

## الباب الثاني

# 2

### أدوات الرسم الهندسي DRAWING INSTRUMENTS

من استقامة حافظتها اليسرى وعدم تحديدها أو انحنائها باستخدام مسطرة T. ثم يحضر الطالب كل أدواته الهندسية وينظفها بقطعة قماش قطنية، فيفحصها ويرتبها على الطاولة في الحيز الخالي من لوحة الرسم أو ضمن درج مرفق بالطاولة. وعلى الطالب تجنب استعارة الأدوات من الآخرين في حصة الرسم لما يسببه ذلك من ضياع للوقت وإرباك للآخرين.

يتطلب الرسم الهندسي وتدوين المعلومات على لوحة الرسم أدوات هندسية خاصة يتعذر العمل بدونها. في الشكل 1.2، أهم الأدوات الهندسية التي يحتاجها ممارس الرسم الهندسي. ويتطلب استخدامها عموماً إلى الإرشادات العامة التالية

#### 1- تهيئة طاولة الرسم والأدوات

عند بداية الرسم يتفحص الطالب طاولة الرسم، فيتأكد من نظافتها، أو يقوم بتنظيفها بالفرشاة، ثم يتأكد



شكل 1.2: أدوات الرسم الهندسي

## 2- الإضاءة الجيدة على طاولة الرسم

تحدّد الإضاءة المتوفرة في غرفة الرسم تموضع الطاولة ولوحة الرسم بالتحديد بالنسبة للرسم. ويفضل أن تكون الإضاءة عمودية على لوحة الرسم بينما الأشعة ساقطة من يمين الرسام الأيمن ومن يساره إذا كان أعسرًا. ويفضل خاصة للطلبة المستجدين رفع لوح الرسم من الأمام بمقدار 5- 10 سنتمترات للأعلى، بحيث يميل اللوح نحو الرسام.

## 3- إتقان الرسم وسرعة إنجازه

يحتاج الرسم الهندسي إلى دقة متناهية وسرعة في الإنجاز. وتؤدي الدقة إلى التباطؤ في الرسم، والاستهلاك الأكثر للوقت. لذلك، فعلى الطالب الرسام التعود على سرعة إنجاز الرسومات بدقة وتنفيذ الرسم بأكمله بتقنية عالية تجعل الخطوط تتألاً والتفاصيل تبرز بوضوح. ويمكن حل هذه المشكلة في الممارسة المستمرة والمران المتواصل للطالب على الرسم الهندسي أولاً كرسم حر free hand sketching ثم كرسم دقيق بالأدوات، ثم الحفاظ على نظافة لوحة الرسم سواء أثناء الرسم أو بعد إنهائه.

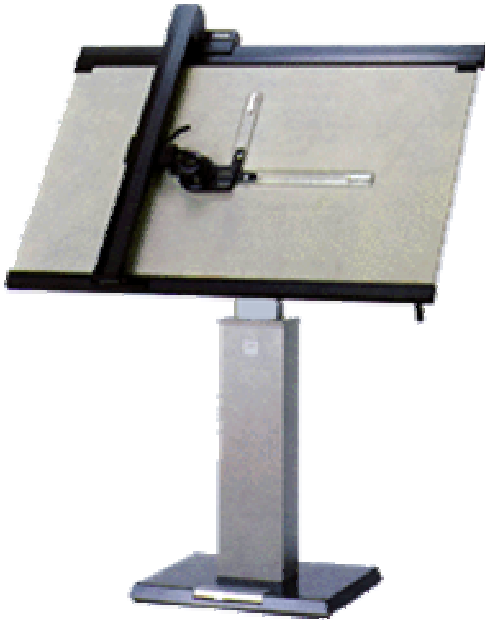
وبالعادة، تلتصق الأوساخ التي تنتج من احتكاك غرافيت قلم الرصاص مع الورقة أو من قطع المحاة التي تبلى فتتزلق أسفل الأدوات. وعندما يرسم خطٌ بقلم الرصاص فإن جزئياتٍ غرافيتية تتكون حول الخط وبطوله. وقد تنتشر هذه الجزئيات وتتطاير بفعل تياراتٍ هوائية خفيفة نتيجة للحركة حول الطاولة أو

من فتح الشبائبك أو حتى من نفس الرسام المباشر. وتنتج الأوساخ على الأغلب من محو الخطوط الزائدة، فتتجمع فتائل وسخة من المحاة قد تنزلق أسفل الأدوات الهندسية فتؤدي إلى اتساخ هذه الأخيرة واتساخ الرسم بشكل عام. لذلك، يجب على الرسام عدم السماح بتجمع الأوساخ أياً كان مصدرها على لوحة الرسم، بل وإزالتها أولاً بأول. ويتم ذلك بتنظيف لوحة الرسم والطاولة بالفرشاة بحيث تقذف الفتائل والأوساخ خارج طاولة الرسم. أما الأدوات فتتظف بين الفينة والأخرى بقطعة قماش قطنية. كما يجب على الرسام التخلص من عرق اليدين بغسلهما بالماء والصابون كلما احتاج الأمر ذلك. وفيما يلي بعض التعليمات الضرورية لكل رسام وخاصة المستجدين منهم لاستيعابها عند ممارسة الرسم الهندسي.

- 1- لا تير قلم الرصاص فوق لوحة الرسم أبداً، ونظّف رأسه بعد البري (بمحارم ورقية).
- 2- لا تحاول إزالة أوساخ ملتصقة على لوحة الرسم بالمحاة بالقوة.
- 3- تحريك مسطرة T على لوحة الرسم يتم بعد رفع طرفها البعيد مع ثبات العارضة إلى حافة لوحة الرسم، بينما يتم تحريك المثالث برفع رأسه البعيد بالأظافر قدر الاستطاعة.
- 4- لا تضع الكتب والدفاتر أو حتى المذياع فوق لوحة الرسم.
- 5- استخدم الأظافر أو ظهرها للإشارة للرسم أو لجزء منه عند المناقشة ولا تستخدم أطراف الأصابع بسبب العرق.

ويستخدم الطالب هذا اللوح للعمل البيتي فقط بينما يستعمل للرسم في المرسم الجامعي طاولة أبعاد سطحها 90×60 سنتيمتراً مربعاً أو تزيد قليلاً.

ويشترك اللوح الخشبي البيتي مع طاولة المرسم، شكل 2.2، بأن حافة كل منهما اليسرى مستوية تماماً تمكن مسطرة T من الانزلاق عليهما بسهولة وبشكل أفقي. ومن الطبيعي أن مكاتب الهندسة الحديثة تحوي طاولات هندسية مريحة وذات إمكانيات أفضل من اللوح العادي أو طاولة المرسم إلا أنها أكثر كلفة وأكبر حجماً، شكل 3.2.



شكل 3.2: طاولة راقية للرسم المكتبي الهندسي

- 6- لا تحك شعرك فوق لوحة الرسم.
- 7- ضع غطاء ورقياً على لوحة الرسم أو على جزء منها أسفل اليد عند الكتابة أو تركها.
- 8- لا تلف لوحات الرسم، بل احفظها بشكل منبسط في مغلف كبير، حقيبة كرتونية مثلاً.

أولاً: لوح أو طاولة الرسم

#### Drawing board or Drawing table

يصنع لوح الرسم من الخشب الأبيض أو البني الفاتح، ذي سطح ناعم ومستوي تماماً وبأربع زوايا قائمة. أبعاده 60×40 سنتيمتراً مربعاً أو أكبر قليلاً.



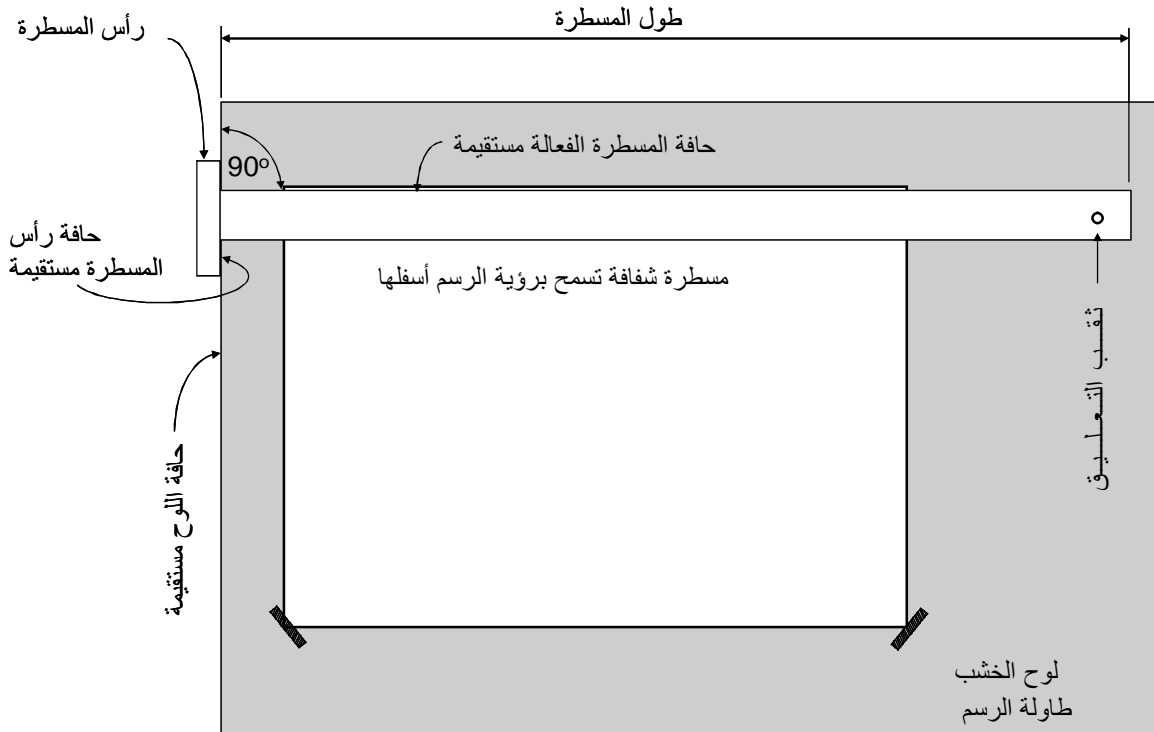
شكل 2.2: طاولة للرسم الجامعي

## ثانياً: مسطرة (الحرف) T، T square

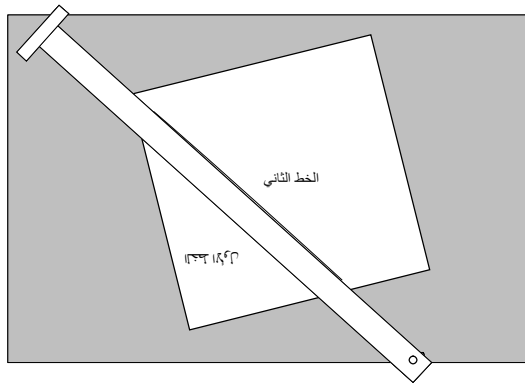
الخطين يعني أن المسطرة جيدة، وإلا فإنها تحتاج إلى تعديل أو تبديل.

