسكك الحديدية والمباني وحدود البلاد وغير ذلك، كما تبين تضاريس سطح الأرض من حيث الارتفاع والانخفاض عن سطح البحر، ويكون مقياس الرسم في هذه الحالة متوسطا أى من (1: 50.000 إلى 1: 25000 عادة)، وتعرف هذه الخرائط باسم الخرائط الطبوغرافية.

ب. **المساحة التفصيلية (Cadastral or boundary surveying)** وهي المساحة التي تقام من أجل رسم خرائط تفصيلية للمعالم الموجودة في الخرائط الطبوغرافية. وتهدف إلى بيان حدود الملكيات العامة والخاصة وتفاصيل المباني، وتسمى خراط تفريد المدن ويمكن أخذ القياسات منها، ولذلك يكون مقياس رسم الخرائط في هذه الحالة كبيراً (عادة يكون 1: 500 في المدن، و 1: 250 في الريف)، وتعرف هذه الخرائط باسم الخرائط التفصيلية أو خرائط فك الزمام.

2. **المساحة المائية (Hydrographic survey)** وهي المساحة التي تستخدم لتمثيل مصادر المياه من بحيرات وأنهار وقياس مناسيبها ووغزارتها والتيارات المائية والمد والجزر وتستخدم في إنتاج الخرائط البحرية

3. **المساحة الحراجية (الغابات)** : وهي المساحة التي تقام من أجل تمثيل المناطق الحراجية وبيان مناسيب الأجزاء المميزة فيها وامتداداتها في المناطق المختلفة .

4. **المساحة المنجمية (المناجم)** : وهي المساحة التي تقام في المناجم ويتم فيها ربط المعالم الموجودة تحت الأرض بالمعالم الموجودة على سطح الأرض وتحديد مناطق الحفر والردم.

5. **المساحة التصويريّة** : تعرف بأنها علم وفن تكنولوجيا الحصول على معلومات كميّة ونوعية عن المعالم الطبيعية والصناعية لمنطقةً ما بواسطة صور فوتوغرافية أو غير فوتوغرافية لهذه المنطقة. وتختلف المساحة التصويرية عن المساحة الأرضية في أن المساحة الأرضية تتعامل مع الطبيعة بشكل مباشر، أمّا المساحة التصويرية فيتم الحصول على المعلومات والقياس من الصور بدون احتكاك مباشر مع الطبيعة في أغلب مراحل العمل. ويمكن تصنيف المساحة التصويرية حسب المسافة الفاصلة بين آلة التصوير والشيء المصوّر، فتكون أنواعاً ثلاثة هي:

- المساحة التصويرية الأرضية.
- المساحة التصويرية الجوية.
- المساحة التصويرية الفضائية.

- **وهناك أنواع عديدة من المسوحات التي تختص بالأعمال الهندسية والبحرية والطرق وغيرها وتعد خارج اطار دراستنا في المجال الزراعي .**

<u>متطلبات المسح الجيد</u>

1. معايرة وضبط المعدات المساحية بأقصى درجات الضبط

2. الفحص الدوري للمعدات للتأكد من أنها لا تعطي قياسات خاطئة وتعمل بأفضل حال

3. تصميم دقيق لشبكة العمل والنقاط المرجعية.
4. أخذ المعدل العام للقياسات المكررة وأي قياسات ناشزة تستثنى
5. أستخدام الفحوصات المستقلة كقياس نقطة من موقعين أو أكثر أو استخدام طريقتين مختلفين في القياس ويمكن كشف الأخطاء من خلال مقارنة النتائج.
6. أستخدام أجهزة ومعدات معتمدة ومن مناشيء رصينة تعطي قراءات بدقة عالية

الأخطاء المساحية

يجمع المساحون في أنحاء العالم على أنه ليس هناك أي قياس أو عمل مساحي كاملٌ خالٍ من الخطأ، وبناء على ذلك هناك ثلاث مستويات للأخطاء في العمليات المساحية:

1. **أخطاء فادحة أو تخبطات عشوائية :(Gross errors or blunders)** وهي عبارة عن أخطاء تُرتكب من قبل المساح أثناء عملية المسح قد تكون نتيجة للإجهاد الذي يعاني منه المساح أو التسرع ومن الأمثلة عليها إفساد الأداة، أو الإخفاق (الفشل) في تحديد موقع ما، أو تدوين قياسات خاطئة كتدوين 85 بدلا من 58. إن خطأً كبيراً فادحاً يخفض دقة العمل المساحي لمستوىً غير مقبول لذلك يستخدم المساحون قياسات وافرة وفحوصات مستقلة لكشف هذه الأخطاء في المسح بشكل مبكر.
2. **الأخطاء النظامية أو المنتظمة :(Systematic errors)** هي تلك الأخطاء التي تتبع نمطاً ثابتاً ومن الأمثلة عليها آثار درجة الحرارة على سلسلة قياسات حيث أن الخطأ في هذه الحالة يتبع نمطاً معينا على جميع القياسات وليس قياس أو عدة قياسات فقط، وفي هذه الحالة يمكن للأخطاء أن تصحح.
3. **الأخطاء العشوائية :(Random errors)** هي عبارة عن ذبذبات في القياسات لا يمكن تجنبها. السبب فيها هو عدم كفاءة المعدات، أو عدم وضوح خط النظر، أو صعوبة في

الظروف المحيطة لعملية المسح. يمكن أن يتم تقليل هذه الأخطاء عن طريق زيادة القياسات بكثرة وتجنب الظروف غير الملائمة.

ترتيب دفتر الحقل :

أن طرق تدوين القياسات والمخططات المساحية كثيرة ومتعددة، وأولى الخطوات التي يتبعها المساح هي تدوين الكثير من القياسات والملاحظات في دفتر الحقل عند أجراء العمليات المساحية وفائدة دفتر الحقل تكمن عند رسم المعالم والتفاصيل أو عند العمليات المساحية. وفائدة دفتر الحقل تكمن خصوصا عند رسم المعالم والتفاصيل أو عند أجراء العمليات المساحية المطلوبة ويعد دفتر الحقل بمثابة وثيقة هامة يعتمد عليها ولهذا يعتبر التدوين السليم والدقيق والواضح لتلك الارصاد المساحية من الامور الضرورية. ولا فائدة من القياسات وما يتبعها من حسابات ورسومات أذا لم تكن دقيقة وممثلة تمثيلاً صحيحاً لواقع الحال . ان درجة ضبط القياسات تتبع نوع وهدف وطبيعة المشروع وبالتالي يجب أن يكون المساح القائم على العمل الميداني على علم مسبق بمتطلبات الدقة.

وهناك عدة طرق عامة تساعد في تدوين الارصاد بشكل واضح وهي:

1. **الكتابة الوصفية**

وفيها يعتمد المساح على الاسلوب الوصفي لما تم عمله، ويمكن استخدامها عند رفع بيانات الاراضي بصورة عامة . وهذا الاسلوب في التدوين ربما يكون معقدا أو طويلا مما يجعل الحصول على القياسات متعباً . واللجوء الى استخدام الرسم والجدولة المناسبة للقياسات يساهم كثيرا في تبسيط الأرصاد ويجعل الاعمال الحقلية واضحة

2. **تسجيل الارصاد على رسم كروكي**

ينصح الاكثار من عمل الكروكيات خاصة عند عدم القدرة على ترتيب المعلومات وفق جدول واشكال واضحة محددة والجدير بالذكر انه لا حاجة لاستخدام المقياس في رسم الكروكيات حيث يمكن المبالغة في مقياس بعض التفاصيل بينما يمكن تصغيرة في حالات

اخرى . ويقتصر استخدام تسجيل الارصاد على رسم كروكي في العمليات المساحية البسيطة نسبيا كرفع العقارات قليلة الاضلاع . وفيها يرسم كروكي للتفاصيل وتوضح القياسات الخطية والاولية على الرسم مباشرة

3. **تسجيل الارصاد في جدول**

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون الارصاد المساحية كثيرة وصعبة التدوين على الرسم حيث تدون في جدول مناسب. ويلزم الحرص عند التدوين الحي لتوضح بين أي النقاط تم عمل القياسات وتستخدم هذه الطريقة في اغلب عمليات التسوية.

4. **تسجيل الارصاد باستخدام الرسم والجداول**

تستخدم هذه الطريقة في عمليات المسح الشاملة ، وفيها تدون الارصاد في الجدول في الصفحة اليمنى من الدفتر ويوضع الرسم في الصفحة اليسرى ويجب ان تدون جميع الارصاد الحقلية في دفتر الحقل مباشرة في الموقع وليس في اوراق سائبة تنقل فيما بعد لأن ذلك يعرضها للضياع والأختلاط مع اعمال أخرى . واذا عملت أيه حسابات في الحقل فيجب ان توضح في دفتر الحقل كي يمكن التحقق منها فيما بعد .

وينصح في جميع الاحوال، تسجيل زمان ومكان وغرض العمل المساحي بالاضافة الى اعضاء الفريق المساحي ومهام كل منهم وأيه معلومات مفيدة مثل الطقس ورقم الجهاز الخاص فتسجيل تلك المعلومات تفيد كثيرا في الحصول على دقة بالعمل وتفسير وتصحيح الاخطاء الناتجة من الطقس أو من الاجهزة. أما ذكر أعضاء الفريق ومهام كل منهم فيساعد عند الحاجة الى الاستفسار أو مناقشة الأرصاد المدونة ومعرفة واجبات كل شخص .

وحدات القياس Units of Measurement

تتطلب المقارنة بين مقدارين مختلفين وجود عامل مشترك هو (وحدة القياس) فاذا كان للطول فهو (وحدة الطول) واذا كان للسطوح فهو (وحدة المساحة) وبالنظر لوجود اكثر من وحدة قياس كان لزاما ذكر اسم الوحدة المستعملة دائما. تستخدم وحدات القياس في المساحة للتعبير عن الطول وعقدار الزاوية ثم المساحات والحجوم التي يعبر عنها بمربعات ومكعبات الوحدات المستعملة. في الوقت الحاضر نجد ان النظامين الاكثر شيوعا هما النظام الانكليزي والنظام المتري مع تفضيل الثاني على الأول بسبب اعتماده النظام العشري اساسا لمضاعفاته وسهولته واساسه العلمي.

١- النظام الأنكليزي English System

وحدة الطول الاساس في النظام الانكليزي هي الياردة ولوجد اجزاء و مضاعفات لهذه الوحدة يتخذ من مربعاتها ومكعباتها أساسا لقياس الحجوم.

