

## الباب الثاني

### أدوات الرسم الهندسي DRAWING INSTRUMENTS

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 استخدام هذه الأدوات عموماً إلى الإرشادات العامة التالية:



شكل 1.2: أدوات الرسم الهندسي

#### 1- تهيئة طاولة الرسم والأدوات

عند بداية الرسم يتفحص الطالب طاولة الرسم، فيتأكد من نظافتها، أو يقوم بتنظيفها بالفرشاة، ثم يتأكد من استقامة حافتها اليسرى وعدم تحديدها أو انحنائها باستخدام مسطرة T. ثم يحضر الطالب كل أدواته الهندسية وينظفها بقطعة قماش قطنية، ثم يتفحصها 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.

#### 2 - الإضاءة الجيدة على طاولة الرسم

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

### 3 - إتقان الرسم وسرعة إنجازه

يحتاج الرسم الهندسي إلى دقةٍ متناهية وسرعةٍ في الإنجاز. وتؤدي الدقة إلى تباطؤ الطالب في الرسم واستهلاكه الأكثر للوقت. لذلك، على الطالب الرسام التعود على سرعة إنجاز الرسومات بدقةٍ وتنفيذ الرسم بأكمله بتقنيةٍ عاليةٍ تجعل الخطوط تتلألأً والتفاصيل تبرز بوضوح ضمن لوحة الرسم. ويكمن حل هذه المشكلة في ممارسة الطالب المستمرة ومرانه المتواصل على ممارسة الرسم الهندسي إما كرسم باليد الحرة أو كرسم دقيق باستخدام الأدوات، والحفاظ على نظافة لوحة الرسم أثناء الرسم وحتى بعد إنهائه.

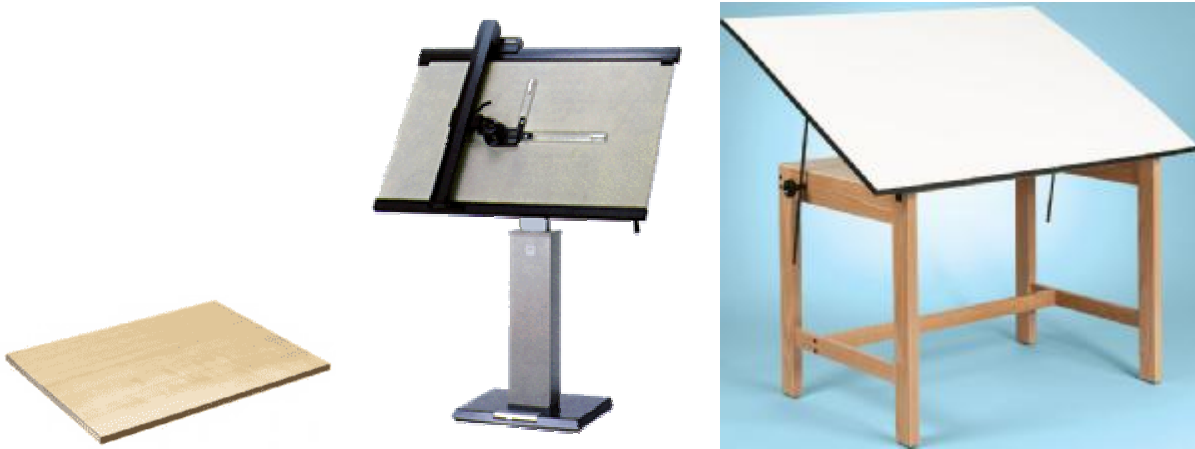
وبالعادة، تلتصق الأوساخ التي تنتج من احتكاكِ عرافيتِ قلم الرصاص مع الورقة أو من قطع الممحاة التي تبلى فتتزلق أسفل الأدوات. وعندما يرسم خطٌ بقلم الرصاص فإن جزيئاتِ عرافيتيةٍ تتكون حول الخط وبطوله. وقد تنتشر هذه الجزيئات وتتطاير بفعل تيارات هوائية خفيفة نتيجة للحركة حول الطاولة أو من فتح الشبائيك أو حتى من نفس الرسام المباشر. وتنتج الأوساخ على الأغلب من محو الخطوط الزائدة، فتتجمع فتائل وسخة من الممحاة قد تتزلق أسفل الأدوات الهندسية فتؤدي إلى اتساخ هذه الأخيرة و اتساخ 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 بالممحاة بالقوة.
- 3- تحريك مسطرة T على لوحة الرسم يتم بعد رفع طرفها البعيد مع ثبات العارضة إلى حافة لوحة الرسم، بينما يتم تحريك المثلت 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.
- 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، واحفظها بشكل منبسط في مغلف كبير، حقيبة كرتونية مثلاً.

### أولاً: طاولة الرسم Drawing Table، شكل 2.2

يصنع لوح طاولة الرسم من الخشب الأبيض أو البني الفاتح، ذي سطح ناعم ومستوٍ تماماً وبأربع زوايا قائمة، أبعاده 60x40 سنتيمتراً مربعاً أو أكبر قليلاً. ويستخدم الطالب هذا اللوح للعمل البيتي فقط بينما يستعمل للرسم في المرسم الجامعي طاولة أبعاد لوحها 90x60 سنتيمتراً مربعاً.

ويشترك اللوح الخشبي البيتي مع طاولة المرسم 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 2.2: طاولة للرسم الجامعي على اليمين وأخرى طاولة مكتب هندسي حديثة في الوسط وعلى اليسار لوح خشب عادي

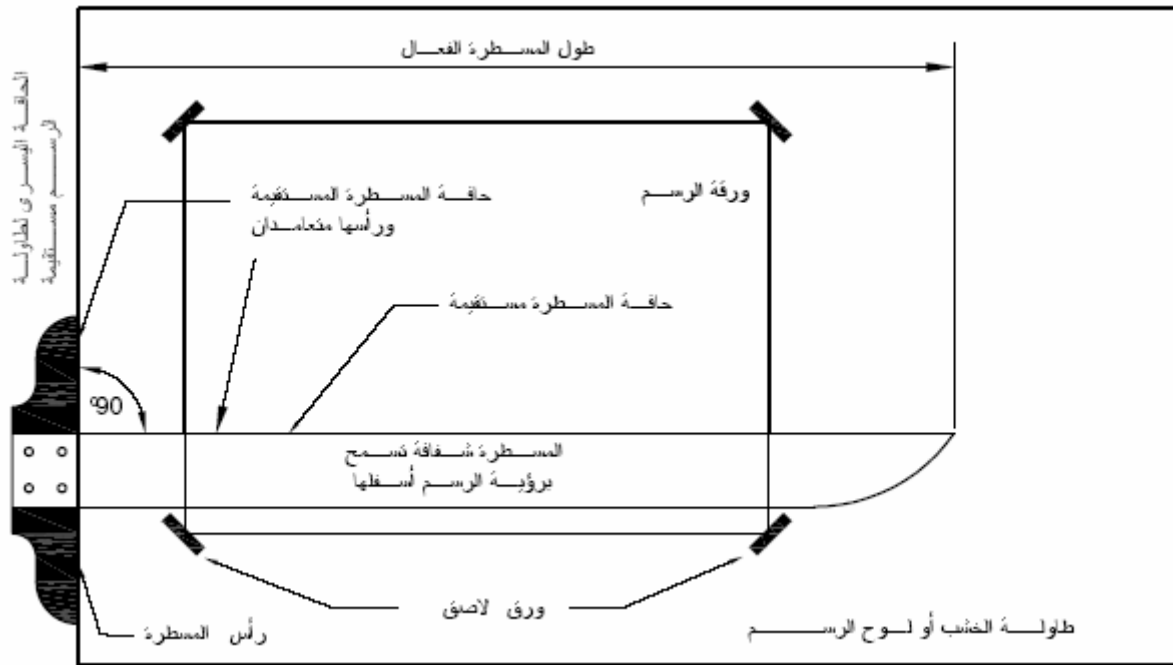
### ثانياً: مسطرة (الحرف) T square ، T

أداة ضرورية للرسم الهندسي تتكون من الرأس (العارضة) والمسطرة، **شكل 3.2**. 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 كيفية شاء، **شكل 4.2**، ثم يقوم بتدوير اللوحة نصف دورة حتى تلامس نقطة بداية الخط حافة المسطرة من جديد فنرسم خطاً حاداً آخر. ومن الطبيعي أن تطابق الخطين يعني أن المسطرة جيدة، وإلا فإنها تحتاج إلى تعديل أو تبديل.