تصنع المسطرة T من مواد بلاستيكية أو من لدائن شفافة لرؤية الرسم أسفلها أو حتى من الخشب الصلب. وتختلف أطوالها حسب حاجة الاستعمال. وتحفظ بعيداً عن الحرارة والرطوبة معلقة عمودياً من الثقب المخصص لذلك، كما يجب عدم استخدامها كمقص للأوراق.

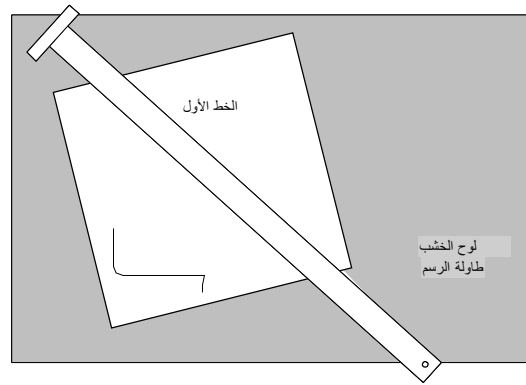
أداة ضرورية للرسم الهندسي تتكون من الرأس (العارضة) والمسطرة، شكل 4.2. تستعمل لرسم الخطوط الأفقية وكدليل (مساعد) لحركة المثليين عليها. وحتى ينتظم عملها وتكون دقيقة يلزم إحكام جزئها مع بعض بشكل كامل وعلى زاوية قائمة. وللتأكد من استقامة المسطرة التي تخصه، يرسم الطالب خطاً حاداً على لوحة رسم كيفما شاء، شكل 5.2، ثم يقوم بتدوير اللوحة نصف دورة حتى تلامس نقطة بداية الخط حافة المسطرة من جديد فرسم خطاً حاداً آخر. ومن الطبيعي أن تطابق



شكل 4.2: مسطرة (الحرف) T تنزلق أفقياً على لوح خشبي مثبت عليه ورقة رسم



رسم 2

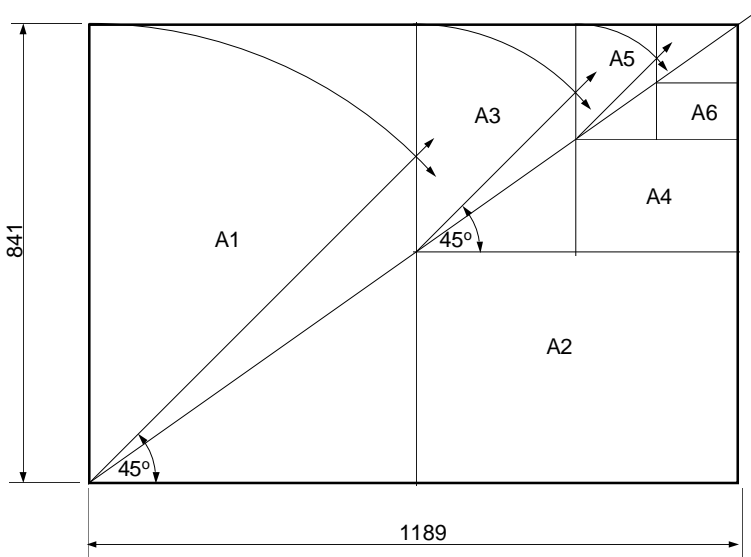


رسم 1

شكل 5.2: التأكد من استقامة مسطرة T

### ثالثاً: لوحات الرسم Drawing papers

وهي على أنواع عديدة من حيث اللون والسمك والوزن. تتكون لوحة الرسم من ألياف، مصدرها نباتي أو حتى صناعي. ويستعمل طالب الهندسة لوحات رسم من النوع الخشن أو متوسط الخشونة لكنه جيد للرسم. ومن الطبيعي أن ملاسة سطح اللوحة أكثر تعني نوعية أفضل للوحة وارتفاع سعرها، شكل 6.2.



شكل 6.2: تقسيم لوحة الرسم A0 إلى لوحات أقل حجماً

وحتى يسهل جمع كل لوحات الرسم داخل ملف خاص، يستحسن استخدام لوحات رسم ثابتة الحجم. ويبنى نظام قياسات الورق ، ولوحات الرسم بالتحديد، وفقاً لأغلب المواصفات القياسية العالمية على النظام التالي<sup>†</sup>

المساحة	أبعاد اللوحة	الرمز	
		باللاتينية	بالعربية <sup>††</sup>
1 [m <sup>2</sup> ]	1189×84 1 [mm]	A0	أ 0
0.5	841×594	A1	أ 1
0.25	594×420	A2	أ 2
0.125	420×297	A3	أ 3
0.0625	297×210	A4	أ 4

جدول أوراق الرسم وفقاً لمواصفات أيزو ISO العالمية

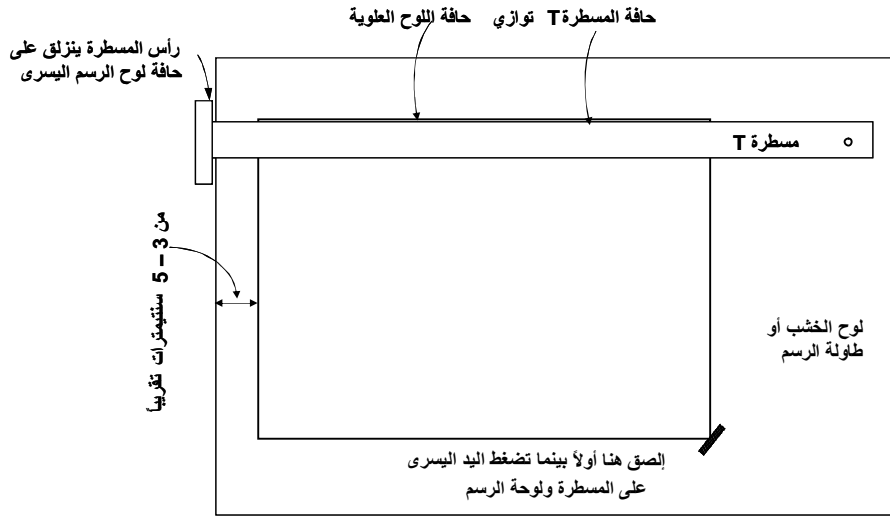
أول مهمة تواجه الرسام قبل بدئه الرسم الهندسي هي تثبيت لوحة الرسم إلى اللوح الخشبي أو طاولة الرسم. ويتم ذلك بواسطة المسطرة T والورق اللاصق، شكل 7.2. فبعد أن تكون حافتا المسطرة ولوحة الرسم العلوية منطبقين بعضهما على بعض، ولوحة الرسم على بعد أقل من 5 سنتيمترات طولية من اليسار، نلصق أولاً إحدى زوايا لوحة الرسم السفلية باللوح الخشبي، وذلك بقطعة ورق لاصق، طولها لا يزيد عن 5 سنتيمترات. وبعد إزاحة المسطرة T للأسفل قليلاً مع تثبيت اللوحة، نلصق الزاوية العلوية المعاكسة للوحة باللوح بقطعة ورق لاصق أخرى. ومن الطبيعي أن يقص الطالب أربع قطع من الورق اللاصق قبيل تثبيت اللوحة إلى الطاولة، تعلق بشكل جزئي إلى طرف الطاولة تحضيراً لعملية اللصق. هذا، ويفضل اللصق وفقاً للرسم 2 في الشكل 7.2.

<sup>†</sup> يقوم هذا النظام على اعتبار أن

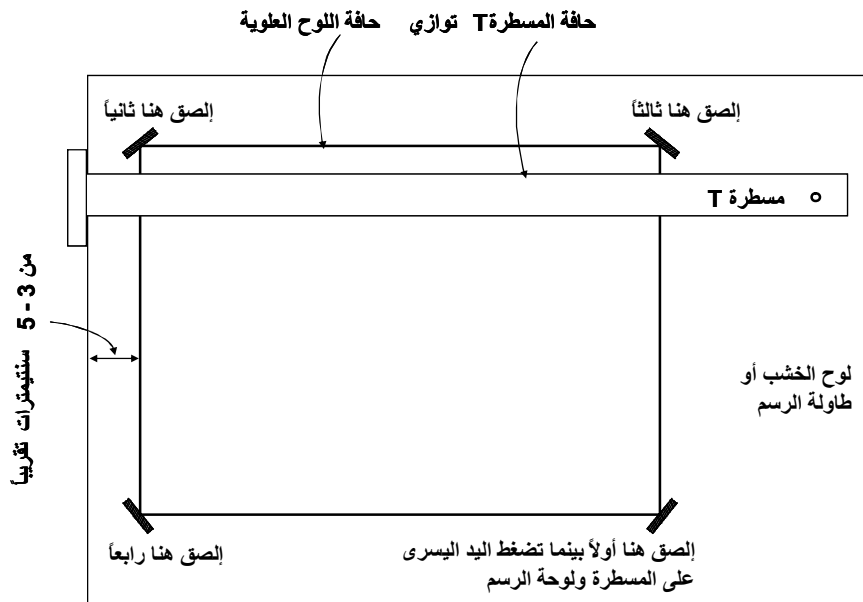
1- مساحة الورقة A0 تساوي متراً مربعاً واحداً.

2- طول أي ورقة يساوي  $\sqrt{2}$  عرضها، أو عرض الورقة الأكبر منها مباشرة. وتبعاً لذلك، فمساحة أي ورقة يساوي نصف الأكبر منها مباشرة.

<sup>††</sup> الرموز بالعربية حسب المواصفات العراقية، والتعليم في الجدول يبين الحجمين المستخدمين في الرسم الهندسي في جامعة بيرزيت.



رسم 1



رسم 2



رسم 3: اللصق بطريقة خاطئة

شكل 7.2: تثبيت لوحة الرسم إلى الطاولة

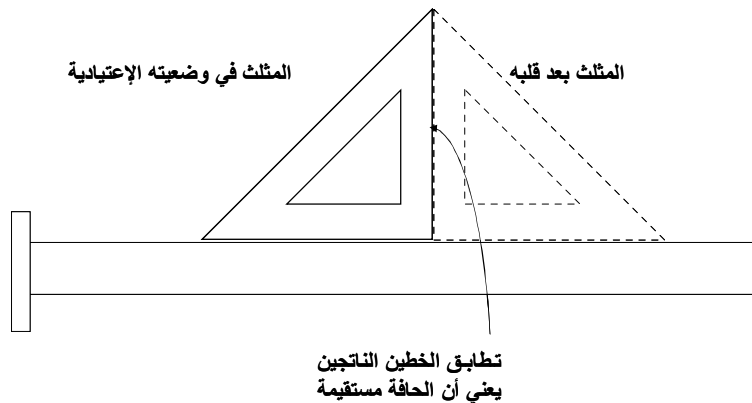
## رابعاً: المثلثان Triangles

عمودياً آخر من بداية الخط الأول. إن تطابق الخطّين يعني أن زاوية المثلث قائمةً وإلا يجب استبداله. وعلى نفس المنوال يتم التأكد من استقامة باقي الأضلع ودقة الزوايا  $45^\circ$ ،  $30^\circ$  و  $60^\circ$  في المثلثات.