الميل = ١٧٦٠ ياردة

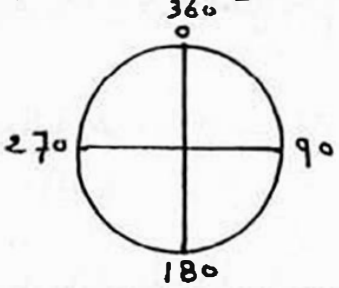
ياردة = ٣ قدم القدم = ١٢ انج (بوصة) الانج = ٢,٥٤ سم

اما وحدات قياس الزوايا بالنظام الانكليزي فهي الدرجة ويرمز لها (°) وهي ناتجة عن تقسيم الدائرة من نقطة مركزها الى ٣٦٠ قسما او درجة وكل درجة تقسم الى ٦٠ دقيقة ورمزها (′) وكل دقيقة تحتوي على ٦٠ ثانية ورمزها (″) ويطلق على هذا التقسيم النظام الستيني.

وحدات قياس الزوايا

١. النظام الستيني The setayesimal system

في هذا النظام يتم تقسيم الدائرة الى 360 قسماً متساوياً يطلق على كل قسم درجة (Degree) ويرمز له بالرمز (°) وتقسم الدرجة الى ستين قسماً متساوياً يدعى كل قسم دقيقة (mminute) ويرمز له بالرمز (′) بينما تقسم الدقيقة الى ستين قسماً يطلق على القسم الواحد منها بالثانية (second) ويرمز له بالرمز (″)



(الدائرة في النظام الستيني)

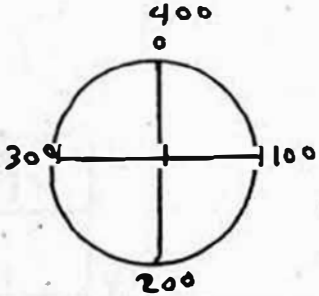
$$1 \text{ circle} = 360^\circ$$
$$1^\circ = 60'$$
$$1' = 60''$$

وتكتب الزاوية في هذا النظام $58^\circ \; 44' \; 32''$

كذلك فانه يمكن تقسيم الثانية عشرياً $43^\circ \; 22' \; 27.20''$

٢. النظام المئوي The decimal or centesimal system

وفيه تقسم الدائرة الى 400 قسم متساو ويطلق على كل منها (grad) ورمزها (g) ويقسم الكراد الى 100 قسم متساو يطلق على كل منها دقيقة مئوية أو سنتكراد (centesimal minute) ويرمز لها بالرمز (c) وتقسم السنتكراد الى 100 قسم متساو يدعى كل منها ثانية مئوية أو سنتيسنتيكراد (centesimal second) ورمزها (cc)



(الدائرة في النظام المئوي)

$$1 \text{ circle} = 400^g$$
$$1^g = 100^c$$
$$1^c = 100^{cc}$$

وتكتب الزاوية في هذا النظام على الشكل العشري

51.6731^g وهذا يعني $31^{cc} \; 67^c \; 51^g$

ويمتاز التقسيم المئوي بالبساطة والسهولة في عملية الحسابات. بينما يمتاز النظام الستيني بعلاقته السطحية مع التقسيم الزمني والتقسيم الجغرافي.

٢- النظام المتري Metric system

ويسمى ايضاً (النظام العالمي) هي وحدة الطول الاساس فيه هي المتر الذي اقرته توصيات لجنة في الأكاديمية الفرنسية عام ١٧٩١م.

كيلومتر = ١٠٠٠ متر متر = ١٠٠ سنتمتر

سنتمتر = ١٠ ملميتر ملميتر = ١٠٠٠ مايكروميتر

أ- وحدة قياس الطول م² = وحدة قياس المساحة م³ - وحدة قياس الحجم

وحدات قياس المساحات الزراعية:

هكتار = ١٠٠٠٠ م² دونم = ٢٥٠٠ م² اولك = ١٠٠ م² فدان = 4200 م²

اما قياس الزوايا بالنظام المتري فيكون بالنظام المئوي واساسه الدرجة المئوية (grad) الناتجة من تقسيم الدائرة من نقطة مركزها الى ٤٠٠ درجة مئوية يرمز لها (g) وكل درجة مئوية تنقسم الى ١٠٠ دقيقة مئوية يرمز لها C اختصاراً لـ centigrade التي بدورها تنقسم الى ١٠٠ ثانية مئوية يرمز لها (cc) اختصاراً لـ centi-centigrade.

مقياس الرسم Scale

هو نسبة المسافة الموجودة بين نقطتين على الخارطة الى المسافة الأفقية بين هاتين النقطتين على الارض، حيث يكبر مقياس الرسم كلما صغرت المساحة المطلوب رسمها على الخارطة فالمقياس $\frac{1}{100}$ اكبر من المقياس $\frac{1}{1000}$ وهذا اكبر من $\frac{1}{5000}$ وهكذا ويحدد مقدار مقياس الرسم قبل البدء برسم الخارطة:

$$\text{مقياس الرسم} = \frac{\text{البعد على الخارطة}}{\text{البعد على الارض}}$$

وتنقسم مقاييس الرسم الى الانواع الاتية:

١- المقاييس العددية Numerical Scales

ويعبر عن هذا النوع بأحدى الصيغتين الاتيتين:

أ- مقياس الكسر الممثل او الكسر البياني Representative Fractions

وهو اكثر مقاييس الرسم شيوعاً في الاستعمال وهو عبارة عن نسبة بين طول وحدة واحدة على الخارطة الى طول عدد من نفس الوحدة على الارض ويعبر عنه بشكل كسر اعتيادي، فاذا كان لدينا مقياس الرسم $\frac{1}{100}$ (ويكتب

١ : ١٠ أو ١/ ١٠) ولتحويل اي مسافة من الارض الى الخارطة، يضرب طولها الطبيعي بمقياس الرسم، اما المساحات فتضرب بمربع مقياس الرسم والحجوم بمكعبه.

مثال

لو جد لدينا على الطبيعة مسافة ٥٠ م ومساحة ٥٠ م² وحجم ٥٠ م³، فكيف تقوم برسمها على الخارطة بمقياس رسم $\frac{1}{100}$ ؟

مسافة ٥٠ م على الارض = ٥٠ × $\frac{1}{100}$ = ٠,٥ م = ٥٠ سم على الخارطة

مساحة ٥٠ م² على الارض = ٥٠ × $\frac{1}{100}$ × $\frac{1}{100}$ = ٠,٠٠٥٠ م² = ٥٠ سم² على الخارطة

حجم ٥٠ م³ على الارض = ٥٠ × $\frac{1}{100}$ × $\frac{1}{100}$ × $\frac{1}{100}$ = ٠,٠٠٠٠٥٠ م³ = ٥٠ سم³ على الخارطة

اما عند التحول من الخارطة الى الطبيعة فتكون عملية الضرب بمقلوب مقياس الرسم للمسافة ومربع مقلوبه للمساحة ومكعب مقلوبه للحجم.

يعني مسافة ٥٠ سم على الخارطة = ٥٠ × $\frac{100}{1}$ = ٥٠٠٠ سم = ٥٠ م على الارض

ولنفس مقياس الرسم السابق، وكذلك للمساحات والحجوم.

ب - المقياس الكتابي (مقياس الكلمات) Direct Statement Scale

يستعمل هذا المقياس للخرائط الجغرافية والجيلوجية ويعبر عنه بإحدى طريقتين:

١- جزء على الخارطة يعادل جزءاً او اجزاء على الارض لها وحدة قياس مختلفة عن تلك الموجودة على الخارطة كأن يكون:

١ سم : ١٠ م = ١ : ١٠ × ١٠٠ = ١ : ١٠٠٠

١ انج : ميل = ١ : ١ × ١٧٦٠ × ٣ × ١٢ = ١ : ٦٣٣٦٠

٢- اجزاء على الخارطة تعادل جزءاً واحداً على الارض لها وحدة قياس مختلفة عن تلك الموجودة على الخارطة كأن يكون:

١٠ سم : كيلومتر = ١٠ : ١ × ١٠٠٠ × ١٠٠ = ١٠٠٠٠٠ سم : ١٠٠٠٠٠ سم

٦ انج : ميل = ٦ : ١ × ١٧٦٠ × ٣ × ١٢ = ١ : ١٠٥٦٠

ج - المقاييس التخطيطية Graphical Scales

تنقسم المقاييس التخطيطية الى الأنواع الآتية:

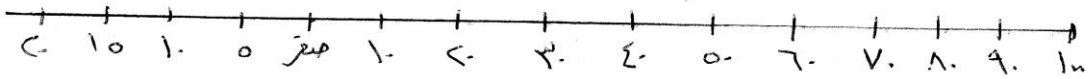
أ- المقياس الخطي profile scale

وهو عبارة عن خط يرسم على الخارطة بشكل مسطرة مقسمة لغرض بيان اطوال ومدات المسافات الارضية، واحدى نهايتي هذا الخط تقسم الى اقسام اصغر بهدف زيادة دقة القياس. والمثال الآتي يوضح كيفية عمل المقياس الخطي.

مثال: صمم مقياساً خطياً لخارطة مقياس رسمها ١ : ١٠٠٠ ويقيس الى دقة ٥ متر وحدد طول ٧٥ متراً على المقياس.

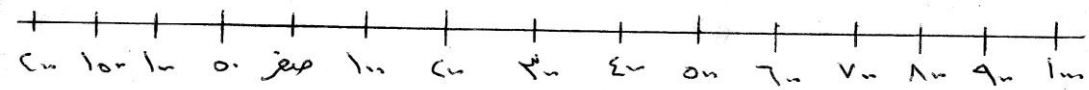
١سم : ١٠٠٠سم ← ١سم : ١٠م

عدد اقسام يسار الصفر = اقل وحدة للمقياس / الدقة المطلوبة للمقياس = ١٠/٥ = ٢ سم أو يقسم المقياس الى جزئين لكل جزء من يمين المقياس وهو نقطة الصفر



ولتوضيح كيفية قياس المسافات من الخرائط باستعمال المقياس الخطي فيكون بفتح المقسم (الفرجال ذي الرأسين المدببين) فتحة تعادل المسافة المطلوب قياسها على الخارطة حيث نضع رأس الفرجال الاول على خط الصفر ونلاحظ موقع رأس الفرجال الثاني فاذا وقع على خط احد التقسيمات الرئيسية فتكون هي المسافة المطلوبة. اما اذا لم ينطبق الرأس الثاني (اي يكون بين خطين رئيسيين) فعندئذ ننقل رأس الفرجال الاول الى الخطوط الاصغر فما نلاحظ انطباقه على احد خطوط التقسيمات الثانوية ونضيفه الى قيمة الخط الرئيسي للحصول على المسافة الكلية المقاسة فلو انطبق الرأس الثاني على الرقم ٦٠ والرأس الاول على الرقم ١٥ فان المسافة الكلية ستكون ٦٠ + ١٥ = ٧٥م.

