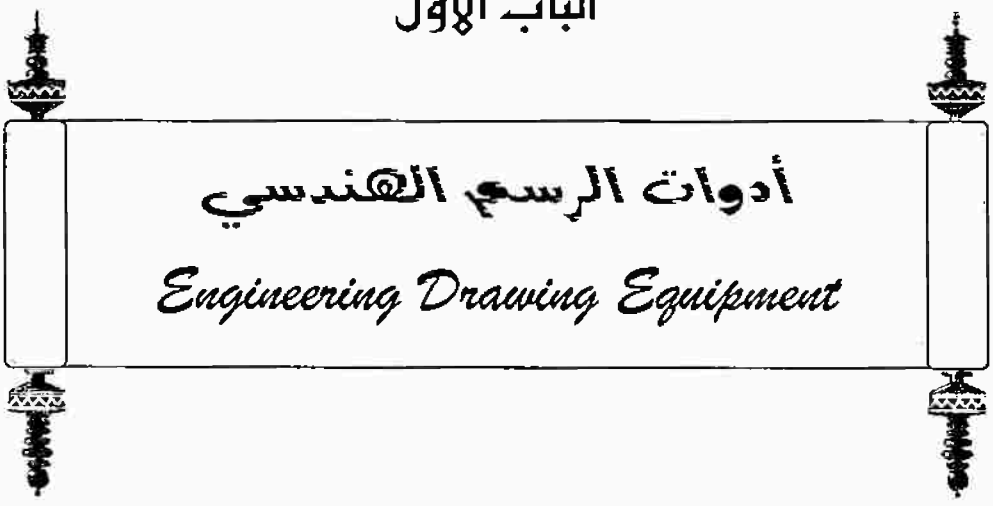
الباب الأول



أدوات الرسم الهندسي

Engineering Drawing Equipment

تمهيد

توجد أنواع وأشكال مختلفة لأدوات الرسم الهندسي، يختلف بعضها عن بعض باختلاف دقة وأهمية كل منها، وتعتبر أدوات الرسم الهندسي من الأدوات الضرورية والهامة للطالب والرسام للحصول على رسومات دقيقة، لذلك فإنه يجب أن يراعى عند الرسم التركيز مع الدقة والنظافة وحسن الأداء.

وليست العبرة بكثرة أدوات الرسم وتنوعها، بل العبرة بالقيمة المستفادة منها من خلال الرسومات واللوحات الدقيقة.

يتناول هذا الباب عرضًا لأكثر أدوات الرسم الهندسي استخدامًا مع الشرح التفصيلي لمادة وطريقة استخدام كل منها على حدة.

ويتعرض لمقياس الرسم للأجزاء والعناصر المكنية والخطوط الهندسية المستخدمة في الرسم، مع التطبيق العملي من خلال بعض التمرينات.

أدوات الرسم الهندسي
Engineering Drawing Equipment

لما كان المقصود من عمليات الرسم الهندسي هو الحصول على رسم للأجزاء والعناصر المكنية والآلات وغيرها، مما يؤدي في النهاية إلى تحقيق غرض معين، لذلك فإنه يجب على الطالب والرسام مراعاة الدقة التامة والنظافة وحسن الأداء. ولا يكون ذلك ميسوراً إلا عندما يدرك وجوب العناية بالأدوات الهندسية، مع كثرة رسم التمرينات للحصول على الخبرة الكافية في استعمال هذه الأدوات.. وبذلك يمكن الاستفادة منها على أكمل وجه.

وليعلم الطالب والرسام أن أدوات الرسم الرخيصة أو غير الدقيقة تكون مصدراً للمتاعب، وأنها تؤدي إلى أخطاء ورسومات غير دقيقة لا تتفق مع أصول الرسم.

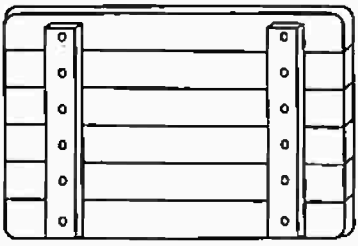
فيما يلي عرض لأكثر أدوات الرسم الهندسي انتشاراً مع شرح كل منها على حدة.

لوحة الرسم *Drawing Plate*

تصنع لوحة الرسم من أجود أنواع الخشب المجفف، وهي عبارة عن عدة ألواح طولية متماسكة بعضها مع بعض بواسطة قطعتين عريضتين من الخشب مثبتتين من الخلف كما هو موضح بشكل 1-1.

تصنع هذه الألواح الخشبية وتجمع مع بعضها البعض بحيث يكون سطحها العامل ناعمًا ومستويًا وخاليًا من التموجات، وأن تكون جوانبها الأربعة مستوية ومتعامدة فيما بينها.

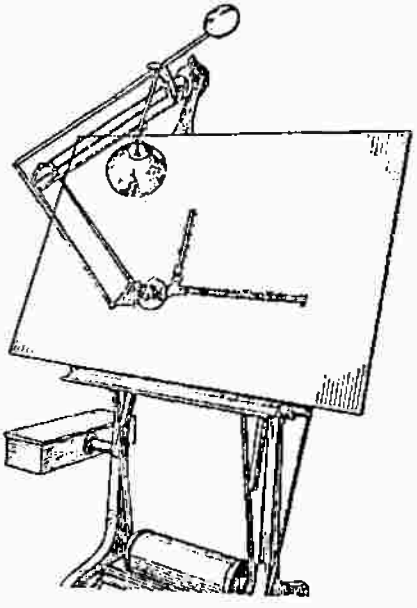
يوضع على الجانب الأيسر قطعة من خشب الأبنوس المستوية تمامًا لتنزلق عليها المسطرة حرف T.



شكل 1-1

لوحة الرسم الخشبية البسيطة

كما تصنع لوحة الرسم من اللدائن Plastics وتثبت على قاعدة مصنوعة من الخشب أو المعدن كما هو موضح بشكل 1-2 بحيث تسمح بتحرك اللوحة إلى أعلى وإلى أسفل، كما يمكن تعديل درجة انحرافها (ميلها) بالأوضاع المختلفة بحيث تكون مريحة للعامل عليها، وحتى لا تكون مصدراً للإرهاق.



شكل 1-2

لوحة الرسم المتحركة

تزود لوحة الرسم ببعض الأدوات المساعدة مثل آلة الرسم Drafting Machine، وهي عبارة عن جهاز مثبت باللوحة بطريقة تسمح بتحريكه بسهولة إلى أية نقطة على سطحها العامل، وبذلك يستغنى عن استعمال بعض أدوات الرسم مثل المسطرة حرف T والمسطرة العادية والمثلثات والمنقلة.

تساعد أدوات الرسم السابق ذكرها في الحصول على رسومات ذات دقة عالية، أكثر من التي يمكن الحصول عليها عند استعمال أدوات الرسم التقليدية.

تصنع لوحات الرسم بأبعاد مختلفة لتتناسب مع جميع متطلبات الرسومات الهندسية.

شروط ومواصفات لوحة الرسم:

يجب أن تتمتع لوحات الرسم بالشروط والمواصفات التالية:

1 - لا تتعرض للانحناء أو الانكماش أو التمدد نتيجة للتقلبات الجوية.
2- سطحها العامل مستوٍ تمامًا وخالٍ من التموجات.
3- جوانبها الأربعة مستوية ومتعامدة مع بعضها البعض.

أوراق الرسم *Drawing sheets*

توجد أنواع مختلفة لأوراق الرسم التي يستخدمها الرسامون للرسم عليها بأقلام الرصاص أو بأقلام الحبر. تتداول أوراق الرسم على هيئة أوراق عيارية أو لفائف اسطوانية تقطع بالأبعاد المطلوبة.

شروط ومواصفات أوراق الرسم:

يجب أن تتمتع أوراق الرسم بالشروط والمواصفات التالية:

1- لا تتمزق عند الرسم عليها بأقلام الرصاص الحادة القاسية، أو عند محو الرسومات التي بها أخطاء، أو عند التنظيف المستمر، وأن تقاوم التكسر عند طيها.

2- تتحمل ضغط قلم الرصاص عليها في أثناء الرسم.

3- لا يتغير لونها، ولا تتآكل، ولا تصير هشة مع مرور الزمن.

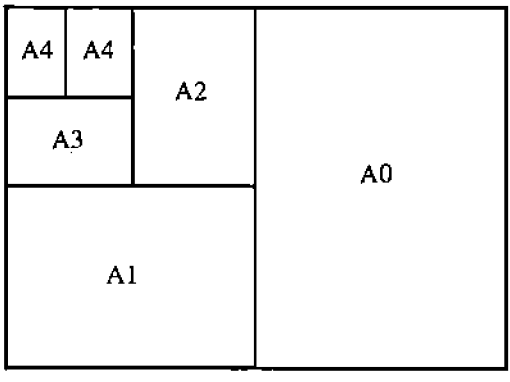
4- مقاومة للتشرب عند الرسم عليها بالحبر.

