



الرسم الهندسي





كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
جامعة دمشق

الرسم الهندسي

((1))

ميكانيك - كهرباء

الدكتور
نزيه أبو صالح

الدكتور
نبيل مقدسي

الدكتور
محمد بسام شفيق الخباز

غالب جرموكلي

١٤٣٥ - ١٤٣٦ هـ

٢٠١٣ - ٢٠١٤ م

جامعة دمشق



المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد:

إن المبادئ الأساسية والسائدة للتعاون الاقتصادي هي روح التعاون المشترك، والعلم الاختصاصي والمعرفة المهنية هما الشرط الأساسي في بناء الاقتصاد السليم وتحسين مستوى المعيشة. ولقد أدى التطور العلمي والفني خلال عشرات السنين إلى تقريب الشعوب من بعضها بعضاً. ومع اختلاف اختصاصات العلوم الهندسية والأعمال المهنية، يبقى القاسم المشترك والوحيد في جميع هذه الاختصاصات هو الرسم الهندسي، ليكون أداة التفاهم ونقل الأفكار بين المصمم والمهندس والعامل، بعد أن عجزت الكلمات.

لذلك، ظهرت أهمية الرسم الهندسي في الصناعات كمادة أساسية يُرتكز عليها وكحلقة وصل بين جميع الشرائح العلمية والفنية لتبادل الأفكار، مما يشجع روح التعاون المشترك في الصناعة والإنتاج ويدفع بها إلى الأمام.

يختص هذا الكتاب بدراسة الرسم الهندسي، بمحتوى يفيد طلبة الهندسة كافة وغيرها من المؤسسات التعليمية، بدءاً بدراسة خطوطه ومعرفة أدواته مروراً بالمنحنيات والإسقاط والمساقط ومن ثم رسم المنظور وانتهاءً بالقطاعات الهندسية والمقاطع.

والطريقة المتبعة في شرح الموضوعات كافة، مع الرسوم والأشكال العديدة التي يحتويها الكتاب، تجعله بسيطاً وسهلاً على الطالب والقارئ الذي يدرس بمفرده، فضلاً عن استخدامه كمرجع.

على أن لا ينسى الطالب والمتعلم أنه من غير الممكن إتقان الرسم من خلال قراءة صفحات الكتاب، دون الممارسة العملية الدؤوبة والتمرين المتواصل. فالرسم لغة القلم للمهندس والفني، فكما أن اللغات تُنسى إذا لم يتحرك بها اللسان فسيإن الرسم يُجهل إن لم يتحرك به القلم.

وتحقيقاً للاتجاه العالمي الحديث نحو استخدام النظام الدولي للوحدات (SI) استعملت الوحدات المترية في جميع أبوابه، باستثناء أحد الرسوم الموضحة بالبوصة (الإنش) وهو المقياس الإنكليزي هادفين بذلك إلى تعريف الطالب عليها وعلى أجزائها.

وللأموال توفيق الله ولطفه، بأن يؤدي هذا الكتاب الخدمة والمعلومات التي ينشدها الطالب والقارئ، وأن نكون قد أدينا واجباً تجاه الناشئة في هذا الوطن، وجعلنا من مادة الرسم الهندسي صديقاً محبباً إلى القلوب، يُقبل الطالب على دراستها بكل حب وشوق.

وختاماً، نشكر كل من يهمس في الأذن بنصيحة، أو يشير إلى خطأ وهذا شيء لا يخلو منه عمل، فالكمال لله الواحد القهار، والله المستعان أن يجعل سائر الأعمال خالصة لوجهه الكريم، إنه نعم المولى ونعم المستعان.

والحمد لله رب العالمين.

السبت 2000/09/23

24/جمادى الآخرة/1421.

تاريخ الرسم الموجز

عُدَّ الرسم الهندسي مقياساً لتقدم الأمم والحضارة وأساسياً في تطوير الصناعات، لما لعبه من دور فعال في ظهور تصاميم أدوات القياس الدقيقة واستخدام الآلات ذات الدقة العالية في الإنتاج.

إن البداية الحقيقية للرسم الهندسي الحديث كانت في القرن الثامن عشر وتحديدًا في عام 1757 عندما تم الاتفاق على قواعد وشروط دولية عامة لتوحيد أعمال الرسم ولممارسته في إخراج التصاميم الفنية. فلماذا كان هذا الافتراض وما حقيقته؟

كان الرسم مع بداية الحياة على هذه البسيطة أداة التفاهم بين الناس وأداة تعبر عما يجول في الخاطر، إلى ما قبل ظهور الأبجديات.

ولكن، ومع ظهور الأبجديات والكتابة، ظل الرسم وسيلة من الوسائل الأساسية للتطور والبناء. وتطور الرسم مع تطور وتقدم الشعوب، الشيء الذي برهنته المخططات الكروكية لأبنية وأدوات وجدت مرسومة على الصمغور والجدران والأرض في ذلك الزمان. وما زال الرسم يلعب دوره الفعال في التعبير عما يجول في خاطر الإنسان لتصاميم بناء أو أداة حتى أصبح الركن الأساسي في تطور البناء والصناعة.

فمن أشهر استخدامات الرسم وتصميمه في الأزمان الغابرة، كانت سفينة سيدنا نوح عليه السلام.

إذ جاءه الأمر الإلهي. ((واصنع الفلک بأعیننا ووحینا...)) ((هود: 37)) فكان لامناص لسيدنا نوح عليه السلام ومن آمن به من قومه إلا اللجوء إلى الدراسة والرسوم والتصاميم الهندسية حتى يتمكنوا من إخراج السفينة إلى حيز الوجود.

وفيما بعد، عثر على بعض الرسوم والمخططات الكروكية لبعض الأدوات التي كانت تستخدم من قبل الإنسان، ووجدت الرسوم الخاصة بالقلاع والأبراج

والمعابد التي كانت تبني حينذاك وأثارها مازالت قائمة. ومن أهم هذه الآثار عجائب الدنيا السبع ومنها الأهرامات في مصر، وفي العراق برج بابل، ومعبد سليمان ومسرح بصرى في الشام.

وكل هذه الأبنية كان لا يمكن إرشادها وإيجادها على الواقع قبل أن يفكر بتصميمها ومن ثم تحضير رسومها للتنفيذ. الأمر الذي أكد أهمية الرسم في حياة الشعوب واللجوء إليه في تحضير التصاميم.

وتطورت الشعوب والحضارات، وأخذت الأدوات والعدد تدخل حياة الأمم، التي لا يمكن إنتاجها دون معدات وآلات.

وقد لجأ الفنان والعالم ارشيدس عام 212 ق.م إلى الرسم في إعداد وإنتاج الآلات والمعدات الحديثة في ذلك الزمان، لفك حصار مدينة سيراكيوس والدفاع عنها ضد جيوش الرومان، وكانت رسومه على شكل منظور تقريبي كما الواقع لآلاته ومعداته التي فكر بها، وهي معروفة ومشهورة إلى الآن.

ومع التقدم الحضاري وتأكيد أهمية الرسم في البناء والإنتاج ولدت فكرة استخدام الخطوط الهندسية ونظام ترتيب المناظر (المساقط)، وكان الفضل لتطور الرسم وأفكاره للمهندسين الإيطاليين ألبرتي وبرونيلشي في القرن السادس عشر. مع العلم بأن أول من استخدم فكرة الخطوط الهندسية هو رجل روماني في عام 30 ق.م واسمه فيتريوفيس وكان يعمل في مجال الميكانيك، حيث صمم مضخة برونزية لاستخدامها من قبل عمال المناجم.

أخذت طريقة ترتيب المناظر (المساقط) آفاقاً واسعة لإعطائها التفاصيل الأكثر عن الأجسام، بحيث أصبح بالإمكان التصنيع بدقة أكثر، وتطورت الصناعة وبدأ العالم بعملية الانتقال من الزراعة إلى الصناعة اليدوية ومن ثم إلى الإنتاج الآلي. وما كان هذا التطور الصناعي إلا بالاعتماد على أفكار وتصاميم طرحت على الواقع بوساطة الرسم الهندسي، فما أعطاه الأهمية الكبرى في الإنتاج، إلى أن بسدت أول خطوة في ظهور حقيقة الرسم الحديث باعتماد قواعد وشروط ومصطلحات وكان عام 1757 ميلادي، في القرن الثامن عشر مولد أول ثورة صناعية في العالم. حيث

اعتمد وضع الأطوال على المناظر (الأبعاد على المساقط) بعد أن كانت تُترك للعامل يتصرف بحسب خبرته ومرانه لإخراج التصميم والرسوم وتنفيذها. منذ ذلك الحين أخذت الدقة في الإنتاج طريقها، وبدأ الإنتاج الكمي كما بدأ استخدام الآلات الدقيقة، وظهرت فكرة إنتاج قطع التبديل، التي كان الفضل فيها يعود للرسم واصطلاحاته.

لكن، فكرة رسم المساقط وترتيبها بقيت محصورة دون تطور إلى القرن العشرين، لحين خروج العالم الفرنسي الرياضي ((كاسبارموننغ)) بطريقة تمثيل الأجسام على مستويين متعامدين، أعطت للرسم تكامله وفتحت له الآفاق الكبرى، وهي طريقة مازالت إلى الآن تُستخدم وتُدرس، حيث أمكن استنتاج المسقط الغائب (المسقط الثالث) بظهور هذه الطريقة كما أمكن إظهار وتمثيل الأجسام بالتفاصيل الجزئية الكاملة وسهلت وأسّرت في عمليات الرسم وقراءتها. وبذلك أمكن للمصمم الرسام أن يوضع التفاصيل الدقيقة عن المنتج التي بدونها لما تطورت الصناعات ولما دخلت الصناعات الدقيقة الحالية.

هذا ما جعل من الرسم الهندسي مادة علمية أساسية في الجامعات والكليات والمعاهد، حيث أصبحت عملية تحضير الرسوم مهنة راقية لا يمارسها إلا المختصون والمتفرغون، وهذا يعود إلى التلاحم الظاهر بين تطور الرسم والصناعة، وقد أعطى اكتشاف توليد التيار الكهربائي وآلات توليده، للرسم المهمة الأصعب، إذ كان للرسم الفضل الأهم في تحضير رسوم وتصاميم آلات إنتاج وتوليد التيار. وبدأت أجهزة القياس العالية الدقة والحساسية بالظهور، وأضيف إلى الرسم عىء آخر وأكبر، مما أدى إلى ظهور مصطلحات أخرى في عالم الرسم الهندسي وبخاصة أثناء تنفيذ الرسوم التشغيلية والمتطلبية تحديد قيم التفاوت والتسامح ودرجات النعومة للأسطح، التي على أساسها تحدد أعمال التشغيل والقطع في الإنتاج.

فمن ذلك الحين، بدأت تتطور أعمال الرسم وظهرت الاختصاصات، وأصبح وجود مكتب الرسم الهندسي، ضرورة ملحة في جميع المنشآت الصناعية، حتى أن مكتب الرسم أصبح له الأقسام التابعة مثل قسم الطباعة، قسم الكتبة وقسم

الرسامين، بدءاً من كبير الرسامين ومروراً بالرسامين القدامى ذوي الخبرة والرسامين الحديثين والرسامين تحت التمرين.

وظهرت المقاييس والاصطلاحات الدولية في أعمال الرسم لتوحيد في أرجاء العالم، ليكون أداة التفاهم بين المهندسين مع اختلاف لغاتهم، فكما بدأ كأداة تفاهم، بقي أداة التفاهم.

لأنسى أن تطور الرسم هذا، رافقه تطور آخر في أدواته، حيث بدأت الشعوب بالرسم على الصخور وعلى الأرض بالأحجار، ومن ثم استخدموا الأغصان والأخشاب والخيوط لتحديد الأطوال والزوايا، إلى أن وصلوا إلى استخدام أقلام الرصاص بأنواعها والمثلثات البلاستيكية وعلبة الهندسة وأدوات التحجير وأوراق الرسم الخاصة.

لم تقف الأمور عند هذا الحد من التطور في الأدوات، لا بل تطورت أكثر، وظهرت البرامج الحاسوبية، وحمل عصر المعلوماتية اليوم أداة جديدة ساعدت كثيراً في أعمال الرسم، وهي الحاسب ببرنامج الرسم، وهو واحد من البرامج الكثيرة الكثيرة المستخدمة في الحاسب. يسمى هذا البرنامج AutoCad، الرسم باستخدام الحاسب، حيث أصبح بالإمكان للرسم المتمكن والخبير أن يقوم بأعمال الرسم والتصميم جميعها على الحاسب مستغنياً عن جميع أدوات الرسم المعتادة.

كما أمكن باستخدام برامج الرسم الحاسوبية، أن نقوم بإنتاج التصميم الذي نريده مباشرة على الآلة، إذ أصبح ممكناً ربط الحاسب بالآلات الإنتاج وتنفيذ ما يراد إنتاجه، لا بل ظهرت الآلات المبرمجة التي تحمل في طياتها برامج الرسم والتشغيل كآلات CNC وغيرها، ودخل عصر الإنتاج باستخدام الحاسب CAD - CAM.

وما يجب أن يعلمه الطالب، هو أن الحاسب، وما يحمل عليه من برامج، يبقى أداة تقوم بتنفيذ الأوامر الخارجية فحسب. لذلك من لا يتقن الرسم الهندسي ولا يجيده في الأصل، بوساطة أدواته المعروفة، لا يمكنه استخدام برامج الرسم على الحاسب، حتى ولو علم وتعلم مفاتيحه، فالحاسب أولاً وأخيراً:

أداة تنفيذ لا أداة تفكير.

فالرسم الهندسي للمهندس القوة الأساسية له، كما لتطور الصناعة والنهوض بها وعلاقتها بالتطور طردية متبادلة.



الباب الأول

الرسم الهندسي

تعريف ومدخل

الرسم الهندسي، هو وسيلة التعبير عن أفكار تصميمية تنقل بوساطة الخط والتخطيط الهندسي.

فكما أن لغة الإنسان هي وسيلة التعبير عما يجول في خاطره، فالرسم الهندسي، هو اللغة والرسيلة القديمة الحديثة للمصمم والمهندس للتعبير عن الأفكار التصميمية لقطع هندسية وميكانيكية يراد إنتاجها.

وكما أن في اللغات قواعد، ولكل حرف وكلمة معنى، فالرسم الهندسي قواعده، وشروطه، ولكل خط من خطوطه معنى. فالرسم الهندسي تعبير واضح ومفصل من جهة المكاتب الهندسية، للتصميم المراد إنتاجه وأساس ضروري للعمال في المصنع للقيام بعملية الإنتاج. وبدون الرسوم الهندسية يستحيل التنظيم الصحيح للإنتاج في المعامل والورشات، فالقطع والآليات تصنع طبقاً للرسوم الهندسية والأبنية والإنشاءات تبني وفقاً للرسوم الهندسية.

وبدراسة قواعد الرسم الهندسي وأصوله، وتطبيقها بشكل عملي والتدريب عليها، ستقن قواعد هذه اللغة وتتعلم أصولها، وبالتالي ستكون قادرين على التعبير عما يجول في خاطرك من تصميم على أوراق الرسم بشكل فني ودقيق، وستبلغ المستوى الذي يمكننا من ترجمة أفكار الآخرين وفهمها.

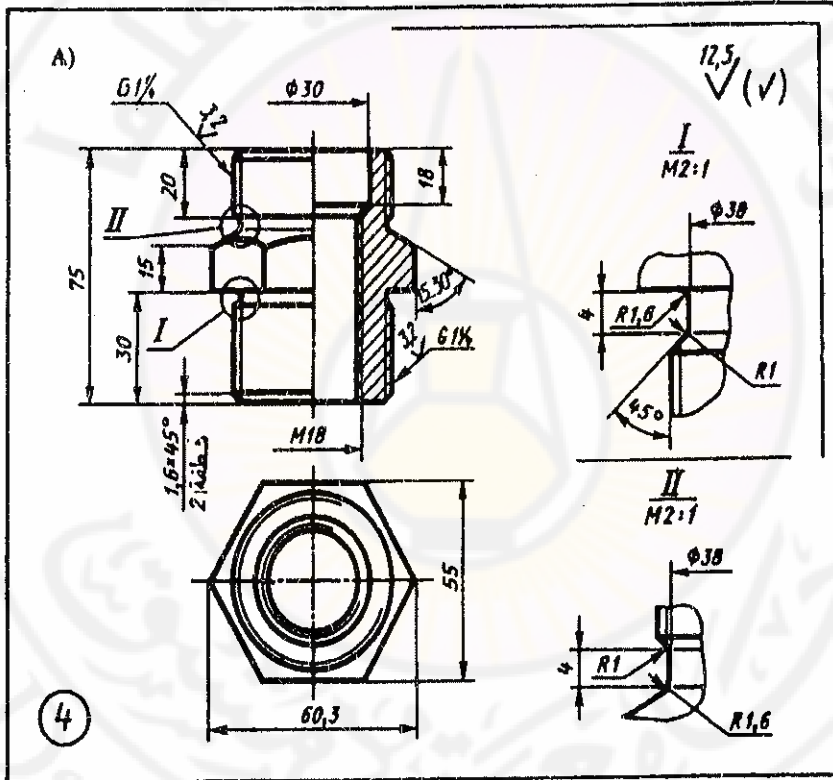
وقبل البدء بدراسة أصول الرسم وأساسه سنستعرض أنواعه وأدواته وخطوطه وكتابه.

2- أنواع الرسم الهندسي

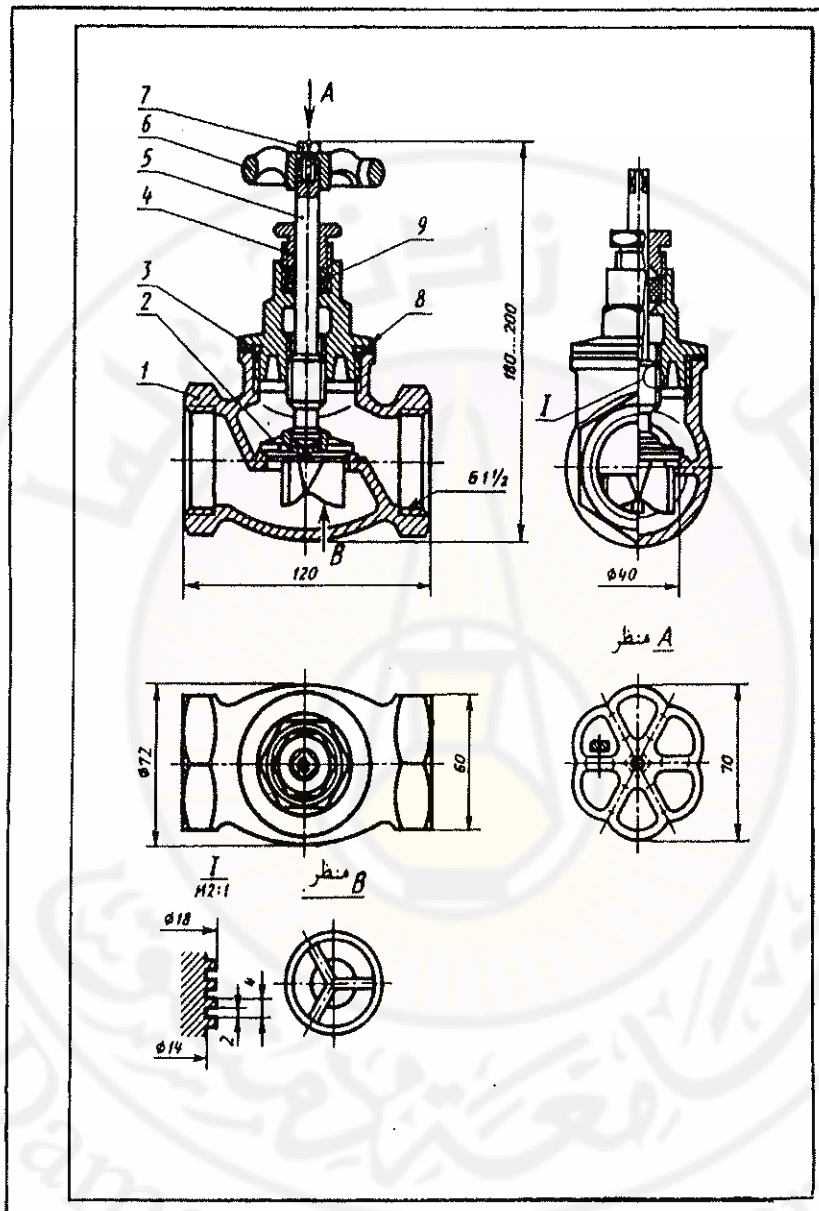
يوجد ثلاثة أنواع رئيسة للرسم الهندسي وهي:

- الرسم التنفيذي.

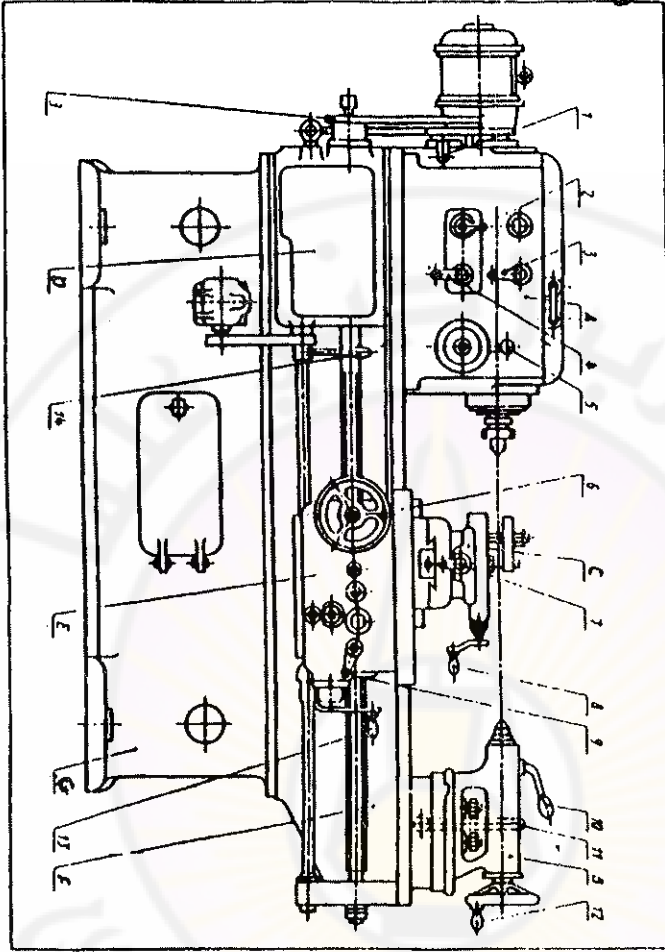
وهو النوع الأهم والرئيس من الأنواع الثلاثة، وتسمى لوحاته بالرسوم التشغيلية، وهو رئيس لاستخدامه في جميع أقسام التنفيذ والإنتاج والتصميم، وفي شتى الأعمال الصناعية، إذ تعطي جميع المعلومات والبيانات اللازمة لتنفيذ التصميم على ورقة الرسم مباشرة، بدءاً من الشكل ونوع المعدن ودرجات التفاوت والتسامحات إلى غيره من المواصفات وانتهاءً بعلامات التشغيل، الشكل .A, B (1-1)



الشكل (1-1) رسوم تنفيذية

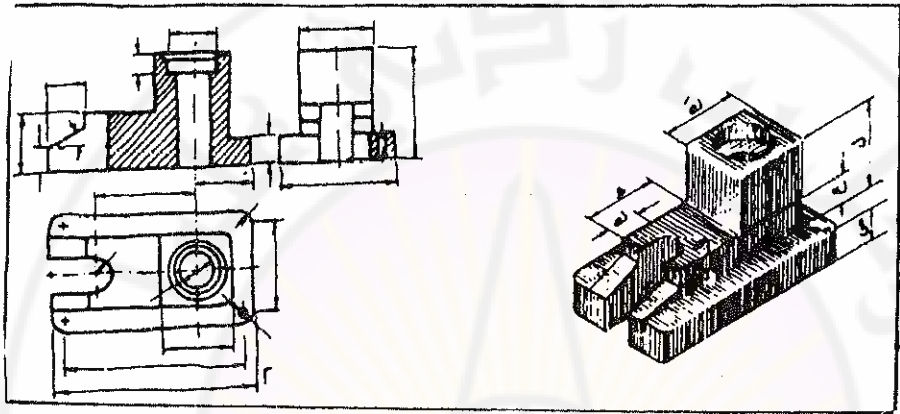


الشكل (2-1)



الشكل (1-3)

ويوجد أيضاً ما يسمى الرسم الكروكي ويستخدم عادة لرسم منظور أو مجسم لقطعة ما، أو ربما لفكرة تصميمية وردت. فتطرح الأفكار على الورق العادي ومن ثم تحضر فنياً بالأدوات الهندسية اللازمة كما في الرسم التنفيذي. الشكل (1-4).



الشكل (4-1)

أدوات الرسم الهندسي

قبل البدء بدراسة مبادئ الرسم وأصوله، لابد أن تتوفر لنا أدوات الرسم الجيدة والمعلومات الكافية في استعمالها وصيانتها للحفاظ عليها. فقد أثبتت التجارب أن العامل النفسي له تأثيره في الطالب، فالأدوات الجيدة تشكل الحماسة والشوق لممارسة الرسم، وإنجاز الرسوم المتقنة. والأدوات غير المناسبة تسبب العوائق للطالب وتُخمد جذوة الشوق فيه وتشكل عنده النفور والابتعاد عن الرسم. لذلك يجب على الطالب امتلاك الأدوات الجيدة لتساعده بشكل فعال على أعماله في حياته العلمية والعملية كمهندس في المستقبل. مع العلم أن منها ما هو أساسي لا يمكن بدونه تنفيذ أي رسم كان، ومنها ما هو مساعد ليسهل العمل ويجعله أكثر إتقاناً.

فما هي أدوات الرسم الأساسية؟

1- قلم الرصاص.

يُعد قلم الرصاص الأداة الأهم من أدوات الرسم الهندسي، إذ تتوقف عليه جودة الرسم ونظافته.

يستخدم في الرسم أقلام رصاصية ذات درجات مختلفة من القساوة، إذ إنها تختلف باختلاف كمية الصلصال المضافة إلى القلب الغرافيتي. ويمكن معرفة درجة القساوة للأقلام الرصاصية من خلال الأحرف والأرقام المكتوبة على إحدى هليتي القلم.

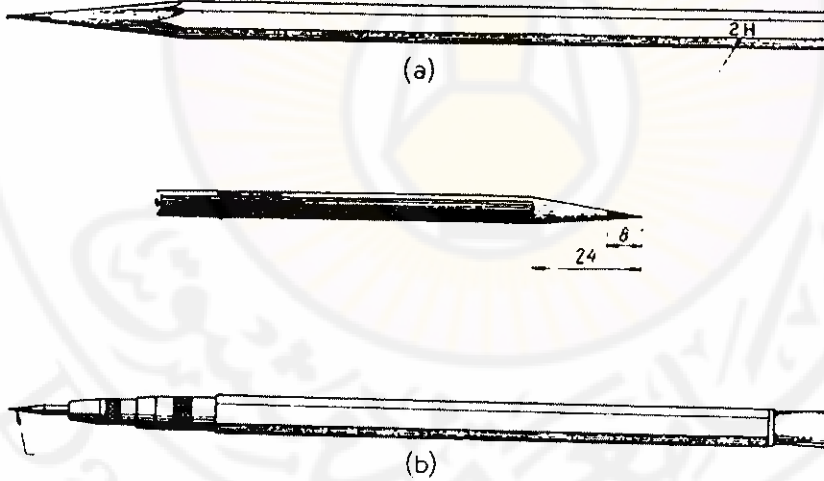
" فالحرف H، يدل على قلب غرافيتي قاسٍ والحرف من أساس الكلمة (Hard)، والحرف B، يدل على القلم الرصاص ذي القلب الغرافيتي الطري، والحرف من أساس الكلمة (Brittle)، وأخيراً قلم الرصاص ذو القلب الغرافيتي متوسط القساوة ويرمز له بالحرفين HB.

إن درجة القساوة للقلب الغرافيتي ليس لها معايير دولية، ولهذا تختلف درجة قساوة القلب للقلم باختلاف المعمل المُنتج، وإن حمل الحرف والرقم نفسهما

ودرجات القساوة تدرج من H وحتى H 10 الأكثر قساوة، ومن B حتى B 10 الأكثر طراوة.

تستخدم أقلام الرصاص القاسية في إنشاء الرسم ووضع خطوط التهشير والأبعاد والمحاور، لذلك ينصح باستخدام أقلام من المجموعة (2H, 3H, 4H)، أما القلم الطري B فيستخدم لتثبيت الخطوط وفي الأعمال النهائية للرسم، وينصح باستخدام (B- 2B)، وأما القلم المتوسط القساوة HB، فعادة ما يستخدم للكتابة والخطوط الوهمية.

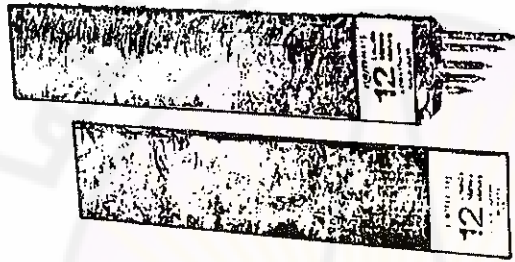
ومع التطور الصناعي، أخذ استخدام أقلام الرصاص الخشبية ذات القلب الغرافيتي الثابت يتراجع وحل محلها الأقلام الميكانيكية (الكباسة)، بقلب غرافيتي متحرك، يتم استبداله عندما يتآكل بقلب آخر. علماً أن القلب الغرافيتي له أقطار مختلفة تتوافق مع سماكة خطوط الرسم المعتمدة دولياً ويحفظ بعلب خاصة يذكر عليها القطر ودرجة القساوة. الشكل (1- 5) يوضح أنواع الأقلام وأشكالها.



الشكل (1- 5)



(c)



(d)

- a - أقلام الرصاص الخشبية ذات القلب الثابت.
 - b - أقلام الرصاص الميكانيكية ذات القلب المتحرك والقطر الواحد.
 - c - أقلام الرصاص الميكانيكية ذات القلب المتحرك والأقطار المختلفة.
 - d - أحد أنواع العلب الخاصة باحتفاظ القلب الغرافيتي.
- تتمة الشكل (5-1)

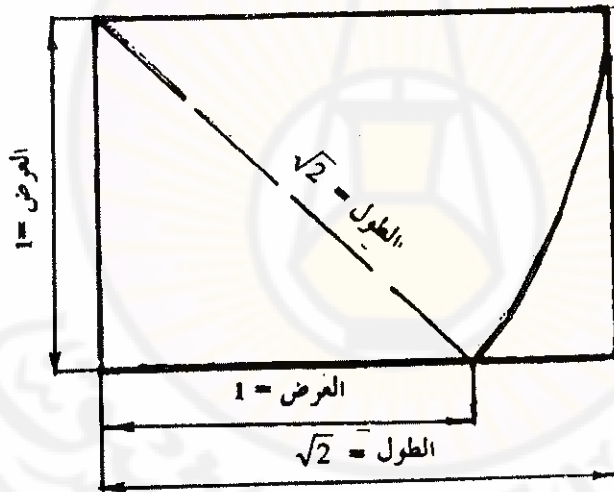
2- ورق الرسم.

يستخدم للرسم الهندسي الورق الأبيض غير القابل للإصفرار، ويتوفر في الأسواق على شكل لفائف أو صفائح بقياسات وسمكات عيارية معينة. ومن صفاته أنه لا يتأثر بأعمال المحي والتجبير، لذلك يجب أن تكون أليافه مندمجة ومتماسكة، وأن يكون خشن السطح وقاسياً، ليمنع دخول وانغراز رأس القلم وليساعد على التقاط ذرات الغرافيت من القلم ويشكل الخطوط السوداء المطلوبة، شريطة ألا تؤدي زيادة الخشونة إلى الحصول على خطوط غير منتظمة الجوانب.

وتسهيلاً لتداول ورق الرسم، فقد اصطلح على قياسات وأبعاد ثابتة له. من هذه القياسات، القياس المعتمد على الرمز (A). والقائل بأن المساحة الكلية لورقة الرسم تساوي المتر المربع أو كسوره، كدليل للتقدير. ولتعدد المستطيلات التي يمكن الحصول عليها من مساحة المتر المربع، اعتمد نسبة ثابتة بين الطول والعرض للمستطيل وهي:

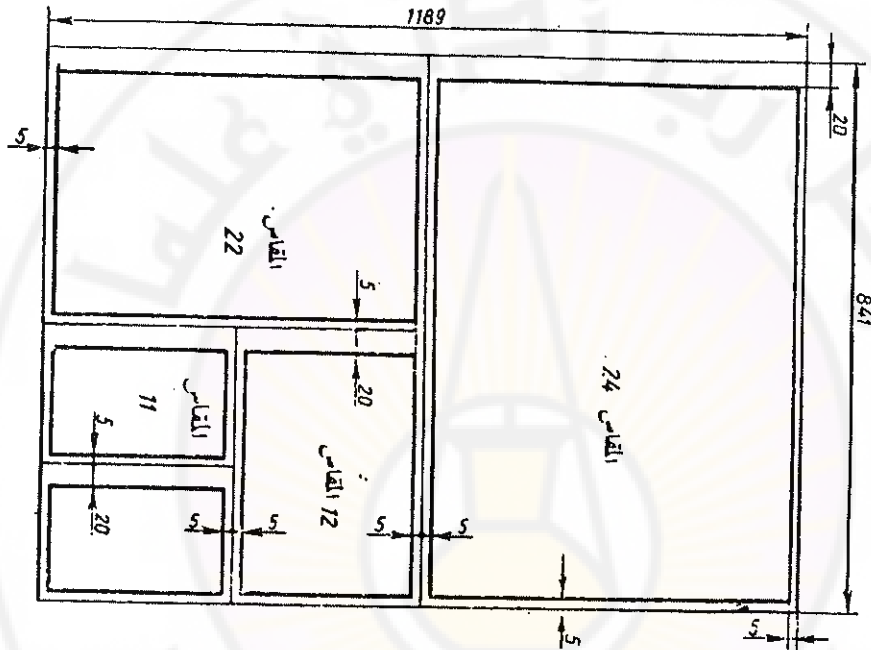
$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\text{العرض}}{\text{الطول}}$$

أي إذا كان العرض = 1، فإن الطول = 1.44. والشكل (1-6) يبين معنى ذلك.



الشكل (1-6)

هذا يعني، أن مساحة ورقة الرسم المساوية متراً مربعاً واحداً (AO)، تساوي (1189 × 841)، والشكل (1 - 7) يوضح أبعاد ورق الرسم ومجموعة القياسات المعتمدة بالنسبة إلى الرمز (A). والجدول (1 - 1) يوضح الأبعاد مع الرموز المناسبة لورق الرسم والمعتمدة دولياً.