### خامساً: مسطرة القياس المدرجة Scale

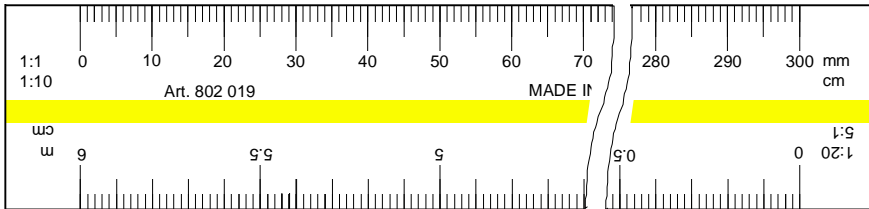
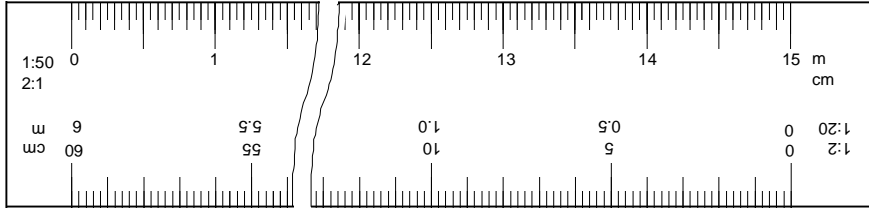
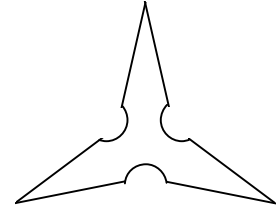
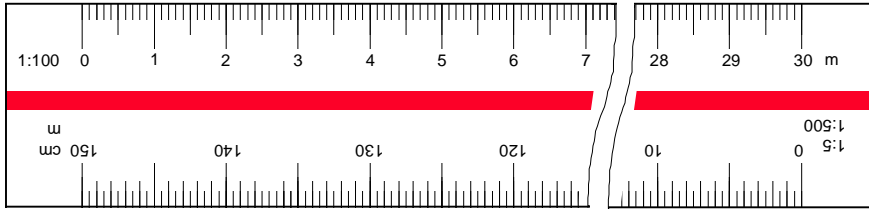
تصنع مساطر القياس المدرجة بأنواع وأشكال مختلفة. منها البسيط بوجهين وأربعة تدريجات مختلفة، قاعدته سداسية مضغوطة وبطول فعليّ يساوي 100 ملليمتر، ومنها المعقد قليلاً، ذات ثلاث حواف وستة تدريجات مختلفة، بطول فعليّ يساوي 300 ملليمتر، شكل 9.2. وفي جميع المساطر المدرجة يكون أحد التدريجات ملليمترياً مع الرمز النسبي 1:1 أو مضاعفاته العشرية، أمّا باقي التدريجات فتستعمل للتكبير والتصغير. وفي العادة، تستعمل جميع المساطر المدرجة للقياس فقط دون الرسم.

يُستعمل للرسم الهندسي مثلثان قائمان، أحدهما  $30^\circ \times 60^\circ$  و الثاني  $45^\circ$ . إذ يمكن بواسطتهما (ومع المسطرة T) رسم خطوطٍ تميل عن الأفقي بزاوية 15 أو مضاعفاتها وذلك بانزلاقهما بأشكالٍ مختلفة على بعض، انظر الشكل 10.4. كما يمكن استخدام المثلثين فقط للرسم الهندسي الدقيق دون مساعدة المسطرة T بتاتاً، انظر الأشكال 8.4 - 12.4. ويستخدم للرسم الهندسي والميكانيكي مثلثان، طول وتر المثلث  $45^\circ$  يقارب طول ضلع القائم الكبير في المثلث  $30^\circ \times 60^\circ$  حتى 300 ملليمتر. ويفضل أن يكون المثلثان مصنوعين من مادة بلاستيكية شفافة لرؤية الرسم أسفلهما. ولتعرضهما للتلف والتقوس تفحص دقة استقامة حوافهما من حين لآخر بنفس الطريقة التي تفحص فيها استقامة المسطرة T، شكل 8.2. ولذلك، نرسم بأحد المثلثين خطاً عمودياً، وليكن بمساعدة المسطرة T، ثم نقلبه حول الخط المرسوم فنرسم خطاً



شكل 8.2: فحص استقامة المثلثين

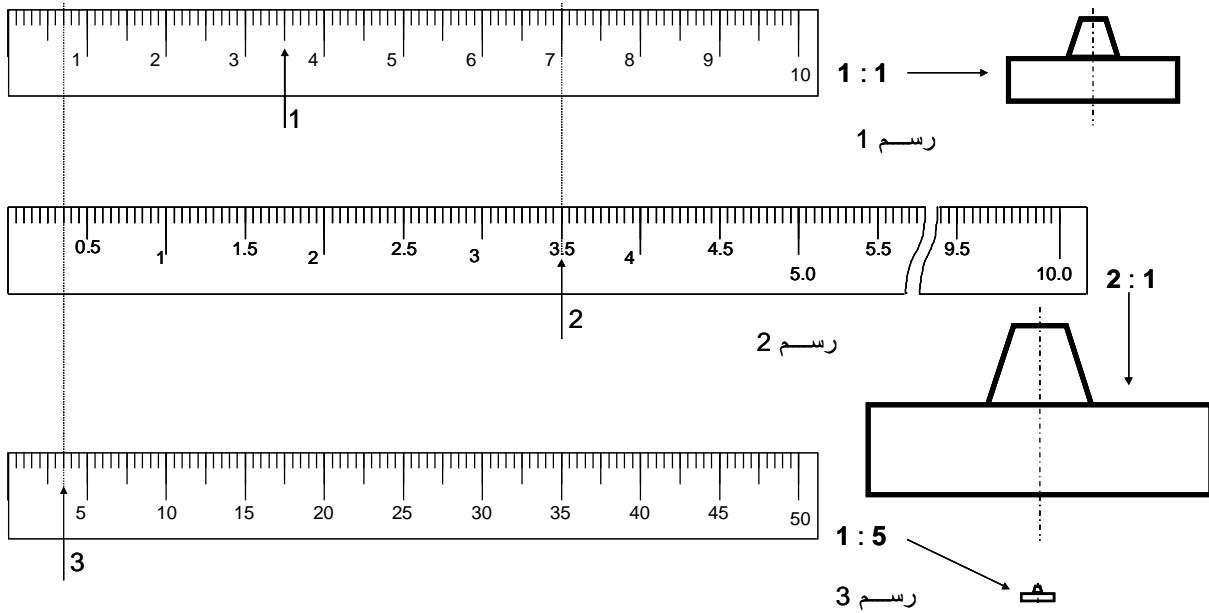




شكل 9.2 : مسطرة القياس المدرجة

كما أن مدّ رأس السهم 3 على استقامته سيضرب بالرقم 7 ملليمترات في المسطرة 1 المكافئ لخمس البعد 35 ميليمتراً. وحيث إن الرقمين 7 (سنتيمترات) و7 (مليمترات) هما النتيجة الطبيعية لاستخدام مقياسي الرسم ، المضاعف أولاً ثم المضغوط للخمس ، فإن ذلك يزودنا بطريقة مثلى لتكبير أو تصغير الرسم الهندسي.

والمبدأ الأساسي لاستخدام مسطرة القياس المدرجة مبين في الشكل 10.2. فالقياس 35 ميليمتراً المحدد بالسهم 1 على مسطرة القياس، رسم 1، نحدده على المسطرة، رسم 2 بالسهم 2 بتدرج مضاعف، ونحدده على المسطرة، رسم 3 بالسهم 3 بتدرج منضغط للخمس. ومن الطبيعي أن مدّ رأس السهم 2 على استقامته سيضرب بالتدرج 7 سنتيمترات في المسطرة 1 وهو المكافئ لضعف الرقم 35 ميليمتراً.

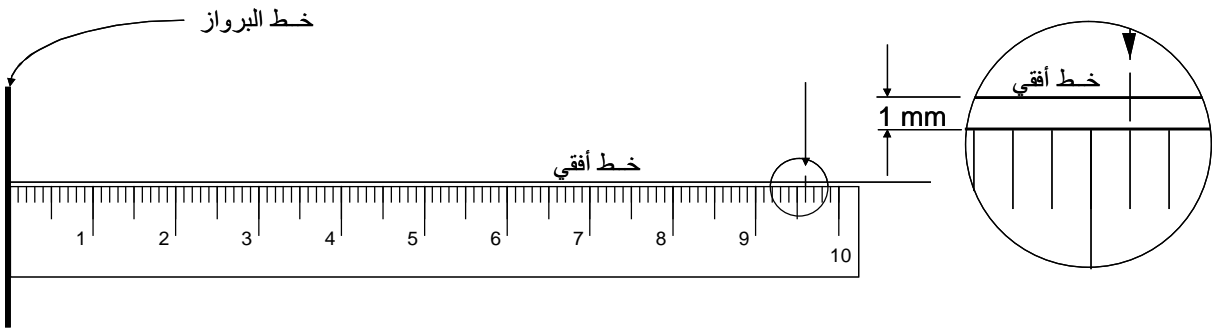


شكل 10.2: استخدام مسطرة القياس المدرجة

البعد 96 ميليمتراً من اليسار بدءاً من خط البرواز. نطاق صفر المسطرة إلى نقطة بداية القياس، ثم نطاق المسطرة على الخط المعين بحيث نبعد المسطرة عن الخط المرسوم بمسافة ثابتة تعادل 1 ميليمتراً. نحدد بقلم 4H-2H مبري بشكل مخروطي ورأسه مدبب شريطةً بطول لا يزيد عن 2 ميليمتراً تقطع الخط وتعامده عند القياس 96 ميليمتراً.

وتُحدد منظمة المواصفات والمقاييس الدولية، أيزو ISO، نظاماً للتكبير وآخر للتصغير مضاداً للأول. كما يرتبط الاثنان بمقياس الرسم الطبيعي 1:1، انظر الجدول المرفق في الصفحة 30.