5- مقاومة للرطوبة بحيث لا تتأثر الرسومات بالوسط المحيط ولا تتمزق.

أبعاد أوراق الرسم: ***Dimensions of Drawing sheets***

توجد أوراق الرسم بمقاسات مختلفة لتتناسب مع أبعاد الأشكال المراد رسمها، ولا يعتبر الاختلاف بين أبعاد أوراق الرسم اختلافًا مطلقًا، بل هو محصور ضمن سلاسل قياسية متعارف عليها دوليًا، تضمن لكل سلسلة مجموعة من الأوراق تختلف أبعاد كل منها، وتعتبر سلسلة أبعاد أوراق الرسم ذات الرمز A بالفئات من صفر إلى 4 الموضحة بشكل 1-3 والجدول 1-1 يوضح أبعاد أوراق الرسم الأكثر انتشاراً.

ويلاحظ أن أبعاد أوراق الرسم في هذه السلسلة مضاعف لكل فئة من الفئات التي تليها.



شكل 1-3

أبعاد أوراق الرسم بسلسلة A

جدول 1-1

أبعاد أوراق الرسم بسلسلة A

م	رمز الورقة	أبعاد الورقة mm
1	A0	841 x 1189
2	A1	594 x 841
3	A2	420 x 594
4	A3	279 x 420
5	A4	210 x 297

أقلام الرصاص *Pencils*

هي الأقلام المعروفة والمستعملة في الكتابة والرسم والتي يسهل إزالة آثارها بالممحاة، لذلك يجب اختيار أقلام الرصاص المستعملة في الرسم بعناية، بحيث تكون من الأنواع الجيدة التي لا تتسبب في اتساخ ورقة الرسم عند احتكاك المسطرة والمثلثات على الخطوط المرسومة.

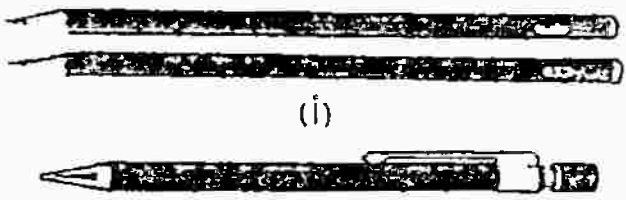
توجد أقلام الرصاص بأنواع مختلفة، يختلف بعضها عن البعض الآخر في الشكل، كما تختلف أيضًا في المواد التي تصنع منها الأسنان كالآتي:

أنواع أقلام الرصاص من حيث الشكل:

توجد أنواع أقلام الرصاص الموضحة بشكل 1-4 بنوعين أساسيين هما:

1- أقلام رصاص خشبية Wooden Pencils، وهي ذات أغلفة خشبية تكسو الأسنان.

2- أقلام رصاص ميكانيكية Mechanical Pencils، تصنع من المعادن أو اللدائن، وتنزلق بداخلها الأسنان.



(أ)

(ب)

شكل 1-4

أنواع أقلام الرصاص من حيث الشكل

(أ) قلم رصاص بغلاف خشبي.

(ب) قلم رصاص ميكانيكي.

أنواع أقلام الرصاص من حيث الصلادة:

المقصود بصلادة أقلام الرصاص.. أي نشوفة حشوات الأقلام الخشبية، أو نشوفة الأسنان بالنسبة للأقلام الميكانيكية.

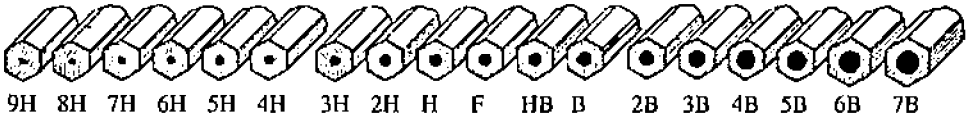
تصنع الحشوات أو الأسنان من مزيج من الرصاص الأسود والجرافيت والطفل بنسب وبأقطار وبدرجات وبصلادة مختلفة، كما هو موضح بشكل 1-5.

يوجد على أطراف جانبي أقلام الرصاص حروف وأرقام، تعني درجات صلادتها أو ليونتها. فحرف H يشير إلى صلادة القلم أو نشوفة السن، ويلي حرف H حرف ورقم H 2 ثم H 3 ..... وهكذا. فكلما زاد الرقم، زادت صلادة أو نشوفة سن القلم وأيضًا انخفض قطره.

أما الحرف B فإنه يشير إلى ليونة القلم أو السن، ويلي الحرف B حرف ورقم B 2 ثم B 3 ..... وهكذا، فكلما زاد الرقم، زادت ليونة السن وأيضًا زاد قطره.. لذلك فإن مثل هذه الأقلام تستعمل في التظليل.

وعند جمع الحرفين (H)، (B) مع بعضهما البعض في قلم واحد أو في سن واحد ليصيرا H B فهذا يعني أن القلم أو السن الرصاص متوسط ما بين الصلادة والليونة، لذلك فإن هذه الأقلام تستخدم في الإظهار النهائي للرسم ليكون أكثر وضوحًا.

علماً بأن بعض الأقلام تحمل حرف F حيث يقوم مقام الأقلام H في صلادتها، ولكن من عيوب أقلام F أنها غير متدرجة الأرقام. وجدول 1-2 يوضح حشوات أقلام الرصاص واستعمال كل منها.



شكل 1-5

اختلاف صلادة أقلام الرصاص مع اختلاف أقطار كل منها

جدول 1-2

حشوات أقلام الرصاص واستعمالاتها

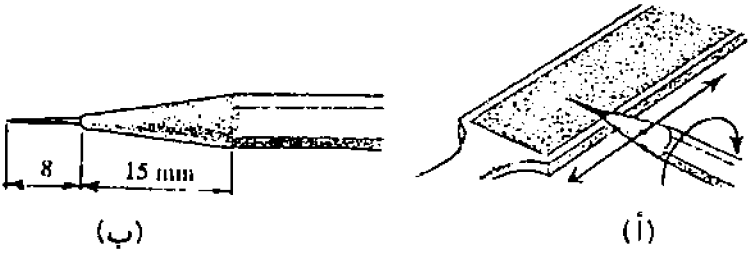
وصف الحشوة	رمز الحشوة	تستعمل في رسم
قاسية جداً EXTRA HARD	6H, 7, 8H, 9H	الخطوط الخفيفة والدقيقة مثل الخطوط البيانية
قاسية HARD	4H, 5H	الأشكال الهندسية أحيانًا، لكن خطوطها خفيفة
وسط MIDIUM HARD	3H, 2H	أجزاء الآلات والرسم المعماري
طرية وسط MIDIUM SOFT	HB, B, F, H	الرسم الميكانيكي والحر والكتابة عليهما
طرية SOFT	2B, ..., 7B	الرسم المعماري والطبيعي (ART GRAPHIC)

بري أقلام الرصاص *Sharpening of Pencils*

تبرى أقلام الرصاص من جوانبها الخالية من الحروف والأرقام باستخدام البرايات المختلفة ليصير رأسها مخروطيًا. وتعتبر هذه الطريقة هي الأكثر انتشاراً، حيث تستعمل الأقلام المبرية ذات الشكل المخروطي في جميع الأغراض بما في ذلك رسم الخطوط المستقيمة.

وتفضل أقلام الرصاص المستخدمة في الأغراض الهندسية أن لا يقل ارتفاع مخروطها المبري عن 20 ملليمتر، أما طول السن فيفضل أن يكون حوالي 8 ملليمتر تقريبًا.

وعند الحاجة إلى وجود سن القلم بشكل مخروطي (رفيع جداً)، يستخدم لذلك الصنفرة الناعمة المخصصة لهذا الغرض، حيث يحك القلم على الصنفرة كما هو موضح بشكل 1-6.



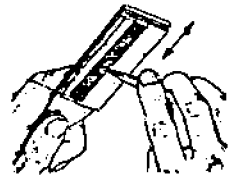
شكل 1-6

بري القلم بشكل مخروطي

(أ) بري القلم بشكل مخروطي.

(ب) طول مخروط القلم المناسب لعمليات الرسم الهندسي.

كما يمكن إزالة خشب القلم عن طريق استخدام مشرط حتى يظهر الحشو (سن القلم)، ويبرى حشو القلم عن طريق حكه على ورق الصنفرة متوسط الخشونة أو ناعم، حتى يصير المقطع العرضي لسن القلم بشكل مستطيل كما هو موضح بشكل 1-7، حيث تعطي الأقلام المبرية بهذه الطريقة خطوطًا مستقيمة أفضل من حيث الكثافة، بالإضافة إلى استبعاد خدش ورقة الرسم أو تمزقها عند استعمال أقلام الرصاص المبرية بشكل مخروطي.