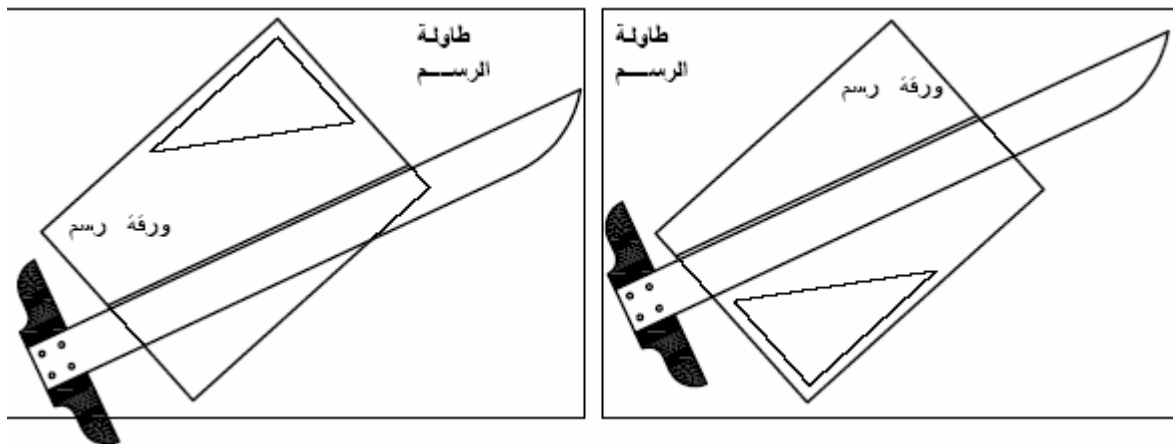
تصنع المسطرة T من مواد بلاستيكية أو من لدائن شفافة لرؤية الرسم أسفلها أو حتى من الخشب الصلب. وتختلف أطوالها حسب حاجة الاستعمال. وتحفظ بعيداً عن الحرارة والرطوبة، ويمنع استخدامها كمقص للأوراق.

### ثالثاً: لوحات الرسم Drawing Papers، شكل 5.2

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 وسعر أعلى. وحتى يسهل جمع كل لوحات الرسم داخل ملف خاص، يستحسن استخدام لوحات رسم ثابتة الحجم.

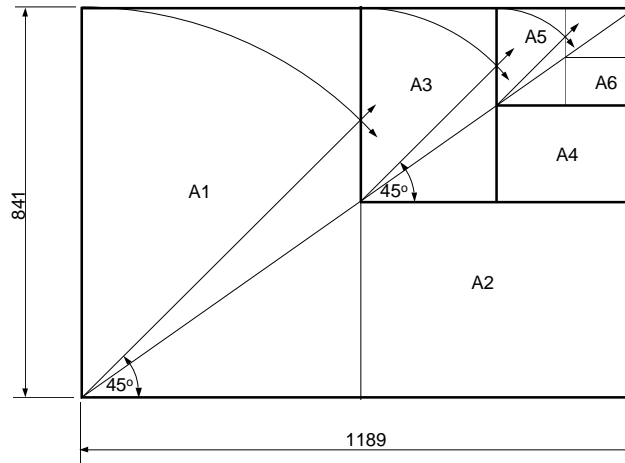


شكل 3.2: مسطرة الحرف T تنزلق أفقياً على لوح خشبي مثبت عليه ورقة رسم



شكل 4.2: التأكد من استقامة مسطرة T

- ويبنى نظام قياسات الورق، ولوحات الرسم بالتحديد وفقاً لنظام المواصفات القياسية العالمي والمعروف اختصاراً بـ **أيزو ISO** على الأسس التالية:
- 1- مساحة الورقة الأكبر فيه **A0** تساوي متراً مربعاً واحداً.
  - 2- طول أي ورقة يساوي  $\sqrt{2}$  عرضها، أو عرض الورقة الأكبر منها مباشرة. وتبعاً لذلك، فمساحة أي ورقة تساوي نصف الأكبر منها مباشرة.



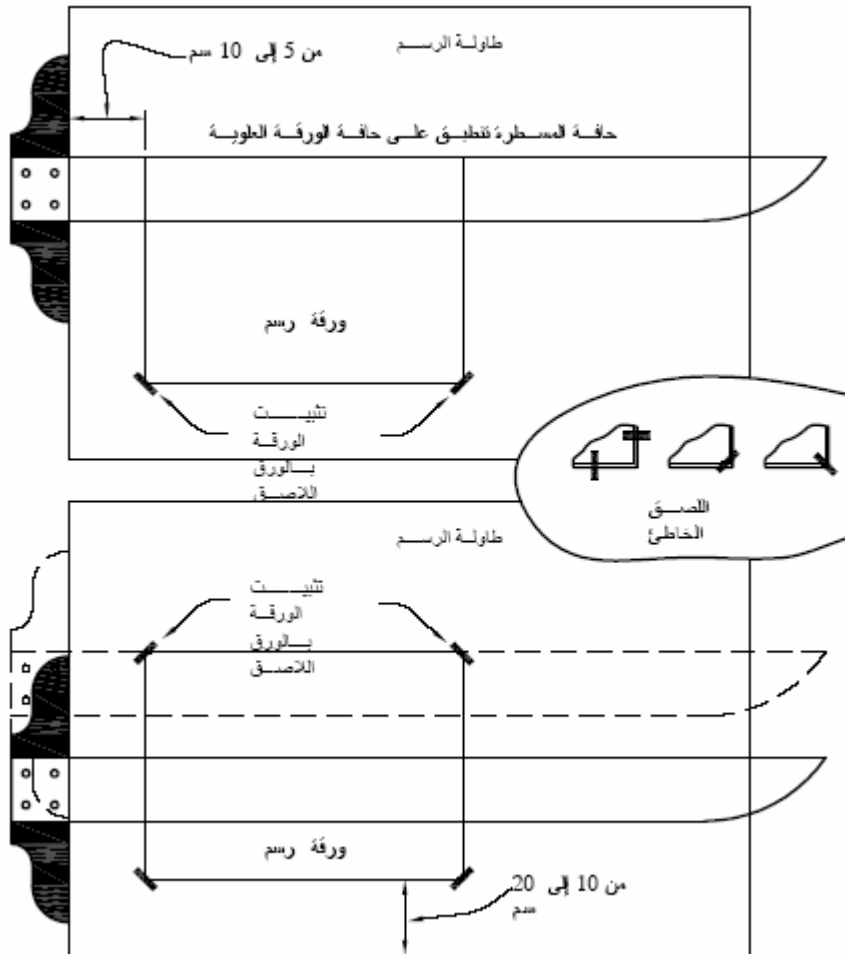
**شكل 5.2: تقسيم لوحة الرسم A0 إلى لوحات أقل حجماً**

الرمز	أبعاد اللوحة		المساحة بالمتر مربع
	باللاتينية	بالمليمترات	
أ <sup>†</sup>	A0	841 mm x 1189 mm	1 m <sup>2</sup>
1 أ	A1	594 mm x 841 mm	0.5 m <sup>2</sup>
2 أ	A2	420 mm x 594 mm	0.25 m <sup>2</sup>
3 أ	A3	297 mm x 420 mm	0.125 m <sup>2</sup>
4 أ	A4	210 mm x 297 mm	0.0625 m <sup>2</sup>
5 أ	A5	149 mm x 210 mm	0.03125 m <sup>2</sup>

**شكل 6.2: جدول أوراق الرسم وفقاً لمواصفات أيزو ISO العالمية**

<sup>†</sup> الرموز بالعربية حسب المواصفات العراقية.