ولتحديد موضع نهاية مسافة أو بعد معين باستخدام مسطرة القياس أو أية أداة هندسية أخرى، شكل 11.2، نتخيل خطأً أفقياً رُسم بالمسطرة T، وأن المطلوب تحديد



شكل 11.2: تحديد شرطة القياس بالمسطرة

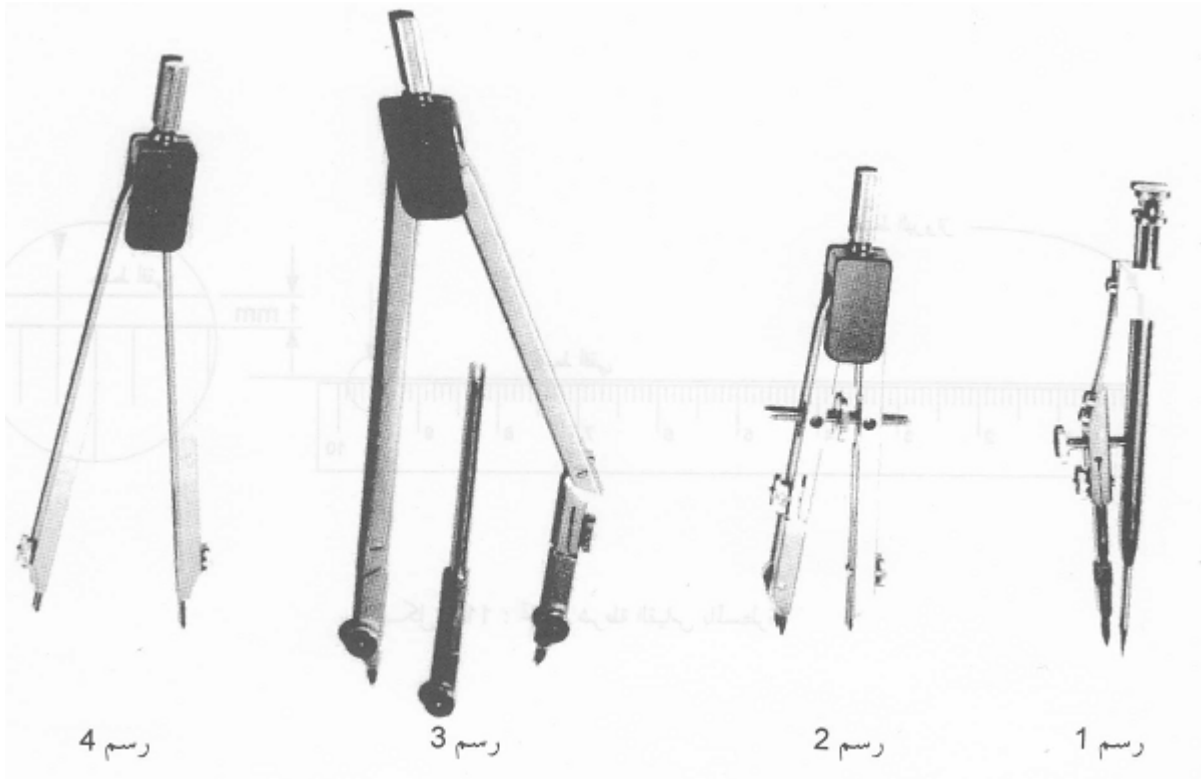
سادساً: الفراجير والمقسمات

### Compasses & Dividers

معدنية للفرجار الكبير، فنستطيع عندها رسم دوائر قطرها أكبر من 200 ميليمتراً حسب طول تلك الوصلة المعدنية.

أما الفرجار المقسم، رسم 4 في الشكل 12.2 فهو فرجار ذو ساقين متشابهتين وإيرتتين بنفس الطول. يستعمل لتقسيم المسافات المعينة إلى أجزاء متساوية و/أو نقل الأبعاد من مكان لآخر. وعند رسم الدائرة بالفرجار نحدد موقع المركز بشرطتين متعامدتين + طول كل منهما 2 ميليمتراً ترسمان بخط شعري. أما تحديد تقسيمات الفرجار المقسم فيتم ذلك بالربط بين تقرب صغيرة ناتجة من غرز إيرتية في لوحة الرسم.

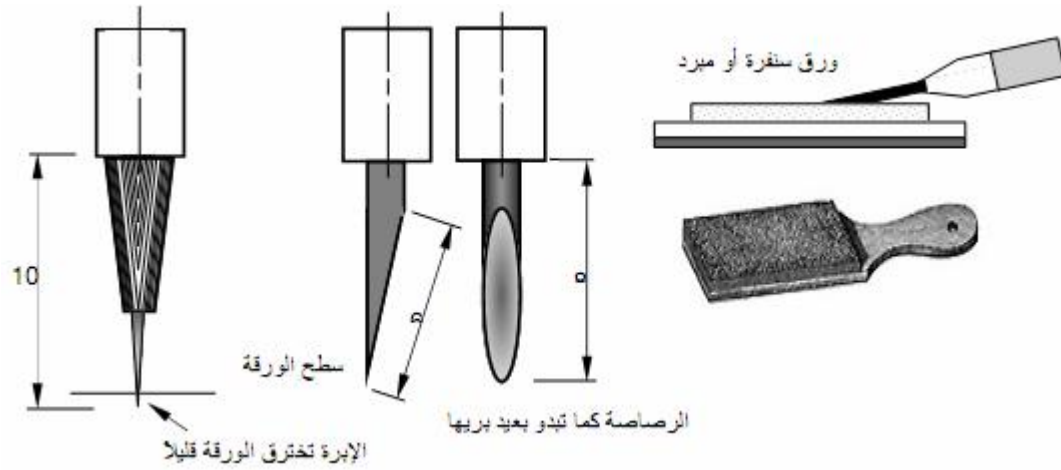
يستعمل الفرجار لرسم الدوائر والأقواس الدائرية. وتبين الأنواع الدارجة اليوم إمكانية تغيير رصاصة الفرجار بأخرى حسب الطلب. وتتميز الفراجير حسب حجم الدائرة التي ترسمها، شكل 12.2. إذ ترسم الدوائر الصغيرة بالفرجار ذي الإبرة المنزلة داخل حامل مربوط إليه ماسورة الرصاصة بواسطة برغي تعبير نصف القطر المطلوب، رسم 1. وبهذا الفرجار نستطيع رسم الدوائر التي يتراوح قطرها بين 1 - 13 ميليمتراً. رسم 2، يبين صورة فرجار الدوائر الوسط، لا يتجاوز قطرها 60 ميليمتراً، بينما يبين رسم 3، صورة فرجار الدوائر الكبيرة، قطرها يصل إلى 200 ميليمتراً. ويمكن إضافة وصلة



شكل 12.2: الفراجير والمقسمات

ومن الأفضل أن يحمل الطالب معه ضمن علبة الفراجير رصاصات إضافية ومبرية (مجلوخة) جيداً. وبالعادة تجلخ رصاصة الفرجار بورق سنفرة حتى تصبح إهليلجية المقطع ورأس عريض، شكل 13.2، رسم 1. كما يمكن أن يُجلخ جانبا الرصاصاة لزيادة الدقة. ويتم غرز إبرة الفرجار في الورقة بـرؤية. وبالعادة تكون الرصاصاة أقل ارتفاعاً من الإبرة لاختراق هذه الأخيرة لوحة الرسم، رسم 2.

يستعمل للعمل الهندسي بشكل عام رصاصاةً طريةً من النوع H أو HB. ولرسم الأقواس والدوائر الأساسية ينصح باستخدام رصاصاة فرجار من نوع أكثر صلابة، أي 4H-2H. وبالعادة، يكون غمق خط الدائرة والقوس المنحني أقل من الخطوط المستقيمة بمساعدة الأداة الهندسية. إذ لا يمكن الضغط على الفرجار أثناء الرسم كما هو الحال عند رسم الخط المستقيم بالمسطرة و/أو المثلاث. لذلك ينصح باستعمال رصاصاة أعمق قليلاً من تلك المستخدمة للقلم حتى نصل إلى تناسق مثالي بين الخطوط المذكورة.



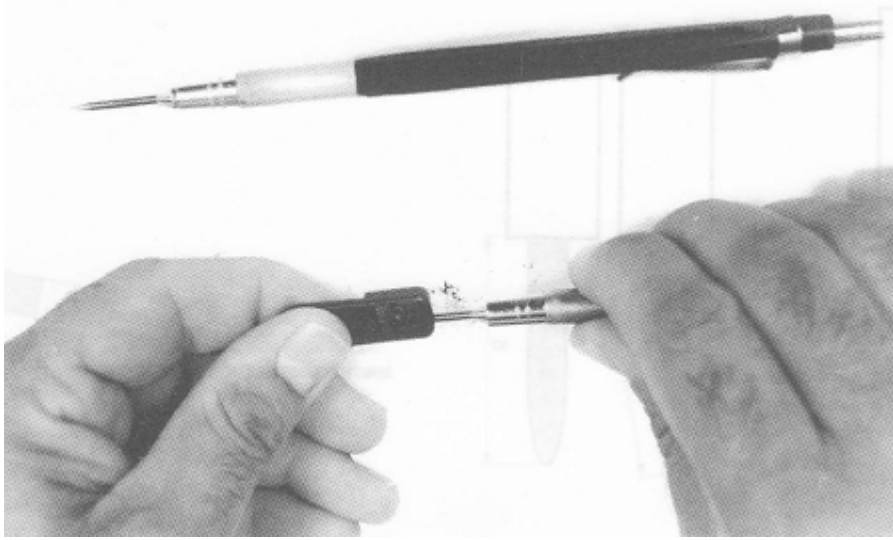
شكل 13.2: جليخ رصاصة الفرجار

### سابعاً: أقلام الرصاص

يحتاج كل من الرسام وطالب الهندسة لإنجاز رسمهما الهندسي إلى أقلام رصاصية معينة وأقلام حبر خاصة. وتتوفر اليوم في الأسواق ثلاثة أنواع من الأقلام الرصاصية، شكل 14.2

- 1- قلم ميكانيكي ذو رصاصة 2 ميليمتر، يبرى بمبراة خصوصية.
- 2- قلم ميكانيكي ذو رصاصة (سمكها) 0.5 ميليمتر، لا يبرى أبداً.
- 3- أقلام رصاص خشبية.

