المساحة والرسم الهندسي

المرحلة الثالثة

م.د. جمعة الطيبي

قسم الآثار

كلية الآداب- جامعة بغداد

الفصل الأول
المساحة

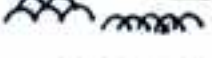
١.١ تعريف علم المساحة

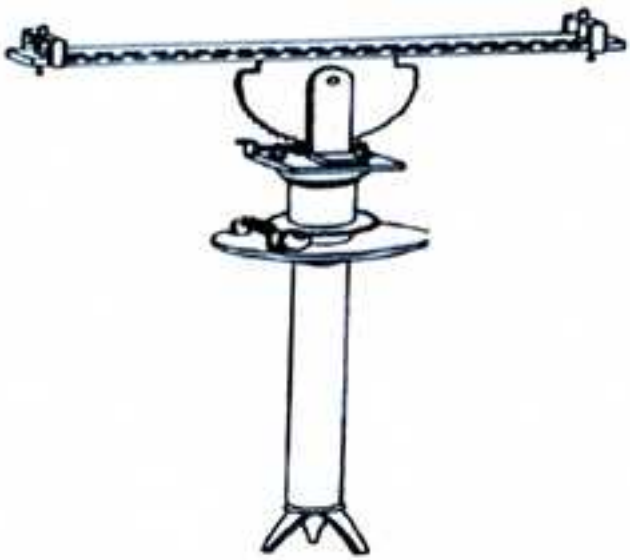
يعد علم المساحة من العلوم القديمة التي تعنى بذرع الأرض وقياسها، ويمكن تعريفه بأنه العلم الذي يبحث في الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض وما يحتويه من معالم طبيعية كالجبال والهضاب والسهول والبحار والصناعية كالطرق والجسور والمباني وغيرها، ومن خلالها يمكن قياس المسافات الأفقية والرأسية بين النقط، وقياس الزوايا الأفقية والرأسية بين الخطوط والنقط، وكذلك تعيين إتجاهات الخطوط. ويمكن أيضاً إنشاء أو توقيع نقط من واقع قياسات زاوية ومسافة سبق تعيينها. والغرض الأساسي من علم المساحة هو إنشاء ورسم الخرائط التي بواسطتها يمكن تحديد مواقع الأعمال الهندسية وتخطيطها وإنشائها ومن أهمها الجسور والسدود والطرق والمطارات والإنشاءات المهمة. ويتم توقيع الخرائط بمقياس رسم معين يوافق الغرض الذي أنشئت من أجله الخريطة، وتسمى عملية تمثيل أو توقيع المعالم الموجودة في الطبيعة على الخريطة، أي رسم المسقط الأفقي (عملية الرفع). (كتاب ص٢) (مدخل ١ ص ٢)

ولتحقيق هذا الغرض يجب القيام بأعمال ميدانية تهدف إلى قياس المسافات والزوايا المطلوبة بواسطة أجهزة قياس بصرية وإلكترونية متعددة الدقة والغرض. فضلاً عن الإعتماد على أعمال مكتبية لإعداد المخططات.(فلس ١ ص ١٧)

١.٢ لمحة تأريخية

يعد قدماء العراقيين أول من أبدع في رسم الخرائط، والتي إشتملت على خرائط الملكية والخرائط الزراعية والخرائط التي تبين التضاريس وخرائط المدن والخرائط الفلكية وخرائط العالم. وحافظوا على خصائص مشتركة للغة الخريطة عبر الاف السنين ونبغوا في هذه اللغة، كما في الشكل التالي : (خرائط ص ١٤٧)

1. رُسمت المدن والمعسكرات والميادين بشكل دوائر كاملة ○ أو مربعة □
2. رُسمت البلدان بشكل مستطيل ▭ أو بيضوي ⬭.
3. رُسمت الجبال بشكل اقواس او ما يشبه قشور السمك  .
4. رُسمت الجزر على هيأة مثلث △ كما في خريطة العالم البابلية، وربما كانت تمثل هذه المثلثات الاطقة المناخية للاقاليم السبعة.
5. مُثلت الانهار والقنوات بهيأة خطّين متوازيين متموجين ≈ والطرق بهيأة خطوط مستقيمة متوازية ═
6. وضعت الكتابات داخل الرموز .



كما إهتم الرومان بعلم المساحة وإستخدموها في مختلف أعمالهم الإنشائية. وأخترعوا عدة آلات وأدوات لأغراض التوجيه والتسوية. (م.مس ص ٢) (مدخل ١ص ٢)
وساهم المسلمون مساهمة فعالة وكبيرة في تطوير علم المساحة وأخترعوا عدة أجهزة أشهرها الإسطرلاب.(جي بي سي ١ ص٢)

وتطورت أعمال المساحة في القرون الأخيرة وتطورت الأجهزة والمعدات، حتى أصبح هذا الإسم (المساحة) لايمثل ولا يشمل التطبيقات الحديثة في هذا المجال مما حدا بالبعض إلى إطلاق أسماء جديدة في التطبيقات الحديثة للمساحة مثل جيوماتيك(Geomatics). (م.مس ، ص ٣)

١.٣ أهمية المساحة

يعد علم المساحة ذو أهمية كبرى خاصة مع تعدد تطبيقاته وتطورها والتي أصبح جزءاً منها متداول في حياة الإنسان اليومية العادية، وهنا نشير إلى بعض الجوانب الهامة في علم المساحة :

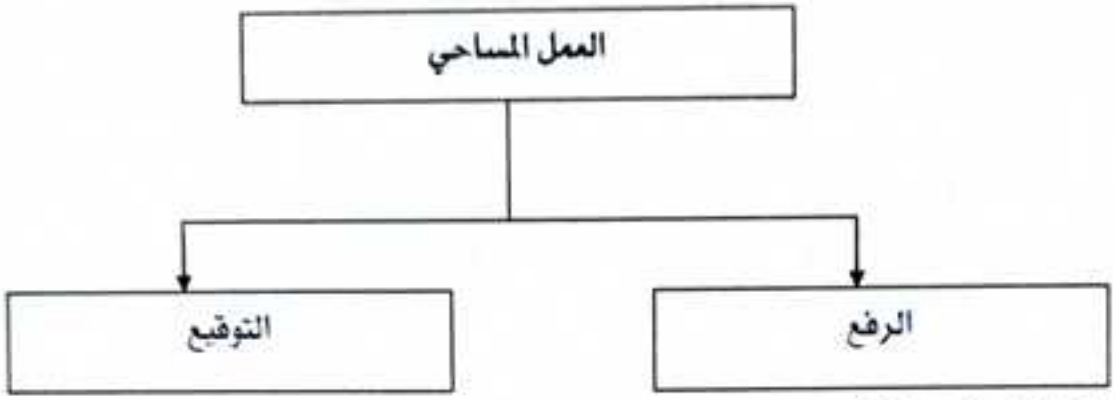
١- المساحة أساس هام جداً في معظم المشاريع الهندسية.
٢- يندر أن يستغني عنها من يعمل في مجال التطبيقات الهندسية المدنية.
٣- يندر أن يستغنى عنها في العمل الأثاري في كافة حقوله، المسح الأثري وأعمال التنقيب.
٤- لها فوائد جمة في مجالات الحياة المختلفة مثل تقسيم الأراضي وتحديد المواقع.
٥- المساحة هي الأساس لعمل الخرائط في مختلف الأغراض.(مدخل .م ٢ ص٣) (م.مس ص٣)

١.٤ العمل المساحي

ينقسم العمل المساحي إلى قسمين :

الأول : عملية الرفع : وهي نقل المعالم الموجودة في الطبيعة إلى الخريطة.

الثاني : عملية التوقيع : وهي نقل المعلومات من الخريطة إلى الطبيعة.(م.مس ص ٧)(مدخل.م ١ ص٥)



١.٥ أغراض المساحة

يمكن تلخيص أغراض المساحة وحصرها في النقاط الأساسية التالية :

١- إعداد مخططات وخرائط تبين حدود الملكيات الخاصة والعامة وتساعد في تنفيذ المشاريع الهندسية بأنواعها المختلفة.

٢- قراءة خرائط المساحة وإستخراج المعلومات التي تساعد في توقيع معالم أو تفاصيل المشاريع المختلفة ميدانياً.(م. مس ، ص ٧)

٣- جمع المعلومات وتخزينها في خرائط ومخططات.(كتاب، ص٢)

١.٦ أقسام المساحة

يمكن تصنيف المساحة في شكلين أساسيين :

- حسب الطريقة المتبعة في أخذ القياسات أي حسب طريقة تنفيذ أعمال المساحة.
- حسب الغرض الذي تقام من أجله أعمال المساحة.(كتاب ص ٢)

١.٦.١ تصنيف المساحة حسب طرق تنفيذها

وتشمل المساحة الحقلية والمساحة الجوية والرصد الفلكي :

أ- المساحة الحقلية وتسمى المساحة الأرضية أو الميدانية وفيها تمارس أعمال القياس التي تتم على سطح الأرض وتأخذ فيها القياسات من السطح مباشرة بإستعمال أجهزة قد تكون بسيطة أو متقدمة.

وتنقسم عادة إلى قسمين هما المساحة المستوية والمساحة الأرضية (الجيوديسية) :(م.مس ص ٤)

- المساحة المستوية (Plane Surveying)

هي علم تحديد مواقع على سطح الأرض أو قريباً منها لبيان الحدود والمعالم الطبيعية وغير الطبيعية لأجزاء من سطح الأرض ثم تمثيل هذه المعالم في رسومات أو خرائط على أساس أن سطح الأرض مستوي في المنطقة المراد رفعها، وفيه تهمل كروية الأرض، ولا ينتج عن هذا الإهمال خطأ يذكر في المساحات التي لا تزيد عن ٢٥٠ كم مربع أو عندما تكون الدقة المطلوبة ليست عالية. ويفترض في المساحة المستوية ما يلي :(كتاب ص ٣)

١- أقصر خط بين نقطتين على سطح الأرض هو خط مستقيم غير منقوص.

١.٧ المباديء الأساسية للمساحة

هناك مبدأن أساسيان ترتكز عليهما أعمال وطرق المساحة هما:

١- العمل من الكل إلى الجزء وفيه يتم مسح منطقة شاسعة بإختيار نقاط ضبط أساسية(نقاط مرجعية) وعلى مسافات كبيرة نسبياً ثم يجري تثبيت مواقعها بدقة عالية وذلك بالإستعانة بطريقة المثلثات أو المضلعات أو غيرها من الطرق. ولنفترض على سبيل المثال أن هذه النقاط حددت مواقعها بواسطة طريقة المثلثات فإنه يجري تجزئة هذه المثلثات الأساسية إلى مثلثات أصغر فأصغر ويتم تعيين مواقع رؤوس المثلثات الجديدة بدقة أقل فأقل.

كأن هذا الأسلوب من التسلسل في العمل، من المسافات الكبيرة إلى المسافات الأصغر ومن القياس بدقة عالية إلى قياس بدقة تنخفض تدريجياً من شأنه أن يساعد في منع تراكم الأخطاء وفي الكشف عن الأخطاء الصغيرة وضبطها. والعكس غير صحيح أي بمعنى آخر عند المسح تتم العملية من الجزء إلى الكل فإن الأخطاء الصغيرة تكبر مع إتساع المساحة وتصبح في النهاية غير قابلة للضبط.

٢- تعيين موقع أي نقطة في الحقل ورسمها في الموقع الصحيح في ورقة الرسم عن طريق تعيين موقعها بالنسبة للنقطتين السابقتين. هذه القياسات التي تتم لتعيين نقاط جديدة،تستند على نقاط مرجعية محيطة تم إختيارها وتحديدها سلفاً بقياسات خطية (قياس مسافتين من نقطتين معلومتين)، زاوية (قياس إتجاه ومسافة من نقطة أخرى، أو قياس أتجاه ومسافة من نقطة معلومة).(كتاب مساحة ص ٩ ومصدر! ١٤)

١.٨ القياسات المساحية ووحداتها

يتطلب العمل المساحي الحقلي أو المكتبي إستخدام العديد والمتنوع من وحدات القياس سواء لأعمال القياس أو الحساب، منها قياس الأطوال أو قياس الإنحرافات والزوايا الأفقية والرأسية أو حساب المساحات أوحساب الحجوم وكذلك قياس وحساب المناسيب وأعمال التوقيع ورسم الخرائط. (ح.م١ص ٢)

١.٨.١ القياسات المساحية

تنقسم أعمال المساحة أساساً إلى ثلاث قياسات رئيسية **هي**: قياس **المسافات** وقياس **الإتجاهات** وقياس **الإرتفاعات**. لتحديد موقع أي نقطة على سطح الأرض، وهذا من الأعمال الأساسية في علم المساحة، فإنه لا بد من تحديد الإحداثيات الثلاث(س، ص،ع) لهذه النقطة، أي تحديد الموقع

١.٨.٢ وحدات القياس

نعني في المساحة بوحدات القياس تلك التي نعبر بواسطتها عن مقادير كل من **الأطوال والزوايا والإتجاهات والإتجاهات والمساحات والحجوم**. ونظراً لإرتباط نظم وحدات القياس بالعديد من العلوم والتطبيقات فقد نشأت عدة نظم، كان أكثرها إستخداماً وإنتشاراً النظامان التاليان :

١. النظام الإنجليزي :
في هذا النظام يعد القدم وحدة أساسية لقياس الأطوال، والباوند وحدة أساسية لقياس الكتلة، والثانية وحدة أساسية لقياس الزمن.

٢. النظام الفرنسي :
في هذا النظام يعد السنتيمتر وحدة أساسية لقياس الطول، والجرام وحدة أساسية لقياس الكتلة، والثانية وحدة أساسية لقياس الزمن.

ومع تطور العلوم والتقنيات وإنفتاح العالم في كافة المجالات فقد ظهرت الحاجة إلى نظام قياس متعارف عليه ومقبول في جميع دول وهو ما يعرف حالياً **بالنظام الدولي**(SI - Units) وهو المستخدم حالياً في معظم دول العالم ومنها العراق، وفيه يكون المتر هو وحدة القياس الأساسية للأطوال، والكيلو غرام الوحدة الأساسية للكتل، والثانية وحدة أساسية لقياس الزمن. (ح.م ١ ص٢) (بناء ١ ص ٢٠) وقد أصبح النظام المتري أكثر شيوعاً وإنتشاراً في العصر الحديث وذلك لسهولته وملائمته حتى أن معظم دول العالم التي تستخدم النظام الأنجليزي بدأت تتحول تدريجياً للنظام المتري. وحدة القياس في هذا النظام هي المتر كما أشرنا، وتقاس المساحة في هذا النظام بالمتر المربع أو بالهكتار الذي يساوي ١٠٠٠ متر مربع. وأما في نظام القياس الإنجليزي فتقاس فيه بالقدم المربع أو بالأيكر الذي يساوي ٤٣٥٦٠ قدم مربع. أما الحجوم في النظام فتقاس بالقدم المكعب أو البوصة المكعبة.