الشكل (1 - 7) تقسيمات ورق الرسم والقياسات

3 - لوحة الرسم

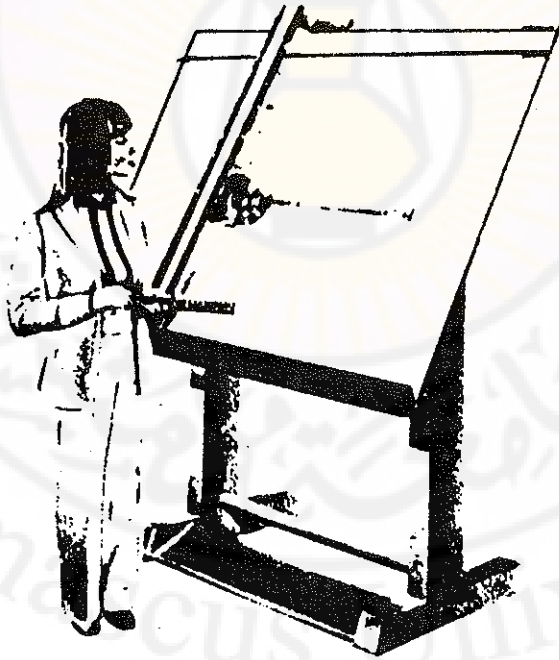
تستخدم اللوحة لتثبيت ورق الرسم عليها بواسطة شرائط اللصق الملائمة، وإن أي طاولة ذات سطح مستوٍ وأملس ناعم وجانب أيسر مستقيم (لتسهيل حركة المسطرة حزف T)، يمكن استخدامها كلوحة رسم. تصنع لوحات الرسم من الأخشاب وتغطي بالمازوينت والفورميكا وتحاط بإطار من الخشب المتين والمقاوم للاستعمالات اليومية.

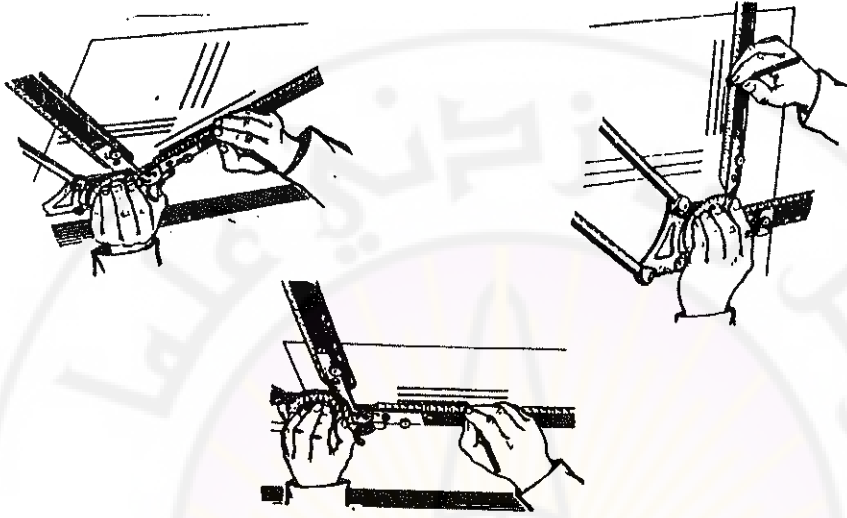
القياسات	11	12	22	24	44
الأبعاد النهائية للورق	297×210	297×420	594×420	594×841	1189×841
الرموز المعتمدة للقياسات	A4	A3	A2	A1	A0

الجدول (1- 1)

أبعاد ورق الرسم مع الرموز والقياسات

تثبت اللوحات (التروس) على هيكل خاص، يساعد على تغير ارتفاعها أو زاوية ميلها حسب راحة الرسام، الشكل (1 - 8). هذه الطاولة تزود بآلية مساطر متعامدة تتحرك على سطح اللوحة بشكل حر، لنستعيض بها عن بعض الأدوات ونوفر الجهد والوقت أثناء العمل.





الشكل (1 - 8)

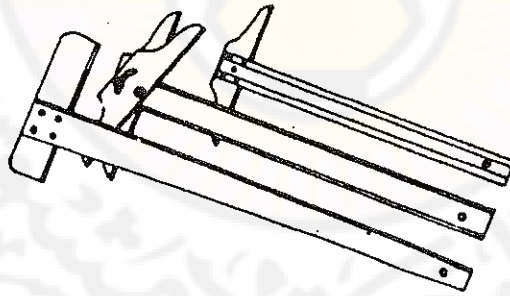
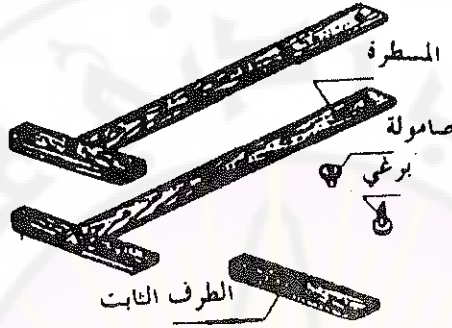
لوحة الرسم وآلية المساطر المتعامدة

4- المسطرة حرف T.

تصنع المسطرة من الخشب أو من اللدائن البلاستيكية الشفافة، الشكل (1 - 9)، على أن يكون جزءاً المسطرة متعامدين تماماً ومثبتين بشكل محكم، ويفضل أن يكون حرف المسطرة العلوي مشطوفاً بعض الشيء لتسهيل أعمال الرسم.

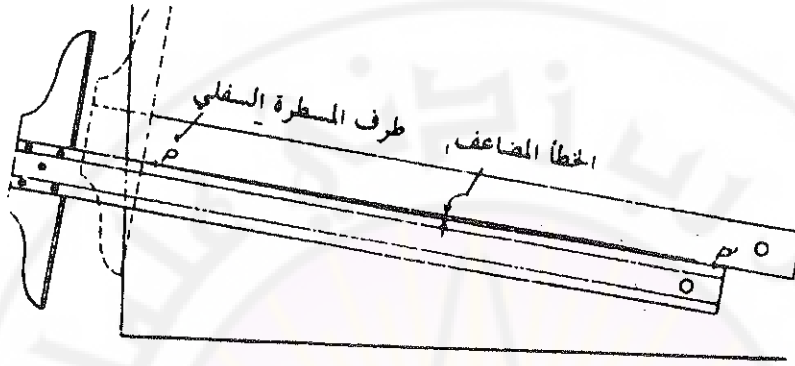
وللمسطرة حرف T أهميتها، إذ يمكن بواسطتها إقامة الخطوط الأفقية المستقيمة بسبب انزلاق رأس المسطرة على الجانب الأيسر للوحة الرسم، كما يمكن إنشاء الخطوط العمودية بمساعدة المثلثات. ويجب الانتباه أثناء الرسم، من أجل أن يكون رأس المسطرة ملتصقاً تماماً بالجانب الأيسر المستقيم للوحة الرسم.

ينصح قبل استعمال المسطرة فحص استقامة حروفها، الشكل (1 - 10)، وذلك برسم مستقيم، ثم قلب المسطرة 180° ورسم مستقيم ينطبق على الأول لتظهر العيوب مضاعفة، كما ينصح بالعناية والحفاظة عليها في وضع مناسب في حال عدم الاستخدام.



الشكل (1 - 9)

أنواع من المساطر

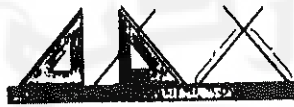
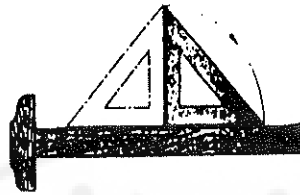


الشكل (1 - 10)

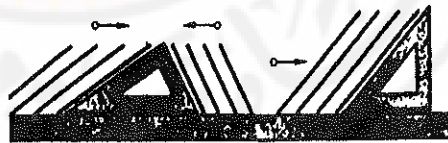
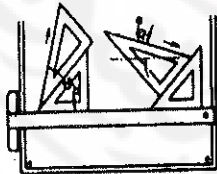
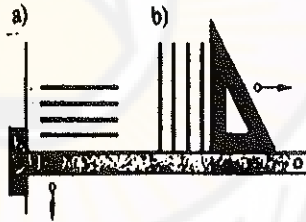
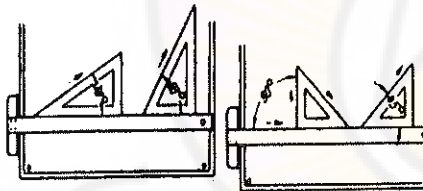
فحص المسطرة "T"

5- المثلثات

تصنع المثلثات عادة من اللدائن البلاستيكية الشفافة. وهي نوعان: بزوايا 30°، 60°، 90°، وبزوايا 45°، 45°، 90°، ولها قياسات مختلفة. ويجب أن تكون حروف المثلثات مستقيمة والزوايا صحيحة، والشكل (1 - 11) يبين طريقة اختبار دقة الزوايا. تستخدم المثلثات وبمساعدة المسطرة في إنشاء الخطوط العمودية والعمودية المتوازية وخطوط التهشير وبعض الخطوط المائلة. كما تستخدم في تقسيم الدوائر ورسم المضلعات. الشكل (1 - 12) يوضح بعض هذه الاستخدامات.



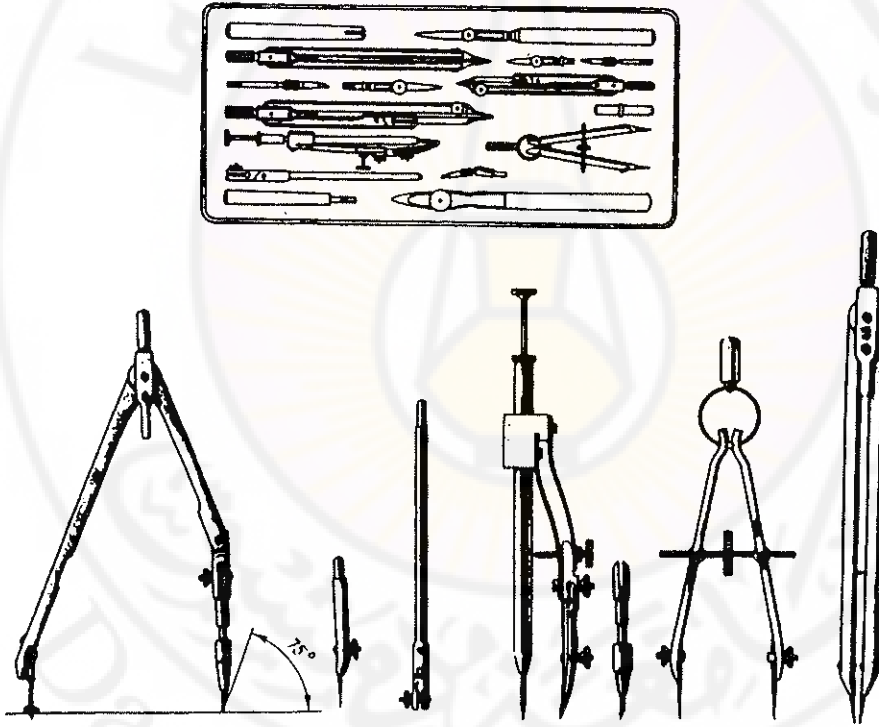
الشكل (11 - 1)



الشكل (12 - 1)

6- علبة الفرجار. (الفرجار ومتمماته)

يستخدم الفرجار لإنشاء الدوائر وأنصاف الدوائر، كما يستخدم لإنشاء الأقواس. يباع الفرجار على شكل مجموعات ضمن علب خاصة أو بشكلٍ إفرادي، وتختلف العلب بحجومها، حسب عدد القطع الموجوده ضمنها. بالنسبة للطلاب يكفي وجود الفرجار الكبير (تُركب وصلة عند الحاجة) والفرجار الصغير لرسم الدوائر الكبيرة والمتوسطة والصغيرة، إضافة إلى فرجار ناقل القياسات أو الأبعاد، ذي الرأسين المعدنيين المدبيين. الشكل (1 - 13).



الشكل (1 - 13) الفرجار ومتمماته

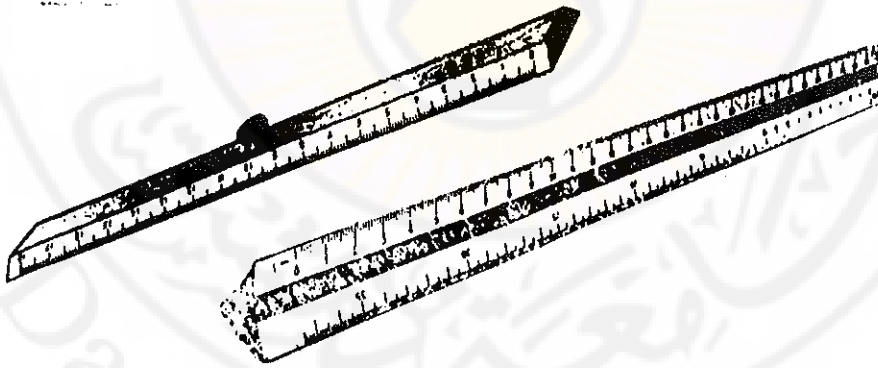
7- الممحاة

وتستخدم لأعمال المحي والمسح للخطوط الزائدة أو الأخطاء المرتكبة، ويستحسن استخدام الممحاة الطرية غير الجافة وغير القاسية، كي لا تترك أثراً في ورق الرسم أو تلفه، وتزال بقايا الممحاة بالفرشاة أو القطن أو ما يشابه ذلك. **ملاحظة:** لا يسمح عند إزالة بقايا الممحاة بالنفخ، كي لا تتعرض ورقة الرسم، والرسم عموماً لمخلفات وبقايا الفم.

8- مساطر القياس

تستخدم مساطر القياس لتحديد الأبعاد والقياسات اللازمة للرسم، وتصنع من الخشب أو اللدائن البلاستيكية، وقد تكون مدرجة بالسانتيเมตร أو بالإنش أو بكليهما معاً.

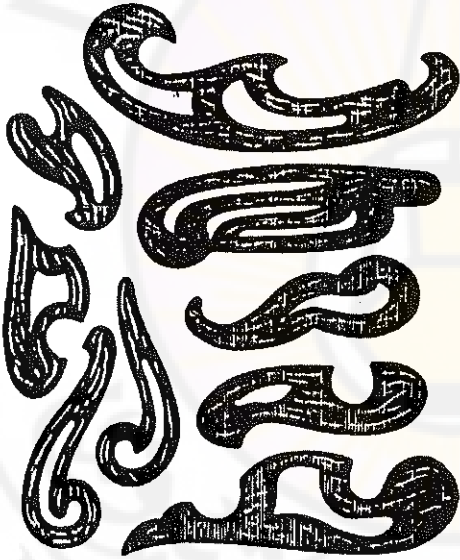
وتوجد مساطر القياس بمقاطع وأطوال مختلفة، منها المساطر ذات المقاطع المثلثية وتستخدم عادة في الرسوم المعمارية ومنها ذات المقطع المستطيل وهو المفضل استخدامه في الرسم الهندسي الميكانيكي والصناعي، ولها حرف مشطوف يساعد على عملية تحديد القياس، والشكل (1 - 14) يبين بعض أنواع هذه المساطر.



الشكل (1 - 14)

9- مساطر المنحنيات .

تستخدم مساطر المنحنيات في إنشاء الأقواس والمنحنيات التي لا يمكن إنشاؤها بوساطة الفرجار . وهي كثيرة الأشكال والقياسات وهناك مجموعات خاصة من المساطر لرسم منحنيات لمواضع وأمكنة معينة كالمجموعات المستخدمة في أعمال السكك الحديدية أو السفن، وتكون هذه المنحنيات غير منتظمة كغيرها من المنحنيات المعروفة، والشكل (1- 15) يوضح بعضاً من هذه المساطر. وبعد رسم الأقواس والمنحنيات أمراً مجهداً للرسامين، لذلك يفضل قبل إنشاء المنحني بالمسطرة، تحديده يدوياً، ومن ثم تستخدم المسطرة لتسهيل عملية الرسم.



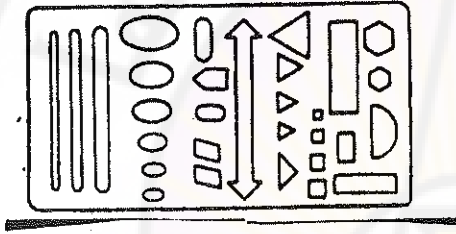
الشكل (1 - 15)
مجموعة من مساطر المنحنيات

10- المنقلة

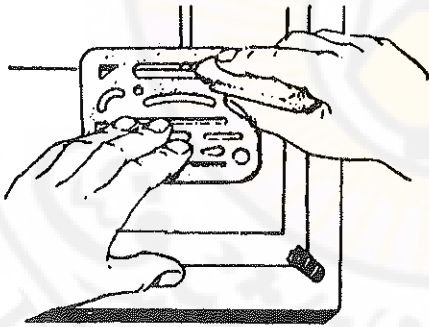
تستخدم المنقلة لإنشاء الزوايا التي لا يمكن إنشاؤها بالمثلثات، كما تستخدم أيضاً لقياس الزوايا وتحديدتها عند اللزوم، والمنقلة لها أشكال كثيرة ومعروفة للطالب من المراحل الابتدائية.

11- أدوات الرسم المساعدة (الإضافية).

لتسهيل أعمال الرسم ورفع الجودة في الرسم وإتقانه، فقد وجدت في الأسواق أدوات مساعدة كمساطر خاصة تحوي الدوائر وأشكال القطع الناقص وغيرها من الأشكال الهندسية، الشكل (1 - 16) كما يوجد مساطر خاصة للأحرف العربية واللاتينية لتسهيل أعمال الكتابة، واستعمال هذه الأدوات والمساطر يسرع ويسهل في عملية الرسم. ومن هذه الأدوات أيضاً الدرع المعدني الواقعي، الشكل (1 - 17)، المساعد على إزالة الخطوط الزائدة، إذ يحمي الخطوط المجاورة من المحي.



الشكل (1 - 16)

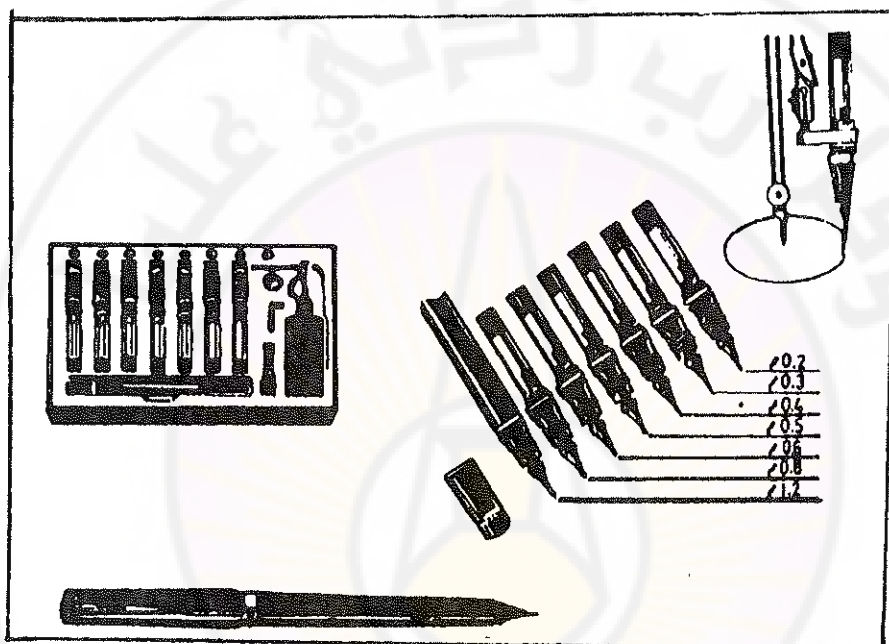


الشكل (1 - 17)

13- أدوات التحجير.

تستخدم أقلام التحجير لتثبيت أعمال الرسم المنجزة، إما على الورق نفسه أو على ورق خاص يدعى (الكلك)، للمحافظة على الرسم لمدة طويلة وطباعة الرسوم وإرسالها إلى ورشات التنفيذ.

يوجد في الأسواق علب بمختلف الحجوم والأنواع، تحوي أقلام تحبير. وأقلام التحبير ذات نهايات مجوفة ودائرية المقطع تتوافق بأقطارها مع خطوط الرسم الدولية المعتمدة، إذ يكفي اختيار القلم بحسب الخط اللازم، والشكل (1 - 18) يبين علبة تحبير وأقلامها ما بين (0,2 - 1,2) mm.



الشكل (1 - 18)
علبة التحبير ومتمماتها.

هذه هي أدوات الرسم الهندسي الأساسية والمساعدة على إنجاز الرسوم التصميمية أو غيرها. ولكن مع تقدم العلوم وظهور الحاسب وبرمجياته ومنها برنامج الرسم باستخدام الحاسب AutoCad، أصبح من الممكن الاستغناء عن بحمل هذه الأدوات والرسم بمساعدة الحاسب.

لكن، والملاحظة مهمة جداً، لا يمكن إطلاقاً العمل على برنامج الرسم باستخدام الحاسب ما لم نتقن عملية الرسم وتعلمها بشكلها الصحيح ونحسب معنى خطوط الرسم ونستوعب أعمال الإسقاط وتخيّل أو نملك المخيّلة الجيدة للرسم والإسقاط واستنتاج المساقط، وإلا فالحاسب مجرد أداة لا يتخيّل ولا يقوم بالرسم. فالواجب قبل كل شيء تعلم الرسم وأساسياته ومن ثم استخدام هذه المعلومات في برنامج الرسم على الحاسب AutoCad.



خطوط الرسم الهندسي

عرفنا أن الرسم الهندسي هو طريقة للتعبير عما يحول في ذهن المهندس أو المصمم، ولغة التفاهم ونقل الأفكار.

فما هو عنصر التفاهم ونقل الأفكار في الرسوم الهندسية للقطع الميكانيكية وأجزاء الآلات؟

إن العنصر الأساسي للتفاهم في الرسوم الهندسية هو الخطوط. ولتسهيل قراءة الرسوم وفهمها، فقد اصطلح على تقسيم الخطوط إلى أنواع مختلفة الثخانة (السماكة) والشكل باختلاف الوضع أو حالة الاستخدام، فلكل نوع دلالة واستعماله، بحيث يمكن قراءة الرسم بمجرد النظر إليه.

الجدول المبين لاحقاً (1 - 2) والشكل (1 - 19) يوضحان أنواع الخطوط الرئيسية المستخدمة في الرسم الهندسي، وسنشرح كل خط على حدة.

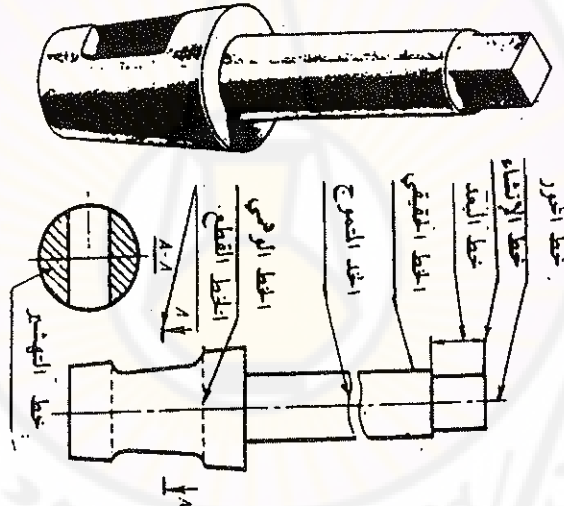
نتبين من الجدول والشكل السابقين أنواع الخطوط وتسميتها وموضعها بحسب الرسم. مع العلم أنه لا يشترط احتواء جميع الأنواع في كل رسم، فهذا يتعلق بالقطع المراد تصميمها ومدى تكوينها وتعقد شكلها. أضف إلى ذلك أنه من الممكن وجود خطوط ليست من الواقع للرسم، أي لا وجود لها في الواقع، لكنها ترسم لضرورة قراءة الرسم وإيضاحه كالخطوط الإنشائية، ونعني بخطوط واقع الرسم، هي الخطوط التي تمثل الأحرف والأسطح الرئيسية وغير الرئيسية للقطع المصممة أو المراد رسمها.

1 - الخط الحقيقي (الأساسي)

يُعتبر الخط الحقيقي عن الأسطح والحواف أو الأحرف الظاهرة أو المرئية من الجسم.

ثخانة الخط (سماكته) تتبع مساحة الورق وشكل الرسم أو التصميم وحجمه. تتراوح من $0,6 - 1,5$ mm، ومن ثم تنشأ الخطوط الأخرى بالنسبة إلى السماكة المختارة من قبل الرسام للخط الحقيقي، وعادة تأخذ سماكة الخط $0,8$ mm.

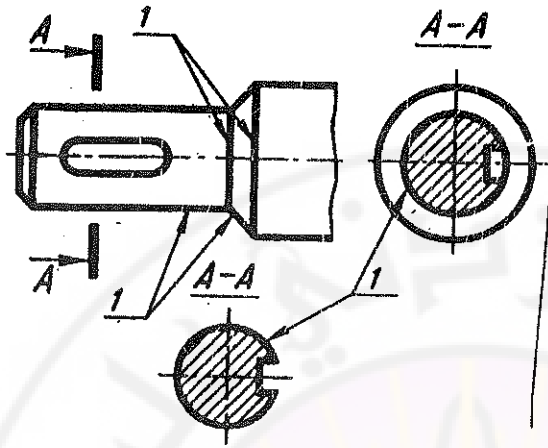
نوع الخط	شكل الخط	معاكم الخط
انحني		s
الانحنائي		$O_1 \frac{1}{3} m \frac{1}{2}$
المعوج		$O_1 \frac{1}{3} m \frac{1}{2}$
الورمي		$O_1 \frac{1}{3} m \frac{1}{2}$
الخور I		$O_1 \frac{1}{3} m \frac{1}{2}$
الخور II		$O_1 \frac{1}{3} m \frac{1}{2}$
القطع		$O_1 \frac{1}{3} m \frac{1}{2}$
الكسر		$O_1 \frac{1}{3} m \frac{1}{2}$
الأعدادات		$O_1 \frac{1}{3} m \frac{1}{2}$



الجدول (1-2)

الشكل (1-19)

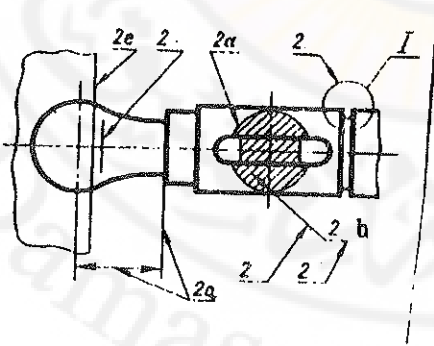
تُنشأ الخطوط الحقيقية عند انتهاء الرسم، باستخدام القلب الغرافيتي B و 2B ،
والرسم يوضح هذه الخطوط، الشكل (1 - 20).



الشكل (1- 20)

2- الخطوط الإنشائية.

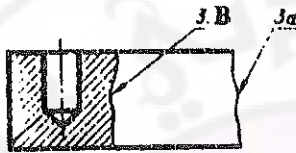
تُنشأ هذه الخطوط وتستخدم في خطوط الإسقاط لوضع الأبعاد (a). كما تستخدم كخطوط تشهير (b)، وأيضاً للتعبير عن نهاية الأجزاء الميكانيكية (e)، وتعبير عن الانتقال من سطح إسطواني لآخر، وغيره من الأوضاع التي يوضحها الشكل (1- 21). هذه الخطوط ليست من واقع الرسم، كما ذُكر لكنها ضرورية للإيضاح.



الشكل (1 - 21)

3- الخطوط المتموجة

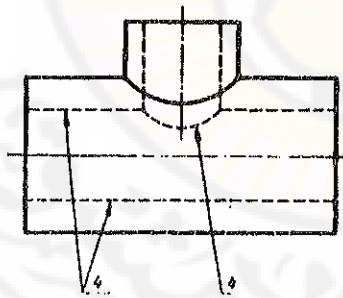
تنشأ الخطوط المتموجة للتعبير عن حالات القطع غير المنتظمة للقطع الميكانيكية (a) وحالات قطع جزئي غير منتظم ضمن القطعة (B)، الشكل (1 - 22).



الشكل (1 - 22)

4- الخطوط الوهمية

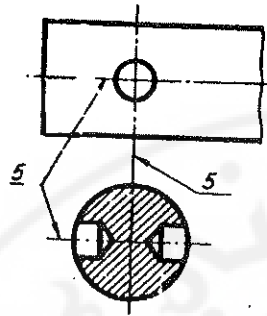
هذه الخطوط تُنشأ للتعبير عن الأسطح غير المرئية أو غير الظاهرة، أي أنها بداخل القطعة، ونعلم بوجودها، كالنقوب والمجاري وغيرها، وعادة ما يستخدم القلب الفراغي HB لإنشائها، الشكل (1 - 23).



الشكل (1 - 23)

5- خطوط المحاور

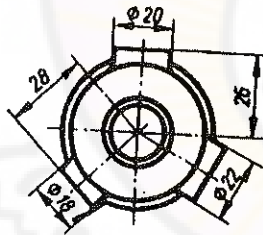
وهي خطوط إرشادية إنشائية إيضاحية، تستخدم للتعبير عن مراكز الدوائر والأقواس وتستخدم للتنصيف والتماثل وخطوط تناظر، وترسم عادة من بداية الرسم، باستخدام القلب الفراغي H, 2H، الشكل (1 - 24).



الشكل (1 - 24)

6- خطوط الأبعاد

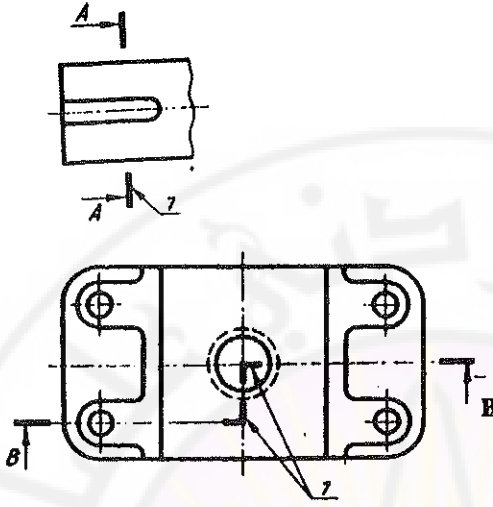
وهي من الخطوط الإنشائية وتُنشأ للدلالة على مقياس السطح أو الجسم، وسماكتها تعادل $mm(0.2 - 0.3)$ ، وتتعلق بسماكة الخط الأساسي الذي يتم اختياره منذ البداية الأولى للرسم وتعادل $\frac{S}{3}$ أو $\frac{S}{4}$ من سماكته، عادة ما يستخدم القلب الغرافيتي $H, 2H$ ، الشكل (1 - 25).



الشكل (1 - 25)

7- خطوط المستويات القاطعة (القطع).

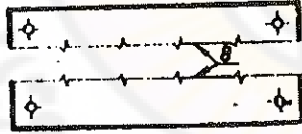
يمكن إنشاء مثل هذه الخطوط للتعبير عن المستوي القاطع واتجاهه، أي عندما نريد إيضاح ما بداخل القطعة أو الجسم، فنلجأ إلى ما يسمى القطع أو المقطع، ومكان مرور القطع (نصلة المنشار كما نتخيل) هو المستوي القاطع، والشكل (1 - 26) يوضح ذلك.



الشكل (1 - 26)

8- الخطوط المنكسرة

تستخدم هذه الخطوط للتعبير عن موضع قطع للأجسام الطويلة، أي تصغير مقياس هذا الطول، لأن ورقة الرسم لا تكفي لرسمه بالطول الحقيقي. الشكل (1 - 27).

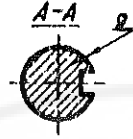
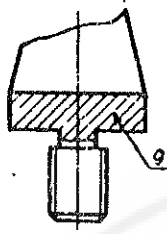


الشكل (1 - 27)

9- خطوط التهشير.

تُنشأ هذه الخطوط على المساحات التي مر فيها القطع، أو المستوي القاطع، للتعبير عن الأماكن المقطوعة.

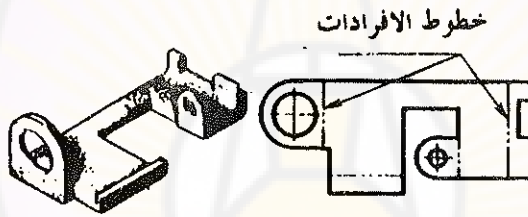
وهي خطوط مستمرة رفيعة توضع بزاوية 45° بالنسبة لسطح الورقة، ويفضل استخدام القلب الغرافيتي H, 2H، الشكل (1 - 28).



الشكل (1 - 28)

10- خطوط الإفادات.

تستخدم هذه الخطوط في التعبير عن أحرف الجسم الذي تم إفاده (تفريسه)، وعادة ما يلجأ في أعمال الرسم إلى الإفاد وللتوضيح. الشكل (1 - 29).



الشكل (1 - 29)

الكتابة الهندسية

مدخل

تزود الرسوم الهندسية المنجزة بالمعلومات الفنية والإيضاحات اللازمة مع تلوين جميع البيانات الضرورية لتنفيذ التصميم المطلوب ضمن المعامل والورش بشكل تام وصحيح. هذه المعلومات والإيضاحات الفنية تُدون كتابةً على شكل أبعاد (أرقام عددية) أو كتابات عادية، تتمتع بالوضوح والجمال والشكل المنتظم في الوضع، ليتسنى لنا قراءتها بسهولة ودون أخطاء، وأنواع الكتابات الهندسية المعتمدة هي:

-- الكتابة العربية

اعتمد في الكتابة العربية الأحرف الكوفية، لكونها الأقرب هندسياً من غيرها من الأشكال أو أنماط الأحرف العربية، الشكل (1 - 30). يتراوح ارتفاع الأحرف في الكتابة العربية على الرسوم الهندسية ما بين (25 - 3) mm، بحيث تناسب ثخانة الخطوط أجزاء الحرف مع ارتفاعه، ويجب على الطالب الانتباه إلى أن بعض أجزاء الحروف يقع فوق أو تحت السطر وعليه، والأشكال (1 - 31 و 32 و 33 و 34) توضح بعض الكتابات والأحرف للتمرين.

-- الكتابة الهندسية الأجنبية (اللاتينية).

اعتمد في الكتابات الهندسية الأجنبية الأحرف اللاتينية القوطية، ذات الثخانة الواحدة وتكتب بشكل قائم أو بزاوية ميل 75°، تبعاً لحجم الرسم والبيانات.