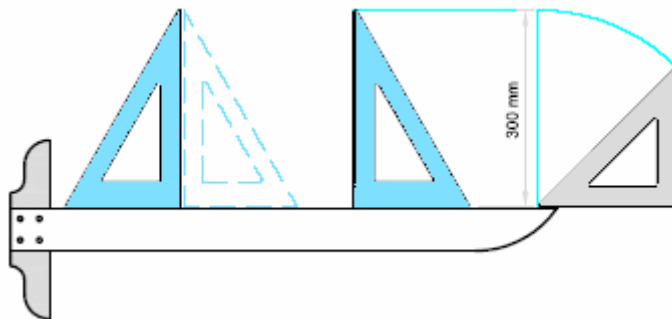
أول مهمة تواجه الرسام قبل بدئه جلسة الرسم الهندسي هي تثبيت لوحة الرسم إلى الطاولة بالمسطرة T والورق اللاصق، **شكل 7.2**. نبعد لوحة الرسم عن الحافة اليسرى للطاولة مسافة تتراوح بين 5 إلى 10 سنتيمترات، ثم نطابق حافة المسطرة فوق حافة لوحة الرسم العلوية بحيث تصنع الحافتان زاوية قائمة مع الحافة اليسرى للطاولة. نلصق أولاً الزاويتين السفليتين للوحة الرسم بالطاولة، ثم نزيح المسطرة T للأسفل انزلاقاً على حافة الطاولة لمسافة تقارب نصف عرض ورقة الرسم ومن ثم نلصق الزاويتين العلويتين للورقة بالطاولة، **شكل 7.2**. ومن الطبيعي أن يقص ويجهد الطالب أربع قطع صغيرة من الورق اللاصق قبيل تثبيته لوحة الرسم ويعلقها بشكل جزئي إلى طرف الطاولة.



**شكل 7.2: تثبيت لوحة الرسم إلى الطاولة بالورق اللاصق**

## رابعاً: المثلثان Triangles

يُستعمل للرسم الهندسي مثلثان قائمان، أحدهما  $60^\circ \times 30^\circ$  والثاني  $45^\circ$ . إذ يمكن بواسطتهما (ومع المسطرة T) رسم خطوط تميل عن الأفقي بزاوية 15 درجة أو مضاعفاتها وذلك بانزلاقهما بأوضاع مختلفة على بعض، **شكل 8.4**. كما يمكن استخدام المثلثين فقط للرسم الهندسي الدقيق دون مساعدة المسطرة T بتاتاً، أنظر **الأشكال 9.4 - 12.4**. ويستخدم للرسم الهندسي والميكانيكي مثلثان، طول وتر المثلث  $45^\circ$  يقارب طول ضلع القائم الكبير في المثلث  $60^\circ \times 30^\circ$  ويعادل 300 ميليمتر. ويفضل أن يكون المثلثان مصنوعين من مادة بلاستيكية شفافة لرؤية الرسم أسفلهما. ولتعرضهما للتلف والتقوس تفحص دقة استقامة حوافهم 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 نقلب المثلث المعني حول الخط المرسوم فنرسم خطاً عمودياً آخر من بداية الخط الأول. إن تطابق الخطين يعني أن زاوية المثلث قائمة وإلا يجب استبداله. وعلى هذا المنوال يتم التأكد من استقامة باقي الحواف والأضلاع وأيضاً دقة الزوايا  $45^\circ$ ،  $30^\circ$  و  $60^\circ$  في المثلثين.



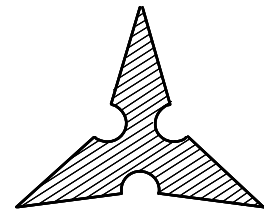
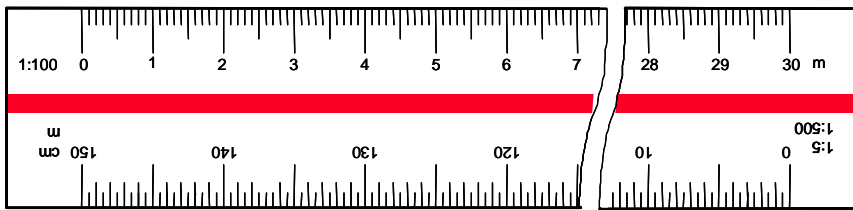
**شكل 8.2: التأكد من استقامة المثلثات**

## خامساً: مسطرة القياس المدرجة Scale

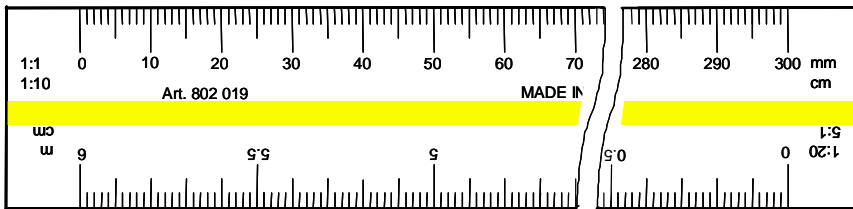
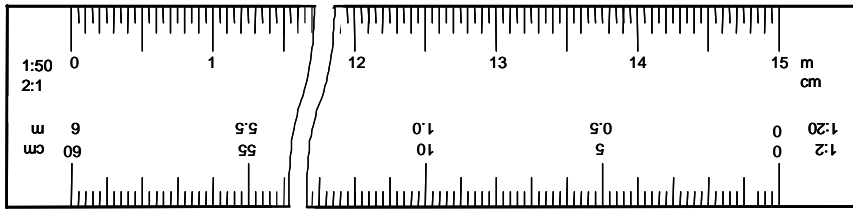
تصنع مساطر القياس المدرجة بأنواع وأشكال مختلفة. منها البسيط بوجهين وأربعة تدريجات مختلفة، قاعدته سداسية مضغوطة وبطول فعلي يساوي 100 ملليمتر، ومنها المعقد قليلاً لكن الدارج فعلاً في مكاتب التصميم الهندسي والمؤسسات التعليمية الهندسية. هذه الأخيرة ذات ثلاث حواف وستة تدريجات مختلفة، بطول فعلي يساوي 300 ملليمتر، **شكل 9.2**. وفي جميع المساطر المدرجة يكون أحد التدريجات ملليمترياً مع الرمز النسبي 1:1 أو مضاعفاته العشرية، أما باقي التدريجات فتستعمل للتكبير والتصغير. وفي العادة، تستعمل جميع المساطر المدرجة للقياس فقط دون الرسم.