مثال/ صمم مقياس خطي لخارطة مقياس رسمها ١ : ١٠٠٠٠ ويقيس الى دقة ٥٠ متر وحدد طول 650 متراً على المقياس.



١سم : ١٠٠٠٠سم ← ١سم : ١٠م

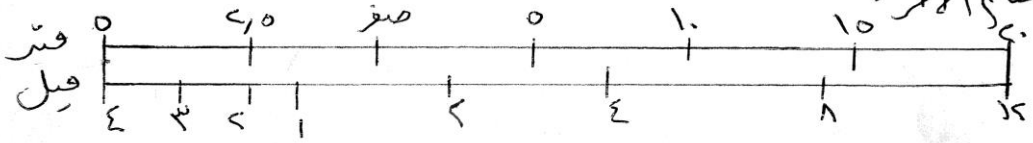
عدد الاقسام يسار الصفر = ١٠٠/٥٠ = ٢ قسم ٦٠٠ + ٥٠ = ٦٥٠م

ب - المقياس الشبكي Diagonal scale

يمكن بواسطته الحصول على دقة أكبر من المقياس الخطي في قياس الأبعاد على الخرائط أو معرفة خطأ أي معرفة أطوال المسافات القصيرة جداً المستخدمة في الخرائط التفصيلية التي لا يمكن التعبير عنها بوسائل القياس الإعتيادية، وهو عبارة عن مقياس خطي مقسم الى تقسيمات ثانوية أكثر دقة.

ج - المقياس المقارن Comparative Scale

هو عبارة عن مقياس خطي تكون تقسيماته من الأعلى بالنظام المتري ومن الأسفل بالنظام الانكليزي او العكس وذلك لغرض تسهيل استعمال الخرائط بكلا النظامين ومعرفة مقدار المسافة المقاسة بأحد النظامين مما يعادلها في النظام الآخر.



د - المقياس الزمني Time Scale

هو نوع من المقياس المقارن يستعمل في المجالات العسكرية ويهدف الى معرفة الوقت اللازم لقطع مسافة ثابتة بين نقطتين بسرعة معينة. والمقارنة تكون بين طول وحدات المسافة وهي ثابتة لأرتباطها بمقياس رسم الخارطة وبين وحدات الزمن المتغيرة حسب السرعة ومثال ذلك المقاييس الزمنية المصممة لسير المشاة او الدروع وغيرها.

تصنف مقاييس الرسم حسب عمومها الى:

صغيرة جداً أصغر من ١ : ٢٠٠٠٠٠
صغيرة بين ١ : ٥٠٠٠٠ الى ١ : ٢٠٠٠٠٠
متوسطة بين ١ : ٥٠٠٠ الى ١ : ٥٠٠٠٠
كبيرة بين ١ : ٥٠٠ الى ١ : ٥٠٠٠
كبيرة جداً أكبر من ١ : ٥٠٠

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 المقاسة يجب تصحيحها بتحويلها الى ما يقابلها من مسافات افقية وسبب بعد اكثر المسافات الافقية هي التي تثبت على الخرائط.

تقاس المسافات بطرق وادوات مختلفة من حيث الاستعمال والدقة وقد نلجأ احيانا الى التقدير لقياس اطوال المسافات وهذه تعتمد على خبرة ومهارة الشخص وعلى بعض الحقائق والبديهيات. وبصورة عامة تقدر اطوال المسافات بواحدة من الطرق الآتية:

١- تقدير طول المسافة بمقارنتها ببعد اخر مألوف ومشابه لها. وهي تصلح للمسافات القصيرة فقط.

٢- أيجاد معدل الحدين الأقصى والأدنى اللذين تعتقدهما طولاً للمسافة المعينة.

٣- تقدير المسافة الى حد نقطة تقدرها نقطة المنتصف ومن ثم تضاعف التقدير.

٤- تقدير المسافة بالمقارنة بمسافة معلومة كأعمدة الكهرباء وأبراجه التي يبعد بعضها عن بعض مسافات معلومة

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

١- اوقات الضباب وظروف الطقس الرديئة
٢- اوقات الشروق والغروب
٣- النظر عبر نهر او منخفض او ارض متموجة
٤- النظر بين اشجار مبعثرة
٥- النظر باتجاه معاكس للشمس
٦- النظر باتجاه اعلى المنحدرات
٧- اذا كان الشيء المطلوب قياس المسافة اليه صغيراً بالمقارنة بشيء اخر مجاور له.
٨- اذا كان خط النظر محصوراً ضمن حدود ضيقة كأن يكون بموازاة طريق او ممشى.

مصادر المسافات المقاسة /

أ - القياس من الخرائط

تقاس المسافات من الخرائط بواحدة من الطريقتين الآتيتين :-

١ - طريقة مقياس الرسم

وتتم بقياس طول المسافة المطلوبة من الخارطة باستعمال المسطرة الاعتيادية اذا كانت المسافات مستقيمة وفي حال التقسيم لخطوط المسافات المنحنية والمتعرجة والتي يمكن ايجادها كذلك باستخدام خيط رفيع توضع بدايته على بداية المسافة المتعرجة على الخارطة وعد الخيط بموجب التعرجات الى نهايته ثم يسحب طول الخيط ليصبح بشكل مستقيم ومتوتر ليوضع على المسطرة الاعتيادية لمعرفة مقدار طوله . ومن ثم ضرب المسافة المقاسة بمقياس الرسم للخارطة او مباشرة باستعمال المقاييس التخطيطية المثبتة على الخارطة .

٢ - طريقة عجلة القياس opisometer

وهي الطريقة المناسبة لقياس المسافات المتعرجة وتعطي نتائج دقيقة وسريعة. وتحتوي العجلة على مقياس مدرج يبين مقدار المسافة الحقيقية المساوية للمسافة التي تقطعها العجلة على الخارطة ذات مقياس الرسم المشابه لمقياس العجلة المدرج. ومن الممكن قراءة النتيجة من الجهاز بموجب المقياس المثبت عليه ومن ثم تحويل النتيجة بطريقة النسبة والتناسب الى ما يعادل مقياس رسم الخارطة عندما لا يكون مقياس الخارطة مثبتاً في الجهاز .

ب - القياس من الطبيعة

وتقاس بطريقتين اساسيتين هما الطرق المباشرة وغير المباشرة وسيتم تناول الطرق المباشرة فقط :

طرق القياس المباشر Direct methods

١ - طريقة الخطوات

وهي وسيلة سريعة لتقدير اطوال المسافات وتعد نتائجها التقريبية ذات درجة ضبط ومقبولة لأغراض عملية عديدة اذ يمكن تطبيقها في عدد من الحالات الموجهات الهندسية والجيلوجية والزراعية والغابانية وتخطيط الميدان العسكري والموجهات الاستكشافية . وتستخدم هذه الطريقة كوسيلة لاستكشاف الأخطاء الكبيرة التي تحصل عند قياس المسافات بالطرق الأخرى مباشرة كانت ام غير مباشرة .

٢- طريقة عجلة القياس (الارضية)

عجلة القياس عبارة عن اطار دائري الشكل شبيه بعجلة الدراجة الهوائية ذو محيط ثابت معلوم. ويربط بالعجلة مقود ذو قبضتين مجهز بعداد لتسجيل المسافة عند دوران العجلة. والنوع الشائع الذي يقيس بالامتار و السنتمترات ولغاية دقة مقدارها سنتمتر واحد وتفيد هذه الطريقة في الاعمال الاستكشافية ووسيلة للتحقق من صحة نتائج القياسات بالطرق الاخرى. ان نتيجة المسافة المقاسة بهذه الطريقة تكون اكبر من طول المسافة الحقيقية، بسبب صعوبة المحافظة على السير بخط مستقيم ودون انحراف عن بداية المسافة الى نهايتها.

٣- طريقة السلسلة او الشريط chain

تشترك السلسلة والشريط بانواعهما المختلفة في طريقة قياس المسافات ويختلفان من حيث ظروف الاستعمال ودقة النتائج.

أ- السلسلة الهندسية

تتكون السلسلة الهندسية من اسلاك قصيرة تسمى حُلَق يتصل بعضها ببعض بثلاث حلقات من نفس المعدن وعليها علامات بشكل اشارات او ارقام للدلالة على مقدار البعد المقاس بمجرد النظر اليها. وينتهي طرفا السلسلة بمقبضين مرتبطين بالعقل بشكل يمكن بواسطتهما ضبط السلسلة للتأكد من صحة طولها قبل القيام بالقياس.

تمتاز السلسلة ① انها افضل من الشريط من الناحية العملية لمعظم القياسات الجارية في المناطق الصخرية والصعبة كالغابات

② يمكن اصلاحها في الحقل مباشرة من دون حدوث انفصال في حُلَقها او تفكك في حلقاتها.

كما توجد عيوب لها هي ① ان نتائج القياس بها اقل دقة من القياس بالاشرطة

② وزنها ثقيل واستعمالها صعب في المناطق الوعرة.

③ ازدياد طولها بسبب انفتاح وتفكك الحلقات الرابطة بين حُلَقها مما يؤدي الى خطأ في دقة القياس

تختلف السلاسل الهندسية من حيث طولها الكلي واطوال حُلَقها وتصنف الى ثلاثة انواع هي سلسلة كنتر والسلسلة الهندسية والسلسلة المترية.

ب - الشريط Tape

هو الاداة الشائعة الاستعمال في القياسات المباشرة للمسافات ونتائجه، بصورة عامة ادق من السلسلة المعدنية ولكن يفضل عدم استعماله اثناء هبوب الرياح وتختلف الاشرطة من حيث نوعيتها واطوال ودقة تدريجاتها. ولها انواع هي:

١- الشريط الكتاني Linen Tape

وهو الشريط الذي يصنع من نسيج الكتان الذي يصبغ او يشبع بالبلاستك المرن ويلف على بكرات تحفظ داخل علب جلدية او معدنية او بلاستيكية. وقد يقوى نسيج الكتان بأسلاك معدنية دقيقة على امتداد طوله لمنع الاستطالة الزائدة للشريط، وهو مدرج الى الامتار والدسمترات والسنتمترات بالنظام المتري او الاقدام والانجات.