يتم اختيار ارتفاع الحرف اللاتيني (h) من أساس المعايير التالية:

$$h = 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 \text{ mm}$$

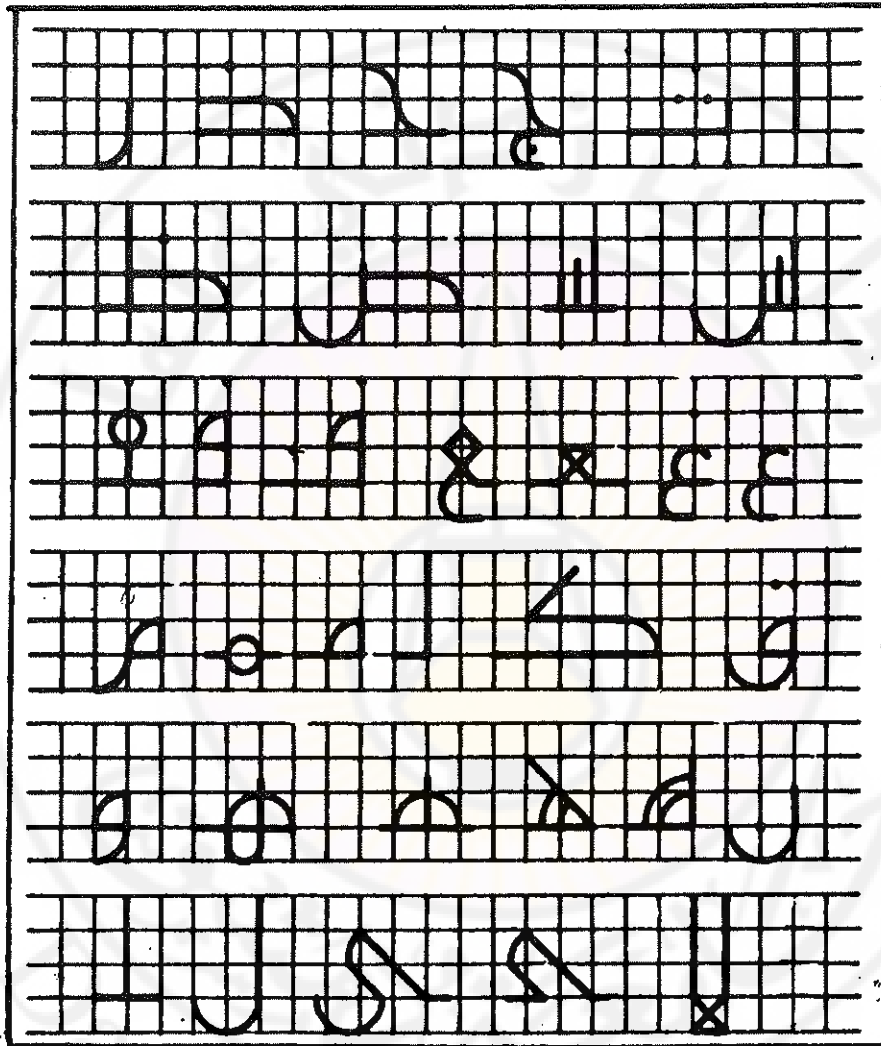
وجميع أبعاد وأجزاء الحروف تأخذ بنسب معينة من الارتفاع الأساسي (h)،

حيث أن ارتفاع الحرف الصغير $\frac{5}{7}h$ وسمكه $\frac{1}{7}h$ والبعد بين الطرفين $\frac{11}{7}h$

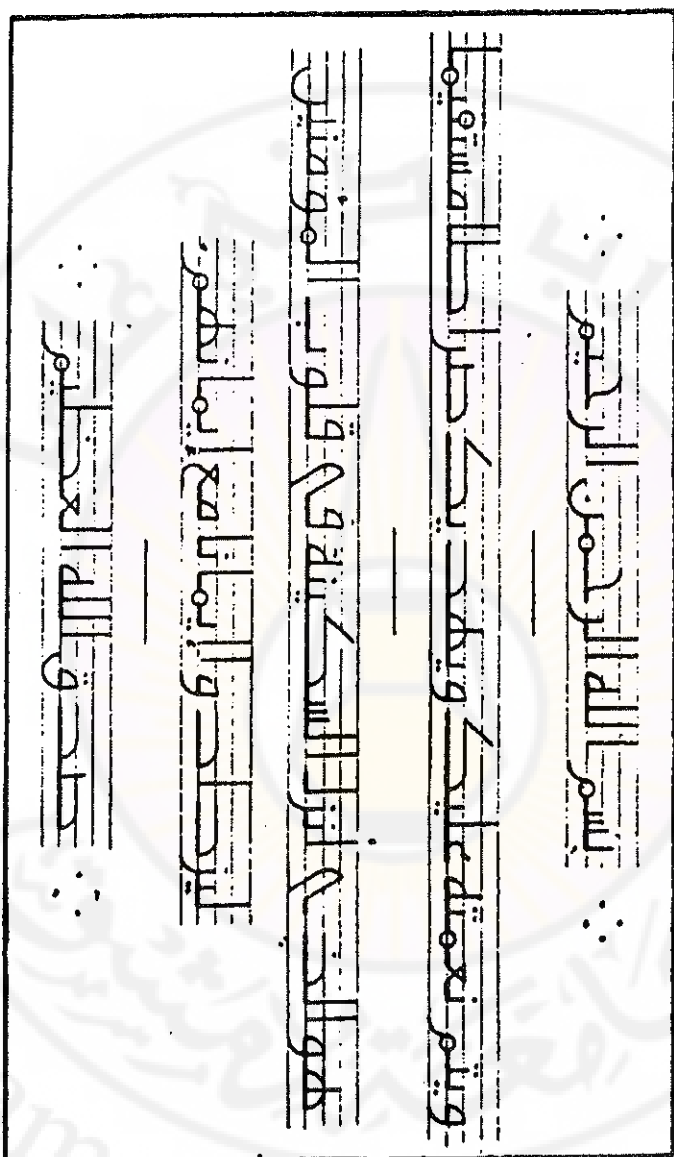
والفراغ بينهما $\frac{4}{7}h$ ، الشكل (1 - 36) يوضح الأحرف المستخدمة.

يسمح للطالب أو الرسام بالتصرف التلقائي في تغير بعض الثخانات والارتفاعات والخروج عن القواعد والأسس المتبعة، وذلك حسب مساحة المكان

إذ يمكن تعريض أو تضيق حجم الحرف بما يتناسب مع حجم الرسم،
الشكل (1 - 36).



الشكل (1-30)



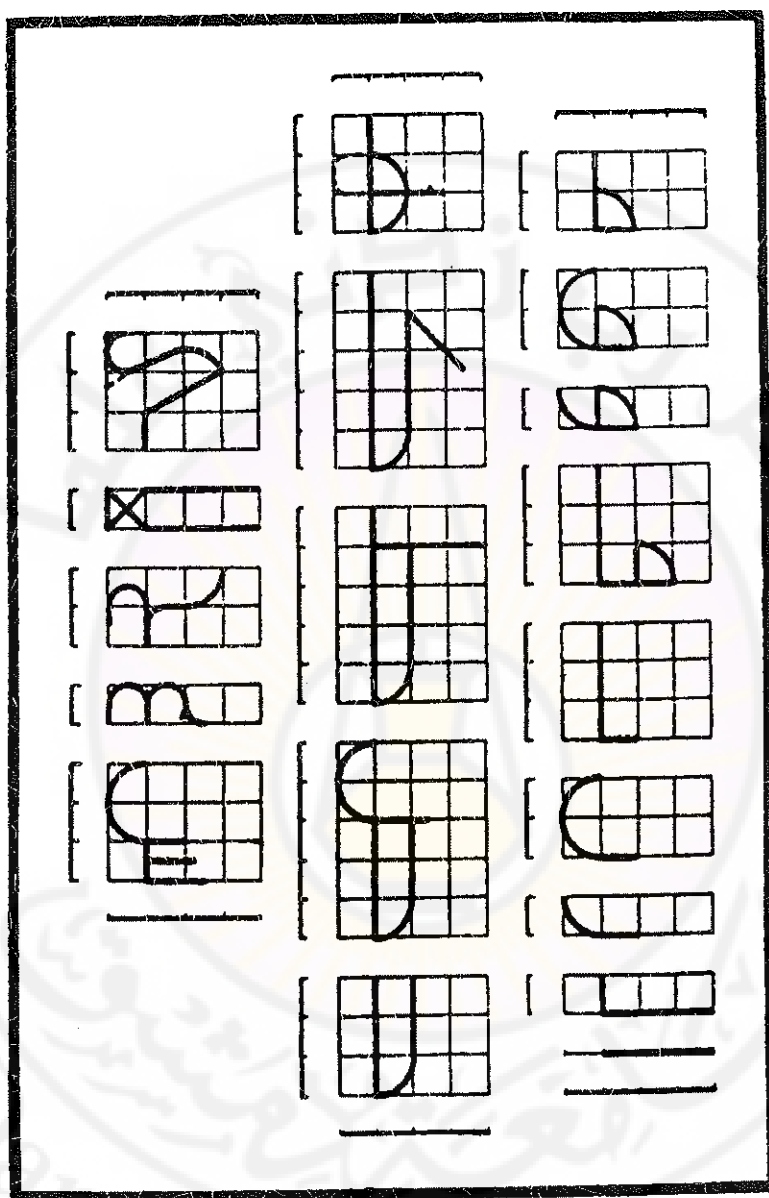
الشكل (1-31)

ارسم بمقياس كامل :

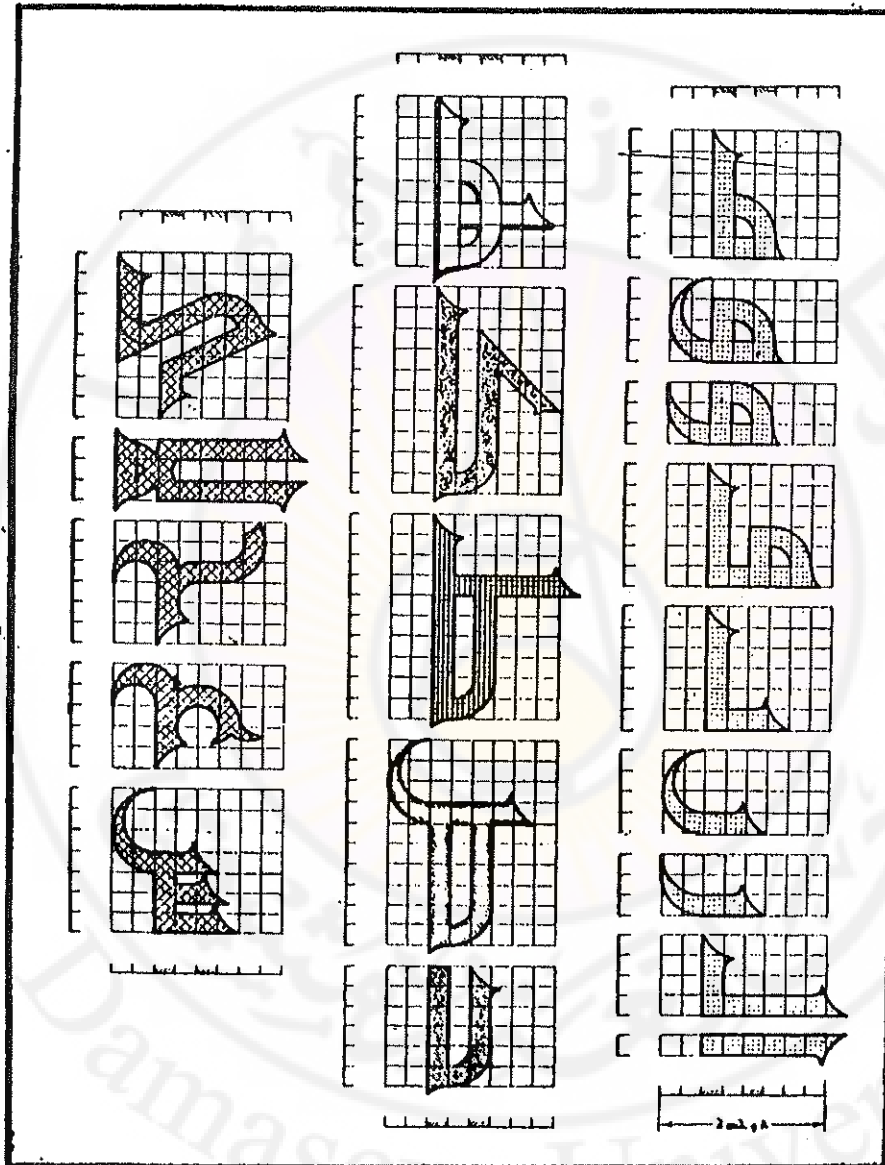
- ١- قطاعا رأسيان عند ١١
- ٢- مسقط جانبيان عند ب ب في اتجاه السهم
- ٣- قطاعا أفقيان عند ب ج د

الأبعاد بالمليمترات

الشكل (1-32)



الشكل (1-33)



الشكل (34-1)

أخيراً لإتقان كتابة الأحرف بنوعيتها يجب التدريب على أوراق ميلمتريّة أو أوراق مربعات إلى أن يتم إتقانها، ومن ثم تعتمد ثلاثة خطوط خفيفة كدليل على ارتفاع الكتابة الشكل (1- 37). يوجد في الأسواق مساطر (مينيرفا) مخصصة لكتابة الأحرف والأرقام بالقياسات المختلفة ومنها القائم والمائل لتسهيل أعمال الكتابة والإسراع بإنهاء الرسم.

نصائح وإرشادات

يمكن للطالب بعد التدريب والمثابرة الكتابة بوضوح وإتقان، لكن يجب عليه مراعات النصائح التالية:

- 1- مراعاة التجانس في كتابة الأحرف والأرقام، من حيث الشكل والارتفاع ونسب الأجزاء، وتساعد على ذلك خطوط الدليل الأفقية.
- 2- مراعاة الثخانة الواحدة للحروف واستقامتها.
- 3- توزيع الفراغات المتوازنة بين الأحرف (وبخاصة الأجنبية).
- 4- فصل الكلمات عن بعضها بعضاً وتحديد الجمل بشكل واضح.
- 5- يفضل استخدام قلم متوسط القساوة HB.

A B C D E F G H I J K L M N
 O P Q R S T U V W X Y Z
 Ä Ö Ü Æ V X VIII

DIN 17

الخط المائل

A B C D E F G H I J K L M N
 O P Q R S T U V W X Y Z
 Ä Ö Ü Æ V X VIII

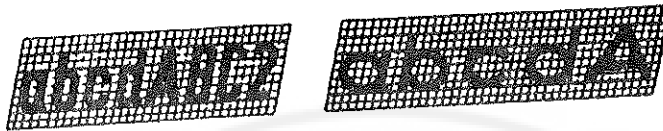
a b c d e f g h i j k l m n o p
 q r s t u v w x y z ß ö ü 8
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

DIN 16

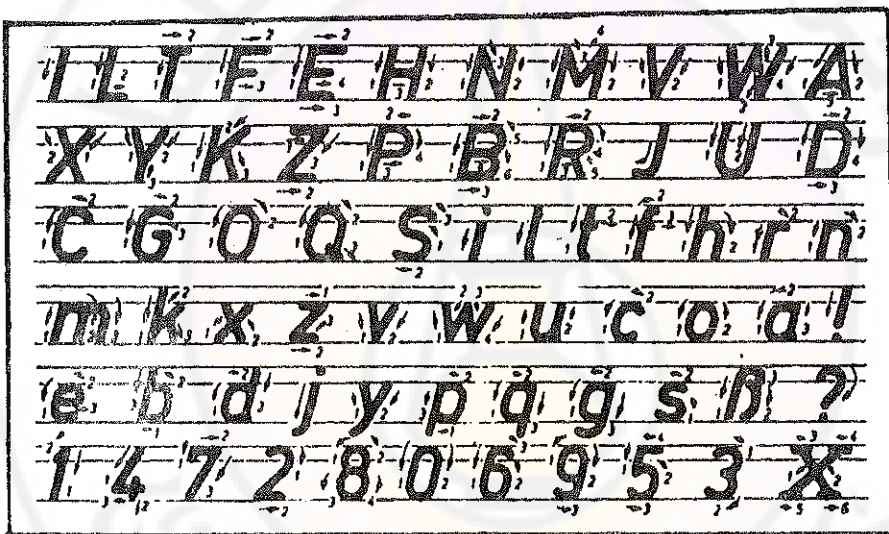
Nominal height h in mm : قيم الارتفاع : 2 , 2.5 , 3 , 4 , 5 , 6 , 8 , 10 , 12 , 16 , 20 , 25 .

DIN 1451

الشكل (1 - 35)



سلسلہ (1 و 2)



BEARING SHAFT MACHINE TOOL SCREW
BEVEL GEAR ROLLER DISK

الشکل (1 - 37)

الباب الثاني

أسس الرسم الهندسي

• مداخل

سبق وأشرنا في الباب السابق إلى أهمية الخطوط في الرسوم الهندسية كعنصر تفاهم ونقل أفكار، وعلى المصمم الرسام معرفتها الجيدة.

لكن، المعرفة وحدها بالخطوط لا تكفي، إذ يجب على المصمم والرسام لإنجاز الرسوم الهندسية، الإلمام التام بالطرائق الصحيحة والمعرفة الجيدة في إنشاء الأشكال الهندسية المستوية، والمعتمد في بنائها على عنصرين هندسين أساسيين وهما النقطة والمستقيم.

النقطة: هي كل أثر مجرد وليس له أبعاد من طول وعرض وارتفاع ويحدد بتقاطع خطين مستقيمين.

المستقيم: هو الأثر الناتج عن تحرك النقطة ذو البعد الواحد وهو الطول فقط. والأشكال الهندسية، هي مجموعة من النقاط والخطوط والأسطح. ويعرف السطح بما يلي:

السطح: هو الأثر الناتج عن تحرك خط محدد، وهو الحد الفاصل للجسم عما يحيط به من الفراغ، ويكون مستوياً أو منحنياً وله طول وعرض فقط.

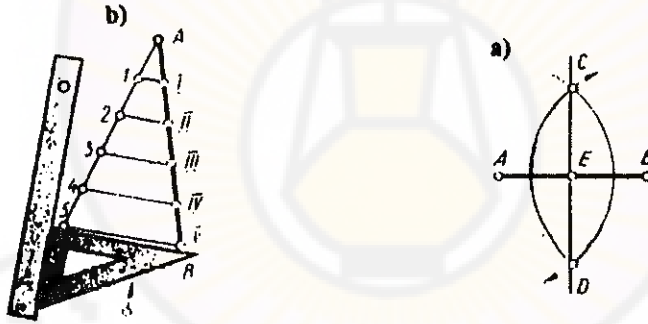
ولإنشاء الأشكال الهندسية المستوية، نعتمد على أربع حالات رئيسة وهي:

- لدقة في وضع المساطر على النقاط المختارة.
 - إنشاء الخطوط بمساعدة المساطر (المسطرة).
 - الدقة في وضع إبرة الفرجار على النقاط المختارة في المستقيم، أو نقطة ما لا على التعيين.
 - إتقان عمليات الإنشاء للأقواس والدوائر.
- وانطلاقاً من ذلك سنوضح أعمال الإنشاء لبعض الأشكال الهندسية.

2- عمليات متعلقة بالخط والزوايا

2-1 تقسيم القطعة المستقيمة.

يمكن تقسيم القطعة المستقيمة إلى قسمين متساويين أو إلى عدة أقسام متساوية. لتقسيم القطعة المستقيمة إلى قسمين متساويين (تنصيفها)، نفترض أن نهايتي القطعة AB هما مركزان لإبرة الفرجار، وبفتحة تساوي أكبر من النصف، ننشئ قوسين يتقاطعان في النقطتين CD، والمستقيم الواصل بينهما ينصف القطعة في النقطة E. الشكل (2 - 1). أما لتقسيمها إلى أقسام متساوية، فننشئ من إحدى النهايتين ولتكن النقطة A، مستقيماً يشكّل مع القطعة AB زاوية حادة. ومن النقطة A نقسم المستقيم إلى العدد المراد (في هذه الحالة خمسة)، نصل النقطة 5 مع النقطة B، كما نصل النقاط 4, 3, 2, 1، مع القطعة المستقيمة. بمتوازيات للمستقيم 5B، وهذه المستقيمات المتوازية تقسم القطعة إلى خمسة أقسام متساوية.



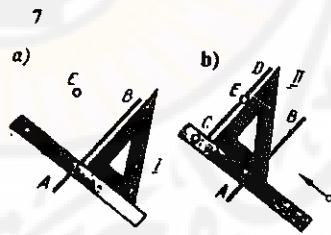
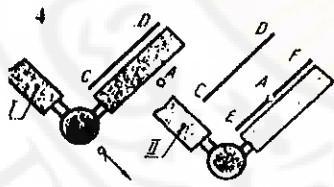
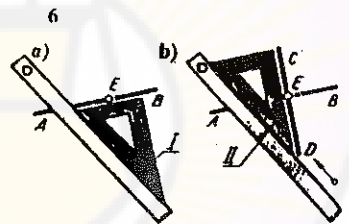
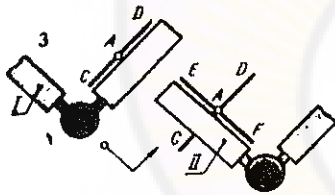
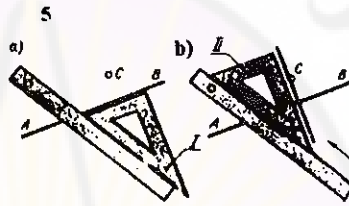
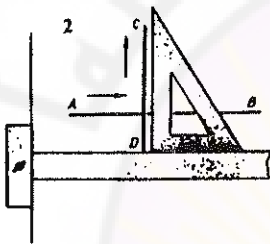
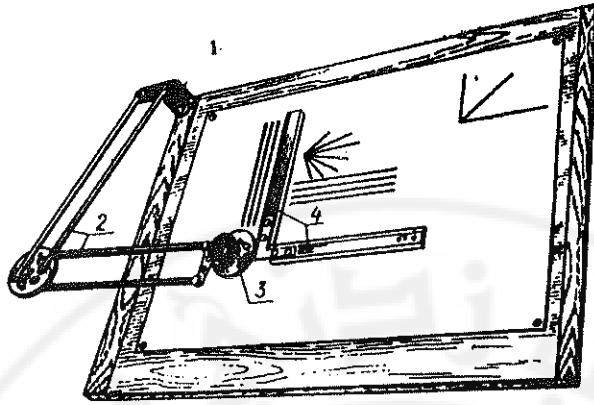
الشكل (2 - 1)

2-2 إنشاء الأعمدة والمتوازيات

عملية إنشاء عمود على منتصف القطعة المستقيمة AB، هي العملية نفسها التي سبق شرحها في الجزء (2 - 1)، والمستقيم CD هو العمود على منتصف القطعة. الشكل (2 - 1).

والأشكال الموضحة في الشكل (2 - 2) توضح الحالات التالية في إنشاء الأعمدة المتوازيات.

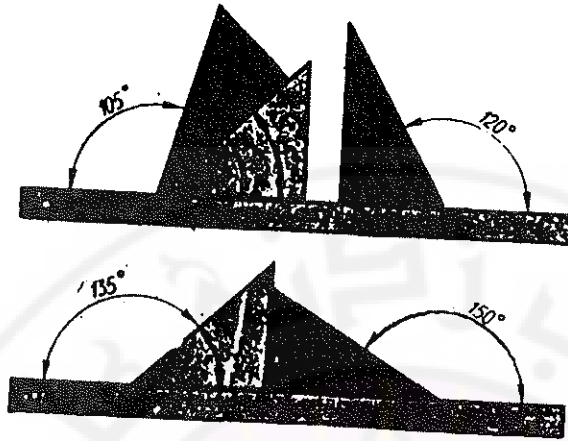
- 1- إنشاء المتوازيات العمودية والأفقية بمساعدة جهاز المساطر الميكانيكية.
 - 2- إنشاء عمود على مستقيم بالمسطرة والمثلث.
 - 3- إنشاء عمود مار بالنقطة A على المستقيم CD بمساعدة الجهاز.
 - 4- إنشاء مستقيم EF يوازي المستقيم CD ويمر بالنقطة A على مستوي بمساعدة الجهاز.
 - 5- إنشاء عمود على القطعة المستقيمة AB ويمر بالنقطة C الواقعة على مستوي بمساعدة المسطرة والمثلث.
 - 6- إنشاء عمود مار بالنقطة E، الواقعة على القطعة المستقيمة AB.
 - 7- إنشاء مستقيم CD يوازي AB ويمر بالنقطة E الواقعة على مستوي.
- 2-3- الزوايا والتقسيمات
- العمليات المتعلقة بالزوايا وتقسيماتها كثيرة. سنتناول أهم هذه العمليات وطرائق إنشاء الزوايا بمساعدة المسطرة والمثلثات مع الفرجار.
- يمكن بمساعدة المسطرة والمثلثات إنشاء الزوايا
- $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 45^\circ, (30^\circ + 45^\circ) = 75^\circ, 102^\circ, 105^\circ, 135^\circ, 150^\circ$
- والشكل (2 - 3) يوضح ذلك.
- 2-3-1- الزاوية الممثلة
- يمكن إنشاء زوايا ممثلة ومتساوية، الشكل (2 - 4). فمن النقطة B، للزاوية $\hat{ABC}$ ننشئ قوساً يتقاطع مع أضلاعها بالنقطتين EF وبفتحة الفرجار نفسها والتي نصف قطرها R ننشئ قوساً من المركز B_1 للمستقيم B_1A_1 ليقطعه في النقطة F_1 .
- نضع إبرة الفرجار في النقطة F_1 وننشئ قوساً مقداره EF فيتقاطع مع القوس السابقة بالنقطة E_1 . نصل بين النقطتين E_1B_1 بمستقيم لنحصل على الزاوية الممثلة.



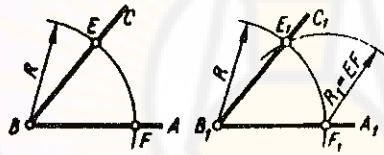
الشكل (2 - 2)

أهم العمليات في إنشاء الأعمدة والمتوازيات بوجود نقطة معلومة

توجد عمليات عديدة ومختلفة في إنشاء الأعمدة والمتوازيات، إذا أراد الطالب التسرع، يمكن له العودة إلى المراجع.



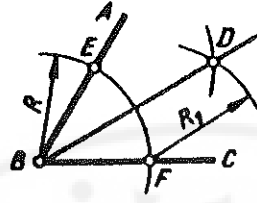
الشكل (2 - 3)



الشكل (2 - 4)

2-3-2- تنصيف الزوايا

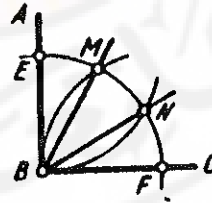
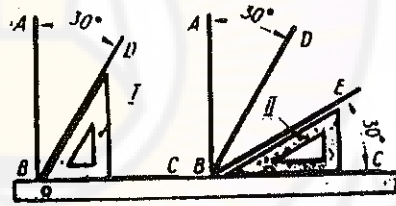
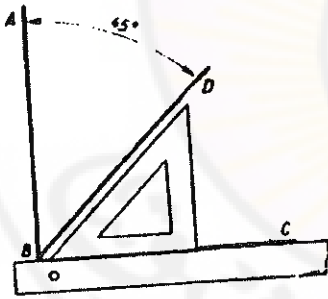
لتنصيف زاوية ما، مثل الزاوية $\hat{ABC}$ ، نفتح الفرنجار، فتحة اختيارية مقدارها R ، ونرسم قوساً يتقاطع مع ضليعيها بالنقطتين E و F . وبفتحة تساوي R ، ونرسم قوسين من النقطتين E و F يتقاطعان في النقطة D . المستقيم الواصل بين B و D هو منتصف الزاوية $\hat{ABC}$ ، الشكل (2 - 5).



الشكل (2 - 5)

2-3-3- تقسيم الزاوية القائمة

يمكن أن تقسم الزاوية القائمة باستخدام المسطرة والمثلثات، كما يمكن تقسيمها باستخدام الفرجار، إذ ننشئ قوساً بمقدار نصف قطر اختياري R من النقطة B للزاوية ABC ، الشكل (2 - 6) فيقطع القوائم في النقطتين E, F . وبالفتحة نفسها ننشئ قوسين اثنين من النقاط E, F ليتقاطعا في M, N . المستقيمتان BM, BN يقسمان الزاوية إلى ثلاث زوايا بمقدار 30° .

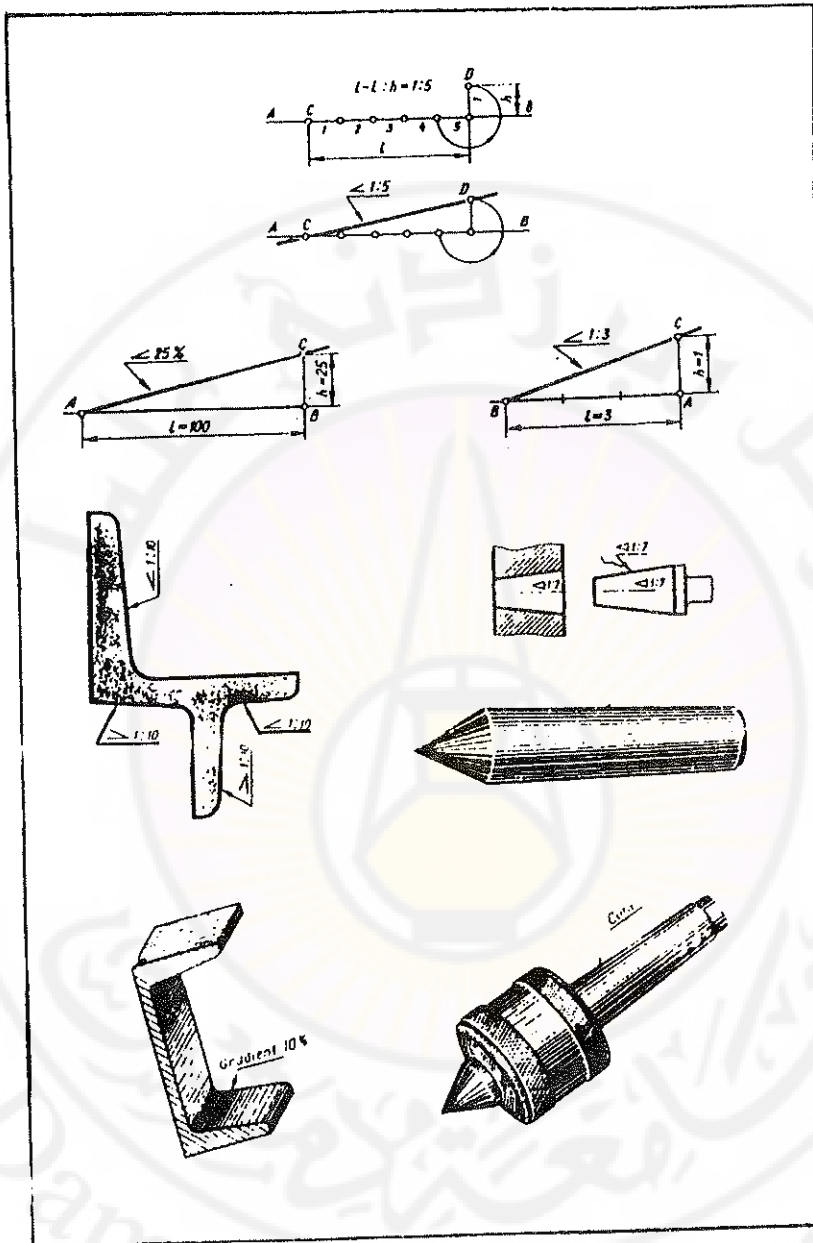


الشكل (2 - 6)

2-3-4- الأسطح المائلة والأجسام المخروطية

ضمن التصميم والرسوم الهندسية، يحتاج المصمم إلى التعبير عن أسطح مائلة أو مخروطية مثل المسحوبات الفولاذية وكل بحسب نسبة الميل (زاوية الميل): الشكل (2 - 7) يوضح طرائق التعبير عن هذه الأسطح وبعض القطع المخروطية.





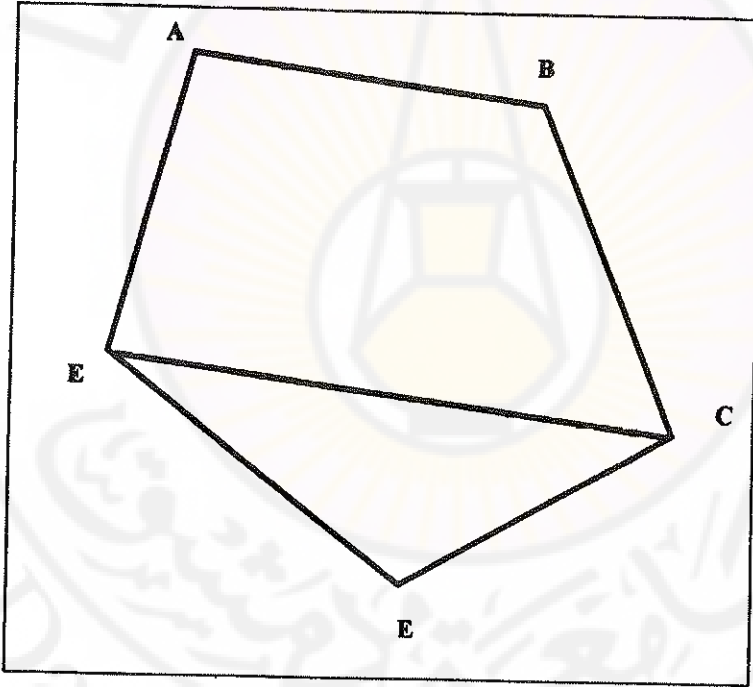
الشكل (7-2)

المضلعات

تعريف:

يعرف المضلع بأنه سطح مستوٍ محاط بخطوط مستقيمة متلاقية، وتسمى هذه الخطوط الأضلاع، ونقطة تلاقي كل مستقيمين تسمى رأس المضلع، وكل مستقيم يصل بين رأسين غير متتالين يسمى القطر، الشكل (2 - 8).

تسمى المضلعات نسبة لعدد أضلاعها فيقال مثلث ومربع ومخمس ومسدس للمضلعات ذات 3, 4, 5, 6 أضلاع. وهناك ما يسمى المضلعات المنتظمة، وهي المضلعات المحاطة بأضلاع متساوية وكذلك جميع الزوايا الناتجة عن تلاقي الأضلاع.

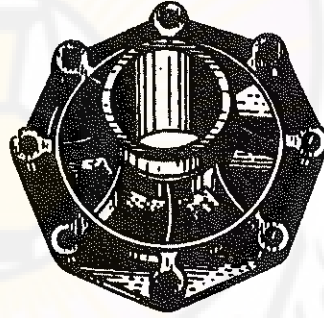
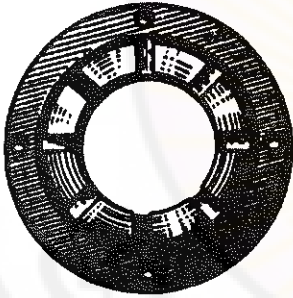
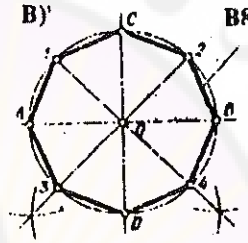
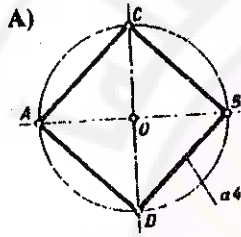


الشكل (2 - 8)

تنشأ جميع المضلعات المنتظمة داخل الدائرة أو مماسة لها. والحالات التالية تبين طريقة الإنشاء لبعضها:

• تقسيم الدائرة إلى أربعة أقسام وثمانية أقسام متساوية.

