جامعة تلعفر
كلية الزراعة

محاضرات
المساحة المستوية

قسم الانتاج الحيواني و المحاصيل الحقلية

المرحلة الاولى

مدرس المادة

م.م عفاف شعيب

المحاضرة الأولى : تعريف علم هندسة المساحة

هو العلم الذي يبحث في كيفية تعيين المواقع النسبية لنقاط المعالم الطبيعية والصناعية الموجودة على سطح الأرض أو قربه. وكيفية نقلها الى الخارطة بصورة مصغرة مع الحفاظ على العلاقات النسبية الثابتة بين تفاصيل هذه المعالم . وعليه فالمساحة فن يتناول اجراء قياس المسافات الأفقية والعمودية والزوايا والاتجاهات وتثبيت النقاط بموجب قياسات سبق القيام بها.

ويتم هذا التمثيل بإسقاط الجزء الذي تجري دراسته من سطح الأرض على مستوى أفقي بمقياس رسم معين يوافق الغرض المطلوب ، و يطلق على المسقط الأفقي الذي نحصل عليه **"الخريطة المساحية"** والتي يمكن أن يبين عليها أيضاً ارتفاع أو انخفاض المعالم الطبيعية أو الصناعية بالنسبة لسطح مقارنة أفقي معين وفي أغلب الأحيان يستعمل السطح الوسطي للبحر كمرجع لمقارنة الارتفاعات. وكما تبحث هندسة المساحة في كيفية تمثيل سطح الأرض و ما عليه من ظواهر طبيعية ومنشئات مدنية على الخرائط في عملية يطلق عليها عملية "الرفع" فإنها تبحث كذلك في عملية تنفيذ المشروعات الهندسية المختلفة على سطح الأرض و ذلك بتوقيع أو تخطيط حدود ومسارات المنشئات في الطبيعة من واقع لوحات التصميم الهندسي في عملية يطلق عليها عملية "التوقيع".

إن العملية المقترنة بإجراء القياسات هي القيام بالحسابات الرياضية الضرورية. فالمسافات والزوايا والاتجاهات والمواقع والارتفاعات والمساحات والحجوم تحسب جميعاً من بيانات المسح. ومعظم بيانات المسح يعبر عنها بصيغة خارطة أو رسم بياني أو شكل تخطيطي.

أهمية المساحة وعلاقتها بالعلوم الأخرى

مما لا شك فيه أن الهدف الأساس من دراسة علوم المساحة وتطبيقاتها العملية المختلفة هو الحصول على المعلومات والبيانات الأساس اللازمة لإعداد ورسم الخرائط . وبوساطة هذه الخرائط يمكن تثبيت موقع الأعمال الهندسية وتخطيط المشاريع وإنشائها كالقنوات والسدود وطرق المواصلات والجسور. كما أن المساحة هي الوسيلة الأساس لتنفيذ العمليات المتعلقة بالأراضي بصورة عامة مثل التقسيم

والتسوية والاستصلاح. ولهذا يزداد الاهتمام بموضوع المساحة بازدياد الحاجة الى التخطيط العلمي وبذلك أخذت المساحة سبيلها الى مجالات العلوم المختلفة.

تنقسم دراسة المساحة بصورة عامة الى جانبين: أحدهما يتعلق بكيفية الحصول على المعلومات الميدانية واستخدام هذه المعلومات في إعداد ورسم الخرائط.

والثاني يتعلق بكيفية استخلاص المعلومات من الخرائط سواء أكان ذلك بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

الواقع أن **الجانب الأول** يعد من الجوانب الهندسية الصرفة إذ يتم قياس أبعاد المساحات المختلفة من الأرض، إضافة لما عليها من تفاصيل المعالم الأرضية الطبيعية والصناعية ومن ثم تمثيلها على الورق على هيئة خارطة. وهذه العملية في الواقع معاكسة لعملية نقل المعلومات من الخارطة الى الأرض. أما **الجانب الثاني** فيهتم به المستفيدون من هذه الخرائط على اختلاف اختصاصاتهم واهتماماتهم كالمهندسين والزراعيين والجيولوجيين والعسكريين وغيرهم.

يتبين مما سبق أنه لابد لمستعمل الخارطة أن يكون لديه بعض الإلمام بالعمليات المساحية البسيطة التي تساعده على استيعاب الجوانب الاساس للعلاقات القائمة بين ما هو مرسوم على الخارطة وما يناظره على الطبيعة.

إن من الامور المتفق عليها حديثاً هي أن المساحة فرع من ((**الرياضيات العملية**)) والسبب في ذلك يعود الى أن المساحة في حد ذاتها تعتمد في أساسها على ((الهندسة والمثلثات)) .

ومن المناسب الاشارة الى المعلومات التي يفترض أن يمتلكها المساح مع ملاحظة نوعية الأجهزة والأدوات والآلات التي سيستخدمها في عملياته الحقلية. فالمساح بحاجة دائمة الى إجراء الحسابات وهذا يتطلب معرفته بالعمليات الحسابية الأساس والكسور بأنواعها واللوغاريتمات ، إضافة الى بعض الأسس العامة لموضوع الجبر. وبما أن عمل المساح هو البحث في قياس الخطوط والزوايا وتوصيفها على الورق، فإن ذلك يستدعي أن يكون مطلعاً على أساسيات الهندسة المستوية والمثلثات وتطبيقاتها في مجالات قياس الأبعاد الأفقية والعمودية والسطوح. فعلى وجه الخصوص يجب أن يلم المساح بأحسن الطرق العملية لحل المسائل الهندسية الاعتيادية وأن يكون بارعاً في رسم الخطوط ووصف الأشكال. ومن جانب آخر يجب أن يكون المساح على بيّنة بالأسس العملية للتسوية ويعرف شيئاً عن أسس البصريات والمغناطيس.

أهمية المساحة والخرائط المساحية في مجالات الزراعة والغابات ، على سبيل المثال يمكن ايجازها في النقاط الاتية :

١. تثبيت المواقع المطلوبة على الطبيعة استناداً الى نقاط معلومة.
٢. تحديد وتعيين مواقع الأراضي الزراعية وارتفاعها عن مستوى سطح البحر.
٣. ايجاد مساحات الأراضي حسب اصنافها بصورة مباشرة أو من الخرائط.
٤. اعطاء فكرة عن الموارد المائية ومدى بعدها عن أراضي الزراعة .
٥. المساعدة في تصميم شبكات الري والبزل وإنشاء السدود والخزانات المائية.
٦. تخطيط مواقع الطرق الزراعية بأنواعها وحدود تقسيمات الغابات.
٧. تحديد أنواع وكثافات الغطاء النباتي للمناطق المختلفة بوساطة الصور الجوية ووسائل الاستشعار عن بعد.
٨. توفير المعلومات الضرورية لانشاء الابنية الزراعية.
٩. توفير المعلومات اللازمة لعمل الخطوط الكنتورية والمصاطب على المنحدرات.

متطلبات العمل المساحي الجيد :

لكي تتصف العمليات المساحية بالجودة هناك أمور يجب مراعاتها :

١- **الدقة** : وهي درجة الكمال التي يمكن الحصول عليها في القياسات اي مدى تقاربها نتيجة القياس بالنسبة للقيمة الحقيقية.

٢- **الإتقان** : وهي درجة التحسين التي عن طريقها تقاس المساحة المعينة . او بمعنى اخر انها بمقدار تقارب نتيجة القياس بالنسبة الى قياس اخر بنفس المسافة ولو كانت القيم أول النتائج المتقاربة من بعضها عند قياس مسافة ما عدة مرات يمكن القول ان درجة الاتقان الدقة بالغة وهذا لا يعني بالضرورة بان الأكثر اتقانا هو الأقرب الى القيمة الحقيقة المقاسة خذ بنظر الاعتبار الحالة التي يكون فيها المساح قد قام بقياس مسافة ثلاث مرات بإتقان بواسطة شريط من الفولاذ (٥٠م) وقد حصل على قيم متقاربة بنفس المساحة اي أنجز العمل باتقان وظاهريا انه قد قام بعمل دقيق ولو وجد ان الشريط المستخدم في القياس كان طوله (٣٠-٥٠)بدلا من ٥٠م فنتائج القيم التي حصل عليها المساح للمساحة المقاسة غير دقيقة وان كانت متقنة لذلك يمكن جعل نتائج القياس بعمل تصحيح عددي بمقدار (٣٠-٠) لكل ٥٠ م قياس ويمكن للمساح الحصول على الدقة و الاتقان معا

اذا استخدم الاجهزة الحديثة والطرق الجيدة بصبر وعناية ومن هذا نستنتج تعريف الاتقان عند قياس مسافة معينة بأنة نسبة الخطأ في القياس الى المساواة المقاسة

٣- **الوضوح:** ويعني التدوين الصحيح والعرض الواضح للأرقام والبيانات والقياسات المستعملة.

٤- **الترتيب:** ويعني استخدام الآلات والأدوات المساحية المناسبة لكل ظرف وبيئة محالة .

٥- **مشروعية العمل:** وتتناول انجاز الاعمال المساحية في الأوقات التي تصل فيها الدقة والاتفاق ذروتها مع الأخذ بنظر الاعتبار جميع الظروف الجوية ودقة الاجهزة المستعملة .

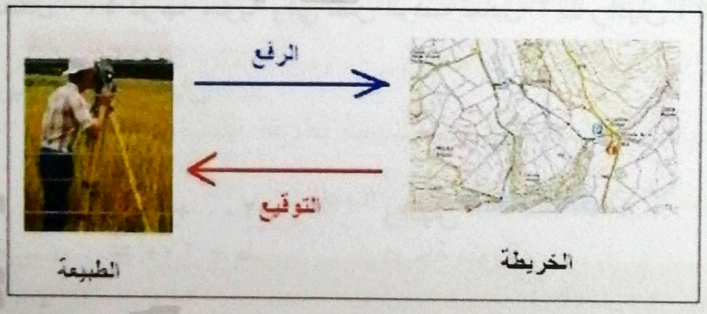
٦- **الرغبة في العمل:** ان تكون هناك رغبة صميمة للقائم بالعمل .

٧- وظيفة العمل المساحي المنجز لان بدون الرغبة لا يمكن تحقيق كافة ما سبق.

العمل المساحي : يمكن تقسيم العمل المساحي بصفةٍ عامة الى جزأين أساسيين : الرفع والتوقيع

١. الرفع Layout : هو إجراء القياسات المساحية في الطبيعة ومن ثم تمثيلها على الخارطة ، أي أن عملية الرفع هي عملية نقل المعلومات من الطبيعة الى الخارطة.