والمبدأ الأساسي لاستخدام مسطرة القياس المدرجة مبيّن في **الشكل 10.2**. فالقياس 35 ملليمترًا المحدد بالسهم 1 على مسطرة القياس، **رسم 1**، نحدده على المسطرة، **رسم 2** بالسهم 2 بتدريج مضاعف، ونحدده على المسطرة، **رسم 3** بالسهم 3 بتدريج منضغطٍ للخمس. ومن الطبيعي أن مدّ رأس السهم 2 على استقامته سيضرب بالتدريج 7 سنتيمترات في المسطرة 1 وهو المكافئ لضعف الرقم 35 ملليمترًا. كما أن مدّ رأس السهم 3 على استقامته سيضرب بالرقم 7 ملليمترات في المسطرة 1 المكافئ

لخمس البعد 35 مليمتراً. وحيث إن الرقمين 7 (سنتيمترات) و 7 (مليمتترات) هما النتيجة الطبيعية لاستخدام مقياسي الرسم، المضاعف أولاً ثم المضغوط للخمس، فإن ذلك يزودنا بطريقة مثلى لتكبير أو تصغير الرسم الهندسي.



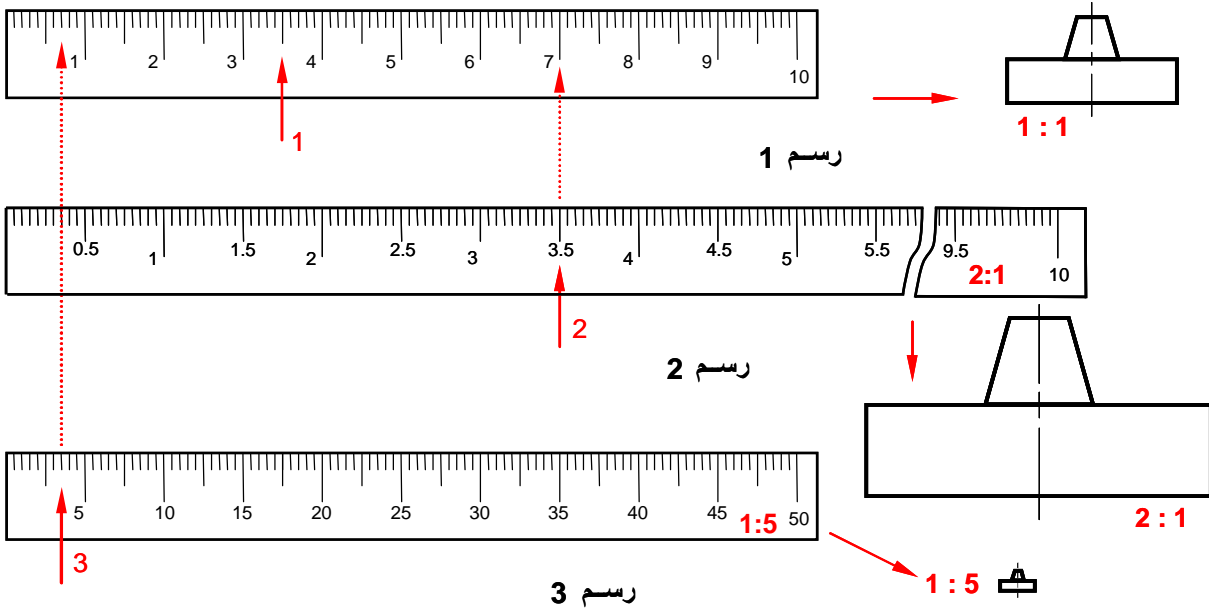
المقطع العرضي للمسطرة



### شكل 9.2: الأوجه الرئيسية لمسطرة لقياس مدرجة

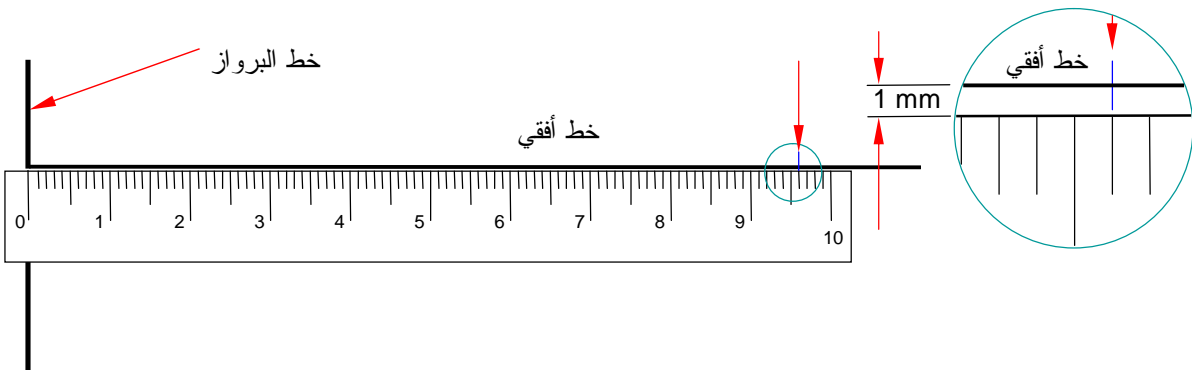
وتُحدد منظمة المواصفات والمقاييس الدولية، أيزو ISO، نظاماً للتكبير وآخر للتصغير مضاداً للأول. ويعتمد النظامان على مضاعفات الأرقام 1، 2، 5 فقط، أنظر الجدول المرفق في آخر هذا الباب.





شكل 10.2: استخدام مسطرة القياس المدرجة في الرسم

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



شكل 11.2: تحديد شريطة القياس بمسطرة القياس المدرجة

## سادساً: الفراجير والمقسمات Compasses & Dividers

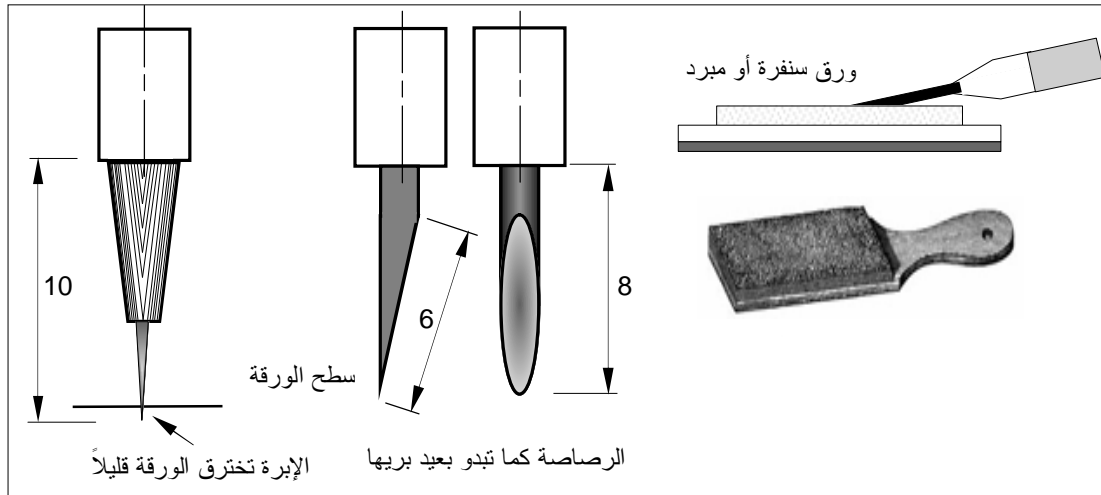
يستعمل الفرجار لرسم الدوائر والأقواس الدائرية. وتبين الأنواع الدارجة اليوم إمكانية تغيير رصاصة الفرجار بأخرى حسب الطلب. وتميز الفراجير حسب حجم الدوائر التي ترسمها، **شكل 12.2**. إذ من المفضل رسم الدوائر الصغيرة بالفرجار ذي الإبرة المنزلة داخل حاملٍ مربوطٍ إليه ماسورة الرصاصة بواسطة برغي تعيير لتحديد نصف القطر المطلوب، **أول على اليمين**. بهذا الفرجار نستطيع رسم الدوائر التي يتراوح قطرها بين 3- 20 ملليمترًا. **الفرجار الثاني من اليمين** فيمثل فرجار الدوائر الوسط والتي يتراوح نصف قطرها بين 5 - 60 ملليمترًا. أم **الفرجار الثالث** فهو فرجار الدوائر الكبيرة، حيث يمكن رسم دوائر يصل نصف قطرها إلى 200 ملليمترًا. كما يمكن إضافة وصلة معدنية لهذا **الفرجار الكبير**، فنستطيع عندها رسم دوائر قطرها أكبر من 200 ملليمترًا حسب طول تلك الوصلة المعدنية. من جهةٍ أخرى، يمثل **الشكل الأخير** الفرجار المقسم كفرجار ذو ساقين متشابهتين وإبرتين بنفس الطول، يستعمل لتقسيم المسافات المعينة إلى أجزاء متساوية و/أو نقل الأبعاد من مكانٍ لآخر. وعند رسم الدائرة بالفرجار يتم تحديد موقع المركز بشرطتين متعامدتين + لا يتجاوز طول كلٍ منهما 2 ملليمترًا ترسمان بخطٍ شعري. أما تحديد تقسيمات الفرجار المقسم فيتم ذلك بالربط بين ثقبٍ صغيرة ناتجة من غرز إبرتيه في لوحة الرسم.



