

## أدوات الرسم

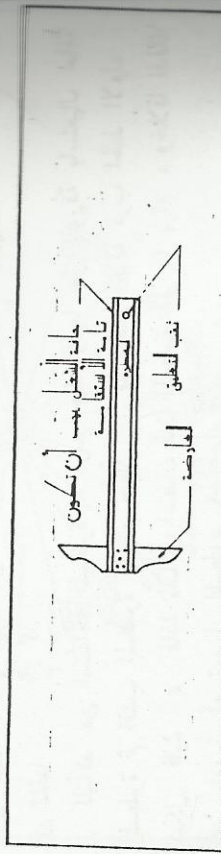
2.1 مقدمة . ان تدوين المعلومات بشكل رسم هندسي على الورق يتطلب ادوات خاصة يتعذر بدونها ذلك . وحتى للرسم اليدوي فأننا نحتاج الى القلم والمحاة والورق . وعند اختيار الادوات التي هي بسيطة نسبياً يستحسن الحصول على نوعيات جيدة منها ، حيث ذلك يساعد كثيراً على سرعة وسهولة الرسم .

يُبين شكل 2.1 اهم الادوات المستعملة في الرسم الهندسي .



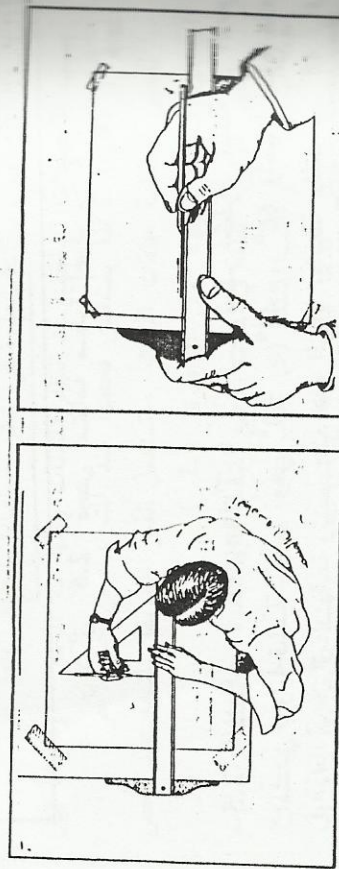


2.4 مسطرة الحرف T- ( T - Square ) . تعمل مسطرة الحرف T- لرسم الخطوط الأفقية وكديل لحركة المثلثات . وتتكون من الرأس أو المارضة والمسطرة ، شكل 2.3 . يجب ان يكون ربط الرأس بالمسطرة بشكل محكم جداً بحيث لا يحدث فيها رخاوة عند الاستعمال . يجب ان تكون الحافة الشفافة للمسطرة مستقيمة ، وان لا تكون الحافة الداخلية للمارضة محدبة .



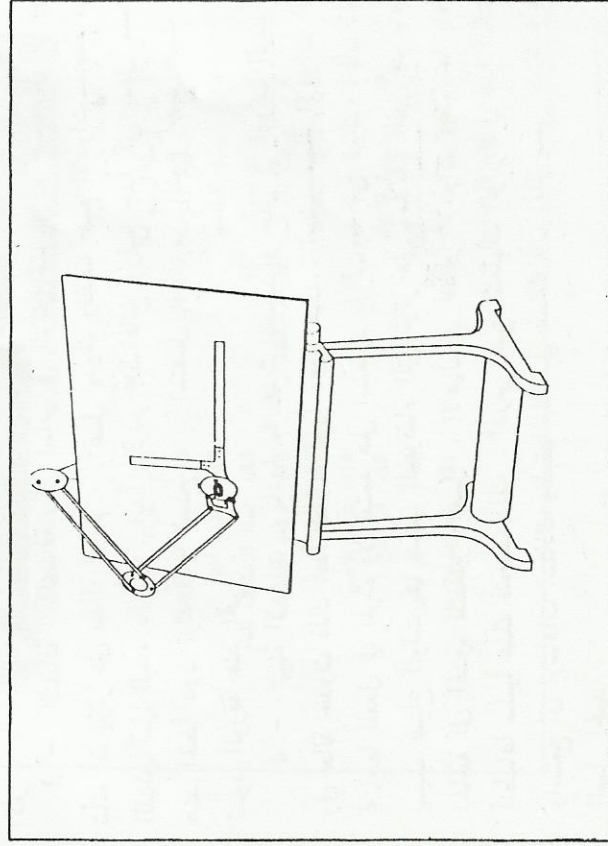
شكل 2.3 مسطرة الحرف T- .

لرسم الخطوط الأفقية ، أضبط رأس مسطرة الحرف T- مع حافة لوحة الرسم وضع اليد اليسرى على المنطرة كما في شكل 2.4 . ارس الخط من اليسار الى اليمين . على ان يكون القلم مائلا مع اتجاه رسم الخط بزاوية 60° تقريبا .



شكل 2.4 رسم الخطوط الأفقية . شكل 2.5 رسم الخطوط العمودية .

2.3 لوحة الرسم ( Drawing Board ) . تصنع لوحة الرسم ، شكل 2.1 . من الخشب الابيض ، ويجب ان تكون ذات سطح جيد ناعم خال من التواءات . تصنع الحافة اليسرى من اللوحة من خشب الصاج كي تقاوم فترة طويلة ، ويجب أن تكون هذه الحافة مستقيمة ولساء تزيد في دقة الرسم وتساعد مسطرة الحرف T- بالانزلاق عليها بسهولة . يمكن استعمال المنضدة العادية كلوحة رسم اذا كان سطحها جيدا وحافتها اليسرى مستقيمة ، ويوصى بوضع ورقة اضافية تحت ورقة الرسم للتخلص من صلابة سطح المنضدة . في مكاتب الرسم الحديثة يستعاض عن لوحة الرسم الموضوعه على المنضدة بلوحة ذات حامل متحرك مع ماكينة الرسم تحتوي على مسطرين متعامدين يمكن ان يحركها الرسام أينما يشاء على ورقة الرسم ، شكل 2.2 . وهذه الماكينة ذات كفاءة عالية وتساعد الرسام على العمل وهو معتدل القامة ، الا أنها أكثر كلفة من لوحة الرسم الاعتيادية .



شكل 2.2 لوحة الرسم مع ماكينة الرسم .



اما الخطوط العمودية فتقسم باستعمال احد المثلثات ومساعدة مسطرة الحرف T- ، كما مبين في شكل 2.5. لاحظ ان اتجاه رسم الخط هو من الاسفل الى الاعلى :

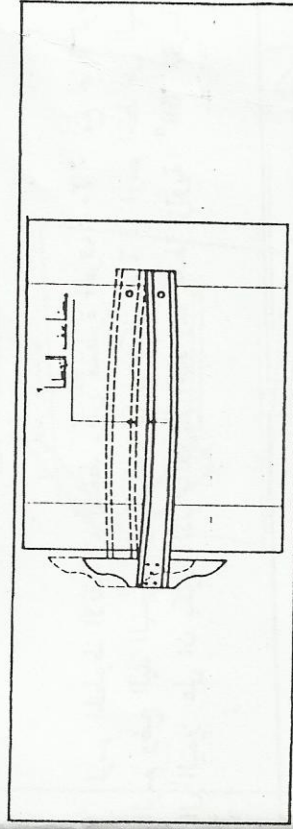
ان دقة الرسم تتوقف كثيراً على حالة مسطرة الحرف T- ، لذا يجب المحافظة عليها جيداً ، فانها لا تستعمل كمسطرة أو كمقص. لاوراق أو لأي غرض آخر يؤدي الى تلفها .

للتأكد من استقامة المسطرة ، ارسم خطاً رفيعاً على الورقة باستعمال حافة المسطرة ثم اقلب المسطرة وارسم خطاً آخر من نفس الحافة قرب الخط الاول ، شكل 2.6 ، فاذا تطابق الخطان فان المسطرة على ما يرام ، وخلافاً لذلك

يجب تعديل أو تبديل المسطرة .

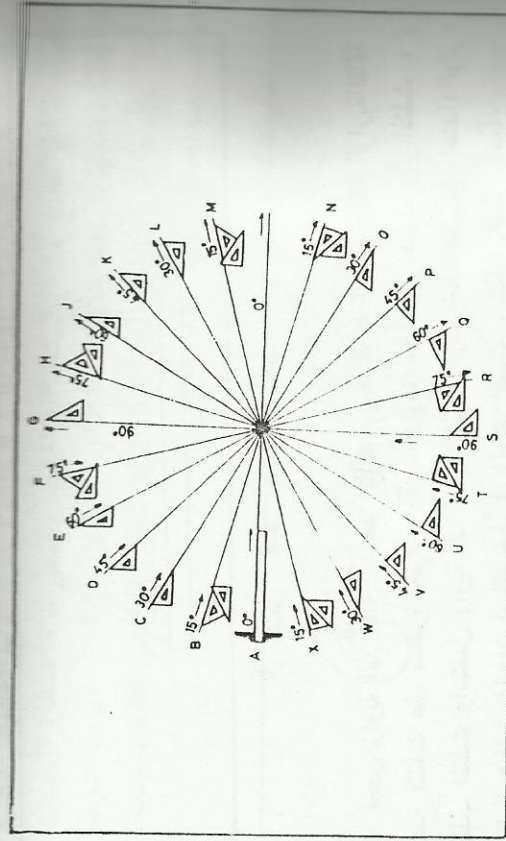
يفضل حفظ مسطرة الحرف T- بصورة معلقة عمودياً من الثقب المخصص

لذلك ، بعيداً عن الحرارة والرطوبة .



شكل 2.6 فحص استقامة مسطرة الحرف T- .

2.5 المثلثات ( Triangles ) . ترسم معظم الخطوط المائلة في الرسم الهندسي بزوايا قياسية محدده وهي  $30^\circ$  ،  $45^\circ$  ،  $60^\circ$  وأحياناً مجموع هذه الزوايا أو الفرق بينها . وترسم جميع هذه الزوايا بواسطة مثلث ذو  $45^\circ$  أو مثلث ذو  $30^\circ \times 60^\circ$  أو بها نما وبمعاودة مسطرة الحرف T- . وبذلك يمكن تقسيم الـ  $360^\circ$  الى 24 قسم ذو  $15^\circ$  ، كما مبين في شكل 2.7.



شكل 2.7 رسم الزوايا باستخدام المثلثات .

لاحظ اتجاه رسم الخطوط : ترسم جميع الخطوط في الجانب الايسر باتجاه المركز ، في حين تلك التي في الجانب الايمن ترسم بعيداً عن المركز ، وذلك كي تسهل باستمرار مشاهدة الجزء المرسوم من الخط .

يفضل ان يكون طول وتر المثلث ذو الـ  $45^\circ$  وكذلك طول الضلع القائم الكبير للمثلث ذو الـ  $30^\circ \times 60^\circ$  في حدود 25 سم ، ويكون مصنوعاً من البلاستيك الشفاف وحافته منحذرة كي يمكن استعماله للتجيير ايضاً .

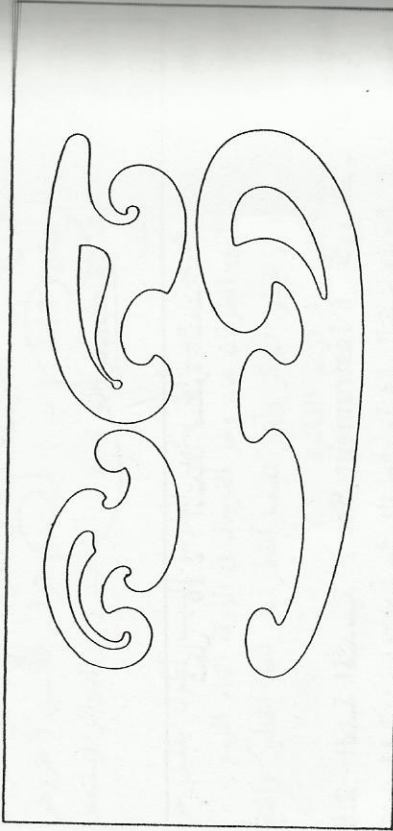
بسبب الاجتهادات الداخلية قد تفقد المثلثات دقتها مع الزمن ، وأحياناً قبل بهما في المخازن ، لذا يتحتم فحصها عند الشراء ، ومن حين لآخر .

للمعنى استقامة حافات المثلث ، تستعمل نفس الطريقة المتبعة عند فحص استقامة مسطرة الحرف T- ( فقرة 2.4 ) .

فحص الزاوية القائمة في المثلث : ضع المثلث على مسطرة الحرف T- . ارسم خطاً عمودياً ، ثم اقلب المثلث ( كما تقلب صفحة الكتاب ) وارسم الخط ثانية مع نفس الحافة ، شكل 2.8 ( أ ) ، فاذا لم يتطابق خطان فان الزاوية القائمة في المثلث لا تساوي  $90^\circ$  . والخطأ يوازي نصف زاوية المحصورة بين الخطين المرسومين .

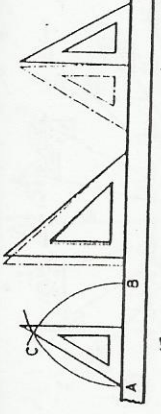


2.7 مسطرة المنحنيات (French Curves). لرسم الخطوط المنحنية لعمل مساطر تصنع من البلاستيك أو الخشب ، تسمى بـ « مسطرة المنحنيات » أو طبعة المنحنيات French Curves ، شكل 2.9 . وتوجد اشربة خاصة مصنوعة من البلاستيك المرن يمكن لونها لتتلائم مع المنحني المطلوب رسمه . ويمكن ايضا استعمال سلك لحام القلاوي لهذا الغرض .



شكل 2.9 مسطرة المنحنيات .

استعمال مسطرة المنحنيات : عين عدداً كافياً من نقاط المنحني ، ثم حاول ملأته بمنحني أولي بالرسم اليدوي وخط رفيع يمر خلال هذه النقاط . وبعد الحصول على منحني نظيف ومنظم ومرضي للبيان ، استعمل مسطرة المنحنيات وذلك بملأته أكبر جزء ممكن منه مع المنحني شرط أن يكون اتجاه انحناء المسطرة مع اتجاه انحناء المنحني ، شكل 2.10 ، ارسم هذا الجزء من المنحني مع ملاحظة ترك جزء صغير من طرفي المنحني المتقارب من المسطرة دون رسم . حرك المسطرة لترقيم جزء آخر منه مع امتداد الجزء المرسوم ، وارسم هذا الجزء ، وهكذا الى أن يتم رسم المنحني الكامل . لاحظ ان يكون المنحني مرسومًا بشكل خط مستمر ومنظم وبمسك ثابت ، لا توجد فيه نتؤات ولا تظهر فيه اثار التواء أجزاء المنحني .