٢. التوقيع Setting out : هو تحديد مواقع (إحداثيات) لظواهر أو أهداف محددة على الخارطة ومن ثم تحديد هذه المواقع في الطبيعة ، أي أن عملية التوقيع هي عملية نقل المعلومات من الخارطة الى الطبيعة.



شكل ١ أقسام العمل المساحي

مصادر المسافات المقيسة

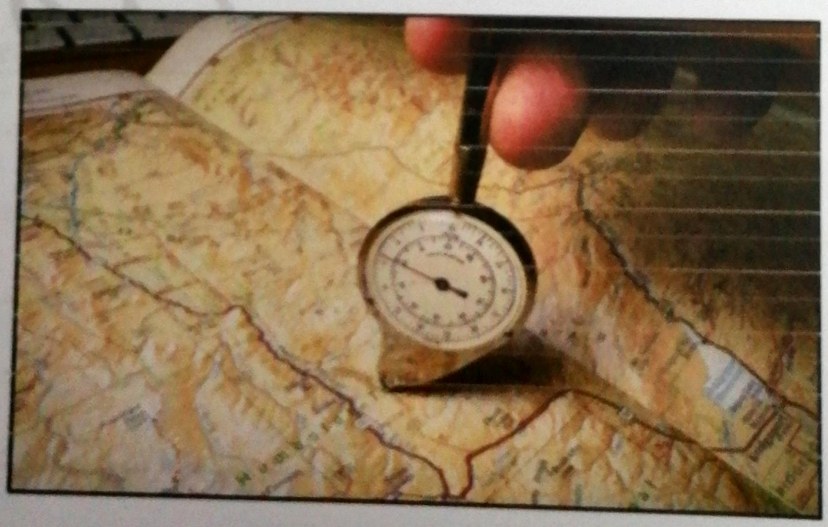
تقاس المسافات المطلوبة عادةً من المصدرين الأساسيين الآتيين :

أ- القياس من الخرائط

تقاس المسافات من الخرائط عادةً بواحدة من الطريقتين الآتيتين:

١. **طريقة مقياس الرسم** : وهذه تكون بقياس طول المسافة المطلوبة من الخارطة باستعمال المسطرة الاعتيادية اذا كانت المسافات مستقيمة وفرجال التقسيم لخطوط المسافات المنحنية والمتعرجة والتي يمكن أيضاً ايجادها باستخدام خيط رفيع توضع بدايته على بداية المسافة المتعرجة على الخارطة ومد الخيط 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 أو مباشرةً باستعمال المقاييس التخطيطية المثبتة على الخارطة.

٢. **طريقة عجلة القياس Opisometer** : وهي الطريقة المناسبة لقياس المسافات المتعرجة وتعطي نتائج دقيقة وسريعة . وتحتوي هذه العجلة على مقياس مدرج يبين مقدار المسافة الحقيقية المعادلة للمسافة التي تقطعها العجلة عند مرورها على المسافة المطلوبة على الخارطة ذات مقياس الرسم المشابه لمقياس العجلة المدرج. ومن الممكن قراءة النتيجة من الجهاز بموجب أحد المقاييس المثبتة عليه ومن ثم تحويل النتيجة بطريقة النسبة والتناسب الى ما يعادل مقياس رسم الخارطة عندما لا يكون مقياسها مثبتاً في الجهاز.



شكل ١-١ عجلة القياس opisometer

ب- القياس من الطبيعة

تقاس المسافات من الطبيعة بطريقتين أساسيتين هما الطرق المباشرة والطرق غير المباشرة .

طرق القياس المباشر Direct Methods

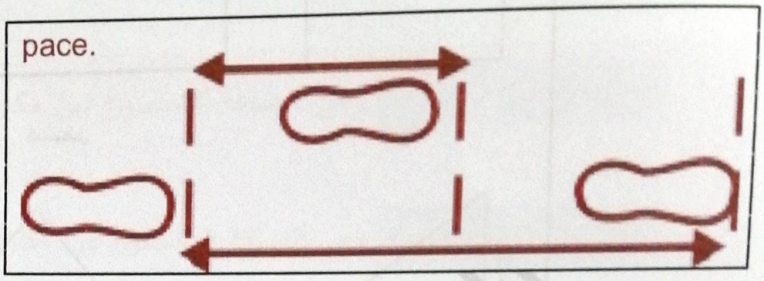
وهي الطرق التي تستوجب الخروج الى الحقل وقطع المسافة المطلوب قياسها دون استخدام أي من الأدوات المألوفة كما هي الحال في طريقة الخطوات أو إستخدام أداة قياس لوحدها كما في طريقة العجلة measuring wheel وكذلك بطريقة أخرى باستخدام أداة للقياس مع ملحقاتها كما في طريقة القياس بالسلسلة أو الشريط. والطريقة الأخيرة هي الأكثر شيوعاً في الاستعمال والتطبيق وتتضمن دقة أكبر من سابقاتها. وتكون هذه عادةً بمد أداة القياس باستقامة خطوط القياس من بدايتها حتى نهايتها. أما تفاصيل تطبيق كل طريقة فيكون كما يأتي:

أ- طريقة الخطوات

وهي طريقة سريعة لتقدير أطوال المسافات وتعد نتائجها التقريبية ذات درجة ضبط مقبولة لأغراض مساحية عديدة، إذ يمكن تطبيقها في عدد من أعمال المسوحات (الهندسة،الجيولوجية،الزراعية،الغاباتية، تخطيط الميدان العسكري والمسوحات الاستكشافية. وتستخدم هذه الطريقة كذلك وسيلة لاكتشاف الأخطاء الكبيرة التي قد تحصل عند قياس المسافات بالطرق الأخرى سواء أكانت مباشرة أم غير مباشرة.

يتكون القياس بالخطوات من حساب عدد الخطوات التي تتضمنها المسافة المطلوب قياسها. وأول ما يجب معرفته هو طول خطوة الشخص التي تكون محصورة بين مقدمة الرجلين المتقدمة والمتأخرة ويكون طولها في المتوسط ٧٠-٩٠ سم. إن أفضل طريقة لمعرفة طول الخطوة هو المشي بخطوات اعتيادية ذهاباً وإياباً لمرة واحدة أو أكثر على مسافة مستوية ذات طول معلوم لا يقل عن ١٠٠ متر ومن ثم إيجاد معدل عدد الخطوات وطول الخطوة الواحدة. وعادة يستخدم طول الواحدة للمسافات القصيرة وعدد الخطوات لكل ٥٠ أو ١٠٠ متر للمسافات الطويلة.

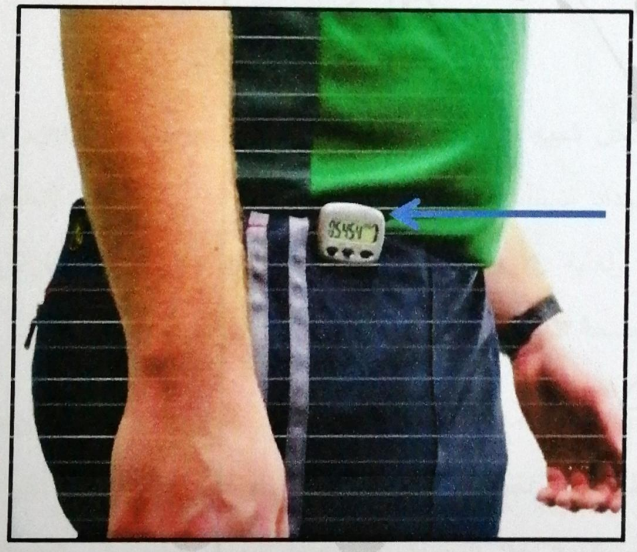
الخطوة المعتادة (Step)



الخطوة الواسعة (Pace)

شكل ١-٢ معامل الخطوة

ومن الجدير بالذكر أن هناك جهازاً يسمى بيدوميتر pedometer يمكن حمله ليقوم بتسجيل عدد الخطوات عندما تكون المسافات طويلة.



شكل ١-٣ جهاز الـ pedometer

معامل الخطوة = المسافات المقطوعة / معدل عدد الخطوات

يتغير معامل الخطوة تبعاً الى :

١. نوع الأرض وطبيعتها (محروثة أو غير محروثة).

٢. طول وعمر الشخص وحالته النفسية.

٣. الظروف الجوية.

٤. طوبوغرافية الأرض (حيث تطول خطوة الشخص أثناء النزول وتقصر عند الصعود).

معامل الخطوة نوعين :

١. **معامل الخطوة المنفردة :** وهي المسافة المحصورة بين مكان القدم الأيمن والأيسروطولها(٧٠-٩٠)سم.

٢. **معامل الخطوة المزدوجة:** وهي المسافة المحصورة بين مكان رفع القدم اليمنى أو اليسرى ومكان وضعه مرة أخرى وهي تعادل خطوتين.

مثال : ما هو معامل الخطوة لشخص قطع مسافة محصورة بمعدل ٥٤ خطوة مزدوجة؟

$$\text{معامل الخطوة المزدوجة} = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{معدل عدد الخطوات}} = \frac{100\text{ م}}{54\text{ خطوة}} = 1.85\text{ م / خطوة}$$

ب- طريقة عجلة القياس

عجلة القياس عبارة عن إطار دائري الشكل شبيه بعجلة الدراجة الهوائية ذو محيط ثابت معلوم . ويرتبط بالعجلة مقود ذو قبضتين مجهز بعداد لتسجيل المسافة عند دوران العجلة . والنوع الشائع الاستعمال هو الذي يقرأ بالأمتار والدسمترات ولغاية دقة مقدارها دسمتر واحد. وتفيد طريقة عجلة القياس في الأعمال الاستكشافية ووسيلة للتحقق من صحة نتائج القياسات الأخرى.

أما طريقة القياس : فتكون بوضع العجلة بحيث يكون محورها عمودياً على نقطة بداية المسافة المطلوب قياسها وتصفير العداد ثم البدء بالسير بالعجلة باتجاه نقطة النهاية، المعلمة بشاخص أو أي شيء آخر، محاولين أن يكون السير بخط مستقيم. ثم يقرأ العداد عند الوصول الى نقطة النهاية فتكون هي المسافة المطلوبة.

إن نتيجة المسافة المقيسة بهذه الطريقة تكون أكبر من طول المسافة الحقيقية، إلا إذا حصل خطأ في قراءة عداد تسجيل المسافة، والسبب يعود الى حصول انحراف عمودي بسبب الارتفاعات والانخفاضات على سطح الأرض فضلاً عن حصول انحراف أفقي نتيجة لصعوبة المحافظة على السير بخط مستقيم ودون انحراف من بداية المسافة الى نهايتها. وبذلك فإن هذه العجلة تقيس مسافة التلامس بين محيط العجلة وسطح الأرض وبديهياً تكون أكبر من مسافة الخط المستقيم المباشر بين بداية المسافة ونهايتها.