شكل 12.2: الفراجير بأنواعها المختلفة والمقسمات

يستعمل للعمل الهندسي بشكلٍ عام رصاصاتٍ طرية من النوع H أو HB، أما للرسم الأساسي فتستخدم رصاصات من النوع الصلب، أي 2H-4H وذلك لجميع أنواع الخطوط والأقواس والدوائر. وحيث أننا نستخدم لتعليم الرسم أقلام HB بالتحديد فإنه يفضل استخدام رصاصة للفرجار تكون أكثر دكانة من رصاصة القلم حتى تتعادل الأقواس والدوائر المرسومة مع الخطوط المستقيمة في لوحة الرسم. ويعود السبب في ذلك إلى أن الرسام لا يتحكم في الضغط على رصاصة الفرجار كما هو الحال عند رسم الخطوط المستقيمة بالمسطرة والمثلثات. لذلك، على الطالب التدرّب على استخدام الرصاصة الداكنة للدوائر والأقواس والرصاصة الأقل دكانة للخطوط المستقيمة. وكمثال، في حالة تعليم الرسم يستخدم رصاصات HB للأقواس والدوائر وقلم H للمستقيمات.

هذا، ويفضل للطالب وممارس الرسم أن يحمل معه ضمن علبة الفرجار رصاصات إضافية ومبرية (مجلوخة) جيداً. وبالعادة تجلخ رصاصة الفرجار بورق سنفرة حتى تصبح إهليلجية المقطع ورأس عريض، **شكل 13.2**. كما يمكن أن يُجلخ جانبا الرصاصة لزيادة الدقة. ويتم غرز إبرة الفرجار في الورقة بروية. وبالعادة تكون الرصاصة أقل ارتفاعاً من الإبرة لاختراق هذه الأخيرة لوحة الرسم.



**شكل 13.2: رصاصة الفرجار بعد قطعها وبريها وعلى اليمين طريقة جلخها**

## سابعاً: القلم الميكانيكي وأقلام الرصاص، الشكلان 14.2 و 15.2

قلم الرصاص أسطوانة خشبية أو منشور قائم قاعدته مسدس منتظم يحويان داخلهما عموداً من الجرافيت - الكربون الأسود الطري والذي يمكننا من الرسم والكتابة على الورق. أما القلم الميكانيكي فهو ماسورة يتم تعبئتها برصاصات جرافيت طويلة نسبياً بينما يتم التحكم في الرصاصات وحركتها بواسطة ميكانيزم زنبركي وفكين مع مقبض.



شكل 14.2: قلم الرصاص الميكانيكي

كان البريطانيون أول من صنع القلم الميكانيكي التقليدي في العام 1822 على يد سمبسون موردين وجابريل ريدل. وقد أضيفت له تحسينات متعددة خلال الخمسين عاماً التالية أهمها أن الزنبرك أصبح ركناً أساسياً فيه، ثم لاحقاً أضيف له الميكانيزم الدوار في نهاية القرن التاسع عشر. في العام 1938 صممت أنواع أخرى من القلم الميكانيكي فأصبح يحوي رصاصات مختلفة الحجم من قبيل 0.3، 0.5، 0.7، 0.9 وأخيراً 0.3.

يحتاج كل من الرسام وطالب الهندسة لإنجاز رسمه الهندسي إلى أقلام رصاصية بمواصفات محددة. ويتوفر اليوم ثلاثة أنواع من الأقلام الرصاصية، شكل 15.2

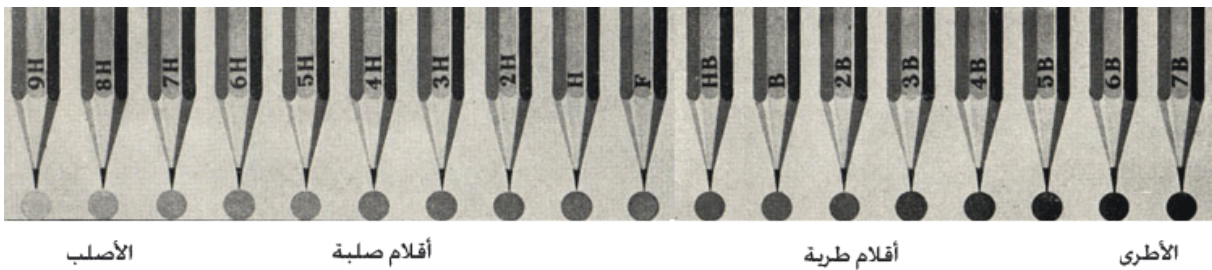
- 1 - أقلام رصاص خشبية.
  - 2 - قلم ميكانيكي ذو رصاص سمكها 2 ميليمتر، ويبرى بمبراة خصوصية.
  - 3 - قلم ميكانيكي ذو رصاص سمكها 0.5 ميليمتر، ولا يبرى أبداً.
- ويمكن لجميع هذه الأنواع أن تكون مختلفة الصلابة، إذ تتحدد درجتها تبعاً للنوع المرغوب بالقلم والرسم على حدٍ سواء. وبالعادة، يُدغم القلم الخشبي على جانبه وقريباً من نهايته بنوع ودرجة صلابة الرصاص. أما الأقلام الميكانيكية فيمكن تزويدها برصاصات مختلفة الصلابة والدرجة. لذلك، يفضل لطالب الهندسة المستجد امتلاك إما قلمين خشبيين من نوع H و HB أو قلم ميكانيكي واحد، 2 مليمتر مع توفر رصاصتين له من H و HB. هذه الأقلام تمكن الطالب من رسم الخطوط الخفيفة والإنشائية والوسط ثم تعليم الأجزاء الضرورية في الرسم.

يتم تغيير رصاصة القلم الميكانيكي بالضغط على قابض القلم بالإبهام بينما تمسك اليد الأخرى الرصاصة فتغيرها، شكل 14.2. كما يتم بنفس الطريقة التحكم بطول الجزء الفعال من الرصاصة. وبينما يبرى القلم الميكانيكي 2 مليمتر حتى تصبح نهايته مخروطية ومدببة بمبراة خصوصية أو بمبراة مرفقة بنفس القلم داخل مؤخرة القابض لا يبرى القلم الميكانيكي 0.5 مليمتر أبداً. وبعد بربه يُدوّر القلم (2 مليمتر) على ورقة خارجية خشنة إلى أن تصبح نهايته أقل تدبباً. وبالعادة يُدوّر نفس القلم أثناء الرسم به، فتحافظ الرصاصة على تناظرها في كافة الاتجاهات. ويعتمد اختيار القلم 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 بربه المتواصل خلال فترات قصيرة.