شكل 1-7

بري القلم بشكل عرضي

(أ) حك رأس القلم على ورق الصنفرة حتى يصير رأسه مستوياً.

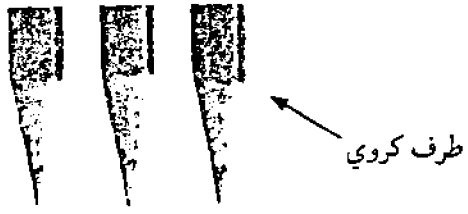
(ب) شكل رأس القلم بعد عملية الحك بالصنفرة.

ملاحظات عند بري واستعمال أقلام الرصاص:

يجب أن تراعى الإرشادات التالية عند بري أقلام الرصاص الخشبية واستعمالها وهي كالآتي:

1- عدم استخدام القلم المبري بشكل مخروطي مباشرة على ورق الرسم، حيث يمكن أن تخدش الورقة وقد تتمزق أو ينكسر رأس القلم الحاد (سن القلم)، كما يمكن أن يتسبب القلم في اتساخ الورقة من خلال ما يتساقط منه من برادة الرصاص التي قد تكون عالقة به.

2- يمرر رأس القلم بعد بريه على ورقة خارجية عدة مرات للحصول على سن ذي رأس كروي، وبذلك يستبعد خدش أو تمزق ورقة الرسم. وشكل 1-8 يوضح تسلسل عملية استدارة رأس القلم.



شكل 1-8

تسلسل عملية استدارة رأس القلم

3- ينظف رأس القلم عن طريق قطعة من الفلين أو القماش.

4- ينصح عند الرسم بانحراف القلم على سطح ورقة الرسم بزاوية قدرها 60° باتجاه حركة اليد.

5- يراعى عند رسم الخطوط الأفقية أن يبدأ الخط من جهة اليسار إلى جهة اليمين، وعند رسم الخطوط الرأسية يبدأ من أعلى إلى أسفل.

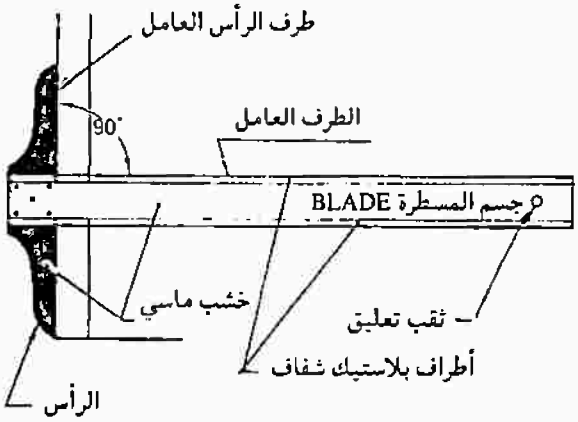
6- يراعى الاحتفاظ برسم الخطوط على لوحة الرسم بعرض ثابت، وعند ملاحظة زيادة غير مرغوب فيها، فإنه يجب بري القلم مرة أخرى حسب الخطوات السابق ذكرها.

المسطرة حرف T, Square

تصنع المساطر حرف T من الخشب أو من اللدائن أو من الألومنيوم، ولا ينصح باستخدام مساطر الألومنيوم لأثرها السئ على ورقة الرسم والأقلام.

تتكون المسطرة حرف T الموضحة بشكل 1-9 من جزأين أساسيين . الجزء الأول هو جسم المسطرة الطويل نسبيًا، ويحتوي على الطرف العامل الذي يعتبر من أهم عناصر المسطرة، أما الجزء الثاني فإنه يسمى برأس المسطرة ويتعامد مع جسم المسطرة الطولي بدقة. يثبت الرأس مع المسطرة بواسطة مسامير قلاووظ بالنسبة للمساطر الخشبية، أو بمسامير برشام بالنسبة للمساطر الألومنيوم.

يستخدم السطح العامل برأس المسطرة في سند المسطرة حرف T على اللوحة، كما يستخدم الطوف العامل في جسم المسطرة في رسم الخطوط المستقيمة الأفقية.



شكل 1-9

المسطرة حرف T

الشروط الواجب توافرها في المسطرة حرف T:

يجب أن تتوفر في المسطرة حرف T الشروط التالية:

1- يجب أن يكون الطرف العامل بالمسطرة مستقيمًا ليعطي عند الرسم خطوطًا مستقيمة، كما يمكن استخدامه كخط إسناد للمثلثات.

2- يجب أن تكون أسطحها ناعمة ملساء، بحيث لا تكون مصدراً لخدش أو تمزق الرسم في أثناء انزلاقها.

3- يجب تعامد المسطرة مع الرأس تعامداً دقيقًا ليعطي خطوطًا دقيقة.

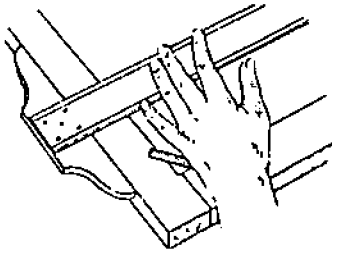
4- يجب أن يكون الطرف العامل بالمسطرة مقاومًا للتآكل، كما يجب أن يكون ناعم الملمس حتى لا يتسبب في تآكل سن قلم الرصاص عند تلامسه معه في أثناء الرسم.

5- يجب أن تكون خفيفة الوزن.

استعمالات المسطرة حرف T:

تستعمل المسطرة حرف T في رسم الخطوط الأفقية المستقيمة، كما تستعمل في سنادة أدوات الرسم الأخرى مثل المثلثات. توجد بعض الملاحظات التي يجب الانتباه إليها عند استخدام المسطرة حرف T. وهي كالآتي:

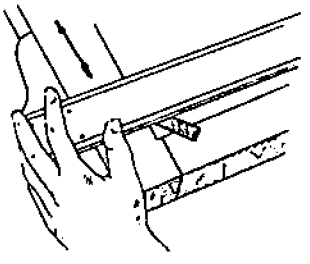
1- توضع المسطرة على لوحة الرسم المثبت عليها ورقة الرسم كما هو موضح بشكل 1-10، بحيث يلامس سطح رأسها العامل مع الطرف الأيسر للوحة.



شكل 1-10

المسطرة حرف T في وضع العمل

2- يضغط على رأس المسطرة باليد اليسرى مع انزلاقها إلى أعلى أو إلى أسفل حسب الوضع المطلوب كما هو موضح بشكل 1-11، مع الانتباه بحيث يكون التلامس بين طرف رأسها العامل والجانب الأيسر للوحة تلامسًا تامًا.

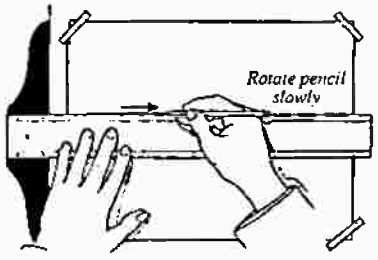


شكل 1-11

حركة المسطرة حرف T على اللوحة

3- عند وصول المسطرة حرف T إلى الوضع المطلوب، تثبت باليد اليمنى، ثم ينقل التثبيت من اليد اليمنى إلى اليد اليسرى على جسم المسطرة مع الضغط عليها بضغط مناسب، بحيث تمنع المسطرة من الابتعاد عن الوضع المطلوب.

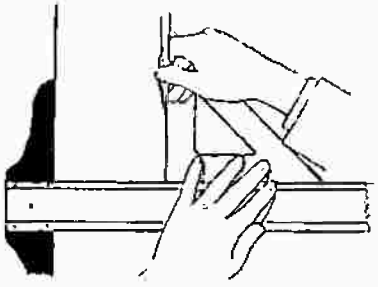
4- لرسم الخطوط الأفقية يمسك القلم باليد اليمنى، ويبدأ الرسم من الجهة اليسرى متجهًا نحو الجهة اليمنى كما هو موضح بشكل 1-12.



شكل 1-12

طريقة رسم الخطوط المستقيمة الأفقية

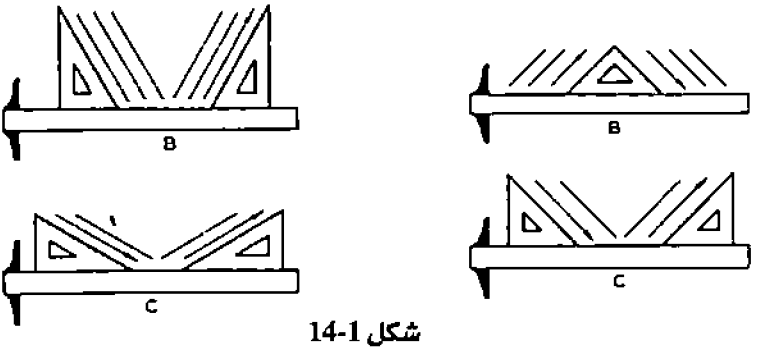
5- يستعان بإحدى المثلثات عند رسم الخطوط الرأسية، حيث يسند المثلث على السطح العامل بالمسطرة مع الضغط على المسطرة والمثلث باليد اليسرى كما هو موضح بشكل 1-13، ثم يبدأ برسم الخط الرأسي من أسفل متجهًا إلى أعلى.