- (a) - تعامد قطري الدائرة يقطعها إلى أربعة أجزاء متساوية في النقاط A, B, C, D نضل هذه النقاط بمستقيمات فنحصل على المربع المطلوب.
- (b) - إذا نصفنا القطعتين AD, DB، أو رسمنا قطريين آخرين متعامدين باستخدام المثلث 45°، تتقاطع في النقاط 1, 2, 3, 4، نصل النقاط 1C و 2C إلى آخر النقاط لنحصل على المثلث المطلوب، الشكل (2 - 9).



الشكل (2 - 9)

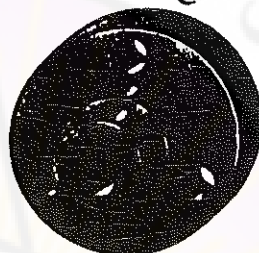
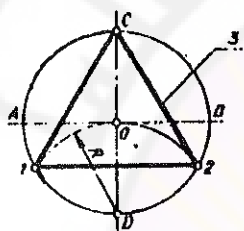
• تقسيم الدائرة إلى ثلاثة أقسام وستة أقسام والثاني عشر قسماً.

- (A) - لتقسيم الدائرة إلى ثلاثة أقسام، نثبت الفرجار على إحدى نقاط تقاطع الأقطار مع الدائرة ولنكن D، ونفتح بمقدار القطر R ونرسم قوساً يتقاطع مع

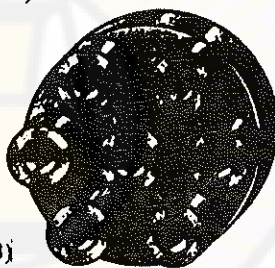
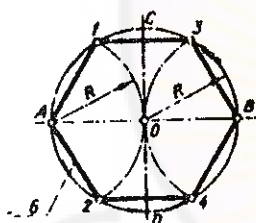
الدائرة في النقطتين 2, 1. نصل النقطتين مع النقطة C. مستقيمتان لنحصل على المثلث المطلوب.

(B)- ولتقسيم الدائرة إلى ستة أقسام، نرسم قوسين بفتحة نصف القطر R، من النقطتين A, B، فيقطعان الدائرة في النقاط 4, 3, 2, 1، نصل بين A, 2 و A, 1 وما بين B, 3 و B, 4 وما بين 1.3 و 2.4 لنحصل على الأقسام المطلوبة.

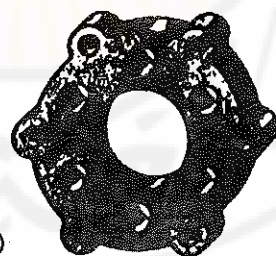
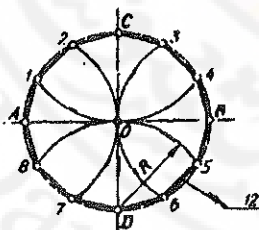
(C)- بإتباع الطريقة نفسها، مع افتراض أن جميع النقاط A, B, C, D مراكز للأقواس بفتحة مقدارها R لنحصل على ثماني نقاط 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1، على الدائرة، نصل بين جميع النقاط المتشكلة ونحصل على الأقسام المطلوبة الشكل (2 - 10).



A)



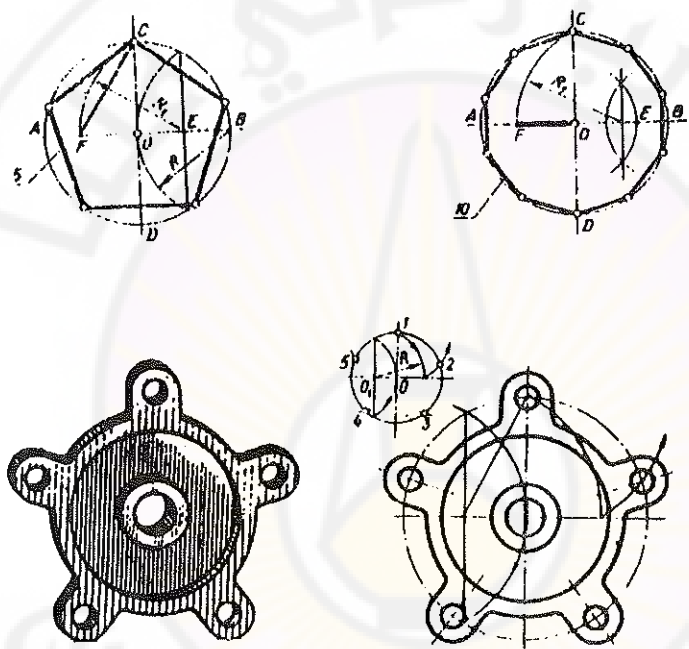
B)



C)

الشكل (2 - 10)

• تقسيم الدائرة إلى خمس أقسام وعشرة أقسام متساوية.
نقوم بتتصيف القطر وليكن OB في النقطة E. من هذه النقطة نرسم قوساً بفتحة فرجار $R = EC$ ، فيقطع OA في النقطة F، طول المستقيم CF هو طول ضلع الخمس وطول المستقيم OF هو طول ضلع المضلع ذي العشرة أضلاع، والشكل (2-11) يوضح ذلك.

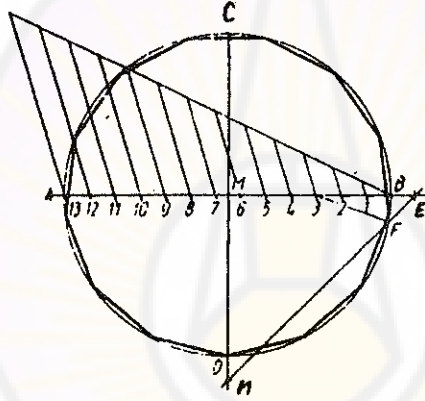


الشكل (2-11)

• تقسيم الدائرة إلى سبعة أقسام.
نشئ قوساً بنصف قطر R من النقطة C، فيقطع الدائرة في النقطتين EF، فنصل النقطتين بمستقيم فيقطع OC في n، فتحة الفرجار nF أو nE تقسم الدائرة إلى سبعة أقسام. الشكل (2-12).

• تقسيم الدائرة لأي عدد معين من الأقسام.

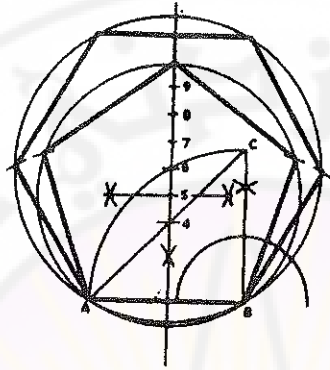
سنشرح طريقة تقسيم الدائرة إلى ثلاثة عشر جزءاً، بحسب الطريقة السائدة والأسهل، مع العلم أنه يوجد طرائق مختلفة لتقسيم الدائرة لعدد معين، الشكل (2-14). نقسم قطر الدائرة AB إلى ثلاثة عشر جزءاً، وعلى امتداد القطر AB نختار النقطة E، بحيث BE يساوي طول أحد الأقسام المطلوبة. وعلى امتداد CD نأخذ النقطة n، بحيث Dn تساوي طول أحد الأقسام. نصل النقطتين En فنحصل على F. الفتحة F3 تقسم محيط الدائرة إلى العدد المطلوب. علماً أن العدد (3) هو رقم ثابت لجميع الحالات.



الشكل (2 - 14)

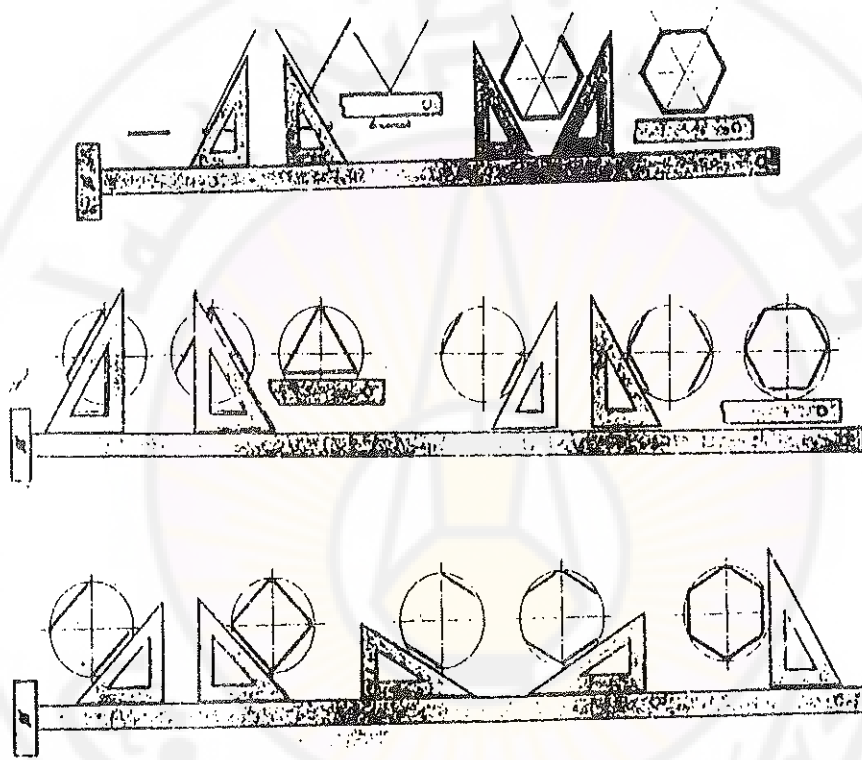
• رسم المضلع إذا عُلم طول ضلعه

نرسم الضلع المعلوم وليكن AB. نأخذ عموداً على منتصفه من النقطة D، كما نرفع عموداً من النقطة B، وفتحة مقدارها AB ننشئ قوساً يتقاطع مع العمود في النقطة C، كما يتقاطع مع العمود المنتصف في نقطة نعطيها الرقم (6). نصل بين النقطتين AC، بمستقيم يتقاطع مع العمود المنتصف بنقطة نعطيها الرقم (4). نصف المسافة بين النقطتين (4, 6) بالنقطة 5، الشكل (2 - 15).



الشكل (2 - 15)

وبفتحة تساوي أحد القسمين بدءاً من النقطة 6 نعين نقاطاً 7, 8, 9, هذه النقاط هي مراكز الدوائر التي تحوي المضلعات ذات العدد المطلوب للأضلاع. أخيراً يمكن تقسيم محيط الدائرة إلى أي عدد من الأقسام بحساب الأوتار وذلك بمساعدة الجداول الموجودة في مراجع الرسم. كما يمكن باستخدام المسطرة والمثلثات إنشاء المضلعات كما هو مبين بالشكل (2 - 16).

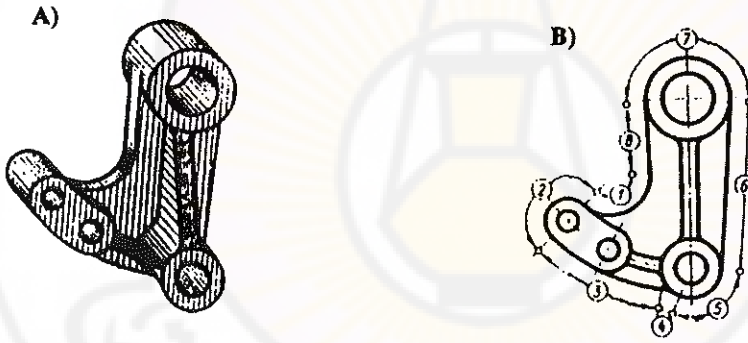


الشكل (2 - 16)

التماسات الهندسية

مدخل

إن أكثر القطع 'ميكانيكية' مع اختلاف أشكالها، مركبة من خطوط متعددة ومختلفة فيما بينها، كالخطوط المستقيمة، الخطوط المنحنية، الدوائر والأقواس. يبين لنا الشكل (2 - 17) أحد الأذرع، ذا الشكل الخارجي المركب من مجمل الخطوط المذكورة، كما يتوضح من الشكل عملية التداخل بين هذه الخطوط وظهورها بالشكل الانسيابي المدروس بدءاً من النقطة 1 إلى 2، ومن النقطة 2 إلى 3 ومن 3 إلى النهاية. عملية التداخل هذه، تسمى التماسات الهندسية.



الشكل (2 - 17)

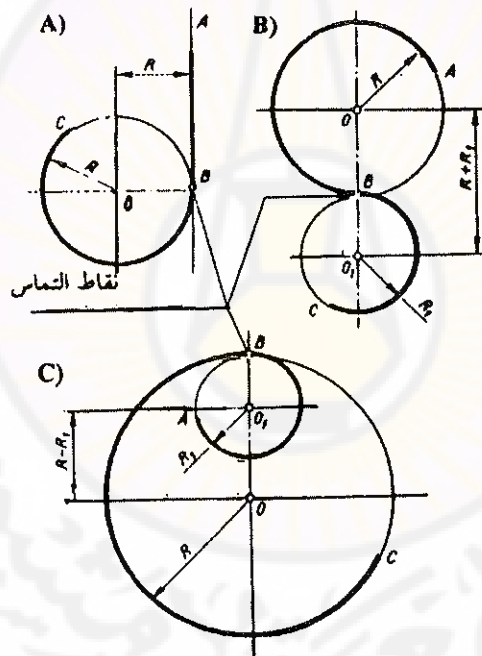
يتم إنشاء التماسات الهندسية للقطع الميكانيكية باعتماد قواعد الإنشاء الهندسي للخطوط وتماسها مع الدوائر والأقواس. ومن أهم الحالات التي يجب معرفتها في إنشاء هذه الخطوط، حالتان اثنتان في إنشاء خط التماس مع الدائرة والقوس، انطلاقاً من نقطة التماس بينهما.

الحالة الأولى:

أن تكون النقطة وتكن (B)، تقع على تقاطع العمود المنشأ من المستقيم المار من مركز الدائرة O، الشكل (18 - 2) A.

الحالة الثانية:

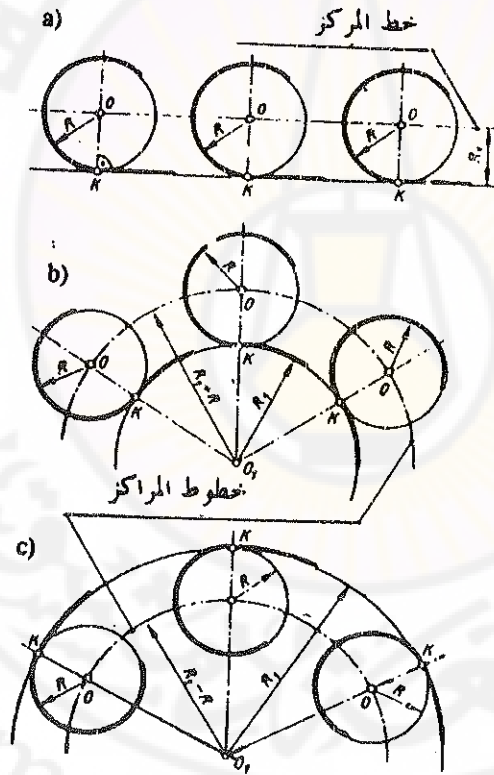
أن تكون نقطة التماس (B) واقعة على الخط المستقيم الواصل بين المراكز OO للأقواس الماسة فيما بينها. فإذا أن يكون التماس خارجياً للأقواس وتكون المسافة بين المراكز تساوي $OO_1 = R + R_1$ ، أو أن يكون التماس داخلياً والمسافة بين المراكز $OO_1 = R - R_1$ ، الشكل (18 - 2) B, C.



الشكل (2 - 18)

باعتقاد الحالتين الاثنتين، يمكن إنشاء تماس لعدة دوائر مع مستقيم يوازي المراكز والمسافة بينهم تساوي $R = R_1$ ، نصف قطر الدائرة الواحدة الحالة (a).
 كما يمكن إنشاء التماس الخارجي لعدة دوائر نصف قطر الواحدة R مع دائرة نصف قطرها R_1 ، ويكون نصف القطرين المراكز $R + R_1$ الحالة (b).
 أما إذا كان التماس داخلياً فنصف القطر يساوي $R - R_1$ ، الحالة (c).
 الشكل (2 - 19) a, b, c

هاتان الحالتان، أي التماس الخارجي والتماس الداخلي، يجب على الطالب معرفتها تماماً والتفريق جيداً ما بين التماس الخارجي والداخلي.

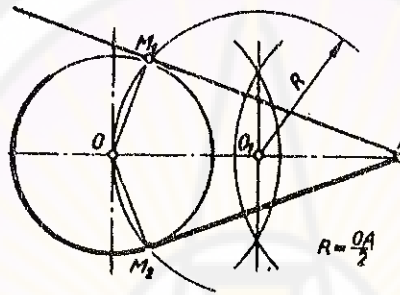


الشكل (2 - 19)

المسائل والحالات الرئيسية في التماسات الهندسية:

(1) - إنشاء خط تماس خارجي لدائرة من نقطة معلومة خارجها. الشكل (2 - 20):

ننصف المستقيم المار من النقطة A إلى المركز O، في النقطة O₁. ننشئ قوساً من النقطة O₁ نصف قطره OO₁ = R = R₁O، فيقطع الدائرة في النقطتين M₁M₂. نصل بين النقطة A والنقطتين M₁ و M₂ بمستقيمين، وهما المماسان الخارجيان للدائرة.



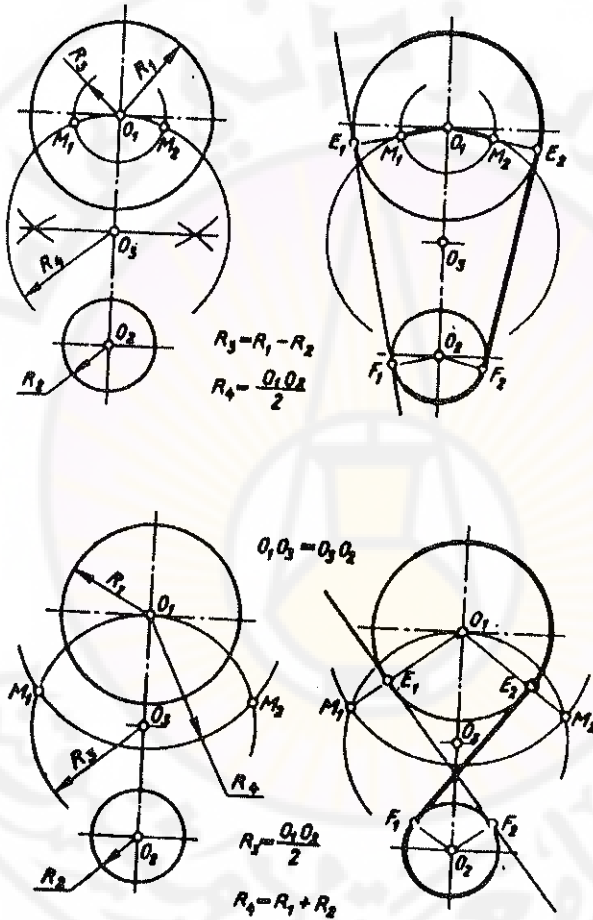
الشكل (2 - 20)

(2) - إنشاء خطوط التماس الخارجية لدائرتين قد علم قطرها. الشكل (2 - 21):

نرسم من النقطة O₃ منتصف المستقيم O₁O₂ دائرة مساعدة نصف قطرها O₃O₂ = O₁O₃ = R₄ وفتحة تساوي الفرق بين نصفي الدائرتين المعلومتين R₃ = R₁ - R₂، نرسم دائرة مساعدة ثانية من المركز O₁ وتقطع الأولى في M₁, M₂، نصل بين O₁M₁ و O₁M₂، وعلى استقامتهما نفسهما يتقاطعان مع الدائرة المعلوم الأولى في E₁, E₂ وهما نقطتا التماس. ونرسم خطين موازيين لـ O₁E₁, O₁E₂ من المركز O₂ للدائرة الثانية فيقطعها في F₁, F₂ اللتين هما نقطتا التماس. نصل بين E₁F₁ و E₂F₂ لنحصل على التماسات الخارجية.

أما طريقة إنشاء التماس الداخلي فهي كالسابقة، ولكنها تختلف فقط بأن الدائرة المساعدة الثانية ترسم بنصف قطر $R_4 = R_1 + R_2$ والأولى بنصف قطر

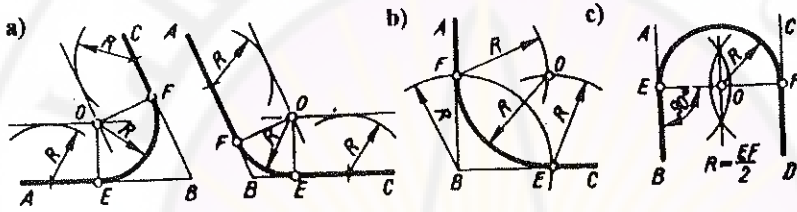
$$R_2 = \frac{O_1 O_2}{2}$$



الشكل (2 - 21)

(3) - إنشاء قوس تماس لضلعي الزاوية .

لإنشاء أقواس التماس مع أضلاع الزاوية الحادة أو المنفرجة أو القائمة، يجب تحديد نقاط التماس للقوس مع المستقيمتين (الأضلاع) ومركز هذا القوس. الشكل (2 - 22) يوضح طريقة إنشاء مثل هذه الأقواس.



الشكل (2 - 22)

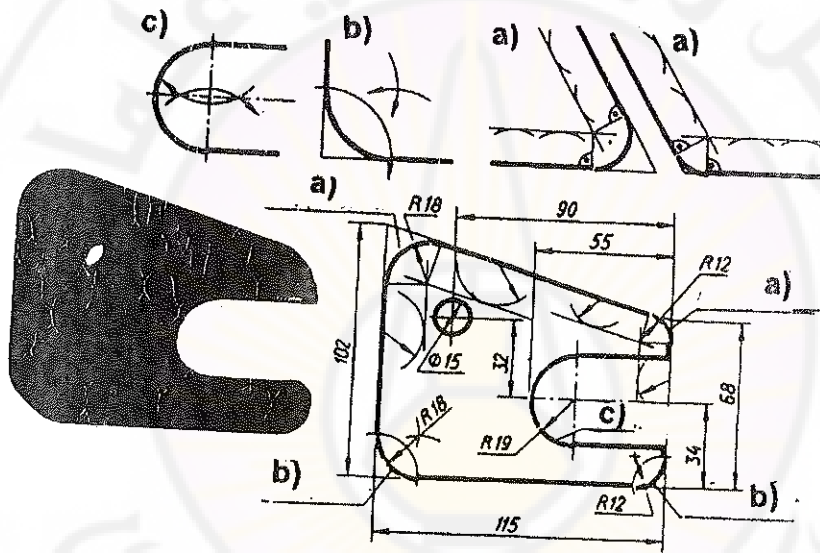
(a) - طريقة إنشاء أقواس التماس مع أضلاع الزاوية الحادة أو المنفرجة واحدة، فعلى مسافة مقدارها نصف القطر R ننشئ مستقيمتين موازية لأضلاع الزاوية. نقطة تقاطع المستقيمتين O ، هي مركز القوس المراد إنشاؤه، والأعمدة المنشأة على ضلعي الزاوية والمتقاطعة معهما في النقطتين E, F ، هما نهايتا القوس المطلوب إنشاؤه. انظر الشكل (2 - 22).

(b) - ولإنشاء نقاط التقاء الزاوية القائمة، نفترض الرأس B مركزاً لرسم قوس نصف قطره R ، فيقطع ضلعي الزاوية في النقطتين E, F ، وهما نقاط الالتقاء للقوس وضلعي الزاوية. ومن النقطتين نرسم قوسين بنصف القطر ذاته R فيتقاطعان في الزاوية O ، وهي مركز الفرجار لإنشاء القوس التماس مع ضلعي الزاوية القائمة.

(c) - أما نقاط التقاء (تماس) خطين متوازيين مع قوس، فيكون بإنشاء مستقيم عمودي على المستقيم CD من النقطة E، فيقطع المستقيم بالنقطة F. النقل E_1F ، هما نقطتا الالتقاء أو التماس.

منتصف المستقيم EF وهو النقطة O، هو مركز لرسم أو إنشاء القوس نصف قطره R ويصل بين النقطتين E, F.

الشكل (23 - 2) يبين مثلاً عملياً في إيجاد نقاط التماس (الالتقاء) للنهات الدائرية مع الخطوط المستقيمة.



الشكل (23 - 2)

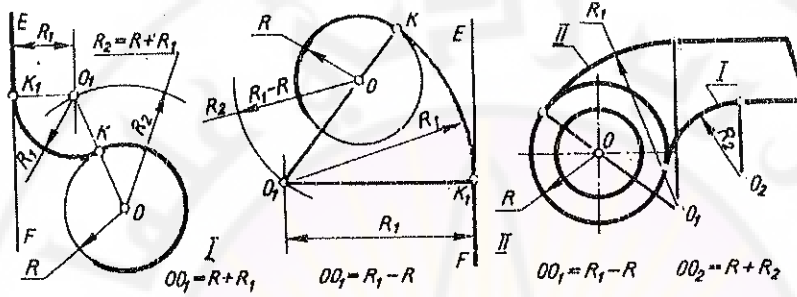
(4) - تماس (التقاء) قوس من دائرة مع مستقيم

في هذه المسألة تماس خارجي (a) و تماس داخلي (b)، الشكل (24 - 2).

لإنشاء التماس الخارجي، نقوم بإنشاء مستقيم يوازي المستقيم المعلوم ويبعد عنه بمقدار نصف قطر القوس R_1 المعلوم، كما ننشئ قوساً نصف قطره يساوي R_2 .

من مركز الدائرة المعلوم O، (أو القوس المعلوم) فيتقاطعان في النقطة O_1 .

النقطة O_1 هي مركز القوس المراد إنشاؤه لالتقاء المستقيم مع القوس من الدائرة، والنقاط K_1, K_2 هي نقاط التماس.



الشكل (2 - 24)

أما رسم وإنشاء التماس الداخلي فهو كالسابق، لكنه يختلف بأن نصف القطر $R_2 = R_1 - R$ ، ومنه O_1 ، هو مركز إنشاء قوس التماس المطلوب.

(5) - التقاء (تماس) الأقواس مع الدوائر.

(a) - إنشاء قوس التماس الخارجي لدائرتين بأنصاف أقطار R_1 و R_2 .
نرسم قوسين من مركزي الدائرتين O_1 و O_2 ، بفتحة فرجار مقدارها $R_1 + R$ و $R_2 + R$ ، حيث R نصف قطر القوس المراد إنشاؤه. يتقاطع القوسان في النقطة O_3 . ومن هذه النقطة ننشئ القوس المطلوب، و EF نقطتا التلاقي بين الدائرتين والقوس.

(b) - إنشاء قوس التماس الداخلي:

لإنشاء قوس التماس الداخلي تتبع الخطوات ذاتها في إنشاء قوس التماس الخارجي، لكن بطرح أنصاف الأقطار $R_1 - R$ و $R_2 - R$.

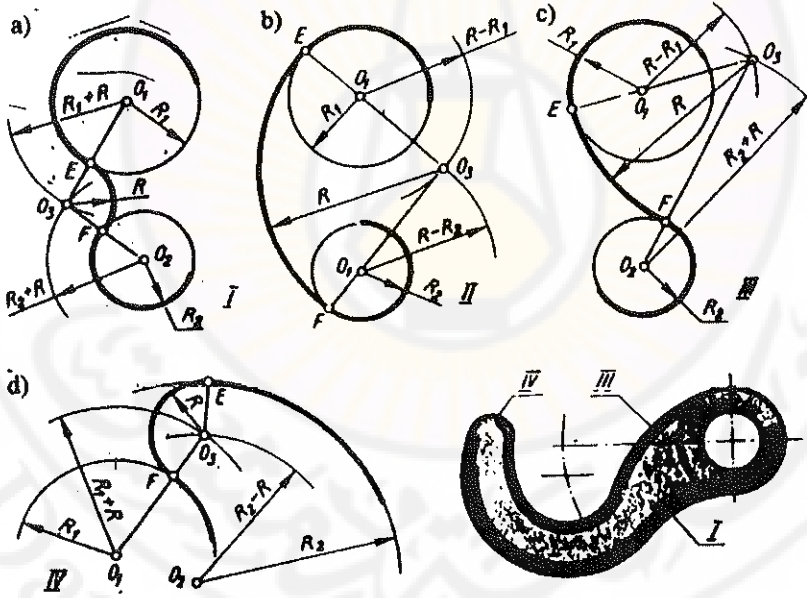
(c) - إنشاء قوس مماس للدائرة من الخارج وللأخرى من الداخل.

R - نصف قطر القوس التماس مع الدائرتين من الخارج والداخل.

لإنشاء هذا القوس، نرسم قوساً مساعداً من المركز O_1 بفتحة فرجار مقدارها $R - R_1$ (تماس داخلي)، ثم نرسم قوساً مساعداً آخر من المركز O_2 بفتحة فرجار مقدارها $R_2 + R$ (تماس خارجي)، يتقاطع القوسان في النقطة O_3 ، ومنها بفتحة فرجار مقدار R ننشئ القوس المطلوب.

(d) الحالة السابقة نفسها (c)، لكن المسافة بين المراكز عكسية الشكل (2d - 25)، حيث إن $O_1O_3 = R_1 + R$ و $O_2O_3 = R_2 - R$.

الشكل (2 - 25) يوضح الحالات الأربع السابقة مع رسم لجسم ميكانيكي، يسمى الخطاف يبين عليه هذه الحالات بشكلها العملي.

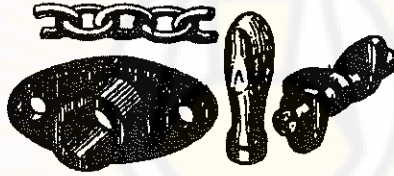


الشكل (2 - 25)

المنحنيات الهندسية

تعريف:

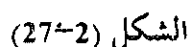
المنحني الهندسي ، هو كل خط ناشئ عن تلاؤم أو اتصال قطع منحنية متعددة، محددة بكثير من النقاط، وهو خط لا يمكن إنجازه أو رسمه بالفرجار فقط. تشغل المنحنيات الهندسية حيزاً لا بأس به في الرسوم الهندسية والتقنية، ومنها ما يمكن تنفيذه بمساعدة الفرجار ومنها ما ينفذ باستخدام مساطر المنحنيات. من هذه الأشكال للمنحنيات، القطع المخروطية بأشكالها والمقايض والسلاسل والقواعد وغيرها من الأشكال البيضوية ذات المحور الواحد في التناظر مثل الشعرة العقدية في المحركات ... الخ من القطع والأشكال المتنوعة و الشكل (2 - 26) يوضح بعض هذه القطع.



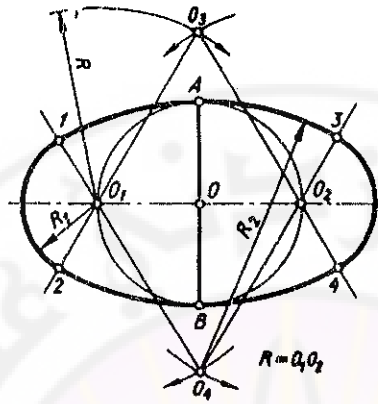
الشكل (2 - 26)

يوجد طرائق عديدة لرسم مثل هذه المنحنيات وإنشائها، وتعلق بما هو معلوم من محاور أو أقطار للمنحني المراد إنشاؤه.

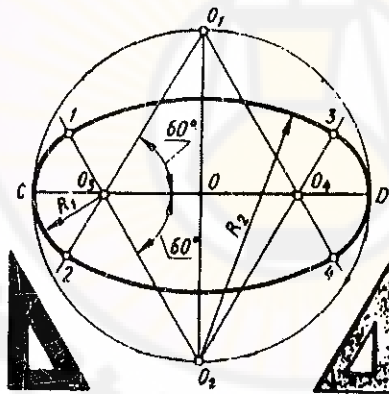
• فلرسم منحنٍ بيضوي الشكل، علم منه المحاور AB و CD الشكل (2 - 27)، نصل النهايتين A و C. ومن المركز O نأخذ المسافة $CE_1 = CE$ المساوية $CE_1 = CE$ AO - OC. ومن ثم ننشئ عموداً على منتصف القطعة المستقيمة AE_1 ليتقاطع مع OD و AO في النقاط 1 و 4. نحدد النقاط 2 و 3 المتناظرة مع 1 و 4.