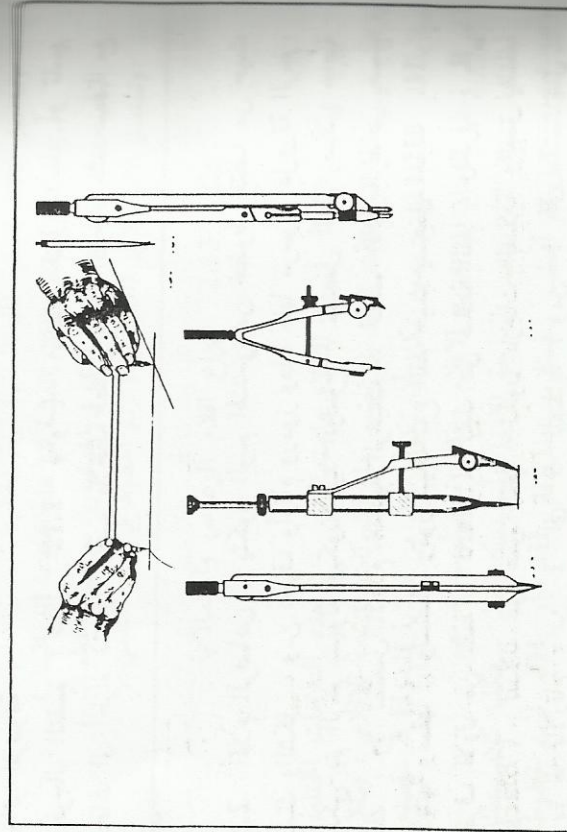
شكل 2.8 فحص المثلثات .

فحص زاوية الـ  $45^\circ$  : بعد التأكد من استقامة الاضلع ودقة الزاوية القائمة ، ضع المثلث على مسطرة الحرف T- ، وارسم خطاً على امتداد وتر المثلث ، ثم اقلب المثلث واستعمل زاوية الـ  $45^\circ$  الثانية وارسم خطاً آخر على امتداد الوتر ، اذا لم يتطابق الخطان فهناك خطأ في زاويتي المثلث ، شكل 2.8 (ب) . لفحص زاويتي المثلث ذو الـ  $30^\circ \times 60^\circ$  : ارسم خطاً أفقياً أقصر بقليل من وتر المثلث ، شكل 2.8 (ج) ، ومن النقطتين A و B ارسم قوسين بنصف قطر يساوي المسافة AB ليتقاطعا في النقطة C . اذا وضع المثلث كما مبين في شكل (ج) فإن الوتر يجب ان يمر بالنقطة C ، وخلاف ذلك فهناك خطأ في زاويتي المثلث .

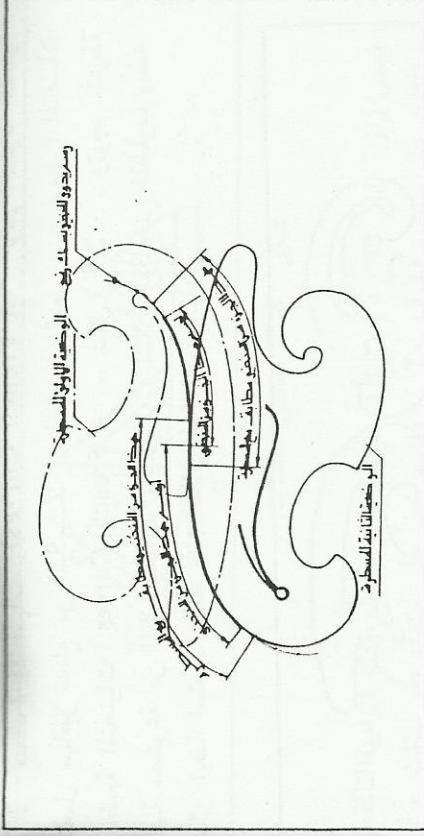
2.6 المسطرة (Scale) . تصنع المساطر ، شكل 2.1 ، بأنواع مختلفة ، وتصنف استناداً الى استعمالها في الحقول الهندسية المختلفة . يفضل في حقل الهندسة الميكانيكية رسم المكائن او اجزائها بنفس مقاسها الحقيقي ، واذا كان حجمها كبيراً فترسم مصغرة الى نصف المقاس الحقيقي . وحيثما تكون نسبة التصغير كنسبة 1 : 5 أو 1 : 10 ، ويندر استعمال نسب تصغير أقل . لذلك فإن المساطر المستعملة في حقل الهندسة الميكانيكية تكون ذات تقاسيم تمثل نسب التصغير المختلفة المستعملة في هذا المجال . فمثلاً عند رسم شكل بنسبة تصغير 1 : 5 تؤخذ مسطرة نسبة التصغير فيها أيضاً 1 : 5 ، وفي مثل هذه المسطرة يكون السنتيمتر الواحد مصغر الى خمس القاس الحقيقي ، أي يساوي 2 ملم .



الفرجال : يستعمل الفرجال لرسم الاقواس الدائرية بقلم الرصاص، ويمكن أيضاً  
تحرير الدوائر بالفرجال وذلك بعد تبديل ماسك الرصاص بريشة التحرير الخاصة  
للفرجال والموجودة في العلبة. ويمكن استعمال قلم التحرير في الفرجال ، وذلك  
بربطه بواسطة ماسك خاص للقلم . توجد أنواع مختلفة من الفرجال تناسب  
اقواس الدوائر المختلفة . يبين شكل 2.12 (أ) فرجال اعتيادي لرسم الدوائر  
التي يتجاوز قطرها الـ 2 سم . الابرّة المستعملة في الطرف المذنب من الفرجال  
مكونة من رأسين ، شكل 2.12 ( ب ) ، يستعمل الرأس الاسفل ( مخروطي  
الشكل ) عند استعمال الفرجال كفرجال تقسيم ، أما عند رسم الدوائر فيستعمل  
الرأس الثاني ذو الكتف .  
عند ضبط طرفي الفرجال يجب ان يكون الطرف المذنب أطول بقليل من  
الطرف الآخر كي يتساوى الطرفان عند وخز الفرجال في الورقة أثناء الرسم .  
رسم الدائرة : ارسم خطي المركز وأشر نصف القطر على احد الخطين وافتح  
الفرجال بقدر نصف القطر ثم ارسم الدائرة .

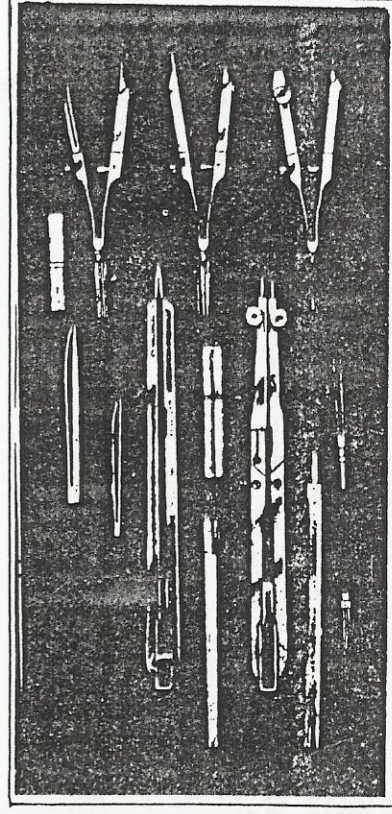


شكل 2.12 أنواع الفرجال



شكل 2.10 استعمال مسطرة المنحنيات .

2.8 العلبة الهندسية ( Instrument Set ) تحتوي العلبة الهندسية ،  
شكل 2.11 ، اعتيادياً على الفرجال وفرجال التقسيم وفرجال الدوائر الصغيرة  
وبريشة التحرير . تصنع الاجزاء الرئيسية للنوعيات الجيدة من سبيكة الفضة  
والنيكل وتكون فضية اللون ومقاومة للصدأ .



شكل 2.11 العلبة الهندسية .



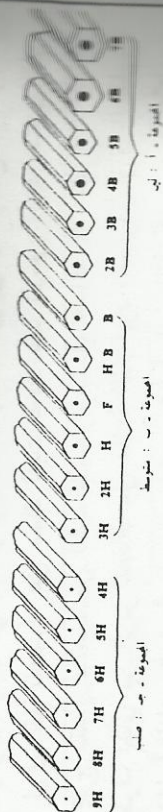
لرسم الدوائر الكبيرة ، يمكن تمديد الفرجال بقطعة اضافية موجودة عادة في العلية الهندسية ، وتوجد فراجيل خاصة لرسم الدوائر الكبيرة ، شكل 2.12 (ج) .

يكون غشق الدوائر المرسومة بقلم الرصاص أقل من غشق الخطوط المستقيمة ، لانه لا يمكن الضغط على الفرجال أثناء الرسم كما هو الحال عند رسم الخط المستقيم بمساعدة المسطرة أو المثك ، ولرسم دوائر ذات لون أغشق يستعمل الفرجال المبين في شكل 2.12 (د) ، ويمكن ايضاً استعمال قلم ذو ليونة أعلى من القلم المستعمل لبقية الرسم فمثلا اذا استعمال قلم H لرسم الخطوط المستقيمة يمكن استعمال قلم HB لرسم الدوائر .

فرجال الدوائر الصغيرة : شكل 2.12 (هـ) ، يمكن بواسطة هذا الفرجال رسم دوائر صغيرة قطرها أقل من 1 سم . عند الرسم يبقى الطرف المدبب ثابت ويدور حوله الطرف الذي يحوي القلم . وتضبط فتحة الفرجال بواسطة برغي تحكم . يجب استعمال هذا الفرجال عند الحاجة فقط وعدم تدويره بكثرة حيث يسبب ذلك سوفان الحامل وزيادة الخلوص فيه مما يقلل من دقة الدوائر المرسومة .

فرجال التقسيم : شكل 2.12 (و) ، يستعمل لنقل الابعاد أو تقسيم المسافات الى أجزاء متساوية ويجب ملاحظة تطابق طرفي الفرجال عند ضمهها مع بعض .

2.9 أقلام الرصاص . يتكون الرسم الهندسي من خطوط تختلف من حيث السمك والشكل ، ومن أحرف وأرقام ورموز وهذه كلها مرسومة على ورقة الرسم . ولكي يتم الرسم بسهولة ويكون جيد الوضوح ، تستعمل أقلام رصاص خاصة لذلك ، ولا تستعمل الاقلام العادية الرخيصة . تختلف أقلام الرصاص حسب صلابتها وغنتها ، وتستعمل رموز لبيان نوع القلم حيث يستعمل الحرف H (الحرف الاول من كلمة Hard) ليدل على صلابة القلم ، والحرف B (Black) للدلالة على غشق القلم . تكون درجات الصلابة والنمق مختلفة ويرمز لها بالأرقام ، من 1 الى 9 للصلابة ، ومن 1 الى 7 للنمق ، حيث كلما زاد الرقم زادت الصلابة أو النمق . الرمز HB يدل على قلم صلب ذو لون أسود غامق .



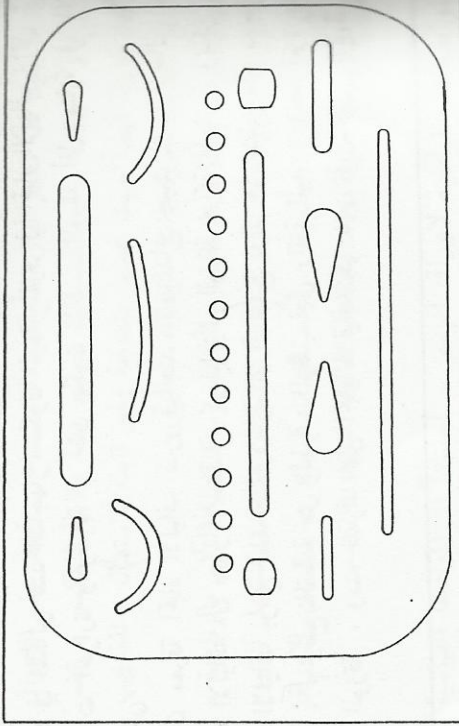
المجموعة أ : لاتصلح هذه المجموعة للاستعمال في الرسم الهندسي حيث انها ذات ليونة عالية مما تنتج خطوط خشنة صعبة المح وتبب تلوث ورقة الرسم ويحتاج القلم الى البري باستمرار .  
تستعمل هذه الاقلام في الرسوم الفنية  
المجموعة ب : تستعمل هذه المجموعة للاغراض العامة في الرسم الهندسي .  
الاقلام اللينة من هذه المجموعة (الى اليمين) تستعمل للرسم اليدوي ، ككتابة الاحرف والارقام ورسم رؤوس الاسهم ، وتستعمل الاقلام الصلبة (الى اليسار) لرسم الخطوط .  
المجموعة ج : تستعمل الاقلام الصلبة من هذه المجموعة (الى اليسار) للاغراض التي تتطلب دقة عالية كما في الحساب بالترسم ورسم الخططات وتستعمل الاقلام اللينة (الى اليمين) لرسم الخطوط في الرسم الهندسي .

شكل 2.13 انواع اقلام الرصاص واستعمالاتها .

شكل 2.13 أنواع الاقلام واستعمالاتها . ان هذه الدرجات المختلفة للاقلام ليست لها مواصفات ثابتة بل تعتمد على الشركات المنتجة للاقلام ، فمثلا صلابه قلم 2H لمصنع معين يمكن أن تكون أعلى من صلابه قلم 3H لمصنع آخر . وعلى الرسام أن يجرب الاقلام ويختار ما يناسب للرسم .  
اختيار نوع القلم يعتمد بالدرجة الاولى على سمك الخط . فكلما كان سمك الخط أقل تستعمل قلم أصعب . فمثلا يستعمل قلم 2H أو 3H لرسم خطوط المحاور وخطوط القياس ذات السمك الرفيع ، أما الخطوط الظاهره فيستعمل لها قلم H ، ويستعمل القلم HB للكتابة ورسم رؤوس الاسهم .



لمح أجزاء معينة من الرسم دون التأثير على الأجزاء المجاورة يمكن استعمال طابع رقيقة محفورة بأشكال مختلفة ، شكل 2.15 . سوف يأتي شرح عن مسح الحبر عند الكلام عن التعبير .

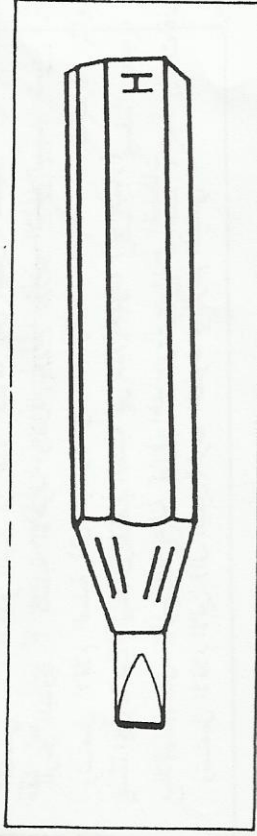


شكل 2.15 صفيحة المسح .

2.12 ورقة الرسم . تتكون أوراق الرسم من ألياف ، مصدرها بالدرجة الأولى نباتي . ولكن هناك أيضا أوراق من مصادر حيوانية أو معدنية أو صناعية .

يمكن الحصول على الأوراق بشكل لفات طويلة أو طبقات مقطوعة بأبعاد مناسبة . يقاس سمك الورقة بدلالة وزنها بالقرابات لكل متر مربع واحد ( فنملا 90 يعني أن وزنها 90 غم / م<sup>2</sup> ) .  
تعرض أوراق الرسم لظروف صعبة ، لذا يجب أن تكون ذات ألياف قوية قادرة على تحمل التلف أثناء التداول والمسخ وتكون قليلة التأثير بالظروف الجوية القاسية مثل درجات الحرارة والرطوبة ولها قابلية للغزل بحيث تحافظ على صفاتها الطويلة من الزمن دون أن يتغير لونها أو تصبح هشّة .