شكل 1-13

طريقة رسم الخطوط المستقيمة الرأسية

6- عند رسم الخطوط المائلة أو الخطوط المتوازية المائلة، يستعمل أحد المثلثين أو كليهما مع تثبيت المثلث أو المثلثين مع المسطرة باليد اليسرى، ويتم رسم الخطوط المائلة أو رسم الخطوط المتوازية المائلة كما هو موضح بشكل 1-14.



شكل 1-14

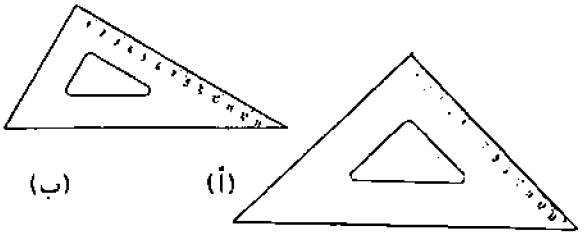
رسم الخطوط المائلة أو الخطوط المتوازية المائلة

ملاحظة:

يراعى الانتباه دائمًا إلى مطابقة تلامس رأس المسطرة مع السطح الجانبي للوحة.

المثلثات *Triangles*

يحتاج الطالب والرسام إلى المثلثين الموضحين بشكل 1-15، أحدهما بزوايا مقدارها 45° - 45° - 90°، والآخر 30° - 60° - 90° وتصنع المثلثات عادة من اللدائن ويفضل أن تكون من البلاستيك الشفاف لتسهيل رؤية الخطوط التي بأسفلها.



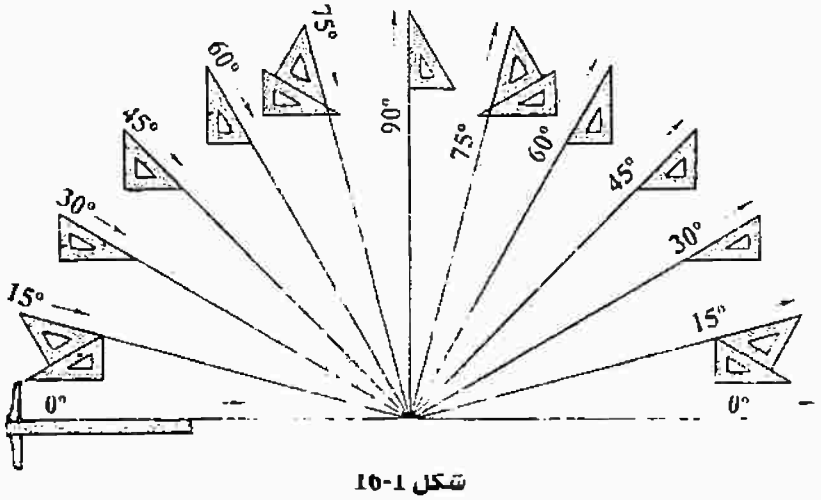
شكل 1-15

المثلثان القائمان

(أ) مثلث قائم الزاوية، زواياه 45° - 45° - 90°.

(ب) مثلث قائم الزاوية، زواياه 30° - 60° - 90°.

تستعمل المثلثات مع المسطرة حرف T أو بدونها في رسم الخطوط المائلة بالزوايا المختلفة. وشكل 1-16 يوضح بعض الزوايا المرسومة بالاستعانة بالمسطرة.



شكل 1-10

رسم بعض الزوايا بواسطة المثلثين مع الاستعانة بالمسطرة حرف T

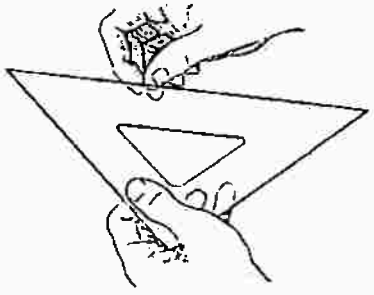
ملاحظات:

عند استخدام المثلثات يجب أن يراعى الآتي:

1- التأكد من أطرافه بحيث تكون مستقيمة وخالية من التموجات أو الشروخ.

2- عدم استخدام الأدوات الحادة مع المثلثات لما قد تسببه من أضرار لأطرافها.

3- اختبر سلامة استقامة الأضلاع بإمرار ظفر إبهام يدك عليها كما هو موضح بشكل 1-17.



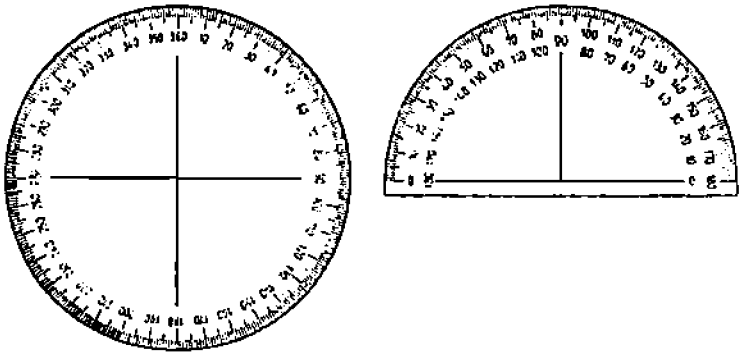
شكل 1-17

اختبار استقامة أضلاع المثلثات

المنقلة *Protractor*

تصنع المناقل من اللدائن الشفافة وبألوان مختلفة، وتستخدم في رسم الزوايا التي لا يمكن رسمها عن طريق المثلثات، وكذلك تستخدم في قياس الزوايا المختلفة.

المناقل لها أشكال مختلفة وشكل 1-18 يوضح أهم أشكالها، علمًا بأن المنقلة النصف دائرية هي الأكثر استعمالا.



شكل 1-18

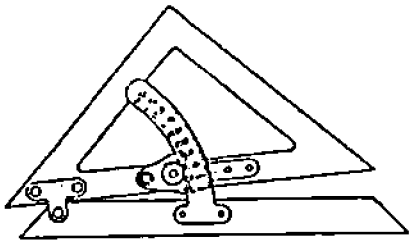
المناقل

(أ) منقلة نصف دائرية مدرجة بزاوية قدرها 180°.

(ب) منقلة دائرية مدرجة بزاوية قدرها 360°.

الزاوية المتغيرة *Drafting Angles*

تصنع الزاوية المتغيرة من اللدائن الشفافة أو الألوان. تجمع الزاوية المتغيرة الموضحة بشكل 1-19 بين المثلث القائم الزاوية والمنقلة. ويستخدم بنفس أغراض المثلثين والمنقلة، حيث تثبت على الدرجة المطلوبة وترسم الخطوط المائلة على ورقة الرسم.

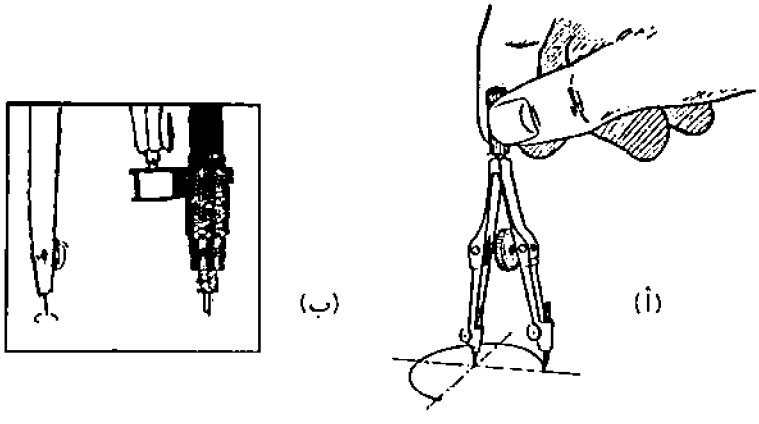


شكل 1-19

الزاوية المتغيرة

الفراجير *Campasses*

تصنع الفراجير (البراجل) المستخدمة في الأغراض الهندسية من المعادن، وتستخدم مع أقلام أو أسنان الرصاص أو أقلام التحبير في رسم الدوائر والأقواس، كما هو موضح بشكل 1-20.



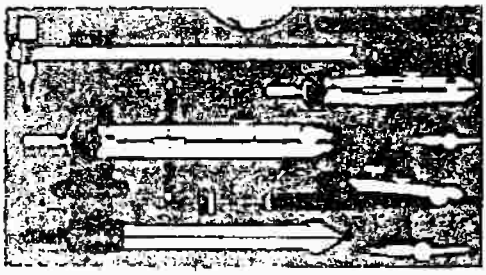
شكل 1-20

استعمال الفراجير في رسم الدوائر والأقواس

(أ) رسم الدوائر والأقواس بأسنان الرصاص.