74



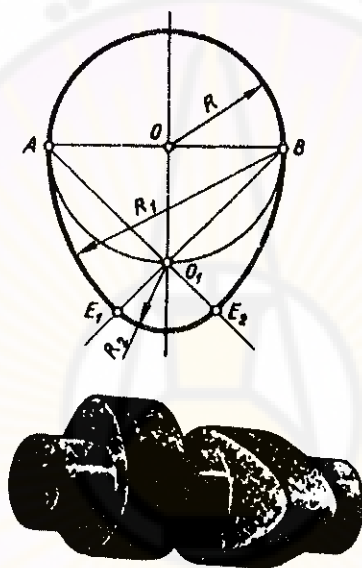
الشكل (2- 28)



الشكل (2- 29)

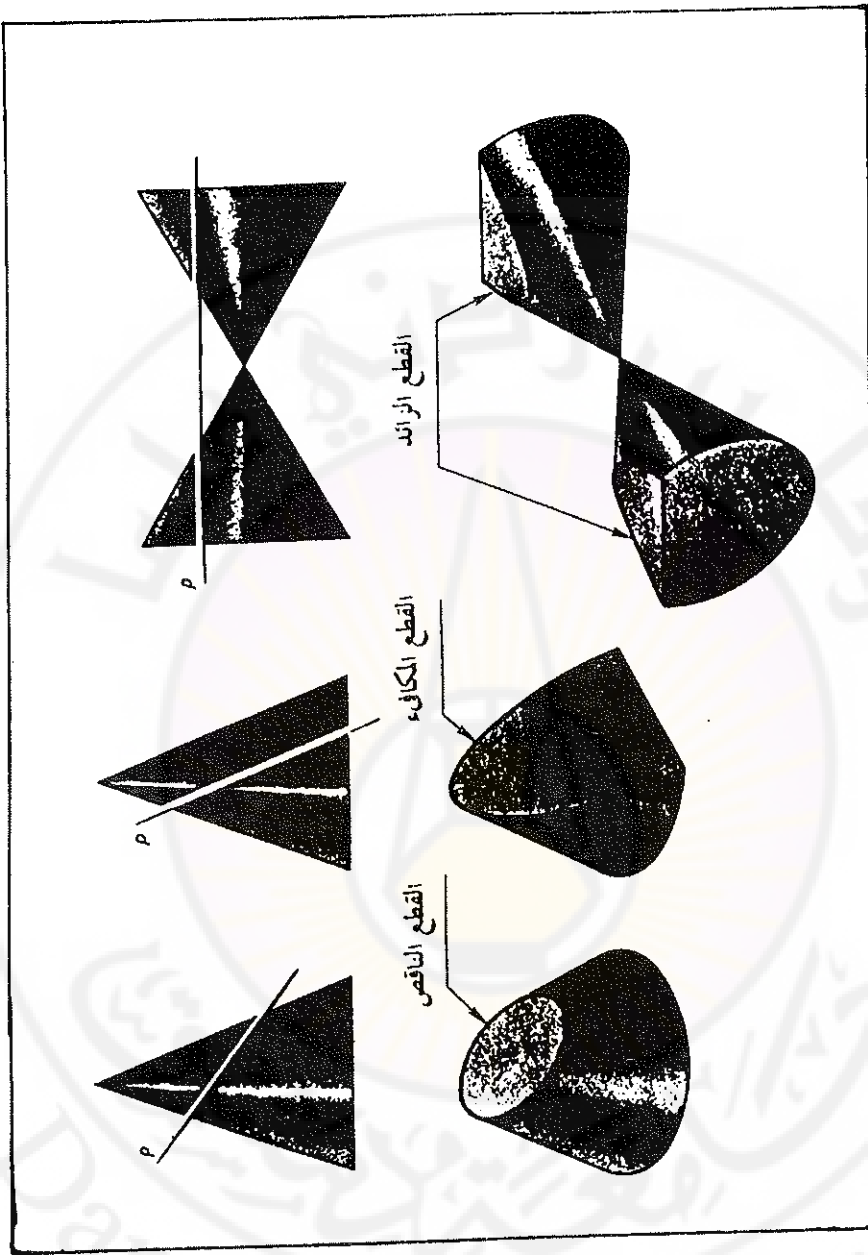
● منحنى الشجرة العقدية (المنحنى البيضوي) يعد هذا المنحنى الأشهر بين المنحنيات لأهميته في الحركات، فإذا كانت المنحنيات السابقة ذات محورين

متناظرين، فلهذا المنحني محور تناظر واحد. ولرسم هذا المنحني، ننشئ من المركز O دائرة نصف قطرها $R = \frac{AB}{2}$ وتقطع محور المنحني في O_1 ، وبفتحة فرجار مقدارها $R_1 = AB$ نرسم القوسين الكبيرين، ومن A و B ننشئ مستقيمين يقطعان الأقواس الكبيرة في E_1 و E_2 ، وبفتحة فرجار مقدارها $R_2 = O_1E_1 = O_1E_2$ نرسم القوس الصغير لنحصل على المطلوب. الشكل (2 - 30).



الشكل (2 - 30)

من المنحنيات الهندسية ما هو ناتج عن القطاعات المخروطية الموضحة أشكالها في الشكل (2-31)، فمنها القطع الناقص والقطع الزائد والقطع المكافئ. والقطع الناقص هو الأكثر وجوداً في الرسوم الهندسية والتقنية من غيره من القطاعات المخروطية، فما هو القطع الناقص؟



الشكل (2 - 31)

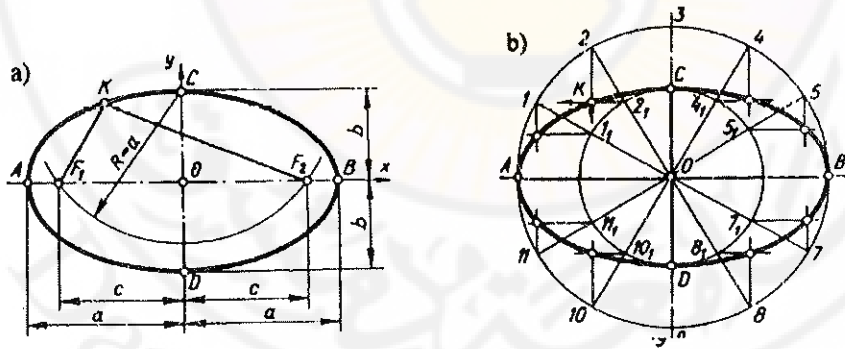
القطع الناقص:

هو منحنٍ مغلق ذو محورين متناظرين، يتشكل من حركة نقطة K مجموع بعديها عن نقطتين ثابتين (تسميان المحرقين) F_1 و F_2 ثابت ويساوي طول قطر القطع الأكبر، الشكل (2- a32) أي أن $F_1K + F_2K = AB$ والمستقيمان المتعامدان AB و CD المتقاطعان في النقطة O (المركز)، هما محورا القطع، الأطول يسمى القطر الكبير $AB = 2a$ ، والأقصر $CD = 2b$ هو القطر الصغير.

أما النقطتان F_1 و F_2 فهما نقطتا المحرق ولرسم القطع الناقص إذا علم قطراه AB و CD ، الشكل (2- b32)، نقوم برسم دائرتين طول نصف قطر كل منهما a و b ، ومن المركز O .

نقسم الدوائر إلى عدة أقسام ولتكن اثني عشر قسماً، ومن نقاط التقاطع للدائرة الصغيرة نرسم خطوط توازي المحور الكبير AB . ونقاط تقاطع الكبيرة فنرسم منها خطوط توازي المحور الصغير CD .

تقاطع هذه النقاط مع بعضها يُحدد نقاط منحنى القطع الناقص المراد رسمه. نصل هذه النقاط مع بعضها لنحصل على المطلوب.



الشكل (2 - 32)

يبقى أن نذكر المنحنيات الهندسية المعروفة التالية:

1- المنحني الحبيبي.

ويمثل قانون التغير الحبيبي نسبة إلى تغير قيمة الزاوية المركزية.

2- منحني أرخميدس (المنحني الحلزوني).

هو المنحني الناتج عن نقطة تتحرك مبتعدة عن المركز O بحركة دائرية منتظمة متعلقة بمقدار نصف قطر الدائرة ولإنشائه يجب معرفة خطواته.

3- المنحني الإنفليوتي.

وهو المنحني الناتج عن تفريد الدائرة أو إنفرادها.

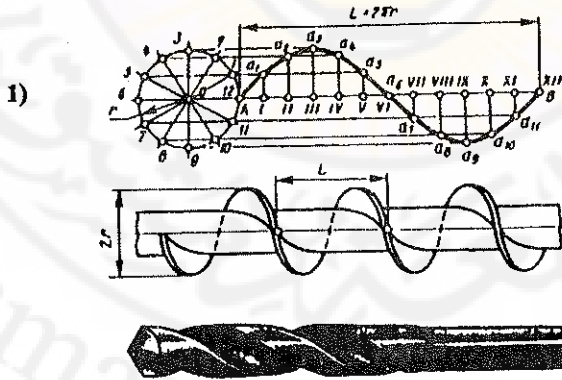
4 - المنحني السيكلويدي:

وهو المنحني الناتج عن حركة نقطة من محيط الدائرة وتندرج دون انزلاق على خط مستقيم.

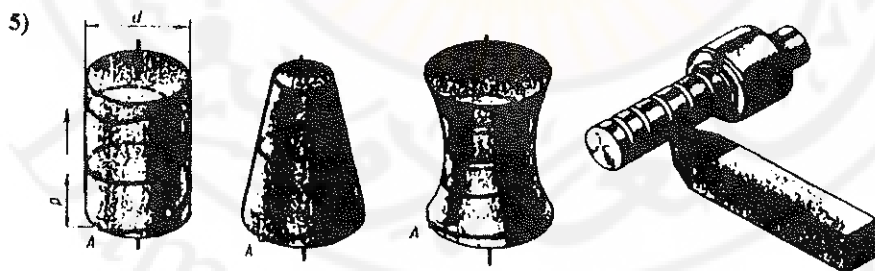
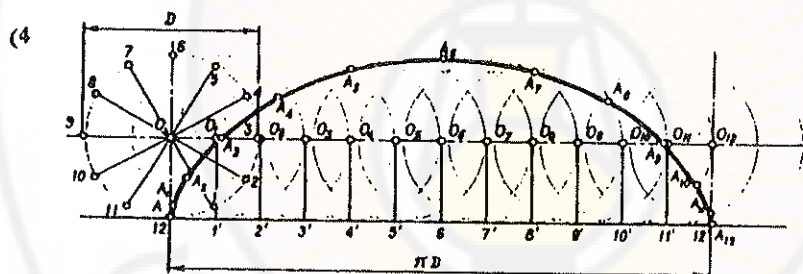
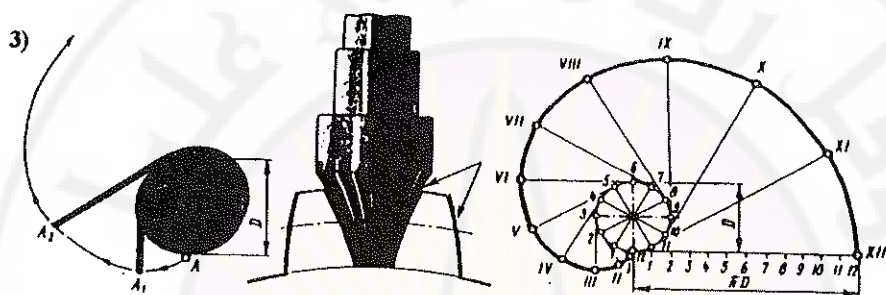
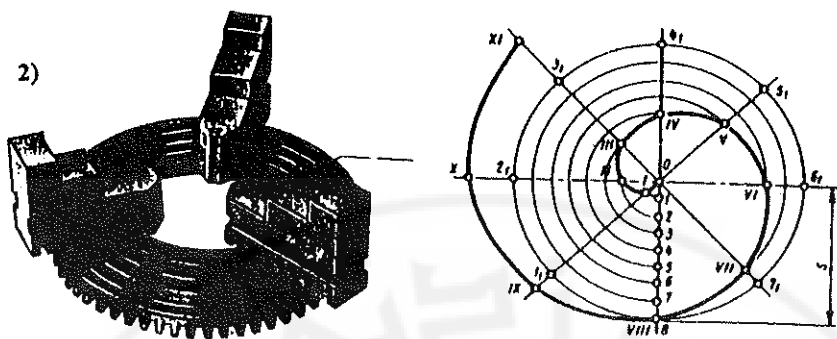
5- المنحني اللولبي:

هو المنحني الناتج عن تحرك نقطة بحركة مستقيمة منتظمة على مستقيم يدور حول محور ثابت إما يمينا أو يساراً.

الشكل (2 - 33) يبين المنحنيات الخمسة وكل بحسب رقمه التسلسلي.



الشكل (2 - 33)



تتمة الشكل (2-33)

الباب الثالث

الإسقاط

الإسقاط وتعريفه:

تُفسر عملية الرؤية للأجسام المحيطة بنا، بانعكاس الأشعة الضوئية منها إلى عين الإنسان، بدليل أنه لا يمكن رؤية الأجسام في الظلام لعدم وجود الإشعاع الضوئي.

وإذا نظرنا إلى الأجسام بالعين المجردة، نرى صورة تكوينها نتيجة انعكاس الأشعة الضوئية من هذه الأجسام إلى العين، وعملية الإسقاط للأجسام أو الرسم الإسقاطي لها، هي رسم كل ما نراه على مستو.

والمستوي في علم الهندسة هو كل سطح منبسط ذو طول وعرض وبمجرد من السماكة، أي له بعدان فقط، وهي مسألة تواجهنا في أعمال الرسم الهندسي للأجسام ذات الأبعاد الثلاثة على المستوي ذي البعدين ستشرح لاحقاً.

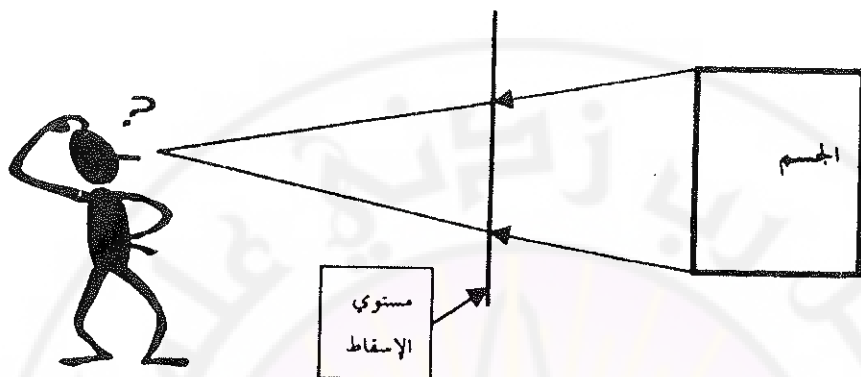
2- طرائق الإسقاط

هناك طريقتان للإسقاط، تختلفان عن بعضهما بحسب النظر إلى الجسم المراد إسقاطه وهما:

• الطريقة الأمريكية:

في هذه الطريقة، يُنظر إلى الجسم المراد إسقاطه من خلال لوح من الزجاج الشفاف، بحيث تترك الأشعة الضوئية المنعكسة من الجسم إلى الناظر (الرسم) آثار لها في هذا اللوح، أثناء اختراقها له.

إذا وصلنا بين هذه الآثار بخطوط، حصلنا على شكل الجسم الأصلي بشكل مصغر، وهو ما يسمى مسقط الجسم، وهذا ما يسمى الإسقاط بوساطة الزاوية الثالثة وهو ما ستتعرف عليه لاحقاً. الشكل (3 - 1).



الشكل (1-3)

• الطريقة الأوروبية:

في هذه الطريقة يُنظر إلى الجسم المراد إسقاطه مباشرة مع وضع مستوي خلفه بشكل رأسي، الشكل (3-2)، حيث إن خطوط النظر المعاكسة لاتجاه الأشعة الصادرة عن الجسم، تمر بأجزاء الجسم لتسقط على المستوي، تاركة آثار الجسم فيه، وبوصل هذه الآثار بخطوط، نحصل على شكل الجسم الأصلي، لكن بصورة أكبر، وهو مسقط الجسم.

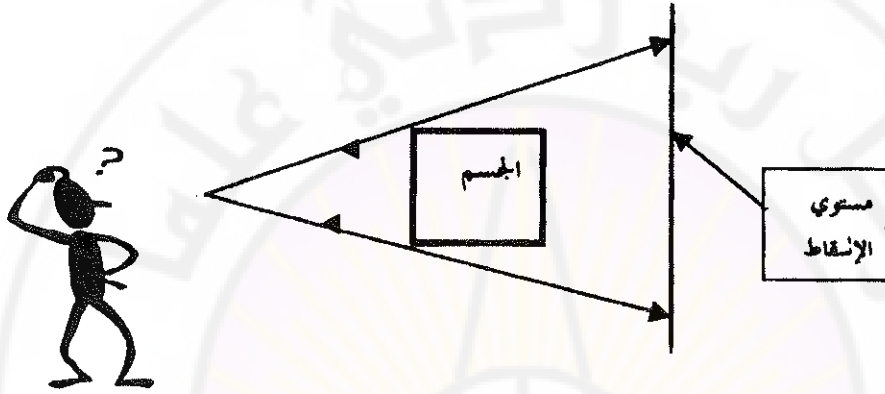
وفي حال إبعاد الجسم عن مكانه فستبقى صورته بمخيلة الناظر، وشكل الجسم الحاصل على المستوي يقوم مقام الجسم نفسه.

نسمي المستوي المرسوم عليه مسقط الجسم، مستوي الإسقاط وخطوط النظر الساقطة عليه تسمى خطوط الإسقاط.

إذا فالطريقتان لا تختلفان من حيث النتيجة، ونتائجهما واحدة، لكن الطريقة الأوروبية هي الأكثر شيوعاً واعتماداً من الأمريكية، فهي الأقرب للواقع والفهم، كما أن الطريقة الأمريكية تستخدم في عدد قليل من البلدان في العالم.

3- أنواع الإسقاط

تتعلق أنواع الإسقاط في المسافة الواقعة بين الناظر والجسم وهي:



الشكل (3 - 2)

• الإسقاط المركزي (المخروطي)

في هذه الحالة من الإسقاط، تكون العين الناطرة قريبة من الجسم المراد إسقاطه على المستوي، بحيث إن خطوط الإسقاط المتقاطعة مع مستوي الإسقاط والمارة من نقاط الجسم، تكون مائلة ومتلاقية في نقطة تسمى نقطة النظر أو نقطة التلاشي.

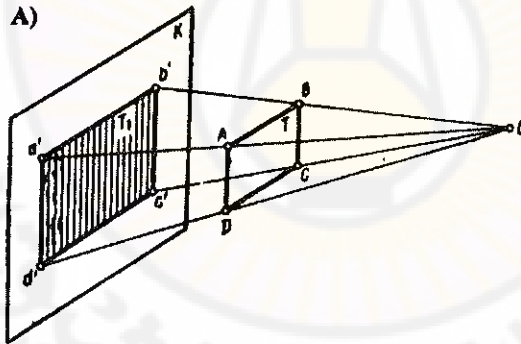
هذا النوع من الإسقاط يسمى الإسقاط المركزي أو المخروطي، وفيه أبعاد المسقط تختلف عن الأبعاد الحقيقية للجسم في جميع الحالات. ونحصل في هذا النوع للإسقاط على ما يسمى المنظور المركزي للجسم (المنظور الفوتوغرافي)، إذ يعطي صورة واضحة عن الجسم، وكثيراً ما يستخدم هذا النوع في الرسم المعماري (الهندسة المعمارية) لإظهار التصميم الهندسي النهائي، الشكل (3 - A3).

• الإسقاط المتوازي:

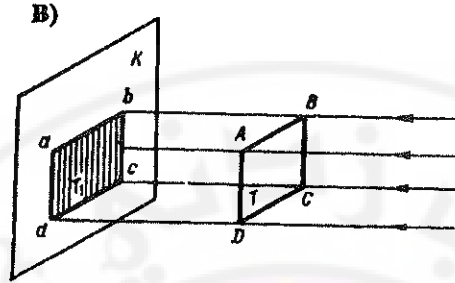
في هذه الحالة من الإسقاط يتراجع الناظر عن الجسم لتبتعد المسافة عنه، وكلمما اتبعنا توازت الأشعة البصرية.

وإذا تخيلنا أن العين الناظرة ابتعدت إلى ما لا نهاية، أصبحت خطوط الأشعة الصادرة عن الجسم إلى عين الناظر متوازية وعمودية على مستوى الإسقاط، وهو ما يسمى الإسقاط المتوازي العمودي أو الأسطواني، والمعتمد في الرسم الهندسي والتصاميم الهندسية، لإعطائه الأبعاد الحقيقية للأجسام بشكل دقيق ولسهولة التعامل به.

أما إذا كانت خطوط الأشعة متوازية ولكنها غير عمودية على مستوى الإسقاط، عندئذ يسمى هذا النوع الإسقاط المتوازي المائل، كما هو الحال في المنظور الهندسي، الشكل (3 - 3B).



الشكل (3 - 3)



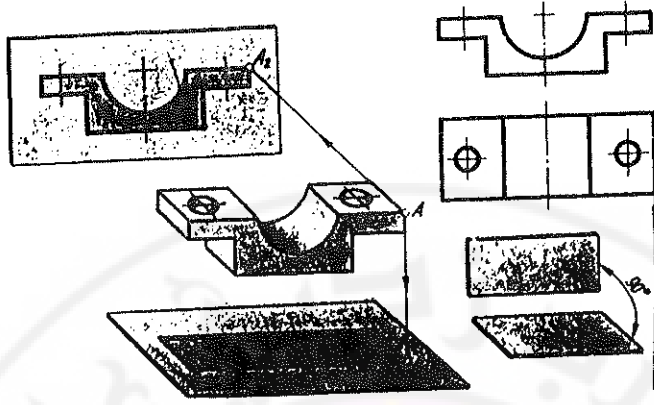
تتمة الشكل (3-3)

4- الإسقاط العمودي (القائم) للأجسام على مستويين متعامدين

ذكرنا في بداية البحث عن الإسقاط تعريف المستوي، بأنه سطح منبسط ذو بعدين فقط. كما نوهنا أن هناك مسألة الرسم للأجسام ذات الأبعاد الثلاثة ستواجهنا في حال الرسم على مستوي واحد ذي بعدين فقط. والطريقة الوحيدة لحل هذه المسألة بالنسبة للمصمم الرسام، أن يستعين بمستوي آخر، ليوضح عليه البعد الثالث، ولكن كيف يكون هذا المستوي وما هي وضعيته بالنسبة لغيره؟

يعد العالم الفرنسي كاسبار مونج، أول من وضع أساس عمليات الإسقاط للأجسام على مستويين متعامدين، لبيان الأبعاد الثلاثة للجسم ما بين الطول والعرض (العمق) والارتفاع.

يفترض العالم كاسبار تقاطع مستويين الأول أفقي والآخر شاقولي (عمودي) ليشكلا مع بعضهما أربع زوايا، أي أن الزاوية الحاصلة بين كل مستويين يكون مقدارها 90°، ومن ثم يوضع الجسم المراد إسقاطه أو رسمه في هذه الزاوية ويتم إسقاطه على هذين المستويين إسقاطاً متوازياً وعمودياً، حيث يعتمد هذا النوع من الإسقاط في الرسوم والتصاميم الهندسية كما ذكرنا سابقاً، والشكل (3-4) والشكل (3-5) يوضح هذه العملية.



الشكل (3 - 4)

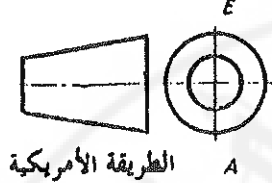
وبالاعتماد على فرضية تقاطع المستويين الأفقي مع العمودي، نستنتج امكان الإسقاط للأجسام ورسمها من زاويتين اثنتين، بعد وضع الجسم ضمن فراغ الزاوية، وهما الزاوية الأولى والزاوية الثالثة، اللتان تشكلتا من تقاطع هذين المستويين والشكل (3 - 5) يوضع التقاطع والزوايا.

ونلاحظ من خلال الإسقاط بطريقة مونخ التطابق الفعلي لطريقتي الإسقاط الأوروبية والأمريكية، اللتين تم شرحهما سابقاً. إذ يسمى الإسقاط من الزاوية الأولى الطريقة الأوروبية لوجود الجسم ما بين المستوي وعين الناظر، والإسقاط من الزاوية الثالثة الطريقة الأمريكية لوجود المستوي ما بين الناظر والجسم.

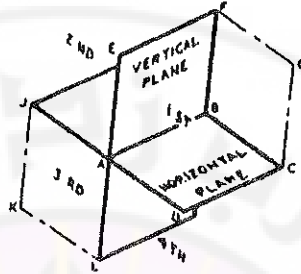
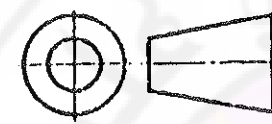
وللتفريق أو للتمييز بين الطريقتين، اعتمدت الرموز المبينة في الشكل (3 - 6).

لكن وعلى الرغم من معرفة الأبعاد الثلاثة للجسم المراد إسقاطه، من خلال الإسقاط على مستويين متعامدين (طريقة مونخ)، إلا أننا نضطر في كثير من الأحيان، إن لم يكن بشكل دائم، إلى الإسقاط على مستوي ثالث لتوضيح معالم الجسم بشكل أدق.

الطريقة الأوروبية



الطريقة الأمريكية



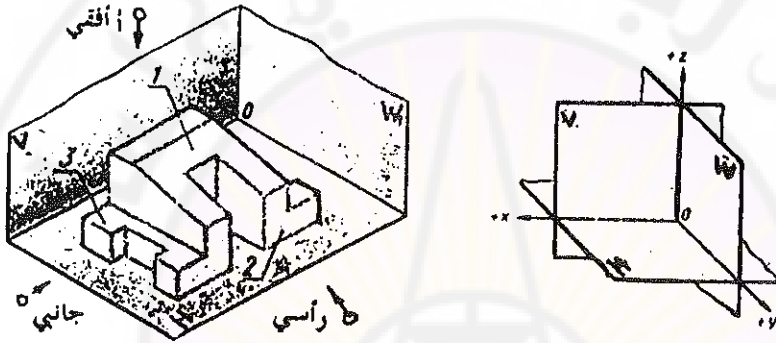
الشكل (3 - 6)

الشكل (3 - 5)

هذا يعني، اللجوء إلى مسقط ثالث للجسم أو حتى مساقط إضافية أخرى، للتوضيح التام عن الجسم أو القطعة الميكانيكية المراد تنفيذها ضمن الورشات مع إعطاء البيانات اللازمة لذلك. وبافتراض أن أكثر الحالات تتطلب المساقط الثلاثة للأجسام، نضيف مستويًا ثالثًا متفصلاً ومتعامداً مع الأول والثاني، ليشكل لنا ما يسمى الزاوية المحسمة أو الركن الثلاثي، الشكل (3 - 7)، حيث يوضع الجسم في فراغ هذه الزاوية وتبدأ عملية الإسقاط.

فإذا نظرنا إلى الجسم من اليسار إلى اليمين باتجاه المستوي المضاف، تشكل تلاقى خطوط النظر المارة بأجزاء الجسم مع هذا المستوي، المسقط الجانبي، وهو المسقط الثالث والمطلوب، ومنه يتضح ارتفاع وعرض الجسم. ويسمى المسقط الناتج على المستوي العمودي، المسقط الرأسي أو الجبهي، ويتضح عليه طول وارتفاع الجسم، والمسقط الناتج على المستوي الأفقي، يسمى المسقط الأفقي ومنه يتضح طول وعرض الجسم.

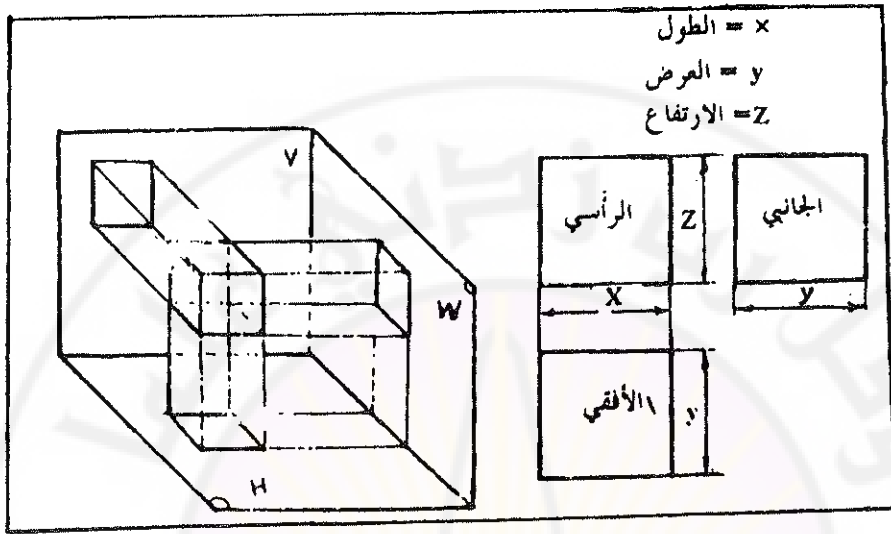
- نستنتج من خلال المساقط الثلاثة مايلي:
- ارتفاع المسقط الرأسي يساوي ارتفاع الجانبي.
 - طول المسقط الرأسي يساوي طول المسقط الأفقي.
 - عرض المسقط الأفقي يساوي عرض المسقط الجانبي.



الشكل (3 - 7)

تعد هذه الاستنتاجات الثلاثة قاعدة مهمة وضرورية للطالب، يجب عليه معرفتها والعمل بها، وبخاصة عند استنتاج مسقط ثالث من مسقطين معطيين، وهو ما سنشرحه لاحقاً.

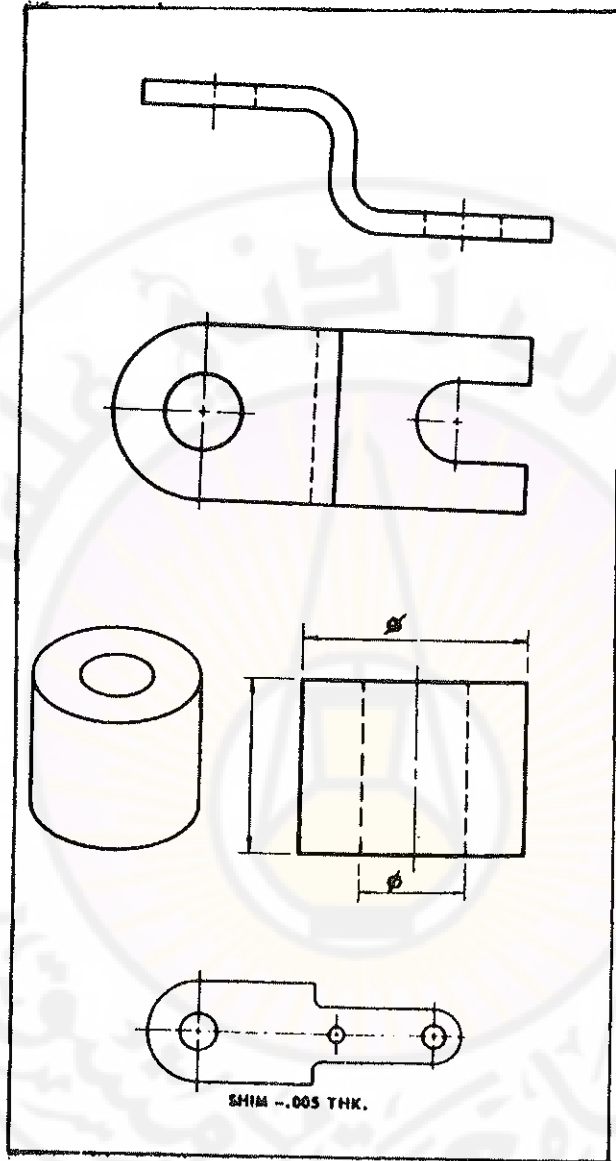
أخيراً وبعد الإسقاط للجسم على المستويات المتعامدة الثلاثة، نقوم بتدوير مستوى الإسقاط الأفقي H ومستوى الإسقاط الجانبي W بزاوية 90° ، على استقامة المستوى الشاقولي أو العمودي V، لتصبح المستويات الثلاثة على مستوى واحد، بمعنى أننا أظهرنا الأبعاد الثلاثة للجسم على مستوى واحد وهو مستوى ورقة الرسم، الشكل (3 - 8).



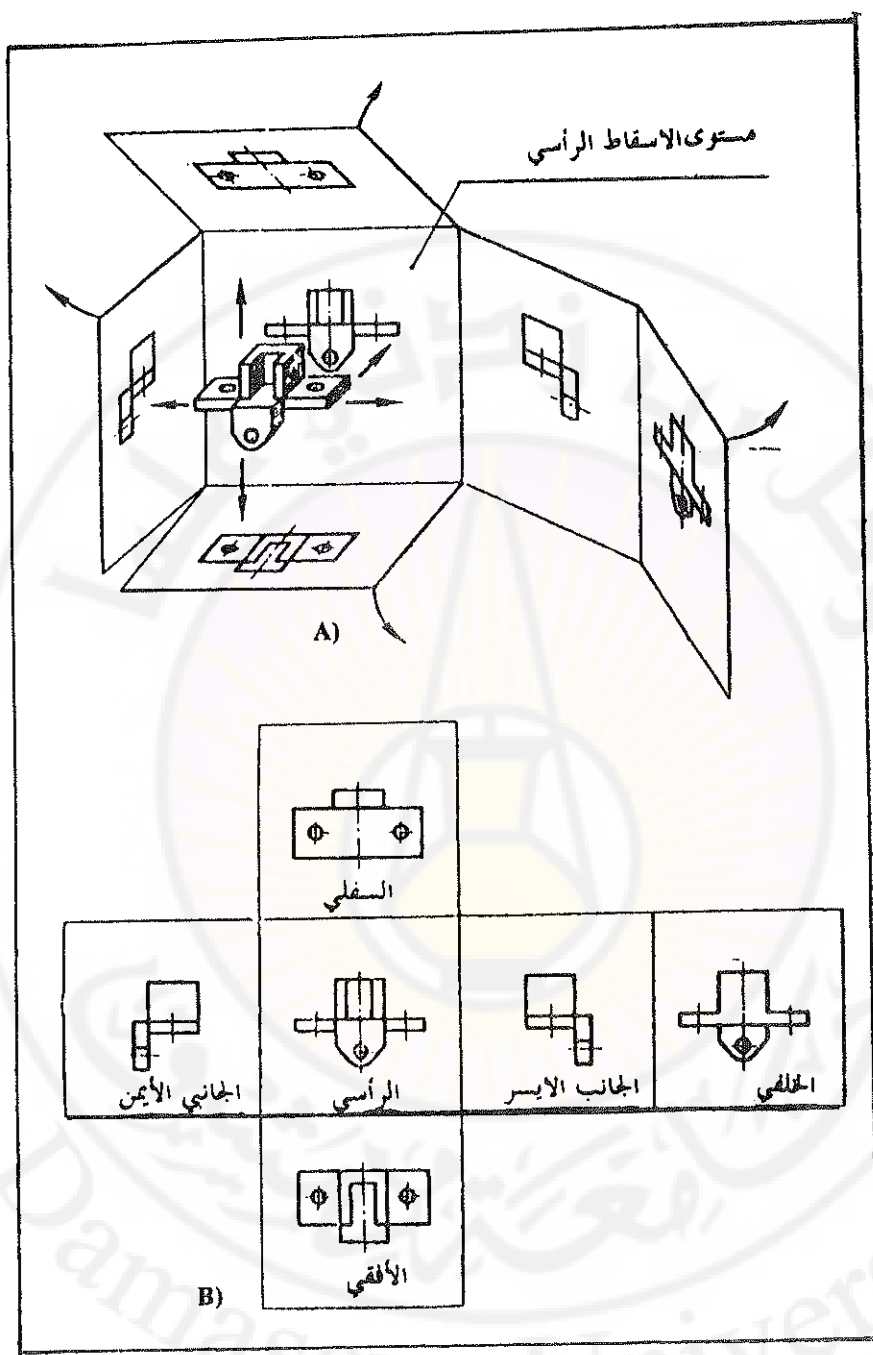
الشكل (3 - 8)

5- إرشادات في اختيار وضع الجسم في الفراغ

ذكرنا آنفاً أن إيضاح شكل ومعالج الأجسام أو القطع الميكانيكية يحتاج فقط إلى مسقط واحد. لا أكثر، كما في الأجسام الصفائحية ذات السماكة والاستقامة الواحدة وأيضاً الأجسام الأسطوانية، الشكل (3 - 9)، وربما يحتاج إلى مسططين أو عدة مساقط كالمساقط المساعدة أو الجزئية أو المقطوعة وغيرها، حتى أنه يمكن للرسم أو المصمم رسم المساقط للجسم من جوانبه الستة إن احتاج الأمر لإظهار التفاصيل كافة والشكل (3 - 10) خير مثال على ذلك.