**شكل 15.2: أقلام الرصاص الميكانيكية والخشبية**

وتتنوع أقلام (غرافيت) الرصاص وفقاً لصلابتها أو ليونتها، وأيضاً دكانتها. وبالعادة، تكون الأقلام الصلبة فاهية اللون على عكس الأقلام الطرية التي تكون داكنة. وعلى ذلك، يكون القلم 7B هو الأكثر دكانة والأطرى على عكس القلم 9H الذي يتمتع بالصلابة العالية والأقسى بين الأقلام المعروفة، أنظر **شكل 16.2**



**شكل 16.2: أقلام الرصاص ودرجات صلابتها**

**أقلام صلبة:** تميز 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:** مجموعة من الأقلام القليلة الصلابة والطرية نسبياً تتراوح رموزها ودرجات صلابتها ما بين HB و 4H.

**أقلام طرية:** تميز 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 والجدول الرياضية

والرسومات الهندسية. وتستخدم الأقلام الوسط، 4H - HB في الرسم الهندسي والميكانيكي على الأغلب. فبالأقلام الصلبة 4H- 2H ترسم الخطوط الدلييلة 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 السميكة 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.

والأقلام بدرجاتها ليست ثابتة المواصفات بل تعتمد على الشركات المنتجة لها. فمثلاً، إنتاج مصنع معين للأقلام من حيث الصلابة والدكائة قد لا تتكافأ مع صلابة ودكائة أقلام مصنع آخر بالرمز ذاته. ومن السهولة ملاحظة أن قلمين (بالرمز HB) من مصنعين مختلفين لا يخطان خطوطاً متكافئة على الأغلب. لذلك، على الطالب الرسام اختيار الأقلام المناسبة لرسمه.

### ثامناً: המחاة وشفيفة المحي والمنقلة والمبراة وفرشاة التنظيف والشريط اللاصق

#### المحاة Eraser وشفيفة المحو Erasing shield

تستخدم המחاة لمحو الخطوط الخطأ والخطوط الزائدة المنفصلة عن الرسم. ينصح باستخدام המחاة بليوننة حتى لا يخدش ورق الرسم أولاً ثم تنظف الفتائل الناتجة مباشرة فلا تبقى آثار الغرافيت الرصاصي على الرسم. كما يتم محو الخطوط القريبة جداً من الرسم والتي لا لزوم لها دون التأثير على الأجزاء المجاورة باستخدام شفيفة المحو.

#### المنقلة Protractor

أداة لقياس ورسم الزوايا. يفضل رسم الزوايا  $15^{\circ}$  أو مضاعفاتها بالأدوات الهندسية بالتوافق بين مسطرة T والمثلثين.

#### فرشاة التنظيف

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

#### المبراة Sharpener

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

#### الشريط اللاصق

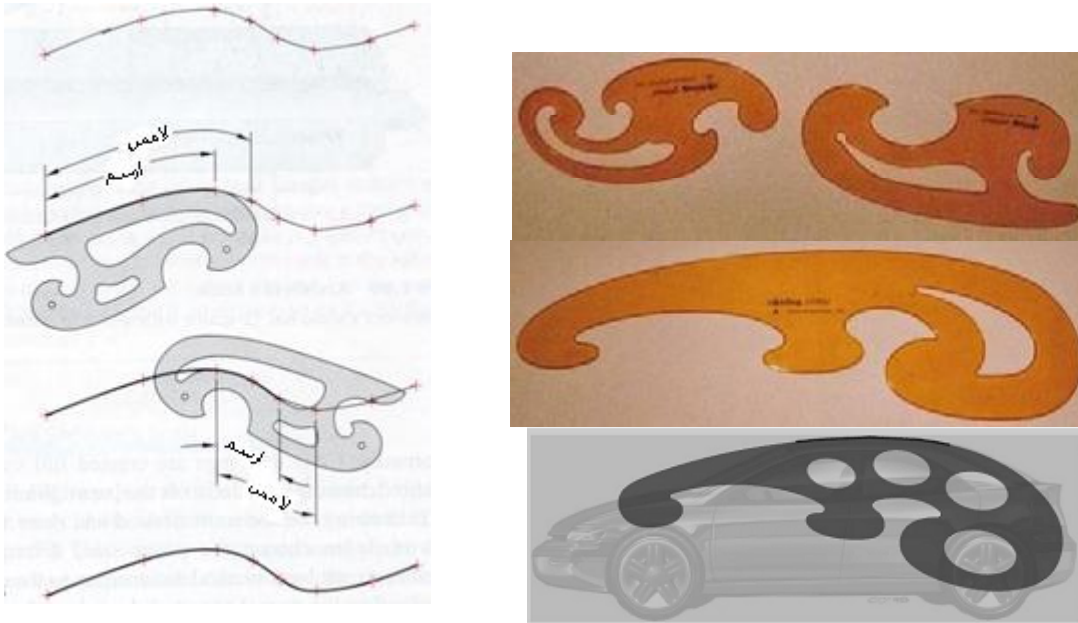
ورق لاصق لتثبيت لوحة الرسم إلى اللوح الخشبي.

### تاسعاً: مساطر المنحنيات French Curves، شكل 17.2

تصنع بالعادة من مواد بلاستيكية بيضاء نقيه أو من الكهرمان الأصفر الضارب إلى الحمرة. 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 موالفة أكبر عددٍ من نقاط المنحنى (لا يقل عن أربع) لتلامس جزءاً من إحدى الحافات. وفي اللحظة التي تنطبق فيها هذه النقاط على الحافة المعينة نرسم خطاً ملاصقاً يربط بينها. ثم ننتقل إلى مجموعة أخرى تالية من نقاط المنحنى فنوالف بينها وبين إحدى الحافات المنحنية، مبتدئين الموالفة من آخر نقطتين سابقتين تم التوصيل بينهما. وتكفل عملية ربط الجزء التالي من المنحنى مع الجزء الأخير من المنحنى السابق انسيابيةً متواصلةً ككل. وعلى نفس المنوال، نكرر الربط بين مجموعةٍ أخرى من النقاط حتى نصل للنقطة الأخيرة في المنحنى. وأخيراً، يمكن تعليم رسم المنحنى بخط غامق إن تم الرسم الأولي بخط شعري.

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



شكل 17.2: مساطر المنحنيات وطريقة استخدامها

### الخطوط

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 18.2.

### الخط الإنشائي Construction line

خطٌ باهت اللون، محددٌ وثابتٌ من حيث سمكه وكثافته وتناسقه، يتراوح سمكه بين 0.1 - 0.15 ملليمتر. وينتج بأقلِّ ضغطٍ ممكن من اليد على قلمٍ رصاصيٍّ، مبريٍّ بشكلٍ جيدٍ جداً، رأسه مخروطيٍّ ومدببٍ، من نوع 2H-4H. ويبقى الخط

الإنشائي واضحاً طيلة مدة الرسم؛ إذ يمكن تمييزه من مسافة متر واحد، كما لا يترك أثراً عند محوه. ولهذا، يُرسم بهذا النوع من الخطوط المسودات الهندسية والرسومات الأولية بسهولة محوها إذا ما أخطأ الطالب أو الرسام.

### الخط المرئي Visible line

خطٌ غامق اللون، محددٌ وثابت من حيث سمكه وكثافته وتناسقه، يتراوح سمكه بين 0.4 - 0.6 ملليمترًا. وينتج من قلم رصاص من نوع HB. يستخدم لتعليم الشكل المرسوم بخطوط إنشائية بعد التأكد من صحة الرسم. هذا، وتعتبر الخطوط المرئية خطوطاً رئيسيةً في الرسم تحدد السطوح الظاهرة والحواف الرئيسية في الجسم.