(ب) رسم الدوائر والأقواس بأقلام التحبير.

تتوفر الفراجير المستخدمة في الأغراض الهندسية بالأسواق التجارية في علب من الخشب أو اللدائن، تحتوي على فرجار واحد أو مجموعة فراجير مختلفة كما هو موضح بشكل 1-21.



شكل 1-21

علبة تحتوي على مجموعة فراجير

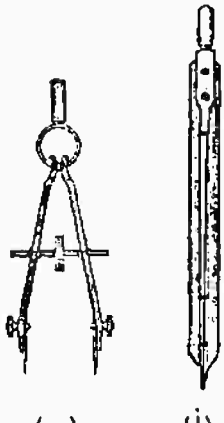
أنواع الفراجير المستخدمة في الأغراض الهندسية:

تتوفر الفراجير المستخدمة في الأغراض الهندسية بأشكال ومقاسات مختلفة، وتعتبر من الأدوات الهامة للرسام، لذلك فإنها عادة تكون على درجة عالية من الدقة.

فيما يلي عرض لأكثر أنواع الفراجير انتشاراً.

1- فرجار التقسيم:

يحتوي فرجار التقسيم الموضح بشكل 1-22 على ساقين ينتهيان بسنين كأسنان الإبرة، ويستخدم في تحديد الأبعاد وتقسيم الخطوط وأيضًا نقل الأبعاد من وإلى الرسم.



(ب) (أ)

شكل 1-22

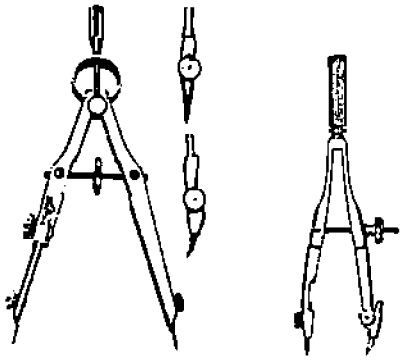
فرجار التقسيم

(أ) فرجار تقسيم كبير.

(ب) فرجار تقسيم صغير.

2- فرجار دوائر:

يحتوي فرجار الدوائر الموضح بشكل 1-23 على ساقين ينتهي أحدهما بسن كسن الإبرة، وينتهي الساق الآخر برأس مثبت به سن رصاص. يستخدم فرجار الدوائر في رسم الدوائر والأقواس.



(ب) (أ)

شكل 1-23

فرجار الدوائر

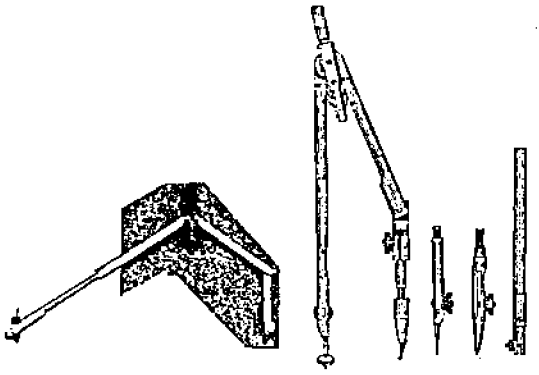
(أ) فرجار دوائر صغير.

(ب) فرجار دوائر كبير.

3- الفرجار القابل للتطويل:

يحتوي الفرجار القابل للتطويل الموضح بشكل 1-24 على ساقين ينتهي أحدهما برأس إبري، أما الطرف الآخر فهو قابل للتعديل والثني والتطويل، وينتهي برأس مثبت به سن رصاص أو قلم تحبير.

يستخدم الفرجار القابل للتطويل في رسم الدوائر والأقواس الكبيرة.

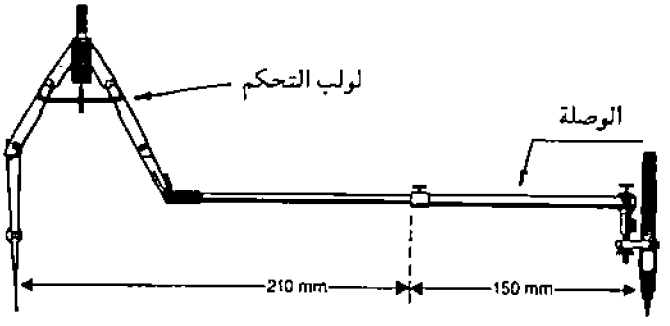


شكل 1-24

الفرجار القابل للتطويل

4- الفرجار الكبير ذو المحور القابل للتطويل:

يحتوي الفرجار الكبير ذو المحور القابل للتطويل الموضح بشكل 1-25 على ساقين إحداهما تنتهي برأس إبري قابل للثني، أما الساق الأخرى فهي قابلة للتطويل حيث يثبت بها عدة وصلات حسب المقاس المطلوب، وهي تنتهي بسن رصاص أو بقلم التحبير، كما يحتوي الفرجار على لولب للتحكم في الحركة الدقيقة لساقيه، للحصول على دقة عالية في القياس. يستخدم الفرجار الكبير ذو المحور القابل للتطويل في رسم الدوائر والأقواس الكبيرة.



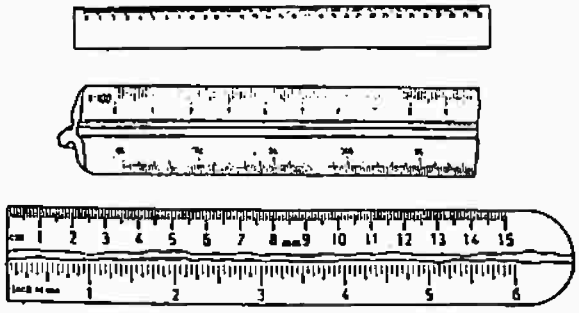
شكل 1-25

الفرجار الكبير ذو المحور القابل للتطويل

مساطر القياس *Measuring Rulers*

تصنع مساطر القياس من المعدن أو الخشب أو اللدائن، وعادة تستخدم المساطر المصنوعة من اللدائن في الأغراض الهندسية، وتستعمل في قياس الأطوال أو لتحديد فتحات الفراجير.

توجد مساطر القياس بأشكال مختلفة وشكل 1-26 يوضح بعض نماذج منها. تدرج المساطر بالسنتيمترات وأجزائها من ناحية، وبالبوصات وأجزائها من ناحية أخرى، أو بالمليمترات فقط، ويمكن أن يكون شكل المسطرة مبطط أو على شكل مثلث، وتعتبر المساطر المبططة المصنوعة من اللدائن هي الأكثر انتشاراً.



شكل 1-26

نماذج مختلفة من مساطر القياس

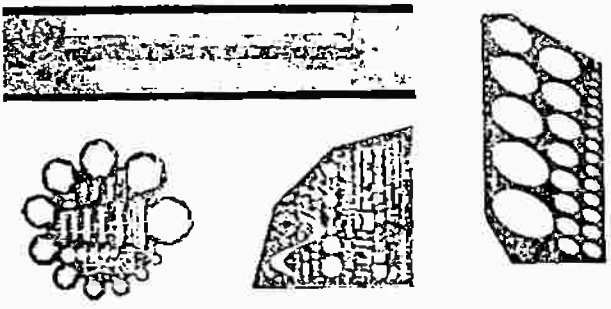
مساطر الأرقام والحروف ورموز الأشكال الهندسية: Templets

تصنع مساطر الأرقام والحروف ورموز الأشكال الهندسية من اللدائن الشفافة، وهي عبارة عن مساطر محفور بها أرقام وحروف والعديد من أشكال ورموز المصطلحات الهندسية بمقاسات متدرجة، لتشمل كافة التخصصات، وشكل 1-27 يوضح بعض نماذج لهذه المساطر.

تستخدم هذه المساطر في نسخ الأرقام والحروف والأشكال والرموز المحفورة بها على أوراق الرسم.

توجد هذه المساطر بنوعين أساسيين، أحدهما يستعمل للنسخ بأقلام الرصاص، أما النوع الآخر فإنه يستعمل للنسخ بأقلام التحبير.

تحتوي المساطر الخاصة بأقلام التحبير على جانبين مرتفعين وذلك لمنع انتشار وتسرب الحبر في أثناء استعمالها.