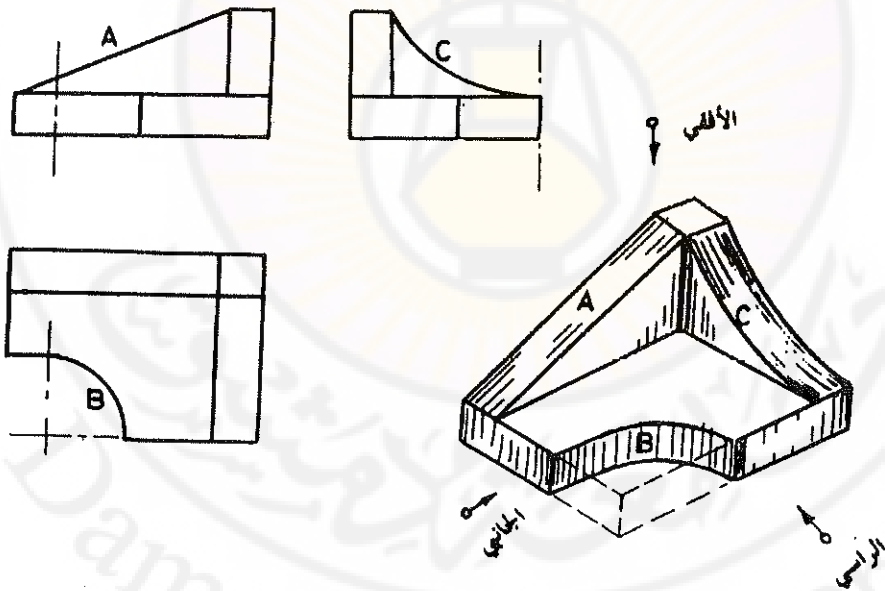
الشكل (3-9)



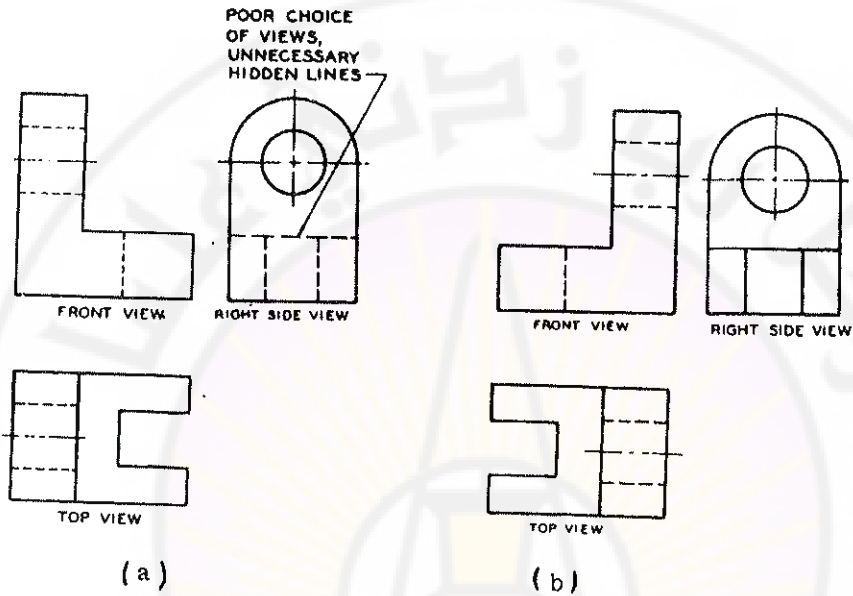
الشكل (3 - 10)

إذا، ينبغي على الرسام أو المصمم وحسب خبرته ومراته العملي، أن يسعى إلى أقل عدد ممكن من المساقط لبيان شكل الجسم بشكل صحيح ودقيق. ولكي يكون الرسم أو الإسقاط بطريقة مثلى وواضحة يجب اتباع الإرشادات التالية:

- اختيار المساقط بوضع يلائم ورقة الرسم.
 - وضع أوجه الجسم موازية قدر الإمكان لمستويات الإسقاط.
 - اختيار المسقط الرأسي للجسم بالوضع الذي يركب فيه أثناء العمل.
 - اختيار المسقط الرأسي، بشكل يتوضح فيه أكثر تفاصيل الجسم، وتقل فيه الخطوط الوهمية.
 - الابتعاد قدر الإمكان عند اختيار المسقط عن الخطوط الوهمية وكثرتها.
- الشكل (3 - 11)، A, B, C يوضح التطبيق العملي لمثل هذه الإرشادات.

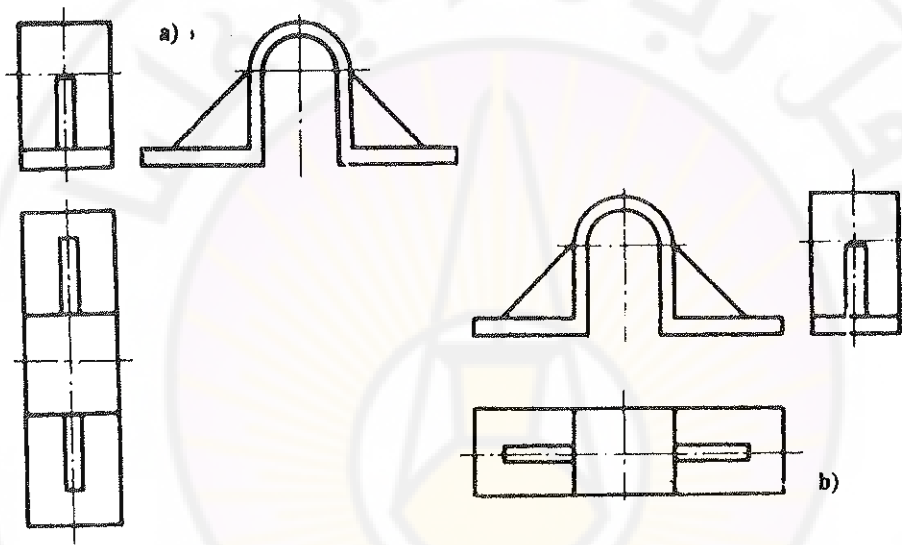


الشكل (3 - 11) A



الشكل (3 - 11) B.

B- في الرسم (b) المسقط الرأسي باتجاه أفضل والخطوط الوهمية أقل حيث لا وجود لها في المسقط الجانبي.



الشكل (3 - 11) C.

C- الوضع الملائم لورقة الرسم وحسب تركيب القطعة أثناء العمل هو الوضع (b)، كما أن المسقط الرأسي يظهر التفاصيل الأكثر عن الجسم.

6- اصطلاحات هندسية

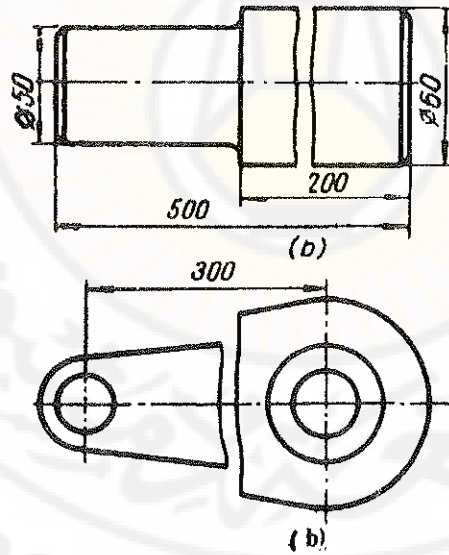
لقد أدت الخبرة والمران في إعداد الرسوم الهندسية إلى اصطلاحات فنية هندسية، تساعد المصمم الرسام وتزيد في سرعة التنفيذ وتقلل من الجهد وتعطي الرسم إيضاحاً أكثر.

سنورد فيما يلي أشكالاً ورسوماً توضح بعض هذه الاصطلاحات، وعلى الطالب العودة إلى المراجع للإطلاع، حيث لا يمكن إيراد جميع الحالات في هذا الكتاب.

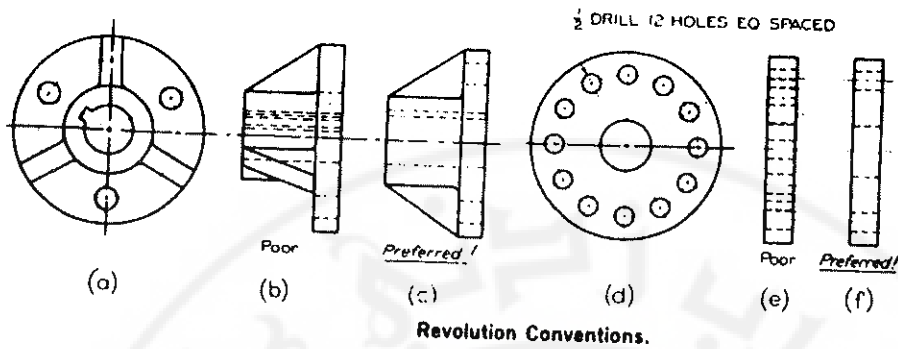
(1) - قطع الأجسام الطويلة واختصارها بما يتلاءم مع ورقة الرسم والمساقط، على أن لا ننسى كتابة طولها الحقيقي.

الخط المتعرج على المسقط يعطينا مكان القطع ويوضحه الشكل (3 - 12).

(2) - اصطلاح تدوير الأعصاب أو الثقوب فردية العدد لتصبح موازية لمستوي الإسقاط، تسهلاً للرسم وإزالة التشويش عنه الشكل (3 - 13)



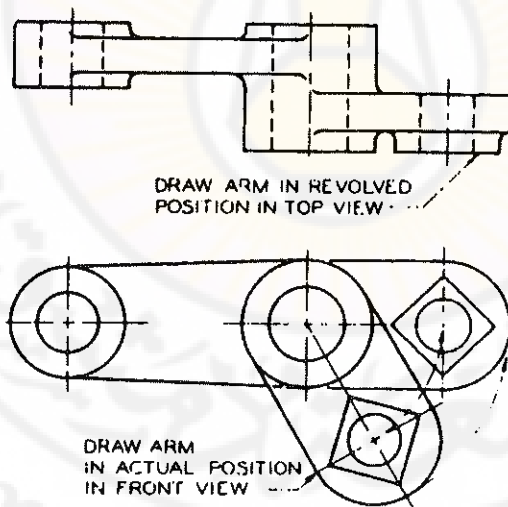
الشكل (3 - 12)



الشكل (3 - 13)

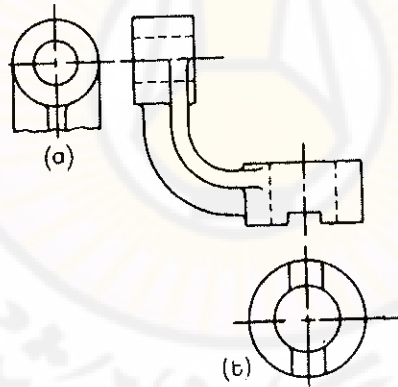
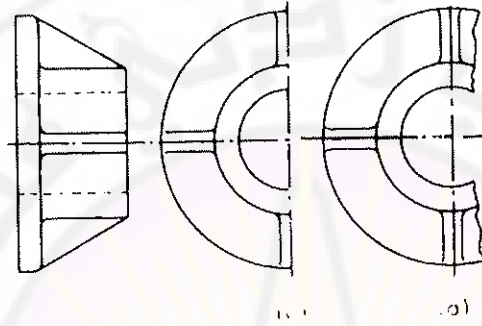
(3) - اصطلاح تدوير الأجزاء المائلة في الأجسام، لتسهيل الرسم والحصول على مساقط غير مشوهة وبشكلها الحقيقي.

الشكل (3 - 14) يبين اصطلاح تدوير الجزء التابع للمسقط الأفقي ليصبح موازياً لمستوي الإسقاط الرأسي.

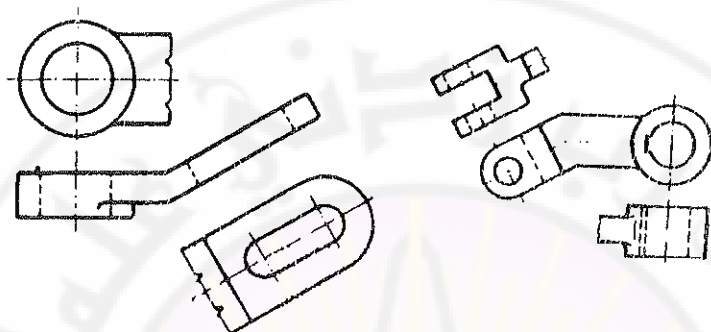


الشكل (3 - 14)

(4) - اصطلاح رسم المساقط العادية الجزئية للأجسام بهدف إظهار السطوح على المساقط بالشكل الحقيقي والشكل (3 - 15) والشكل (3 - 16) يوضح اختيار المساقط المناسبة للأجسام.

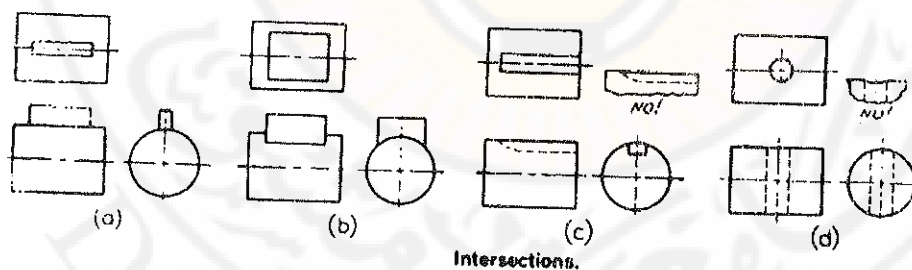


الشكل (3 - 15)



الشكل (3 - 16)

(5) - اصطلاحات التقاطعات الصغيرة وطريقة رسمها كثيرة، نورد بعضها في الشكل (3 - 17).



الشكل (3 - 17)

الباب الرابع

إعداد الرسوم الهندسية

مدخل

إن الغاية الأساسية من إعداد الرسوم الهندسية، هي إمكان فهمها واستثمارها من الآخرين ومن قبل العامل ضمن الورشات في المصانع، ليتمكن من تنفيذ هذه التصاميم أو الرسوم الهندسية بشكل صحيح.

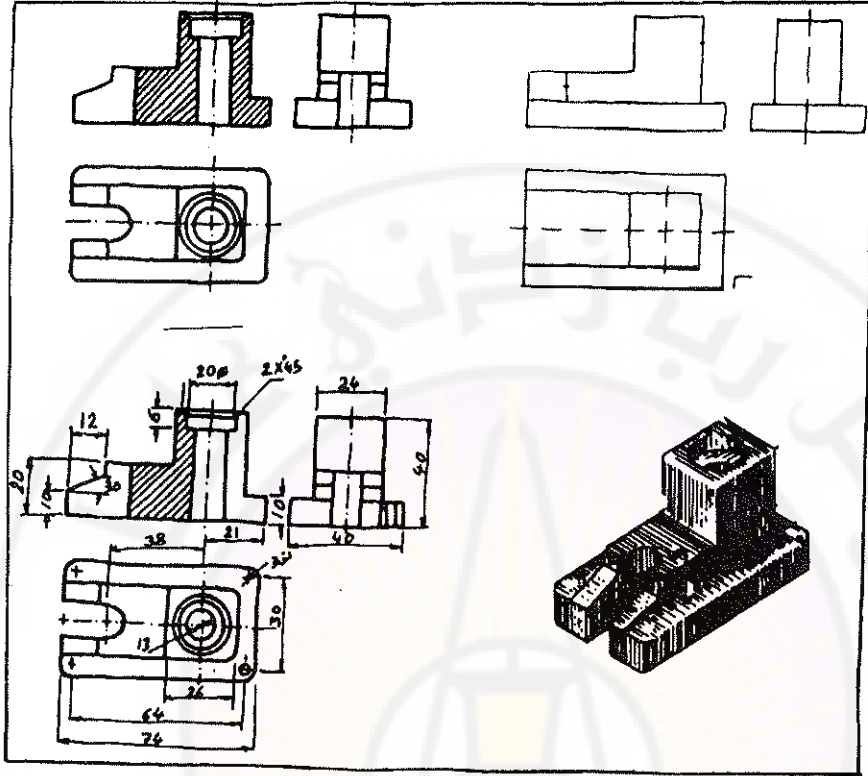
لذا، فإن الرسم يحتاج إلى المران والتدريب لتكوين الخبرة والمعرفة بتفاصيله ومبادئه، كي يتجنب الرسام أو المصمم الأخطاء، التي يمكن أن يرتكبها.

لذلك، يجب على المتعلم ومن البداية، إتقان استعمال وصيانة أدوات الرسم، والحفاظ عليها بحالة جيدة ونظيفة، ومن ثم البدء بالرسوم الهندسية البسيطة كالخطوط والدوائر والزوايا والمماسات... الخ، إلى أن يتقن إلى تطبيق وتنفيذ الرسوم الهندسية للقطع الميكانيكية والتصاميم المركبة.

وقد اعتاد المصممون ذوو الخبرة العالية على رسم لوحاتهم وطرح أفكارهم بشكل كروكي، أي الرسم باليد الحرة، ومن ثم ليرسلوا هذا الرسم إلى مكاتب الرسم الهندسي ويصار إلى تنفيذ الرسوم والمساقط بشكل صحيح وواضح مع تلك كافة المتطلبات والمعلومات اللازمة كافة، كي لا يؤدي نقصانها إلى أي خطأ أو التباس أثناء إنتاجها ضمن الورشات، والشكل (4 - 1) يوضح تصميمًا هندسيًا لإحدى القطع الميكانيكية، التي تم رسمها باليد الحرة.

2- أسس الرسم والإخراج

قبل أن يبدأ الطالب بالرسم يجب عليه، كما ذكرنا، التدريب والتمسرن على استخدام أدوات الرسم وكيفية الإمساك بالقلم وإنجاز الخطوط الهندسية ليحصل على الخبرة اللازمة في إنشاء الخطوط، والشكل (4 - 2) يبين كيفية إنشاء الخطوط وضوابطها للطالب المبتدئ، حيث يبدأ رسمه باليد الحرة وينتهي باستخدام أدوات الرسم.



الشكل (4 - 1)

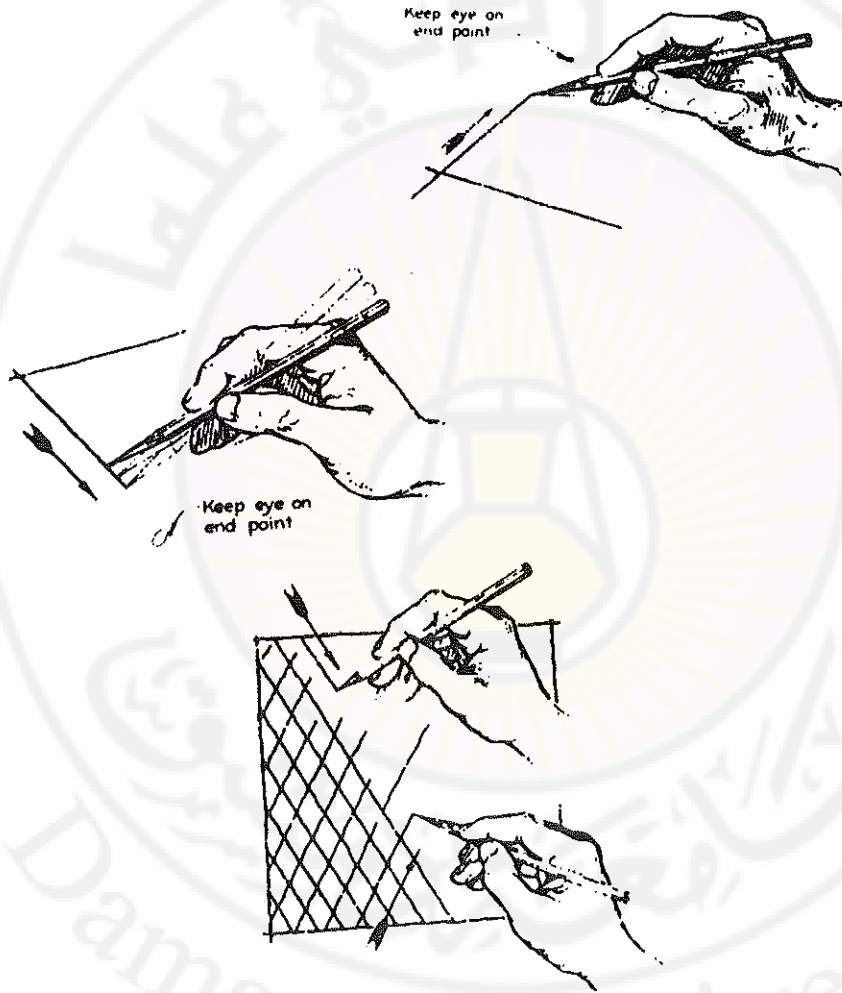
ويجب على الطالب أثناء الرسم وإنجاز الخطوط أن يتابع بالنظر النقطة الأخيرة من الخط الذي ينشئه أي النقطة التي سينتهي إليها الخط وليس رأس القلم. إذا تعلم الطالب وملك الخبرة في استخدام الأدوات، يبقى عليه أن يُعلم الأسس الضرورية والتالية لإنشاء الرسم وإخراجه:

● الدراسة الشاملة للجسم من حيث الحجم والتكوين، ومدى إمكان رسمه بالحجم الطبيعي أو بمقياس معين.

● تحديد الوضع الطبيعي للجسم بحسب تركيبه على الآلة وأدائه العملي.

● تحديد عدد المساقط اللازمة لإيضاح الجسم بشكل كامل ودون التباس.

- اختيار مقياس الرسم المناسب.
 - اختيار قياس الورقة (ورق الرسم).
 - توزيع المساقط على الورقة بعد تحضيرها.
- إضافة إلى وجود الأدوات النظيفة والجيدة للبدء بالعمل مع توخي الدقة والسرعة والوضوح.



الشكل (4 - 2)

3 - مقياس الرسم.

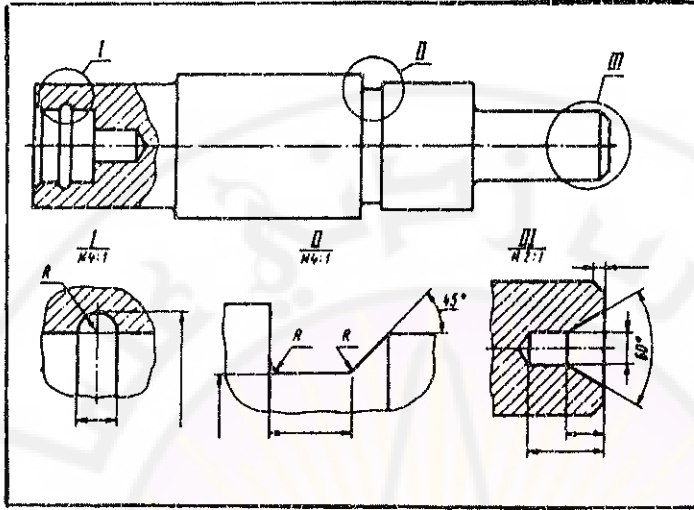
يتوقف اختيار أو تحديد مقياس الرسم على حجم الجسم وعدد المساقط التي تقرر رسمها، مع العلم أن رسم الأجسام بحجمها الطبيعي هو الأفضل دائماً. ويُعرف مقياس الرسم بنسبة خطوط الرسم المنشأة إلى الخطوط الحقيقية للجسم.

أحياناً، يتعذر الرسم بالحجم الطبيعي نظراً لكبر حجم الجسم أو القطعة الميكانيكية أو صغرها، مما يؤدي إلى اختيار مقياس أكبر أو أصغر للرسم وبحسب الحاجة إلى ذلك. واختيار المقياس الخاص بالرسم لا يكون عشوائياً، حسب ما يريد المصمم أو الرسام، بل هناك ناظم دولي لهذا المقياس، يتم من خلاله اختيار المقياس المناسب.

والمقاييس الدولية المعتمدة في الرسم هي التالي:

مقياس التصغير	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5;
	1:10; 1:15; 1:20;
	1:40; 1:50; 1:75;
	1:100; 1:200; 1:400;
	1:500; 1:800; 1:1000
المقياس الحقيقي (الطبيعي)	1:1
مقياس التكبير	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 1:
	10:1; 20:1; 40:1;
	50:1; 100:1

أما الأجزاء المهمة في القطع المصممة والتي يصعب إيضاحها لموضعها الدقيق في التصميم، ويراد إظهارها، فتحاط بدائرة وترقم بالأرقام اللاتينية، ثم ترسم مكبرة ويكتب مقياس التكبير التي أظهرت به، الشكل (4 - 3).

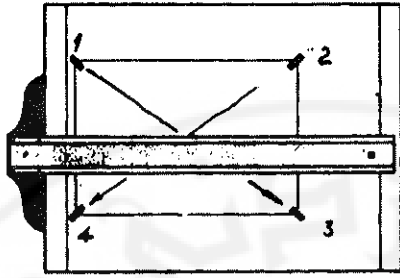


الشكل (4-3)

4- تحضير ورق الرسم

تبدأ فكرة تحضير ورق الرسم، بعد تحديد مقياس الرسم وعدد المساقط المراد رسمها واعتماد على الدراسة الشاملة للجسم المراد رسمه. بناءً على ما ذكر، يتحدد مقياس ورق اللازم لإنشاء وتنفيذ الرسم، (بمحت أدوات الرسم)، وتحديد السورق ومقاسه نبدأ تثبيته على طاولة الرسم، حيث يثبت ورق الرسم إلى يسار وأعلى الزاوية اليسارية من الطاولة، على أن يترك من يسار وأعلى الزاوية اليسارية للطاولة مسافة معينة، لا أن يثبت الورق مع نهائي الطاولة (لوحة الرسم) اليسارية. الشكل (4-4).

يتم التثبيت بمساعدة المسطرة T، بحيث تتطابق حافتا المسطرة والورق العلويين مع بعضهما بعضاً. ومن ثم تزلق المسطرة إلى منتصف الورقة أو أقل مسن ذلك، ليصار إلى تثبيت الطرفين العلويين لورق الرسم، ومن بعد يثبت الطرفين الآخرين المتبقين للورق، والشكل يوضح ذلك.



Placing Paper on Drawing Board.

الشكل (4 - 4)

5- توزيع المساقط

يتعين على الرسام أو الطالب بعد تحضير ورق الرسم على اللوحة، توزيع المساقط التي اعتمدها بشكلٍ يناسب فراغ ورقة الرسم، وإلا سيتهي به المطاف إلى إعادة الرسم من جديد ومن حيث بدأ لعدم التنسيق في توزيعه. يتطلب تنسيق التوزيع لمساقط الرسم معرفة الأبعاد الكلية الرئيسة للجسم وهي:

الطول = x

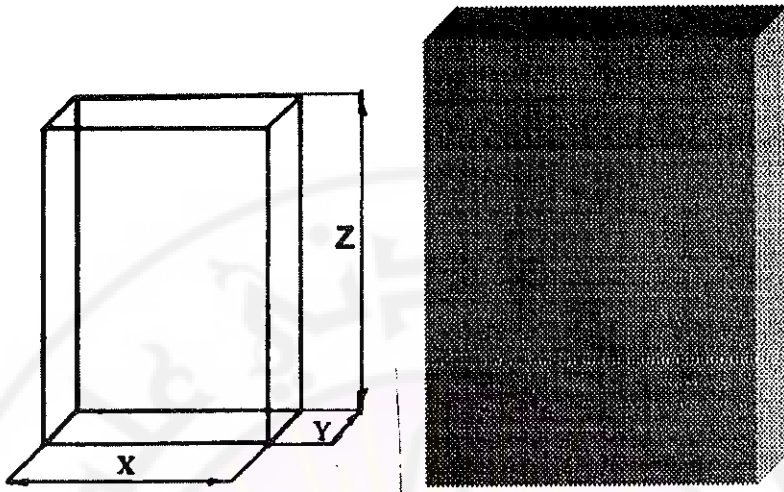
العرض = y

الارتفاع = z ، الشكل (4 - 5).

هناك حالتان رئيستان في توزيع المساقط بالنسبة إلى عددها، فإما يكون لدينا ثلاثة مساقط أو مسقطان اثنان، ويكون التوزيع كما يلي:

- نحدد فراغ ورقة الرسم بالبعدين A, B.

حيث نطرح مسافة وقدرها 20mm من الطرف اليساري لورقة الرسم، وهو حقل يستخدم لحفظ الرسومات الهندسية، كما يطرح مسافة وقدرها 5mm من أطراف ورقة الرسم لتشكيل الإطار الخارجي للرسم ولقياس الورق A₃, A₄. أما قياسات الورق الأخرى فالمسافة التي تطرح ما بين 10 mm ... 5 وسمكة الخط لاتقل عن 0,7 mm ، الشكل (4 - 6)



الشكل (4 - 5)

- نحدد الفراغ الأفقي بين المسقط الرأسي والجائتي وقيمه Q:

$$Q = \frac{A - (X + Y)}{3}$$

- نحدد الفراغ الشاقولي بين المسقطين الرأسي والأفقي وقيمة P:

$$P = \frac{B - (Z + Y)}{3}$$

هذا في حال وجود ثلاثة مساقط الشكل (4 - 6) (a).

أما إذا كان لدينا مسقطان فقط، فيحسب الفراغ الشاقولي كما يلي:

$$P = \frac{B - Z}{2}$$

الشكل (4 - 6) (b)

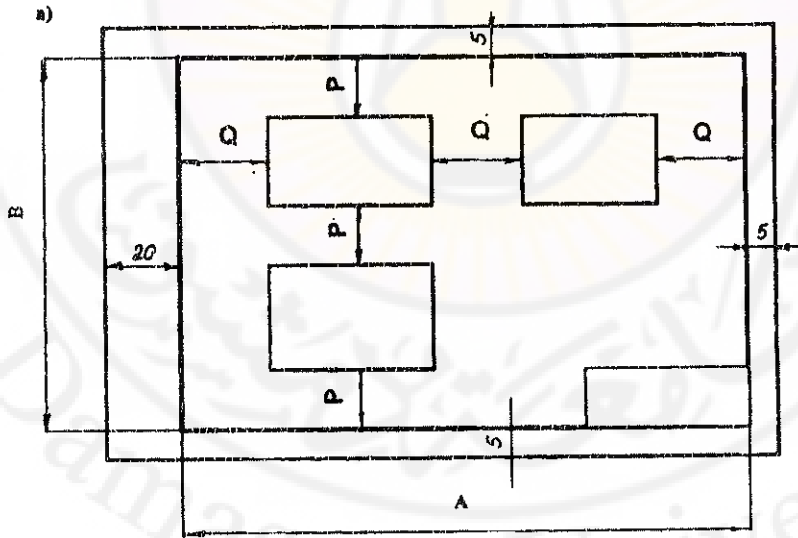
أحياناً يتطلب الرسم أكثر من ثلاثة مساقط، كما أشرنا سابقاً، لوجود المسلقط المساعدة أو الجزئية. هذا الأمر لا يلغي أمر التنسيق والتوزيع، فعلى الطالب أو الرسام التوزيع بما يتناسب مع الحالة التي بين يديه.

6- البطاقة العامة (البطاقة الاسمية).

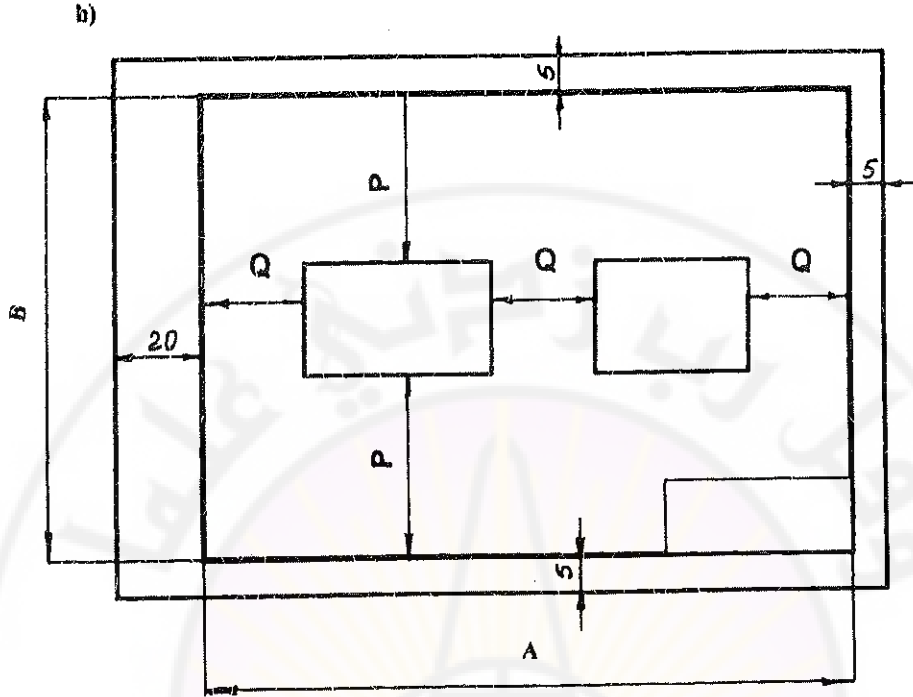
وهي الهوية الشخصية لكل ورقة رسم أو لكل رسم منجز. إذ يدون عليها المعلومات والبيانات الأساسية، التي لا يمكن تدوينها وكتابتها على الرسم مباشرة، وأبعاد البطاقة على جميع قياسات ورق الرسم ثابتة لا تتغير، الشكل (4-7).

مكان البطاقة العامة على ورق الرسم، يكون في الزاوية اليمينية السفلى، وتحتوي كما هو موضح من الشكل البيانات التالية:

- 1- اسم القطعة أو الجسم (تسمية الرسم أو القطعة).
- 2 - اسم المنشأة التي تم فيها الرسم.
- 3- اسم وتوقيع الرسام (الطالب) وتاريخ إنجاز الرسم.
- 4- اسم وتوقيع المدقق والمصحح وتاريخ التدقيق.
- 5- مصادقة كبير المهندسين أو رئيس مكتب الرسم وتاريخها.
- 6- مقياس الرسم والأبعاد المعتمدة.
- 7- سنة الإنجاز للرسم.



الشكل (4-6)



تتمة الشكل (4-6)

يمكن أن تحوي البطاقة العامة بيانات أخرى عن معدن الجسم أو القطعة كالقساوة والوزن والكتلة والرقم التسلسلي للرسم والعدد الكلي للرسومات العائدة للآلة أو الجهاز، وهذا يعود وفقاً للمؤسسة أو المصنع وما يتفق وأنظمته، والشكل الموضح (4-7) يخص كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية والهيئات التعليمية.

الجدول الإضافية.

إن جميع الآلات والمعدات والأجهزة، مهما اختلف تكوينها، فإنها في حقيقة الأمر تتكون من قطع وأجزاء ميكانيكية، تم تجميعها وربطها مع بعضها بعضاً بوسائل وطرائق مختلفة. لذلك ومن الضروري إرفاق جداول إضافية مع الرسم يوضح فيها:

- اسم القطعة ورقمها.

- عدد القطع.