### الخط المخفي Hidden line

خطٌ غامق اللون، محددٌ وثابت من حيث سمكه وتناسقه، يتراوح سمكه بين 0.3 - 0.5 ملليمتر. ويرسم بقلم رصاص من نوع H أو HB، على شكل قطع مستقيمة متساوية الطول، طولها من 3 - 5 ملليمترات مع فراغات ثابتة، يتراوح مداها ما بين 1 - 2 ملليمتر. وبالعادة، تستخدم لإبراز الحواف والسطوح المخفية في الجسم.

### الخط المركزي - المحوري Center line

خطٌ رفيع وشعري، بأنه خطٌ رفيع وشعري، مكونٌ من تسلسل متكرر لشرطة طويلةٍ تتبعها شرطة قصيرةٌ وبينهما فراغ. والشرطات الطويلة والقصيرة ثابتة الطول على طول الخط الواحد. طول الشرطات الطويلة من 10 - 25 ملليمتر، بينما طول الشرطات القصيرة بكافئ الفراغات وهو 2 ملليمتر. ويرسم بقلم غامقٍ نوعاً ما من نوع H. ويُستخدم هذا الخط لتمييز الدوائر والأشكال البيضاوية وكلّ الأشكال الدائرية المتماثلة.

### خط القطع Cutting line

خطٌ سميكٌ من حيث حجمه ومنقطع من حيث شكله، مكونٌ من شرطاتٍ متساوية بينها فراغات ثابتة. طول الشرطات الطويلة من 10 - 25 ملليمتر، بينما القصيرة فيتراوح طولها من 3 - 4 ملليمتر، بينما طول الفراغات 3 ملليمترات. يرسم خط القطع بقلم رصاص من نوع HB، وينصح بتمييزه عن باقي الخطوط بكونه يكون داكناً أكثر من الخطوط السميكة ولهذا يظهر جلياً في الرسم بمجرد النظر إليه. ويُستخدم هذا الخط لتحديد مكان القطع في الأجسام المرسومة.

### الخط الممتوج Wavy line

هو خطٌ مرئي ومتعرج يرسم به يُعرّف حدود القطاع الموضعي. يرسم بقلم طريٍ نوعاً ما، H أو HB.

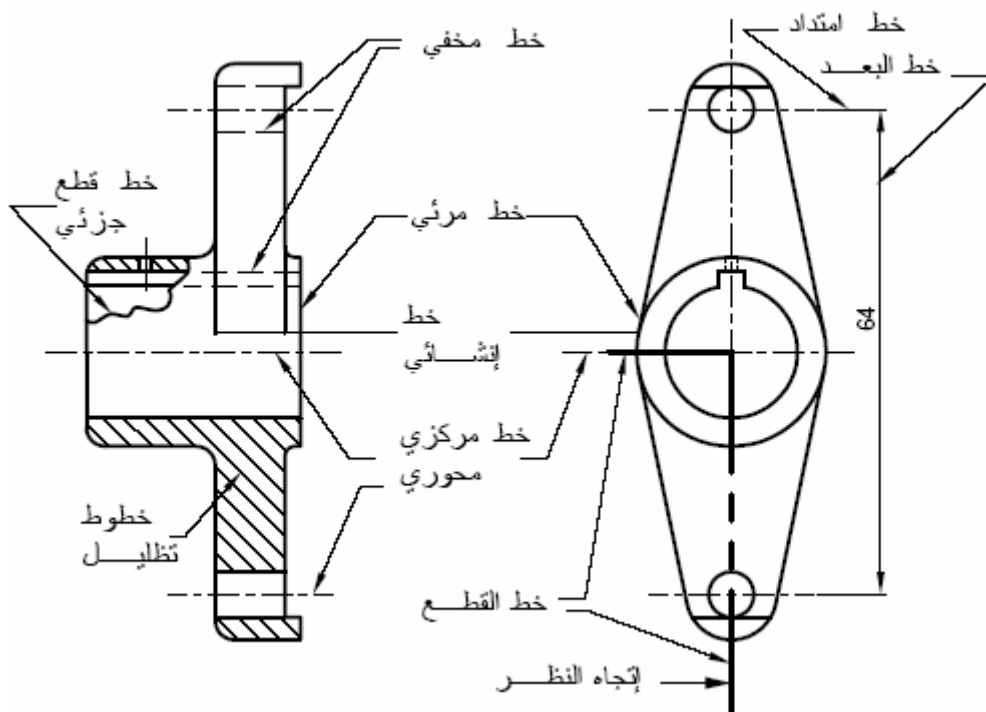
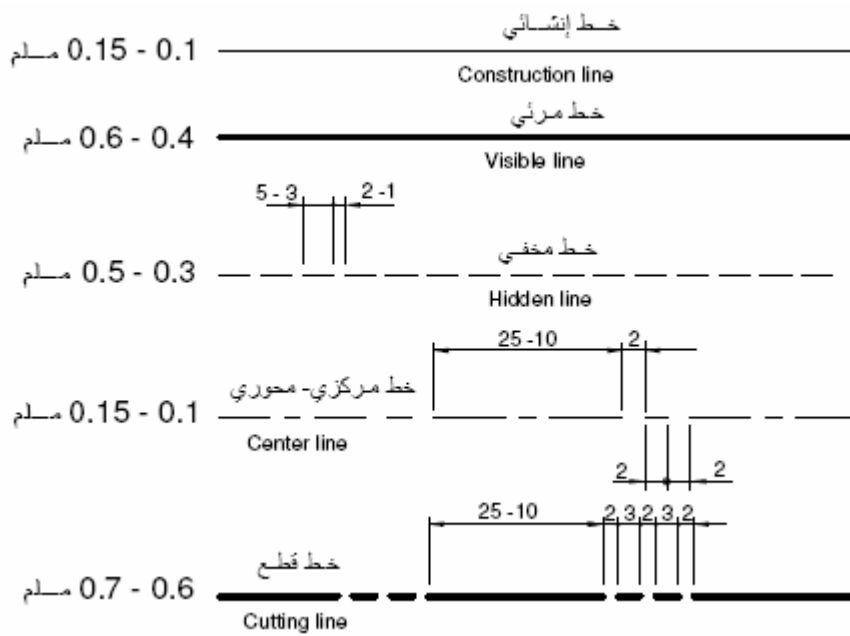
### خط الأبعاد والامتداد Dimension and Extension Line

خطان إنشائيان يرسم الأول موازياً لأسطح الجسم لتمثيل بعدٍ ما، بينما يمتد الثاني من الجسم حتى يقطع خط البعد. يُمكن رسم الاثنين بقلم تتراوح صلابته بين H - 2H.

### خط التظليل Hatching line

خطٌ إنشائي، يرسم ليحدد مستوى القطع في الجسم المقطوع بقلم صلب نوعاً ما، 2H مثلاً.