2.10 بري القلم . تتمثل عادة المبراة لبري أقلام الرصاص ، إلا أن هذه الطريقة تنتج لب مخروطي الشكل ، ويجب في هذه الحالة تدوير القلم أثناء الرسم إلى اليسار وإلى اليمين كي يتم الرسم بسمك ثابت . ويمكن أيضا اتباع الأسلوب التالي لبري القلم للحصول على سمك ثابت للخط عند الرسم : ابدأ خشب القلم بحيث يخرج مقدار مناسب من اللب الاسطواني ( في حدود 8 ملم ) ، وذلك من الطرف الخالي من الرمز للحفاظ على علامة القلم - ابرد القلم على ورق الصقل (ورق الجام) الناعم بحيث تحصل على مقطع مستطيل لللب القلم كما مبين في شكل 2.14 . بعد بري القلم نظفه من ذرات الكاربون المتعلقة به بأمّار اللب على قطعة من الاسفنج أو ورقة اعتيادية . إن من علامات الرسام الماهر أن يبري أقلامه باستمرار للحصول على لب جيد لاهمية ذلك في دقة الرسم ونظافته . أثناء بري القلم انتبه كي لا ترش ذرات الكاربون على ورقة الرسم حيث يؤدي ذلك إلى تلوث الرسم .



شكل 2.14 لب قلم ذو مقطع مستطيل .

2.11 المعالجة . توجد معامى متنوعة لمسح الرصاص أو الكاربون أو الحبر أو كتابة الآلة الطابعة وغيرها . يجب أن تسمح بمحاة قلم الرصاص الرسم بسهولة دون خدش الورق أو ترك آثار الكاربون على الرسم . تتمثل معامى صلبة لمسح الخطوط المرسومة بأقلام صلبة ومعامى لينة لمسح الخطوط اللينة . وهناك معامى تتمثل لتنظيف المعامى وللحصول على مسح جيد يمكن وضع قطعة صلبة ولباء كالثلث تحت الجزء المراد مسحه .



أوراق شطافة ( Trace Paper ) . لهذه الاوراق أهمية خاصة في الرسم ، بسبب استعمالها للاستنساخ . يجب ان تكون هذه الاوراق متينة لا تتأثر بالضوء خلافاً بسهولة ، بحيث يمكن قراءة ما يوجد تحتها من رسومات بالبرصا . ويجب ان تكون لها قابلية مسك الحبر والملح بالمعماة بطرارة الخلاقة دون ان تظهر آثار المسح عند الاستنساخ . تحفظ هذه الاوراق جيداً عن الحرارة والجفاف ، وخلاف ذلك تصبح هشة وقابلة للتكسر . تضرر الرطوبة العالية الورقة أيضاً حيث تجعلها متموجة وغير قابلة للاستعمال ، لذا يجب ان تحفظ في الحالات الحارة ذات الرطوبة العالية .

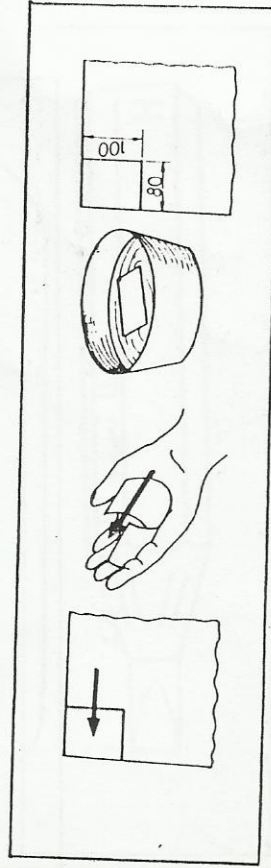
توجد أوراق مزينة ثقيلة ذات نفاذية عالية للضوء ، قليلة التأثير بالرطوبة ، توجد أيضاً أوراق نسجية ذات مقاومة عالية للانكماش والتعدد تستعمل للرسم في يجب ان تحفظ لتفترات طويلة . وقد ظهرت انواع جديدة من الاوراق مصنوعة من البلاستيك متينة وذات مقاومة عالية للتبرق والتلف .

2.14 المواصفات القياسية لاوراق الرسم . استناداً الى المواصفة القياسية الأمريكية رقم 12 ( قياسات ورق الكتابة المقطع ) تكون مواصفات الاوراق كما يلي نظام قياسات الورق على اساس مجموعات اعتيادية متسلسلة ، تتألف من عدة قياسات ، بحيث يمكن الحصول على أي قياس بتجزئة القياس الاكبر منه بالمرء الى جزئين متساويين ، ويكون خط التقسيم موازياً الى الضلع الصغير . أيضاً لذلك تكون النسبة بين ساحتي قياسين متتاليين 2 : 1 ، كما في شكل 2.17 ( أ ) . وتشابه قياسات أية مجموعة متسلسلة هندسياً كما في شكل 2.17 ( ب ) . ان المتطلبات المذكورة سابقاً تغطي المادة ( 1 ) للإبعاد ( س ) و ( س ) لقياس معين ، شكل 2.17 ( ج ) :

$$\frac{2\sqrt{2}}{1} = 1.414 \dots (1)$$

اذا طويينا الورقة مرة في الاتجاه الطولي وأخرى في الاتجاه العرضي فنلاحظ بان الحافة الخارجية تصبح خشنة وذات نتوءات في طويبه وناعمة في الطويبه الاخرى . ان الطرف الناعم يدل على اتجاه الالاف وهي أيضاً اتجاه حركة شريط الورق في المكائن عند انتاجها . تكون الورقة أقوى في اتجاه الالاف وأقل تأثيراً بدرجات الحرارة والرطوبة في حين يكون تركيب الورقة أقل متانة في الاتجاه المعاكس

أن معرفة اتجاه الالاف ضروري عند الاستنساخ حيث يجب ادخال الورقة باتجاه الالاف الى جهاز الاستنساخ كي لا تتأثر الورقة بحركة الجهاز . ويمكن إيجاد اتجاه الالاف بوضع قطعه صغيره من الورقة لبضع ثوان على سطح ماء موجود في اناء ، ثم وضع القطعة من الطرف الرطب على راحة اليد ، وبعد فترة نلاحظ لوي الورقة ، ومنه نتعرف على اتجاه الالاف كما مبين في شكل 2.16 .



شكل 2.16 كيفية معرفة اتجاه ألياف الاوراق

2.13 أنواع أوراق الرسم . يوجد نوعان أساسيان من أوراق الرسم : أ - أوراق معتمه لا تسمح بمرور أشعة الضوء من خلافا . وتشتمل عادة للرسم بالبرصا وتكون ذات لون أبيض ، وتتكون أساساً من السيلولوز ، سطحها ناعم ولكنه غير صقيل ، حيث يجب أن يحوي السطح على حبيبات صغيره تساعد على التقاط الكاربون أثناء الرسم كي يظهر الخط اسود . نظيف ومليء . ويجب ان لا يكون السطح ذو خشونة عالية حيث يسبب ذلك التقاط كميات كبيرة من الكاربون مما يؤدي الى تلوث الورقة فتصبح الخطوط محبة وغير جيدة . يجب ان يكون لسطح الورقة شيئاً من الصلابة كي لا يحفر القلم أخاديد فيه ولا تتمزق الورقة أثناء الرسم .



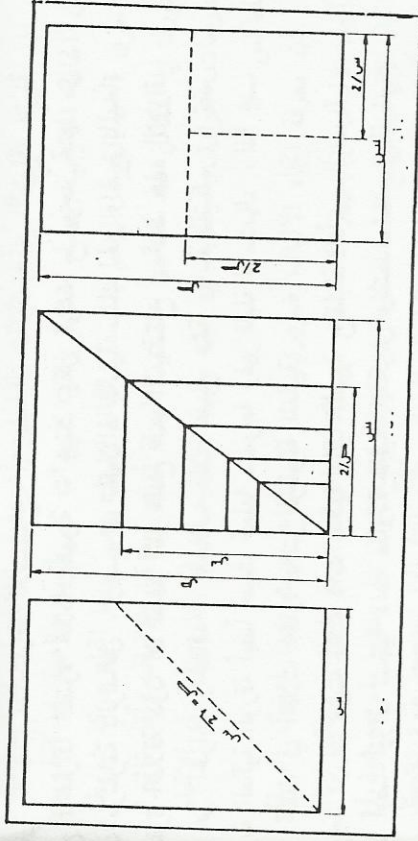
يمر عن اي قياس بالحرف أ ( الذي يدل على المجموعة التسلسلة الاولى )  
يتم برقم يشير الى عدد التقسيمات الجزئية اليها الورقة ابتداء من القياس  
الاساسي . الجدول رقم 2.1 يبين مقاسات اوراق المجموعة (أ) . تعتبر القياسات  
(أ) الى ( 4 أ ) مناسبة لمعظم احتياجات الرسم الهندسي ويوصي باستعمالها قدر  
الامكان ، ويمكن استعمال القاسين أ 5 و 6 عند الضرورة . وعند الحاجة الى  
اوراق كبيرة يمكن استعمال القاسين 2 أ و 4 أ .

جدول 2.1 الاوراق القياسية ، المجموعة (أ) .

الرمز	القياس ( مم )	الرمز	القياس ( مم )
1	841 × 594	7 أ	74 × 105
2	420 × 594	8 أ	52 × 74
3	297 × 420	9 أ	37 × 52
4	210 × 297	10 أ	26 × 37
5	148 × 210	12 *	1189 × 1682
6	105 × 148	14 *	1682 × 2378
.....	.....	.....	.....

\* قياسات نادرة الاستعمال .

2.1.5 التعبير . بالرغم من وجود أجهزة ستناخ حديثة ذات حساسية  
عالية يمكن بواسطتها استناخ الاشكال المرسومة بقلم الرصاص مباشرة . الا ان  
الاستناخ من الرسم الخبر على اوراق شفافة لا يزال يتمثل بشكل واسع .



شكل 2.17 مواصفات الاوراق القياسية .

توجد مجموعتان من الاوراق المتعملة للاغراض الادارية والتجارية والفنية  
وغيرها وهما :  
المجموعة التسلسلة الاولى (وتسمى بالمجموعة أ) والمجموعة التسلسلة الثانية  
(وتسمى بالمجموعة ب) .  
ان المجموعة (أ) هي المتعملة اعتياديا ، اما المجموعة (ب) فتستعمل نادرا  
وللاغراض الخاصة ويمكن الرجوع اليها في المواصفة القياسية المراقبة رقم 12 .  
المجموعة (أ) : يكون القياس الاساسي لهذه المجموعة ذا مساحة تساوي مترا  
مربعا واحدا وتنطبق عليه المادة التالية :  
س م = 1 م 2 ..... (2)

وعند حل المعادلتين 1 و 2 نحصل على مقدار طول وعرض القياس الاساس  
للمجموعة (أ) . ويمكن الحصول على القياسات الاخرى بأخذ القياس الاساس  
وتطبيق المبادئ الموضحة سابقا .

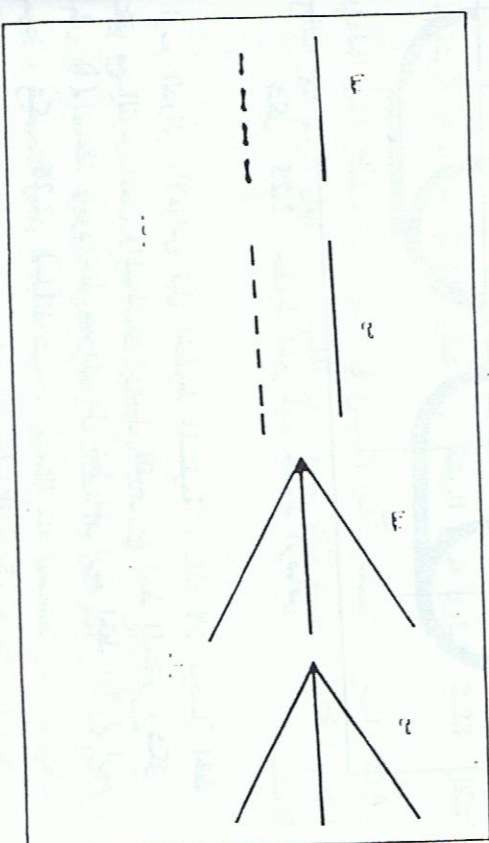


# الخطوط في الرسم الهندسي

3.1 مقدمة . تستخدم الخطوط لتمثيل الاجسام بشكل رسم هندسي على الورقة ويكون هذه الخطوط مختلفة فيما بينها لتعبر عن معاني مختلفة ولكي يظهر الرسم بشكل واضح يفهم بسهولة . يوضح جدول 3.1 اصناف الخطوط واستعمالها .  
(ان شكل 3.1 رسم لنموذج يبين انواع الخطوط المختلفة .

• رسم هذا الجدول وقتاً لمادة المراجعة القياسية المراتية رقم 1023 • الخطوط في الخرائط •

إذا كانت هناك عدة خطوط متقاطعة في نقطة واحدة ارسم خط واحد ثم انتظر الى ان يجف الحبر ثم ارسم خط اخر وهكذا حتى تنتهي من رسم كافة الخطوط التي تمر بتلك النقطة ، شكل 2.27 (أ) .  
ابداً بالرسم لجرد وضع القلم على الورق وارفع القلم عند الانتهاء من رسم الخط دون تاخير ، حيث ان اي ابطاء يؤدي الى تراكم الحبر في نهايتي الخط ، شكل 2.27 (ب) .



شكل 2.27 تجسير الخطوط



يجب ان يكون سمك الخطوط الدليلة .المستعملة في الاشكال المرسومة بقلم الرصاص رفيع جداً بحيث تصعب رؤيتها على مدى ذراع . كي لا تبقى هناك ضرورة لازالتها عند انهاء الرسم حيث يتعذر ذلك ، لذا يستعمل لرسم الخطوط الدليلة قلم ذو صلابة عالية مثل 5H أو 6H ، ولاحظ ان يكون لب القلم دائماً وبشكل حاد كي ينتج خطوط رفيعة باستمرار .

إذا اريد رسم الحروف بالخبر فيجب رسم جميع الخطوط الدلييلة أولا ثم رسم الحروف بقلم الرصاص ويخط رفيع وبعد ذلك يتم تحرير الحروف ، ويكن اجيرا مسح الخطوط الدلييلة بعد جفاف الحبر . اما الرسام الممارس فيحبر الحروف مباشرة ( دون رسمها مسبقا بقلم الرصاص ) بعد رسم الخطوط الدلييلة .

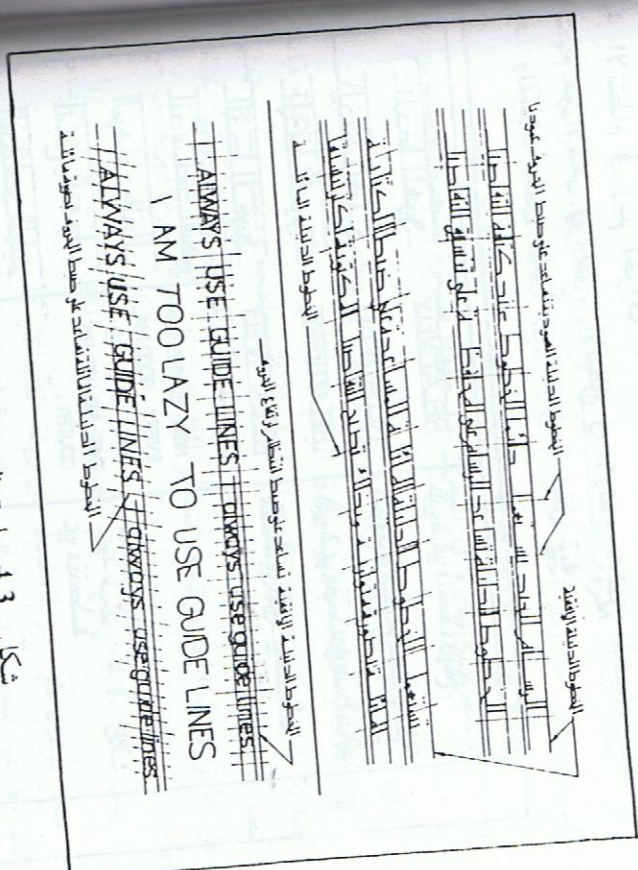
4.5. الرسام الاصر . ان جميع الدلائل تشير بأن مهارة الرسام الذي يرسم باليد اليسرى لا تقل عن الذي يستعمل يده اليمنى ، ويشمل ذلك أيضا المهارة في رسم الخط الهندسي . ان اهم خطوة في تعلم الخط الهندسي هي معرفة الاشكال الصحيحة للحروف وتناسب اجزائها . وبما كان الاصر تعلم ذلك كما بإمكان اي شخص آخر . الا ان على الرسام الذي يستعمل يده اليسرى وضع موضوعه لتناسب اجزاء الحروف حيث ان الطريقة المبينة في شكل 4.6 و 4.7 موضوعه للرسم الذي يستعمل يده اليمنى : وعلى الرسام الاصر ان يربط رسم كل حرف لاكتشاف الطريقة الملائمة له لرسم اجزاء الحروف ، حيث ان الاشخاص الذين يستعملون يدهم اليسرى مختلفة بحيث يتقدر وضع طريقة مناسبة للجميع .