يمتاز الشريط الكتاني بأنه خفيف الوزن وسهل القراءة والاستعمال ولكنه لا يستعمل عندما نريد نتائج دقيقة جداً لانه متعرض لتغيرات في طوله بسبب تفكك نسيجه وصعوبة اصلاحه، كما انه يتمطى ويصبح في حالة استطالة دائمية عند سحبه بقوة لجعله مستقيماً اضافة الى انكماشه عند تبلله بالماء

٢- الشريط المعدني Matalic Tape

يكون من الفولاذ عادة ويستعمل في القياسات التي تتطلب الدقة العالية و مواصفاته شبيهة بالشريط الكتاني، كما انه يحافظ على طوله بشكل افضل من السلسلة والشريط الكتاني ولكن تنقصه قوة السلسلة وخفة الشريط الكتاني كما انه سهل القطع.

٣- شريط الانفار Invar Tape

يستعمل هذا الشريط في القياسات الدقيقة جداً وهو مصنوع من سبيكة نيكل وفولاذ ذات معامل تمدد طولي منخفض ومواصفاته شبيهة بمواصفات الانواع المذكورة في اعلاه

ملحقات القياس المباشر بالسلسلة او الشريط

١- الاوتاد الخشبية - Wooden pegs

هي قطع خشبية مستديرة او مضلعة المقطع طولها ٢٠ - ٣٠ سم مدببة من طرفها الأسفل لتسهيل غرزها في الارض تستعمل لتأشير مواقع النقاط المطلوب

قياس المسافات بينها على الارض، ويستعاض عن الاوتاد الخشبية بأقرى معدنية عندما تكون الارض صلبة.

٢- الشواخص Ranging Poles

هي اعمدة خشبية دقيقة او انابيب معدنية ذات مقاطع مستديرة او مضلعة يبلغ طولها ٢-٥ م وسمكها ٢-٦ سم. ولكن الشائع الاستعمال هو ما كان طوله ٢ م. وتكون نهايته مدببة لتسهيل غرزه وتثبيته بالارض بصورة عمودية حيث يضبط التعامد على الارض بالعين المجردة او ميزان التسوية او خيط الشاقول. حيث تستعمل الشواخص بمثابة إشارات لتحديد مواقع النقاط واتجاهات القياس ضمن عملية التوجيه والرصد. وتطلى لونين بشكل حلقات متعاقبة الاحمر والابيض او الاسود والابيض لتسهيل تمييزها عن المعالم الاخرى. وبهدف رؤيتها من مسافات بعيدة.

ان بعض اعمال المسح تتطلب استعمال قصيرة بطول نصف متر، وعندها تكون الارض صلبة كالسطوح المبلطة فان الشواخص تثبت بصورة عمودية باستخدام حامل الشواخص الذي يكون بهيئة حلقة معدنية على ثلاثة ارجل.

٣- النبال Arrows

هي اسلاك طولها ٣٠ سم تقريباً طرفها العلوي له شكل حلقة واسفلها مدبب لتسهيل غرزها في الارض. وقد تصبغ باللون الاصفر البراق وتستعمل النبال لتأشير مواقع نهايات اداة القياس عندما يكون ما بين نقطتين تبعد احدهما عن الاخرى اكثر من طول اداة القياس ولذلك لمعرفة عدد مرات استعمال اداة القياس.

٤- خيط الشاقول Plumb Bob

هو خيط يعلق في نهايته ثقل مخروطي الشكل ويستخدم لمطابقة احدى نقطتين على اخرى في اتجاه عمودي على اتجاه الجاذبية الارضية. وهذا يستلزم ان يكون الخيط عديم وقيد الحركة كي يتأثر بالجاذبية الارضية ويعطي النتيجة الصحيحة.

كيفية قياس المسافات الأفقية

أ- قياس المسافات الأفقية على الأراضي المستوية

تنقسم المسافات الأفقية من حيث أطوالها الى نوعين:

١- المسافات القصيرة

هي التي يقل طولها عن طول اداة القياس المستخدمة (الشريط مثلاً) وتحصل على طول المسافة القصيرة بوضع بداية اداة القياس على بداية المسافة وسحب اداة القياس الى نقطة النهاية حيث تقرأ عندها المسافة المطلوبة. وهي لا تحتاج الى اشواخص لتحديد استقامة خط القياس.

٢- المسافات الطويلة

هي التي يزيد طولها عن طول اداة القياس المستخدمة ويكون القياس على الخط الأفقي الفاصل بين بدايتها ونهايتها بتطبيق خطوتين أساسيتين هما تحديد الاستقامة اولاً ومن ثم اجراء القياس ثانياً.

طريقة اجراء القياس

يتطلب القياس المباشر للمسافات الأفقية فريق عمل يكون من شخصين على الأقل هما الراصد في المؤخرة والقائس في المقدمة، وقبل البدء بعملية القياس يتم تحضير جدول تسجيل المعلومات والقياسات بالصيغة ادناه. حيث تسجل فيه المعلومات الثابتة اولاً وهي المسافة المطلوب قياسها كأن تكون (أب) وهي تمثل بداية المسافة ونهايتها، ثم عدد النبال والتي نفرض انه (٣) واخيراً عدد الملاحظات الذي يدون فيه اسم اداة القياس وطولها كأن يكون شريط كتاني بطول ٥٠ متراً.

المسافة	عدد النبال المستعملة	عدد مرات استبدال النبال	عدد النبال المتبقية	المسافة المتبقية متر	المسافة الكلية متر	الملاحظات
أ ب	٣	||| |||	١	١٧,٦٨	٦٦٧,٦٨	شريط ٥٠ متر

ولحساب المسافة الكلية أب كما يلي:

عدد مرات القياس = عدد النبال المستعملة × عدد مرات استبدال النبال + الفرق بين عدد النبال المستعملة والمتبقية

$= ٣ \times ٨ + (٣-١)$

$= ٢٦$ قرءة

المسافة الكلية = عدد قرات القياس × طول الاداة المقذوفة + المسافة المتبقية

$= ٢٦ \times ٢٥ + ١٧,٦٨$

$= ٦٦٧,٦٨$ م

وهذه النتيجة تسجل في الجدول ايضاً.

ب - قياس المسافات الافقية على الاراضي المائلة

عند العمل على المنحدرات والاراضي المائلة يجب الحصول على المسافة الافقية الصحيحة المكافئة لمسافة الميل بين نقطتين على الارض المائلة. والسبب يعود الى ان المسافات التي تثبت على الخرائط كمسافة يجب ان تكون افقية، لأن الخارطة عبارة عن المسقط الافقي للمنطقة التي تمثلها، وتقاس بإحدى الطرق الآتية:

١- طريقة الزاوية

يتم إيجاد المسافة الافقية هنا بقياس المسافة المائلة المحصورة بين نقطتين البداية والنهاية وقياس مقدار زاوية الميل المحصورة بين اتجاه ميل الارض و الخط الافقي ومن ثم تطبيق احدى العلاقتين الآتيتين:

م = ل × جتاه

او

م = ل - ١٥٠٠ر٠ ل هـ

حيث ان: م = المسافة الأفقية

ل = المسافة المائلة هـ = زاوية الميل بالدرجات

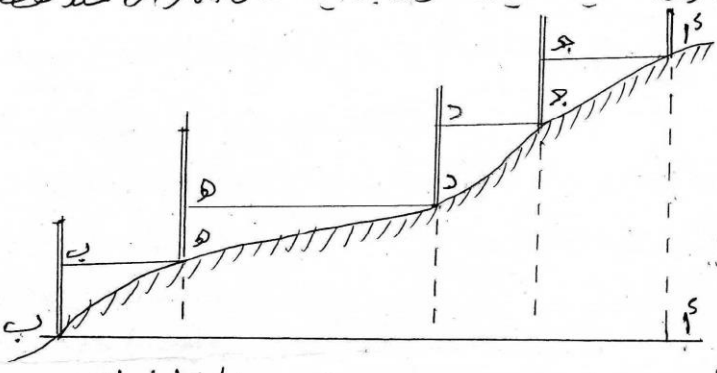
والعلاقة الثانية تسمى معادلة كامبل ونتائجها مقبولة عندما يقل مقدار الزاوية عن ١٥ درجة.

تقاس المسافة بالطريقة الاعتيادية بعد شريط القياس، اما قياس الزاوية فيكون باستعمال احدى الآلات قياس الزوايا العمودية والآلة المستعملة الاكثر من غيرها هي ميزان ابني اليدوي abney hand level وذلك بأن يستخرج جيب

تمام زاوية الميل من الجداول الرياضية او بواسطة الحاسبة الالكترونية الاعتيادية .

٢ - طريقة المدرجات او المساقط الافقية

لقياس البعد الافقي (أ ب) المكافئ للمسافة المائلة (أ ب) في الشكل أدناه نقوم بتقسيمها الى عدد من الاجزاء القصيرة التي يعتمد طول كل منها على درجة ميل الارض حيث يزداد طول الجزء عندما تخف الميل ويقل بزيادة شدة الميل. وتتم عملية القياس كما نضع شاخصاً في كل من أ، ب بصورة عمودية ثم يمد الشريط او السلسلة بصورة افقية بحيث تكون بدايته على الارض عند نقطة أ



وقراءة المسافة من طول الشريط مرتفعة عن سطح الارض عند النقطة جـ الذي نضع فيه شاخصاً كما استقامة أ ب ويمر الشريط بمحاذاة الشاخص عند النقطة جـ ويتم الاستدلال على افقية الشريط كما باستعمال ميزان فقاعة التسوية شبيه بالميزان الذي يستعمله البناء وبنفس الطريقة نبدأ القياس من نقطة جـ الى د وهكذا لبقية المراحل حتى نصل الى نقطة ب ، وبعد الانتهاء من قياس المراحل كافة نقوم بجمع المسافات الافقية المقاسة فتكون هي المسافة الافقية المطلوبة .

أي : أ ب = أ جـ + جـ د + د هـ + هـ ب

تعد هذه الطريقة أدق من سابقتها وتزداد نتائجها دقة كلما قصرت المسافة المقاسة في كل مرحلة من مراحل القياس .

٣ - طريقة المثلث القائم

هي اضبط طريقة لقياس المسافات الافقية على الاراضي المائلة ولذلك تستخدم في مسوحات المدن التي تتطلب دقة عالية ، وتتم الطريقة بتقسيم المتحدر الى عدد من الاجزاء حسب التغير في درجة ميل الارض . يقاس الارتفاع العمودي بين كل نقطتين متجاورتين على الارض المائلة بواسطة ميزان فقاعة (التسوية) وعصاة أضافة الى قياس طول الخط المائل بين كل نقطتين باحدى أدوات

القياس ولذلك نتصور نشوء مثلث قائم الزاوية بين كل نقطتين متجاورتين و لكل مثلث وتر وضلعان معلومات،

الوتر هنا هو طول الخط المائل بين النقطتين

الضلع المعلوم هو الارتفاع العمودي

الضلع المجهول هو المسافة الأفقية المكافئة لطول الخط المائل والتي يتم إيجادها من العلاقة المثلثية (المربع المنشأ على الوتر يساوي مجموع المربعين المنشأين على الضلعين الآخرين) أي :

مربع الخط المائل = مربع الارتفاع العمودي + مربع المسافة الأفقية

إذن المسافة الأفقية = | مربع الخط المائل - مربع الارتفاع العمودي

- الدقة والخطأ في قياس المسافات

يعزى حدوث الخطأ الى واحد أو اكثر من المصادر الآتية :

١- وجود خطأ في طول اداة القياس ويمكن مقارنتها بأداة من نفس النوع و الطول للتأكد من ذلك .