١.٨.٢.١ وحدات قياس الأطوال في النظام الدولي :

١ مليمتر (ملم) = ١٠٠٠ ميكرومتر

١سنتيمتر (سم) = ١٠ مليمتر (ملم)

١ ديسيمتر = ١٠ سنتيمتر (سم)

١متر (م) = ١٠٠٠ مليمتر (ملم)

١ متر (م) = ١٠٠ سلتيمتر (سم)

١ هكتومتر = ١٠٠ متر (م)

١ كيلومتر (كم) = ١٠ هكتومتر

١ كيلومتر (كم) = ١٠٠٠ متر (م)

١.٨.٣ وحدات قياس الزوايا

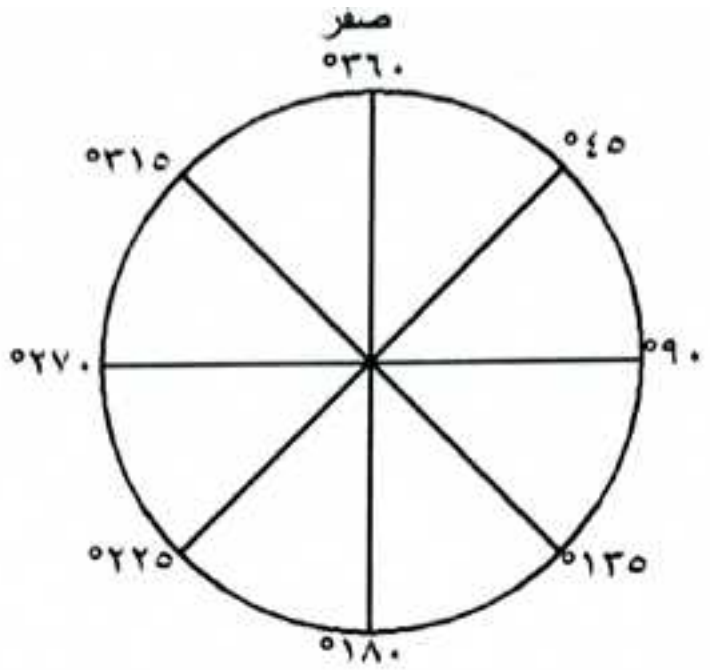
في الأعمال المساحية والأجهزة المستخدمة في عمل الأرصاد الزاوية لقياس وحساب الإنحرافات والزاوية الأفقية والرأسية ، توجد ثلاث أنظمة رئيسية للتعبير عن الزوايا هي :

١.٨.٣.١ النظام الستيني

هو نظام قديم يتم فيه تقسيم الدائرة إلى ٣٦٠ قسماً متساوياً، يسمى كل قسم **درجة**، وتقسم الدرجة إلى ٦٠ قسماً متساوياً يسمى كل قسم دقية ستينية، ثم تقسم الدقيقة إلى ٦٠ قسماً متساوياً حيث يسمى كل قسم ثانية ستينية. يرمز لهذا النظام في الحسابات الإلكترونية بالرمز DGE وهو إختصار للكلمة (Degree) أي درجة ستينية.

والزاوية القائمة في هذا التقسيم تساوي ٩٠ درجة. ورغم أن هذا النظام قديما كما أشرنا إلا أنه لا يمكن الإستغناء عنه لأنه أساسي في الأرصاد الفلكية لسهولة تحويله إلى الحسابات الزمنية الفلكية، وكذلك لأن قياسات خطوط الطول وخطوط العرض قد ثبت على أساس التقدير الستيني، وأيضاً فإن حسابات الأزمنة والمواقيت تستخدم في هذا النظام.

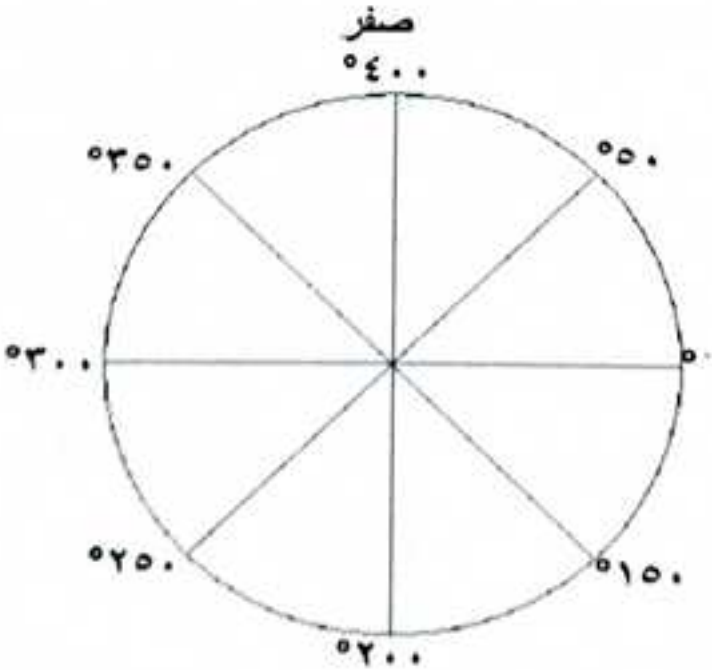
الشكل التالي يوضح تقسيمات الدائرة في النظام الستيني :



١.٨.٣.٢ النظام المئوي (جراد)

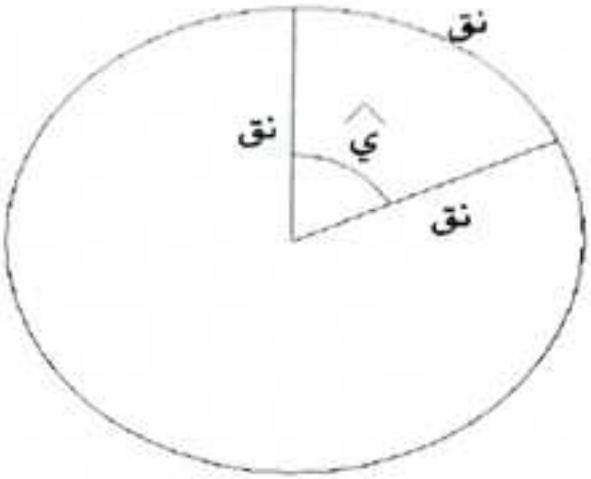
هو نظام حديث شاع إستعماله في أوربا بعد الحرب العالمية الثانية ولا يزال مستخدماً فيها.وفيه تقسم الدائرة إلى ٤٠٠ قسم متساوٍ يسمى كل قسم درجة مئوية أو جراد ويرمز لها بارمز(g)، وتقسم الدرجة المئوية إلى ١٠٠ قسم متساوي يسمى كل قسم دقيقة مئوية أو سنتيجراد ويرمز لها بالرمز(c)، ثم تقسم الدقيقة إلى ١٠٠ قسم متساوٍ يسمى كل قسم ثانية مئوية أو سنتسنتجراد ويرمز لها بالرمز (cc)، وتساوي الزاوية القائمة ١٠٠ درجة مئوية، ويرمز له في الحسابات الإلكترونية GRA وهو إختصار لكلمة Gradient التي تعني درجة مئوية.

الشكل التالي يوضح تقسيم الدائرة في النظام المئوي :



١.٨.٣.٣ النظام الدائري (الراديان) :

التقدير الدائري لأي زاوية هو النسبة بين طول القوس الذي يقابل هذه الزاوية والمقطوع من دائرة مركزها رأس هذه الزاوية ونصف القطر لهذه الزاوية. بمعنى أن وحدة التقدير الدائري هي الزاوية المركزية التي تقابل قوساً من محيط دائرة طوله يساوي نصف قطر هذه الزاوية، كما يوضح ذلك الشكل التالي :



وبما أن محيط الدائرة = ٢ ط نق

حيث أن نق = نصف قطر الدائرة، و ط = ٣,١٤١٥٩٢٦٥٤ (ط رقم مسجل في الحاسابات ويرمز له بالرمز P).

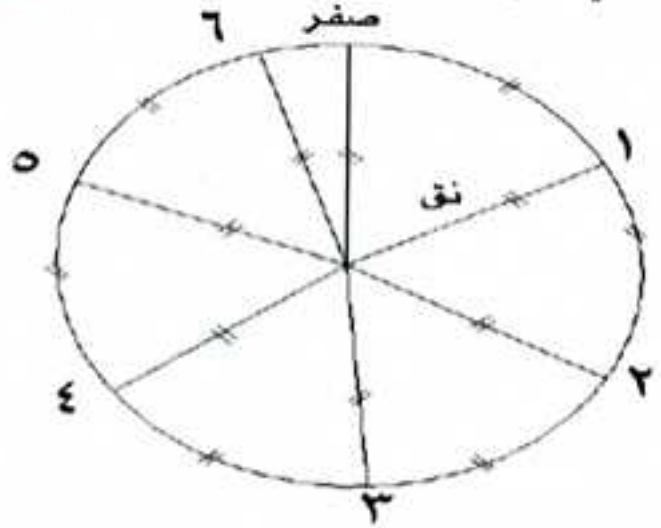
وحيث أن الراديان الواحد = طول قوس من محيط طوله نق

∴ عدد أقسام محيط الدائرة = ٢ ط نق ÷ نق = ٢ ط

وعليه فإن الزاوية الكلية للدائرة والتي تقابل محيط الدائرة تقسم إلى أجزاء متساوية عددها ٢ ط.

وبذلك فإن محيط الدائرة = ٢ x ٣,١٤١٥٩٢٦٥٤ = ٦,٢٨٣١٨٥٣٠٧ راديان.

يوضح الشكل التالي تقسيم الدائرة في النظام الدائري(الراديان) (ح.م ١ص١٠-١٢



١.٨.٤ حساب المسافات والمساحات للأشكال غير المنتظمة على الخارطة

١.٨.٤.١ حساب المسافات للأشكال غير المنتظمة على الخارطة

تتطلب الكثير من عمليات المساحة القيام بقياس المسافات في الطبيعة، وبصفة عامة فإن معظم الأجهزة المساحية المجهزة لقياس المساحة تقيس مسافات مائلة إلا إذا تحكمنا في إعداد الجهاز للراصد لقياس مسافة أفقية مباشرة وهذا غير عملي في معظم الأحوال. وحيث أن المسافة الأفقية هي التي يتم تمثيلها على الخرائط وهي التي تستخدم في حساب الأبعاد والمساحات والمركبات تمهيداً لقياس الإحداثيات، فإنه يجب التعامل مع المسافات المائلة وتحويلها إلى مسافة أفقية قبل تداولها في العمليات الحسابية المساحية وتوقيع ورسم الخرائط. (ح.م ١ ص ٣٧)

إن عملية حساب المسافة الأفقية من العمليات الحسابية البسيطة والشائعة في مجال الحسابات المساحية، نظراً لأن المسافة الأفقية هي التي يتم تمثيلها على الخرائط كما أشرنا، وكذلك لأنها تستخدم في التطبيقات المساحية المختلفة مثل حساب المساحات ومركبات الإحداثيات الأفقية.

هناك عدة طرق لحساب مسافة الأشكال غير المنتظمة :

١- طريقة الخيط

وهي من الطرق القديمة والبدائية، فمثلاً يمكن إيجاد المسافة غير المنتظمة لمحيط شكل غير منتظم، كأن يكون تل أثري، من خلال إستعمال الخيط العادي، ورغم قدم هذه الطريقة إلا أن نتائجها مقبولة. وتتم بوضع الخيط على طول المحيط المرسوم على الخارطة، وبعد رفع الخيط يتم قياس طوله، فلو فرضنا أن مقياس الرسم لهذه الخريطة هو ١ / ١٠٠٠، وفرضنا مسافة محيط التل المقاس على الخريطة بواسطة الخيط ١٠ سم، فهذا يعني أن مسافته على الطبيعة تساوي ١٠٠ م . (فريد ٥٧)

كما في المعادلة البسيطة التالية :

المسافة على الخارطة	المسافة على الطبيعة
١	١٠٠٠
١٠	س

$$\text{س} = \frac{1000 \times 10}{1} = 1000 \text{ سم}$$

= 100 م

على أساس أن المتر = 100 سم

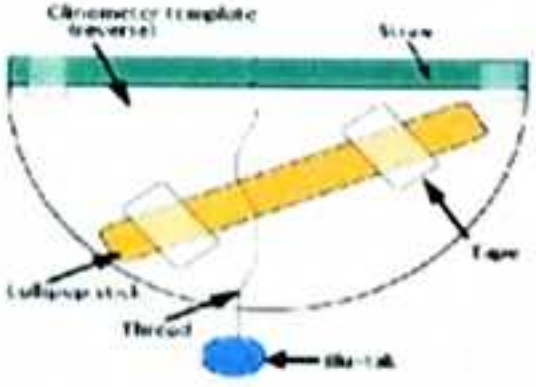
٢- طريقة عجلة الأبعاد (Linometer)

هذه الآلة عبارة عن دائرة معدنية ذات قبضة، وجه الدائرة مقسم وفيها عقرب يتحرك مع حركة المسنن الصغير الموجود في أسفل العجلة، ولأجل إستعمال هذه الآلة يثبت العقرب على الصفر ثم يوضع المسنن الصغير على الخارطة وتحرك الآلة فوق الطريق أو الخط المراد قياسه حتى نهايته. وبعد الإنتهاء يتم قراءة المقدار الذي يشير إليه العقرب بالسنتمترات ويقرأ مقياس الرسم للخارطة. فلو فرضنا أن مقياس الرسم ١ / ١٠٠٠، وأعطت العجلة قياس الخط ٢٥ سم، عندئذ تكون المسافة المقاسة على الطبيعة ٢٥٠ م وحسب النسبة التالية :

المسافة على الخارطة بواسطة العجلة	المسافة على الطبيعة
١	١٠٠٠
٢٥	س

$$\text{س} = \frac{25 \times 1000}{1} = 25000 \text{ سم} = 250 \text{ م}$$

يظهر الشكل التالي بعض أنواع عجلة القياس :



١.٨.٤.٢ حساب المساحات للأشكال غير المنتظمة على الخارطة

تعد العمليات الخاصة بحساب المساحات سواء من الخارطة أو من الطبيعة من العمليات الأساسية في أعمال المساحة. وتتوقف دقة حساب المساحة على دقة القياس. وعلى الرغم من أن أدق الطرق لقياس المساحات هو القياس المباشر من الطبيعة لأطوال وزوايا الشكل المطلوب إيجاد مساحته، إلا أن القياس من الخريطة هو الأكثر شيوعاً عند حساب المسافات وذلك لسهولة القياس من الخريطة رغم ما قد يكون بها من أخطاء الرسم.

يقصد بالأشكال الهندسية غير المنتظمة هي الأشكال ذات الحدود المتعددة والمتعرجة والتي لايمكن وصفها بشكل هندسي بسيط أو منتظم.(ح.م ١ ص ١٢١،٩٨-) وهناك عدة طرق لقياس مساحة الأشكال غير المنتظمة :

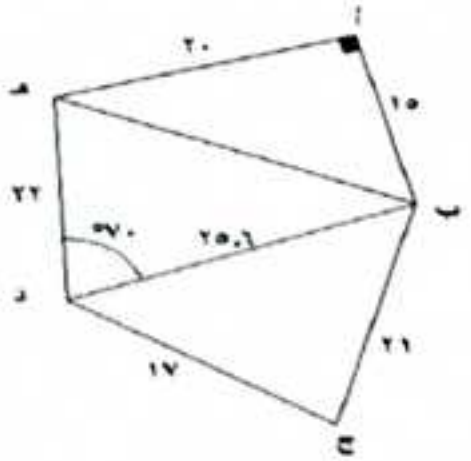
١- طريقة تقسيم الشكل غير المنتظم إلى أشكال هندسية.

إذ يتم تقسيم الشكل غير المنتظم في هذه الطريقة إلى أشكال هندسة كأن تكون مربعات أو مستطيلات أو مثلثات :

- طريقة تقسيم الشكل إلى مثلثات

ويتم ذلك بإختيار أحد رؤوس المضلع وتوصيل هذا الرأس بكل رؤوس المضلع ثم بقياس جميع الأضلاع يتم حساب مساحة كل مثلث على حدة، ثم يتم تجميع مساحات المثلثات المكونة لهذا الشكل فينتج لدينا المساحة الكلية للشكل.