شكل ١-٣ عجلة القياس measuring wheel

ت- طريقة السلسلة أو الشريط

تشترك السلسلة والشريط بأنواعها المختلفة في طريقة قياس المسافات ويختلفان من حيث ظروف الاستعمال ودقة النتائج. واستعمال هاتين الاداتين يكون بمد احداهما بين نقطتي بداية المسافة ونهايتها وقراءة مقدار المسافة من تدريجات الأداة مباشرةً عندما تكون المسافة المطلوب قياسها أقصر من طول الأداة المستعملة. أما عندما تكون المسافة المطلوب قياسها أكبر من طول الأداة المستعملة ففي هذه الحالة لا بد من الاستعانة بأدوات أخرى مساعدة لتحديد مسار الخط المستقيم المباشر الذي يصل بين نقطة بداية المسافة ونهايتها. ومن ثم يكون القياس بأكثر من مرحلة واحدة تبعاً لطول المسافة وطول الأداة المستخدمة.

نظام وحدات قياس المساحات (وخاصة الزراعية) في جمهورية مصر العربية:

١ فدان	= ٢٤	قيراط
١ قيراط	= ٢٤	سهم

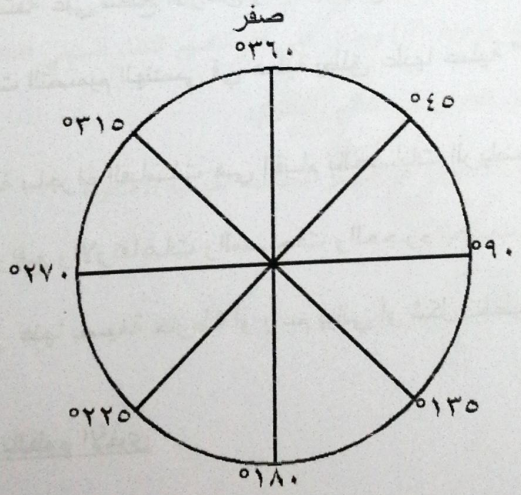
١ فدان	= ٤٢٠٠.٨٣	متر مربع
١ قيراط	= ١٧٥.٠٩	متر مربع
١ سهم	= ٧.٢٩	متر مربع

٢-٢ نظم قياس الزوايا:

توجد ثلاثة أنظمة لقياس الزوايا (والاتجاهات) وهي النظام الستيني و النظام المئوي و النظام الدائري:

٢-٢-١ النظام الستيني لقياس الزوايا:

في النظام الستيني تقسم الدائرة إلي ٣٦٠ قسما يسمي الجزء الواحد منها الدرجة الستينية ويرمز له بالرمز (°) ، ثم تقسم الدرجة الستينية الواحدة إلي ٦٠ جزءا يسمي الواحد منهم الدقيقة الستينية ويرمز له بالرمز (') ، ثم تقسم الدقيقة الستينية الواحدة إلي ٦٠ جزءا يسمي الواحد منهم الثانية الستينية ويرمز له بالرمز (").



شكل (٢-٢) النظام الستيني لقياس الزوايا

أي أن:

١ درجة ستينية °	=	٦٠ دقيقة ستينية '
١ دقيقة ستينية '	=	٦٠ ثانية ستينية "
١ درجة ستينية °	=	٦٠ × ٦٠ = ٣٦٠٠ ثانية ستينية "

وتكتب الزاوية الستينية بالشكل التالي: ٤٥" ٥٢' ١٢٧° أي: ١٢٧ درجة و ٥٢ دقيقة و ٤٥ ثانية.

مثال:

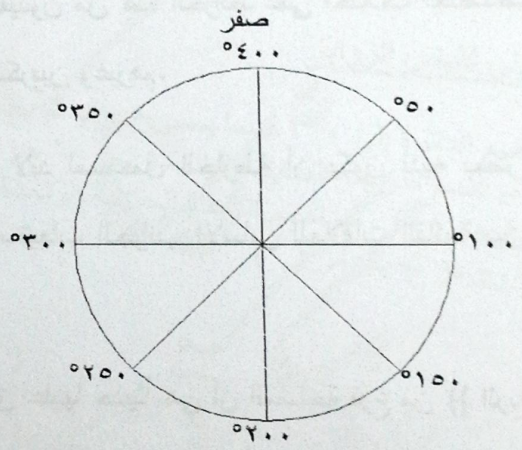
الزاوية ٤٥" ٥٢' ١٢٧° = (٤٥" ÷ ٦٠) + ٥٢' + ١٢٧° = ١٢٧°٥٢'٥٢.٧٥

= (٥٢.٧٥' ÷ ٦٠)' + ١٢٧° = ١٢٧.٨٧٩١٦٧ °

= (٤٥" ÷ ٦٠) + (٥٢' ÷ ٦٠) + ١٢٧° = ١٢٧.٨٧٩١٦٧ °

٢-٢-٢ النظام المئوي لقياس الزوايا:

في النظام المئوي (يسمي أيضا جراد) تقسم الدائرة إلي ٤٠٠ قسما يسمي الجزء الواحد منها الدرجة المئوية أو الجراد ويرمز له بالرمز (g) ، ثم تقسم الدرجة المئوية الواحدة إلي ١٠٠ جزءا يسمي الواحد منهم الدقيقة المئوية ويرمز له بالرمز (c) ، ثم تقسم الدقيقة المئوية الواحدة إلي ١٠٠ جزءا يسمي الواحد منهم الثانية المئوية ويرمز له بالرمز (cc).



شكل (٢-٣) النظام المئوي لقياس الزوايا

أي أن:

١ درجة مئوية g = ١٠٠ دقيقة مئوية c

١ دقيقة مئوية c = ١٠٠ ثانية مئوية cc

١ درجة مئوية g = ١٠٠ × ١٠٠ = ١٠٠٠٠ ثانية مئوية cc

وتكتب الزاوية الستينية بالشكل التالي: ٨٥cc ٦٢c ٣٧٢g أي: ٣٧٢ درجة و ٦٢ دقيقة و ٨٥ ثانية.

مثال:

الزاوية $^{g}٣٧٢\ ^{c}٦٢\ ^{cc}٨٥$

$= (^{cc}٨٥ \div ١٠٠) + ^{c}٦٢ + ^{g}٣٧٢$ $= ^{g}٣٧٢\ ^{c}٦٢.٨٥$

$= (^{c}٦٢.٨٥ \div ١٠٠) + ^{g}٣٧٢$ $= ^{g}٣٧٢.٦٢٨٥$

$= (^{cc}٨٥ \div ١٠٠) + (^{c}٦٢ \div ١٠٠) + ^{g}٣٧٢ = ^{g}٣٧٢.٦٢٨٥$

٢-٢-٣ النظام الدائري لقياس الزوايا:

يعادل التقدير الدائري لأي زاوية النسبة بين طول القوس الذي يقابل هذه الزاوية (المقطوع من دائرة مركزها رأس هذه الزاوية) ونصف قطر هذه الدائرة.

تقاس الزاوية الدائرية بوحدات تسمي "الراديان" - ويرمز له بالرمز ʳ - حيث يكون محيط الدائرة الكاملة = ٢ ط = ٢ × ٢٢ ÷ ٧ = ٦.٢٨٣١٨٥٣٠٧ راديان.

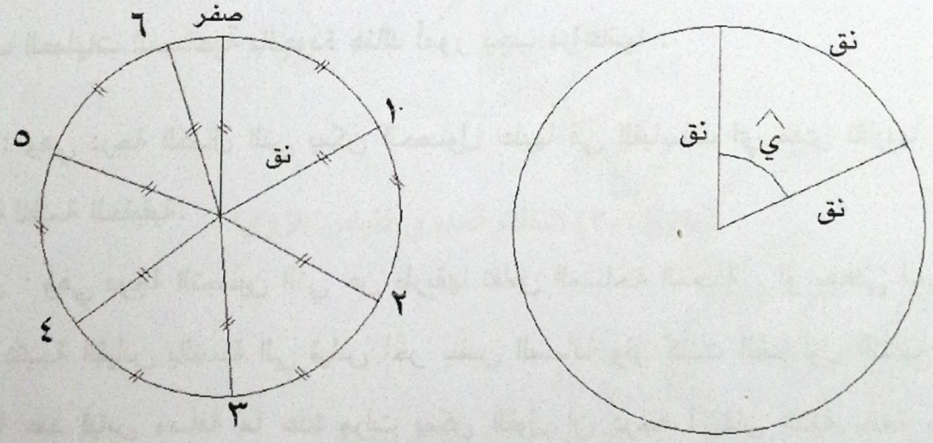
أي أن:

١ راديان $= ^{o}٥٧.٢٩٥٧٧٩٥$

$= ^{o}٥٧\ '١٧\ "٤٤.٨$

$= "٢٠٦٢٦٥$

$= ^{g}٦٣.٦٦١٩٩٧٢$



شكل (٢-٤) النظام الدائري لقياس الزوايا

٢-٢-٤ التحويل بين نظم قياس الزوايا:

(أ) للتحويل بين النظام الستيني و النظام المئوي:

بما أن الدائرة تعادل ٣٦٠ درجة ستينية وفي نفس الوقت تعادل ٤٠٠ درجة مئوية ، أي أن:

٣٦٠ درجة ستينية = ٤٠٠ درجة مئوية

إذن:

١ درجة ستينية	= ١.١١١١١١	درجة مئوية
١ درجة مئوية	= ٠.٩	درجة ستينية

(ب) للتحويل بين النظام الستيني و النظام الدائري:

بما أن الدائرة تعادل ٣٦٠ درجة ستينية وفي نفس الوقت تعادل ٢ ط راديان ، أي أن:

٣٦٠ درجة ستينية = ٢ ط راديان

إذن:

١ درجة ستينية	= ط ÷ ١٨٠	راديان
١ درجة دائرية	= ١٨٠ ÷ ط	درجة ستينية

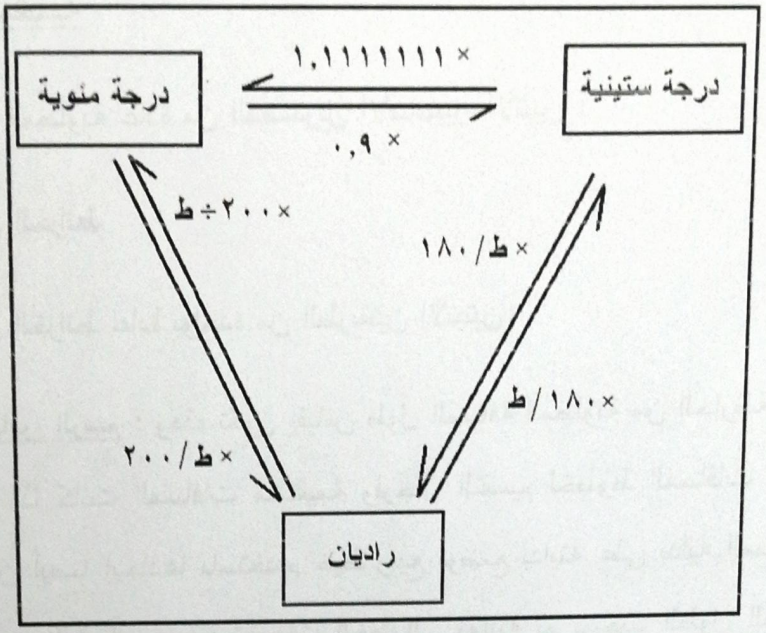
(ج) للتحويل بين النظام المئوي و النظام الدائري:

بما أن الدائرة تعادل ٤٠٠ درجة مئوية وفي نفس الوقت تعادل ٢ ط راديان ، أي أن:

٤٠٠ درجة مئوية = ٢ ط راديان

إذن:

١ درجة مئوية	= ط ÷ ٢٠٠	راديان
١ درجة دائرية	= ٢٠٠ ÷ ط	درجة مئوية



شكل (٢-٥) التحويل بين نظم قياس الزوايا

أمثلة:

١- حول الزاوية المئوية ٤٥^{cc} ٨٠^{c} ١٧١^{g} إلي التقدير الستيني:

الزاوية = (٤٥ ÷ ١٠٠٠٠) + (٨٠ ÷ ١٠٠) + ١٧١ = ١٧١.٨٠٤٥ ^{g}
= ١٧١.٨٠٤٥ × ٠.٩ = ١٥٤.٦٢٤٠٥ ^{o}
= ١٥٤ ^{o} ٣٧" ٢٧"

٢- حول الزاوية ١٥٤ ^{o} ٣٧" ٢٧" إلي التقدير الدائري:

الزاوية = (٢٧ ÷ ٣٦٠٠) + (٣٧ ÷ ٦٠) + ١٥٤ = ١٥٤.٦٢٤٠٥ ^{o}
= ١٥٤.٦٢٤٠٥ × ط / ١٨٠
= ٢.٦٩٩٧٨٥ راديان

٢-٣ الأشكال الهندسية البسيطة:

مساحة المربع = مربع طول الضلع = طول الضلع × نفسه (٢-١)

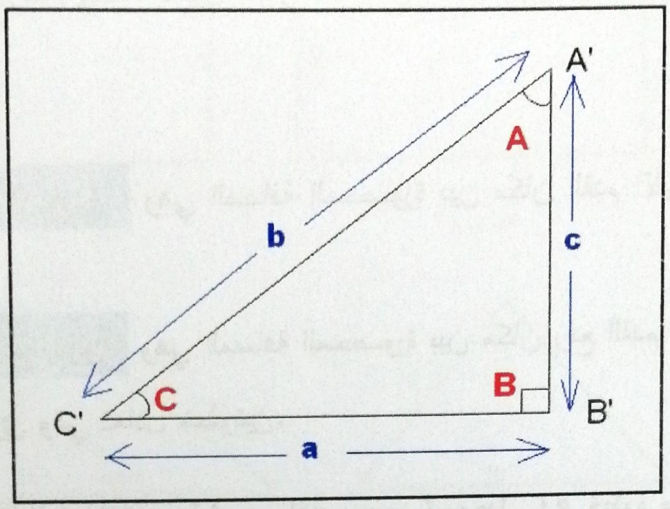
مساحة المستطيل = الطول × العرض (٢-٢)

مساحة متوازي الأضلاع = القاعدة × الارتفاع (٢-٣)

مساحة المعين = القاعدة × الارتفاع أو = نصف حاصل ضرب القطرين (٢-٤)

مساحة شبه المنحرف = نصف مجموع القاعدتين × الارتفاع (٢-٥)

المثلث قائم الزاوية:



شكل (٢-٧) المثلث قائم الزاوية

النسب المثلثية:

جا أو sin لأي زاوية = طول الضلع المقابل / طول الوتر (٢-١١)

جتا أو cos لأي زاوية = طول الضلع المجاور / طول الوتر (٢-١٢)

ظا أو tan لأي زاوية = طول الضلع المقابل / طول الضلع المجاور (٢-١٣)

في المثلث الموضح فأن:

$\text{Sin } C = c / b$, $\cos C = a / b$, $\tan C = c / a$ (2-14)

معادلة فيثاغورث:

مربع طول الوتر = مربع طول المقابل + مربع طول المجاور

$b^2 = a^2 + c^2$ (2-15)

So:

$b = \sqrt{(a^2 + c^2)}$

$a = \sqrt{(b^2 - c^2)}$

$c = \sqrt{(b^2 + a^2)}$

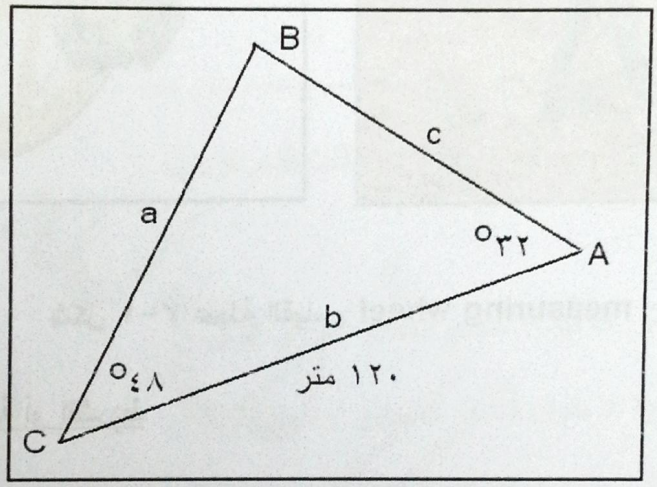
قانون جيب الزاوية:

لأي مثلث سواء كان قائم الزاوية أو لا فأن:

طول الضلع الأول / جا الزاوية المقابلة له = طول الضلع الثاني / جا الزاوية المقابلة له = طول الضلع الثالث / جا الزاوية المقابلة له

$$a / \sin A = b / \sin B = c / \sin C \qquad (2\text{-}16)$$

وبذلك يمكن حل المثلث (أي حساب باقي معلوماته) إذا علمنا منه زاويتين و ضلع:



شكل (٢-٨) مثال للمثلث غير قائم الزاوية

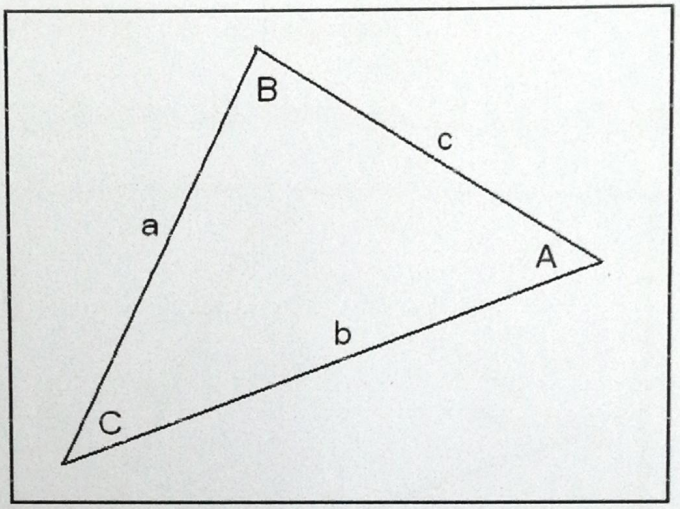
مثال:

$B = 180^\circ - (32^\circ + 48^\circ) = 100^\circ$
$120 / \sin 100^\circ = a / \sin 32^\circ = c / \sin 48^\circ$
$a = 120 \times \sin 32^\circ / \sin 100^\circ = 64.57$ m
$c = 120 \times \sin 48^\circ / \sin 100^\circ = 90.55$ m

قانون جيب تمام الزاوية:

لأي مثلث سواء كان قائم الزاوية أو لا فأن:

مربع طول أي ضلع = مجموع مربعي الضلعين الآخرين ناقص ضعف حاصل ضربهما في جيب تمام الزاوية المحصورة بينهما:



شكل (٢-٩) المثلث غير قائم الزاوية

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2\,b\,c\cos A \qquad (2\text{-}17)$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2\,a\,c\cos B \qquad (2\text{-}18)$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2\,a\,b\cos C \qquad (2\text{-}19)$$

وبذلك يمكن حل المثلث (أي حساب باقي معلوماته) إذا علمنا منه ضلعين و زاوية.

معادلات مثلثيه أخرى:

$$\sec = 1 / \cos \qquad (2\text{-}20)$$

حيث: sec = قا الزاوية

$$\csc = 1 / \sin \qquad (2\text{-}21)$$

حيث: csc = قتا الزاوية

$$\cot = 1 / \tan \qquad (2\text{-}22)$$

حيث: cot = ظتا الزاوية

$$\sin^2 + \cos^2 = 1 \qquad (2\text{-}23)$$

المحاضرة الثانية : وحدات القياس Units of Measurement

تتطلب المقارنة بين مقدارين مختلفين وجود عامل مشترك هو ((وحدة القياس)) فإذا كان للطول فهو (وحدة طول) وإذا كان للسطوح فهو (وحدة مساحة) وهكذا ... وعدد مرات احتواء المقدار على هذه الوحدة يسمى الطول أو المساحة أو غيرهما بهذه الوحدة. وبالنظر لوجود أكثر من وحدة قياس ، فإن من الضروري ذكر إسم الوحدة المستعملة دائماً بعد لفظ أو كتابة العدد الدال عليها. فمثلاً لو كانت الوحدة المستعملة في القياس هي المتر وكانت المسافة (٥٠٠) مرة بقدر المتر فمن غير الجائز ذكر الرقم (٥٠٠) مجرداً ، وإنما يجب ذكر الوحدة بعده مباشرةً أي المتر فيقال (٥٠٠ متر) بدلاً من (٥٠٠) فقط.

تستخدم وحدات القياس في المساحة عامةً للتعبير عن الطول ومقدار الزاوية ثم المساحات والحجوم التي يعبر عنها بمربعات ومكعبات الوحدات المستعملة للاطوال.