استناداً يفترض ان يكون الاتجاه الطبيعي عند الرسام الاصغر معاكساً تماماً لاتجاه الرسام الذي يستعمل يده اليمنى ، الا انه بإمكانه غالباً رسم كثير من الحروف كما مبنية في الشكلين 4.6 و 4.13 الموضوعين للرسام ، الا ان «

4.6 المخطط العربي . يعتبر خط المسند اقدم الخطوط التي عرفت في شبه الجزيرة العربية ويرجع اصله حسب احدى نظريات منشأ الخطوط الى ما يلي :

برصص او ريش التعبير المناسبة لانواع الحروف المختلفة يساعد على انتظام خلق المخطوط .

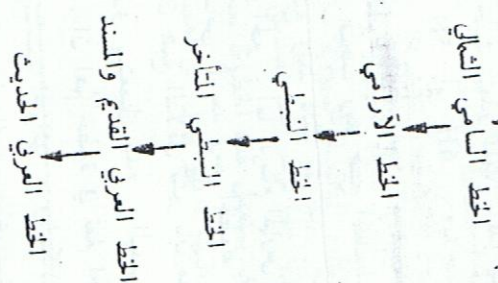
4.4 الخطوط الدليلية ( Guide Lines ) . من الضروري استعمال الخطوط الدليلية الاتية وهي خطوط ذات سمك رفيع جداً ترسم لضبط ارتفاع الحروف . وبالإضافة لذلك تستعمل خطوط دليلية عمودية أو مائلة ( ذات سمك رفيع جداً كذلك ) لتساعد على انتظام الوضعية العمودية أو المائلة للحروف . ان الخطوط الدليلية ضرورية جداً لرسم الخط الهندسي الجيد ، الا انه يلاحظ غالباً بأن الرسام الجيد هو الذي يستعمل هذه الخطوط بعكس الرسام ذو الخط الرديء والذي هو بأمر الحاجة اليها ، فهو يقلل من أهميتها ويهمل استعمالها ، لاحظ شكل 4.3 .



شكل 4.3 استعمال الخطوط الدالة



## الخطوط السامية الشمالية والجنوبية الرئيسية



توجد أشكال عديدة من الحروف العربية وهي تنسب بالنسبة والجمال، ويبرز شكل 4.4 و 4.5 أنواع الخط العربي الشائع في الوقت الحاضر . ويلاحظ أن الخط الكوفي هو من أبسط الأنواع التي يمكن اشتقاق خط عربي هندسي منه يستعمل في المراتب الهندسية المختلفة .

4.7 الخط الكوفي الهندسي . الخط الكوفي الهندسي ، من شكل 4.6 إلى شكل 4.9 هو تطوير للخط الكوفي الأصلي الذي يعتمد أساساً على الخطوط المستقيمة والدوائر . وبإمكان الشخص الاعتيادي رسم الخط الكوفي الهندسي بسهولة وسرعة .

يكون الخط الكوفي الهندسي خفيف ( اعتيادي ) أو سميك ، ويرسم بشكل عمودي أو مائل ، وعلى الطالب أن يتدرب على رسم كلا النوعين ثم يتقن على استعمال أحدهما .

يبرز شكل 4.6 الحروف المعودة للخط الكوفي الهندسي الاعتيادي ( النحيف ) مؤثراً عليها اتجاه رسم اجزائها كما يبرز شكل 4.7 الحروف المائلة للخط النحيف .

خط السامي الشمالي  
خط الآرامي  
خط النبطي  
خط النبطي المتأخر  
الخط الكوفي

شكل 4.4 الخط العربي الشائع الاستعمال  
للمجموعة الأولى .

خط السامي الشمالي  
خط الآرامي  
خط النبطي  
خط النبطي المتأخر  
الخط الكوفي

شكل 4.5 الخط العربي الشائع الاستعمال  
للمجموعة الثانية .



# العمليات الهندسية

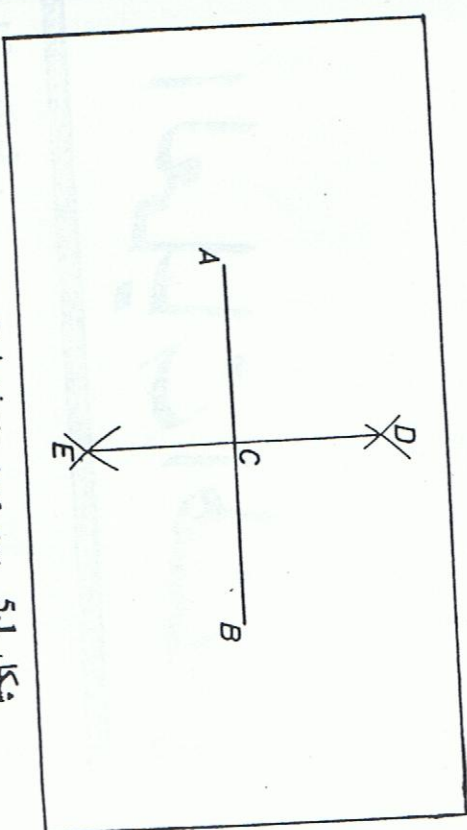
## 5.1 مقدمة .

يستند الكثير من الرسوم الهندسية اساسا على العمليات الهندسية وعلى كل رسام التعرف عليها كي يصبح قادرا على تطبيقها عند اعداد الرسم الهندسي .  
لنوضح هذا الفصل بعض العمليات الهندسية المهمة التي يتكرر استعمالها في الرسم الهندسي ، وعلى الطالب التعرف عليها واتقانها لاجلها باستمرار . اما بعض العمليات السهلة كرسم عمود من نقطة على مستقيم ورسم المثلث والمربع وغيرها لك استغني عن ذكرها لسهولة رسمها وعدم الحاجة الى توضيحها .



## 5.2 رسم عمود منتصف لـ مستقيم .

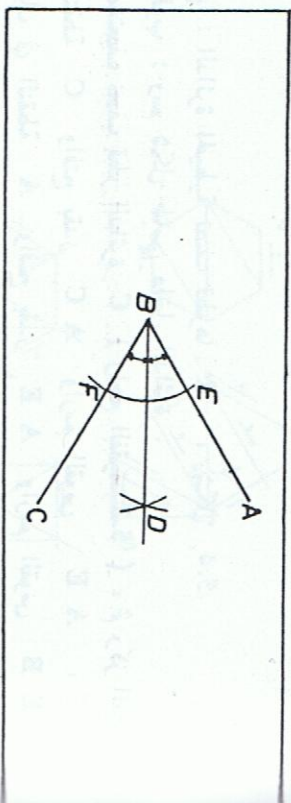
المطلوب : المستقيم  $A B$  ، شكل 5.1 .  
المطلوب : رسم عمود منتصف للمستقيم  $A B$  .  
ارسم من طرفي المستقيم اقواسا بنصف قطر مناسب واكبر من نصف طول المستقيم .  
ان الخط الواصل بين نقطتي تقاطع الأقواس  $D$  و  $E$  يبين منتصف المستقيم  
في  $C$  ويكون عمودا عليه ، شكل 5.1 .



شكل 5.1 رسم عمود منتصف لمستقيم .

## 5.3 تصنيف زاوية .

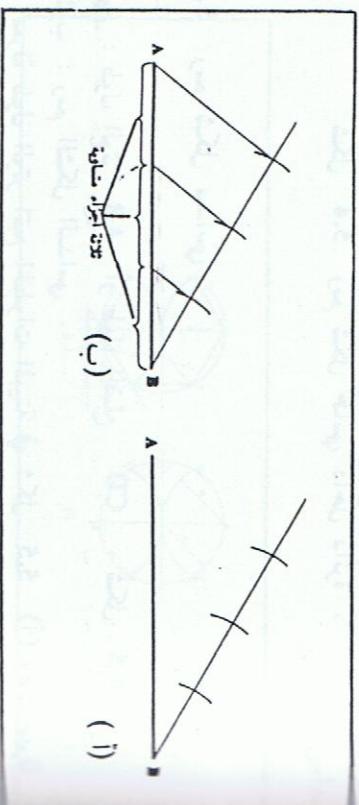
المطلوب . الزاوية  $A B C$  ، شكل 5.2 .  
المطلوب : تصنيف الزاوية  $A B C$  .  
من نقطة  $B$  ارسم قوسين بنصف قطر مناسب بحيث يقطع ضلعي الزاوية في  
 $E$  و  $F$  ارسم قوسين من  $E$  و  $F$  بنصف قطر اكبر بقليل من نصف  
المادة  $E F$  ليقتاطان في  $D$  . ان المستقيم  $B D$  هو منتصف للزاوية  $A B C$   
شكل 5.2



شكل 5.2 تصنيف زاوية .

## 5.4 تقسيم مستقيم الى أجزاء متساوية .

المطلوب : المستقيم  $A B$  ، شكل 5.3 .  
المطلوب : تقسيم المستقيم  $A B$  الى اجزاء متساوية .  
ارسم خط تقسيم من احد طرفي المستقيم  $A B$  وزاوية مناسبة من طرف التقاطع  
بين على خط التقسيم مسافات مناسبة ومتساوية في الطول بواسطة المسطرة او  
لرجال التقسيم وبعدد الاجزاء المطلوبة ، ولكن ثلاثة اجزاء ، شكل 5.3 (أ) .  
ارسل نقطة اخر جزء في خط التقسيم مع نهاية المستقيم ثم ارسم خطوط موازية من  
الخط التقسيم لتحصل على تقسيم المستقيم  $A B$  الى ثلاثة اجزاء متساوية ، شكل  
5.3 (ب) .



شكل 5.3 تقسيم مستقيم الى ثلاثة اجزاء متساوية .



The image displays four orthographic projections of a hexagonal prism, labeled (a) through (d):

- (a) **Front View:** A regular hexagon with a horizontal top edge. It is divided into six equilateral triangles by lines from the center to each vertex. The top and bottom edges are labeled 'p'.
- (b) **Top View:** A regular hexagon with a vertical right edge. It is divided into six equilateral triangles by lines from the center to each vertex. The right and left edges are labeled 'p'.
- (c) **Left Side View:** A rectangle with a horizontal top edge and a vertical left edge. It is divided into four right-angled triangles by lines from the center to each corner. The top and bottom edges are labeled 'p'.
- (d) **Isometric View:** A 3D representation of the hexagonal prism. The top face is a regular hexagon, and the bottom face is a regular hexagon. The edges are labeled 'p'. The angles between the edges are marked as  $30^\circ$  and  $60^\circ$ .

5.7 رسم شكل سداسي داخل دائرة نصف قطرها معلوم

75

74



5.10 رسم قوس بين قوس آخر أو مستقيم وغير من نقطة معينة.

أ - المعلوم : المستقيم AB ، النقطة P ، نصف القطر R ، شكل

5.9 (أ)

المطلوب : رسم قوس بنصف القطر R بين المستقيم AB وغير بالنقطة P .  
ارسم الخط الموازي DE للمستقيم AB على مسافة R منه . من النقطة P ارسم قوس بنصف قطر R . نقطة تقاطع القوس مع الخط DE هي مركز القوس المماس ، شكل 5.9 (أ) .

ب - المعلوم : المستقيم AB ، نقطة المماس Q ، النقطة P ،

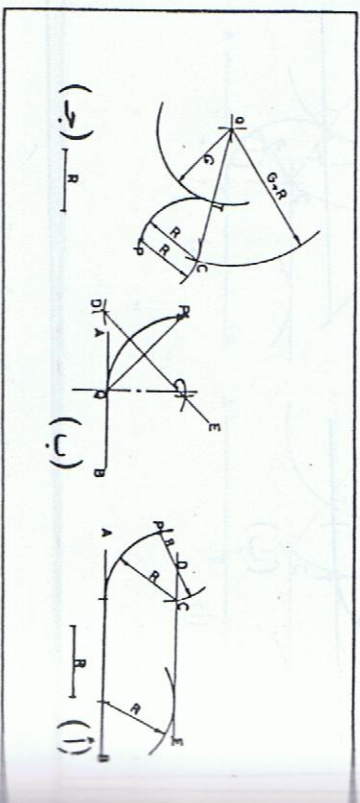
المطلوب : رسم قوس بين المستقيم AB في النقطة Q وغير بالنقطة P .

اوصل P و Q ثم ارسم العمود النصف DE (راجع فقرة 5.2) . من النقطة Q اقم عمود على المستقيم AB . نقطة التقاطع C هي مركز القوس المماس ، شكل 5.9 (ب) .

ج - المعلوم : القوس G من المركز Q ، النقطة P ، نصف القطر R .

المطلوب : رسم قوس بنصف قطر R بين القوس G وغير بالنقطة P .

ارسم قوس من النقطة P بنصف قطر R . ارسم قوس من النقطة Q بنصف قطر R + G . ان نقطة تقاطع القوسين C هي مركز القوس المماس ، شكل 5.9 (ج) .



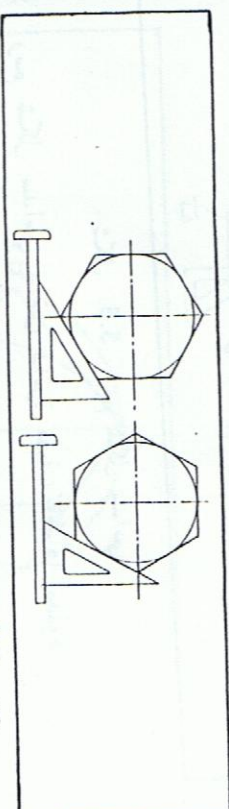
شكل 5.9 رسم قوس بين قوس آخر أو مستقيم وغير من نقطة معينة .

5.8 رسم شكل سداسي خارج دائرة

المعلوم : الدائرة الداخلية ونصف قطرها R .

المطلوب : رسم شكل سداسي خارج الدائرة .

ارسم خطي مركز الدائرة . وباستعمال المثلث ذو الـ  $60^\circ \times 30^\circ$  مع مسطرة الحرف T- ارسم عمادات للدائرة كما موضح في شكل 5.7 لتحصل على الشكل السداسي المطلوب .