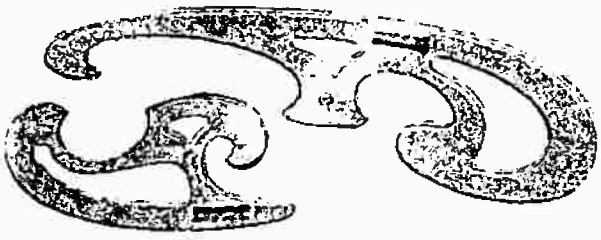


شكل 1-27

نماذج لمساطر الأرقام والحروف والرموز والأشكال الهندسية

ضبعات المنحنيات *Curves*

تصنع ضبعات المنحنيات من اللدائن الشفافة، وتستعمل في رسم المنحنيات التي يتعذر رسمها بالفراجير. شكل 1-28 يوضح نماذج من ضبعات المنحنيات.



شكل 1-28

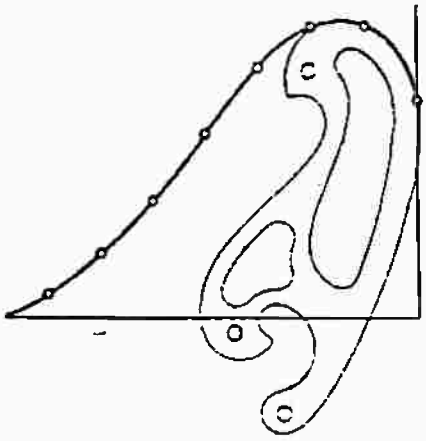
نماذج لضبعات المنحنيات

طريقة رسم المنحنيات:

عند رسم المنحنيات تتبع الإرشادات التالية:

1- يجب تحديد عدة نقاط بمكان المنحنى المطلوب رسمه كما هو موضح بشكل 1-29 علماً بأنه كلما ازدادت أعداد النقاط .. ازدادت دقة المنحنى المرسوم.

2- توصيل النقط المحددة بالاستعانة بضبعة المنحنيات المناسبة.



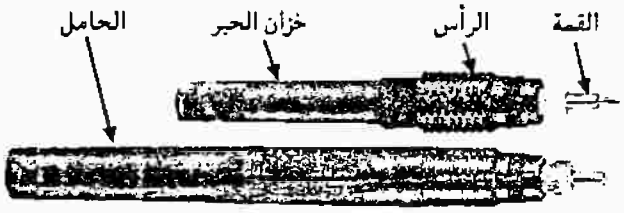
شكل 1-29

طريقة رسم المنحنى

أقلام التحبير *Ink Pins*

يستخدم الرسامون أقلام التحبير بدلا من أقلام الرصاص. وتعتبر أكثر أنواع أقلام التحبير انتشاراً هي أقلام التحبير ثابتة العرض Technical ink pins، يتكون قلم التحبير ثابت العرض الموضح بشكل 1-30 من القمة والرأس وخزان الحبر والحامل.

رأس قلم التحبير عبارة عن اسطوانة ذات قطر داخلي صغير، الطرف الأمامي هو قمة القلم، أما الطرف الآخر فإنه يتصل بخزان الحبر حيث يمتلئ كلما دعت الحاجة إلى ذلك.

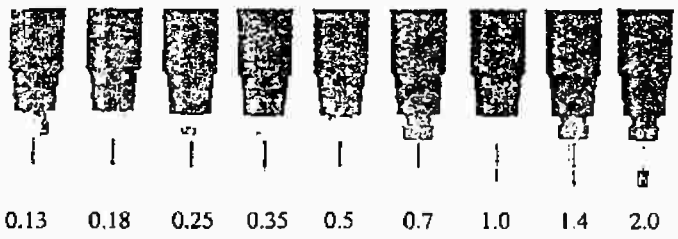


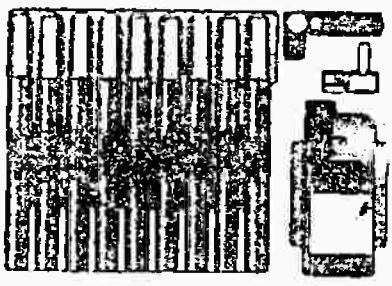
شكل 1-30

قلم تحبير ثابت العرض

تتداول أقلام التحبير بالأسواق التجارية مفردة أو على هيئة علب تحتوي على مجموعات مختلفة من مقاسات الأقلام كما هو موضح بشكل 1-31.

يوجد على رأس كل قلم لون كما يسجل المقاس على كل قلم. ويعتبر لون القلم هو دليل واضح على قياسه.





شكل 1-31

مجموعة أقلام تحبير ثابتة العرض

مميزات أقلام التحبير ثابتة العرض:

تتميز أقلام التحبير ثابتة العرض بالمميزات التالية:

1- استهلاكها المنخفض للحبر.

2- احتياجها لملئها بالحبر على فترات طويلة متباعدة.

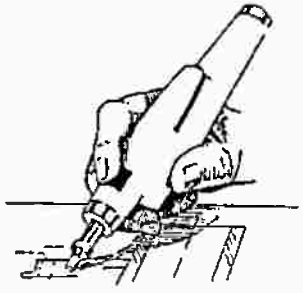
3- تستخدم في الرسم الحر ومع جميع أدوات الرسم.

4- لا يحتاج استعمالها إلى مهارة عالية.

الممحاة *Eraser*

تستخدم الممحاة في إزالة خطوط الرسم الزائدة عن الحاجة أو التي رسمت عن طريق الخطأ. توجد أنواع كثيرة للممحاة يختلف بعضها عن البعض باختلاف نوع الورق والخطوط المراد محوها وطريقة عملها.

فمثلا تختلف الممحاة المستخدمة في محو آثار أقلام الرصاص عن الممحاة المستخدمة في محو آثار أقلام التحبير، كما تختلف الممحاة بعضها عن بعض من حيث طريقة عملها، وتعتبر الممحاة اليدوية هي الأكثر انتشاراً، أما الممحاة الكهربائية الموضحة بشكل 1-32 فهي تعمل عن طريق مصدر كهربائي أو باستخدام بطارية.



شكل 1-32

الممحاة الكهربائية

فرشاة التنظيف

بعد الانتهاء من محو الخطوط، فإنه يجب أن تنظف ورقة الرسم من بقايا مخلفات الممحاة، وذلك باستخدام فرشاة التنظيف الموضحة بشكل 1-33 أو باستخدام قطعة قماش نظيفة مخصصة لهذا الغرض.

شكل 1-33

فرشاة التنظيف

مقياس الرسم

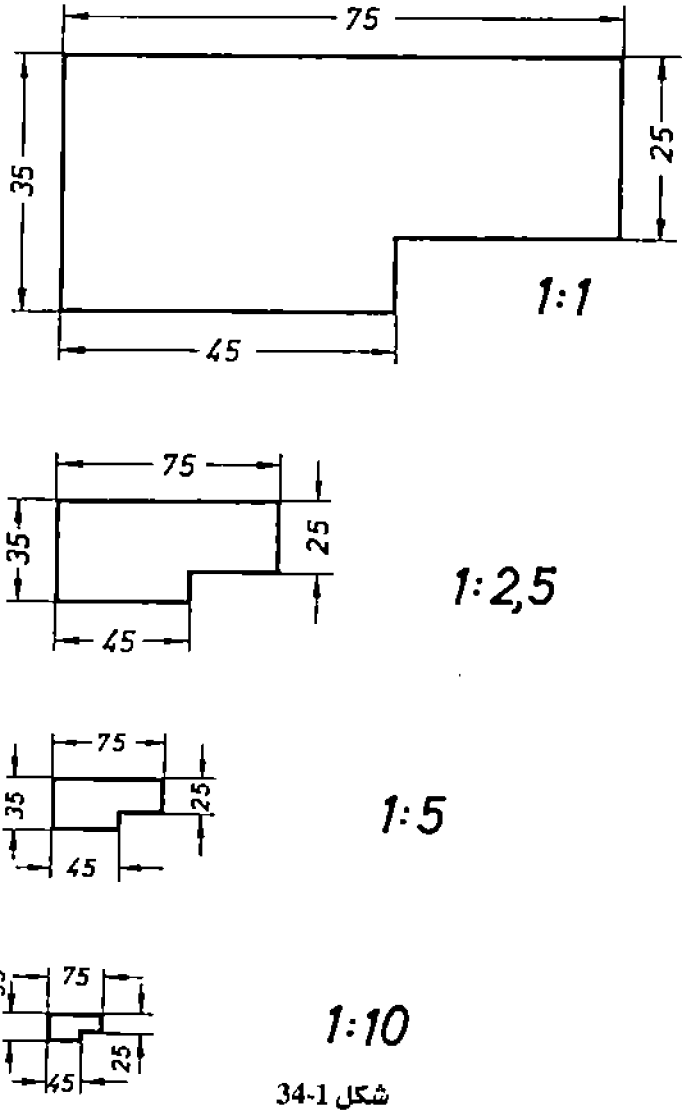
Scales

يوجد العديد من الأجزاء والعناصر المكنية الضخمة التي تصل أبعادها إلى عشرات الأمتار، كما توجد أجزاء أخرى تصل أبعادها إلى بعض المليمترات، مما يجعل رسم هذين الجزأين بأبعادهما الحقيقية أمراً مستحيلا.