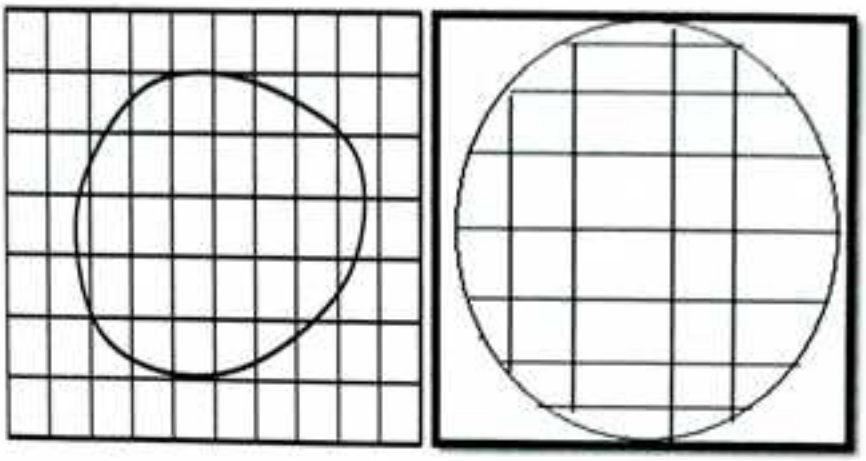
يوضح الشكل التالي مساحة أرض محددة بمضلع خماسي قسمت إلى ثلاث مثلثات : (ح.م١ - ١٢١



- طريقة تقسيم الشكل إلى مربعات أو المستطيلات

وهي من الطرق تيم إستخدامها في ميدان العمل الأثاري لقياس مساحة تل أثري حدوده غير منتظمة على سبيل المثال، حيث يتم تقسيم الشكل غير المنتظم في هذه الطريقة إلى مربعات أو مستطيلات. وبما أن مساحة هذه الأشكال الهندسية معلومة لذا يمكن حساب الشكل غير المنتظم وإيجاد مساحته. أو حصر الشكل غير المنتظم داخل شكل مستطيل أو مربع وحساب المساحة

الكلية للمربع أو المستطيل ويطرح منه الأجزاء التي ضمن مساحة الشكل غير المنظم، كما يظهرها الشكل التالي :



- طريقة أشباه المنحرفات (ح.م ١ ص١٢٥) (بناء ٢٦-٧)

وفقاً لهذه الطريقة تقسم القاعدة إلى إلى أجزاء متساوية ثم نقيم من هذه النقط أعمدة تشكل فيما بينها أشباه منحرفات يتم حساب كل شبه منحرف على حده. ثم يتم جمع المساحات الناتجة .

$$\text{المساحة} = \frac{\text{طول القسم}}{2}(\text{العمود الأول} + \text{العمود الأخير} + \text{ضعف الأعمدة المتبقية})$$

كما يوضح ذلك الشكل التالي :

- طريقة الحذف والإضافة

في هذه الطريقة يتم تحويل الخط المتعرج إلى خط مستقيم بحيث تكون الأجزاء الخارجية عن الخط المستقيم (المحذوفة) مكافئة تقريباً للمساحة الداخلية للخط المستقيم (المضافة)، كما في الشكل التالي :

٢.١ مقياس الرسم (Scale) (رسم .م ١ ص ٢٩-٣٣)

مقياس الرسم هو النسبة بين طول أي بعد على الخارطة والطول المناظر له في الطبيعة. مثلاً ١/١٠٠٠ تعني أن كل واحد مم على الخريطة أو الرسم يمثل ١٠٠٠ مم على الطبيعة.

نشأت فكرة مقياس الرسم أو المقياس التمثيلي على أساس أن الأشكال والأبعاد على الطبيعة لا يمكن رسمها في واقعها على الورق. لذا نشأت هذه الفكرة لإستبدال الأشكال والأبعاد الحقيقية على الطبيعة بأشكال وأبعاد تمثيلية، تناسب الورقة التي سوف ترسم عليها مهما كبرت. على سبيل المثال عند رسم غرفة مستطيلة الشكل أبعادها ٦×٥ م، فإننا لا نجد ورقاً يتسع لرسم الشكل في واقعه على الطبيعة. لذا نبدأ برسم أبعاد الشكل بمقياس تمثيلي، حيث يكون كل ١سم على الورق يمثل ١٠٠ سم على الطبيعة، وبذلك نستطيع أن نقول إن المقياس المستطيلة هو ١/١٠٠. ومن ذلك نستخلص أن مقياس الرسم **هو** : النسبة بين أبعاد الشكل على الورق وأبعاده على الطبيعة. وعلى هذا يجب أن تحقق الخريطة الأبعاد التمثيلية المتناسبة مع أبعاد الشكل الحقيقية على الطبيعة.(خماس ١٠-١١)

عملياً لا يمكن رسم الخريطة أو المخطط بدون مقياس الرسم، ويختلف مقياس الرسم حسب الغرض الذي رسمت من أجله الخريطة. ولكن يجب أن يبقى هذا المقياس ثابتاً على كامل الخريطة الواحدة أو المخطط الواحد.(مساحة وبنا ١ ص ٣٠ والكتاب ص ٤٥)

هناك قاعدتان أساسيتان عن المقياس التمثيلي هما:

١- كلما كبر مقام النسبة الممثلة للمقياس حصلنا على شكل ذي **حجم أصغر.**

٢- كلما صغر مقام النسبة الممثلة للمقياس حصلنا على شكل ذي **حجم أكبر.**

بمعنى إننا لو قلنا إن المقياس لمخطط ما هو : ١/١٠٠ أي أن كل واحد سنتمتر يساوي مائة سنتمتر على الطبيعة. في حين أننا لو قلنا إن المقياس التمثيلي لمخطط آخر هو ١/٥٠ أي أن كل ١ سم يساوي ٥٠ سم على الطبيعة.

٢.١.١ أنواع مقاييس الرسم (خماس ١٠-١١

هناك أنواع من مقاييس الرسم تختلف في صورتها ولكنها تتفق جميعاً في هدف واحد :

٢.١.١.١ مقاييس الرسم الكتابية

هناك عدة أنواع من مقاييس الرسم الكتابية هي :

- مقياس الرسم المباشر

يعد من أبسط الأنواع إذ تذكر فيه وحدة القياس على الخريطة وما يقابل هذه الوحدة على الطبيعة كتابة. مثلاً يكتب على الخارطة (١ سم لكل ٣كم) وهذا يعني أن مسافة ١سم على الخارطة يقابلها ٣ كم على الطبيعة.

- مقياس الرسم الكسري

هو نسبة ثابتة تمثل على شكل كسر بسطه العدد واحد ويكون مقامه عادة أحد الأرقام ٢،١، ٢,٥، ٤،٨ مضروب في ١٠ أومضاعفاتها ، وكما في الشكل التوضيحي :

$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{1000}$ .....
$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{2000}$ .....
$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{2500}$ .....
$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{4000}$ .....
$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{5000}$ .....
$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{800}$	$\frac{1}{8000}$ .....

إذن فهذا المقياس يكون على شكل كسر عادي بسطه واحد صحيح ومقامه عدد المرات التي تقابل هذا الواحد صحيح مثلاً إذا كان لدينا خارطة بمقياس ١/١٠٠٠ يعني كل وحدة واحدة على الخريطة تقابل ١٠٠٠ وحدة على الطبيعة.

مثال :

إذا قيست مسافة على الخارطة مقياس رسمها ١/١٠٠٠ وكانت تساوي ٥ سم. فما هو طولها الحقيقي على الطبيعة؟.

الحل :

طولها على الطبيعة ٥ سم x ١٠٠٠=٥٠٠٠ سم = ٥ متر.

- مقياس الرسم النسبي

هو نفس مقياس الرسم الكسري، ولكن في صورة نسبة. وذلك بأن يوضع البسط وقدره واحد صحيح في طرف والمقام في طرف آخر مثل ١:٥٠٠، أي ان كل وحدة واحدة على الخريطة يقابلها ٥٠٠ وحدة من نفس النوع على الطبيعة .

٢.١.١.٢ مقاييس الرسم التخطيطية

تستعمل المقاييس التخطيطية للتقليل من الأخطاء التي قد تنشأ عند إجراء الحسابات وتلك أكثر ما تنشأ بتأثر الخريطة بعوامل التمدد والإنكماش. فقد يتغير المقياس الفعلي للخريطة على المقياس الكسري بسبب تمدد وإنكماش الورق الناجم عن الرطوبة والعوامل الجوية الأخرى.

لكن المقياس التخطيطي يبقى ثابتاً لأنه يتأثر بنفس القدر الذي تتأثر به الخريطة، فهو جزء منها ومرسوم على نفس الورق. فضلاً عن أنه يمكن إستعمال المقياس التخطيطي حتى بعد تغيير مقياس الخريطة نتيجة لتصغيرها أو تكبيرها بطرق التصوير الضوئي، فهو يخضع لنفس التصغير أو التكبير الذي تخضع له لأنه جزء منها. والمقياس التخطيطي نوعان :

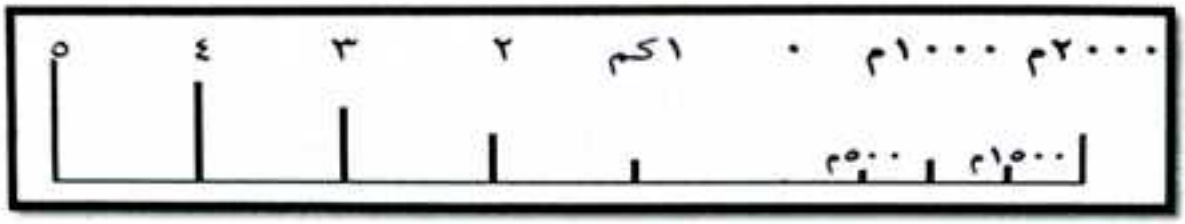
- مقاييس خطية
- مقاييس شبكية

٢.١.١.٢.١ المقياس الخطي (Graphic Scale) (خماس ١٤-٥

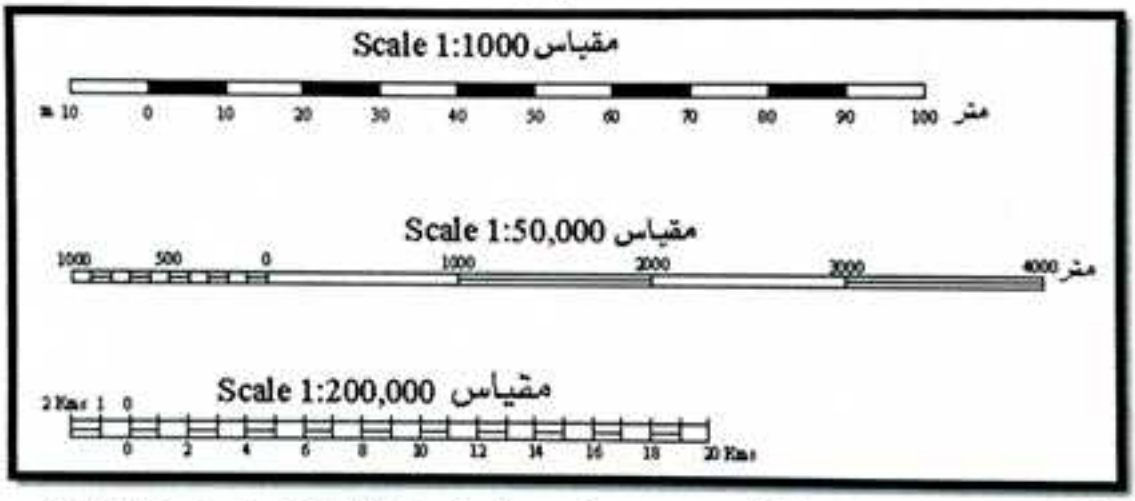
المقياس الخطي هو عبارة عن خط مستقيم يتم رسمه على الخريطة بطول مناسب ويتم تقسيمه إلى عدد من الأجزاء المتساوية يمثل كل جزء مسافة محددة على الطبيعة. ويكون طول كل جزء

مرسوم على الخريطة معادلاً لوحدة القياس المستخدمة كالسنتمتر أو البوصة،ويكتب بجوار كل قسم منها المسافة الحقيقية على سطح الأرض.

وينقسم المقياس الخطي إلى قسمين : الأيسر ويمثل وحدات القياس الكبرى سواء بالكيلومتر أو بالميل والإيمن ويشير إلى اجزاء تلك الوحدات الكبرى كالمتر أو القدم كما في الشكل التالي :



عادة ما يتفنن الرسام في رسم هذا النوع من المقاييس عند رسمها في الخرائط، كما في الأشكال التالية :



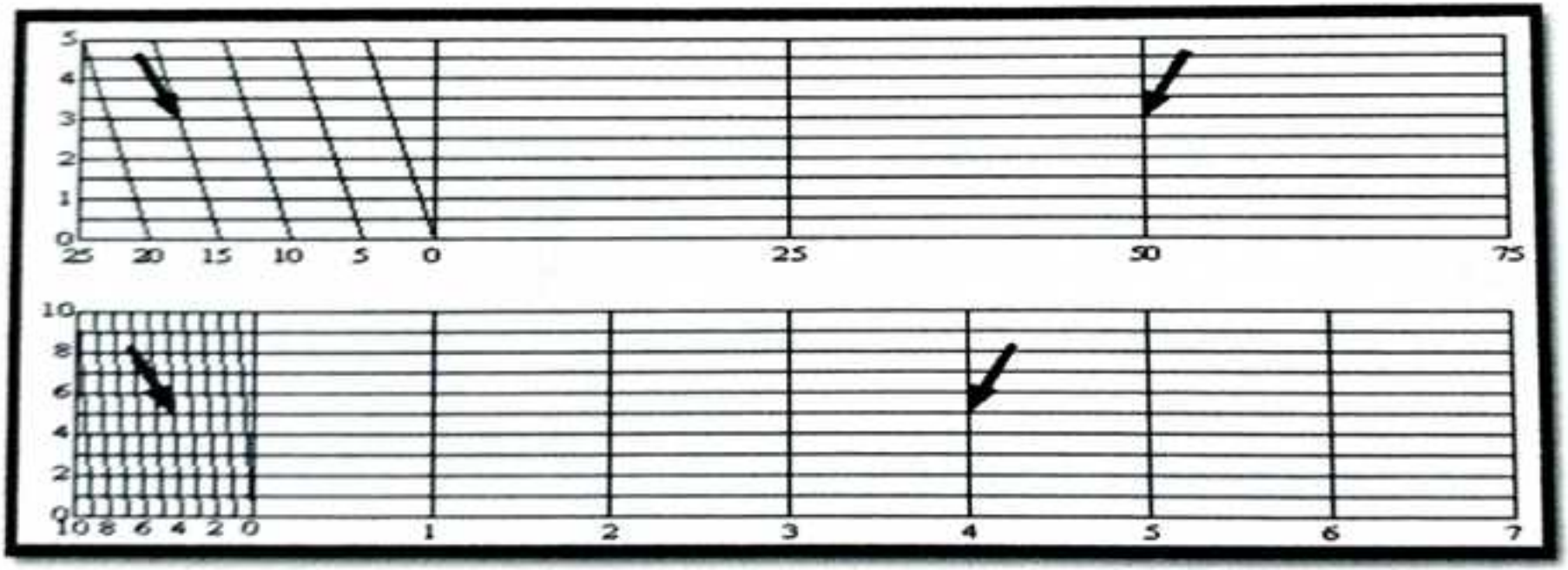
وهذا المقياس مفيد بصورة عامة وضروري في بعض أنواع الخرائط مثل خرائط التضاريس، الخرائط الطبوغرافية، والجيولوجية، والخرائط السياسية والجوية، بينما تكون فائدته محدودة في خرائط الطقس والمناخ.