- معدن القطع.

- ملاحظات.

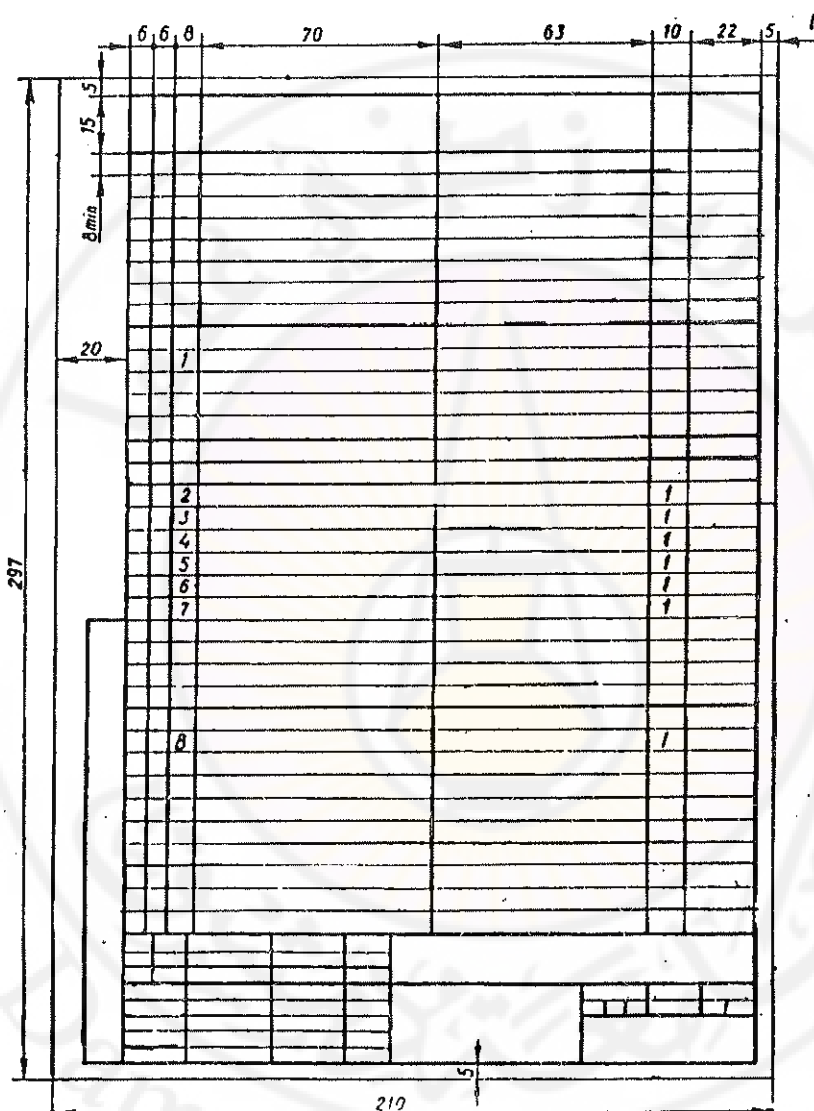
ويشترط في ترقيم القطع في الجدول الشكل (4 - 8)، أن تتوافق مع الأرقام والقطع نفسها في الرسومات الأخرى أو المتعددة والمتعلقة بالموضوع نفسه. حيث تعطى الأرقام للقطع بحسب أهميتها بدءاً بالأجزاء الكبيرة وانتهاءً بالقطع والأجزاء الصغيرة القياسية، التي لا ترسم على ورقة الرسم بل يذكر عددها ومواصفاتها برموز واختصارات متعارف عليها دولياً، ضمن الجدول المرفق. وإذا كان عدد القطع قليلاً فيدمج الجدول مع البطاقة العامة من الأعلى، الشكل (4 - 9)، ولا تستخدم مثل هذه الجداول إلا في الرسوم التجميعية لتعدد القطع والأجزاء الميكانيكية.

7- حفظ أوراق الرسم.

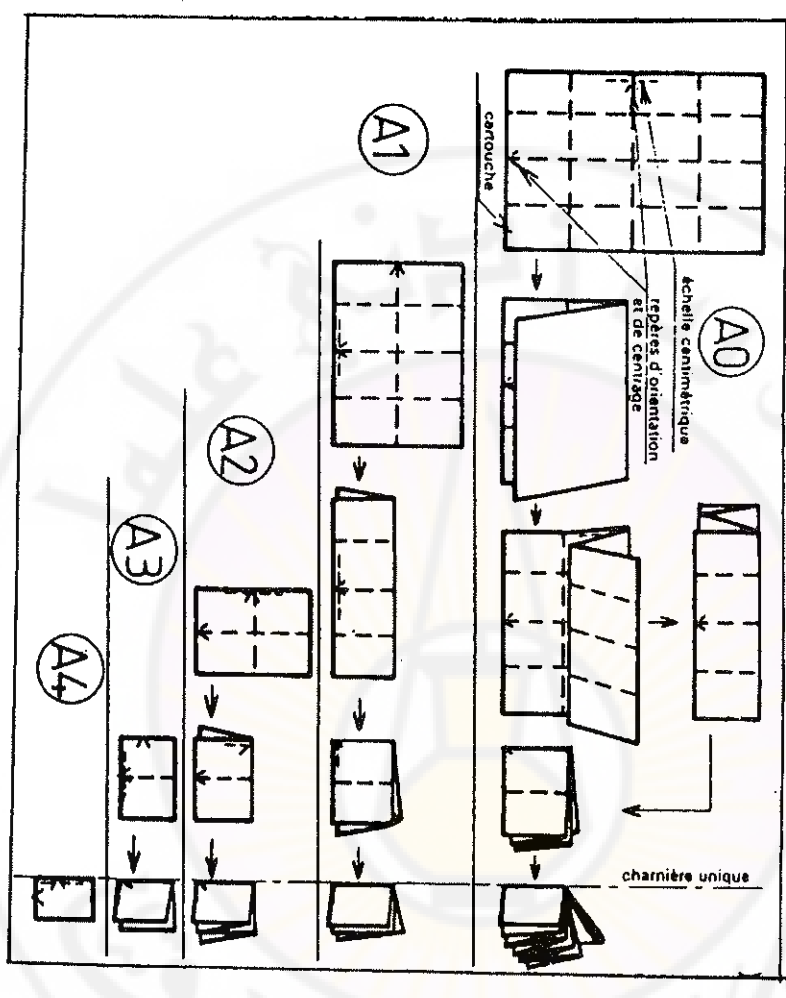
يفضل حفظ الرسومات الهندسية بشكل شاقولي، أي معلقة ضمن خزائن خاصة، أو ميسوطة ضمن أدرج، كي لا يؤدي طويها إلى ظهور تجعدات تظهر بشكل خطوط أثناء النسخ والتصوير.

لكن، قد يضطر الأمر إلى نقل هذه الرسوم أو إرسالها، لذلك اتفق على طريقة طي خاصة بأوراق الرسم الهندسي، بحيث تطوى إلى المقياس A4، على أن تبقى البطاقة العامة للرسم دائمة الظهور أمام الناظر للتعرف على الرسم وسهولة قراءته، والشكل (4 - 10) يبين طريقة الطي لأوراق الرسوم الهندسية لجميع مقايساتها.

أما الآن وبعد دخول البرامج الحاسوبية كبرنامج الرسم AutoCad، فقد أصبح من السهولة بمكان حفظ الرسومات ضمن القرص الصلب وحتى نقلها أو نسخها من قرص الآخر، مما سهل كثيراً من الأعمال على المتصمين والرسامين، على أن لا ننسى أنه لا يمكن الرسم من خلال البرنامج AutoCad، إذا لم يتقن الرسم بشكله الصحيح على أوراق الرسم.



الشكل (4 - 8)



الشكل (10-4)

نصائح وإرشادات

ينصح الطالب بعد توزيع المساقط على ورق الرسم للبدء بتنفيذ الرسم، استخدام أقلام الرصاص القاسية H, H_1 ، أي البدء بالخطوط الخفيفة التي يسهل إزالتها عند الخطأ، كما ينصح باتباع الإرشادات التالية أو الخطوات التالية في عمليات الرسم:

- 1- نبدأ برسم خطوط المحاور على شكل خطوط متصلة.
 - 2- نرسم الدوائر والخطوط الخارجية والرئيسية لجميع المساقط.
 - 3- نرسم المنحنيات.
 - 4- رسم الخطوط الداخلية مع مسح الزائد من الخطوط بشكل تدريجي.
 - 5- مسح وتنظيف كامل لوحة الرسم بعد التأكد التام من صحة الرسم.
 - 6- إنهاء عملية الرسم.
- تكون عملية إنهاء الرسم، بوضع وإنشاء الخطوط بحسب سماكتها ونوعية الغرافيت اللازم لذلك، كما أشرنا في بحث الخطوط سابقاً.
- 7- وضع الأبعاد وكتابتها.
 - سنأتي عليه لاحقاً.
 - 8- إنشاء ورسم البطاقة العامة.
 - 9- حفظ ورقة الرسم.

تثبيت الرسوم الهندسية (التحجير)

تلجأ المصانع والمؤسسات التنفيذية، بعد الانتهاء من أعمال الرسم، إلى تثبيت الرسوم بواسطة أدوات التحجير، أي تحجير الرسوم بالحبر الصيني سريع الجفاف على ورق شفاف، بعد أن ترسم التصميم عليه بشكل مباشر، أو أن تُشف من ورقة الرسم الأصلية.

إذ لا يمكن إرسال النسخة الأصلية للرسم إلى ورشات التنفيذ، بل تبقى في مكاتب الرسم، وترسل عوضاً عنها رسوم مطبوعة على آلة خاصة لهذا الغرض بعد أن يتم تحجيرها.

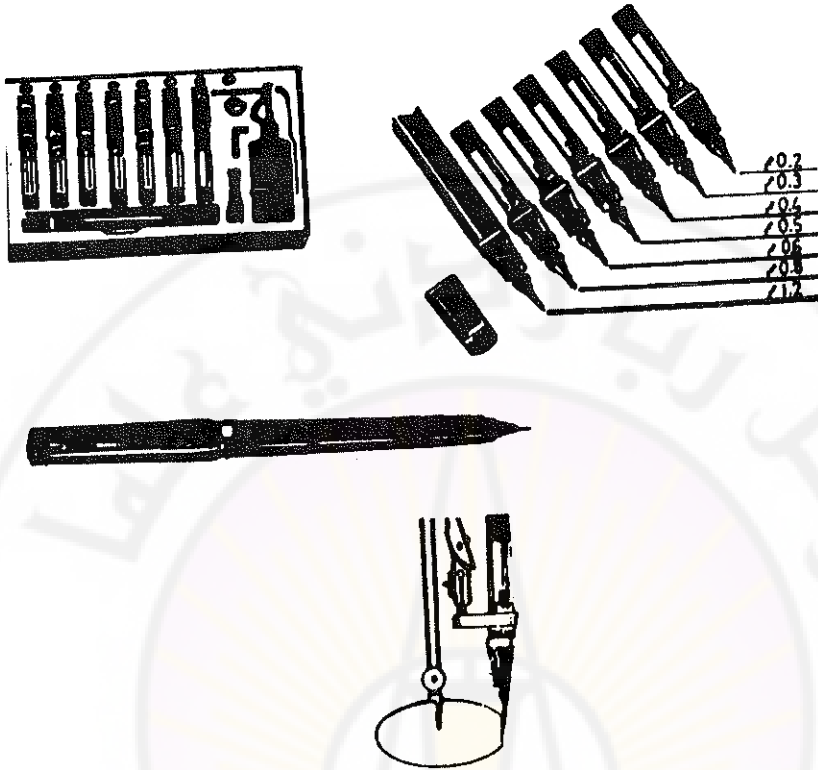
• أدوات التحجير

يوجد في السوق علب التحجير الخاصة والمختلفة للقيام بهذه العملية، تتضمن أقلام التحجير المختلفة الأقطار والمتوافقة مع خطوط الرسم الهندسي وتضم هذه العلب بشكل أساسي مايلي:

1- خزان الحبر: يكون في أغلب الأحيان بلاستيكيًا ويستخدم لتعبئة أقلام التحجير أو تزويدها بالحبر في حال نقصانها.

2- رؤوس التحجير: قطع بلاستيكية صلبة، أحد أطرافها يحتوي أنبوبة معدنية دقيقة، يختلف قطر تحجيفها اعتماداً على نوع خط الرسم وسماكته، وتسمى النقطة الراسمة لإنسياب أو خروج الحبر منها، ويمكن بمساعدة هذه الرؤوس تشكيل خطوط رسم سماكتها من 0.2 إلى 1.2 mm.

3- الحامل: أنبوبة بلاستيكية مجوفة وصلبة، يركب عليها رأس التحجير المناسب، ومزود بغطاء خاص برؤوس التحجير للحفاظ عليها من الغبار أو الجفاف السريع. الشكل (4 - 11) يوضح علبة التحجير ورؤوس التحجير والحامل والغطاء، ويوجد في الأسواق العديد من الأشكال والأنواع للعلب.



الشكل (4 - 11)

حالياً ومع تطور التقنيات، وظهور الحاسب وبرامج الرسم باستخدام الحاسب Autocad والطابعات المتنوعة والمتممة للحاسب، أصبح بالإمكان تنفيذ الرسم على الحاسب وإنشاؤه، ومن ثم طباعته إما على طابعات نقاشة أو ليزيرية وعلى مختلف القياسات، مما أدى إلى تراجع أعمال التعبير اليدوي والاستغناء عنه، وهذا ما دعى إلى عدم الدخول في تفاصيل عمليات التعبير.

الباب الخامس الأبعاد والبيانات

مدخل وتعريف

تعدّ الرسوم والتصاميم الهندسية منجزة، إذا تحدد حجم الجسم أو القطعة الميكانيكية المراد تصنيعها بشكل واضح. وذلك يكون بوجود الأبعاد والبيانات كافة، اللازمة لعمليات التشغيل مثل الدقة ودرجات التفاوت وغيرها من المعلومات الموضحة ضمن القوائم والجداول المنوه عنها سابقاً، مثل نوع المعدن والمعالجة الحرارية.

ولم نتحدث سابقاً عن موضع الأبعاد، بل أفردنا له باباً خاصاً لأهميته في الرسم وأعمال الإنتاج.

فما هو البعد وما تعريفه؟!

البعد: هو المقدار العددي (القيمة العددية) المراد تحقيقه على القطع المشغلة في عمليات الإنتاج.

كما يمكن تعريفه بالقياس الحقيقي للجسم بعد تشكيله.

فالمساقط وحدها لاتعطينا سوى بيان تفصيلي عن شكل الجسم وتكوينه، لكنها لا توحى بمقدار حجمه، وبالتالي يصعب تصنيعها إلا اختيارياً، ومن ثم لن نحصل على القطعة أو الجسم المطلوب.

لذلك، وضعت أسس وطرائق في وضع الأبعاد وتنظيمها على المساقط، تجعل الرسم فعالاً ومفيداً، وتعطي العامل ما يحتاجه دون اللجوء للسؤال أو أدوات القياس، ولتحجيه عن كل متطلباته. لذا يجب التعرف على هذه الأسس والتدرب عليها والإحاطة بقواعدها، ليكون الرسم متكاملًا سليمًا.

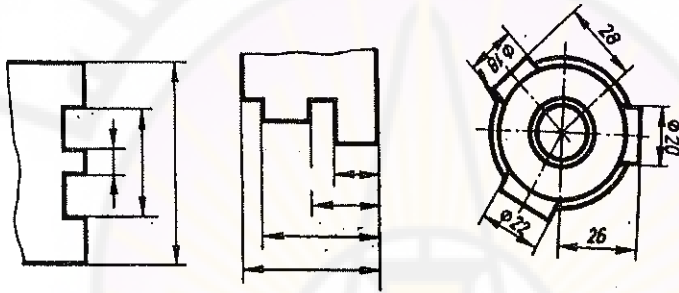
• سماكة خط البعد تعادل $\frac{S}{2}$ حتى $\frac{S}{3}$ من سماكة الخط الحقيقي المعتمد في الرسم، وقد أشرنا سابقاً إلى ذلك في بحث الخطوط.

2- أسس وقواعد كتابة الأبعاد

هناك مراحل ثلاث لكتابة الأبعاد، تبدأ بالمعرفة التامة لطرائق وضع خطوط الأبعاد والخطوط الإرشادية، مروراً بوضع الأسهم وانتهاءً بكتابة الأرقام وطرائق وضعها.

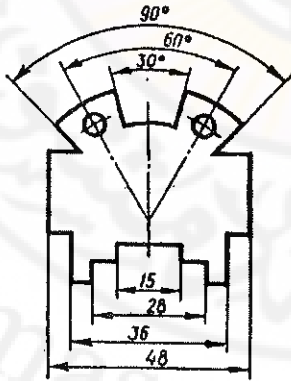
2-1 طرائق وأسس وضع الخطوط

1- يوضع خط البعد بشكل يوازي السطح المراد تحديده، ويستعان لوضعه بخطوط إرشادية تتعامد معه، والشكل (5-1) يوضح ذلك.



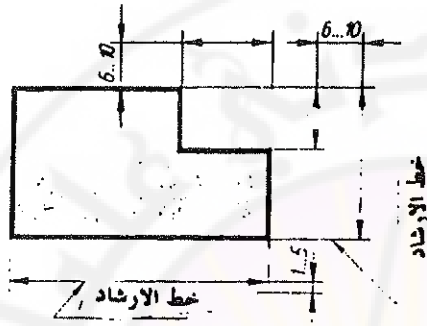
الشكل (5-1)

2- توضع خطوط الأبعاد انطلاقاً من الأصغر والأقرب للجسم ثم الذي يليه. الشكل (5-2).



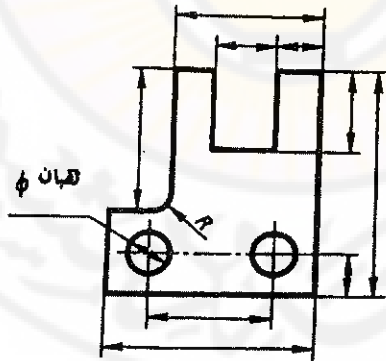
الشكل (5-2)

3- المسافة المسموح بها بين خطوط الأبعاد ما بين 6-10 mm الشكل (3 - 5)
وعادة ما يوضع أول خط بعد على مسافة 10 mm من المسقط والمسافة بين الأبعاد
الأخرى والتالية 8 mm أما خطوط الإرشاد فتخرج عن خط البعد للجوء
1...5 mm.



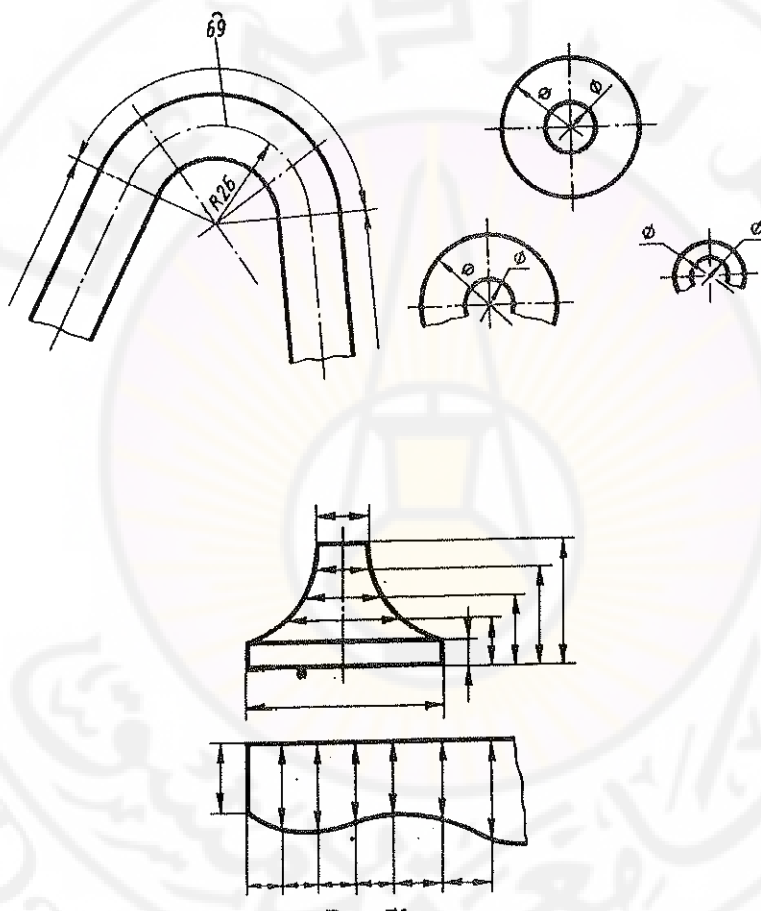
الشكل (3 - 5)

4- يفضل وضع خطوط البعد خارج إطار المسقط أو الجسم، وليس في داخله
ليكون الرسم واضحاً، وكى لا تكثر الخطوط ضمن المسقط وتشابك، إلا في حالة
الضرورة والشكل (4 - 5) يوضح ذلك.



الشكل (4 - 5)

5 - يمنع استخدام خطوط المحاور والمراكز وخطوط الإرشاد كخطوط بعدد، إلا في حالات الأسطح المنحنية، فيمكن استخدام خطوط الإرشاد وخطوط المراكز، بحيث تمتد عن السهم خارج إطار المسقط، الشكل (5 - 5).



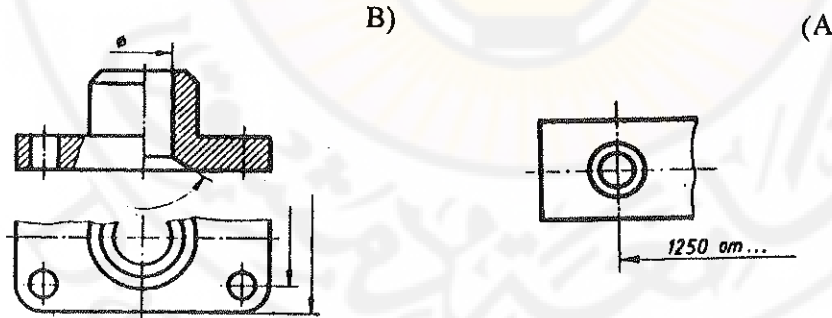
الشكل (5 - 5)

6- يجب إيضاح خطوط الوصل لتحديد مركز التدوير (مركز الفرجار)، عند إظهار مراكز الأقواس، (الشكل 5 - 6) A، أما لإظهار زاوية التدوير فالشكل (5-6) B، يوضح لنا ذلك.



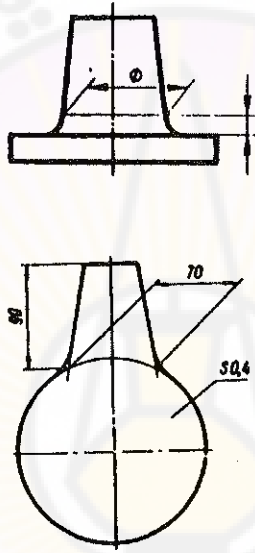
الشكل (5-6)

7- يمكن أن يُقطع خط البعد من أحد طرفيه، عند رسم القطاعات المتناظرة أو الأجسام المقطوعة، على أن يكون خط البعد بعيداً ومتجاوزاً خط المحور (خط التناظر)، والشكل (5-7) A يوضح ذلك. كما يمكن لخط البعد أن يكون مقطوعاً إذا وضع من أساس غير موجود الشكل (5-7) B.



الشكل (5-7)

- 8- يتطلب في بعض الأحيان إنشاء خطوط البعد كما الشكل (5 - 8)، للضرورة، كما يتبين معنا من الشكل، حيث يتشكل معنا متوازي الأضلاع وينقل البعد إلى خارج المسقط أو ربما يبقى داخله إذا سمحت المساحة والمكان.
- 9 - يمكن أن يتقاطع خط البعد مع خطوط أخرى وأن يكون مقطوعاً كما هو الحال عند وضع أبعاد وأقطار الدوائر كما هو مبين في الشكل السابق (5 - 8).

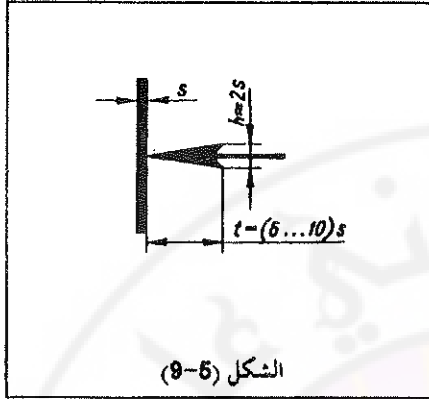


الشكل (5 - 8)

2-2- تنظيم الأسهم.

تحدد خطوط البعد بأسهم تتناسب سماكة خطوطها مع الخط الحقيقي المستخدم في الرسم S، على أن تكون جميع الأسهم موحدة الشكل على الرسم ويتناسب طولها مع طول خط البعد أو قصره، الشكل (5 - 9).

نبين فيما يلي حالات وضع وتنظيم الأسهم على الرسومات الهندسية:



1- يمكن وضع الأسهم على تماس مع الخط الحقيقي للجسم وخطوط المحاور والإرشاد وبتماس مع الخطوط الوهمية في الحالات الاضطرارية جداً.
2- في حال ضيق المساحة لمكان السهم، فيوضع على امتداد خط الإرشاد من الخارج ويكتب البعد من داخلهما.

3- لا تسمح أحياناً المساحة بوضع

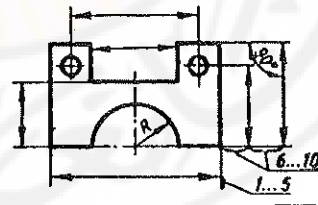
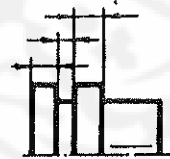
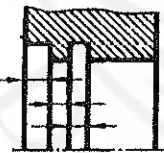
الأسهم وكتابة الأبعاد (الأبعاد المتسلسلة)، فيمكن قطع خطوط الإرشاد بنقاط أو بخطوط صغيرة مائلة بزاوية 45°، ومن ثم تحصر جميع الأبعاد بسهمين من الطرفين كما الشكل، ولا يسمح باستخدام هذه الطريقة إلا ضمن الحالات المبينة في الشكل.

4- يمكن للأسهم في بعض الحالات أن تتقاطع مع الخطوط الحقيقية أو خطوط الإرشاد (إذا دعا الأمر لذلك) كما هو الحال في الشكل.
الشكل (5 - 10) يوضح لنا الحالات الأربع وكلاً بحسب رقمها التسلسلي.

2)

A)

B)



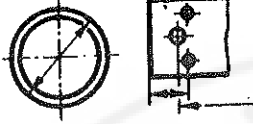
الشكل (5 - 10)

(4)

A)

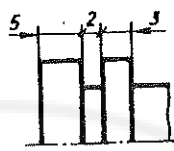


B)

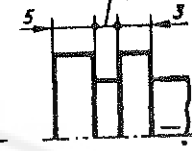


3)

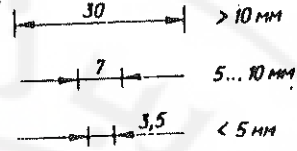
a)



b)



c)



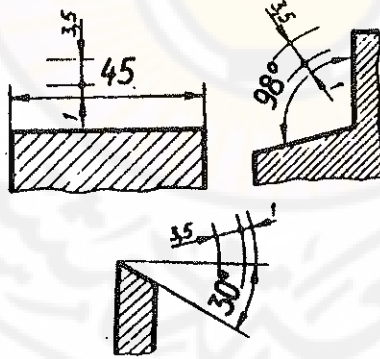
تتمة الشكل (5-10)

2-3 طرائق كتابة الأرقام:

(وضع الأبعاد)

تستخدم في كتابة الأبعاد الأرقام العربية، على أن لا يقل ارتفاع الرقم أو يزيد على 3-5 mm، وعادة ما يكتب على الارتفاع 5 mm.

توضع الأرقام فوق خط البعد بـ 1 mm وبشكل يوازيه، والشكل (5-11) يوضح كيفية كتابة الأرقام فوق خط البعد وأبعادها.

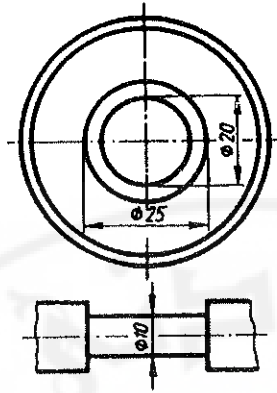


الشكل (5-11)

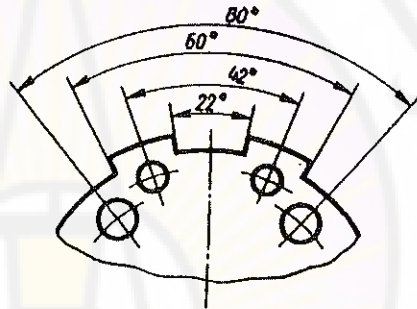
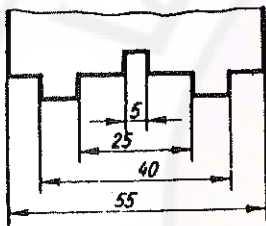
أما الشروط الواجبة عند كتابة الرقم ووضعه فهي التالي:

- 1- تكتب الأبعاد بالملم دون الإشارة إلى وحدة القياس، إلا إذا دعت الحاجة، فيجب التنويه عن وحدة القياس ضمن البطاقة العامة وفي الشروط الفنية.
- 2- لا يسمح بتقاطع الأعداد الرقمية (الأبعاد) مع أي خط من الخطوط أو أن يفصل خطاً ما بينها. ماعدا خطوط المحاور والتشهير، فيمكن أن تقطع ويكتب ضمنها البعد المطلوب أو أن تمسح قليلاً كما على خطوط التهشير ويكتب البعد، والشكل (5 - 12 A, B) يبين لنا هذه الحالات وحسب رقمها، كما يبين لنا الحالات التالي ذكرها وبحسب رقمها التسلسلي.
- 3- تكتب الأبعاد المتوازية أو المركزية، بتوزيع شطرنجي، لتوضح للقارئ.
- 4- تنقل الأبعاد من فوق خط البعد لمكان آخر واضح، في حال عدم توفر المكان لكتابتها، فإن لم يتوفر المكان للأبعاد والأسهم أيضاً فتنقل الأبعاد والأسهم معاً.
- 5- تكتب الزوايا بالدرجات والدقائق والثواني، $35^{\circ} 7' 10''$ ، $25^{\circ} 10' 31''$ ، حيث تكتب على خطٍ بُعدٍ بشكل قوس يصل بين خطين إرشاديين قطريين، أما لتحديد مقدار القوس وبعده فالشكل يوضح ذلك، مع ملاحظة وضع إشارة $\cap$ الدالة على القوس.
- 6- أرقام الزوايا وكتابتها توضع كما هي موضحة بالشكل، حيث توضع الأرقام فوق خط البعد، إذا ما كانت تقع فوق خط الأفق.
- 7- وإذا كانت تحت خط الأفق، فتوضع ضمن الزاوية. وفي حال كانت الزاوية صغيرة، فنلجأ إلى نقل البعد بما يسمى خط النقل والشكل يبين ذلك.
- 8- لا ينصح بكتابة قيمة الزاوية في المناطق المهيثة، إلا في الحالات الضرورية، فيسمح جزء من التهشير ويكتب البعد على خط النقل كما هو مبين.
- 9- تكتب الأبعاد الخاصة بالسطوح المائلة على الشكل الموضح، على أن لا يكتب إطلاقاً ضمن المنطقة المهيثة.
- 9- أبعاد الحروف (المشطوفة) المكسورة فتوضع كما في الشكل.

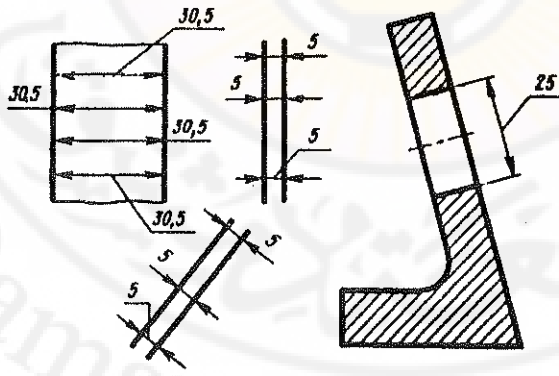
2)



3)



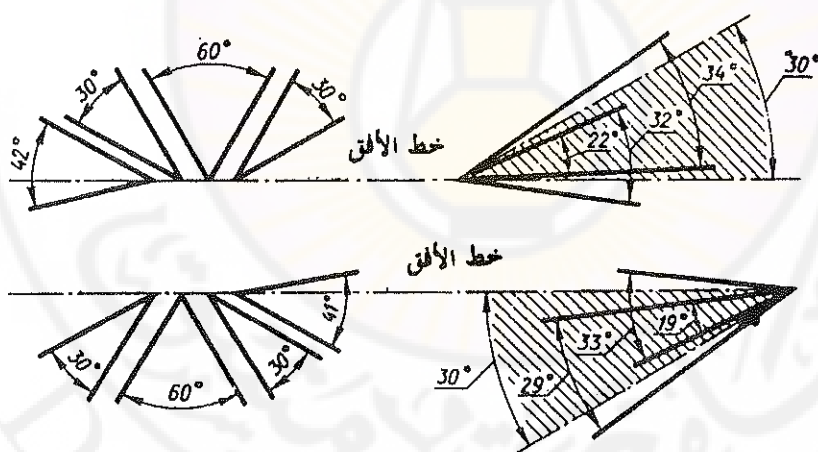
4)



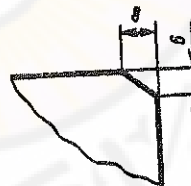
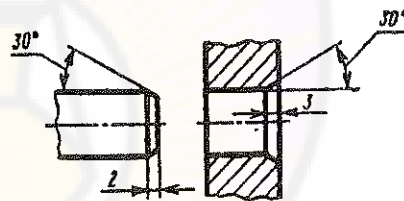
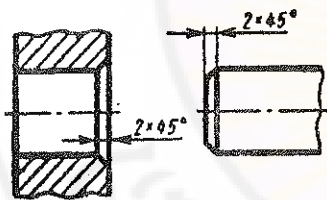
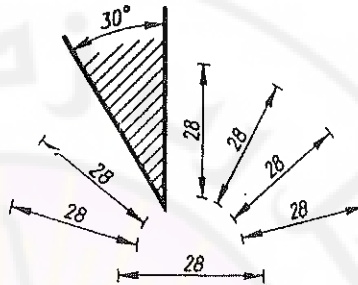
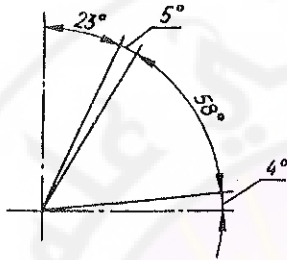
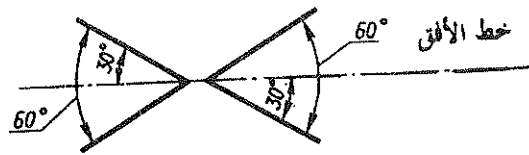
الشكل (5 - 12) A



تتمة الشكل (5-12)



الشكل (5 - 12) B



تتمة الشكل (5 - 12) B

3- أبعاد الدوائر والأقواس،

طريقة وضع الأبعاد للدوائر والأقواس، تعتمد الرمز ϕ أو R

R - إشارة إلى نصف القطر.