ويمكن لجميع الأنواع أن تكون مختلفة الصلابة، إذ تتحدد درجتها تبعاً للنوع المرغوب بالقلم والرسم على حد سواء. إذ يُدْمَغ القلم الرصاصي الخشبي في مؤخرته بنوع الرصاص ودرجة صلابتها. أما الأقلام الميكانيكية فيمكن تزويدها برصاصات مختلفة الصلابة والدرجة، وذلك ضمن علب خاصة. وعلى ذلك، ينصح الطالب المستجد في الهندسة بامتلاك إما ثلاثة أقلام خشبية وإما قلم ميكانيكي واحد، من نوع 2 ملليمتر برصاصات مختلفة الصلابة والدرجة. وتشارك المجموعتان في تراوح رصاصاتهما ما بين 4H - 2H، و H و HB فقط. هذه الأقلام تمكن الطالب من رسم الخطوط الخفيفة والدقيقة والوسط ثم تعميق الأجزاء الضرورية في الرسم.



شكل 14.2: أقلام الرصاص الميكانيكية والخشبية

المناسب على نوعية لوحات الرسم - الورق. فكلما كان سطح الورقة خشناً تطلب الأمر قلماً أقوى (أصلب). وعلى ذلك، فإن أفضل المواصفات للقلم المستعمل في الرسم هي هشاشته حتى يعطي اللون الأسود المناسب، وصلابته حتى لا نحتاج إلى بريه المتواصل خلال فترات قصيرة.

وتتنوع أقلام (غرافيت) الرصاص وفقاً لصلابتها أو ليونتها. وعلى ذلك يمكن تمييز الأنواع الثلاثة الآتية، أنظر الجدول التالي

ويتم تغيير رصاصه القلم الميكانيكي بالضغط على قابض القلم بالإبهام بينما تمسك اليد الأخرى الرصاصه فتغيرها. كما يتم بنفس الطريقة التحكم بطول الجزء الفعال من الرصاصه. وبينما يبرى القلم الميكانيكي 2 ملليمتر حتى تصبح نهايته مخروطية ومدببة بمبراة خصوصية أو بمبراة مرفقة بنفس القلم داخل القابض لا يبرى القلم الميكانيكي 0.5 ملليمتر أبداً. وبعد بريه يُدورُ القلم (2 ملليمتر) على ورقة خارجية خشنة إلى أن تصبح نهايته أقل تدبباً. وبالعادة يُدورُ نفس القلم أثناء الرسم به، فتحافظ الرصاصه على تناظرها في كافة الاتجاهات. ويعتمد اختيار القلم

5H	6H	7H	8H	9H	أقلام صلبة		
الأطرى				الأصلب			
HB	H	2H	3H	4H	أقلام وسط		
الأطرى				الأصلب			
7B	6B	5B	4B	3B	2B	B	أقلام طرية
الأطرى						الأصلب	

#### جدول بأقلام الرصاص ودرجات صلابتها

والجداول الرياضية والرسومات الهندسية. وتستخدم الأقلام الوسط ، 4H - HB في الرسم الهندسي والميكانيكي على الأغلب. فبالأقلام الصلبة 2H-4H ترسم الخطوط الدلييلة construction lines للرسم الأساسي وكذلك خطوط الامتداد المستعملة في الأبعاد وخطوط التظليل عند القطع. أما أقلام H-2H فتستخدم لرسم الخطوط المركزية وخطوط الأبعاد وخطوط القطع المتموجة (المتعرجة) التي تبين حدود القطع. وأخيراً، تستخدم الأقلام الطرية H-HB لرسم الخطوط السمكة والثابتة للإطار الخارجي والحواف والسطوح المرئية وغير المرئية وفي كتابة العنوان - الجدول العام والأرقام ورسم رؤوس الأسهم وفي تعميق الخطوط الأساسية. وتستخدم الأقلام الطرية التي تحمل الرمز B في الرسومات التي لا يضطر صاحبها إلى استخدام המחاة وإلا أصبحت الرسومات متسخة كثيراً ولا يمكن إزالة الأوساخ عنها.

**أقلام صلبة hard:** تتميز بكتابة الحرف H على طرف القلم مضافاً إليه درجة الصلابة التي تتراوح بين 5 إلى 9. وكلما كان الرقم المرافق للحرف H أكبر كان القلم أكثر صلابة.

**أقلام وسط medium:** تتميز بأنها مجموعة من الأقلام القليلة الصلابة والطرية نسبياً تتراوح رموزها ودرجات صلابتها ما بين HB و 4H.

**أقلام طرية soft:** تتميز بكتابة الحرف B على طرف القلم مضافاً إليه درجة الصلابة التي تتراوح بين 1 إلى 7. وكلما كان الرقم المرافق للحرف B أكبر كان القلم أكثر طراوة. وتستخدم هذه الأقلام على الأغلب في الرسم الحر والفني.

تستخدم الأقلام الصلبة من نوع 5H - 9H في رسم الأجهزة فائقة الدقة وفي كتابة الحسابات البيانية

### فرشاة التنظيف Dusting brush

فرشاة لتنظيف الطاولة ولوحة الرسم والأدوات الهندسية مما يعلق بها من أوساخ أو بقايا المحو.

### الشريط اللاصق Drafting tape

ورق لاصق لتثبيت لوحة الرسم إلى اللوح الخشبي.

### تاسعاً: مساطر المنحنيات French curves

تصنع بالعادة من مواد بلاستيكية بيضاء نقيية أو من الكهرمان amber الأصفر الضارب إلى الحمرة، شكل 15.2. وهي على عدة أشكال مختلفة تستخدم لرسم المنحنيات الناتجة من الربط بين عدّة نقاط لا تشكل دائرة أو حتى لا تشكل قوساً دائرياً. ولذلك تعتبر مساطر المنحنيات الأدوات الأساسية لرسم القطوع المخروطية كالقطع الناقص والقطع المكافئ والقطع الزائد والمنحنيات الناتجة من المحل الهندسي لحركة جسيم أو جزء من ميكانيزم معين.

ويستند استخدام مساطر المنحنيات على موافقة أكبر عدد من نقاط المنحنى (لا يقل عن أربع) لتلامس جزءاً من إحدى الحافات، شكل 16.2. وفي اللحظة التي تنطبق فيها هذه النقاط على الحافة المعينة نرسم خطأً (شعرياً) يربط بينها. ثم ننقل إلى مجموعة أخرى تالية من نقاط المنحنى فنوالف بينها وبين إحدى الحافات المنحنية،

والأقلام بدرجاتها ليست ثابتة المواصفات بل تعتمد على الشركات المنتجة للأقلام. فمثلاً صلابة القلم 2H من إنتاج مصنع معين يمكن أن تكون أكبر من صلابة قلم بالرمز 3H من إنتاج مصنع آخر. لذلك، على الرسام اختيار الأقلام المناسبة لرسمه.

ثامناً: المحمأة وشفيفة المحي والمنقلة والمبراة وفرشاة التنظيف والشريط اللاصق، شكل 1.2

### المحمأة Eraser

تستخدم لمحو الخطوط الخطأ والخطوط الزائدة المنفصلة عن الرسم. ويتم محو الخطوط الخطأ والقريبة من الرسم والتي لا لزوم لها، دون التأثير على الأجزاء المجاورة بصفيحة المحو Erasing shield. وقد يكون من الأفضل استخدام مباح لينة لمسح خطوط الأقلام الطرية وأخرى صلبة لمسح خطوط الأقلام الصلبة بحيث لا يخدش الورق ولا تبقى آثار الغرافيت الرصاصي على الرسم.

### المنقلة Protractor

أداة لقياس الزوايا المحددة دون الزوايا 15° أو مضاعفاتها والتي يمكن رسم هذه الأخيرة بالمثلثين 45° و 30°×60°.

### المبراة Sharpener

أداة لبري القلم أو رصاصته وهي على نوعين، المبراة العادية لبري قلم الرصاص الخشبي والخصوصية لبري القلم الميكانيكي، ذي رصاصه 2 ملليمتر.

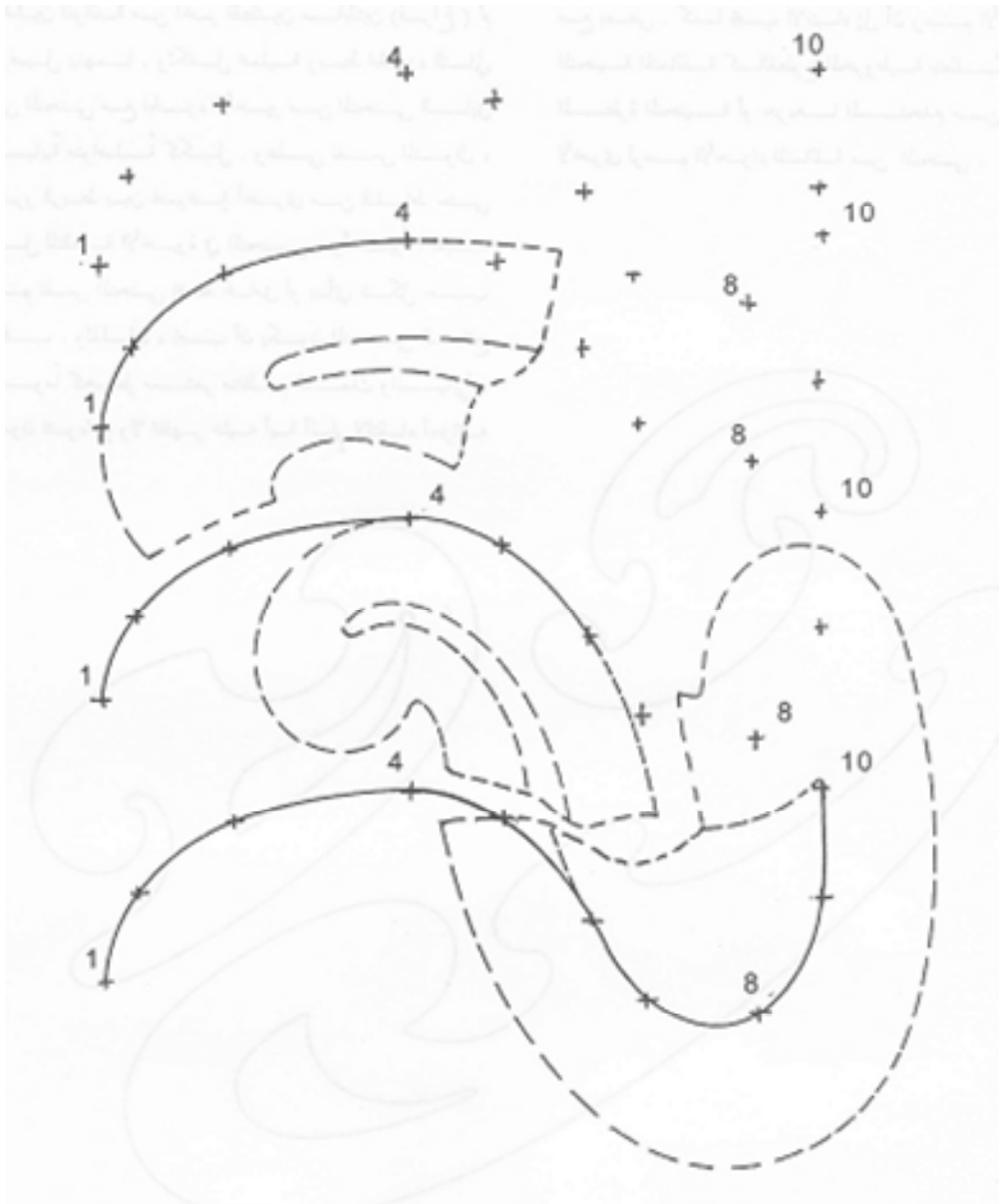


مبتدئين الموالفة من آخر نقطتين سابقتين (فراغ) تم التوصل بينهما. وتكفل عملية ربط الجزء التالي من المنحنى مع الجزء الأخير من المنحنى السابق انسيابية متواصلة ككل. وعلى نفس المنوال، نكرر الربط بين مجموعة أخرى من النقاط حتى نصل للنقطة الأخيرة في المنحنى. وأخيراً، نعيد رسم نفس المنحنى بخط غامق أو بأي شكل حسب الطلب. ولذلك، يجب أن