كيفية قراءة المقياس الخطي

يمكن التعرف على الطريقة التي يتم فيها قراءة مقياس الرسم من خلال الشكل التالي : إذ نلاحظ في المقياس الأول(A) أن مقياس الرسم يقرأ ١/١، بينما في الثاني(B) يقرأ ١/١٠٠، والثالث(C) يقرأ ١ / ١٠٠٠٠٠، والسبب في ذلك يعود إلى الرمز المكتوب في نهاية المقياس. ففي الحالة الأولى الرمز(cm) يعني كل سنتمتر واحد على الخارطة يعادل سنتمتراً واحداً على الطبيعة ، والثانية (m) يعني كل سنتمتر واحد على الخارطة يعادل متراً واحداً على الطبيعة، والثالثة (km) يعني كل سنتمتر واحد على الخارطة يعادل كيلومتراً واحداً على الطبيعة، كما في الشكل التالي :

٢.١.١.٢.٢ المقياس الشبكي (Diagonal Scale)

يشبه في إستخدامه إلى حدٍ كبير المقياس الخطي لكنه أكثر دقة حيث يمكن بواسطة قراءة أجزاء صغيرة لا يمكن قراءتها بالمقياس الخطي، كما في الأشكال التالية :☹ رسم .م ١ ص ٣٢-٣)



٢.١.٢ إختيار مقياس رسم مناسب للخرائط (بناء ١ ص ٣١-٣٢)

يمكن تحديد مقياس الرسم وفقاً لأبعاد ورق الرسم المستعمل وأبعاد المنطقة أو الموقع الأثري المراد رسم خريطة له ويتم تحديد مقياس الرسم المطلوب وفق الخطوات التالية :

١- ترك مسافة مناسبة على كل جانب من جوانب ورقة الرسم تقدر بحوالي ٢ أو ٥ سم وفقاً لإتساع الورقة.

٢- حساب مقياس رسم للطول وآخر للعرض ويؤخذ أصغرهما بعد تقريبه إلى مقاييس الرسم الشائعة.

٢.٣ رسم وتنظيم المخططات والخرائط

إن عملية رسم الخرائط والمخططات تحتاج إلى إعداد خاص ومهارة وإتقان وينبغي على منفذ هذه الأعمال أن تكون له قدرات فنية ومهارات في رسم الخطوط المختلفة وأن يجمع بين المستوى العلمي المساحي والمستوى العلمي الرياضي والمستوى العلمي الفني معاً، كما أن اللمسات الفنية هي التي تضيف إلى هذه الأعمال الشكل النهائي الجميل وتخرجها الإخراج اللائق بها. إذن فرسم المخططات والخرائط هو مزيج بين العلم والفن.(رسم.م ١ص ٢)

لا يختلف المخطط في طبيعته عن الخريطة عدا أن نلاحظ فيه السرعة في رسمه وإنجازه، أما الدقة فتأتي في الدرجة الثانية. فقد لا يتعذر عمل المخطط المطلوب بصورة كاملة ووافية ودقيقة بالنسبة للوقت المتيسر. ولذا يجب أن تكون المعلومات المخطط مهمة جداً وموافقة للغرض المقصود من رسمه. (خماس ١٦٣

٢.٣.١ الغاية من رسم المخططات والخرائط

إن الغاية الأساسية من رسم المخططات والخرائط هي عملية تنظيم وترتيب زوايا وأبعاد ونقط الأشكال والتفاصيل على سطح الأرض طبقاً لما هي عليه. وذلك على لوحة من الورق تمثل المسقط الأفقي. أي توقيع الأطوال الحقيقية والزوايا الصحيحة ومواقع النقط بالنسبة لبعضها، وذلك لأي تفاصيل جرى قياسها ويراد عمل مخطط لها. (مدخل .م ١ ص ٩٨-١٠٠)

٢.٣.٢ القياسات الفنية للمخططات والخرائط

إن رسم أي مخطط يقتضي أن يكون لهذا المخطط بعدان، أحدهما **طول المخطط** والثاني هو **عرض المخطط**. وقد أصبح تعبير(**البعدين الأساسيين**)إصطلاحاً دولياً يطلق على طول وعرض كل مخطط يراد رسمه. ويرمز عادةً في اللغة العربية للطول بالرمز(ط =L) وللعرض بالرمز (ع = W). إن رسم مثل هذه المخططات أو الخرائط يقتضي أن تكون متناسبة في شكلها العام بين الطول والعرض، فلا يكون الطول مبالغاً فيه، بينما يكون العرض صغيراً، والعكس صحيح. (شميدت ٢٢٣

٢.٣.٣ المراحل الأولية لتنظيم المخططات والخرائط

- **المرحلة الأولى :** تحديد الأبعاد والأشكال.

يجب على من يقوم بالعمل أن يحدد الأبعاد والأشكال أو المناطق والمعلومات المراد تنظيمها في مخطط أو خارطة ما، وهذه المرحلة هامة جداً لتحديد شكل المخطط العام وتنسيقه تنسيقاً ينسجم مع الذوق العام.

- **المرحلة الثانية :** إجراء مقارنة لإختيار الفئة المناسبة من جدول خاص بالقياسات الفنية.

فبعد تحديد الأبعاد والأشكال والمعلومات التي يجب أن تدون على المخطط أو الخارطة يجُري من يقوم بالعمل مقارنة مع الأبعاد في جدول قياسات المخططات الفنية ويختار الفئة التي تتناسب مع أبعاد المخطط أو الخريطة المراد إيجادها.

- **المرحلة الثالثة** : كيفية رسم الإطار الخارجي.

إن الخريطة لا تعتبر كاملة إلا إذا كان لها إطاراً أنيقاً بهامش مقداره من ٣- ٥ سم، وهناك أنواع مختلفة من الإطارات والأركان يمكن إختيار المناسب منها أو إختيار أي نوع آخر على نفس النمط بحيث يعطي جمالاً وذوقاً على المخطط والإطارات والأركان.(رسم.م ١ ص ٢٥)

بشكل عام يرسم الإطار الخارجي بسمك ٠,٨ ملم على الأقل. وفي حالة رسم مخطط أو خارطة كبيرة نبدأ بترك (٢ سم) بدءاً من الأطراف الرئيسية للورقة، عدا الجهة اليمنى فيترك فيها ٢٠ سم، إذا كانت الخارطة باللغة العربية. وهذا الأمر يكون فقط في حالة الحاجة إلى إصطلاحات، وإلا فيترك ٢ سم فقط من الأطراف كافة، وكذلك يرسم إطار ثان داخلي على بعد ½ سم من الإطار الخارجي في المخطط أو الخريطة الصغيرة، وعلى بعد ١ سم في المخططات والخرائط الكبيرة، ويكون بسمك ٠,١ ملم تقريباً.

- **المرحلة الرابعة** : الزاوية السفلى اليمنى و اليسرى.

إذا كان المخطط أو الخارطة باللغة العربية، يترك في الزاوية اليمنى السفلى فراغ مساحته ١٠ ٥ x سم وعلى بعد ½ سم من الإطار الداخلي لبيان ما يلي :

١- الحقل الأول : أبعاده ٢×١٠ سم. ويكتب فيه إسم الدولة التي نظمت فيها الخارطة أو المخطط والجهة المسؤولة عن تنظيمه.

٢- الحقل الثاني : أبعاده ١×١٠ سم ويقسم إلى ثلاثة أقسام :

أ- بعاده ١×٢½ سم يكتب فيه الرقم المتسلسل.

ب- أبعاده ١×٥ سم يكتب فيه تاريخ تنظيم الخريطة أو المخطط.

ت- أبعاده ١×٢½ سم ويكتب فيه المقياس البياني.

٣- الحقل الثالث : أبعاده ١×١٠ سم. ويكتب في الغاية التي نظم المخطط أو الخارطة من أجلها .

٤- الحقل الرابع : وأبعاده ١×١٠ سم وبدوره يقسم إلى قسمين متساويين :

أ- الأول : وأبعاده ١×٥ سم يكتب إسم المشرف على وضعها.

ب- الثاني : وأبعاده ١×٥ ويكتب فيه إسم الرسام.

٢.٣.٣.١ أين يرسم المقياس التمثيلي(مقياس الرسم) في الخارطة أو المخطط

يرسم مقياس الرسم في أسفل منتصف المخطط أو الخارطة، وعلى بعد١سم من الإطار الخارجي.بشكل عام يرسم إطار الزاوية السفلية بنفس سمك الإطار الخارجي للمخطط أو الخريطة، أما التقسيمات الداخلية فترسم بخط سمكه حوالي ٠,١ ملم على الأقل، هذا في المخططات والخرائط صغيرة الحجم، ويزداد السمك لخطوط الإطار بشكل يتناسب مع حجم المخطط أو الخريطة.(بنا ٣٦)

٢.٤ إستنساخ و تكبير وتصغير الخرائط

٢.٤.١ إستنساخ الخريطة

تعني عملية إستنساخ الخريطة نقل صورة منها طبق الأصل إلى ورقة أخرى بنفس المقياس. ويتم ذلك غالباً برسمها على ورقة شفاف شمعي (Tracing paper) ثم نقلها إلى ورقة بيضاء مستقلة وفق الإسلوب التالي :

وضع قطعة ورق الكاربون بين الورقة الشفافة المنقولة عليها الخارطة وبين ورقة ورقة بيضاء وتثبيتها بدبابيس. ثم تمرر آلة مدببة شبيهة برأس القلم على كافة الخطوط والعوارض المرسومة على الورقة الشفافة. وبذلك تكون قد نقلت كافة المعلومات إلى الورقة البيضاء

ويمكن إستنساخ الخارطة أيضاً مباشرة من صورتها الأصلية دون اللجوء إلى معونة الورق الشفاف ولكن يخشى تلف النسخة الأصلية للخريطة من جراء الضغط عليها بالقلم.(خماس١٥٦)

٢.٤.٢ تكبير وتصغير الخريطة

يعد موضوع تكبير وتصغير الخرائط من المواضيع المهمة في علم المساحة، فمثلاً لتكبير الخارطة فوائد عدة منها أنه يؤمن خريطة أساسية بمقياس كبير تسهل عملية إدخال تفاصيل إضافية على الخريطة، كما أنه يؤمن مجالاً كافياً لكتابة المعلومات والملاحظات والأوصاف مع ذكر المقياس الأصلي للخريطة المكبرة وأن يبين المصدر الذي إستقيت منه التفاصيل التي أدخلت على الخريطة الكبيرة.

قد تتطلب بعض الحالات تصغير الخريطة إما لسعتها أو لغرض بيان معلومات خاصة معينة كشبكات الطرق أو السكك الحديدية، فلا حاجة للخريطة الاصلية في بعض الأحيان وتكفي نسخة مصغرة منها.(خماس ١٦٢)

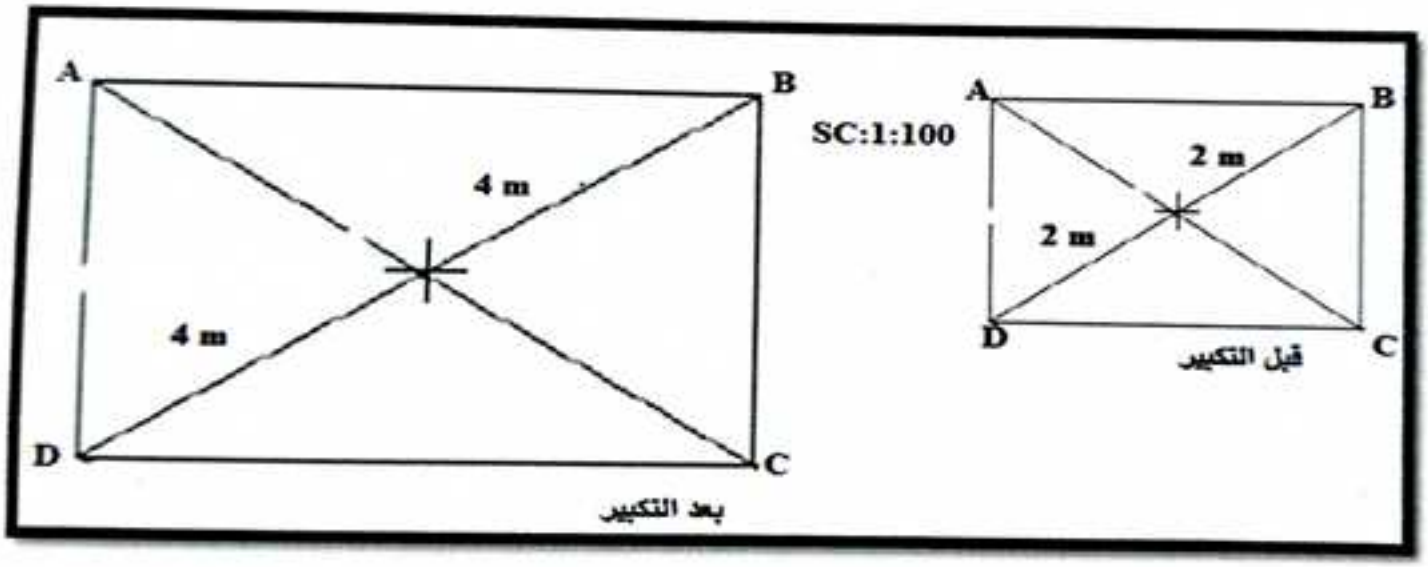
ورغم إمكانية القيام بعملية الإستنساخ والتكبير والتصغير بواسطة أجهزة الإستنساخ، إلا أن هناك عدة طرق أخرى لعمل ذلك منها : (مدخل .م١ ص ١٠٣)

- **التشبيك**

يمكن إستخدام هذه الطريقة في الخرائط والمخططات ذات التضاريس القليلة، إذ يتم تقسيم الخارطة أو المخطط المراد تكبيرها إلى مربعات وتثبت على لوح الرسم وتوضع بجانبها ورقة بيضاء يتم تقسيمها وفقاً لمقياس الرسم المطلوب. فإذا كانت الخارطة أو المخطط مرسوم بمقياس رسم ١/١٠٠ ، ونريد تكبيرها إلى الضعف نرسم المربعات على الورقة البيضاء بمقياس ١/٥٠ ، وإذا ما أردنا تصغيرها نرسم المربعات بمقياس ١/٢٠٠ وهكذا. بعدها نقوم بنقل التفاصيل على الخارطة إلى الورقة البيضاء، كما في الشكل التالي : (خماس ص ١٥٨) فريد

- **طريقة الأشعة**

تعد من أكثر استعمالاً من سابقتها وأسهل من حيث الرسم، وتكمن طريقتها بوضع الخارطة أو المخطط المراد إجراء التكبير أو التصغير له على لوح الرسم ثم نأتي بورقة تريس أكبر حجماً من الخارطة ونضعها فوقها، ومن ثم نختار نقطة في مركز الورق ونقوم برسم عمودين على النقطة، وبعدها نقوم برسم أشعة إلى نقاط بارزة وموجودة في الخارطة أو المخطط. ومن الضروري معرفة مقياس الرسم للخارطة أو المخطط المراد تكبيره أو تصغيره، فلو فرضنا المسافة بين المركز وأحد نقاط الخارطة أو المخطط ١٠ سم، وعند تكبيرها إلى الضعف، تكون المسافة على الشعاع المرسوم على الورقة الشفافة ٢٠ سم، وهكذا بقية نقاط الخارطة أو المخطط وبنفس الطريقة في حالة التصغير، كما في الشكل التالي :



- **طريقة إستعمال آلة تدعى بانتوگراف(Panto graph)**

تتكون هذه الآلة من خمسة أذرع، تشكل أربعة منها الشكل الرباعي للآلة، أما الذراع الخامس فيكون في الوسط. يثبت في إحدى زوايا الآلة القلم، ويوجد في زاوية أخرى ثقل يثبت على المنضدة. هناك إبرة مدببة في منتصف الذراع الوسطي، والأذرع الثلاث منها مقسمة ومثقبة حسب المقياس وذلك لتغيير المقياس حسب الطلب. وطريقة العمل تكون بتثبيت الخارطة أو المخطط تحت الذراع الذي فيه الإبرة، ونثبت ورقة بيضاء تحت الذراع الذي فيه القلم، فعندما نحرك الإبرة على الخارطة يبدأ القلم بالرسم على الورقة البيضاء أما تكبيراً أو تصغيراً حسب الطلب.