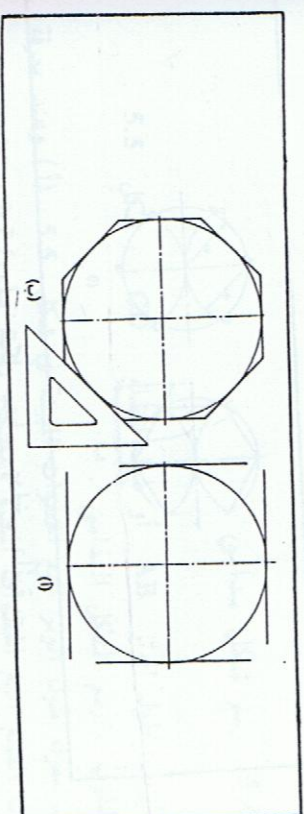
شكل 5.7 رسم شكل سداسي خارج دائرة .

5.9 رسم شكل ثنائي خارج دائرة .

المعلوم : الدائرة الداخلية نصف قطرها R .

المطلوب : رسم شكل ثنائي خارج الدائرة .

باستعمال مسطرة الحرف T- والمثلث ذو الـ  $45^\circ$  ارسم الاضلاع الثانية كعمادات للدائرة ، كما مبين في شكل 5.8 (أ) و (ب) .



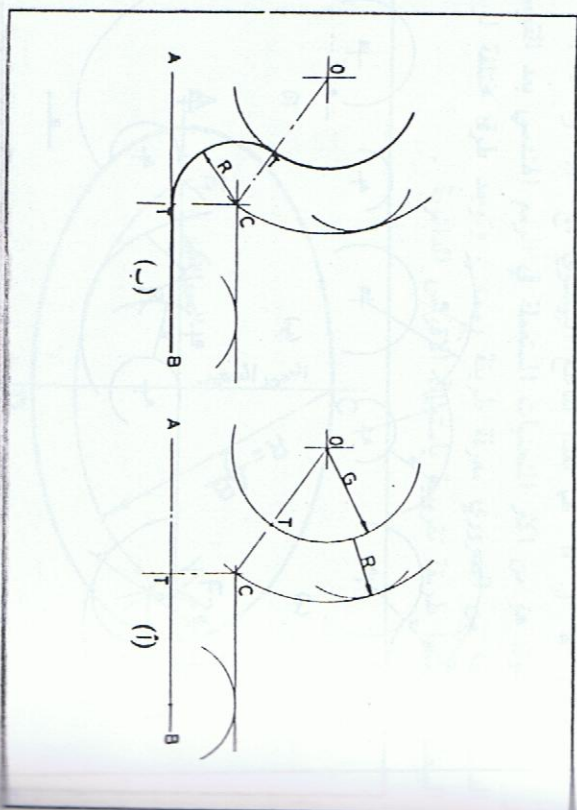
شكل 5.8 رسم شكل ثنائي خارج دائرة .



## 5.12 رسم قوس يس قوسا اخر وخط مستقيم .

المعلوم : قوس نصف قطره  $G$  ، الخط المستقيم  $AB$  ، نصف القطر  $R$  ،  
شكل 5.11 (أ) .

المطلوب : رسم قوس بنصف قطر  $R$  يس القوس  $G$  والخط المستقيم  $AB$  .  
ارسم مستقيم موازي للمستقيم  $AB$  وعلى مسافة  $R$  منه ثم ارسم قوس موازي للقوس  $G$  وعلى بعد  $R$  منه ايضا . ان نقطة التقاطع  $C$  هي مركز القوس المماس ، شكل 5.11 (ب) . من  $C$  اقم عمود على المستقيم  $AB$  للحصول هل نقطة التماس  $T$  ، اوصل المركزين  $C$  و  $O$  للحصول على نقطة التماس الثانية  $T$  . من المركز  $C$  ارسم القوس المماس بنصف القطر  $R$  بين تقاطعي التماس ، شكل 5.11 (ب) .

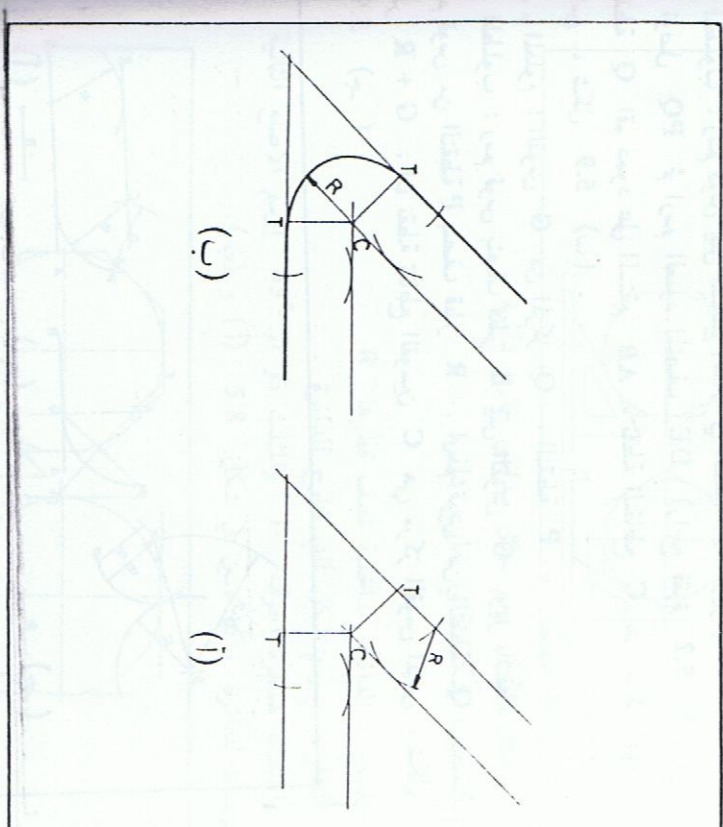


شكل 5.11 رسم قوس يس قوسا اخر وخط مستقيم .

## 5.11 رسم قوس يس مستقيمين متقاطعين .

المعلوم : مستقيمين متقاطعين . نصف القطر  $R$

المطلوب : رسم قوس بنصف القطر  $R$  يس المستقيمين المتقاطعين  
ارسم خطين موازيين للمستقيمين المتقاطعين وعلى مسافة  $R$  منها ، شكل 5.10 (أ) . نقطة تقاطع الخطين هي مركز القوس المماس . من  $C$  اقم عمودين على المستقيمين لتحديد تقاطعي التماس  $T$  ثم ارسم القوس المماس بنصف قطر  $R$  بين تقاطعي التماس ، شكل 5.10 (ب) .



شكل 5.10 رسم قوس يس مستقيمين متقاطعين .



5.14 البيضوي ( Ellips ) . البيضوي عبارة عن منحنى مغلق يقع ضمن سطح مستوى ويتولد من حركة نقطة ، بحيث يكون مجموع المسافتين من تلك النقطة الى نقطتين معلومتين هما  $F_1$  و  $F_2$  ( تسميان البؤرة ) كمية ثابتة . ان هذه الكمية تساوي طول المحور الكبير ، شكل 5.13 .

ان المحور الصغير هو خط عمود على المحور الكبير ومار بالمرکز .

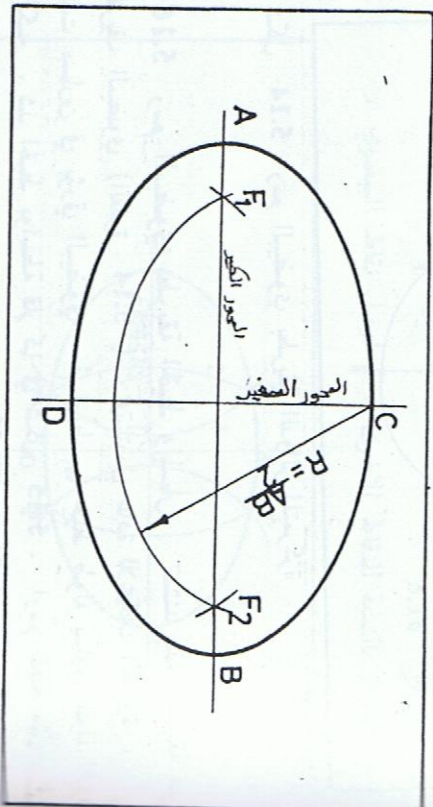
لتعيين البؤرة يقطع المحور الكبير بقوس دائري نصف قطره يساوي نصف المحور الكبير ومركزه احدى نهايتي المحور الصغير .

مادة البيضوي في حالة تطابق مركز البيضوي مع نقطة تقاطع الاضلاعين X و Y هي :

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

حيث ان a و b هما بعدا تقاطع البيضوي مع X و Y .

ان البيضوي هو من اكر المنحنيات المستعملة في الرسم الهندسي بعد القوس الدائري ، لذا من الضروري معرفة طريقة رسمه . وتوجد طرق مختلفة لرسم البيضوي ، منها طريقة تقريبية باستعمال الاقواس الدائرية .



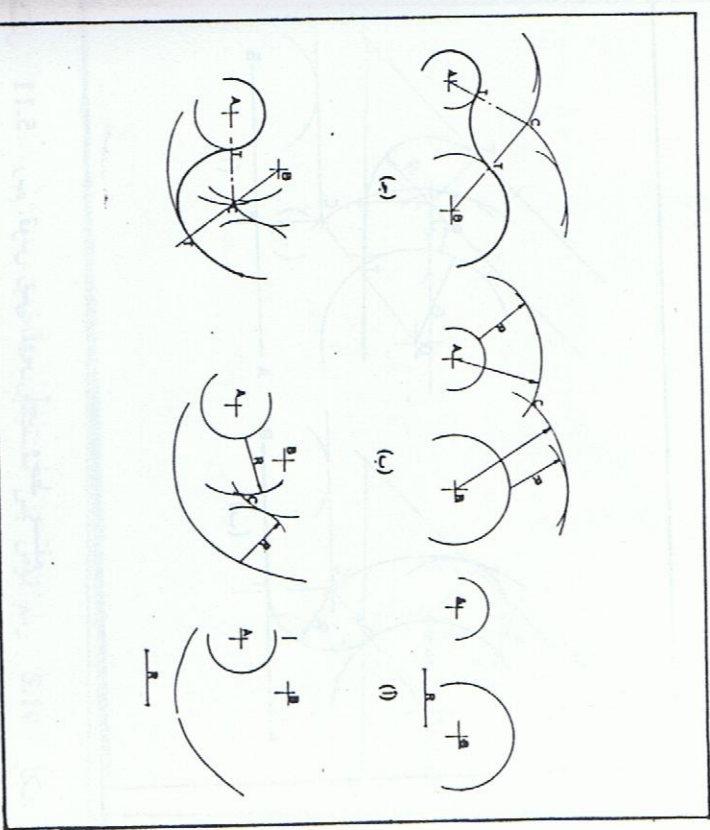
شكل 5.13 البيضوي -

### 5.13 رسم قوس يس قوسين آخرين .

المعلوم : القوسين ذو المركزين A و B ، نصف القطر R ، شكل 5.12 .

(أ) المطلوب : رسم قوس بنصف قطر R يس القوسين المعلومين .

من المركزين A و B اسم قوسين موزاين للقوسين المعلومين ، وعلى بعد R منها ، شكل 5.12 (ب) ، ان نقطة تقاطع هذين القوسين هي مركز القوس المماس . اوصل المركزين A و C وكذلك B و C لتحصل على نقطتي التماس T ، ثم ارسم القوس المماس بين نقطتي التماس ، شكل 5.12 (ج) .

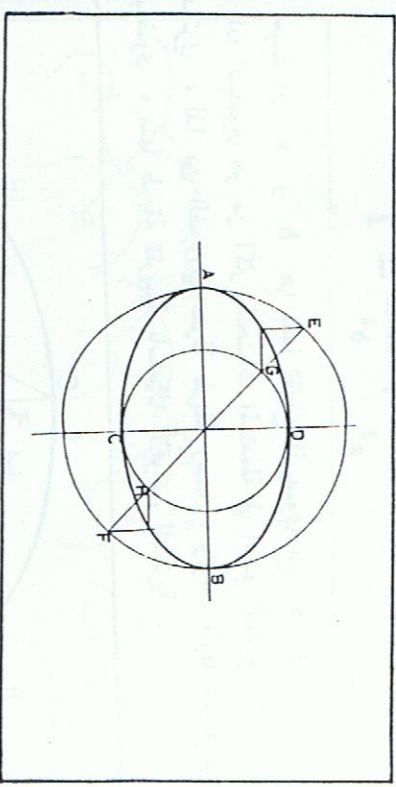


شكل 5.12 رسم قوس يس قوسين آخرين .



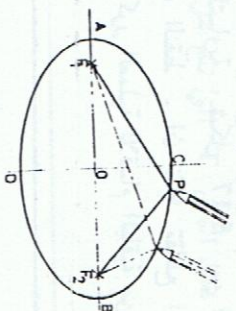
## 5.15 رسم البيضوي بطريقة الدوائر المتحركة .

ارسم دائرتين من مركز البيضوي ، قطريهما يساوي طول المحور الصغير والمحور الكبير للبيضوي . ان رسم اي خط مستقيم يمر بالمركز ، مثل  $EF$  يقطع كلا من الدائرتين في نقطتين مثل  $E$  و  $F$  ،  $G$  و  $H$  من  $E$  و  $F$  ارسم خطين موازيين للمحور الكبير  $AB$  . ان نقطتي تقاطع هذه الخطوط تعين نقطتين للبيضوي ، شكل 5.14 . وبتكرار هذه العملية يمكن الحصول على مجموعة نقاط تعطي عند توصيلها البيضوي المطلوب .



شكل 5.14 رسم البيضوي بطريقة الدوائر المتحركة .

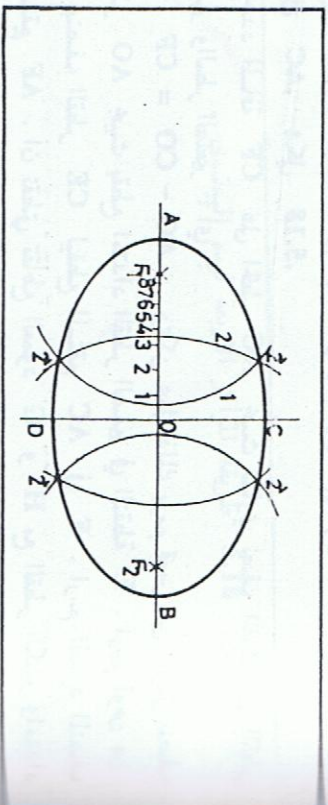
5.16 رسم البيضوي بطريقة الخيط والمسار . تستند هذه الطريقة على تعريف البيضوي (الفقرة 5.14) ، وتشتمل عادة الاشكال الكبيرة . ثبت مسانين في يورقي البيضوي ، ثم اربط بهما خيط طوله يساوي طول المحور الكبير . شد الخيط بواسطة قلم كما في شكل 5.15 . ارسم نقطة مثل  $P$  لتكون احدى نقاط البيضوي . وعند حركة القلم مع الخيط نحصل على البيضوي الكامل .



شكل 5.15 رسم البيضوي بطريقة الخيط والمسار .

5.17 رسم البيضوي من القطر الكبير ونقطتي البؤرة . علم عدد من النقاط على القطر الكبير بين المركز والبؤرة . يفضل ان تكون النقاط القريبة من البؤرة على مسافات متقاربة اكثر . شكل 5.16 . ان كل نقطة من هذه النقاط تعطي اربعة نقاط للبيضوي كما يلي ، شكل 5.16 :  
ابدا بالرسم من اية نقطة ، لتكن النقطة 2 . ركن الفرجال في البؤرة  $F1$  وارسم قوس بنصف قطر  $A2$  (المسافة بين النقطة 2 ونهاية القطر الكبير) ثم ارسم من البؤرة  $F2$  قوس بنفس البعد . ارسم قوس من البؤرتين  $F1$  و  $F2$  بنصف قطر  $B2$  . ان نقاط تقاطع هذه الاقواس تعطي اربعة نقاط  $2'$  للبيضوي ، شكل 5.16 .