٢- عدم استقامة خط القياس بسبب الرصد الخاطئ ، ولذلك يفضل عدم رصد مسافة طويلة بين الشواخص .

٣- عدم استقامة اداة القياس ، ولذلك يجب توفير الشريط او شد السلسلة .

٤- عدم افقية اداة القياس مما يسبب قياس مسافة مائلة تزيد عن طول المسافة الافقية الحقيقية .

٥- وجود العوارض الحقيقة لأمتداد اداة القياس بصورة مستقيمة

٦- امساك الاداة بطريقة خاطئة و التأشير الخاطئ لذا يجب التأكد من بداية ونهاية اداة القياس وامساك الشواخص والنبال بصورة صحيحة .

٧- عدم ضبط وات القياس ، ولذلك يفضل الاستعانة بعدد معلوم من النبال .

٨- القراءة الخاطئة للطول بأداة القياس كأن يقرأ الرقم ٦ بدل من ٩ وهكذا

٩- حصول خطأ في تسجيل البيانات الحقلية .

الأخطاء النظامية والعرضية في قياس الزاوية الأفقية:

عند استخدام الأجهزة المساحية العادية والالكترونية في أجراء القياسات المساحية لا يمكن تطبيق الشروط المثالية كافة لأجراء القياسات مهما اتخذنا من احتياطات وقد تكون هذه الأخطاء ، كما ذكرنا سابقا ناتجة عن صنع الجهاز نفسه، أو عن الشروط الطبيعية المحيطة أو عن الإنسان لذلك لابد وأن تحمل في قيمها بعض الأخطاء النظامية والعرضية وسوف نتعرف فيما يأتي على أهم الأخطاء وكيفية التخفيف من تأثيرها.

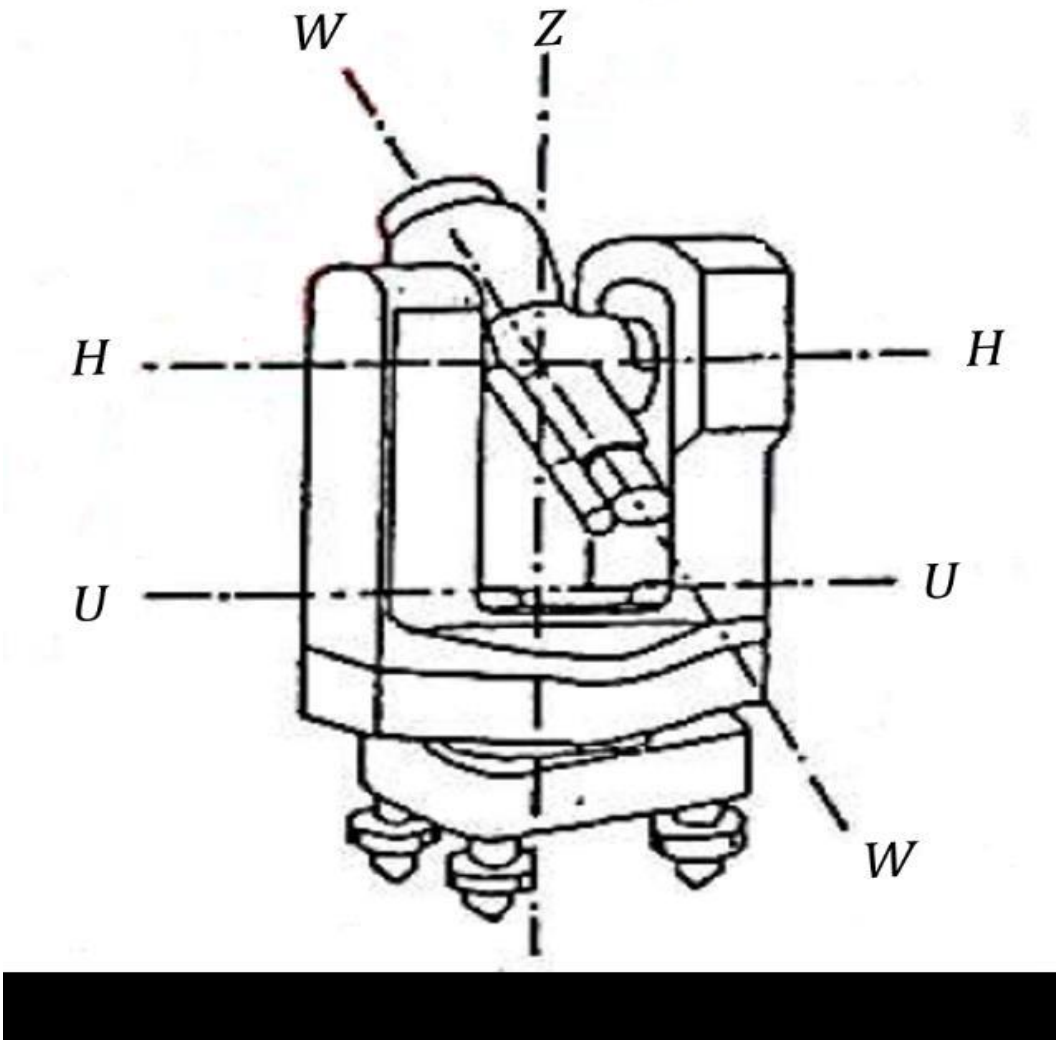
الأخطاء النظامية في قياسات الزوايا الأفقية:

هذه الأخطاء تنقسم إلى الأنواع الثلاثة الآتية:

- أخطاء المحاور
- أخطاء اللامركزية
- أخطاء التدريجيات

أخطاء المحاور:

في كل جهاز مساحي هناك المحاور الآتية المبينة بالشكل



محاور جهاز التيودوليت

- المحور الضوئي للجهاز وهو الخط الواصل بين مركز الجسمية ونقطة تقاطع خطوط المحكم وهو المحور W–W على الشكل،
- المحور الرئيس Z–Z وهو المحور الأساسي المار من نقطة الوقوف أو القياس ويمكن للجهاز الدوران حول هذا المحور وهو محور شاقولي.
- المحور الثانوي U–U وهو المحور الأفقي المنطبق على محور الزئبقية الأسطوانية للجهاز المار حيث وجود الأليداد والمقسم الأفقي.

- المحور H–H وهو المحور الأفقي المار من مركز الجهاز ويمكن للنظارة المساحية الدوران حوله. ويجب أن تحقق هذه المحاور مجموعة من الشروط في أي جهاز مساحي للتخفيف من تأثير الأخطاء النظامية وهذه الشروط هي:
- يجب أن يكون المحور الرئيس للجهاز شاقولي تماما وهذا يتحقق بوضع الزئبقية الأسطوانية بين حديها أي أن يكون المحور Z–Z عامودي ا على المحور U–U
- يجب أن يكون المحور الضوئي متعامد ا مع المحور الثانوي H–H في كل وضع من أوضاع المحور الضوئي أي يجب أن يمسح المحور الضوئي حين دو ا رنه حول المحور الثانوي مستوي ا عمودي ا على المحور الثانوي H–H أي أن يكون المحور W–W عمودي ا على المحور H–H
- المحور الأفقي للجهاز يجب أن يكون عمودي ا على المحور الرئيسي أي أن المحور H–Hعمودي ا على المحور الرئيسيZ–Z
- يجب أن يتقاطع المحور الرئيس للجهاز Z–Z او للمحور الأفقي H–H ومحور النظارة أو المحور الضوئي W–W بنقطة واحدة تسمى مركز الجهاز وان تكون هذه المحاور متعامدة فيما بينها.

إذا لم يكن المحور الضوئي عموديا على المحور الثانوي فالخطأ يسمى **بخطأ عمودية المحور الضوئي**، ونستطيع حذف تأثير هذا الخطاء بتطبيق الدوران المضاعف في قياس الزوايا الأفقية، اوذا لم يمكن المحور الثانوي عموديا مع المحور الرئيسي للجهاز فالخطأ عندها يسمى **بخطأ عمودية المحور الثانوي** وكذلك يمكن حذف تأثير هذا الخطأ بتطبيق طريقة الدوران المضاعف في قياس الزوايا الأفقية.

واذا لم يكن المحور الرئيس شاقوليا تماما فعندها يسمى الخطأ **بخطأ عدم شاقولية المحور الرئيس** وهذا الخطأ لا يمكن حذفه بطريقة الدوران المضاعف لأن عملية الدوران تتم حول المحور الرئيس نفسه ولا يمكن حذف هذا الخطأ إلا بضبط الزئبقية الاسطوانية وأن تكون الفقاعة بين حديها تماما حين اجراء القياسات.

أخطاء اللامركزية:

وهو الخطأ الناتج عن لا مركزية المحور الرئيس أي الخطأ الناتج عن عدم تمحور مركز المقسم على مركز الأليداد, ولا مركزية المحور الرئيس تعني عدم انطباق مركز الدائرة المقسمة ومركز الأليداد ويتم حذف هذا الخطأ بتطبيق طريقة الدوران المضاعف في قياس الزوايا.

أخطاء التدريج:

في كل جهاز مساحي ثمة دائرة مقسمة تحتوي على تدريجيات لقيم الزوايا وهذه التدريجيات يجب أن تكون متساوية البعد عند الصنع وبنتيجة عدم الدقة في الصنع لا يتحقق هذا الشرط دائما وتحصل أخطاء نسميها بأخطاء التدريجيات وعلى المقسم ويمكن تخفيف تأثير هذا الخطأ بتطبيق طريقة الدوران المضاعف وطريقة السلاسل.