يكون المنحنى الناتج مرسوماً كخطٍ مستمرٍ منتظم السمك وانسيابي، بدون نتوءات ولا تظهر عليه أية آثارٍ لالتقاء أجزائه مع بعض. كما يجب الانتباه إلى أن رسم الأشكال المنحنية المتماثلة كالمقطع المخروطية يتطلب قلب المسطرة المنحنية أو جزءها المستخدم من جهةٍ لأخرى لرسم الأجزاء المتماثلة من المنحنى.



شكل 15.2: مساطر المنحنيات



شكل 16.2: استخدام مساطر المنحنيات

## الخطوط Lines

تستخدم الخطوط في الرسم الهندسي لتمثيل حواف الجسم المرسوم وسطوحه المختلفة وتفصيله الخارجية والداخلية. كما يجب أن تدعم الخطوط وضوح الرسم وحجمه وأن تبرز التناسب بين أجزاء الجسم، شكل 17.2.

### الخط الرفيع - الشعري Constructionline

خطٌ باهت اللون، محددٌ وثابتٌ من حيث سمكه وكثافته وتناسقه. يتراوح سمكه بين 0.1 - 0.15 ميليمتر. وينتج بأقلِّ ضغطٍ ممكنٍ من اليد على قلمٍ رصاصيٍّ، مبريٍّ بشكلٍ جيدٍ جداً، رأسه مخروطيٍّ ومدببٍ، من نوع 2H-4H. ويبقى خطه واضحاً طيلة مدة الرسم؛ إذ يمكن تمييزه من مسافة متر واحد، كما لا يترك أثراً عند محوه. ولهذا، يُرسم أولاً بهذا النوع من الخطوط لسهولة محوها إذا ما أخطأ الطالب أو الرسام.

### الخط السميك - المحيطي Contourline

خطٌ غامق اللون، محددٌ وثابتٌ من حيث سمكه وكثافته وتناسقه. يتراوح سمكه بين 0.4 - 0.6 ميليمتراً. وينتج من قلم رصاص من نوع H أو HB. يستخدم لتعليم الشكل المرسوم بخطٍ شعري بعد التأكد من صحة الرسم. هذا وتعتبر الخطوط السمكية خطوطاً رئيسيةً في الرسم تحدد السطوح الظاهرة والحواف الرئيسية في الجسم.

### الخط المتقطع - المخفي Hiddenline

خطٌ غامق اللون، محددٌ وثابتٌ من حيث سمكه وتناسقه. يتراوح سمكه بين 0.4 - 0.6 ميليمتر. ويرسم بقلم رصاص من نوع H أو HB، على شكل قطع مستقيمة متساوية الطول، طولها من 3 - 5 مليمتراً مع فراغات ثابتة، يتراوح طولها ما بين 1 - 2 ميليمتر. وبالعادة، تستخدم هذه الخطوط لإبراز الحواف والسطوح المخفية.

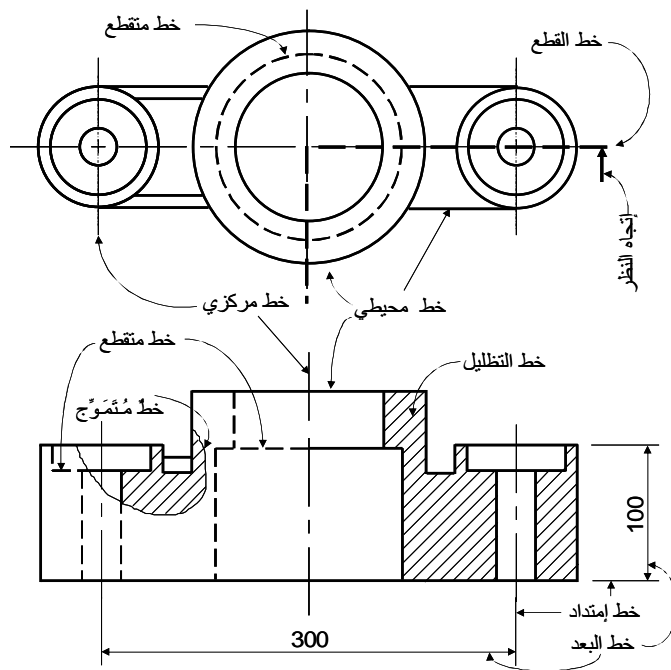
### الخط المركزي - المحوري Centerline

خطٌ رفيع وشعري، مكونٌ من شرطاتٍ طويلةٍ ومتساويةٍ تتبعها شرطاتٌ قصيرةٍ ومتساويةٍ أيضاً وبينهما فراغاتٌ ثابتة. طول الشرطات الطويلة من 8 - 10 ميليمتر، بينما طول الشرطات القصيرة يكافئ الفراغات وهو 2 ميليمتر. ويرسم بقلم غامقٍ نوعاً ما من نوع H. ويُستخدم هذا الخط لتمييز الدوائر والأسطوانات والأشكال البيضاوية وكلِّ الأجسام الأسطوانية المتماثلة.

### خط القطع Cuttingline

خطٌ سميكٌ من حيث حجمه ومتقطع من حيث شكله. مكونٌ من شرطاتٍ متساويةٍ بينها فراغاتٌ ثابتة. طول الشرطات من 3 - 4 ميليمتر، بينما طول الفراغات 3 مليمتراً. يرسم بقلم رصاص من نوع HB، لكن ينصح بتمييزه عن باقي الخطوط كأن يكون أغمق من الخطوط السمكية كي يظهر جلياً في الرسم بمجرد النظر إليه. ويُستخدم هذا الخط لتحديد مكان القطع أو القطاعات في الأجسام المرسومة.

خط رفيع - شعري	باهت 2H- 4H	construction line
خط سميك - محيطي	غامق H أو HB	contour line
خط متقطع	غامق H أو HB	hidden line
خط مركزي	غامق H	center line
خط القطع	غامق HB	cutting line
خط متموج	غامق نوعاً ما H	wavy line
خط الأبعاد	باهت نوعاً ما H	dimension line
خط الإمتداد	باهت نوعاً ما 2H	extension line
خط التظليل	2HH	hatching line



شكل 17.2: الخطوط الهندسية

### الخط المتموج Wavy line

خط رفيع ومتصل، يُعرّف حدود القطاع الموضعي local section. يرسم بقلم طري نوعاً ما، H مثلاً.

### خط الأبعاد والامتداد Dimension and Extension Line

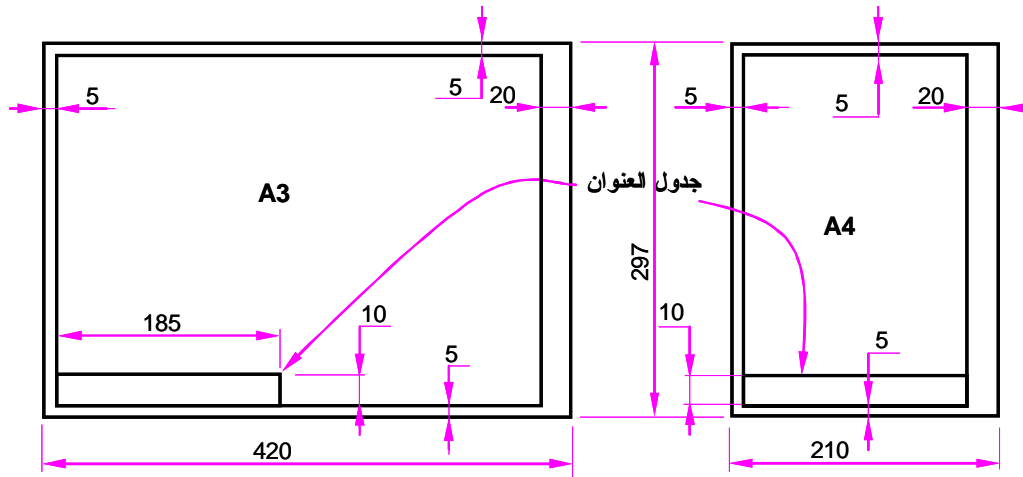
خط رفيع وشعري، يرسم الأول غامقاً على الأغلب موازياً لأسطح الجسم لتمثيل بعد ما، بينما يمتد الثاني باهتاً من الجسم حتى يقطع خط البعد. يُمكن رسم الاثنين بقلم تتراوح صلابته بين  $2H - H$ .

### خط التظليل Hatching line

خط رفيع وشعري باهت اللون، يرسم ليحدد مكان القطع في الجسم المرسوم بقلم صلب نوعاً ما،  $2H$  مثلاً.