الشكل التالي يظهر نوعين من هذه الآلة :

أدوات ومعدات المساحة والرسم الهندسي

٣.١ الأدوات والمعدات الخاصة بالعمل الميداني

يستعمل الأثاريون مجموعة من الأدوات والمعدات في الحقل(ميدان العمل) بشكل أساسي،مع إستخدام ما تمليه ضرورات العمل الهندسي التكميلي الذي بدأ في الحقل، ويتم إكماله في المكتب، وهي على نوعين :

١- الخرائط بأنواعها المختلفة .

٢- المعدات والأجهزة المستخدمة للمساحة والرسم الهندسي.

٣.١.١ الخرائط

يمكن تعريف الخريطة بأنها التمثيل الأقرب إلى حقيقة ما يحتويه سطح الأرض من معالم، مبيناً لمقدار الإرتفاع والإنخفاض في سطح الأرض عن مرجع معين ويكون هذا التمثيل(الخريطة) بمقياس رسم محدد.

والخرائط متعددة الأنواع ومقاييس الرسم، لكنها جميعاً تصب في عملية التوثيق الأثاري عن طريق الرسم.

ويجب على الأثاري إن يتدرب على قراءة الخرائط والتعامل مع مقاييس الرسم المختلفة وتوحيدها عن طريق معرفة تحويل المقاييس والتعرف على أنظمة مقاييس الأطوال.(ينظر ف ٢)

كما يجب أن يتعرف الأثاري على رموز كل خارطة كي يتمكن من تحديد ما سيقوم بنقله من نقاط وإحداثيات إلى الخارطة الخاصة بعمله.

تختلف الخرائط عن بعضها في الأغراض التي وضعت من أجلها. وتنقسم إلى عدة أنواع تتشابه كثيراً مع تقسيمات علم المساحة (ينظر ف١) ، ومن أبرز الأنواع التي يتعامل معها الآثاري نشير للآتي :

١- الخريطة المستخدمة في ميدان العمل في حالة المسح الأثري وتكون بمقياس ١: ٥٠٠٠ أو ١:١٠٠٠٠٠ ونحوها ، فهي تشمل مساحة جغرافية مناسبة لإحتواء مجموعة من المواقع الأثرية. يتم تسقيط المواقع الأثرية على هذه الخريطة ميدانياً وبدلالة ما تم نقله من مواقع أثرية تضمنتها الخرائط الأخرى، بشكل أوضح فإن الخارطة الأثارية، (أي الخارطة التي تخدم العمل الأثاري وخاصة أعمال المسح الأثري)،إضافة لتأشير المواقع الأثرية الجديدة ميدانياً تنجز من قبل الأثاري الذي يتولى مهمة المسح الأثري.(رزق ١٠٣) (الموجز ٧٧)

٢- الخرائط الطبوغرافية (الكنتورية) أو التضاريسية. (ينظر ف ٦)

٣- الخريطة الطبوغرافية الخاصة بالموقع الأثري ومحيطه (البيئة الطبيعية المحيطة بالموقع الأثري)، وتكون عادة بمقياس رسم كبير يتفق مع مساحة الموقع أو التل الخاضع للتنقيب، وهي تكون عادة بمقياس ١: ٥٠٠ أو ١: ١٠٠٠ أو أقل أو أكثر. ويتم عليها إسقاط نقاط التنقيب وتفاصيلها. (غنيم ١٢٦)

٤- خرائط تخطيطية عامة للموقع أو التل الأثري تبين أبعاده وفكرة عامة عن إرتفاعات قممه وما يظهر على السطح من مباني، وتدعى هذه الخريطة البسيطة بخريطة (الكروكي= Diagram).(مدخل .م١)

٥- خرائط المساحة المستوية (خرائط الكادسترو)، وهي خرائط خاصة بالمقاطعات والأراضي الزراعية. يستفيد منها الآثاري في نقل التلول الأثرية المسقطة عليها إلى خرائط المسح .

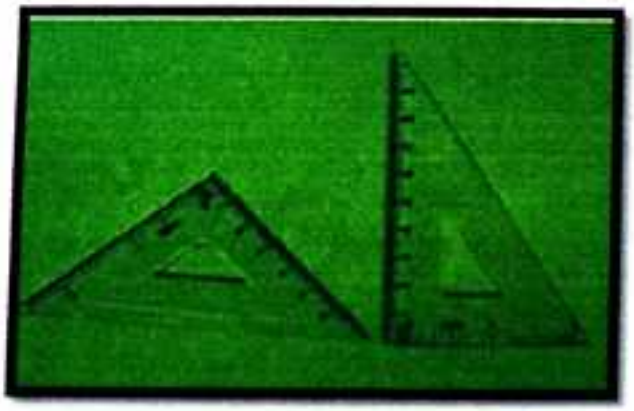
٦- الصور الجوية : يمكن إستخدام الصور الجوية والفضائية كبديل عن الخرائط في المناطق التي لا تتوفر لها أية معلومات مساحية أو خرائط. وفي العادة تشمل مساحات ومناطق واسعة تتضمن مدن أثرية و مظاهر طبيعية مهمة مثل الأنهار والقنوات القديمة. وعلى ضوء هذه الصور يمكن رسم الخرائط الطبوغرافية (الكنتورية) لمناطق شاسعة تتضمن البيئة الطبيعية لمواضع الإستيطان التي يتم تصويرها.(تصويرية ١ – ٤، ٥) (الموجز ٨٦)

٣.١.٢ المعدات والأجهزة للمساحة والرسم الهندسي

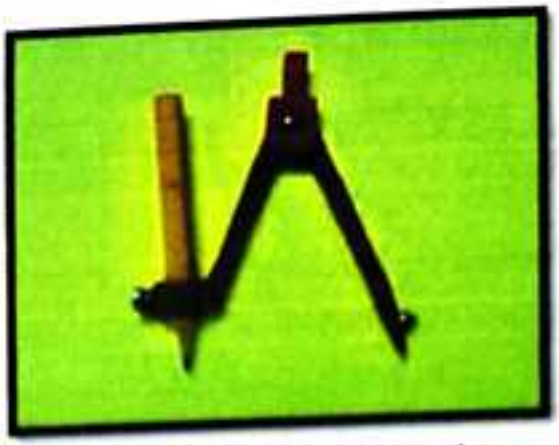
هناك معدوات وآلات وأجهزة كثيرة ومتنوعة تستخدم في أعمال المساحة والرسم، سوف نشير لأبرز هذه وخاصة التي ترتبط بشكل خاص بالعمل الأثري :

١- القرطاسية، وتشمل المواد التالية :

- أقلام رصاص عادية من نوع H٦ ،H٤ ، والتي تستعمل في رسم الخرائط العادية وذلك حسب نوع الورق المستعمل بينما يفضل للكتابة، H٢ وH٣ .
- أقلام التحبير وهي متنوعة ومختلفة وعلى حسب الغرض المستخدم من أجله، وهناك أنواع عديدة منها.
- ورق خطوط بيانية.
- ورق شفاف شمعي (Tracing paper): يستخدم للرسوم النهائية المحبّرة المعدة للنشر العلمي أو رفع التقارير النهائية لمواسم المسح والتنقيب.
- مثلثات مختلفة الزوايا منها ستيني ثلاثيني ومنها المثلث ٤٥: ترسم الخطوط المختلفة بواسطة المثلثات،ويوقع بها توازي الخطوط وكذلك الزوايا الخاصة وتستعمل مع مسطرة حرف T لإقامة وإسقاط الأعمدة وعمليات التحشية.(نبيل ١٧)



- فرجال : يستعمل في رسم الأقواس المختلفة المعلومة نصف القطر وكذلك في رسم الدوائر الكاملة ويستخدم في تحديد النقط المعلومة بمسافات الربط على خط القاعدة، وهناك نوع من الفرجال له أسنان يستخدم في نقل المسافات من الأسكيل إلى اللوحة أوبالعكس. كما يستعمل (divider= **فرجار تقسيم**) لغرض تكبير أو تصغير الرسوم والمخططات، في توحيد مقاييس الرسم ونقل المواقع الأثرية من خارطة إلى أخرى أو إلى خرائط المسح .

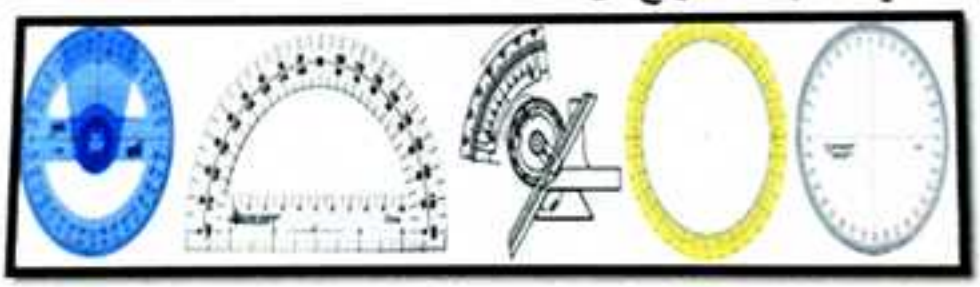


- المنقلة (protractor) : هي من الأدوات المستخدمة لتوقيع الزوايا وتكون عبارة عن نصف دائرة أو دائرة كاملة، وتقسم الدائرة الكاملة إلى ٣٦٠ قسم متساوي يسمى درجة ستينية وكل قسم مقسم إلى قسمين صغيرين كل قسم منها ٣٠ دقيقة ويوجد نوع تقسيم فيه الدائرة تقسم إلى ٤ أقسام متساوية كل قسم عبارة جراد واحد وكل قسم مقسم إلى قسمين متساويين كل منها ½ جراد .

تستعمل المنقلة كما أشرنا لتوقيع الزوايا وكما يلي :

١- تثبيت المنقلة عند رأس الزاوية المطلوب توقيعها.
٢- تثبيت حافة المنقلة أو صفر التدرج للمنقلة على الضلع المعلوم.
٣- نحدد قيمة الزاوية على المنقلة بعلامة أو نقطة.
٤- نصل رأس الزاوية بالعلامة فنحصل على إتجاه الخط.
٥- الزاوية التي حصلنا عليها ما بين الضلع المعلوم والإتجاه هي الزاوية المطلوبة.

الشكل التالي يظهر عدة أنواع من هذه الآلة :

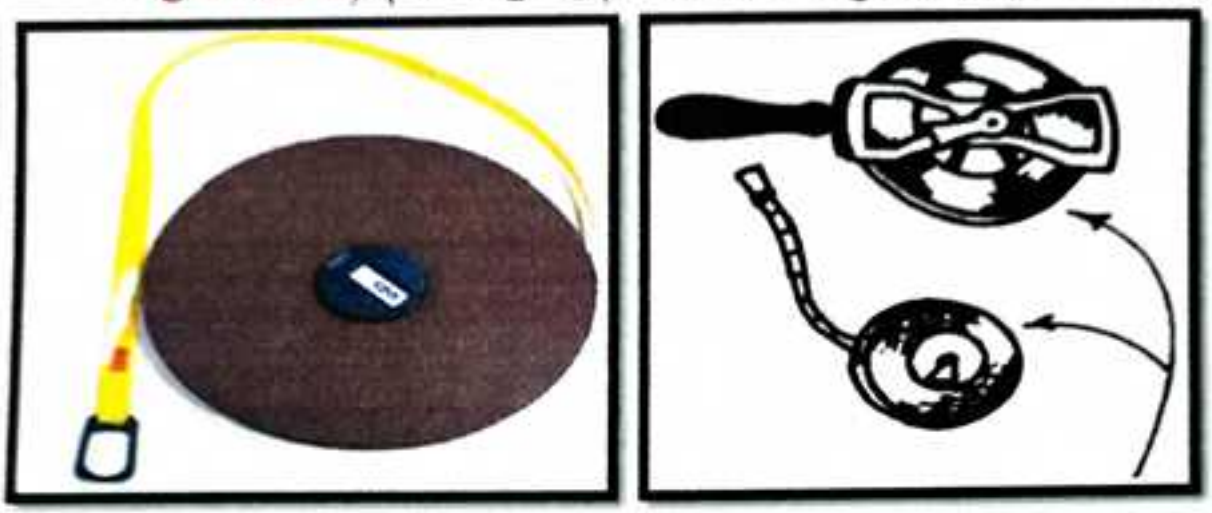


- الإسكيل(مقياس الرسم) : هو عبارة عن مسطرة مثلثة المقطع كل وجه يحمل مقياسين،والإسكيل يصنع مادة العاج لضمان عدم تمدده أو إنكماشه والمحافظة على طوله، والمقاييس المختلفة فيه ١:١ ،١:١٠ ،١:٢٥ ،١:٥٠، وبذلك يمكن إستخدامه للخرائط التي لها هذه المقاييس أو مضاعفاتها.

- لوحة رسم : عبارة عن لوحة خشبية مستوية توضع أفقية تماماً ولها حرف من الأبنوس لإمكان تطابق المسطرة حرف T على هذا الحرف، ويراعى أن يكون نوع الخشب

٢- الشريط المتري (Tape)(بناء ١ ص ١٩) (م.مس ص ١٠-)

هو الأداة الرئيسة في عملية القياس الخطي حيث يتم قياس المسافات الطولية بأخذ القراءة مباشرة. ويعد الشريط أحد أدوات المساحة الأرضية وهو من أفضل ما يستعمل للقياس المباشر، وهناك عدة أنواع من الأشرطة منها شريط التيل أو الشريط الكتاني والشريط الصلب أو الفولاذي، ولكل منها عيوبه ومزاياه، إلا أنها تشترك في كونها سهلة الحمل ورخيصة الثمن وتتراوح أطوالها من ٥ م وحتى ١٠٠ م. (مدخل ١ ص١٧



٣- الشاقول

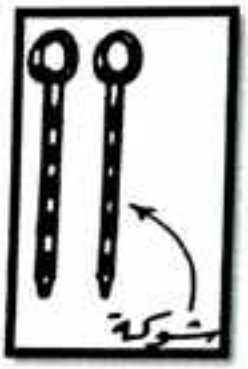
مخروط معدني ثقيل نسبياً، وعند تعليقه بشكل حر عن طريق خيط كتاني، من قاعدته يتجه رأس المخروط للأسفل بفعل الجاذبية وبإتجاه عمودي على المستوى الأفقي، يستعمل لمركزة أجهزة المساحة فوق نقطة على الأرض، ولرفع وإسقاط نقاط من الأرض عند القياس بالشريط.

٤- الشاخص (Ranging Rod)

هو عبارة عن عمود دائري رفيع من المعدن أو الخشب بقطر ٢,٥ سم عادة وطول بين ٢-٣ م، وهو مصبوغ باللون الأحمر والأبيض بأطوال ٠,٥ م لكل لون، ويكون في أسفل الشاخص كعب معدني مخروطي لغرض غرسه في الأرض. تستخدم الشواخص لتحديد خطوط مستقيمة أو لقياس المسافات الطولية في عملية تسمى التوجيه أو التثليث.