الأخطاء العرضية في قياسات الزوايا الأفقية:

إن القياسات المساحية التي نقوم بها تتم ضمن شروط طبيعية مختلفة وأشخاص مختلفين وبالآتي تنعكس هذه الأجواء المحيطة على قياسات الزوايا الأفقية و أهم الأخطاء العرضية التي تتعرض لها قياسات الزوايا الأفقية هي:

أخطاء التوقيع:

عند رصد الأهداف أو قياس الزوايا نوجه الخط الشاقولي للمحكم على منتصف شاخص أو اشارة أو عاكس ضوئي موضوع على نقطة إن دقة العملية تعتمد على طبيعة الاشارة أو العاكس أو الشاخص المرصود وهذه العملية إن لم تتم بشكل صحيح تولد خطأ يسمى بخطأ التوقيع

خطأ شاقولية النقطة المرصودة:

عند أجراء الأرصاد لقياس الزوايا يجب أن يكون الشاخص أو العاكس شاقولي تماما فإذا لم يتحقق هذا الشرط ينتج عن ذلك الخطأ يسمى بخطأ شاقولية النقطة المرصودة وللتخفيف من تأثيره يجب جعل الشاخص شاقوليا تماما، واذا استخدمنا العاكس الضوئي، وخاصة عندما نحتاج إلى أن يكون ارتفاع العاكس كبيرا نوعا ما لتحقيق شروط الرؤية المتبادلة، علينا تحقيق شاقولية

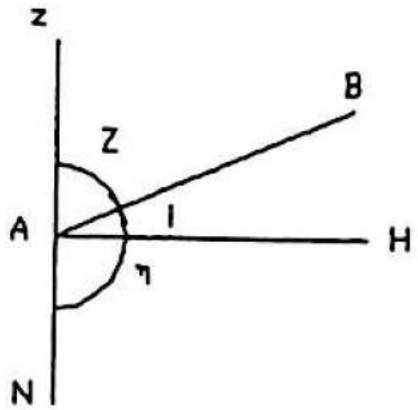
العاكس بشكل جيد باعتبار أن القياسات تتم بشكل آلي وقد تحصل أخطاء ذات قيم كبيرة نتيجة لذلك، واذا استخدمنا الشاخص في رصد الاتجاهات لقياس الزوايا فمن المفضل رصد أسفل الشاخص لتخفيف من تأثير هذا الخطأ.

خطأ لا مركزية شاقول النقطة أو خطأ التمركز:

كما ذكرنا سابقا أن المحور الرئيس للجهاز يجب أن يكون شاقوليا ومارا من نقطة الوقوف ولكن أثناء اجراء عملية التمركز قد يحصل خطأ في التمركز على النقطة وينتج هذا الخطأ عن عدم انطباق المحور الرئيس للجهاز على شاقول نقطة الوقوف المراد تعيين الاتجاهات وقياس الزوايا فيها، ويمكننا حساب قيمة هذا الخطأ واعتبا ره عرضيا كونه يكون موجبا احيانا وسالبا أحيانا اخرى

قياس الزوايا الشاقولية:

إن القياسات الزاوية كما أشرنا سابقا تتضمن قياسات الزوايا الأفقية او لزوايا الشاقولية وتختلف قيم الزوايا الشاقولية في الأجهزة المساحية العادية وذلك وفقا لنوع الجهاز المستخدم فبعض الأجهزة المساحية يكون صفر المقسم الشاقولي من الأعلى وبعضها الآخر يكون صفر المقسم الشاقولي من الأسفل وعندها علينا إيجاد زاوية الارتفاع او زاوية ميلان المحور الضوئي عن الأفق للجهاز المستخدم وذلك كما هو مبين بالشكل



عند ما يستعمل شريط يوجد خطأ في قياساته بالنسبة لطوله عن القياس الفعلي المناسب لذلك الطول من الشريط فهذا الخطأ لا يمكن تفاديه بزيادة الاحتراس عند تنفيذ القياس وانما يتم تصحيحه بالعلاقة الآتية :

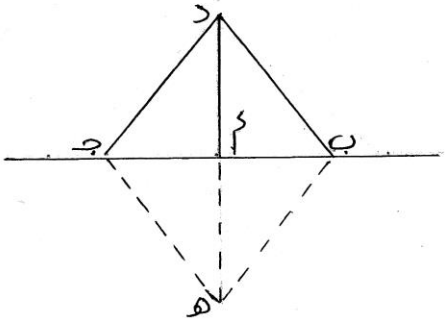
$$\text{المسافة الحقيقية} = \frac{\text{طول المسافة المقاسة} \times \text{طول الاداة الحقيقي}}{\text{طول الاداة المستخدم}}$$

الأعمدة

تحتاج عمليات المسح في مراحلها التنفيذية المختلفة الى اقامة الأعمدة او اسقاطها . وهي عملية تهدف الى تكوين زاوية قائمة بين نقطة وخط . فإقامة العمود يكون من نقطة واقعة على خط باتجاه معين، بينما اسقاط العمود يكون من نقطة خارجية باتجاه خط معلوم . اما كيفية تكوين الزاوية القائمة فيكون كالآتي :

أ- طرق اقامة الأعمدة .

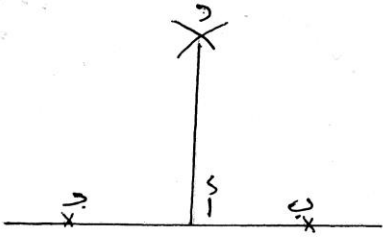
١- طريقة الشريط : نختار النقطتين ب ، جـ على خط المسح المطلوب اقامة عمود عليه من نقطة أ بحيث تكون ب أ = جـ أ ، نثبت بداية الشريط عند نقطة ب ونهايته عند نقطة جـ (يستخدم طول معلوم من الشريط عادة) و نسحب الشريط على الارض من منتصفه بحيث يكون متوتراً فتكون النقطة التي يعينها منتصف الشريط هي نقطة د أ وهي تمثل العمود المطلوب ، وللتحقق من صحة موقع نقطة د نسحب نقطة منتصف الشريط الى الجهة الثانية من خط المسح فتعين نقطة هـ التي يجب ان تكون على استقامة أ د وبخلافه هناك خطأ يوجب اعادة العمل .



ب- طريقة قوسي الدائرة

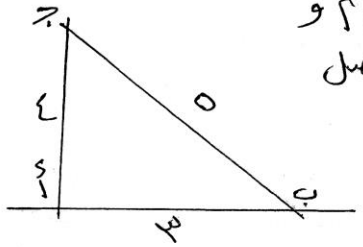
نحدد النقاط أ ، ب ، جـ على خط المسح، ثم نرسم من ب ، جـ قوسي دائرة متساويين في الطول ونحدد نقطة تقاطعهما في د ، بعد نصل د بنقطة أ

فيكون الخط الناتج هو العمود المطلوب



٣- طريقة المثلث القائم

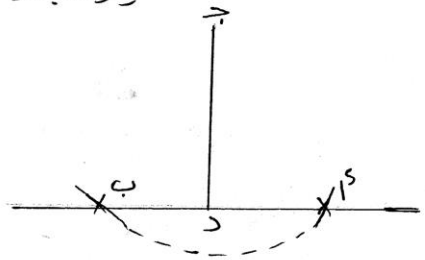
تعتمد هذه الطريقة على تشكيل مثلث قائم الزاوية ذي أطوال متناسبة كنسبة ٣ : ٤ : ٥ أو ما يعادلها. فعندما نريد إقامة عمود على خط المسح من نقطة أ الواقعة عليه فإن الخطوة الأولى هي تحديد طول أحد أضلاع المثلث القائم (٣) أمتار على خط المسح بدءاً من نقطة أ ثم نأخذ من الشريط مسافة تعادل طول الضلع القائم الثاني (٤) م وطول الوتر (٥) م و نسحب (٤) م بدءاً من نقطة أ فيتبقى (٥) م فنحصل على العمود أجـ



ب- طرق اسقاط الأعمدة

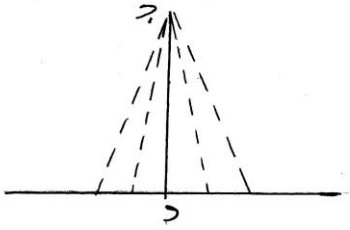
١- طريقة نصف القطر

تطبق هذه الطريقة عندما تكون النقطة المطلوب اسقاط العمود منها قريبة من خط المسح مع عدم وجود عائق بينهما. نركز شريطاً في نقطة جـ ونرسم بواسطته قوساً على الأرض بنصف قطر مناسب لتعيين نقطتي التقاطع أ، ب مع خط المسح. ننصف المسافة أب في نقطة د ليكون جد هو العمود المطلوب.



ج- طريقة أقصر بعد

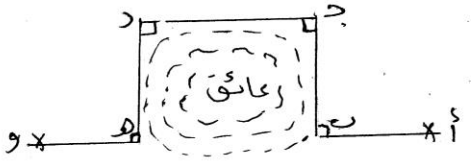
لإسقاط عمود من نقطة جـ الواقعة على خط المسح، نضع بداية الشريط على نقطة جـ ونفتح مسافة منه الى خط المسح ثم نتحرك بالشريط وهو مشدود الى امتداد خط المسح ونلاحظ قراءات الشريط فأقل قراءة للشريط على خط المسح هي نقطة د التي تكون مع النقطة جـ العمود المطلوب.



قياس المسافات عبر العوائق

أ- عائق يمنع القياس ولا يمنع الرصد ويمكن الالتفاف حوله.
تدخل الحفر الواسعة والبحيرات الصغيرة والبرك تحت هذا النوع من العوائق ويمكن معالجتها بعدة طرق نذكر منها:

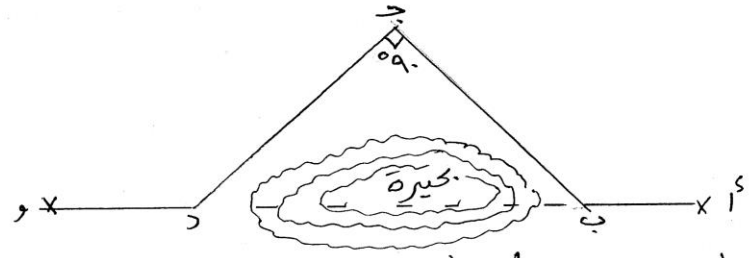
١- في الشكل ادناه لا يمكن قياس المسافة ب هـ بالطريقة الاعتيادية بسبب وجود العائق ولذلك نقيم من نقطة ب عمودا آ الى نقطة جـ بحيث يتجاوز حدود العائق، ثم نقيم عمودا آخر من نقطة جـ باتجاه خط القياس ونمده الى نقطة د بحيث يتجاوز حدود العائق. وهنا نقوم بإقامة عمود من نقطة د بحيث يساوي العمود ب جـ، وللتأكد من صحة العمل نرصد النقاط ب، هـ، و فاذا كانت على استقامة واحدة فمعناه ان موقع نقطة هـ صحيح ونستمر منها لغاية الوصول الى نقطة النهاية وتكون المسافة أو = أب + جـ د (عوضا عن ب هـ) + هـ و



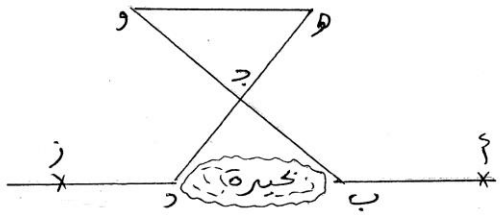
٢- في الشكل ادناه نبدأ القياس من نقطة أ حتى الوصول الى نقطة قريبة من حدود العائق مثل ب، حيث ينحرف خط القياس ليتجاوز حدود العائق ونختار نقطة جديدة مثل نقطة جـ ويرسم منها عمود ليتجاوز حدود العائق ليتصل مع امتداد خط القياس بعد العائق ليتم تحديد موقع نقطة د وتكون على استقامة واحدة مع النقطتين أ ب وبهذا يكون لدينا مثلث قائم الزاوية تتمكن بواسطة علاقات اطوال اضلاعه من ايجاد طول مسافة العائق ب د والتي نجدها:

$$ب د = \sqrt{(ب جـ)^2 + (جـ د)^2}$$

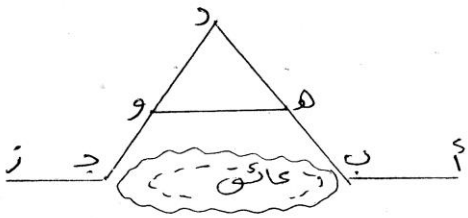
ثم نكمل القياس من د الى و ونجد طول المسافة الكلية.