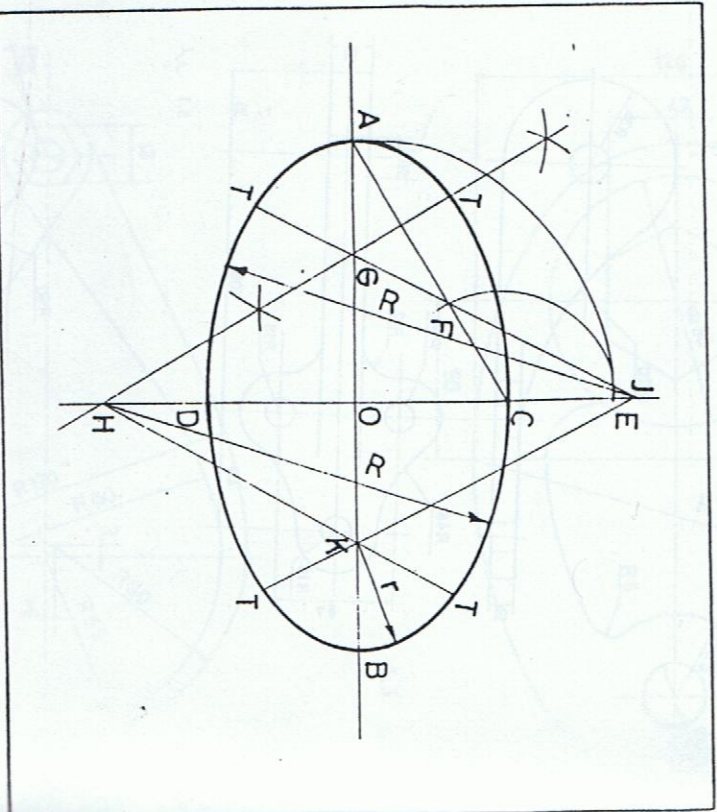
كرر هذه العملية بالنسبة للنقاط الاخرى ، ثم اوصل نقاط البيضوي .



شكل 5.16 رسم البيضوي من القطر الكبير ونقطتي البؤرة .

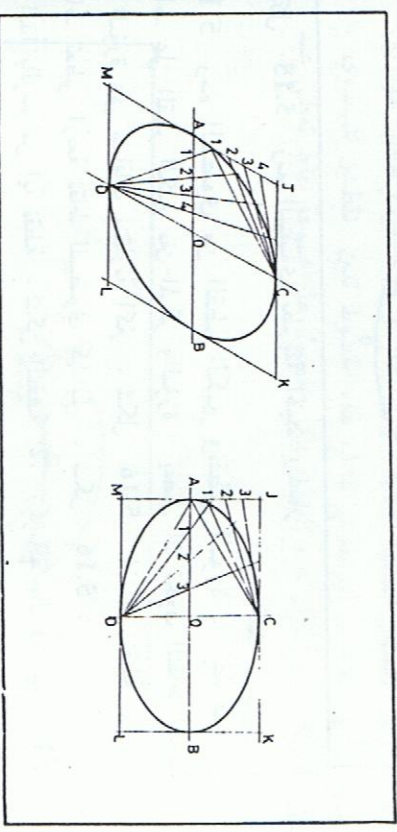


من المراكز الاربعية ، ارسم اقواس دائرية بنصف قطر R و r . لزيادة دقة الرسم ، يمكن تحديد نقاط التماس T التي تقع على امتداد المخطوط الواصلة بين مراكز الاقواس .



شكل 5.18 طريقة المراكز الاربعية لرسم البيضوي .

5.18 رسم البيضوي داخل متوازي الاضلاع . قسم المسافة AO و AL الى نفس العدد من المسافات المتساوية ، شكل 5.17 . من النقطتين C و D ارسم خطوط رفيعة تمر بهذه النقط . ان نقاط تقاطع الخطوط المارة بنفس الارقام هي نقاط للبيضوي . كرر العملية للاقسام الباقية من البيضوي ثم اوصل النقاط .



شكل 5.17 رسم البيضوي داخل متوازي الاضلاع .

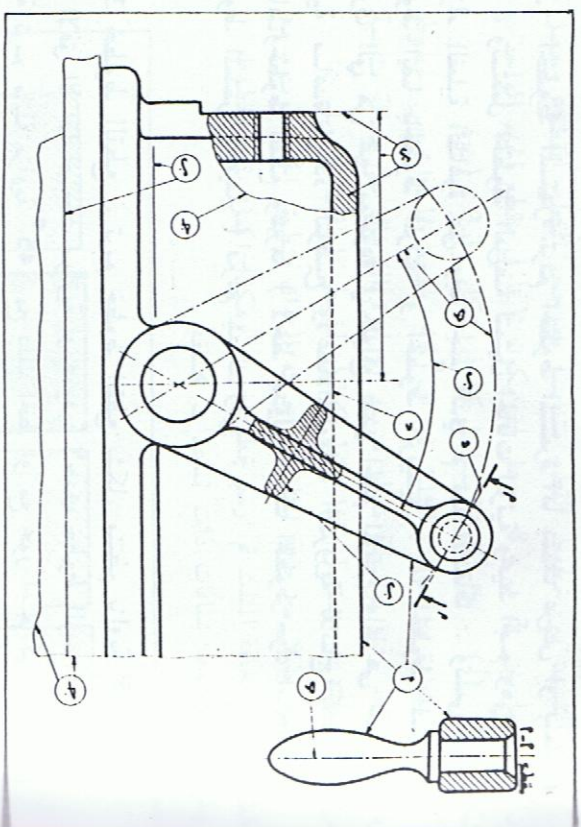
5.19 طريقة تقريبية لرسم البيضوي . لكثير من الأغراض يمكن الاكتفاء بطريقة تقريبية لرسم البيضوي باستعمال الفرجال كما يلي (تسمى هذه الطريقة بطريقة المراكز الاربعية) : ارسم قطري البيضوي AB و CD ثم اوصل AC ، شكل 5.18 .

حدد المسافة CF على الخط AC بحيث تساوي نصف الفرق بين القطر الكبير والقطر الصغير ، اي :

$$AO - CO = CF$$

القطر AO والقطر الصغير CF . ويمكن عمل ذلك برسم قوس من المركز بنصف القطر AO بحيث يقطع امتداد القطر الصغير في النقطة E . ارسم قوس من C بنصف القطر CE ليقطع المستقيم AC في F . ارسم الممود المنصف للمستقيم AF . ان تقاطع تقاطع الممود G و H مع القطر الكبير وامتداد القطر الصغير هما مركزين لقوسين من البيضوي . ويمكن الحصول على المركزين الآخرين J و K باخذ  $OK = OG$  و  $OJ = OH$  .





شكل 3.1 شكل نموذج بين رسم انواع الخطوط المختلفة .

كما مبين في الجدول ، ترسم الخطوط بأشكال مختلفة وهي :

- الخط المستمر
- الخط المتموج
- الخط المتقطع
- الخط التماس
- الخط السيك
- الخط متوسط السمك
- الخط الرقيق

وتعمل ثلاثة انواع من الخطوط المختلفة من حيث السمك وهي :

- الخط المتوسط السمك
- الخط الرقيق
- الخط السمك

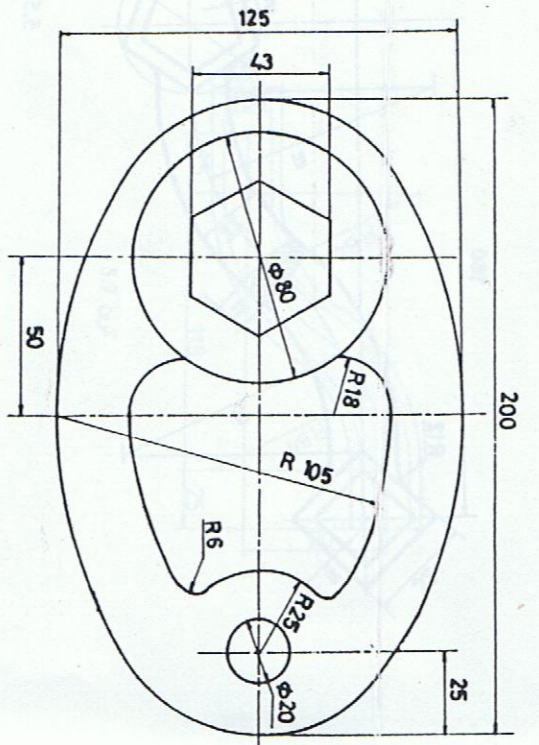
يحدد سمك الخط الرئيسي د من عتاما لمقامس ورقة الرسم مع الاخذ بنظر الاعتبار درجة تعقيد الرسم والنسبة التي سوف يصغر بوجيها الرسم عند الطبع ، اما اريد التصغير ، على ان لا يقل عن 0.4 مم . اما سمك الخط المتوسط والخط الرقيق فيتناسب مع سمك الخط العريض كما هو موضح في جدول 3.1

نموذج الخط (الامداد باللمترات)	صنف الخط	سمك الخط	امثلة التطبيق
(أ)	مستمر (سيك)	س	خطوط المبدأ وخطات الترتيب
(ب)	متموج (رقيق)	$\frac{2}{3}$ الى $\frac{3}{2}$	خطوط الامداد وخطوط الترتيب . خطوط السطح المقنونة . الخطوط المبدأية للاجزاء الموزدة . الخطوط المبدأية للتحالف للدارة . خطوط تحديد مواقع المحي
(ج)	مستمر متموج (رقيق)	$\frac{2}{3}$ الى $\frac{3}{2}$	حدود المناطق او المناطق الموزدة
(د)	متقطع (متوسط السمك)	$\frac{2}{3}$ الى $\frac{3}{2}$	الخطوط المبدأية وخطات الترتيب
(هـ)	متقطع (رقيق)	$\frac{2}{3}$ الى $\frac{3}{2}$	خطوط التركيز والفرقة . المواقع الموزدة للاجزاء الموزدة
(و)	متقطع (رقيق/سيك)	$\frac{2}{3}$ الى $\frac{3}{2}$	تسميد سخانات القلي
(ز)	متقطع (سيك)	س	اشارات السطح التي تنس بخطات عامة

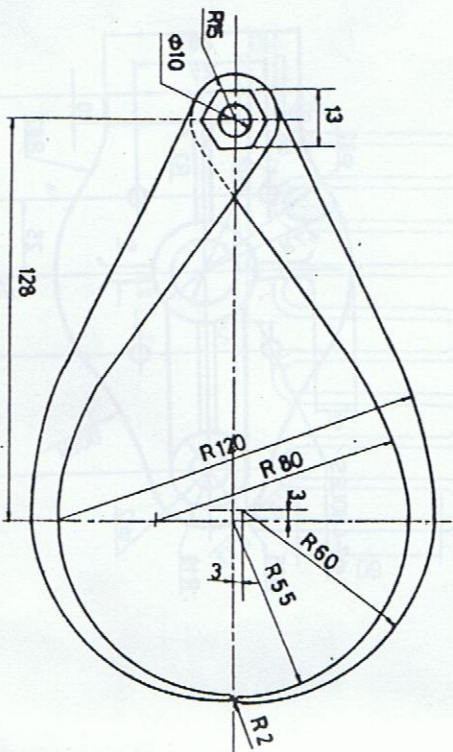


## 5.20 تمرين في رسم الاشكال الهندسية .

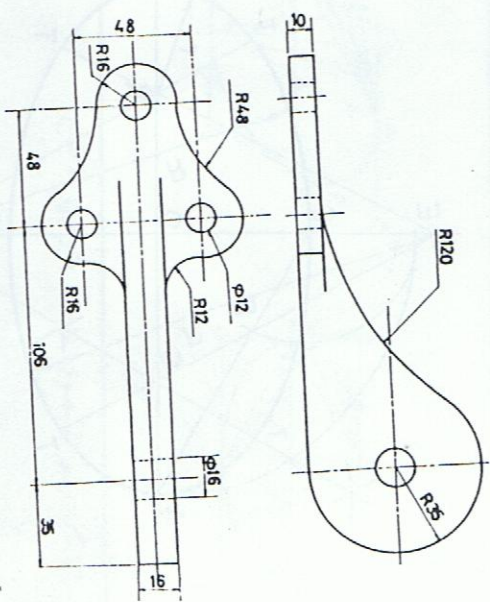
ارسم التارين 5.1 الى 5.6 مع العناية التامة بدقة الرسم . لاحظ نقاط التماس وتجنب اظهار نتوءات مشوهة للرسم عند هذه النقاط .



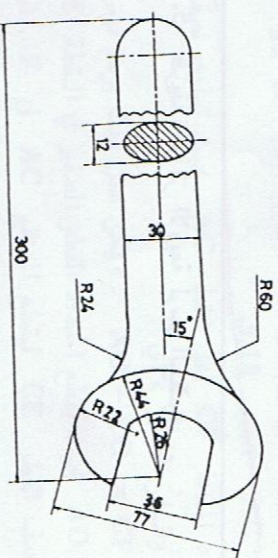
تمرين 5.3



تمرين 5.4



تمرين 5.1

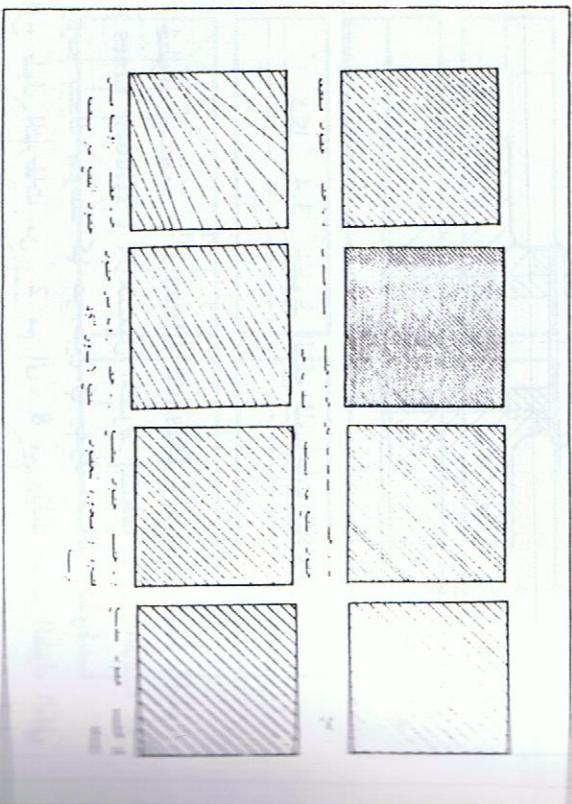


تمرين 5.2



يكون التباعد بين خطوط التقطع متناسبا مع حجم السطح المقطوع ويفضل ان يتراوح ما بين 3 سم و 8 سم على ان يكون ثابتا في مقطع الجزء الواحد ، شكل 3.3 (أ) ، ولا يكون متباينا كما في شكل 3.3 (ب) .  
يمكن الاستنادة من حافات المثلث ذو الـ  $45^\circ$  لضبط المسافات بين الخطوط وذلك بغير خط رفيع بواسطة مسار مدبب او ابرة الفرجال على مساق مناسبة من حافة المثلث . ويتعمل هذا الخط كدليل لضبط المسافات كما يلي :

ارسم خطا مثلا مع حافة المثلث ثم حركه الى ان ينطبق الخط المرسوم مع الخط الفجور في حافة المثلث ثم ارسم خطا اخر ، وهكذا اكمل بقية الخطوط ويمكن حفر خطوط بمسافات ذات تباعدات مختلفة .