من هنا كان استخدام مقياس الرسم أمراً محتومًا، حيث يمكن تصغير أبعاد الأجزاء الكبيرة، كما يمكن تكبير أبعاد الأجزاء الصغيرة بنسب مناسبة تؤدي إلى إتاحة رسمها بالوسائل المتوفرة.

وعلى سبيل المثال عند رسم جزء طوله 3000 ملليمتر وقطره 600 ملليمتر على ورقة A3، في هذه الحالة يمكن تصغير أبعاد هذا الجزء ليتناسب مع ورقة الرسم. فإذا فرض رسم هذا الجزء بطول 30 ملليمتراً وقطر 6 ملليمترات، يكون بذلك قد تم تصغير أبعاد هذا الجزء بمقدار 100 مرة، وبذلك يكون مقاس الرسم 1:100.

وهذا يعني أن كل بعد على الرسم أصغر من الحقيقة 100 مرة، وهو نفس الأسلوب الذي يطبق على حالات تكبير الأبعاد، وشكل 1-34 يوضح نموذجًا لمقياس الرسم الكامل 1:1 ومقاييس رسم أخرى مصغرة.



شكل 1-34

نموذج لمقياس الرسم

أنواع مقاييس الرسم *Types of Scales*

من خلال ما سبق عرضه عن حالات التصغير والتكبير، فإنه يمكن تنوع مقاييس الرسم إلى الآتي:

1- مقياس كامل: Full Scale

المقياس الكامل يعني رسم الأجزاء أوالعناصر بأبعادها الحقيقية مع كتابة مقياس الرسم 1:1، ويعتبر هذا المقياس هو من أفضل الاختيارات إذا كان ذلك ممكنًا. وذلك لسهولة قراءة الرسومات وخاصة عند التنفيذ.

2- مقياس التكبير: Enlarged Scale

مقياس التكبير يعني رسم الأجزاء والعناصر بأبعاد أكبر من أبعادها الحقيقية. يستخدم هذا المقياس عند رسم الأجزاء أو العناصر الصغيرة، وللرسام حرية التكبير بالقدر الذي يراه مناسبًا بحيث يتناسب الشكل المكبر مع ورقة الرسم.

ينصح باختيار أحد مقاييس التكبير المتعارف عليها دوليًا ومنها الآتي:

25 : 1	50 : 1	100 : 1
2 : 1	10 : 1	20 : 1

3- مقياس التصغير: Reduced Scale

مقياس التصغير يعني رسم الأجزاء أو العناصر بأبعاد أصغر من أبعادها الحقيقية، ويستخدم هذا المقياس عند رسم الأجزاء أو العناصر المكنية الكبيرة والضخمة، وللرسام حرية التصغير بالقدر الذي يراه مناسبًا بحيث يتناسب الشكل المصغر مع ورقة الرسم.

ينصح باختيار أحد مقاييس التصغير المتعارف عليها دوليًا ومنها الآتي:

1 : 25	1 : 50	1 : 100
1 : 2	1 : 10	1 : 20

اختيار مقياس الرسم *Testing of Scale*

عند اختيار مقياس الرسم، فإنه يجب أن تراعى الإرشادات التالية:

1- اختيار أحد مقاييس الرسم السابق ذكرها (الكامل ـ المكبر ـ المصغر) يرتبط ارتباطًا وثيقًا بمقاس الورقة التي يتم عليها الرسم، ويعتبر أفضل هذه المقاييس هو مقياس الرسم الكامل إذا كان ذلك ممكنًا.

2- يمكن اختيار مقياس الرسم المناسب بدون مبالغة في التكبير أو التصغير لعشرات المرات إذا كان يكفي مرتين مثلا.

3- عند تكبير أو تصغير أبعاد الأجزاء أو العناصر المكنية، فإنه يراعى الانتباه أن يكون التكبير أو التصغير شاملا جميع الأبعاد الموجودة على الرسم.. وليس بعضها.

4- لا يجوز اختيار مقياسين مختلفين لرسم واحد في ورقة واحدة.

5- تجب كتابة الأبعاد الحقيقية عند الرسم، وليست بالأبعاد الجديدة التي تم رسمها على الورقة.

6- يجب أن يشير الرسام إلى مقياس الرسم على كل لوحة.

الخطوط الهندسية

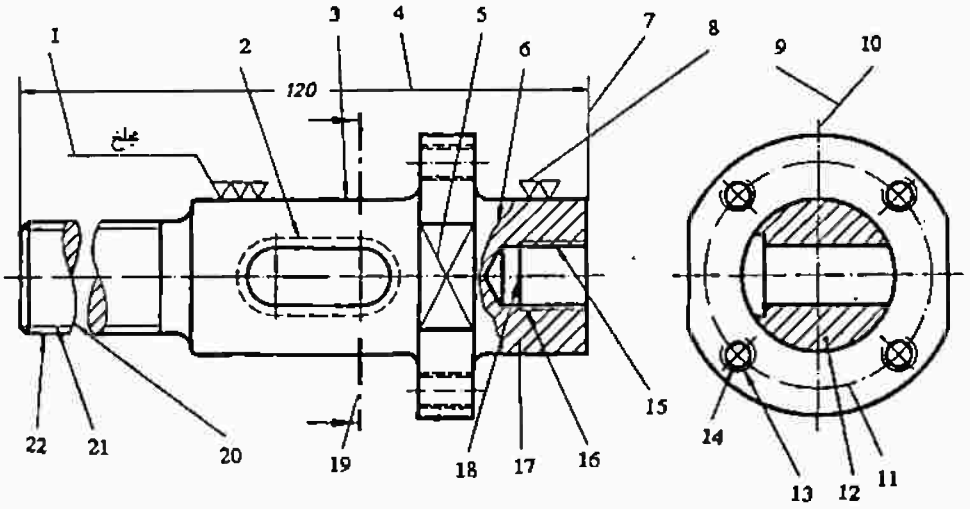
Engineering Lines

تختلف الخطوط الهندسية بعضها عن بعض، فمنها الخطوط العريضة والرفيعة والمتصلة والمتقطعة.... إلخ، ولكل منها استعمال خاص. ونظراً إلى أن الخطوط هي أساس التعبير في الرسم، لذلك فإنها قسمت إلى أنواع مختلفة، وجدول 1-3 وشكل 1-35 يوضحان أنواع الخطوط المستخدمة في الرسم الهندسي.

جدول 1-3

أنواع الخطوط

أنواع الخطوط	تخانة (عرض) الخطوط		الاستعمالات	نوع قلم الرصاص
الخط الكامل	عريض	———	الحواف الظاهرة	HB = N° 2 ½
	رفيع	———	خطوط الأبعاد، وخطوط الأبعاد المساعدة (الإسناد)	2 H = N° 4
			خطوط الرقن	
الخط المنقط	متوسط	— — — — —	الحواف المختفية	HB = N° 2 ½
الخط المتقطع المنقط	رفيع	—— · ——	خطوط المنتصف	2 H = N° 4
	عريض	—— · · ——	خط القطاع	HB = N° 2 ½
الخط اليدوي	رفيع	~~~~~	خطوط الكسر	2 H = N° 4