شكل 18.2: الخطوط الهندسية

## الجدول العام Title Block

الحيز المعرف للبيانات الأساسية والمعلومات الضرورية للرسم. يشمل الجدول العام المقترح للوحة الرسم الهندسي، **شكل**

**19.2**، خانة واحدة بارتفاع 10 ملليمترات مقسمة بخطوط رأسية إلى عدد من الأقسام وفقاً للترتيب التالي:

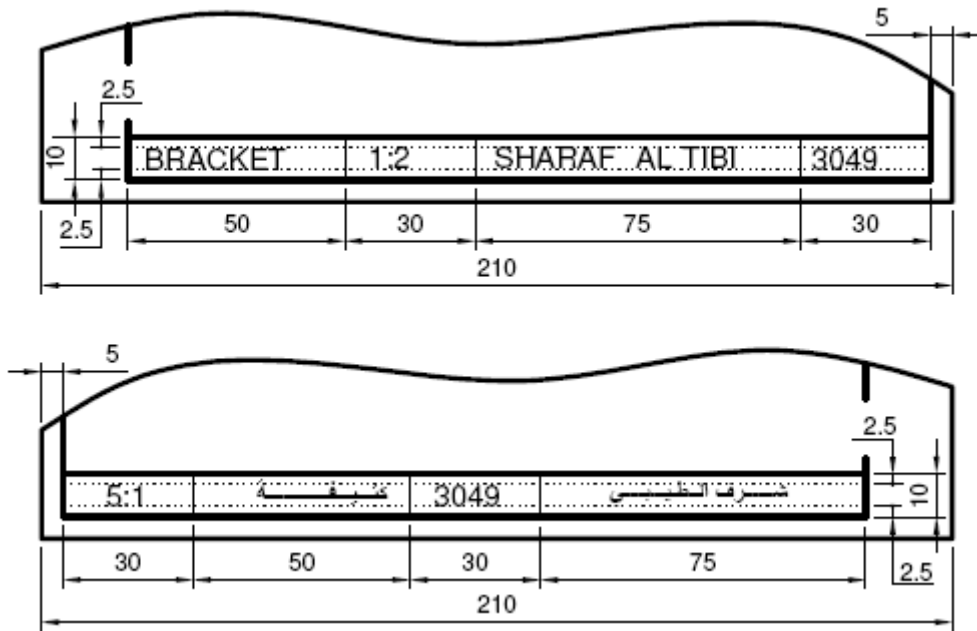
1- اسم الطالب، رقمه الجامعي وقد يشمل رقم شعبته.

2- اسم اللوحة، مع مقياس الرسم وقد يشمل رقم اللوحة وتاريخ رسمها.

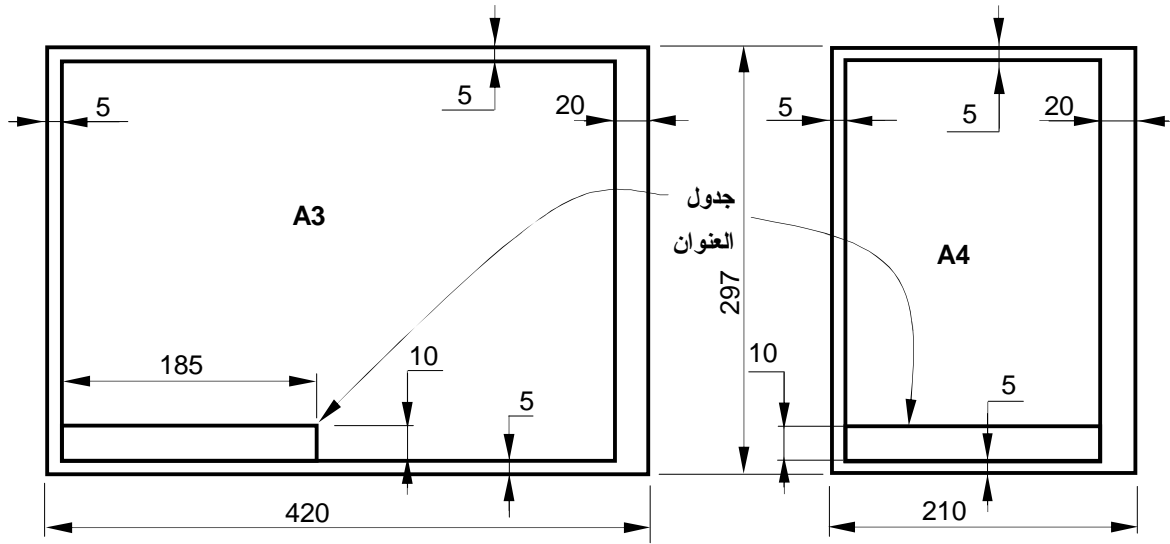
وفي العادة، يرفق الجدول العام مع لوحة الرسم في جزئها السفلي لورقة A4 وفي الجزء السفلي الأيسر لباقي الأحجام،

**شكل 20.2**. أنظر أيضاً الشكل السفلي في صفحة 261. كما يمكن أن يشمل جدول العنوان كلاً من اسم الجامعة والكلية و/أو

القسم واسم المساق "الرسم الهندسي هـ مي 121"، ليدعى عندئذ بالجدول الميكانيكي\*.



شكل 19.2: جدول العنوان البسيط

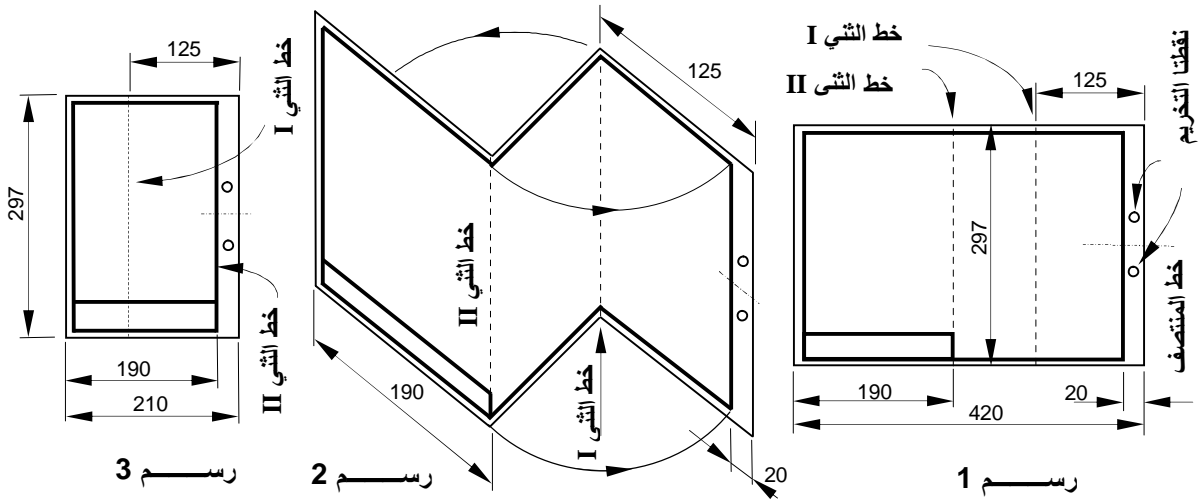


شكل 20.2: موضع جدول العنوان البسيط لورقة A3 و A4

### حفظ الرسومات في ملف

تستعمل قواعدٌ معينةٌ لطي 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 21.2، يوضح كيفية طوي لوحة الرسم A3 إلى الحجم A4 ومكاني تقبي الخرم في الورقة. تعمل الثنية الأولى على بعد 125 مليمترًا من حافة الهامش الأيمن ذي الثقوب، وباتجاه صفحة الرسم، ثم تعمل ثنية أخرى على بعد 190 مليمترًا 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، أنظر الملحق المرفق في آخر الكتاب.

\* يرفق ضمن ملحق I ص 263 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.



شكل 21.2: طوي لوحة الرسم A3 إلى حجم اللوحة A4

#### الرسم بمقياس الرسم

يتم الرسم الهندسي على لوحات رسم محددة الأبعاد طولاً وعرضاً. ولهذا، فالجسم أو الشكل المرسوم سيكون محصوراً ضمن حيز الرسم المحدد داخل بרוاز الورقة. إن هذا لا يعني أن يُشغل 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 غير امتداداتها رسماً خاطئاً.

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

شكل 22.2: جدول مقاييس الرسم وفقاً لـ أيزو ISO

القياسات تُقرأ من اليسار لليمين