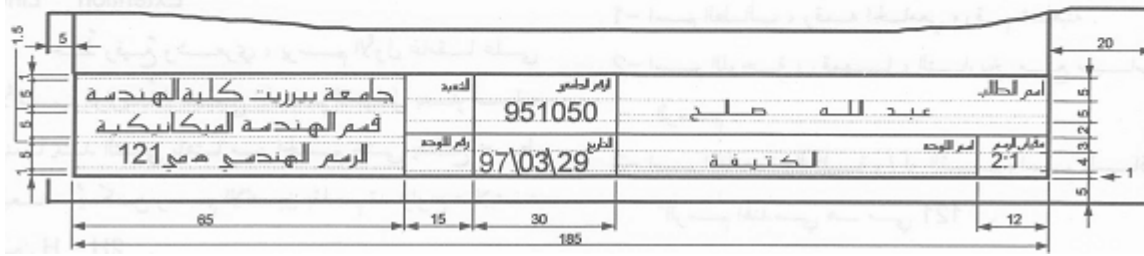
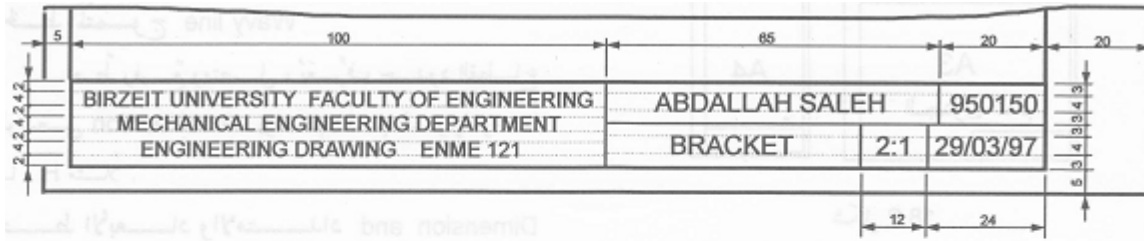
### الجدول العام Title Block

الحيز المعرف للبيانات الأساسية والمعلومات الضرورية للرسم. يقسم إلى عدة أقسام كبيرة وصغيرة تبعاً لأهمية المعلومة المرفقة. وفي العادة، يرفق الجدول العام مع لوحة الرسم في جزئها السفلي لورقة A4 وفي الجزء السفلي الأيسر لباقي الأحجام، شكل 18.2. يشمل الجدول العام المقترح للوحة الرسم الهندسي، شكل 19.2، نموذج 1، المعلومات التالية\*

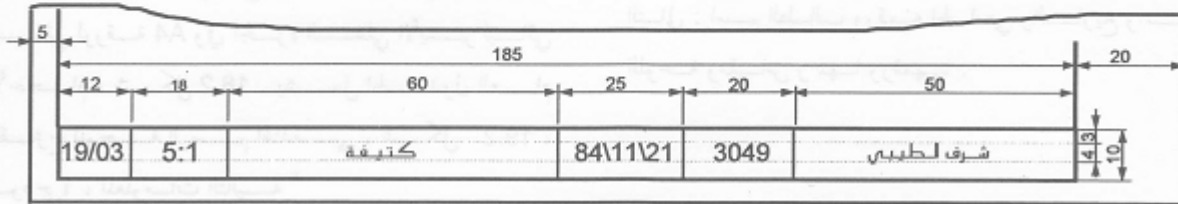
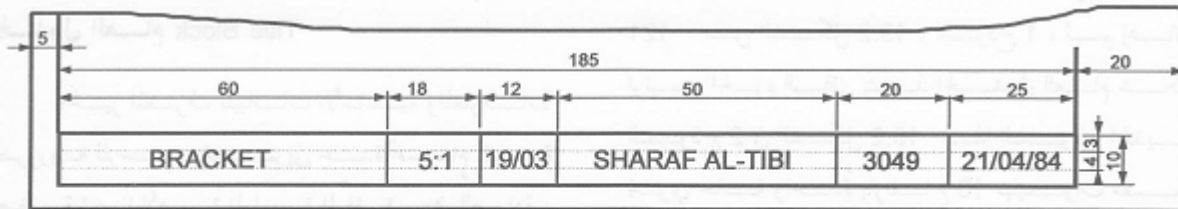


شكل 18.2

\* يرفق ضمن ملحق في آخر هذا الكتاب نماذج ثلاثة مقترحة للجدول العام مستخدمة في الرسم الهندسي والرسم الميكانيكي وباللغتين العربية والإنجليزية، وتموضع الجدول العام بالنسبة للوحات الرسم المختلفة، وطرق طي لوحات الرسم إلى الحجم A4 لحفظها جميعاً ضمن ملف واحد.



نموذج 1



نموذج 2

شكل 19.2: الجدول العام

### حفظ الرسومات في ملف Filing

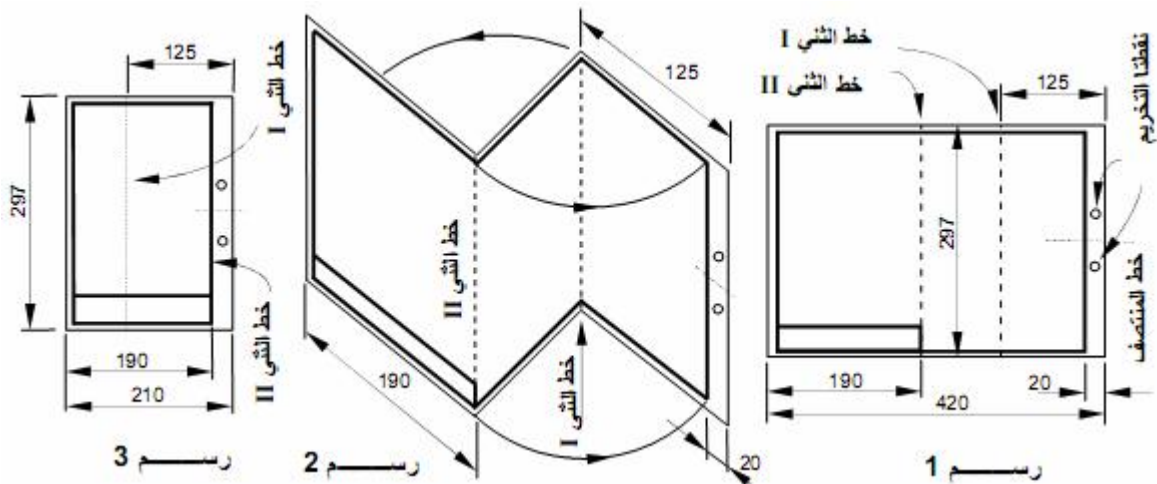
تستعمل قواعدُ معينةٌ لطّي لوحة الرسم ووضعها مع لوحاتٍ أخرى غيرها في ملفاتٍ خاصة، تأخذ في الاعتبار بروز الجدول العام مباشرةً حتى تسهل قراءته في الوضع المطوي، ودونما حاجةٍ على الأقل إلى فتح الورقة تلك. الشكل 20.2، يوضح كيفية طوي لوحة الرسم A3 إلى الحجم A4 ومكاني تقبي الخرم في الورقة. تعمل الثنية الأولى على بعد 125 ميليمتراً من حافة الهامش الأيمن ذي الثقوب، وباتجاه صفحة الرسم، ثم تعمل ثنية أخرى على بعد 190 ميليمتراً من الجهة الأخرى باتجاه ظهر الورقة، رسم 1. وبعد الثني، رسم 2، نحصل على الحجم A4، رسم 3. ولطي اللوحات الأكبر من A3 إلى الحجم A4، انظر الملحق المرفق في آخر الكتاب.

1- اسم الطالب، رقمه الجامعي ورقم شعبته.

2- اسم اللوحة، رقمها، التاريخ مع مقياس الرسم.

3- اسم الجامعة والكلية و/أو القسم واسم المساق "الرسم الهندسي هـ مي 121".

كما يمكن استخدام جدولٍ أكثرَ بساطةً بكثير من الجدول العام السابق، وذلك بإلغاء الجزء الخاص بالمؤسسة الأكاديمية التي ينتمي لها الطالب. فبعد إزالة الجزء - جامعة بيرزيت كلية الهندسة، قسم الهندسة الميكانيكية، الرسم الهندسي هـ مي 121 - من الشكل 19.2، نموذج 1، ثم إعادة ترتيب الجزء الباقي يتخذ الجدول العام شكل النموذج 2 في الشكل 19.2. هذا النموذج الجديد يحوي خانةً واحدةً بارتفاع 10 مليمتراً مقسمةً إلى عددٍ من الأقسام بخطوطٍ رأسية حسب الترتيب التالي: اسم الطالب ورقمه الجامعي والتاريخ واسم اللوحة ومقياس رسمها ورقمها.



شكل 20.2

## الرسم بمقياس الرسم

تكبير	عادي	تصغير
2:1		1:2
5:1		1:5
10:1		1:10
20:1	1:1	1:20
50:1		1:50
100:1		1:100
....		....

القياسات تُقرأ من اليسار لليمين

جدول مقاييس الرسم حسب المواصفات  
العالمية ISO

يتم الرسم الهندسي على لوحات رسم محددة الأبعاد طويلاً وعرضاً. ولهذا، فالجسم المرسوم سيكون محصوراً ضمن حيز الرسم المحدد ببرواز الورقة. إن هذا لا يعني أن يُشغَل الجسم حيزاً صغيراً ضمن الورقة أو أن تصل أطرافه إلى البرواز و/ أو تزيد عنه. لذلك، يستخدم مقياس الرسم لتغيير حجم الرسم تكبيراً أو تصغيراً حتى نصل للوضع الأمثل.

إن مقياس الرسم المطلوب للجسم المعين هو العدد الذي نضاعف به أطوال الجسم أو نقسمها عليه حتى نصل للوضع الأمثل ضمن الحيز المعين. ويبنى مقياس الرسم وفقاً لمنظمة المواصفات والمقاييس الدولية، أيزو ISO، على الجدول المرفق. على الطالب استعمال هذه المقاييس فقط. إذ يعتبر الرسم بمقياس آخر غير المذكورة أعلاه أو امتداداتها رسماً خاطئاً.



## تمارين الباب الثاني

### تمرين 1.2

بقلم HB وخط سميك

ارسم الدائرة  $\phi 120$  مع القاطعين (القطرين)،  
أحدهما رأسي والآخر يميل على الأول بزاوية  
 $60^\circ$ ، وارسم الخطين المركزيين الأفقي والرأسي.

بقلم 2H وخط رفيع

الربع I

ارسم خطوطاً تميل  $135^\circ$  انطلاقاً من المركز  
بحيث يبعد الخط الواحد عن الآخر بمقدار 5  
مليمترات.

الربع II

ارسم خطوطاً أفقية انطلاقاً من القاطع الرأسي،  
خطان مقابل كل خط ناتج من تقسيم الربع I  
بالترتيب.

الربع III

ارسم خطوطاً تميل  $120^\circ$  عن الأفقي، انطلاقاً من  
مركز الدائرة، وكل 3 مليمترات.

الربع IV

ارسم خطوطاً رأسية انطلاقاً من تقسيم الربع I

### تمرين 2.2

بقلم HB وخط سميك

ارسم المستطيل  $160 \times 120$  ميليمتراً مربعاً.

ارسم المستطيلات الثلاثة التالية

أولاً: المستطيل  $150 \times 110$  بخط متقطع بقلم HB.

ثانياً: المستطيل  $140 \times 100$  بخط مركزي بقلم H.

ثالثاً: المستطيل  $130 \times 90$  بخط رفيع شعري بقلم  
2H

ارسم الدوائر الثلاث التالية داخل المستطيل الأخير  
 $130 \times 90$  ميليمتر مربعاً.

أولاً: الدائرة  $\phi 60$  من مركز المستطيل الهندسي بقلم  
HB.