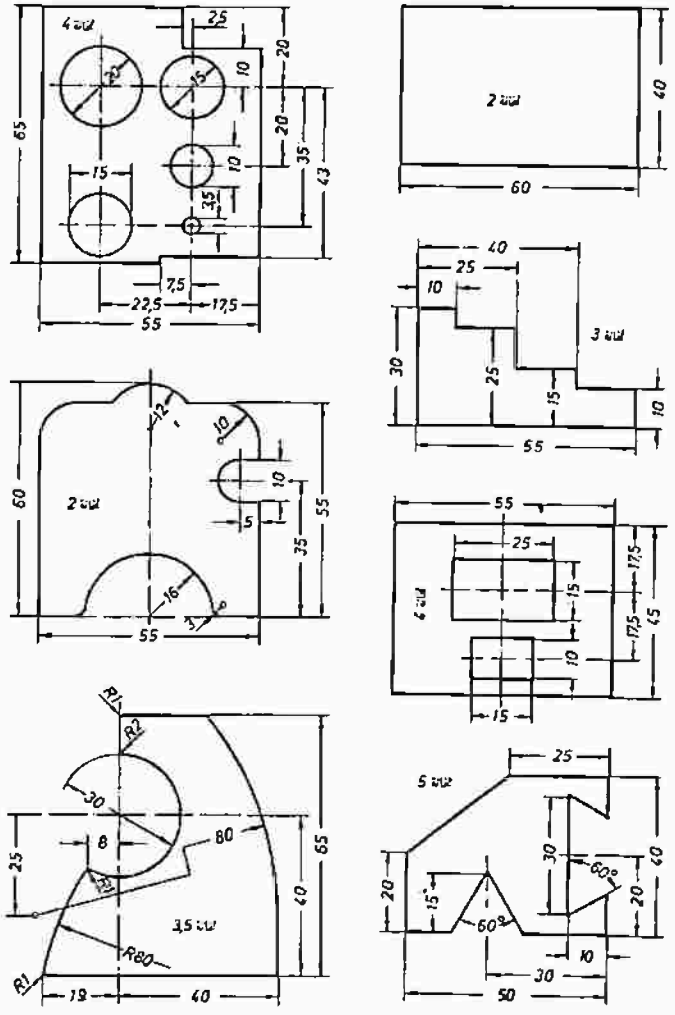
شكل 1-35

نموذج لجزء مكني مرسوم بالخطوط الهندسية

1- خط إسناد منكسر مع كتابة الملاحظات.
2- حافة مختفية للجسم.
3- حافة ظاهرة للجسم.
4- خط بعد.
5- أقطار متقاطعة.
6- حدود الكسر.
7- خط إسناد.
8- علامة تشغيل الأسطح.
9- خط دليل.
10- خط المنتصف .. (خط المحور).
11- دائرة الثقوب.
12- سطح القطاع.
13- لولب داخلي.
14- قطر قاع السن للولب الداخلي.
15- لولب داخلي.
16- قطر قاع السن للولب الداخلي.
17- خطوط تهشير.
18- تحديد الطول الفعال للولب.
19- موقع القطع.
20- خط كسر في العمود.
21- قطر قاع السن للولب الخارجي.
22- القطر الخارجي للولب.

تمارين:

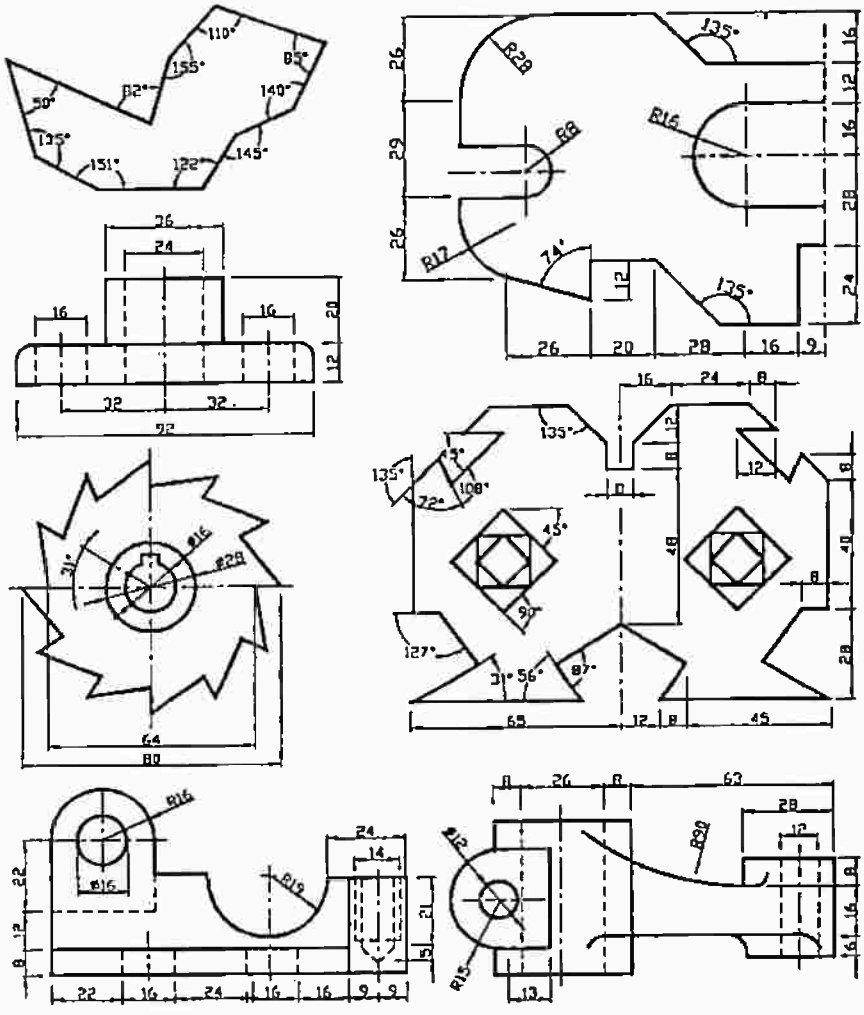
1- المطلوب رسم الأجزاء والعناصر الموضحة بشكل 1-36 بمقياس رسم مناسب باستعمال أدوات الرسم المناسبة مراعيًا الخطوط الهندسية ومقاساتها. يراعى استخدام ورقة رسم A3



شكل 1-36

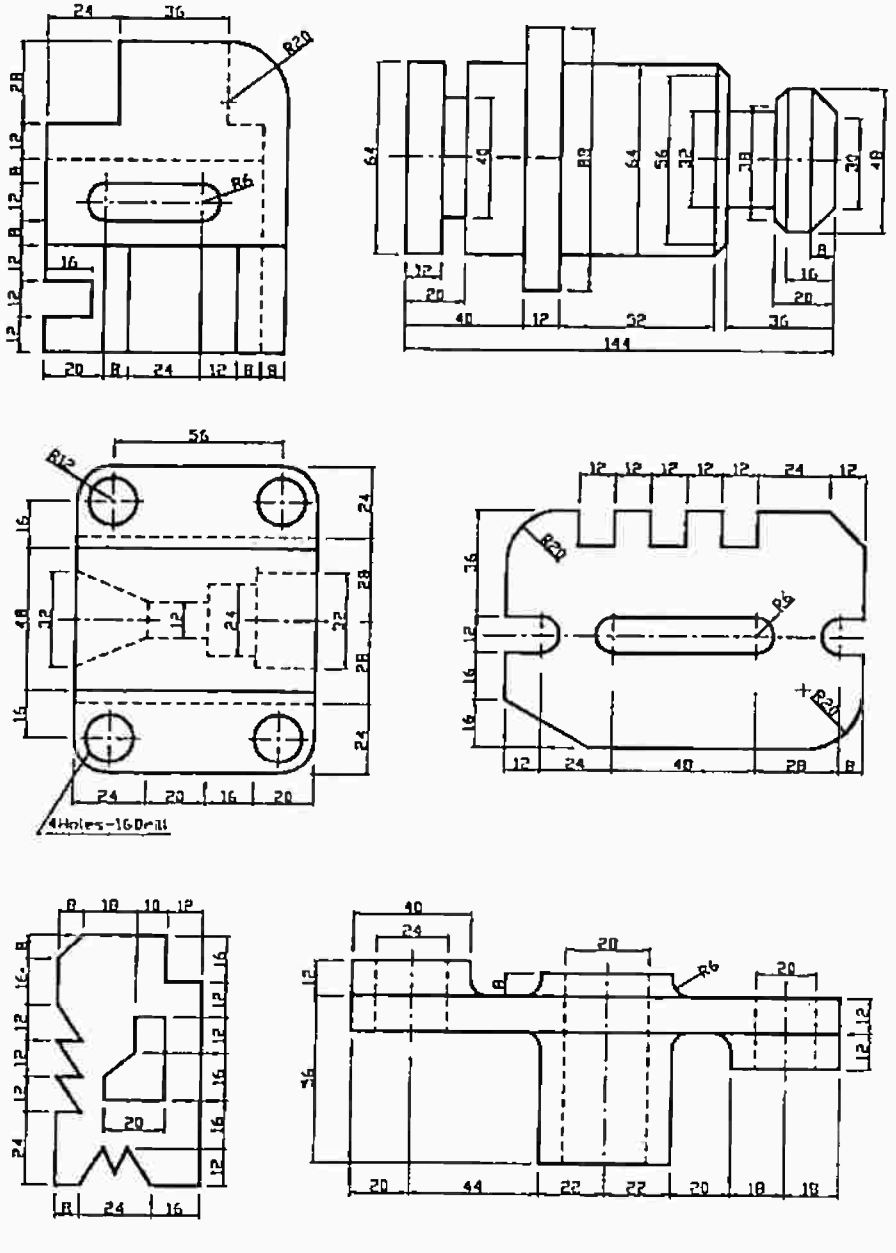
نماذج لأشكال هندسية

2- المطلوب رسم الأشكال الهندسية الموضحة بالشكلين 1-37، 1-38 بمقياس رسم مناسب باستعمال أدوات الرسم المناسبة مراعيًا أنواع الخطوط الهندسية ومقاساتها. يراعى استخدام ورقة رسم A3



شكل 1-37

نماذج لأشكال هندسية



شكل 1-38

رسم الأشكال الهندسية