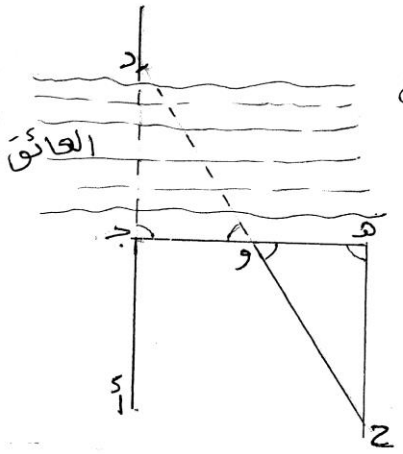
٣- في الشكل اذناه وبعد الوصول الى نقطة ب القريبة من العائق نعرف بالقياس من جانب العائق ونحدد نقطة جـ ونضاعف المسافة ب جـ على امتدادها الى نقطة و . نصل نقطة جـ بنقطة د الواقعة على امتداد أب ونضاعف المسافة دجـ الى هـ نقيس المسافة هـ و المكافئة لمسافة العائق ب د ونجمعها مع المسافتين أب، دز للحصول على المسافة الكلية . ومن الجدير بالذكر ان المسافتين ب جـ، دجـ قد تكونان متساويتين او مختلفتين .



٤- في الشكل اذناه نقوم بتحديد نقطة جـ على امتداد أب وعلى الجهة الثانية من العائق ثم نحدد تلاقي الاتجاهين المتعاكسين الذين يلتقيان في نقطة د . نوصل منتصف ب د (نقطة هـ) بمنتصف جـ د (نقطة و) فيكون المستقيم الناتج هـ و مساوياً لنصف مسافة العائق ب جـ . ومن مضاعفته ينتج لدينا مسافة العائق المطلوبة مع المسافتين أب، جـ ز للحصول على المسافة الكلية .



بعائق لمنع القياس ولا يمنع الرصد ولا يمكن الالتفاف حوله
تطبق هذه الظروف في حالة النهر او مجرى المائي او الحفر الخندقية وتعالج عملية قياس مسافة العائق كالآتي :



- في الشكل لدينا النقطة ج تمثل الحد الذي وصل اليه القياس وتوقف بسبب العائق. تثبت شاخص في نقطة د على استقامة جأ من نقطة ج نقيم العمود ج و ونحدد لمسافة ضعف طوله الى نقطة هـ ثم نقيم العمود هـ ز ليقطع العمود و د في نقطة ز - في هذه الحالة يتكون لدينا المثلثان ج د و ، هـ ز و بحيث

∠ هـ = ∠ ج وهما زاويتان قائمتان

∠ و مشتركة بين المثلثين وتمثل زاويتان متقابلتان بالرأس

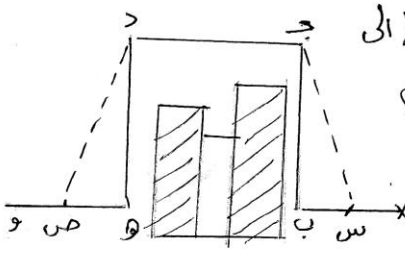
الضلع ج و = الضلع هـ و

أذن يتطابق المثلثان لتساوي زاويتين وضلع من احدهما مع زاويتين وضلع من الاخر وينتج عن ذلك :

المسافة هـ ز بديلة لمسافة العائق ج د ليستمر العمل لقياس ما يتبقى من المسافة المطلوبة.

ج - عائق يمنع القياس ويمنع الرصد

يتشكل هذا النوع من العوائق عندما يقاطع خط القياس مع بناية او صخرة بارزة لا يمكن الرصد عبرها ونعالج عملية القياس كالآتي :



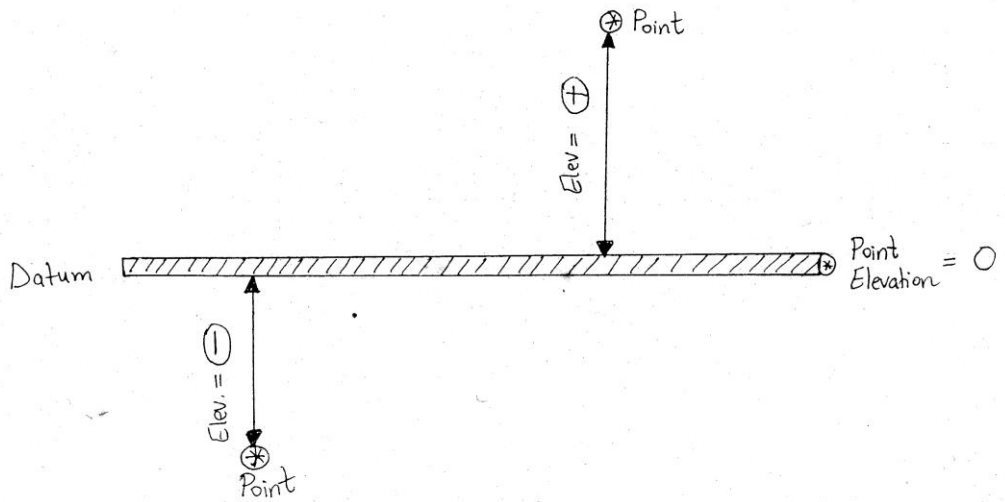
عند القياس من نقطة أ الى نقطة ب نقيم عمودا أفقيا الى نقطة ج بحيث تتجاوز حدود العائق ثم من ج نقيم عمود ا و نعين على استقامته نقطة د بحيث تكون متجاوزة قليلا لحدود العائق ومن نقطة د نقيم العمود د هـ يساوي ب ج وبذلك نقاس المسافة ج د عوضا عن مسافة العائق ب هـ لمكافئة لها. ولفرض التأكد من صحة العمل يمكن قياس خطي التحقيق س ج ، ص د بعد تحديد كل من س ، ص بحيث تتساوى بعد النقطتين ب ، هـ وعلى استقامة أ ب ، هـ و فاذا تساوى طول س ج مع طول ص د كان العمل والاتجاه صحيحين و يمكن اعادة النظر في عملية القياس.

التسوية Leveling

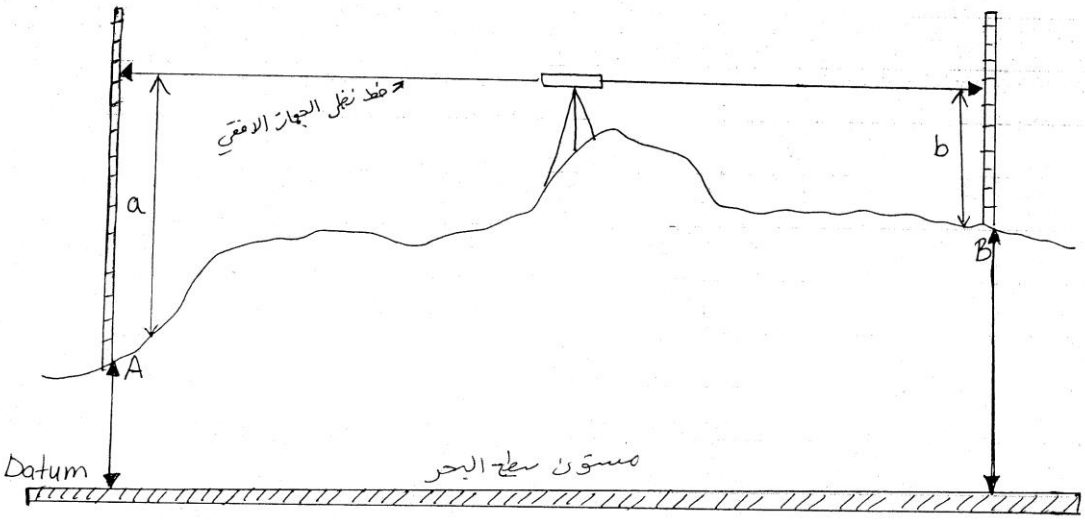
① التسوية : هي العملية التي يتم بواسطتها ايجاد الارتفاعات او الانخفاضات الارضية مقارنة الى مستوى معين يسمى مستوى المقارنة (سطح المقارنة) وبالتالي تعطي انطباعاً عن طبيعة التضاريس الارضية للمنطقة الارضية.

② المنسوب (Elevation) : هو البعد العمودي الرأسي ما بين اي نقطة ارضية ومستوى المقارنة.

③ مستوى المقارنة (Datum) :- هو سطح مستوي تقاس منه مناسيب كل النقاط الارضية و يمثل مستوى المقارنة هو متوسط سطح البحر، ان منسوب النقطة التي تكون مرتفعة فوق مستوى المقارنة يكون موجب ويكون منسوب النقطة الواقعة اسفل مستوى المقارنة سالب اما النقطة التي تكون منسوبها على امتداد مستوى المقارنة فان منسوبها يكون مساوي الى الصفر.