لقد استعمل الانسان وحدات طبيعية مختلفة في القياس ولا زال البعض منها معمولاً به في هذا الجزء من العالم أو ذاك. ولكن في الوقت الحاضر نجد أن النظامين الاكثر شيوعاً هما النظام الانكليزي والنظام المتري؛ مع تفضيل للثاني على الأول بسبب اعتماده النظام العشري أساساً لمضاعفات وأجزاء وحداته الأساس وسهولته وأساسه العلمي.

أ- النظام الانكليزي English System

وحدة الطول الأساس في النظام الإنكليزي هي الياردة التي يقال أنها طول ذراع الملك هنري الأول وهي طول ثابت من البرونز محفوظ في قاعة الطبيعيات في متحف وستمنستر في لندن بدرجة حرارة ٦٢ فهرنهايت. وتوجد أجزاء ومضاعفات لهذه الوحدة يتخذ من مربعاتها ومكعباتها أساساً لقياس المساحات والحجوم. أما وحدات قياس الزوايا بالنظام الانكليزي فهي الدرجة وهي ناتجة عن تقسيم الدائرة من نقطة مركزها الى (٣٦٠) قسماً أو درجة ورمزها (°) يوضع فوق الرقم وكل درجة تقسم الى (٦٠) دقيقة ورمزها (/) وكل دقيقة تحتوي على (٦٠) ثانية ورمزها (//) ويطلق على هذا التقسيم النظام الستيني sexagesimal system .

أولاً : وحدات القياس الطولي في النظام الإنكليزي

تعد البوصة (الإنج) (Inch) : هي أصغر الوحدات القياسية الانكليزية

١٢ بوصة (إنج) = ١ قدم

٣ قدم = ١ ياردة = ٣٦ إنج (بوصة)

٦٣٣٦٠ إنج = ١ ميل

٥٢٨٠ قدم = ١ ميل

١٧٦٠ ياردة = ١ ميل

ب- النظام المتري Metric System

ويسمى أيضاً ((النظام العالمي)) حيث وحدة الطول الأساس فيه هي المتر الذي قررته توصيات لجنة في الأكاديمية الفرنسية سنة ١٧٩١ ميلادية ضمن تقريرها المقدم الى الجمعية الوطنية الفرنسية التي ثبتت الطول القياسي للمتر على قطعة مصنوعة من سبيكة معدنية مؤلفة من ٩٠ % بلاتين و١٠ % ايريديوم وهي محفوظة في أحد المراصد قرب باريس وتحتفظ عدد من البلدان بنماذج منها. وقد اتخذت فرنسا المتر وحدة اساساً للقياس في سنة ١٧٩٩ ميلادية.

للمتر اساس علمي، فهو يعادل ١٠/١ مليون من ربع خط الزوال للكرة الأرضية عند مستوى سطح البحر محدداً ومقيساً من المساحات التطبيقية (الجيوديزية) الواسعة بين برشلونة ودنكرك أو هو ٤٠/١ مليون من طول محيط الأرض المار بالقطبين وبمدينة باريس تقريباً. أما اجزاء ومضاعفات المتر فهي كما يأتي:

أجزاء المتر		مضاعفات المتر	
دسمتر	٠,١	دكامتر	١٠
سنتمتر	٠,٠١	هكتومتر	١٠٠
ملليمتر	٠,٠٠١	كيلومتر	١٠٠٠
مايكرومتر	٠,٠٠٠٠٠١	ميكامتر	١٠٠٠٠٠٠
نانومتر	٠,٠٠٠٠٠٠٠٠١	سيكامتر	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠
بيكومتر	٠,٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١	تيرامتر	١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

أما قياس الزوايا بالنظام المتري فيكون بالنظام المئوي Centesimal System وأساسه الدرجة المئوية (الكراد grad or grade ويرمز لها بالحرف g) الناتجة من تقسيم الدائرة من نقطة مركزها الى (٤٠٠) قسم وكل درجة مئوية تنقسم الى (١٠٠) دقيقة مئوية يرمز لها بالحرف C اختصاراً لكلمة Centigrade التي بدورها تنقسم الى (١٠٠) ثانية مئوية يرمز لها بالحرفين CC اختصاراً للتعبير Centi-Centigrade وقد تستخدم نفس اشارتي الدقيقة والثانية في النظام الستيني أي (/) و (//) ولكن بعد عكس اتجاه الاشارتين لتصبحا (\ ) و (\\ ) على الترتيب. وقد ظهر النظام المئوي لأول مرة عام ١٩٤١.

وتستعمل للاغراض العسكرية تقسيمات أخرى للدائرة من أجل 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 الأمريكي.

ثانياً : وحدات القياس الطولي في النظام الفرنسي

١) ١٠ مم = ١ سم
٢) ١٠ سم = ١ دسم
٣) ١٠ دسم = ١ م
٤) ١٠ م = ١ ديكامتر
٥) ١٠ ديكامتر = ١ هكتو متر = ١٠٠ م
٦) ١٠ هكتومتر = ١ كم = ١٠٠٠ م
٧) ١٠٠ سم = ١ م
٨) ١٠٠٠ م = ١ كم

كما أن :

١) ١ م = ٣,٢٨٠٩٠ قدم
٢) ١ كم = ٠,٦٢١٣٨
٣) ١ كم = ١٠٩٣,٦٢ ياردة
٤) ١ إنج = ٢,٥٣٩٩٥ سم = ٢٥,٣٩٩٥ مم
٥) ١ قدم = ٣٠,٤٨
٦) ١ ميل = ١,٦٠٩٣١٥ كم

ثالثاً : وحدات المساحة : وهي مربعات وحدات القياس الطولي في النظام الانكليزي والفرنسي

مثلاً : من وحدات قياس المساحة :

١ م^{٢} ، ١ هكتار ، كم^{٢} ، قدم^{٢} ، بوصة^{٢} ،.....

كما ن ١ م^{٢} = ١٠,٧٦٤١ قدم^{٢}

١ هكتار = ٢,٤٧١١٤ أيكر

١ كم^{٢} = ١٠٠ هكتار

وفي العراق يستعمل المتر المربع (م^{٢}) والـ أولك والدونم في قياس المساحات إذ أن :

١ م^{٢} = ١٠٠٠٠ سم^{٢}

١ أولك = ١٠٠ م^{٢}

١ دونم = ٢٥٠٠ م^{٢}

١كم^{٢} = ٤٠٠ دونم

١ هكتار = ٤ دونم = ١٠٠٠٠ م^{٢}

١ كم^{٢} = ١٠٠٠٠٠٠ م^{٢}

رابعاً : وحدات الحجوم : وهي مكعبات وحدات القياس الطولي في النظام الفرنسي والانكليزي

مثلاً : م^{٣} ، قدم^{٣} ، وهكذا

مثال ١ : قطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها ٢٠٠ م الطول ، ٥٠ م العرض ، أوجد مساحتها بـ : م^{٢} ، قدم^{٢} ، كم^{٢} ، الدونم ، هكتار ، أولك ، سم^{٢} ؟

الحل : مساحة المستطيل = الطول × العرض

١. = ٢٠٠م × ٥٠ م = ١٠٠٠٠ م^{٢} مساحة الشكل بالمتر مربع
٢. مساحة الشكل بـ قدم^{٢} هناك أكثر من طريقة للحل إذ يمكن ايجاد المساحة بتحويل أبعاد المستطيل من متر الى قدم إذ أن كل ١ م = ٣,٢٨ قدم

إذن لايجاد طول المستطيل بالقدم نعمل الآتي : ٢٠٠ م × ٣,٢٨ = ٦٥٦ قدم طول المستطيل .

عرض المستطيل = ٥٠ م × ٣,٢٨ = ١٦٤ قدم عرض المستطيل .

بما أن مساحة المستطيل قدم^{٢} = الطول (قدم) × العرض (قدم) .

= ٦٥٦ قدم ١٦٤ قدم = ١٠٧٥٨٤ قدم^{٢} مساحة المستطيل .

❖ **وهناك طريقة النسبة والتناسب**

إذ أن

م^{٢}	قدم^{٢}
١ م^{٢}	١٠,٧٦ قدم^{٢}
١٠٠٠ م^{٢}	س

الوسطين في الطرفين ⟵ إذن س = $\frac{١٠٠٠٠ \text{ م}^{٢} \times ١٠,٧٦ \text{ قدم}^{٢}}{١ \text{ م}^{٢}}$ = ١٠٧٦٠٠ قدم^{٢}

٣. كم^{٢}

٤.

كم^{٢}	م^{٢}
١ كم^{٢}	١٠٠٠٠٠٠ م^{٢}

س	١٠٠٠٠ م^{٢}

بما أن س = ١ كم^{٢} × ١٠٠٠٠ م^{٢} = ٠,٠١ كم^{٢}

١٠٠٠٠٠٠ م^{٢}

٥. الدونم

الطريقة الأولى :

دونم	م^{٢}
١ دونم	٢٥٠٠ م^{٢}
س	١٠٠٠٠ م^{٢}

بما أن س = ١ دونم × ١٠٠٠٠ م^{٢}

٢٥٠٠ م^{٢}

إذن س = ٤ دونم

الطريقة الثانية بما أن كل دونم = ٢٥٠٠ م^{٢}

إذن ١٠٠٠٠ م^{٢} = ٤ دونم أي $\frac{10000}{2500}$ م = ٤ دونم

٦. هكتار : الطريقة الأولى :

هكتار	م^{٢}
١ هكتار	١٠٠٠٠ م^{٢}
س	١٠٠٠٠ م^{٢}

بما أن س = ١٠٠٠٠ م^{٢} × ١ هكتار = ١ هكتار

١٠٠٠٠ م^{٢}

الطريقة الثانية : بما أن كل ١٠٠٠٠ م^{٢} = ١ هكتار والموجود هو ١٠٠٠٠ م^{٢} إذن = ١ هكتار

٧. أولك

الطريقة الأولى :

أولك	م^{٢}
١ أولك	١٠٠ م^{٢}
س	١٠٠٠٠ م^{٢}

إذن س = $\frac{١٠٠ \text{ م}^{٢} \times ١ \text{ أولك}}{١٠ \text{ م}^{٢}}$

= ١٠٠ أولك

والطريقة الثانية : بما أن ١ أولك = ١٠٠ م^{٢} إذن ١٠٠٠ م^{٢} = ١٠٠ أولك أي $\frac{١٠٠٠ \text{ م}^{٢}}{١٠ \text{ م}^{٢}}$

= ١٠٠ أولك

٨. سم^{٢}

م^{٢}	سم^{٢}
١ م^{٢}	١٠٠٠سم^{٢}
١٠٠٠٠ م^{٢}	س

إذن س = $\frac{١٠٠٠٠ \text{ م}^{٢} \times ١٠٠٠٠ \text{ سم}^{٢}}{١ \text{ م}^{٢}}$

= ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠ سم^{٢}

أنواع ومصادر الأخطاء في استخدام الشريط

أنواع الأخطاء عند القياس بالشريط:

أثناء عملية القياس يمكن أن تحصل بعض الأخطاء، ويمكن حصر هذه الأخطاء في الأنواع التالية:

أنواع الأخطاء:

أولاً: الغلط.