ثانياً: الدائرة  $\phi 75$  من نفس المركز بقلم H.

ثالثاً: الدائرة  $\phi 90$  من نفس المركز بقلم 2H.

ارسم خطين مركزيين ومتعامدين للدوائر الثلاث  
المتراكزة.

ظلّل الدائرة الأصغر  $\phi 60$  بخطوط عددها 12 خطأً  
تميل بمقدار  $45^\circ$  عن الأفقي.

### تمرين 3.2 و تمرين 4.2

ارسم الدوائر والمربعات بدءاً من المربع

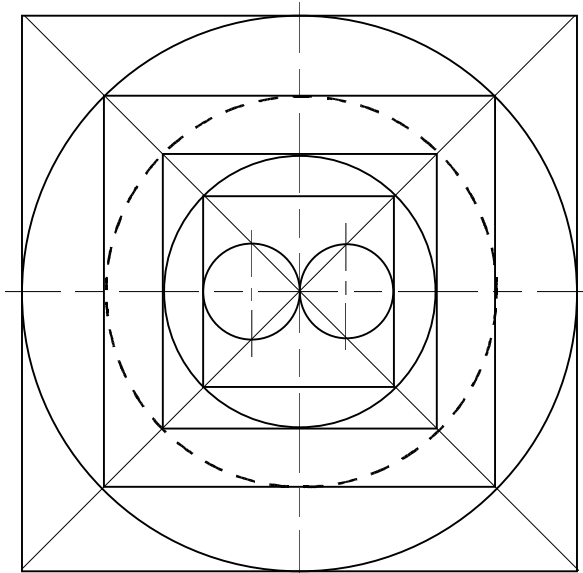
$120 \times 120$  والدائرة  $\phi 120$

استخدم قلم HB لرسم المربعات المتراكزة

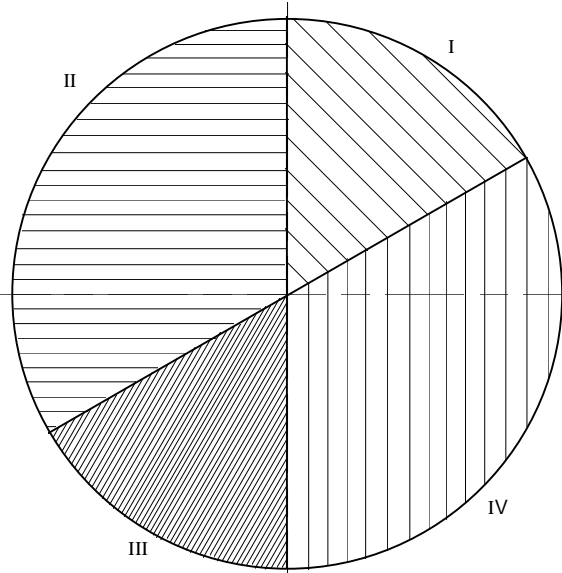
والدوائر والأقواس

استخدم قلم H لرسم الخطوط المركزية والأقطار

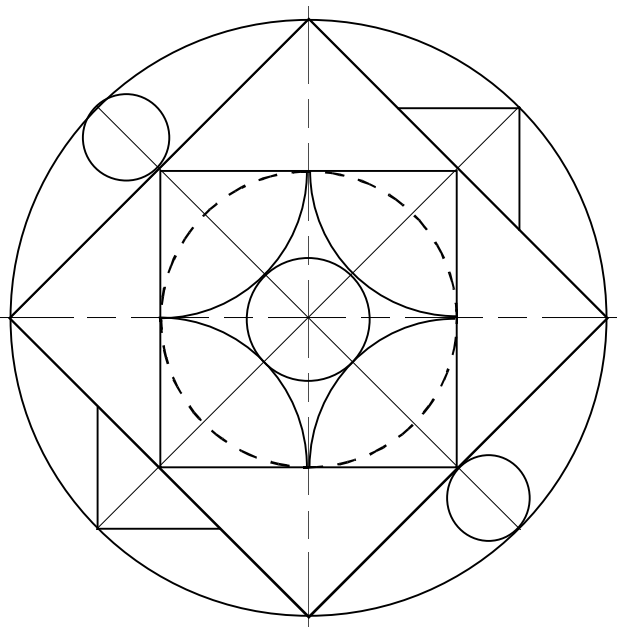
المتصالبة.



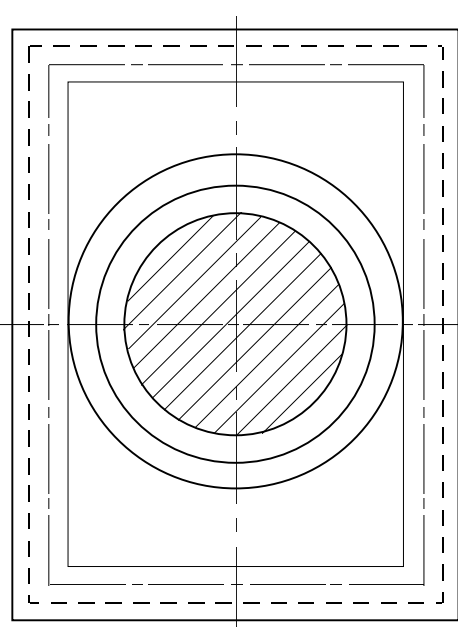
تمرين 3.2: الخطوط



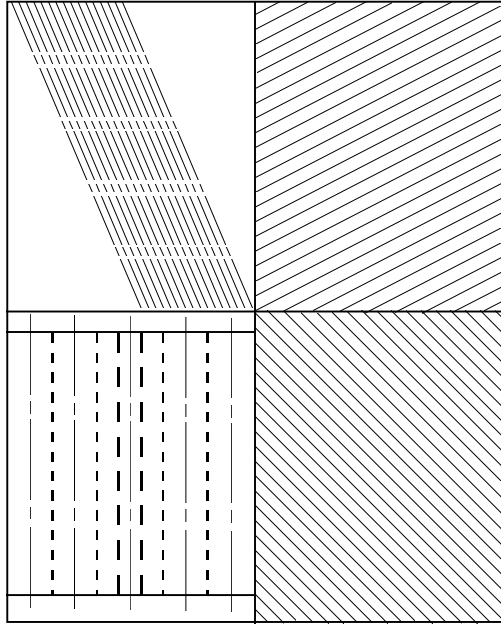
تمرين 1.2: الخطوط



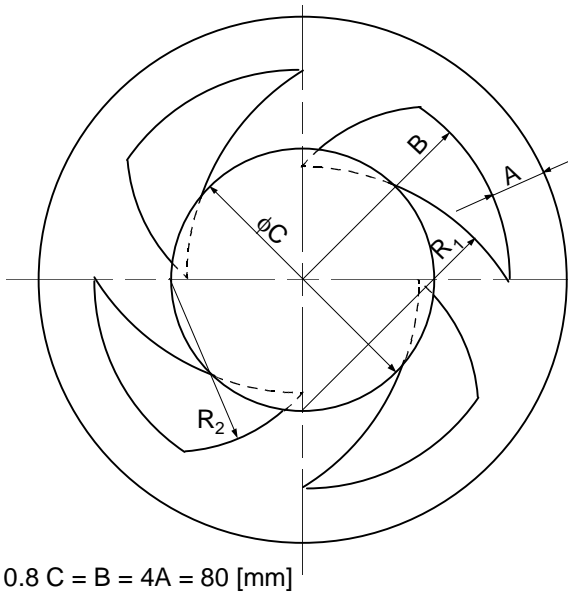
تمرين 4.2: الخطوط



تمرين 2.2: الخطوط



تمرين 5.2: الخطوط



تمرين 6.2: الدوائر والأقواس

## تمرين 5.2

بقلم HB ارسم المستطيل 160×240 ميليمتراً مربعاً واقسمه إلى أربعة أقسام متساوية بخطين أحدهما أفقياً والآخر رأسياً.

الربع I

ارسم خطوطاً رفيعةً وشعريةً تميل عن الأفقي بمقدار 30° بقلم 2H.

الربع II

ارسم خطوطاً مركزيةً تميل عن الأفقي بمقدار 120° بقلم H.

الربع III

ارسم خطوطاً متقطعةً تميل عن الأفقي بمقدار 135° بقلم HB.

الربع IV

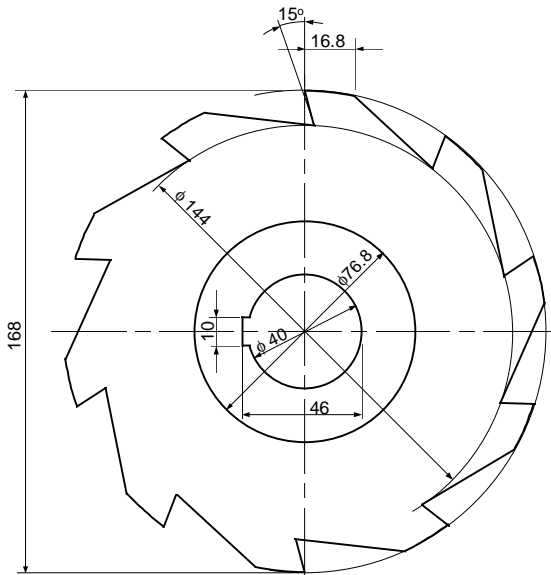
ارسم خطين سميكين على البعد 10 مليمتراً من الحافتين العلوية والسفلية ثم ارسم ضمن الحيز الجديد مجموعةً من الخطوط المركزية والمتقطعة والشعرية الرأسية.

## تمرين 6.2

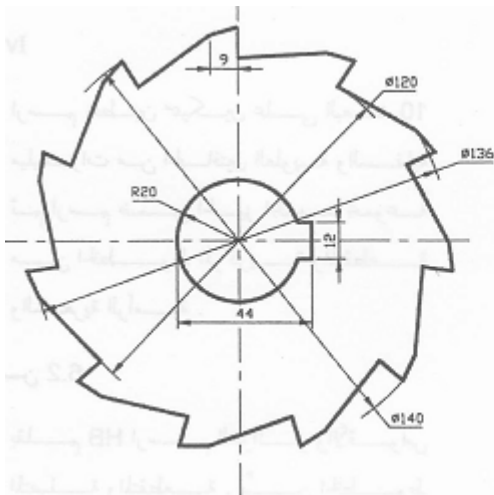
بقلم HB ارسم الدوائر والأقواس المتصلة والمتقطعة. بيّن الخطوط المركزية.

## التمارين 6.2 - 9.2

ارسم المنشار RATCHET WHEEL حسب المواصفات البعدية المرفقة بالشكل. استخدم المنقلة للتقسيم.



تمرين 8.2: منشار



تمرين 9.2 : منشار



تمرين 7.2 : منشار