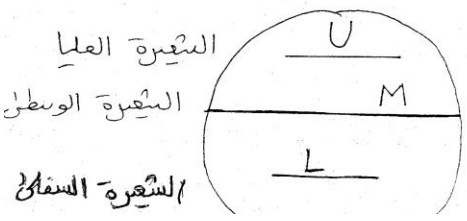
يستخدم في عملية التسوية جهاز يسمى جهاز التسوية (Level) الذي يعطي خطاً افقياً دائماً يصنع زاوية قائمة مع المحور الشاقولي.



a > b القراءة الاكبر تقابل المنسوب الاقل (الادنى) والعكس صحيح
Elev A < Elev. B

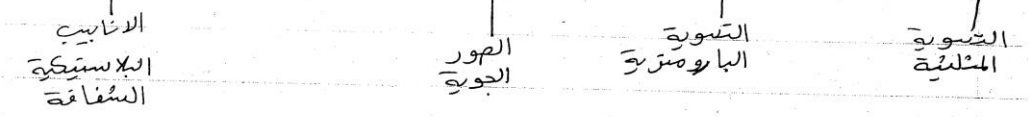
هناك نوعان من التسوية:-

A- التسوية المباشرة: يستخدم فيها جهاز التسوية (Level) الذي يكون عبارة عن تلسكوب يقرب الصورة ويكبرها يحتوي على الشعيرات العليا والوسطى والسفلى ويستخدم اضافة الى الجهاز مسطرة القياس (Staff) لأخذ القراءة الراسية على نقاط معينة.



تؤخذ القراءة على المسطرة دائماً حسب الشعيرة الوسطى.

B - التسوية عن المباشرة



④- القراءة الخلفية (B.S) (Back Side) : وهي اول قراءة في عملية التسوية أو هي اول قراءة بعد كل نصبة للجهاز على المسطرة الثابتة من النصبة السابقة وتكون هذه القراءة دائماً في اتجاه معاكس لعملية التسوية لذلك سميت بالخلفية لأنها خلف اتجاه التسوية.

⑤- القراءة الامامية (F.S) (fore Side) : هي اخر قراءة في عملية التسوية او هي اخر قراءة في كل نصبة من نصبات الجهاز والتي عندها يرفع الجهاز من مكانه السابق الى مكانه اللاحق وتكون هذه القراءة دائماً مع اتجاه عملية التسوية لذلك سميت بالقراءة الامامية لأنها امام اتجاه التسوية.

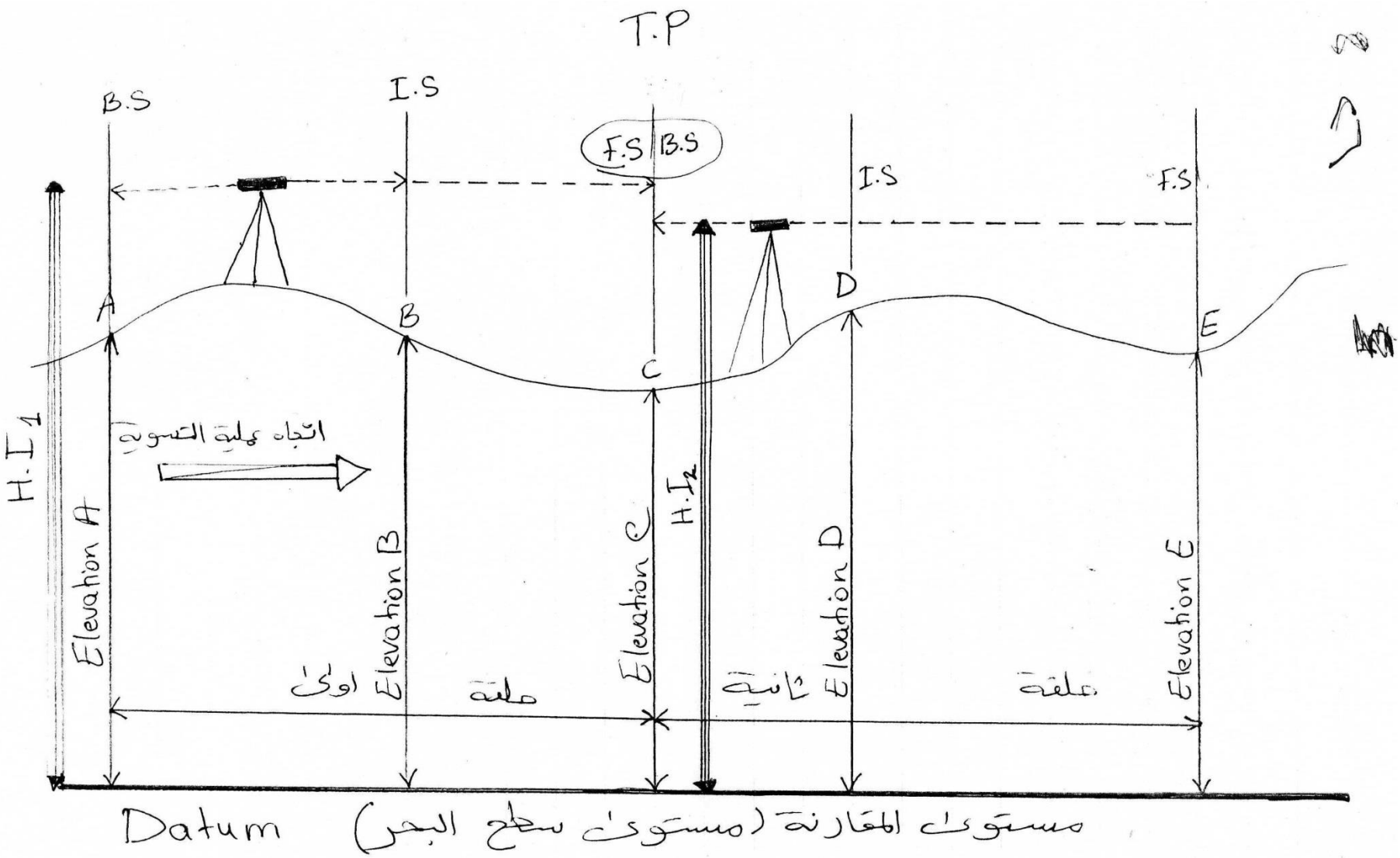
⑥- القراءة الوسطية: (I.S) (Intermidiate Side) : وهي كل قراءة لا تمتلك خواص القراءتين الامامية والخلفية وتوخذ من اماكن وسطية لكل نصبة من نصبات الجهاز وما بين القراءة الخلفية (اول قراءة لنصبة الجهاز) والقراءة الامامية (اخر قراءة لنصبة الجهاز) وعددها غير محدود قد تكون موجودة بكثرة أو قد لا تكون موجودة اصلاً.

⑦- نقاط الدوران (T.P) (Turning Point) :- وتسمى ايضاً نقاط التجربة (C.P) (Changing Point) وهي كل النقاط التي تقرأ عليها القراءتان الرئيسيتان (B.S) و (F.S) حيث تقرأ على المسطرة قراءة (F.S) من نصبة الجهاز السابقة وتبقى المسطرة في مكانها لكن الجهاز يحول الى محطة اخرى ويقرأ قراءة على نفس المسطرة من النصبة اللاحقة ويكون عددها اقل بمرتبة واحدة عن عدد نصبات الجهاز في التسوية المفتوحة التي تبدأ بنقطة معينة وتنتهي

بنقطة اخرى اما في التسوية المغلقة التي تبدأ بنقطة وتنتهي بنفس النقطة فان عددها يكون مساوي لعدد نصبات الجهاز.

⑤- رقم التسوية (B.M) (Bench Mark): هي نقطة ارضية معلومة المنسوب عن مستوى سطح البحر تثبت في الارض بشكل يميزها عن الطبيعة الأرضية المحيطة حيث تكون عبارة عن صبة خرسانية في وسطها قضيب حديدي بارز الى الاعلى تثبتها هيئات حكومية تابعة لهيئة المساحة في اماكن متفرقة يتم الاستعانة بها لاجل ايجاد مناسيب جميع النقاط التي مولها خلال عملية التسوية. و يمكن ان تكون اول نقطة في عملية التسوية او اخر نقطة او نقطة ما ضمن عملية التسوية.

المخطط التالي يوضح احدى عمليات التسوية و القراءات بأنواعها.


T.P
B.S
I.S
F.S
B.S
I.S
F.S
A
B
C
D
E
H.I 1
H.I 2
اتجاه عملية التسوية
Elevation A
Elevation B
Elevation C
Elevation D
Elevation E
اولى
ملفة
ثانية
ملفة
Datum
مستوى المقارنة (مستوى سطح البحر)

طريقة ارتفاع الجهاز (ارتفاع خط النظر) (H.I) High of Instrument

ان ارتفاع خط النظر يمثل البعد العمودي من مستوى سطح البحر الى خط النظر المار من الجهاز ويكون عدد H.I بقدر عدد محطات الجهاز ويمكن ايجاد H.I من خلال القانون التالي :-

منسوب راقم التسوية + قراءة خلفية = ارتفاع خط النظر

$$H.I = Elev.\ B.M + B.S$$

(معلوم المنسوب)

تبقى قيمة (H.I) ثابتة للنصبة الواحدة للجهاز والتي تم استخراجها من القانون السابق ومن قيمة (H.I) نحسب مناسيب النقاط التي تقع ما بين (B.S①) و (B.S) التي تليها من القانون.

قراءة وسطية − ارتفاع خط النظر = منسوب النقطة

$$Elev.\ of\ Point = H.I - I.S$$

or

$$Elev.\ of.\ Point = H.I - F.S$$

قراءة امامية

حسب القراءة الماخوذة على النقطة

لغرض التدقيق الحسابي تستخدم القانون التالي :-

$$\Sigma B.S - \Sigma F.S = Last.\ Elev. - first\ Elev.$$

مجموع قراءات خلفية − مجموع قراءات امامية = اخر منسوب − اول منسوب

مثال: في عملية تسوية اخذت القراءات التالية ابتداءً من رامة التسوية في نقطة A الاولى وقدره 28m . احسب مناسيب باقي النقاط

Point	B.S	I.S	F.S	HI	Elevation	Remark
A	2.01			30.01	28	B.M
B		1.46			28.55	
C		1.61			28.4	
D			1.26		28.75	
E	2.01		1.26			

$H.I = Elev_{B.M} + B.S = 28 + 2.01 = 30.01\ m$

$Elev\ B = H.I - I.S_{①} = 30.01 - 1.46 = 28.55\ m$

$Elev\ C = H.I - I.S_{②} = 30.01 - 1.61 = 28.4\ m$

$Elev\ D = H.I - F.S = 30.01 - 1.26 = 28.75\ m$

لغرض التدقيق الحسابي :

$\Sigma B.S - \Sigma F.S = Last\ Elev - First\ Elev.$

$2.01 - 1.26 = 28.75 - 28$

$0.75 = 0.75$

التدقيق الحسابي صحيح