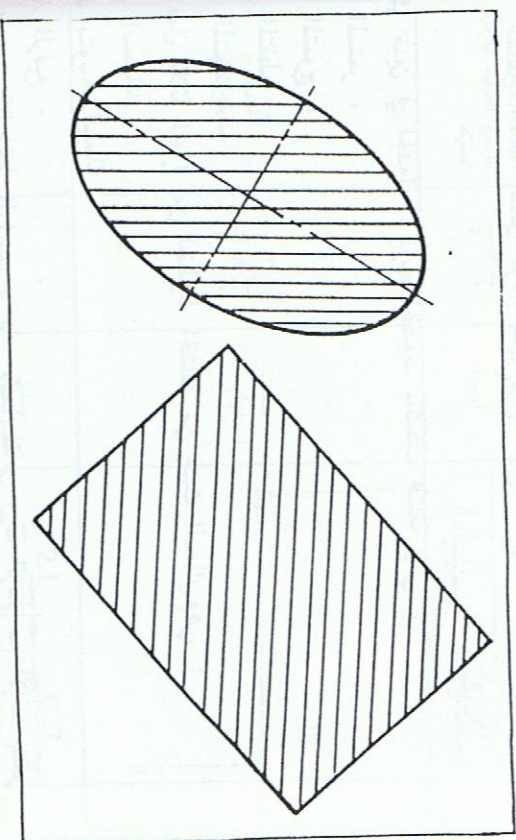


شكل 3.3 خطوط التقطع والأخطاء الناتجة عند رسمها

- يجب رسم خطوط التقطع بمسافات متقاربة جدا كما في شكل 3.3 (ج) .
- يجب ان تكون خطوط التقطع مستمرة وغير متقطعة كما في شكل 3.3 (د) .
- يجب ان يكون الفرق واضحا بين سمك الخطوط الرئيسية وخطوط التقطع (هـ) شكل 3.3 (هـ) .

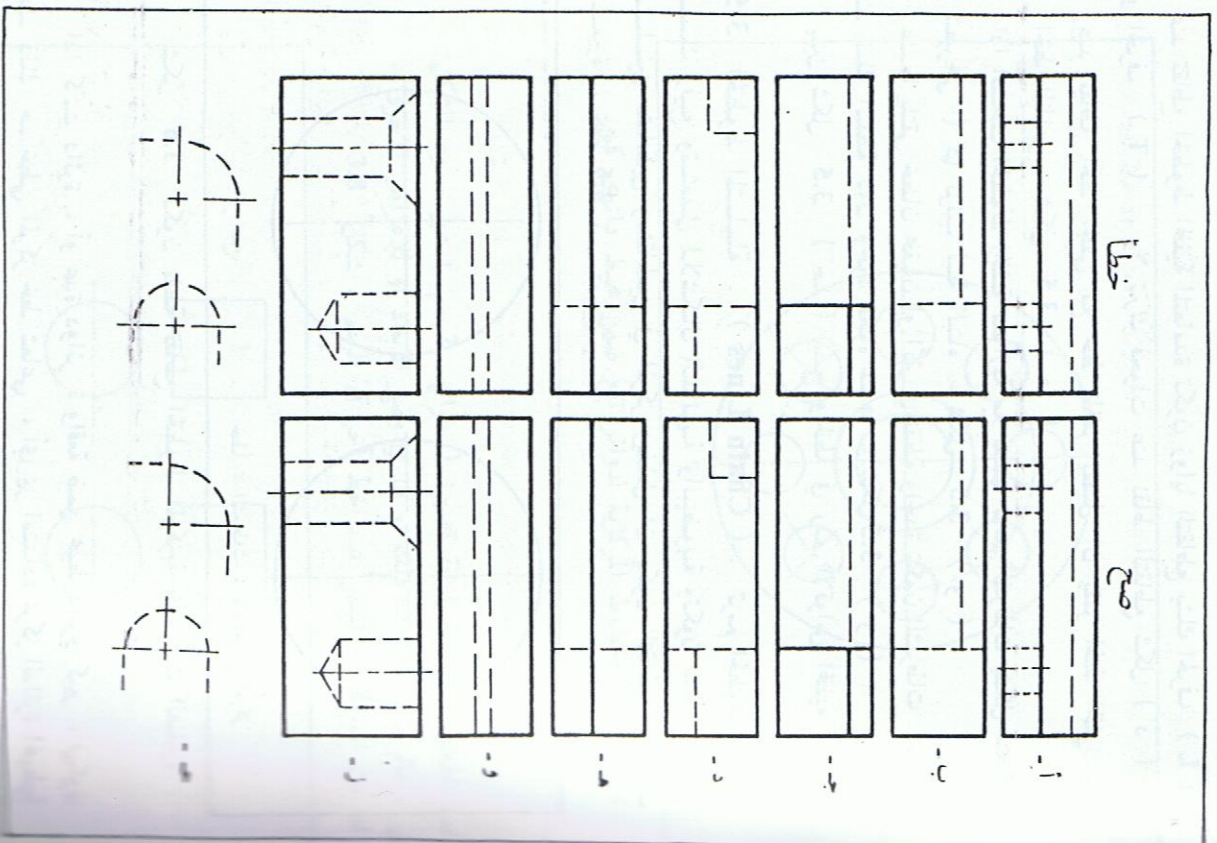
3.2 الخطوط المستمرة: ترسم الخطوط المستمرة اما بسمك عريض او بسمك رفيع ، وتستعمل الخطوط الرفيعة لتمثيل الحافات المرئية وخطوط الجسم وهي تمثل الأجزاء الفعلية الظاهرة على وجه الجسم الذي تم منه الإسقاط . وتسمى هذه الخطوط ايضا بالخطوط المرئية او الخطوط الرئيسية . اما الخطوط المستمرة الاخرى التي هي غير موجودة في الواقع ضمن الجسم المرسوم وانما هي خطوط اضافية مساعدة لزيادة التوضيح وإعطاء الملمومات الضرورية للنتاج والخطوط الأبعاد وخطوط التقطع وغيرها ( لاحظ جدول اصناف الخطوط حول استعمالات الخطوط المستمرة الرفيعة ) فترسم بسمك رفيع .

3.3 خطوط التقطع : ترسم خطوط التقطع بشكل منتظم بزاوية  $45^\circ$  مع خط الافق الا اذا اصبحت موازية او عمودية لاحدى خطوط الرسم ، وفي هذه الحالة ترسم مائلة بزاوية  $45^\circ$  مع ذلك الخط او مع محور الجسم كما في شكل 3.2 .



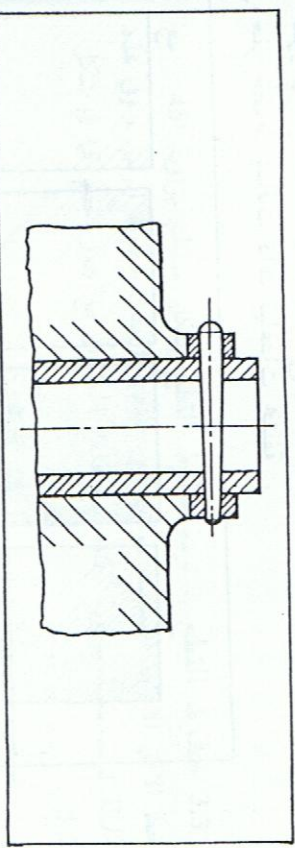
شكل 3.2 اتجاه خطوط التقطع للاشكال المائلة .  
• تجنب رسم خطوط تقطع موازية لخط الجسم او خط المحور «





شكل 3.5 الخطوط المتقطعة والأخطاء الشائعة عند رسمها .

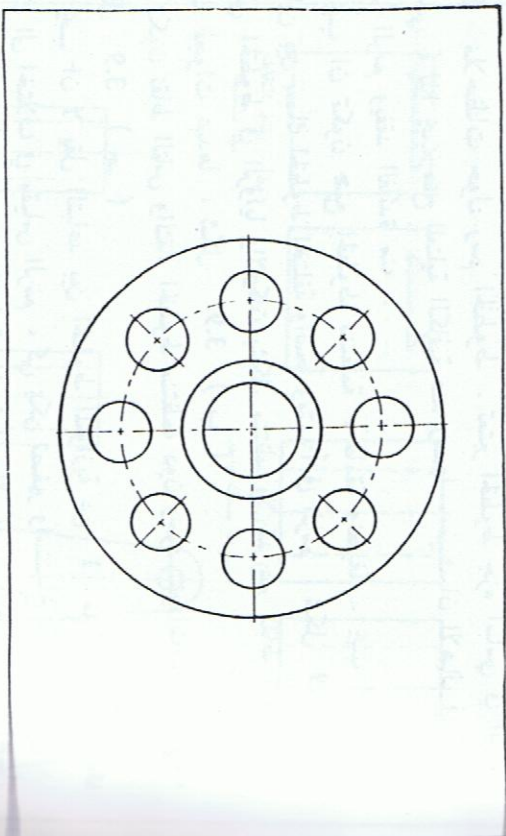
يجب ان يصل امتداد خطوط التقطع الى الخطوط الرئيسية دون تجاوزها او وجود مجال بينها كما في شكل 3.3 ( و ) .  
 ان زاوية خطوط التقطع هي 45° ولا ترسم بزوايا اخرى كما في شكل 3.3 ( ز ) ، او بصورة غير منتظمة كما في شكل 3.3 ( ح ) .  
 في حالة رسم التقطع لمساحات كبيرة ، يمكن الاكتفاء باظهار خطوط التقطع عند المنطقة المجاورة لحدود الجزء المقطوع اذا كان ذلك لا يؤثر في وضوح الرسم ، شكل 3.4 .



شكل 3.4 خطوط التقطع للمساحات الكبيرة .

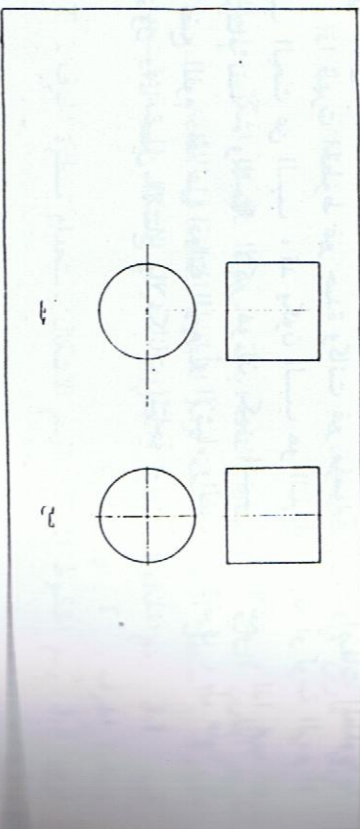
3.4 الخطوط المتقطعة . ( Dashed Lines ) . وتسمى ايضا بالخطوط الخفية ( Hidden Lines ) . تتمثل الخطوط المتقطعة لتمثيل الحافات غير المرئية وترسم بسبك متوسط كما هو مبين في جدول اصناف الخطوط .  
 يتراوح طول الشرطات من 2 مم الى 8 مم وذلك حسب الطول الكلي للخط ، وتكون متساوية في رسم الخط الواحد ، شكل 3.5 ( أ ) . ان مقدار المجال الموجود بين الشرطات قليل نسبيا ويتراوح بين 1 مم الى 2 مم حسب طول الشرطة .  
 تبدأ وتنتهي الخطوط المتقطعة بشرطات متصلة بالخطوط الخفية او الظاهرة التي تبدأ منها كما في شكل ( ب ) ، الا اذا كانت تقع على امتداد خط ظاهر ، فترك عندها فجوة صغيرة وذلك مناسا للانساس بين الخط الظاهر والخط الخفي شكل ( ج ) .





شكل 3.7 الخطوط المركزية لدوائر تقع ضمن محيط دائري كبير .

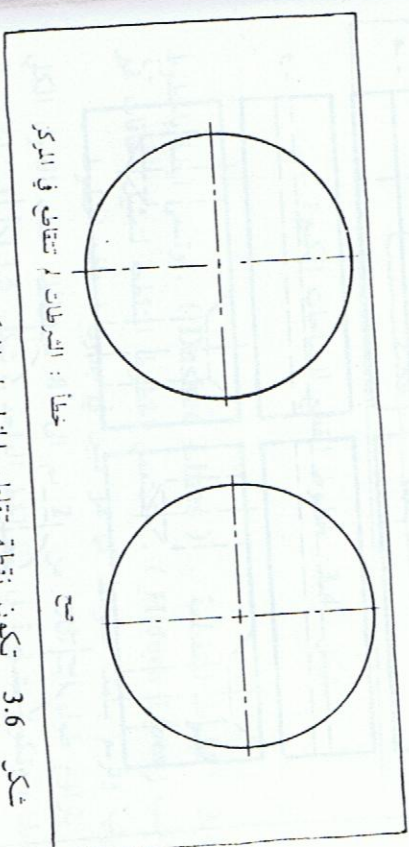
لده الخطوط المركزية لمسافة قصيرة ( حوالي 2 مم ) عبر حدود الشكل الذي ، مالم يتطلب خلاف ذلك ، كما في وضع الأبعاد أو للأغراض الأخرى ، ولا لده بين المساط أو تنتهي عند خط آخر في الرسم ، شكل 3.8 .



شكل 3.8 الصح واخطأ في رسم الخطوط المتسلسلة .

صح احطوط اعطيه المتعامدة تكون زوايا التقاطع بشكل الحرف ( L ) أو الحرف ( T ) . ولا تترك فجوات عند نقاط التقاطع شكل ( د ) . عند تقاطع الخط الخفي مع خط ظاهر يفضل ان يفتقر الخط الخفي عبر الخط الظاهر ، شكل 3.5 ( هـ ) . إذا أصبحت الخطوط الخفية متوازية مع بعضها ترسم الشروط بشكل متعاقب ( شطرنجي ) كما ترتب لبنة البناء ، شكل 3.5 ( و ) . عندما يلتقي خطان خفيان أو أكثر في نقطة واحدة تكون الشروط متصلة عند تلك النقطة دون وجود فجوة عندها ، شكل 3.5 ( ز ) . بين شكل 3.5 ( ح ) الصح واخطأ في رسم الأقواس الخفية .