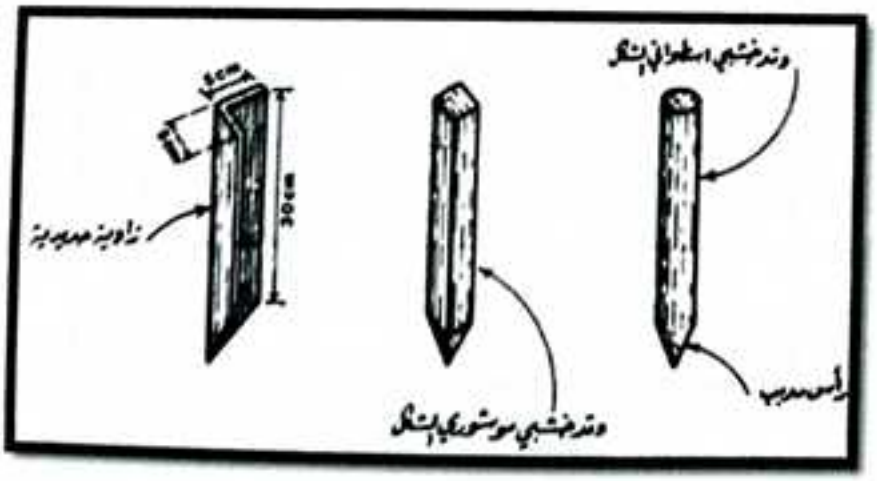
٥- شوك القياس

عبارة عن أسياخ فولاذية بقطر يتراوح من ٣- ٦ ملم وطول من ٢٠-٤٠ سم، أحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الأرض والطرف الأخر ملتوٍ على شكل أو قرص يحمل رقماً معيناً. يستعمل شوك القياس بشكل رئيسي في إظهار النقاط وتحديد المسافات الجزئية التي يتم قياسها وكذلك في تحديد بعض الإستقامات ولو بشكل مؤقت.



٦- الأوتاد

تصنع من الحديد أو الخشب بأشكال متعددة،إسطوانية أو موشورية يتراوح سمكها بين ٣-٦ ملم وطولها من ٢٠ – ٣٠ سم، أحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الأرض، يستعان بمطرقة فولاذية لدق الوتد في الأرض بحيث لا يظهر منه سوى بضعة سنتيمترات فوق سطح الأرض. تستعمل الأوتاد الخشبية بشكل رئيسي في تحديد مواقع النقاط المختارة على سطح الأرض، أما في الأراضي الصلبة فإنها تستبدل بمسامير أو قضبان حديدية قطرها من ٠,٥ إلى ٢ سم وطولها من ١٠ إلى ٣٠ سم.



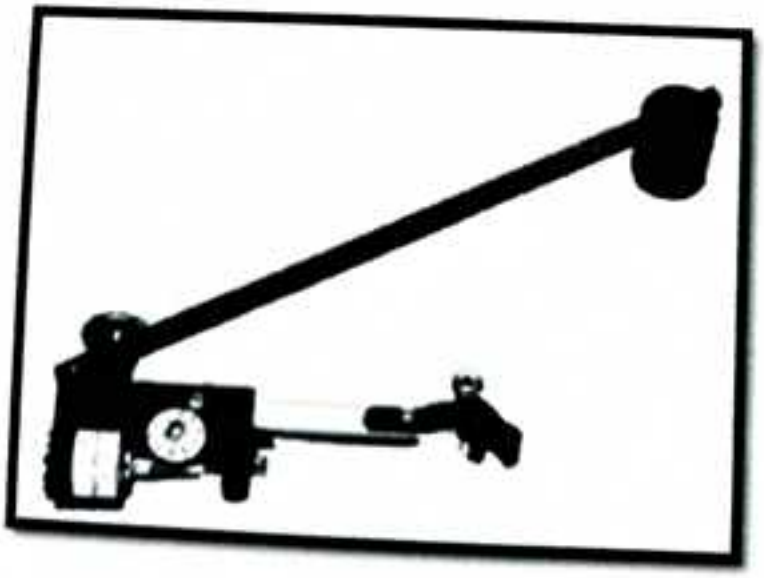
٧- ميزان الشاخص

عبارة عن ميزان ماني دائري مثبت على زاوية معدنية، يستعمل للتأكد من وضع الشاخص في شكل رأسي فوق النقاط، وهناك منه ما يكون مثبت تماماً على الشواخص.

٨- جهاز البلانيمتر

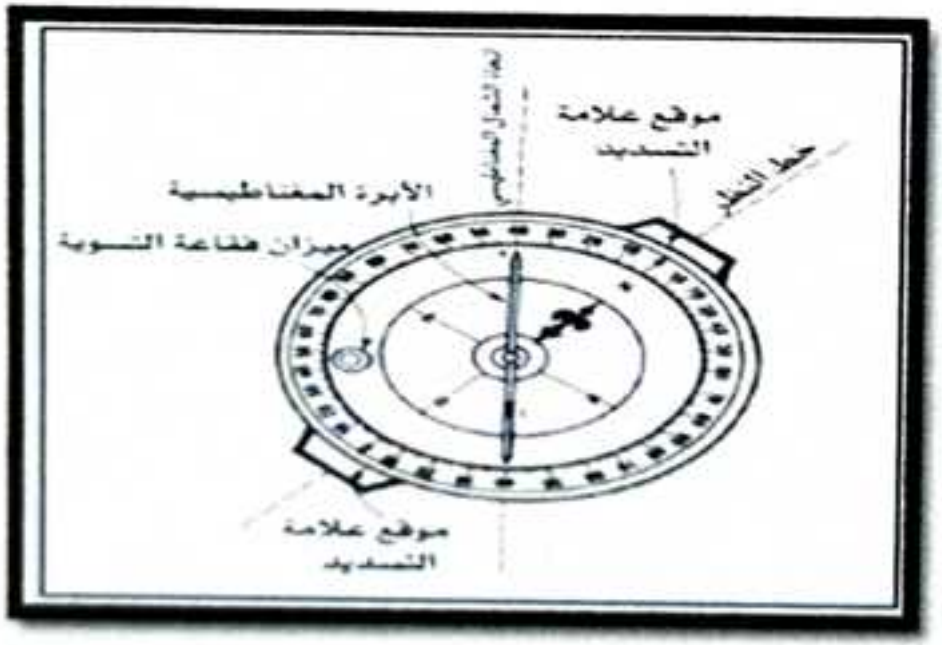
يستخدم هذا الجهاز في قياسات الأشكال المغلقة والمرسومة بمقياس رسم معين. ويتكون من عدة أجزاء، منها :

- ذراع التثبيت ومركز تثبيت. يدور الذراع حول مركز التثبيت الذي هو عبارة عن رأس أبرة متمركزة في وسط ثقل عن أحد طرفي الذراع نفسه. أما الطرف الآخر من ذراع التثبيت فهو عبارة عن كرة صغيرة تدخل في تجويف ضمن وحدة القياس التابعة للجهاز.
- ذراع الرسم أو التخطيط . يتصل من أحد طرفيه بوحدة القياس للجهاز وينتهي عند طرفه الآخر بأبرة الرسم أو التخطيط.
- وحدة قياس مكونة في الغالب من قرص وعجلة قياس إسطوانية متصلة بعداد دورات، فضلاً عن ورنية لتقدير القراءة على عجلة القياس الإسطوانية.



٩- البوصلة (قمباص = Compass)

تعرف كذلك بإسم (**الحُك**)، وهي إحدى أجهزة قياس الزوايا وتحديدها. وتصنع على أشكالاً متنوعة منها البسيط ومنها المعقد. وتستعمل البوصلة بمختلف أشكالها لتحديد إتجاه الشمال المغناطيسي وإيجاد إنحراف الخطوط عن الشمال، كما يوضح ذلك الشكل التالي : (مدخل ١ -٢٥



أجزاء البوصلة الأساسية :

تتكون البوصلة من ثلاثة أجزاء: أبرة مغناطيسية وقرص دائري وعلامات تسديد.

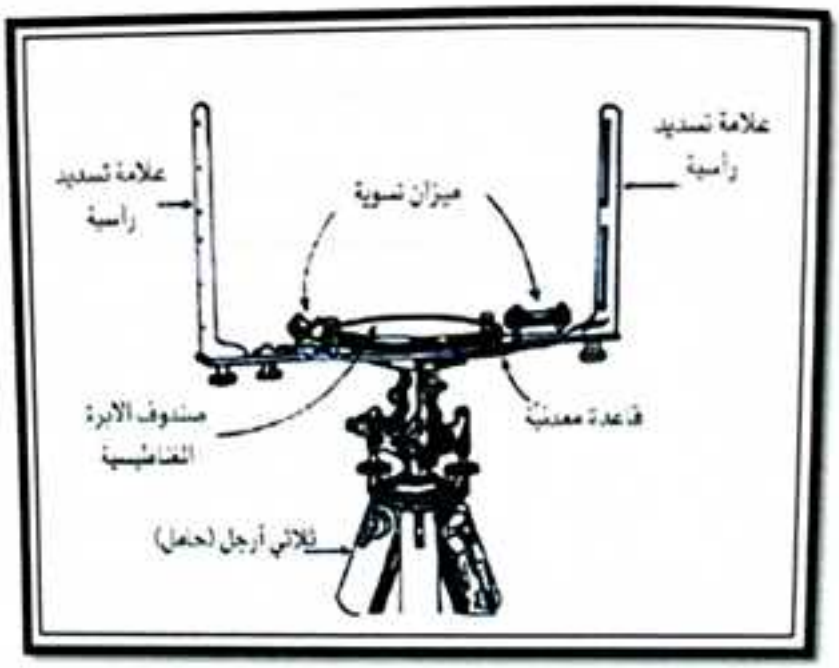
أشكال البوصلة :

هناك نوعان من البوصلات :

١- البوصلة الزنبقية

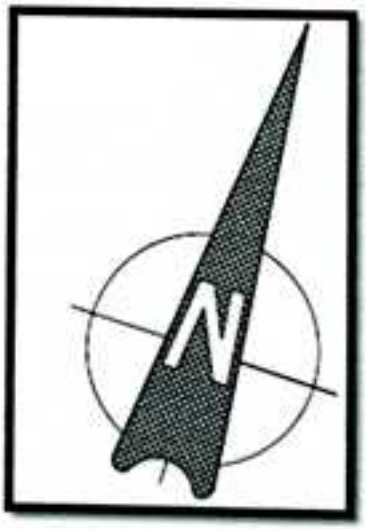
وتسمى كذلك بوصلة المساح وتتكون من الأجزاء التالية :

- محفظة أو صندوق البوصلة مثبتاً في وسطها حامل رأسي يعلوه رأس مخروطي مدبب ترتكز عليه أبرة مغناطيسية، فضلاً عن قرص دائري مدرج بالدرجات(أو أنصاف الدرجات) وغطاء زجاجي يغطي سطح المحفظة فيحمي ويمنع تسرب الغبار والرطوبة إلى الداخل.
- علامتان للتسديد مثبتتين في وضع رأسي غلى طرفي المحفظة وتحوي كل منهما على شق رأسي يساعد في تحديد خط النظر(رصد الهدف أو النقطة).
- إثنان من موازين التسوية (Two Levels) مثبتان بحيث يكون إمتداد محوري الميزانين متعامدين مع بعض.
- قاعدة معدنية يرتكز على سطحها العلوي محفظة وموازين التسوية وعلامتا التسديد، كما تتصل هذه القاعدة من أسفلها بمجموعة براغي وأدوات وصل هذه القاعدة من أسفلها بمجموعة براغي وأدوات وصل ليتم ربطها بحامل إذا أريد ذلك. والشكل التالي يبرز أهم الأجزاء :



وتستخدم عادة مع لوح التسوية، ويمكن الحصول على الشمال المغناطيسي بصورة سهلة بمجرد تحريكها يميناً أو شمالاً فوق اللوح.

هنا نوضح **الاختلاف** بين الشمال الحقيقي والشمال المغناطيسي، **الأول هو** إتجاه خط الطول المار بالنقطة على سطح الأرض إلى القطب الشمالي، وحيث إن خطوط الطول ثابتة لا تتغير لذا فإن إتجاه الشمال الجغرافي ولا يتغير ولهذا يسمى إتجاه الشمال الحقيقي. وكل خطوط الطول عبارة عن خطوط للشمال الحقيقي. ويميز الشمال الحقيقي برمز النجمة في نهاية الخط على مخطط الإتجاه في الخريطة الطبوغرافية. ولا يوجد جهاز يمكن بواسطته تحديد إتجاه خطوط الطول عند نقطة ما ولكن يحدد هذا الإتجاه عن طريق إجراء وحسابات فلكية.(بناء ٢ص٣٠



بينما **الثاني** هو الإتجاه الذي تحدده أبرة مغناطيسية حرة الحركة وغير خاضعة لتأثير الجاذبية المحلية، وهذا الإتجاه غير ثابت لأن الأبرة المغناطيسية تتأثر بما يحيط بها من حقول مغناطيسية بسبب وجود المعادن في باطن الأرض والتي تشكل المغناطيس الكبير. لذا فإن هذا الإتجاه يتغير في نفس المكان من وقت لأخر. والجهاز الذي يحتوي على الأبرة المستخدمة في تحديد إتجاه الشمال المغناطيسي يسمى البوصلة المغناطيسية. ويميز الشمال المغناطيسي على الخرائط الطبوغرافية بخط مرسوم في نهايته سهم يشير للشمال المغناطيسي.

عموماً يلاحظ أن الإتجاهين متقاربين إلا أنهما غير متطابقين ويحصران بينهما زاوية صغيرة عند النقطة تسمى زاوية الإختلاف المغناطيسي. وهي زاوية صغيرة قد تكون شرق أو غرب

البوصلة المنشورية أو الموشورية (Prismatic Compass) (حسان٤٢، ٦١)

وتتألف من الأجزاء الرئيسة التالية :

- محفظة أوعلبة نحاسية إسطوانية الشكل قطرها يتراوح بين ٦-١٥ سم يغطيها قرص زجاجي يمنع تسلم الغبار والرطوبة ويسمح برؤية التدرجات على قرض دائري في قعر العلبة.
- حامل رأسي يعمل كمحور إرتكاز في مركز العلبة يعلوه سن مدبب ترتكز عليه أبرة مغناطيسية يمكنها أن تدور حوله بحرية.
- قرص دائري مدرج بالدرجات وأنصاف الدرجات. وتبدأ التدريجات من الصفر عند القطب الجنوبي للأبرة وتتزايد بإتجاه دوران عقارب الساعة فتبلغ ٩٠° عند الغرب و١٨٠° عند الشمال و٢٧٠° عند الشرق و ٣٦٠° عند القطب الجنوبي ذاته.
- موشور ثلاثي زجاجي مغلق بصفائح نحاسية ومتصل مفصلياً بقطعة معدنية مثبتة في جدار العلبة الخارجي.
- علامة أو لوحة تسديد رأسية في وسطها فتحة طولية.
- فقاعة تسوية يستعان بها لجعل العلبة وبالتالي الأبرة في وضع أفقي عند الرصد.

١٠- المنظار (Telescope)

هو عبارة عن منظار مساحي حول محور أفقي يصل بين القائمين الرأسيين، تظهر به صور الأهداف المرصودة معتدلة وعدسته العينية مزودة بمسمار يدار لتوضيح حامل الشعيرات.

يمكن أن يكون بعدسة واحدة أو إثنتين، شرط أن تكون العدسات ذات مدى مناسب للرؤيا. ويعتبر كلّ من الناظور والكومباس آلتين أساسيتين لأعمال المسح الأثري الذي يغطي في العادة مساحات أرضية واسعة. وهناك ناظور آخر يمكن من خلاله ليس فقط رؤية الهدف وإنما تحديد المسافة الطويلة بين نقطة وقوف الشخص الذي يستخدم هذا الجهاز وبين نقطة الهدف إذا كانت المسافة ليست بعيدة لكنها بنفس الوقت صعبة القياس مشياً على الأقدام، يعرف هذا الجهاز باسم(Range finder).