ثانياً: الأخطاء المنتظمة وتنقسم إلى:

أ. أخطاء طبيعية.

ب. أخطاء آلية.

ج. أخطاء شخصية.

ثالثاً: الأخطاء العشوائية (عارضة).

أولاً: الغلط:

وينشأ في العادة من سوء استخدم الشريط أو إهمال أو سهو أو نسيان أو غلط في القراءة، ويتضح الغلط في الأرصاد المتكررة لكبر المسافة ويفضل حذف الأرصاد التي بها غلط لأنها لا تخضع لنظام معين.

ويمكن تجنب الغلطات بالجد أثناء العمل والحرص الشديد عند قراءة الشريط وتكرار القراءة بعد التسجيل للتأكد من صحة التسجيل.

ثانياً: الخطاء المنتظم الحدوث:

ويكون ثابت لجميع الأرصاد التي تمت في ظروف واحدة لأنه، ينتج عند استعمال الشريط في ظروف تختلف عن ظروف معايرته، ويسهل معرفة أسباب الأخطاء وبالتالي حسابها وحسمها من القياسات، وتنقسم للتالي:

أ. أخطاء طبيعية.

وتنشأ نتيجة اختلاف الأحوال الجوية عند القياس و المعايرة مثل تمدد الشريط بالحرارة وانكماشه بالبرودة وتعالج هذه الأخطاء بمعرفة القوانين الطبيعية.

ب. أخطـاء آليـــة.

وتنشأ من عيب في صناعة أو ضبط الشريط مثل خطاء تقسيم الشريط، وتعالج هذه الأخطاء بضبط الشريط وحساب قيمة الخطأ ثم تصحيح الأرصاد.

ج. أخطاء شخصية.

وتنتج من اعتياد الراصد على أسلوب خاطئ في الرصد ويعرف بالمعادلة الشخصية مثل اعتياد الراصد على استعمال بداية حلقة الشريط على أنها صفر الشريط وقد لا يكون هو صفر حسب تقسيم الشريط .

ومن الأخطاء المنتظمة الحدوث:

١. خطا التمدد أو الانكماش في طول الشريط.
٢. اختلاف الطول الحقيقي عن الطول الاسمي للشريط.
٣. اختلاف قوة الشد أثناء عملية القياس.

ويتم تلافي الأخطاء المنتظمة بإحدى الطريقتين:

١. إيجاد العلاقة الرياضية بين هذه الأخطاء والكمية المقاسة وحساب مقدار التصحيح اللازم.
٢. العناية والدقة في اختيار طرق القياس وأرصاد مناسبة تمكن من تلافي كثير من الأخطاء.

ثالثاً: الأخطاء العشوائية:

وهي أخطاء لا يمكن معرفتها وتحديدها بسهولة لأنها ليس لها سلوك نظامي، عادة تكون أخطاء صغيرة جداً، و يعالج هذا النوع بواسطة نظرية الأخطاء.

مصادر الأخطاء عند القياس بالشريط :

١. الخطأ الناشئ عن القياس بشريط غير مضبوط.
٢. الخطأ الناتج عن ترخيم الشريط.
٣. الخطأ الناتج عن عدم الدقة في التوجيه.
٤. الخطأ الناتج من عدم وضع الشوكة في نهاية الشريط.
٥. الخطأ الناتج من عدم أفقية الشريط.

٦. الخطأ الناتج عن اختلاف قوة الشد المستعملة عن قوة الشد أثناء المعايرة.

٧. الخطأ الناتج عن اختلاف درجة الحرارة عند القياس عن المعايرة.

٨. الغلط في قراءة الشريط أو كتابة القراءة وكذلك الخطأ في عد الشوك.

ويتم معالجة هذه الأخطاء وتصحيحها كل على حدة وحسب معادلات رياضية ونظرية الأخطاء.

وهذه بعض الأمثلة على أخطاء القياس بالشريط والتي يجب معرفتها والتدرب على علاجها.

مثال (١):

قاس مساح المسافة بين النقطتين (أ ، ب) في الطبيعة فكانت ١٦٠م ، بشريط طوله ٣٠ م (الطول الاسمي)، وبعد معايرة الشريط وجد أنه ينقص ٦ سم عن الطول الحقيقي.

احسب الطول الحقيقي للمسافة (أ ب) .

الحل :

الطول الحقيقي للشريط = طول الشريط الاسمي – مقدار الخطأ

= ٣٠,٠٠ – ٠,٠٦ = ٢٩,٩٤ م

الطول الاسمي للشريط = ٣٠ م

الطول الاسمي للمسافة = ١٦٠ م

الطول الحقيقي للمسافة = ؟؟؟؟ م

$$\frac{\text{طول الشريط الحقيقي}}{\text{الطول الاسمي للشريط}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للخط}}{\text{الطول الاسمي للخط}}$$

$$\frac{٢٩,٩٤}{٣٠,٠٠} = \frac{\text{الطول الحقيقي}}{١٦٠,٠٠}$$

$$\text{الطول الحقيقي للمسافة} = \frac{١٦٠ \times ٢٩,٩٤}{٣٠,٠٠}$$

الطول الحقيقي للمسافة = ١٥٩,٦٨ متر .

مثال (٢):

أرض على طريق تم قياس طولها فكان ١٣٥٠م، بشريط طوله ٥٠م (الطول الاسمي) وبعد معايرة الشريط وجد انه يزيد عن الطول الحقيق ٤سم.

احسب الطول الحقيقي لطول الأرض.

الحل :

الطول الحقيقي للشريط= طول الشريط الاسمي + مقدار الخطأ

= ٥٠,٠٠ + ٠,٠٤ = ٥٠,٠٤ م

الطول الاسمي للشريط = ٥٠ م

الطول الاسمي للأرض = ١٣٥٠ م

الطول الحقيقي للأرض = ؟؟؟؟ م

$$\frac{\text{طول الشريط الحقيقي}}{\text{الطول الاسمي للشريط}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للخط}}{\text{الطول الاسمي للخط}}$$

$$\frac{٥٠,٠٤}{٥٠,٠٠} = \frac{\text{الطول الحقيقي}}{١٣٥٠,٠٠}$$

$$\text{الطول الحقيقي للأرض} = \frac{٥٠,٠٤ \times ١٣٥٠,٠٠}{٥٠,٠٠}$$

الطول الحقيقي للمسافة = ١٣٥١,٠٨ م

مثال (٣):

تم قياس طول أرض فكان يساوي ١٣٥ م بشريط طوله يساوي ٣٠ م، واتضح أن الشريط فيه عيب، وأعيد قياس طول بشريط آخر فكان الطول يساوي ١٣٤,٧٢ م.

احسب الطول الحقيقي للشريط الأول.

الحل :

$$\frac{\text{طول الشريط الحقيقي}}{\text{الطول الاسمي للشريط}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للخط}}{\text{الطول الاسمي للخط}}$$

الطول الحقيقي للشريط = ؟؟؟ م

الطول الاسمي للشريط = ٣٠ م

الطول الحقيقي للأرض = ١٣٥,٠٠ م

الطول الاسمي للأرض = ١٣٤,٧٢ م

$$\frac{\text{طول الشريط الحقيقي}}{٣٠} = \frac{١٣٥,٠٠}{١٣٤,٧٢}$$

الطول الحقيقي للمسافة = $\frac{١٣٥,٠٠ \times ٣٠}{١٣٤,٧٢}$

= ٣٠,٠٦ م

مقدار الخطأ = الطول الحقيقي للشريط – الطول الاسمي للشريط

= ٣٠,٠٦ – ٣٠,٠٠ = ٠,٠٦ متر

مثال (٤):

في احدي المشاريع أراد مدير المشروع من المساح توقيع مسافة مقدارها ٢٠٠ متر وكان معه شريط طوله الاسمي يساوي ٥٠ متر، واتضح أن الشريط فيه عيب وبه زيادة تساوي ١٥ سنتمتر .

احسب الطول الحقيقي للمسافة الذي يوقعها المساح.

الحل :

$$\frac{\text{طول الشريط الحقيقي}}{\text{الطول الاسمي للشريط}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للخط}}{\text{الطول الاسمي للخط}}$$

الطول الحقيقي للشريط = ٥٠ + ٠,١٥ = ٥٠,١٥ م

الطول الاسمي للشريط = ٥٠ م

الطول الحقيقي للمسافة = ٢٠٠,٠٠ م

الطول الاسمي للمسافة = ؟؟؟؟؟؟ م

$$\frac{٥٠,١٥}{٥٠} = \frac{٢٠٠}{؟؟؟؟؟}$$

الطول الحقيقي للمسافة = $\frac{٢٠٠ \times ٥٠}{٥٠,١٥}$

= ١٩٩,٤٠م

الباب الثانى
مقاييس الرسم

٢-١- مقدمة

من الطبيعى أنه لايمكن رسم خرائط لمنطقة معينة بأبعادها الطبيعية لذلك نضطر لتصغير هذه الأبعاد لإمكان رسمها على الورقة وذلك بنسب تصغير مناسبة تتوقف هذه النسبة على:

١- أهمية العمل المراد إنشاء الخريطة له.
٢- أبعاد اللوحة التى ترسم عليها الخريطة.
٣- نوع الخريطة من حيث الغرض التى تنشأ من أجله.

ولذا يجب تحويل الأبعاد فى الطبيعة الى نسبة معينة منها وتسمى بمقياس الخريطة أو مقياس الرسم بمعنى آخر أن مقياس الرسم هو النسبة الثابتة بين طول أى بعد على الخريطة والطول المقابل له فى الطبيعة فمثلاً إذا قيس طول على الخريطة فكان مقداره ١٠ سم وكان هذا الطول يمثل على الطبيعة ٥ كم فإن مقياس الرسم يكون (١٠ : ٥ × ١٠٠٠ × ١٠٠) أى يساوى ١ : ٥٠٠٠٠ ويقرأ واحد الى خمسين ألف.

٢-٢- أنواع مقاييس الرسم:

تنقسم مقاييس الرسم المستعملة فى المساحة الى نوعان:

أ- المقاييس العددية:

وهى نسبة ثابتة عبارة عن كسر أعتيادى بسطه الواحد الصحيح ومقامه العدد الدال على مقدار الطول الطبيعى والمساوى له ويكون مقياس الرسم نسبة مثل ١ : ٥٠٠٠ وأحيانا كسر اعتيادى مثل $\frac{١}{٥٠٠٠}$.