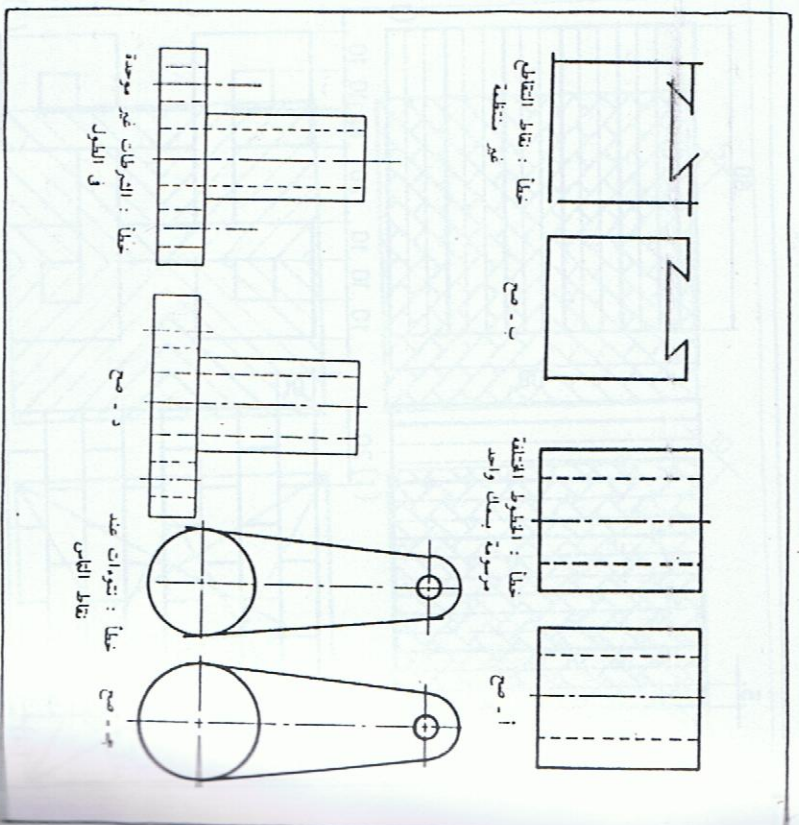
3.5 الخطوط المتسلسلة . ( Chain Lines ) . ترسم الخطوط المركزية بحمك ربيع وتستعمل للأشكال الدائرية والبيضاوية وتكون بشكل خطين متساويين ومتقاطعين في المركز ويفضل ان يكون التقاطع بالشروط الصغيرة . شكل 3.6 .



شكل 3.6 تكون نقطة تقاطع الخطوط المركزية بالشروط الصغيرة .

إذا كنت دائرة ، أو عدة دوائر ، واقعة ضمن محيط دائري كبير ، فيكون عند ذلك حد خطي المركز خط شعاعي ، أي يتر امتداده بمركز الدائرة المحيطة . أما خط المركز الثاني فيكون قوس دائري مركزه يقع في مركز الدائرة المحيطة كما في شكل 3.7 .





شكل 3.9 الأخطاء الشائعة عند رسم الخطوط.

3.7 تمارين في رسم الخطوط.

أرسم التمارين التالية مع العناية التامة بدقة الرسم . اضبط اشكال واسماك الخطوط . استعمل الأقلام المناسبة لرسم الخطوط المختلفة في السمك .  
 3.1 أرسم الخطوط الأفقية والعمودية . أرسم الاشكال المبينة باستخدام مسطرة الحرف - T والمثلث .  
 3.2 أرسم الخطوط المائلة . أرسم الاشكال باستخدام مسطرة الحرف - T والمثلث .

3.3 أرسم الدوائر والاقواس الدائرية.

3.6 ملاحظات حول رسم الخطوط . تعتبر الخطوط جزءاً أساسياً في الرسم الهندسي ، لذا يجب منح العناية الكافية عند رسمها ، حيث أن الأخطاء في ذلك يفسد الرسم ويقتد الفائدة منه .

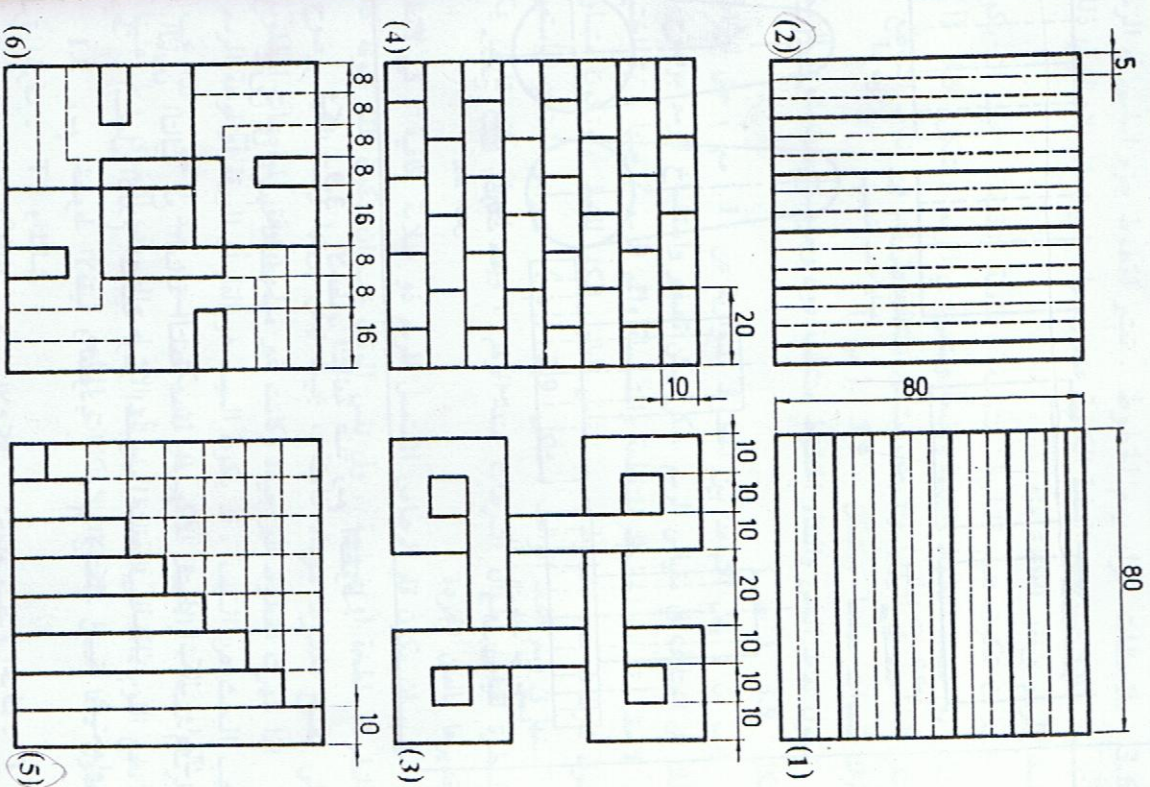
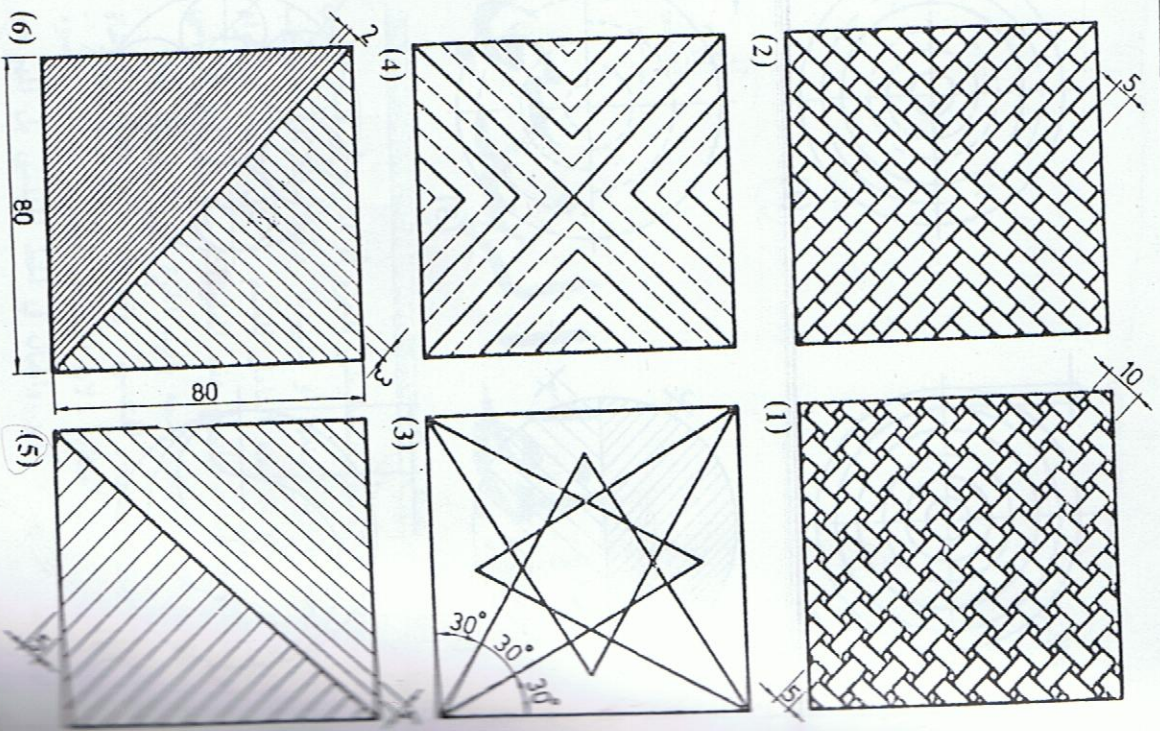
يجب أن تكون جميع الخطوط منتظمة ، غامقة ونظيفة . يجب أن يكون التباين بين سمك الخطوط المختلفة واضحاً ومتميزاً في الرسم ، شكل 3.9 (أ) . تلتقي الخطوط في الزوايا والأركان بشكل منتظم ولا تعد عبر نقاط التقاطع أو تترك فجوات عندها ، شكل 3.9 (ب) .

تكون نقاط التماس والتقاء الخطوط منتظمة دون وجود نتوءات مشوهة للرسم ، شكل 3.9 (ج) .

يجب أن لا يقل التباعد بين الخطوط المتوازية عن 1 سم ، حتى لو أدى ذلك إلى اختلاف في مقياس الرسم ، كي يمكن تصغير واستنساخ الرسم بوضوح . لاحظ مقاسات الخطوط المنتظمة والمتسللة وأتم الرسم بترجيها . يتم اختيار طول شرطات هذه الخطوط حسب مقاس الطول الكلي للخط ، وتكون متساوية فيما بينها في رسم الخط الواحد ، شكل 3.9 (د) . ويوصى المبتدئ باستعمال المسطرة لقياس أطوال الشرطات عند الرسم ، وبعد إجراء بعض تمارين يمكن تقديرها بالعين المجردة .

يجب أن يكون قلم الرصاص المستعمل للرسم ذو صلابة كافية ، كي لا تظهر الخطوط ملطخة أو ضبابية ، وفي نفس الوقت يجب أن يكون القلم ليونة كافية كي تصبح الخطوط سوداء غامقة ، بحيث يمكن رؤيتها واستنساخها بوضوح . إذا ظهرت الخطوط غير جيدة وكانت غير مرسومة وفق المواصفات المطلوبة ، يجب البحث عن السبب ، قد يكون السبب هو القلم أو الورقة أو لوحة الرسم أو الرسام نفسه ، والاحتمال الأكبر هو أن يكون السبب عند الأخير ، لذا يجب أن لانفع اللوم دائماً على أدوات الرسم أو الأشياء والظروف الأخرى ، بل علينا أن نحاول دائماً تحسين الانتاج بالامكانيات المتاحة .





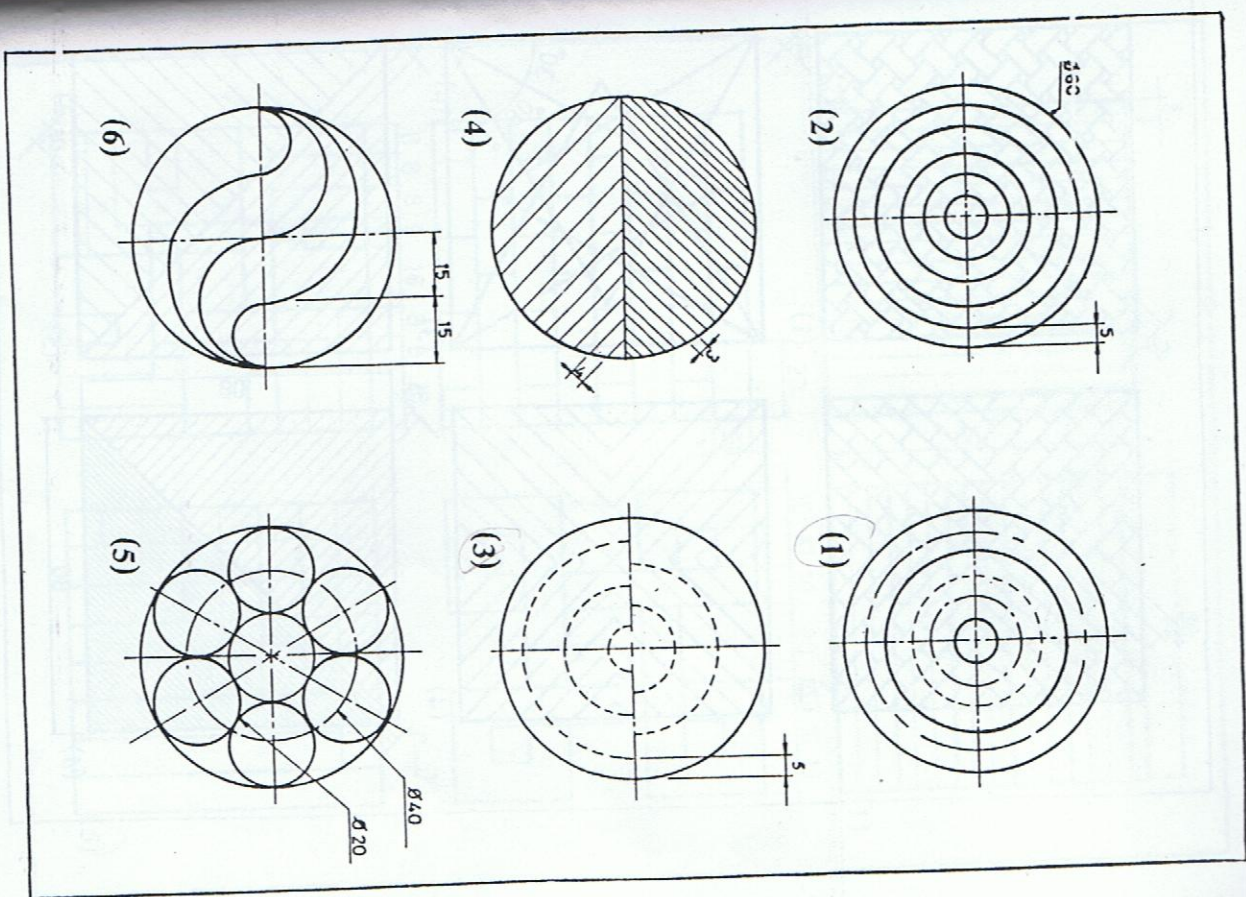
3.1



# الخط الهندسي

مقدمة . ان التمثيل التخطيطي للجزء أو الماكينة أو المبنى يعطي أساساً واحداً للمعلومات المطلوبة لصنعها أو تشييدها ، بالإضافة الى ذلك يجب ان تكون المعلومات اخرى لا كمال الوصف الشامل للجسم ، مثل الأبعاد ، المواد المستخدمة ، نوع الأتعام وغيرها . ولدرج هذه المعلومات يستعمل الخط الهندسي بأسلوب نظامي وموحد يمكن رسمه باليد الحرة بسرعة وسهولة . ان الخط اثر كبير في مظهر الرسم الهندسي ، وقد يفقد الرسم الفائدة المتوخاة منه لو وضع الخط باهالك وبدون اعتناء ، لان الخط غير النظامي قد يسبب سوء فهم القارئ في الرسم . لا يقتصر الفن والجمال في الخط الهندسي بل المهم هو الدقة وسهولة الاداء .

من الطالب يبدأ بتعلم الخط الهندسي منذ بداية عمله في الرسم ويستمر في التدريب على تحسينه العلمي لتزاد خبرته ومهارته في الخط .



تدريب 3.3