١٢- **جهاز التسوية (الميزان = Level)** (مدخل ١ -٢٩-٣١

يعتبر من الأجهزة الشائعة الإستخدام والضرورية لأعمال المساحية والأعمال الحيوية، وهو من الأجهزة سهلة الإستعمال مقارنة بالأجهزة المساحية الأخرى. وهو الجهاز الرئيسي المستخدم لتعيين إرتفاعات وإنخفاضات النقاط أو بمعنى أخر إيجاد مناسيب النقاط مثبتة على سطح الأرض. وتصنف أجهزة الميزان من حيث الدقة إلى ثلاث أصناف :

- أجهزة عالية الدقة : تكون فيها فقاعة التسوية ذات حساسية عالية جداً وتكون قوة التكبير عالية. وتستخدم في المسح الجيوديسي وفي الأعمال التي تتطلب دقة عالية.
- أجهز متوسطة الدقة : وهي أقل دقة من الصنف الأول ويسود إستخدامها في المشاريع الهندسية.
- أجهزة منخفضة الدقة : ويصنع هذا النوع من الأجهزة لأغراض التسوية التقريبية كما هو الحال في مشاريع الأبنية المحدودة وفي حالات التسوية لمسافات قريبة.

أنواع أجهزة الميزان :

هناك عدة أنواع من أجهزة الميزان منها :

١. جهاز الميزان الإلكتروني الرقمي : وهو مزود بتكنولوجيا متطورة لمعالجة صور القامات لتعيين قراءة القامة وفروق المناسيب والمسافات الأفقية وعرض المعلومات على شاشة الجهاز وتسجيل المعلومات والبيانات في ذاكرة الجهاز الداخلية. ويستخدم في العديد من التطبيقات مثل شبكات الميزانية الدقية والمساحة الطبوغرافية وغيرها.
٢. جهاز الميزان بنظام الليزر الدوار : يعمل الجهاز على إرسال شعاع ليزر يستقبل على وحدة خاصة تابعة للجهاز تقوم بإظهار المعلومات والبيانات الخاصة بالمنسوب أو الميل، وتصل دقة الجهاز إلى + ١٠ ثانية في تعديل الميول، ويستخدم في عمليات تسوية الأراضي وأعمال تحديد الميول والإنحدرات للمشاريع الهندسية المختلفة.
٣. جهاز الميزان العادي : يتكون من منظار ومسامير خاصة بالضبط وهو شائع الإستخدام في أغلب المشاريع الهندسية والأثرية وتستخدم معه القامة العادية.

يوضح الشكل التالي الأجزاء الرئيسة لجهاز التسوية : (تسوية ١ ص ٢-٤

١٣- جهاز الثيودوليت = Theodolite (مدخل ١ ص ٣٢-٤٢) (ثيو ٢-٧

تعد عملية المساحة بإستخدام أجهزة الثيودوليت من أدق أنواع المساحة،سواء في عمليات الرفع أم عمليات التوقيع، ويعتبر جهاز الثيودوليت من أدق وأفضل الأجهزة في رصد إتجاهات وقياس الزوايا في المستويات الأفقية والرأسية، بين الجهاز ونقاط الرصد، وتوقيعها. ويستعمل في أعمال المساحة التايكومترية التي تختص في قياس المسافات الأفقية والرأسية بين النقاط المختلفة بطرق سريعة دون اللجوء إلى عمليات القياس المباشر. كما أنه يستعمل في إيجاد مناسيب النقاط المختلفة التي تساعد في عمل خطوط الكنتور التي بدورها تساعد على معرفة تضاريس الأرض.
ويستعمل في الكثير من التطبيقات المساحية والتي تحتاج لدقة عالية، مثل عمليات الأرصاد الفلكية، في عمل الميزانيات الشبكية (الجيوديسية)،وفي أرصاد الشبكات المثلثية بدرجاتها المختلفة، وفي توقيع المنحنيات ومحاور الطرق.(ثيوص٢

هناك عدة أنوع من أجهزة الثيودوليت منها :

أ- الثيودوليت ذو الورنية ، وقد قل إستعماله في الوقت الحاضر.

ب- الثيودوليت العادي (الحديث أو البصري) وهو مزود بميكرومتر لقراءة الدائرة الأفقية والرأسية.

ت- الثيودوليت الرقمي وتظهر القراءة مباشرة على شاشة مزود بها جهاز.

أجزاء الثيودوليت :

تتشابه الأجهزة من التركيب ومبدأ العمل وقد تختلف بعض الأجهزة في مدى تطورها وحداثتها، والشكل التالي يظهر أهم أجزاء الجهاز:

أجزاء جهاز الثيودوليت

١٤- جهاز أو مزواة (أبني = Abney Clinometer)

ويدعى كذلك(**آلة مقياس الميل**)، وهو جهاز يدوي يتكون من صندوق مستطيل وتلسكوب مع قوس مدرج " نصف دائرة " يشكل منتصفه الرقم " صفر "، ويقسم من منتصفه (نقطة الصفر) وباتجاه الأمام إلى (٩٠ درجة)، ومن منتصفه إلى الخلف(٩٠ درجة) كذلك. القسم الأمامي يستعمل لقياس درجات الإنخفاض، والقسم الخلفي يستعمل لقياس درجات الارتفاع. ويستخدم هذا الجهاز لقياس الارتفاعات ورسم الخرائط الكنتورية غير الدقيقة، لذلك تتوجب الدقة الممكنة عند استعماله وعدم التنقل من نقطة إلى أخرى أو التحرك نحوه اتجاه مغاير قبل إكمال القراءات المأخوذة من نقطة الوقوف(**الرصد**).

الشكل التالي يظهر بعض أنواع هذه الآلة :

١٥- أجهزة متطورة أخرى

فضلاً عن الآلات والأجهرة والمعدات التي عرضنا فإن هناك أجهزة ذات تقنيات عالية يمكن أن تستخدم في عمليات المسح الأثري ومنها بشكلٍ خاص التقنيات التي ترتبط بالأقمار الإصطناعية، مثل GPS، النظام الكوني العالمي لتحديد المواقع، الذي يتكون من مجموعة من الأقمار الصناعية يصل عددها إلى ٢٤ قمراً، وعدداً من المحطات الأرضية التي تتحكم تسيطر على الأقمار الصناعية في مداراتها وإرسال كافة كافة المعلومات، وأجهزة الإستقبال الأرضية التي تقوم بإستقبال وتحليل الإشارات القادمة من الأقمار الصناعية وأيضاً أجهزة الحاسب الآلي التي تتعامل مع المعلومات المجمعة داخل أجهزة الإستقبال الأرضية من خلال برامج تقوم ببعض الحسابات والتصحيحات التي من خلالها يتم تحديد المواقع بالدقة المطلوبة.(جب بس ٤ ص ٤)

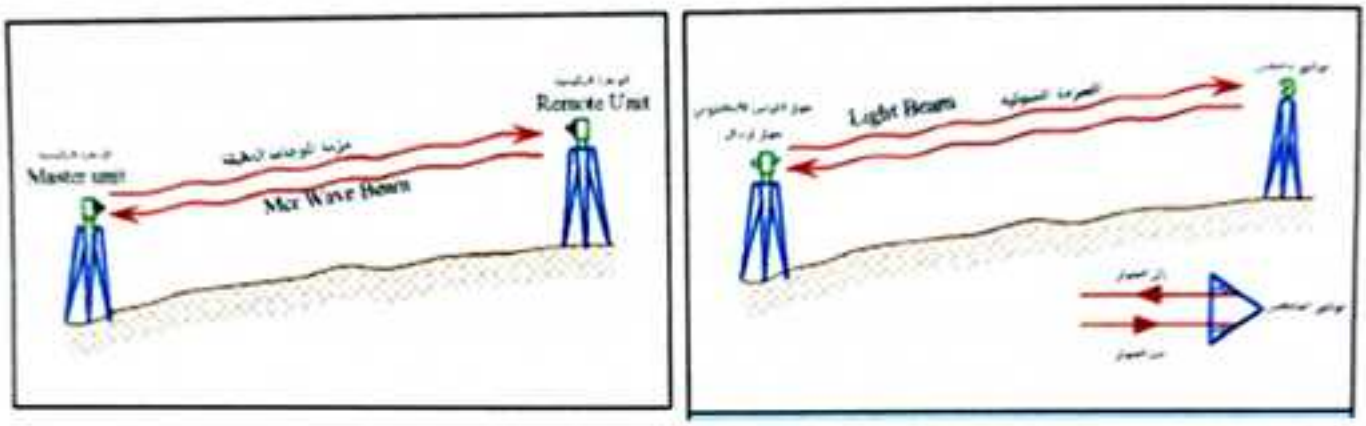
ونظام المعلومات الجغرافية (GIP) والتي تمثل حالة خاصة من نظم المعلومات والتي تحتوي على قواعد معلومات تعتمد على دراسة التوزيع المكاني للظاهرات والنشاطات والأهداف التي يمكن تحديدها في المحيط المكاني كالنقط والخطوط والمساحات، حيث يقوم نظام المعلومات الجغرافي بمعالجة المعلومات المرتبطة بتلك النقط أو الخطوط أو المساحات لجعل البيانات جاهزة لإسترجاعها لإجراء تحليلها أو الأستفسار عن بيانات من خلللها.(جي بي سي ١ ص ٨)

ويعد جهاز المحطة الشاملة (Total station) من الأجهزة الحديثة التي يعتمد عليها في أعمال المساحة وهو مزود بوحدة ميكروكومبيوتر لها إمكانات كبيرة في التعامل مع عدة برامج حقلية وإعطاء نتائجها على شاشة الجهاز أو أي وسيلة لإخراج البيانات، فضلاً عن وحدات التخزين الكبيرة الموجودة بالجهاز. ويستخدم لقياس المسافات والزوايا إلكترونياً.

الشكل التالي يوضح الشاشة ولوحة المفاتيح : (مدخل ١ص ٥٤

وأجهزة قياس المسافات إلكترونياً (Electronic Distance Measurement = EDM)، شكل هذا الجهاز قفزة كبيرة في مجال قياس المسافات، فقد وفر للعاملين في هذا المجال الكثير من الوقت والجهد. ومنها أجهزة القياس الكهروبصرية وأجهزة القياس الإلكترونية التي تعمل على الموجات الدقيقة.

توضع الأشكال التالية مبدأ القياس في هذه الأجهزة



وهناك أجهزة الرسم بالحاسب الآلي (Computer Aided Design = CAD)، وأجهزة التاكيومترية (Tacheometic Instrument) وهي أجهزة شبيهة بجهاز الثيودولايت،وجهاز الأليداد= Self Reduction Alidade ذو القياسات المباشرة، وأجهزة أخرى متطورة .(مدخل م ١ ص ٥٠)

إن ما تم عرضه من معدات وآلات وأجهزة ولوازم هندسية، هي ما يحتاجه الآثاري في أعماله الحقلية في أعمال المساحة ورسم الخرائط التفصيلية ورسم مخططات للوحدات البنائية المكتشفة أثناء التنقيب. مع ملاحظة ضرورة المحافظة على هذه الأجهزة والمعدات وصيانتها من كافة المؤثرات الخارجية، ويتم ذلك عن طريق تنظيفها باستمرار وبشكل خاص عدسات الأجهزة التي يجب إزالة كافة الأتربة والغبار المتراكم عليها قبل حفظها في صناديقها الخاصة وقبل رزمها في المخازن، كما يجب تغليفها وفقاً للتعليمات، كل هذا من أجل سلامتها وإدامتها.

٤.١ الرسم الهندسي

يهدف الرسم الهندسي إلى تعريف الطلاب كيفية رسم المعالم المطلوبة وإكمال جميع العناصر الفنية وإنتاج المخططات الخرائط يدوياً سواء كانت خرائط طبوغرافية أو خرائط تفصيلية. كما يتعرف على الضوابط التي تحكم عمله ويقرر بموجبها إن كان عمله دقيق أو غير دقيق، خطأ أو غير خطأ، يحتاج إلى تصحيح أو لا يحتاج إلى تصحيح.(رسم م ١ص ٤)

وتوفر مادة المساحة والرسم الهندسي إمكانية الإلمام بالمعلومات الأساسية لتدريب على ممارسة العمل الهندسي الذي يتطلبه العمل الأثاري في كافة حقوله، المسح الأثري وأعمال التنقيب وصيانة وترميم الأثار.

فعلى سبيل المثال يساهم الرسم الهندسي في مجالي التنقيب والصيانة للأبنية والمواد الأثرية في حالات كثيرة في إعادة الصورة الكاملة لأصل المباني المتضررة، كما يعيد اللقى الأثرية المختلفة إلى أشكالها الأصلية وما تحمله من زخارف فنية.

إن عدم كفاءة الصور الضوئية في إعطاء تفاصيل المباني اللقى الأثرية ومقاطع الحفر في التلول الأثرية، وعدم إظهار المتغيرات الدقيقة التي قد تظهر على الآثار المشار إليها لا يدع مجالاً للشك في أن الرسم الهندسي يعد عملاً توثيقياً هاماً في مجال الأثار، بل هو الأهم لدعم الكتابة الوصفية للمباني المستظهرة خلال أعمال التنقيب، كذلك وصف اللقى وأية مكتشفات أثرية أخرى.

كما يشمل كذلك وصف المباني واللقى الأثرية الخاضعة لأعمال الترميم والصيانة لغرض إعادتها إلى شكلها الأصلي جهد الإمكان (Reconstruction).

إن أعمال الرسم الأثاري في كثير من مجالاته تتطلب تدريباً كافيا، سواء في الحقل(ميدان العمل) أو في المكتب.

عموماً إن من يطلع على البحوث والتقارير الأثرية، سواءً التقارير التي تتعلق بنتائج الأعمال الميدانية (**المسح والتنقيب والصيانة**) خصوصاً التقارير النهائية لمواسم العمل، أم البحوث المنشورة والكتب، يدرك ما للرسوم من أهمية كبيرة للمتخصص في مجال الآثار، لأنها تعيد الصورة الكاملة لأصل المباني المتضررة، كما يعيد اللقى الأثرية المختلفة إلى أشكالها الأصلية وما تحمله من زخارف ونقوش فنية وجمالية. إن أعمال الرسم الأثري في الكثير من مجالاته تتطلب تدريباً كافياً، سواءً في الحقل(**ميدان العمل**) أم في المكتب.

٤.٢ الرسوم الأثرية

يمكن تقسيم أعمال الرسم التي تجري في مجال العمل الأثري إلى ثلاثة أنواع :

١- الرسومات التي تجري ضمن أعمال المساحة
٢- الرسم الحر
٣- الرسم التخيلي

٤.٢.١ الرسوم الأثرية في أعمال المساحة

تقع أعمال المساحة بشكلٍ أساس ضمن دائرة أخذ القياسات وضبط الأبعاد عن طريق إستخدام أجهزة وأدوات الرسم المعروفة. والرسوم التي تقع في هذا المجال تتطلب الدقة في العمل، وليس بالضرورة موهبة الرسم. ويمكن أن نحدد أبرز أنواع الرسوم الهندسية في مجال أعمال المساحة بنوعين هما:

- الخرائط والمخططات

- العناصر والزخارف العمارية

٤.٢.١.١ الخرائط والمخططات

نشير في البداية إلى أن المخطط لا يختلف في طبيعته عن الخريطة سوى أن أنجاز المخطط في الغالب يتم رسمه بسرعة في حين تأتي الدقة في الدرجة الثانية. فقد لا يسمح الوقت المتيسر من عمل المخطط المطلوب بصورة كاملة ووافية ودقيقة، لذا يجب أن تكون المعلومات التي يتضمنها المخطط مهمة جداً وموافقة للغرض المقصود من رسمه.