ب- المقاييس التخطيطية:

لتعيين الأطوال على الطبيعة بإستخدام المقياس العددى لابد لنا من أجراء عمليات حسابية على الأطوال الموجودة على الخريطة. ويمكن

الأستغناء عن هذه العمليات الحسابية التى تتم كل مرة لتعيين طول معين على الطبيعة وذلك برسم مقياس الرسم للخريطة بطريقة معينة ويعين من هذا المقياس الأطوال بصورة مباشرة وتعرف هذه المقاييس بالمقاييس التخطيطية ومزايا هذه المقاييس:

١- توفير الوقت وقلة أحتمال الخطأ.

٢- أبسط من المقاييس العددية خصوصا إذا كانت القطعة المراد رسمها تحتوى على خطوط كثيرة.

٣- برسم المقياس التخطيطى فى أسفل الخريطة فتتعرض هذه المقاييس لنفس العوامل المؤثرة على الخريطة بمعنى أن أى تغير يطرأ على الخريطة من تمدد أو إنكماش يقابله تغير مماثل على مقياس رسم الخريطة وتنقسم المقاييس التخطيطية الى مقاييس تخطيطية بسيطة ومقاييس شبكية.

٢-٢-١- المقاييس التخطيطية البسيطة:

المقاييس التخطيطية البسيطة تعرف احيانا بالمقاييس الطولية وهى عبارة مسطرة صغيرة مرسومة أعلى أو اسفل الخريطة. والأمثلة التالية توضح كيف يمكن تصميم هذه المقاييس:

مثال١: أرسم مقياس رسم بسيط ١ : ١٠٠٠ بدقة ٢ متر

الحل:

معنى هذا المقياس أن وحدة الطول على الخريطة يقابها ١٠٠٠ وحدة من هذا الطول فى الطبيعة فنقول:

١ سم على الخريطة يقابله فى الطبيعة ١٠٠٠سم

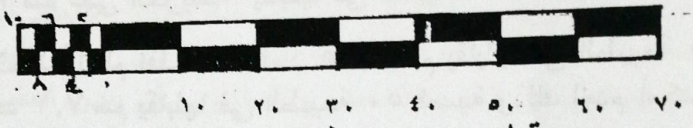
١ سم على الخريطة يقابله فى الطبيعة ١٠ متر

لرسم هذا المقياس نرسم خط مستقيم بطول مناسب ونأخذ عليه أقسام متساوية طول كل قسم ١ سم ويكتب عليها ما تساويها فى الطبيعة وهى ١٠ متر. وبمقياس الرسم هذا يكون أصغر قسم يمكن معرفته هو ١٠متر وحيث أن الدقة المطلوبة من المقياس هى ٢متر بمعنى آخر أن أقل قراءة على المقياس تساوى ٢متر لذلك نأخذ قسم (١سم) على يسار القسم الأول ونقسمه الى عدد من الأجزاء يمكن تحديدها من العلاقة الآتية:

$$\text{عدد أقسام المقياس} = \frac{\text{ما يمثله الوحدة}}{\text{الدقة المطلوبة}}$$

عدد أقسام المقياس = ١٠متر / ٢متر = ٥ أقسام

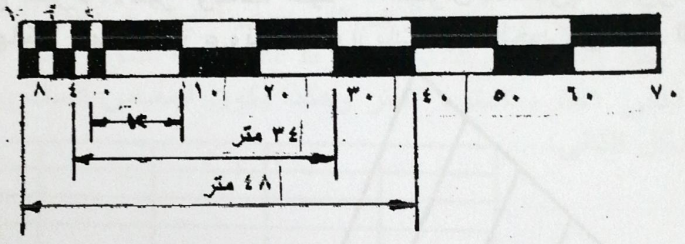
بتقسيم القسم الأيسر الى خمس أجزاء كل جزء يساوى ٢متر. كما يوضح الشكل التالى:



مقياس رسم بسيط (١ : ١٠٠٠)

مثال٢: فى المثال السابق بين على المقياس الأبعاد ١٢ متر، ٣٤متر، ٤٨ متر

الحل:



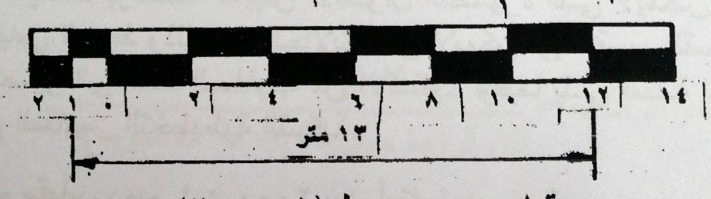
مثال٣: أرسم مقياس رسم بسيط ١: ٢٠٠ بدقة ١متر مبينا عليه البعد ١٣متر.

الحل:

كل ١سم على الخريطة يقابله ٢٠٠سم فى الطبيعة

كل ١سم على الخريطة يقابله ٢متر فى الطبيعة

عدد الأقسام = ٢ / ١ = ٢ قسم



مقياس رسم بسيط (١ : ٢٠٠)

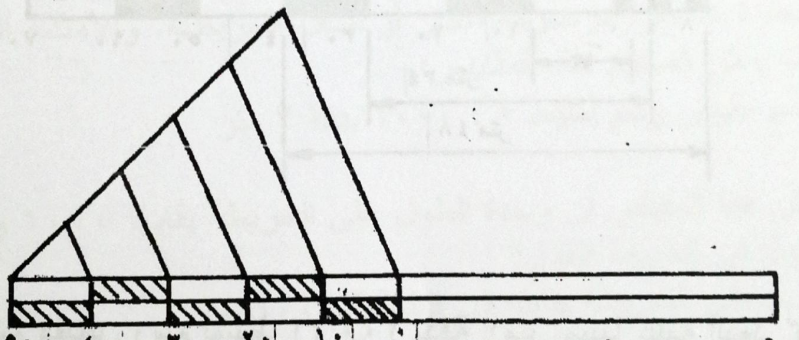
مثال ٤: أرسم مقياس بسيط ١ : ٢٥٠٠ يقرأ ١٠ قصبات.

الحل:

١ قصبة على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٢٥٠٠ قصبة
٣,٥٥ متر على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٢٥٠٠ قصبة
٣,٥٥سم على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٢٥ قصبة
٧,١ سم على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٥٠ قصبة

ويلاحظ أننا لم نقف عند الحد ٣,٥٥ سم يقابلها فى الطبيعة ٢٥ قصبة بل أخذنا الحد ٧,١ سم يقابلها فى الطبيعة ٥٠ قصبة وذلك لعدم أمكان تقسيم ٣,٥٥ أو رسمها بالمسطرة العادية.

وهنا نجد انه لا يمكن تقسيم خط طوله ٧,١سم الى ٥ اقسام باستعمال المسطرة لذلك نستعمل طريقة هندسية معروفة وهى أننا نرسم أى خط من أحد طرفى فى الجزء الأخير ونأخذ عليه ٥ أطوال متساوية معروفة ٢سم مثلاً ونصل نهايتها بنهاية الجزء ونرسم موازيات لهذا الخط من نقط التقسيم.



مقياس رسم بسيط (١ : ٢٥٠٠)

٢-٢-٢- المقاييس الشبكية

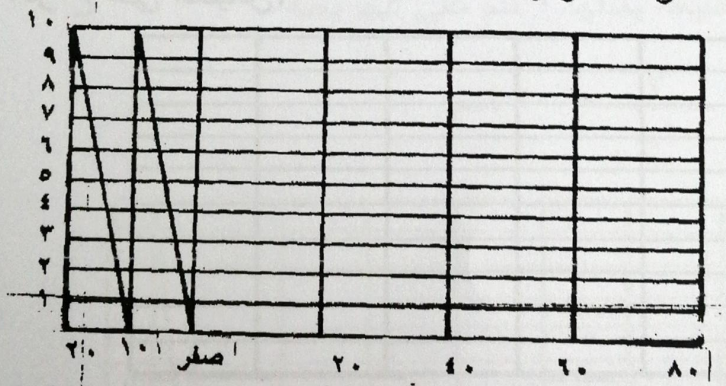
يستعمل هذا المقياس لنفس الغرض الذى يستعمل له مقياس الرسم البسيط إلا أنه يمكننا بواسطته تعيين الأطوال القصيرة التى لايمكن تعيينها بواسطة المقياس البسيط وذلك فى الحالات التى لايمكن فيها تقسيم القسم الذى على يسار الصفر الى العدد المطلوب من الأقسام. وفيما يلى أمثلة لتوضيح كيفية تصميم المقاييس التخطيطية الشبكية.

مثال ١: صمم مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ بين أمتارا صحيحة.

الحل:

١ متر فى الخريطة يقابلهم فى الطبيعة ٢٠٠٠متر.
١٠٠سم فى الخريطة يقابلهم فى الطبيعة ٢٠٠٠متر.
١سم فى الخريطة يقابلهم فى الطبيعة ٢٠متر.

ونرسم مستقيما أفقيا على الخريطة ونقسمه الى اقسام رئيسية متساوية كل منها يساوى ١سم ويبين ٢٠متر فى الطبيعة ونبين الأبعاد المقابلة لها أبتداء من صفر، ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ وهكذا ونأخذ قسما على يسار الصفر قيمته ٢٠ مترا وهو يساوى فى الخريطة ١سم والمطلوب أن يبين المقياس ١متر ومن البديهى أنه لايمكن تقسيم ١سم الى ٢٠ قسما. لذلك نقسم الجزء الأساسى الى قسمين كل منهم يساوى ١٠ أمتار ثم نقيم على المقياس الأساسى أعمدة من النقط الأساسية للجزء الذى على يسار الصفر ونأخذ عليه ١٠ ابعاد متساوية ونرسم منها خطوط موازية للمقياس الأساسى ثم نصل قطرى المستطيلين المكونين فى القسم الذى على يسار الصفر والقطر المائل المجاور له ويحصر هذا القطر مسافات الخطوط المتوازية تكون على الترتيب من أسفل الى أعلى ١متر، ٢متر، ٣متر وهكذا يكون المقياس المطلوب إنشاؤه هو المبين بالشكل التالى:



ويلاحظ فى هذا المثال أنه يمكن التحكم فى أقل وحدة على المقياس الرئيسى وعلى ذلك يمكن تحديد عدد الأقسام لكى يمكن الحصول على أقل قراءة.

$$\text{عدد الأقسام الرأسية} = \frac{\text{أقل وحدة على المقياس الرئيسى}}{\text{أقل قراءة مطلوبة (الدقة المطلوبة)}}$$