عموماً تعد الخرائط والمخططات من أهم الأعمال التي تمارس في نطاق الرسومات المساحية، ويمكن أن نشير إلى أبرز هذه الأعمال :

- خرائط المسح الأثري .
- الخرائط الطبوغرافية (**الكنتورية**) أي خرائط التضاريس الأرضية .
- مخططات المباني المكتشفة خلال التنقيبات.
- الرسومات الخاصة بمقاطع الحفر(Sounding Pit)

وتعرض هذه الرسوم طبقات الإستيطان في شكلٍ عمودي يبين تاريخ الإستيطان في التل الخاضع للإختبار، بمعنى آخر فإن خندق الإختبار يعطي التسلسل الزمني للموقع الأثري إعتباراً من السطح وحتى أخفض نقطة وصلها الإستيطان، والتي تليها الأرض البكر(**التربة العذراء**) أي الأرض الخالية من أية دلالات إستيطان.(الموجز)

- مخططات أرضية للمباني الشاخصة (**الظاهرة للعيان**) أوالمستظهرة أثناء أعمال التنقيب. وتشمل كلٌ من المعابد والقصور والخانات والجوامع غيرها من المباني المتعددة الوظائف. هذه المباني إما أن تكون كاملة أو مندثرة (**متضررة أو غير كاملة**). وفي الحالة الاخيرة يساعد الرسم الهندسي **المجسم** (**الرسم ذو الأبعاد الثلاثة**) لهذه المباني على إظهار شكلها العام وكأنها قائمة بالكامل.

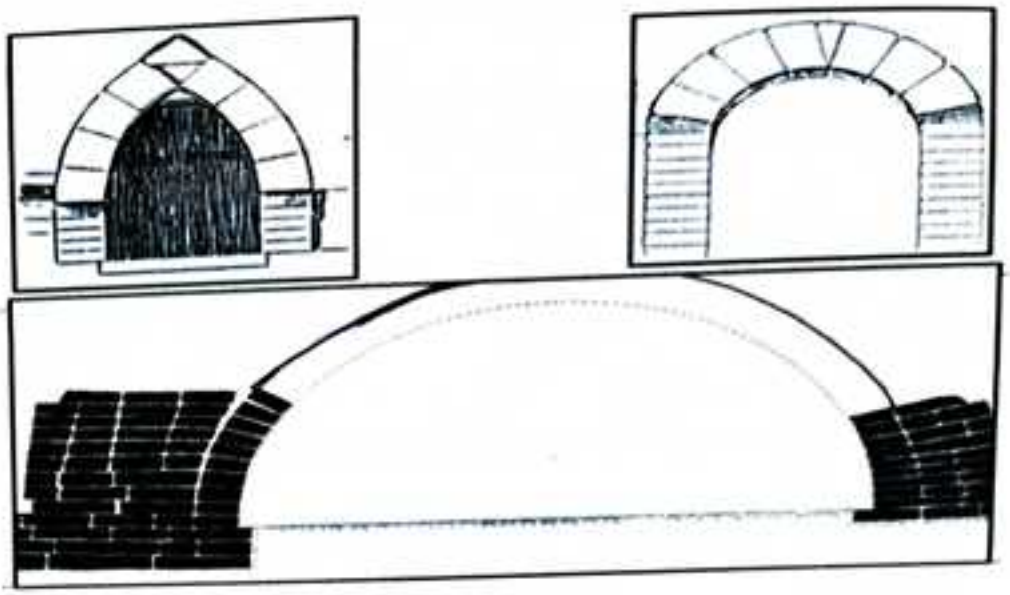
٤.٢.١.٢ العناصر والزخارف العمارية

تشكل العناصر العمارية المتنوعة والزخارف المختلفة الجزء الآخر من أعمال المساحة، وهي تتضمن مجموعة متنوعة من هذه العناصر، منها :

٤.٢.١.٢.١ العناصر المعمارية

تشكل أجزاء هامة بالمباني المكتشفة أثناء التنقيب والمسح الأثري. ومن أمثلة هذه العناصر: العقود والقبوات والقباب وواجهات المباني ومداخلها والأعمدة والدعامات والأروقة. إن رسم العناصر العمارية المذكورة يوضح أشكالها وطرز بنائها والمظاهر التي تحملها.

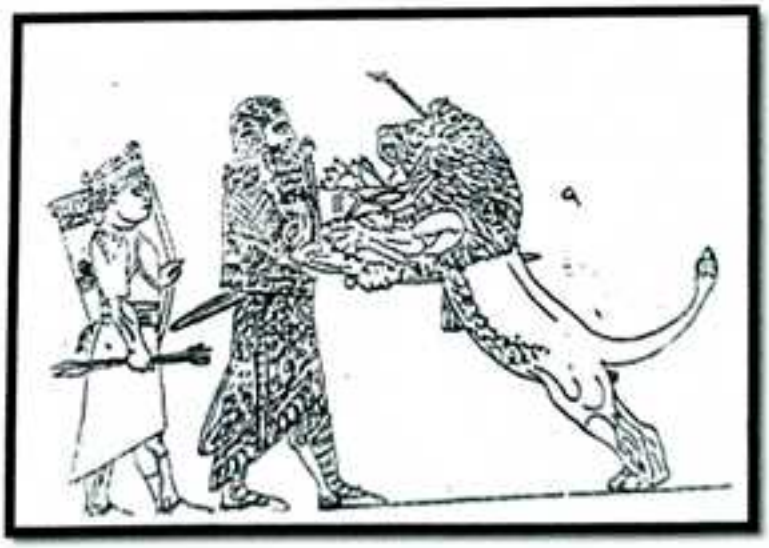
الشكل التالي يظهر رسومات لمجموعة من العقود البنائية :



٤.٢.١.٢.٢ الزخارف العمارية

وهي كثيرة الظهور في المباني ذات الأهمية، وتؤرخ حسب تواريخ المباني التي تكتشف فيها، سواءً قائمة عليها أو متساقطة بين الأنقاض ذات الصلة. وتؤرخ هذه الزخارف بموجب الطرز الفنية المتبعة في إخراجها حيثما وجدت،سواءاً في المباني التي ترجع إليها هذه الزخارف أو يعثر عليها خارج مناطق التنقيب ومثلاً إستخدامها في مبانٍ بعيدة عن موطنها أو في مبانٍ لاحقة أو توجد ضمن مجاميع متحفية أو شخصية.

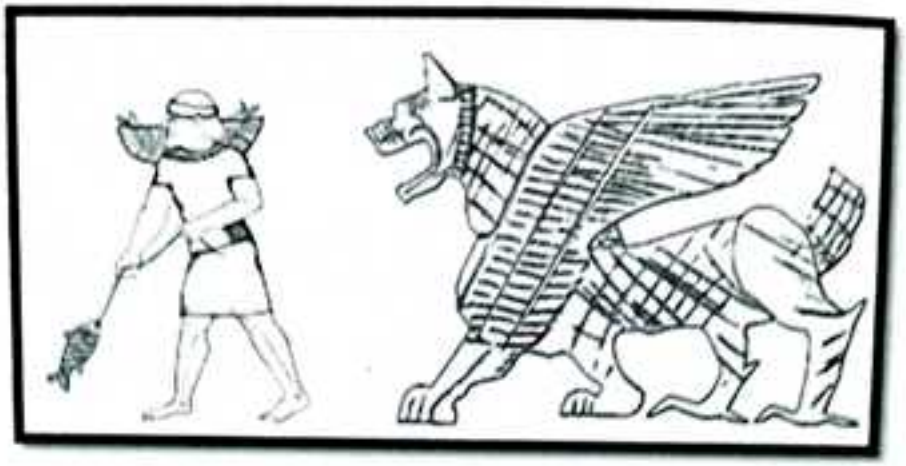
يوضح الشكل التالي مشهد صيد الأسود من الفترة الأشورية يزين أحد بوابات مدينة نمرود :



٤.٢.١.٢.٣ التماثيل والأعمدة والمنحوتات

تتطلب عملية رسم هذه المواد الأثرية معرفة جيدة بالرسم الهندسي وإمكانات فنية تتسم بالعناية والخبرة والمهارة الكافية. فالتماثيل، خصوصاً الضخمة منها تتطلب مراعاة النسب الجسمية وضبطها، وكذلك الكافية لرسم الأعمدة وتيجانها وقواعدها ونسب رسم البدن، خصوصاً أعمدة الفترة الكلاسيكية (**الإغريقية والرومانية**). أما المنحوتات، كالمسلات وأحجار الحدود ومشاهد إرتبطت بالمباني الهامة، والثيران المجنحة، فهي الأخرى تتطلب خبرة عالية في الرسم الهندسي.

الشكل التالي يمثل رسم للثور المجنح وصياد أسماك أشوري :



٤.٢.١.٢.٤ الفخار

إن رسم الفخار(**العادي والمزخرف والملون**) يرتبط بأهمية الفخار في عملية التأريخ الحضاري للمواقع التي يوجد فيها. إذ أنه وسيلة ناجعة للتاريخ تبعاً لتغير أشكاله وصناعته عبر الفترات الزمنية (التاريخية وقبل التاريخية)، ولكونه الأداة الفعالة لدى الآثاري لرسم التسلسل الزمني ببلاد الرافدين، والأقاليم الأخرى في الشرق الأدنى. هذه الأهمية للفخار فرضت الدقة في رسم التفاصيل الأنية والأدوات الفخارية ذات القيمة الحضارية، من حيث الشكل والزخرفة والتلوين، بينها المشاهد التي تظهر على الفخار سواء بالتلوين أو الحفر (**التحزيز**) أوالإضافة، أي إضافة طينة إلى أصل الإناء والمعروف بزخارف (**الباربوتين**= **Barbotine**). ولابد من تبيان حقيقة أن الفخاريات تختلف في وظائفها، سواءً أنية فخارية متنوعة أو دمى فخارية أو أدوات أخرى، كل لها تفسيرها الذي ينعكس على تفسير وظائف المباني التي تتضمنها أو تفسير الموقع الأثري المكتشف ككل.

٤.٢.١.٢.٥ لقى أثرية أخرى.

٤.٢.١.٢.٦ الأدوات الحجرية

وتشمل الآلات و الأدوات التي تعود للفترات الزمنية من أقدم العصور الحجرية وحتى العصر الحجري الحديث. .

٤.٢.٢ الرسم اليدوي الحر (Freehand) (رسم م ١ ص ٧-١٠)

يجب أن لا تقصر مهارات الأثاري فقط على إستعمال أدوات وأجهزة الرسم، بل يجب عليه تدريب يديه على الرسم اليدوي الحر لإظهار الرسومات وإخراجها بشكل جيد ويظهرها بصورة قريبة من صورتها في الطبيعة . لذا يعتمد هذا النوع من الرسم على خبرة الأثاري ومهارته في رسم القطع الأثرية الصغيرة والدقة في أبراز المعالم الرئيسية لصناعات وفنون العصر الذي ترجع إليه. في العادة تكون هذه المواد الخاضعة للرسم صغيرة الحجم، كما أشرنا، لا يحتاج الأثاري في عملية رسمها إلى التقيد التام بنقل أبعادها الحقيقية على ورق الرسم، بل يحاول إعطاء الصورة الواضحة عن الشكل العام للأثر ومقطعه، خصوصاً عند رسم الأواني والجرار الفخارية. هذه الفخاريات وإلى جانبها الدمى واللقى الأثرية الأخرى قد تعبر عن صفة فنية وجمالية تميز بها عصر معين، هذا إضافة لما تظهره هذه اللقى من ملامح مميزة كانت سائدة في ذلك العصر. إن ما يجب التأكيد عليه فيما يتعلق بهذه الطريقة في رسم اللقى الأثرية صغيرة الحجم، هو أن القائم بالرسم لا يحتاج إلى التقيد الكامل بنقل الأبعاد الحقيقية للقطعة الأثرية على ورق الرسم، إلا أنه بنفس الوقت يجب تقيد الرسام بالمحافظة على النسب للقطع المرسومة، وذلك بعد أن تتوفر لديه التجربة الكافية والمهارة اللازمة في رسم الخطوط الخارجية للقطع الأثرية بشكل مشابه لشكلها الأصلي وشكل مقاطعها، ومن ثم الدخول في رسم التفاصيل التي تتضمنها تلك القطع الأثرية. ومن النقاط الأساسية التي يجب مراعاتها عند رسم القطع الأثرية بطريقة الرسم اليدوي الحر هي قيام الرسام بتظليل رسم الأثر أما بنقاط صغيرة أو خطوط مائلة متقاربة وذلك باستخدام سلايات(رؤوس) دقيقة بأقلام التحبير. يتضمن ذلك بشكل خاص رسم مقاطع الفخاريات والقطع الأثرية الأخرى، ويتضمن كذلك توضيح أماكن الكسر والنقص لإبراز حالة وحجم عند العثور عليه أثناء التنقيب أو التقاطه من على سطوح المواقع الأثرية أن ضبط الخطوط الخارجية في رسم القطع الأثرية سيسهل عملية رسم العناصر الزخرفية المختلفة، سواءً كانت ملونة أو محززة (محفورة) أو مضافة، وسيكون الرسم النهائي لها بمظهر لا يختلف عما هو عليه بالرسم الهندسي الدقيق. (رسم.م ١ ص ٨)

٤.٢.٣ الرسوم التخيلية

يمكن أن نعرض هذا النوع من الرسوم في مجال الآثار بشكل مجموعتين رئيستين هما :

٤.٢.٣.١ الرسم التخيلي للتلال والمباني الأثرية

في هذه الرسوم يلعب خيال الرسام وتصوره للآثار والمنهج الذي يتبعه في الرسم دوراً كبيراً. وبذلك تظهر الرسوم بإخراج قد لا يتطابق مع الواقع في حالات كثيرة. هذه الرسوم نجدها في كتب الرحالة الأوربيين الذين وفدوا على بلدان الشرق وتصوروا الحياة و البيئة في المدن التاريخية كما يروها في مخيلتهم، مثال ذلك رسم زقورة بابل (البرج المدرج) بشكلٍ دائري شبيه ببرج(بيزا) في إيطاليا، وهذا مالا يتفق وتخطيط زقورة بابل أو اية زقورة أخرى في عموم بلاد وادي الرافدين.

٤.٢.٣.٢ عناصر ومشاهد تخيلية

يقوم الأثاري أو الفنان المعني بالرسوم في المواقع القديمة والتاريخية التخيلية، ومنهم المهندسين المعماريين بإدخال هذه العناصر والمشاهد على الرسوم العامة للمواقع الأثرية، مثل رسوم مداخل الكهوف وتصوير البيئة المحيطة بها مع عدد من ساكني هذه الكهوف بما يتفق والمرحلة الحضارية للعصور الحجرية ذات الصلة بموضوع المشهد المتخيل. يشمل هذا النوع من الرسوم بقايا مباني تذكارية قائمة فعلاً، مثل المعابد والزقورات والأهرام والقصور.عند رسم هذه المباني الكبيرة بأبعادها الثلاث أي (**الرسم المجسم**) يدخل عنصري الظل والضوء، وربما استخدام الألوان. في حالات كثيرة يصور الرسام ضمن المشهد أشخاصاً يُعبر من خلالهم عن وظيفة الموقع الأثري أو المبنى التذكاري. ويحاول إبراز روح العصر على المشهد الذي تنسب إليه هذه المباني القديمة عن طريق الحركات والأزياء، مع إمكان إدخال عناصر أخرى قد تمثل بيئة الموقع الأثري مثل رسوم الحيوانات البرية ومواقد النار عند رسم مواقع الكهوف التي ترجع للعصور الحجرية. وبالمثل بالنسبة لرسم مواقع العصور التاريخية، كأن يحاول الرسام تصوير مجموعة من الأشخاص يسيرون بإتجاه مبانٍ دينية، وغير ذلك من الموضوعات التي يعرفها الرسام بأسلوب قصصي وكأنه يحاول أن يعطي هذه المشاهد صورة حية للزمان والمكان.