مثال٢: أرسم مقياسا تخطيطيا ١ : ١٠٠٠ يقرأ ١ ذراع

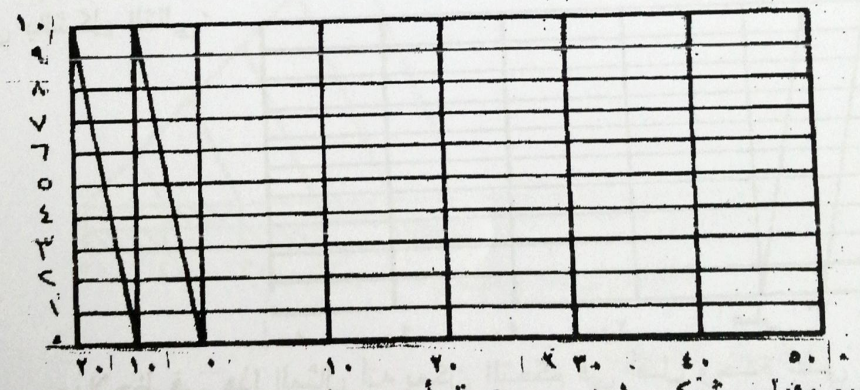
الحل:

١ ذراع يقابلها فى الطبيعة ١٠٠٠ ذراع
٧٥سم يقابلها فى الطبيعة ١٠٠٠ ذراع
٧,٥سم يقابلها فى الطبيعة ١٠٠ ذراع
١,٥سم يقابلها فى الطبيعة ٢٠ ذراع

ولذا نرسم خطا مستقيما ونأخذ عليه أقسام رئيسية طول كل منها ١,٥سم لتبين ٢٠ ذراع فى الطبيعة مع أعتبار أخذ القسم الذى على يسار الصفر لتقسيمه الى قسمين كل منها ١٠ أذرع. والآن لتعيين الأقسام الرئيسية وعددها نجد:

عدد الأقسام الرأسية = $\frac{\text{أقل وحدة}}{\text{أقل قراءة}} = \frac{٢٠}{١}$ = ٢٠ أقسام

ولذا تتبع نفس الخطوات التى فى المثال السابق ونصل قطرى المستطيلين لنحصل على أقل قراءة وهى ١ ذراع. وبين الأطوال ٣٥ ، ٨٤ ، ١١٦ذراع على المقياس.

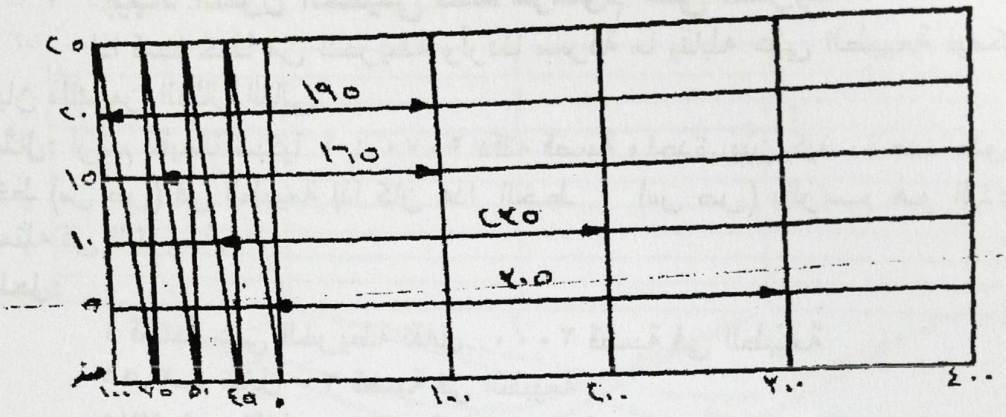


مثال٣: أرسم مقياس شبكى ١ : ٥٠٠٠ يقرأ ٥ مترا.

الحل:

١متر يقابله فى الطبيعة ٥٠٠٠ مترا
١سم يقابله فى الطبيعة ٥٠ مترا
٢سم يقابله فى الطبيعة ١٠٠ مترا

عدد الأقسام = $\frac{١٠٠}{٥}$ = ٢٠ أقسام



مثال ٤: أرسم مقياس شبكى لخريطة مرسومة بمقياس ١ : ٢٠٠ يبين الى عشرة سنتيمترات وبين عليه الطول ١٦,٩٠ مترا.

الحل:

٢٠٠ متر على الطبيعة يمثلها ١٠٠ سم على الخريطة
١ متر على الطبيعة يمثلها ٠,٥ سم على الخريطة
٢ متر على الطبيعة يمثلها ١ سم على الخريطة

$$\text{عدد الأقسام} = \frac{٢}{٠,١} = ٢٠ \text{ قسم}$$

إذا أردنا توقيع خط قسنا طوله فى الطبيعة وليكن ٦,٩٠ مترا على الخريطة فأننا نفتح البرجل بطول المقياس كله (أى ٦ مترا) ويبقى ٠,٩٠ مترا هو طول الجزء هـ و.

٢-٣- إيجاد الطول الحقيقى لخط مرسوم على الخريطة:

إذا قسنا خطا من الخريطة وأردنا معرفة ما يقابله على الطبيعة فيمكن بيان ذلك من المثال التالى:

مثال: أرسم مقياسا شبكيا ١ : ٢٠٠٠ دقته قصبة واحدة. بين كيف تحدد طول خط (س ص) فى الطبيعة إذا كان هذا الخط (س ص) بالرسم هو الذى يمثله فى الخريطة.

الحل:

١ قصبة على الخريطة تقابل ٢٠٠٠ قصبة فى الطبيعة

٣,٥٥سم تقابل ٢٠ قصبة فى الطبيعة

١,٧٧٥سم تقابل ١٠ قصبة فى الطبيعة

وقد حددنا ١٠ الآن لأن الجزء الفرعى

= دقة المقياس × عدد الأقسام الرأسية

= ٢ × ١٠ = ١٠ قصبة

نأخذ القسم الرأسى = ٢٠ قصبة

عدد الأقسام الفرعية = $\frac{٢٠}{١٠}$ = ٢

يرسم المقياس الشبكى بالطريقة السابقة، ولتحديد طول س ص نتبع الخطوات التالية:

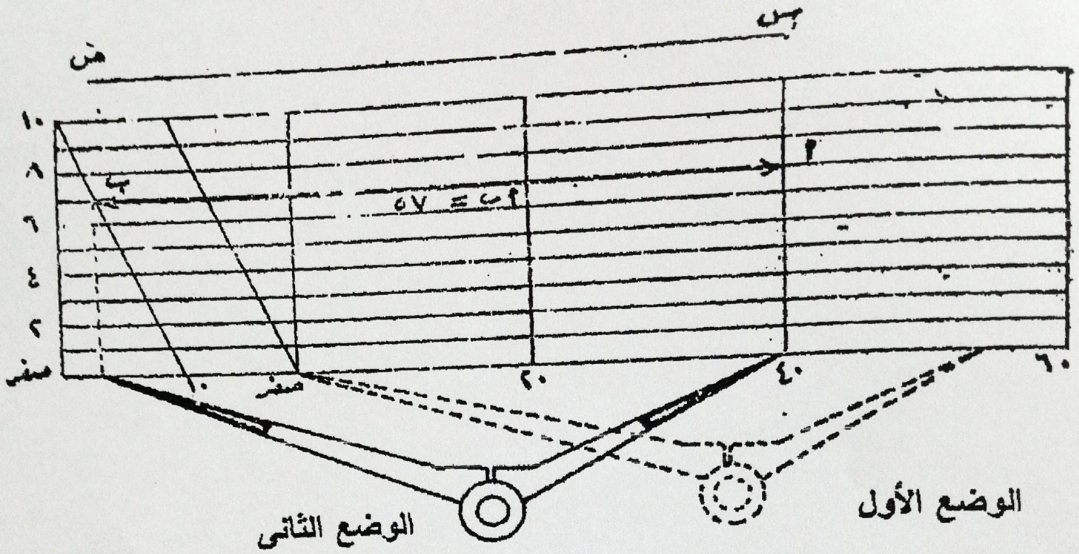
١- نفتح الفرجار بطول س ص (وإذا كان أكبر من طول المقياس كله فتقسم الى أكثر من جزء)

٢- نضع سن الفرجار الأيسر على صفر التدريج فى المقياس مع وضع السن الأيمن على حافة المقياس.

٣- نزحزح السن الأيسر حتى يقع السن الأيمن على طرف أول قسم رئيسى كما هو مبين فى الوضع الثانى للفرجار.

٤- نحرك طرفى الفرجار الى أعلى بشرط أن يظل الطرف الأيمن على الخط الرأسى أما الطرف الأيسر فيظل مع السن دائما على خط أفقى واحد الى أن يقطع السن الأيسر خطا مائلا عند نقطة وبذلك يكون سنا الفرجار قد أخذا وضعا يحصران فيه المسافة المبينة أ ب ويكون طول الخط س ص على الطبيعة

= ٢ × ٢٠ + ١ × ١٠ + ٧ = ٥٧ قصبة



٢ – ٤ – العلاقة بين خطوط الخريطة وما يقابلها فى الطبيعة:

قد يحدث أحيانا أن توجد خط أو مساحة معينة من خريطة بمقياس رسم يختلف عن مقياس رسم الخريطة التى رسمت به. فإذا رمزنا لمقياس الرسم المرسوم به الخريطة م١ والمقياس المطلوب م٢.

فيكون الطول المطلوب = الطول المرسوم × $\frac{م١}{م٢}$

المساحة المطلوبة = المساحة المرسومة × $(\frac{م١}{م٢})^{٢}$

مثال١: رسم خط بمقياس ١ : ٢٥٠٠ ولكن عند قياسه قدر طوله بواسطة مقياس ١: ٢٠٠٠ فوجد أن طوله هو ١٠٠متر فما هو طوله الحقيقى؟

الحل: الطول الحقيقى = الطول المقاس × $\frac{م١}{م٢}$

$$= ١٠٠ \times \frac{١ \times ٢٥٠٠}{١ \times ٢٠٠٠} = ١٢٥ \text{مترا}$$

مثال٢: رسمت قطعة أرض على خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠ وحسبت مساحتها بأعتبار أن مقياس الرسم هو ١ : ١٠٠٠ فكانت ٢٥ هكتار فما هى المساحة الحقيقية لها؟

الحل: المساحة الحقيقية = المساحة المقاسة × $(\frac{م١}{م٢})^{٢}$

$$= ٢٥ (\frac{١ \times ٢٥٠٠}{١ \times ١٠٠٠})^{٢} = ١٥٦,٢٥ \text{ هكتار}$$