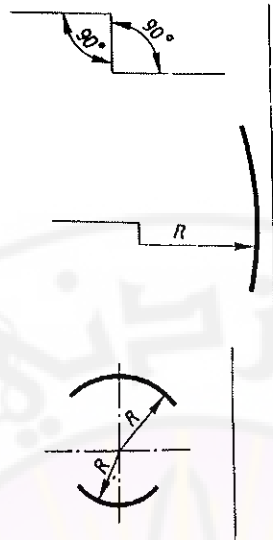
ϕ - إشارة إلى القطر.

توضع خطوط الأبعاد، انطلاقاً من مركز القوس أو من جهته. وإذا أردنا بيان وضع المركز التابع للقوس، فنستعين بخطوط الإرشاد، كما يبين الشكل (5 - 13).



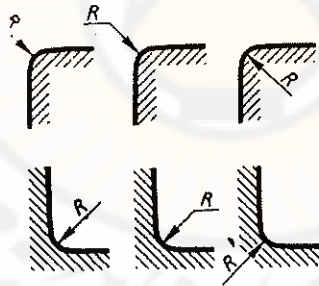
الشكل (5 - 13)

- أحياناً، ونظراً لزيادة طول خط البعد، نلجأ إلى كسر هذا الخط كما هو مبين في الشكل (5 - A14)، على أن يكون الكسر تحت زاوية 90°.
 - كما يتطلب أحياناً أخرى، بيان أنصاف الأقطار المختلفة ومن المركز الواحد نفسه، عندها لا يجوز بيانها تحت خط مستقيم واحد.
- بل يجب أن توضح كما الشكل (5 - B 14).



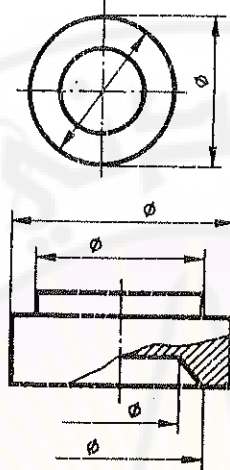
الشكل (5 - 14)

أما بالنسبة إلى النهايات الدائرية الصغيرة الخارجية والداخلية للأسطح فتوضع خطوط الأبعاد كما هو مبين في الشكل (5 - 15).



الشكل (5 - 15)

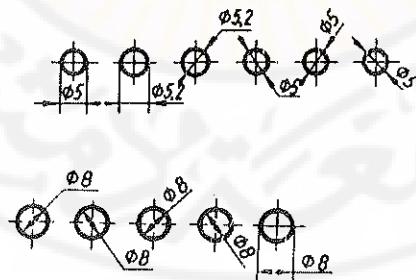
أما بالنسبة لوضع خطوط الأبعاد على الدوائر، ونقصد هنا الثقوب أو التسويات الدائرية، فتوضع مروراً بمركز الدائرة، أو بشكل يوازي قطر الدائرة في حال الاستعانة بالخطوط الإرشادية، كما الشكل (5 - 16).



الشكل (5 - 16)

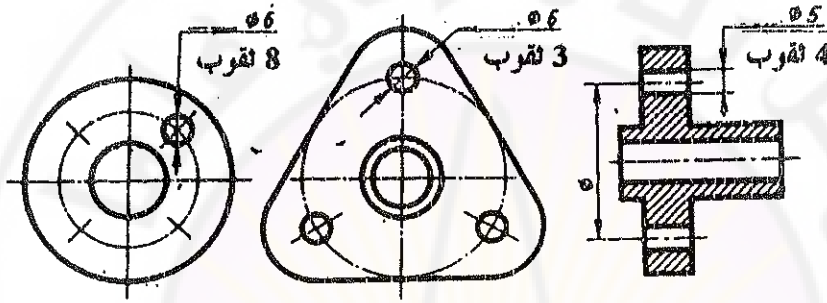
ولبيان أقطار الدوائر على الرسم، توجد الحالات التالية:

- وضع البعد خارج إطار أو حدود الدائرة، إن لم نجد فسطحة أو مساحة لكتابته، الشكل (5 - 17) A. وقد لا نجد مكاناً للبعد والأسهم أيضاً فنلجأ إلى أخراج الأسهم والبعد خارج إطار الدائرة الشكل (5 - 17) B.



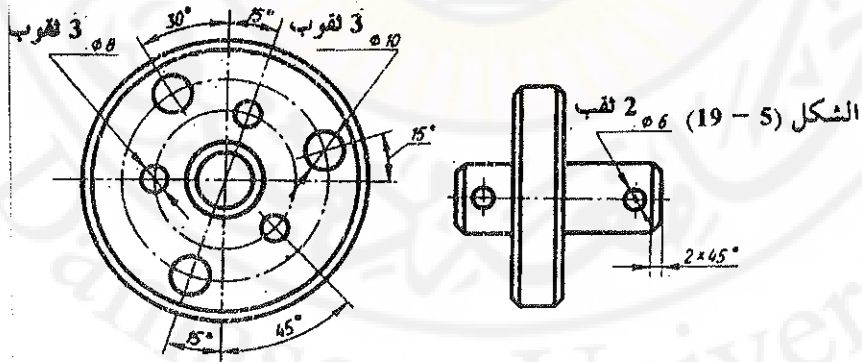
الشكل (5 - 17)

تكرر الدوائر ضمن الجسم الواحد والقطر الواحد نفسه.
 هنالك في هذه الحالة، أي تكرار الدوائر أو العناصر، إما أن يكون توزيع الدوائر
 والعناصر منتظما وعلى دائرة مشغولة، فيكون وضع الأبعاد من الزاوية التي تحدد
 توضع وتوزيع هذه العناصر، والشكل، (5 - 18) يوضح ذلك.



الشكل (5 - 18)

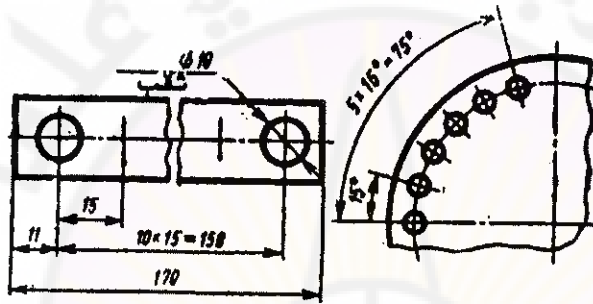
أو أن يكون التكرار غير منتظم، كما الشكل (5 - 19) فيكفي الإشارة إلى
 عدد الدوائر أو العناصر المتكررة مع بيان مقدار القطر ϕ .



الشكل (5 - 19)

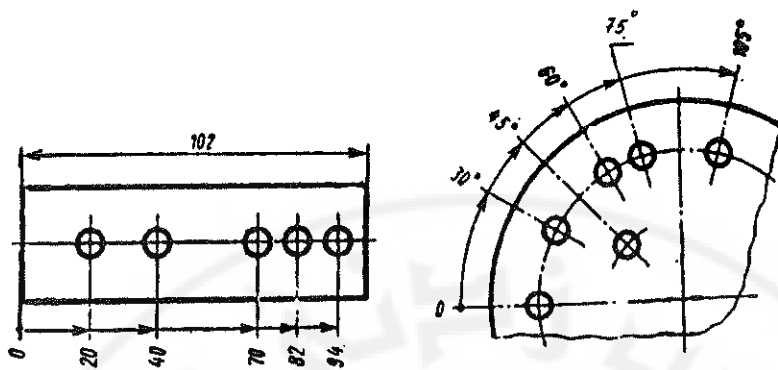
الأبعاد المتناظرة:

عند وجود عناصر متكررة وأبعادها متناظرة، فتحدد المسافة بين عنصرين متناظرين متجاورين وتحدد المسافة بين العنصر الأول والأخير بخط البعد، ومن ثم يكتب البعد للعناصر جميعها بشكل مضارب، كما هو موضح بالشكل (5 - 20)، أي عدد العناصر $\times$ المسافة.

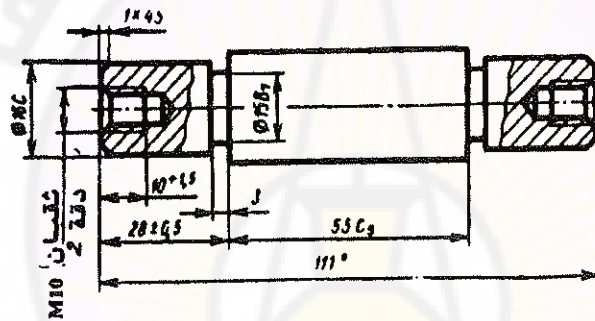


الشكل (5 - 20)

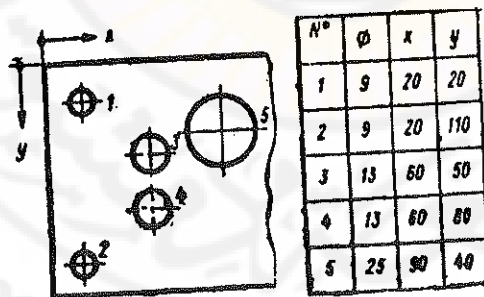
- وفي حال ازدياد عدد الأبعاد المعتمدة تصميمياً من السطح الأساسي، فيسمح بوضع الأبعاد الخطية والزاوية كما هو مبين في الشكل (5 - 21)، حيث تعتمد نقطة صفر 0 ثم ترفع الأبعاد باتجاه الخطوط المرفوعة ونهايتها.
- أما إذا وجد في الرسم أبعاداً واحدة لعنصرين متناظرين (ما عدا الثقوب) فتكتب الأبعاد مرة واحدة، دون بيان عدد العناصر، على أن توضع هذه الأبعاد في مكان واحد، الشكل (5 - 22).
- إذا وجد في الرسم العدد الكبير للعناصر وغير المنتظم، فتستخدم طريقة الإحداثيات ويوضع الجدول الخاص لبيان مراكز كل ثقب وقطره. الشكل (5 - 23).



الشكل (5 - 21)

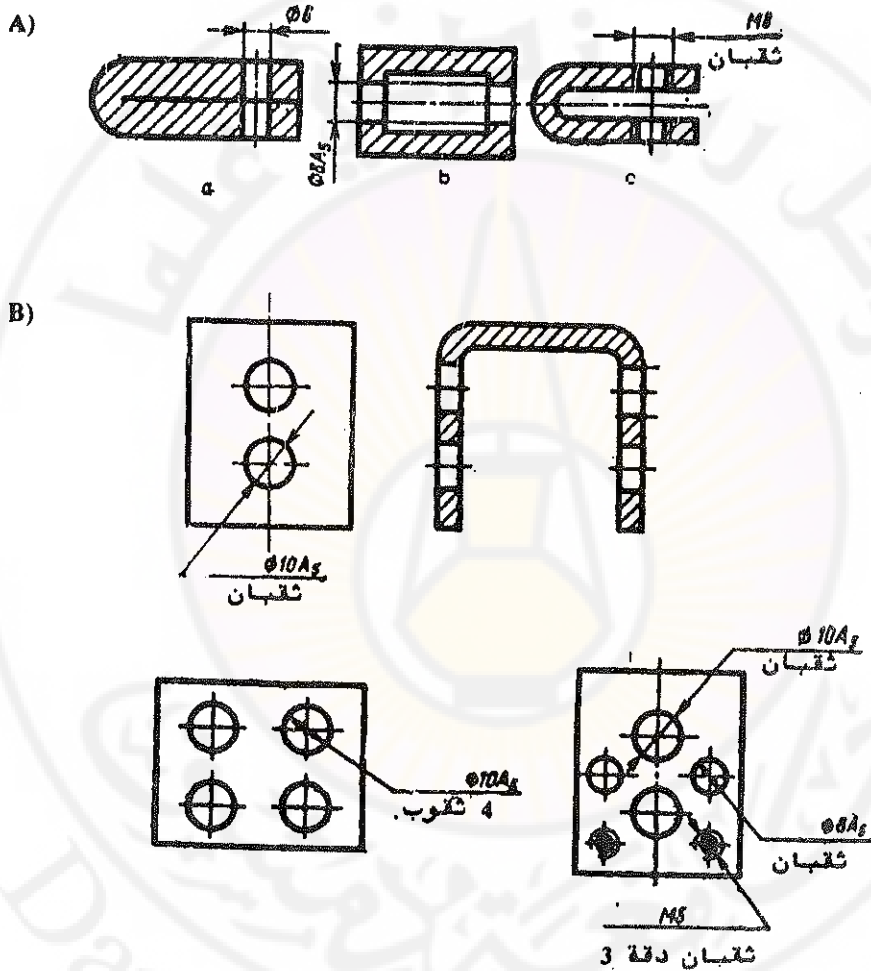


الشكل (5 - 22)



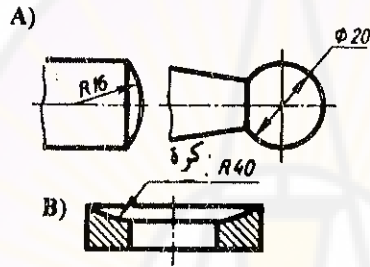
الشكل (5 - 23)

• العناصر المتكررة والمتوضعة في أجزاء مختلفة للجسم كالنقوب مثلاً، فتعامل معاملة العنصر الواحد، والشكل (5 - 24) A، يوضح ذلك، وإذا تكررت العناصر الواحدة للجسم وكانت متوضعة على سطوح مختلفة ومبينة على مساقط مختلفة فعُد العنصر يكتب بشكل منفصل لكل سطح الشكل (5 - 24) B.



الشكل (5 - 24)

- في حال وجود رسم لكرة، فيوضع على خط البعد وبجانبه الرمز ϕ ، حيث يصبح كالتالي $\phi(\phi)$ أو $\phi(R)$.
- أما إذا كان تحديد وجود السطح الكروي صعباً من خلال الرسم، فتكتب كلمة (كرة) بشكل صريح، كرة $\phi 40$ أو $R20$. والشكل (5 - 25) يبين هاتين الحالتين.



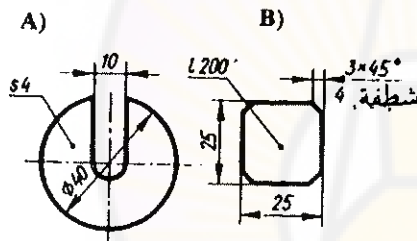
الشكل (5 - 25)

اعتمادات واصطلاحات

اعتمد في الرسم ولتسهيل قراءة الرسم والتصاميم الهندسية، بعض الرموز والأحرف، تكتب بجانب الأبعاد، للتوضيح وللتعبير عن السطح المراد تنفيذه. من هذه الرموز التي اصطلاح عليها والأحرف المعتمدة، التالي:

1 - الرمز S، والرمز L.

حيث يُعبر عن السطح المستوي بمسقط واحد، إذا وضعنا الرمز S، للتعبير عن سماكته، تكتب السماكة بجانب الرمز S4، أو إذا أردنا التعبير عن طوله فيوضع الرمز L وبجانبه الطول المطلوب L200. الشكل (5 - 26).



الشكل (5 - 26)

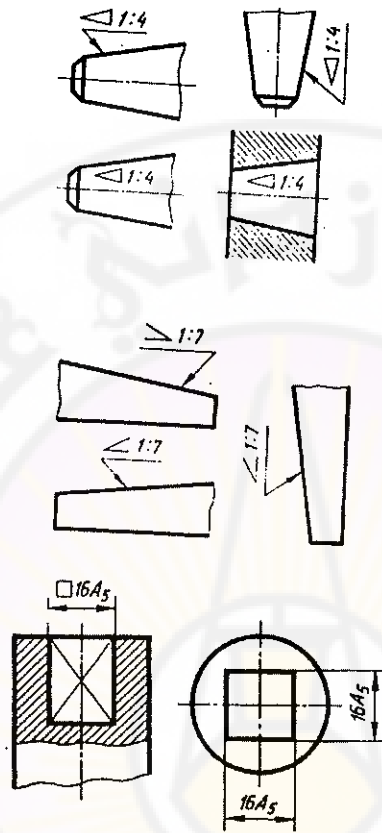
2- $\cap$ يرمز إلى وجود قوس، ويوضع فوق الرقم البعدي. انظر الشكل (5 - 12).

3- $\square$ يرمز إلى وجود شكل المربع.

4- $<$ يرمز إلى وجود زاوية ميل على السطح، ويوضع الرمز، باتجاه زاوية باتجاه الميل المطلوب نفسه.

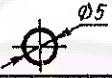
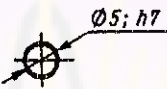
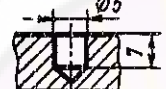
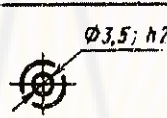
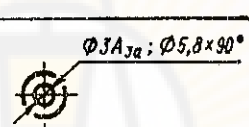
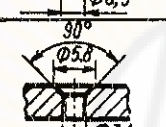
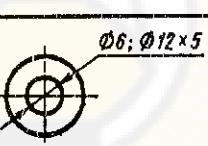
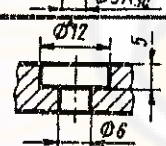
5 - $\sphericalangle$ يرمز إلى وجود مخروط، حيث اتجاه الزاوية الحادة باتجاه رأس المخروط.

الشكل (5 - 27) يوضح كيفية استخدام هذه الرسوم وكل بحسب رقمه.



الشكل (5 - 27)

أخيراً وفي حال وضع أبعاد الثقوب النافذة وغير النافذة، فيفضل إظهارها في هذه الحالة بعد إجراء قطاعاً طولي باتجاه المحور، فإذا كان ذلك غير ممكن فيعتمد إظهار الأبعاد على المسقط مباشرة والشكل (5 - 28) يبين جميع الحالات.

طريقة اظهار وضع	بعاد الشقوب
على المسقط	في القطاع
	
	
	
	
	

الشكل (5 - 28)

تعليمات وإرشادات

يتحتم على الرسام أو الطالب أثناء وضع الأبعاد تنفيذ التعليمات التالية والتقييد بها:

1- وضع الأبعاد بشكل يسمح بقياسها من قبل العامل بسهولة أثناء التنفيذ أو التصنيع.

2- وضع الأبعاد خارج حدود الرسم (حدود المسقط) قدر الإمكان، ما لم يضطر لذلك.

3- توزيع الأبعاد على جميع المساقط بشكل متناسب.

4- يجب أن تكون الأبعاد أقل ما يمكن، وبشكل يسمح بتصنيع القطعة.

5- كتابة الأبعاد الكلية للجسم.

● هذا ما يجب اتباعه أثناء وضع الأبعاد، أما ما يجب الابتعاد عنه فهو:

1- تقاطع خطوط الأبعاد مع أي خط من خطوط الرسم.

2- تكرار البعد في أكثر من مسقط ويوضع في المسقط الأكثر وضوحاً.

3- استخدام خطوط الإطار الخارجي أو خطوط المحاور كخطوط أبعاد، لكنه يمكن للمحاور أن تمتد وتستخدم كخطوط امتداد.

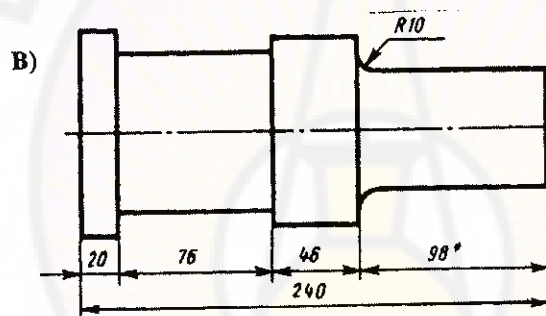
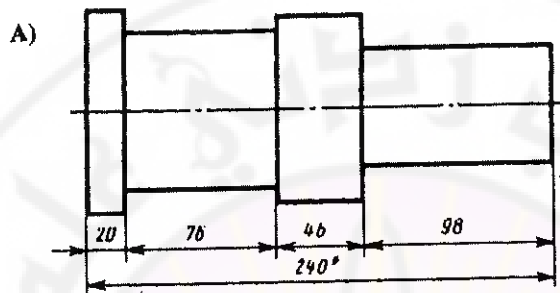
4- كتابة الأبعاد للعناصر الداخلية والخارجية على خط بعد واحد.

5- وضع الأبعاد من الخطوط الوهمية (أطراف الجسم التي لا تراها العين).

6- وضع الأبعاد بشكل السلسلة المغلقة، إلا إذا كان البعد الموضوع مرجعياً أو

ما يسمى البعد الدليلي، الشكل (5 - 29) A.

يُعرف البعد المرجعي بالبعد المكتوب وغير المطلوب تحقيقه، ويرمز له بـ *، وأكثر ما يُستخدم في الرسوم التجميعية لتحديد وضعية العناصر والأجسام المرتبطة مع بعضها أثناء العمل، كما يستخدم في الأبعاد المنقولة من أساس الرسم للخامة المشغولة، وفي إمكان الانتقال من سطح أسطوانة أو مخروطي إلى سطح أسطوانة آخر (من قطر لآخر)، الشكل (5 - 29) B.



الشكل (5 - 29)

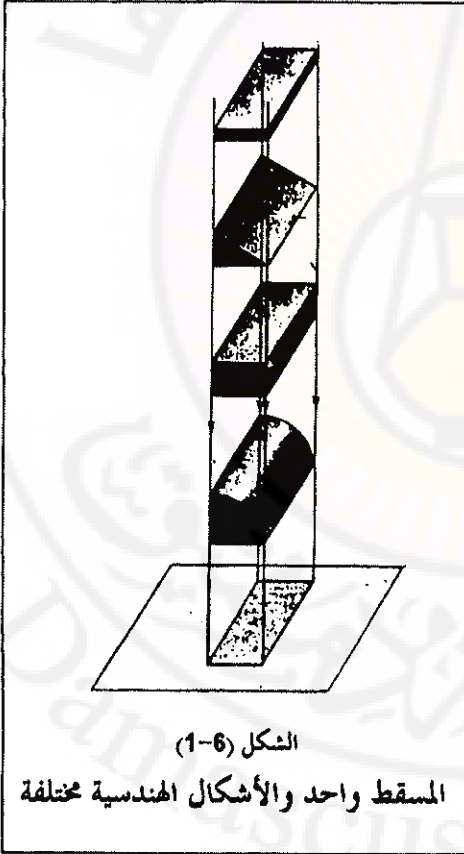
الباب السادس

استنتاج المسقط الثالث

((المسقط الغائب))

مدخل

سبق وأشرنا في بحث الإسقاط إلى أنه يمكن الاكتفاء بوجود مسقطين اثنين لمعرفة شكل الجسم وقياساته وتخليه في الفراغ. ولكن، وفي بعض الأحيان والحالات للأجسام والقطع الميكانيكية، لا يكفي



الشكل (1-6)

المسقط واحد والأشكال الهندسية مختلفة

وجود مسقطين اثنين، لاحتمال الإسقاط الواحد ((المسقط الواحد)) لأشكال هندسية مختلفة، كما هو موضح في الشكل (6 - 1).

لذلك يتحتم على الرسام أو المصمم إيجاد المسقط الثالث أو الغائب ورسمه، ليكون للعامل خيار واحد لا ثاني له.

2- طريقة الاستنتاج

لإنشاء المسقط الثالث بوجود مسقطين معلومين، يجب أن نقرأ الرسومات الهندسية بشكل صحيح لتتمكن من تصور الجسم أو القطعة بشكل كامل من خلال المسقطين المعلومين، ومن ثم نبدأ

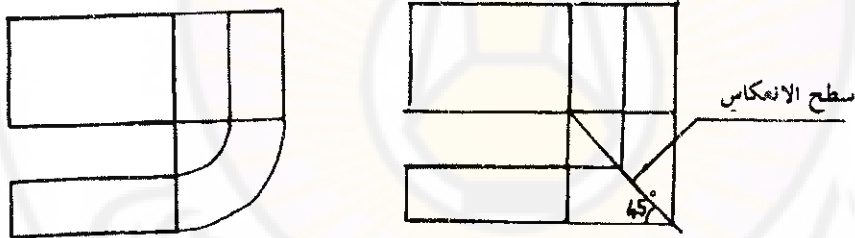
بالإنشاء باستخدام خطوط الارتباط بين المساقط الثلاثة، معتمدين على العلاقة القائمة بينهما، والموضحة سابقاً في الباب الثالث، بحث الإسقاط، وهي:

ارتفاع المسقط الرأسي = ارتفاع المسقط الجانبي

طول المسقط الرأسي = طول المسقط الأفقي

عرض المسقط الأفقي = عرض المسقط الجانبي.

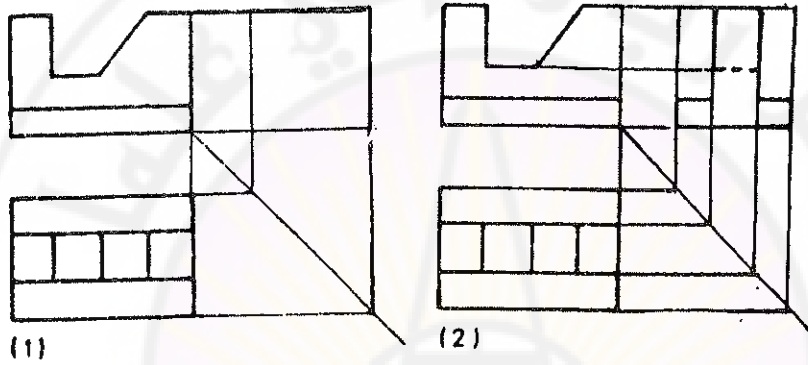
بالاعتماد على هذه العلاقة، وبعد دراسة المسقطين المعلومين وتخيّل الجسم بأكمله، نبدأ بمساعدة خطوط الإسقاط والارتباط بتحديد الإطار الخارجي (أبعاده) للمسقط المطلوب، بواسطة خط الانعكاس بزاوية 45° أو بطريقة التدوير، والشكل (6 - 2) يوضح لنا هذه العملية.



الشكل (6 - 2)

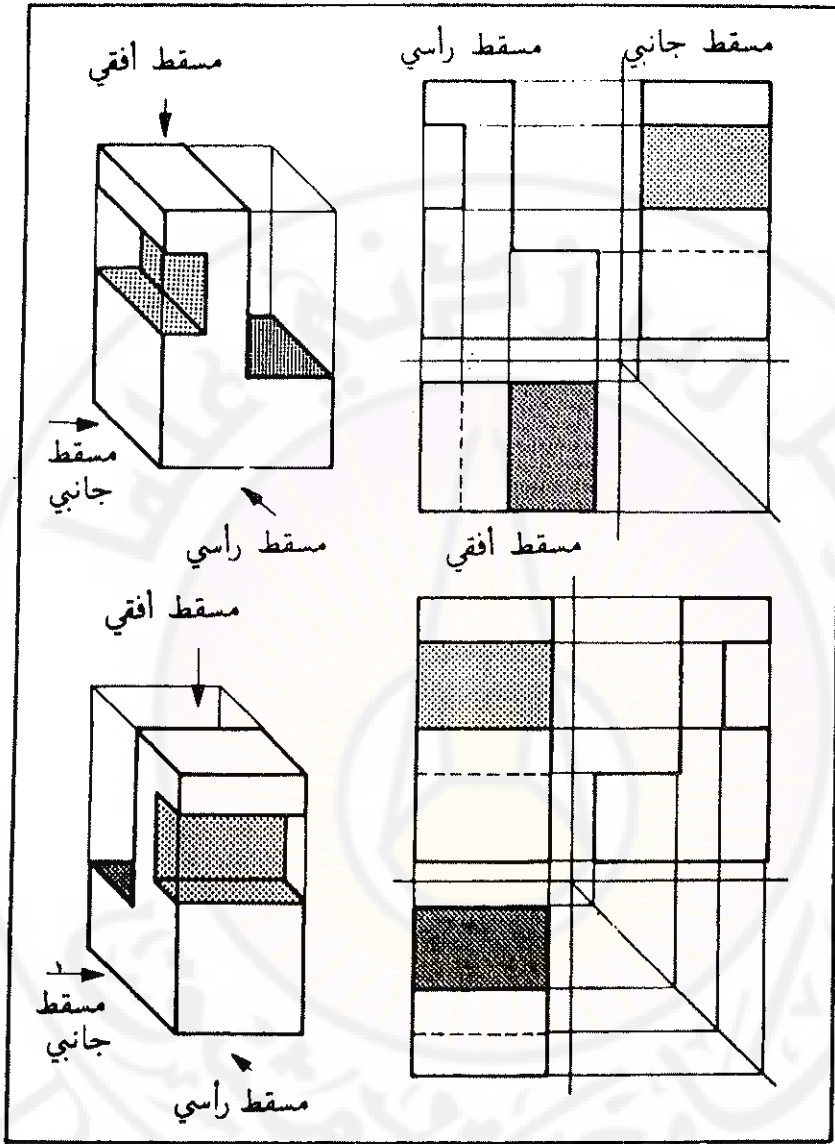
تحديد الإطار الخارجي للمسقط بالنسبة للطالب، خطوة مهمة، حيث يعتمد الطالب، دليلاً مرجعياً لرسمه، لا يجب الخروج عنه. وفي حال الخروج عن حدوده، يعني وقوع الطالب في خطأ، وعليه تداركه.

بعد تحديد الإطار، نبدأ بإسقاط النقاط والخطوط المشكّلة للأسطح المتوضعة على المسقطين المعلومين، وذلك بواسطة خطوط الارتباط والإسقاط كما ذكر آنفاً، والشكل (3 - 6) يوضح هذه العملية، وبالتسلسل المذكور.



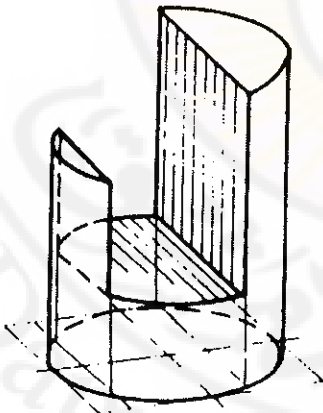
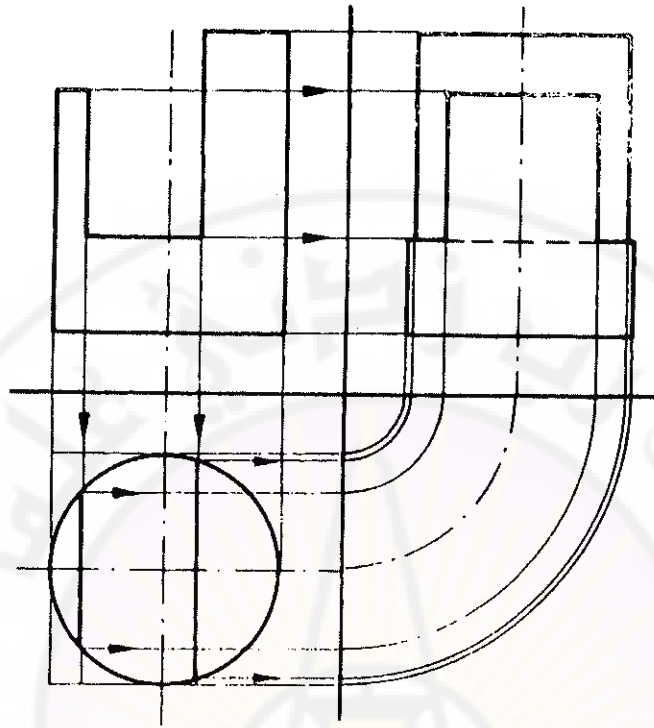
الشكل (3 - 6)

الشكل (4 - 6) يوضح عملية استنتاج المسقط الثالث باستخدام سطح الانعكاس (خط الانعكاس) بزاوية 45° لقطعة واحدة وبوضعين مختلفين والشكل (5 - 6) يوضح استنتاج المسقط الثالث لقطعة أسطوانية بطريقة التدوير.



الشكل (6 - 4)

استنتاج مسقط ثالث لقطعة واحدة وبوضعين مختلفين باستخدام خط الانعكاس بزاوية 45°



المنظور
للمثال المحلول

الشكل (6 - 5)

استنتاج المسقط الثالث لقطعة أسطوانية بطريقة التدوير

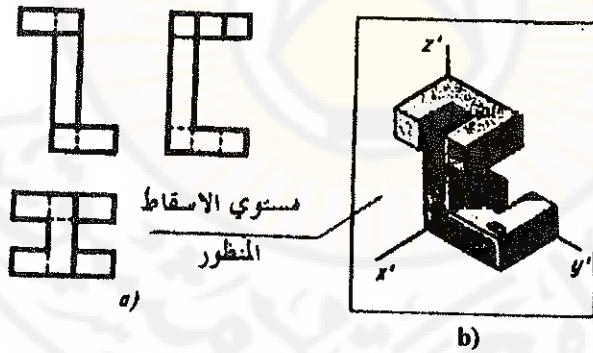
المنظور الهندسي

مدخل

تحدثنا في الأبواب السابقة عن مبادئ الإسقاط وطرائقه وأوضحنا طريقة الإسقاط الثلاثي المتعامد للأجسام، والأكثر استخداماً في الرسوم الهندسية للأجسام والقطع الميكانيكية.

كما أوضحنا طريقة رسم المساقط اللازمة في بيان المعلومات وأشكال الأجسام، ومن ثم استنتاج المسقط الناقص بوجود مسقطين معينين.

يبقى أن نذكر، طريقة الإسقاط المنظوري للقطع والأجسام، أي نقل شكل الجسم كما هو في الواقع وكما نراه إلى مستوي الإسقاط بأبعاده الثلاثة، لنحصل على منظور الجسم أو المنظور الهندسي للجسم. والشكل (6 - 6) و (b 6 - 6) يوضح الفرق بين الإسقاط الثلاثي المتعامد للجسم ورسم مساقطه وبين الإسقاط المنظوري له.



الشكل (6 - 6)

2 - الإسقاط المنظوري

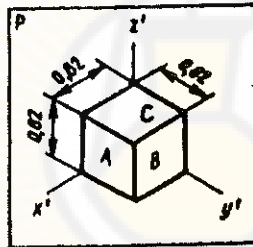
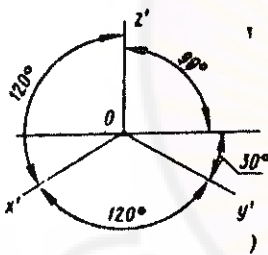
تستخدم طريقة الإسقاط المنظوري لتصوير الجسم بدقة ووضوح وفي نقل المعلومات إلى العمال الذين لم يسبق لهم التدريب على قراءة المساقط ويجدون الصعوبة في فهم وتصور شكل الجسم في الفراغ.

ويعرف المنظور بما يلي:

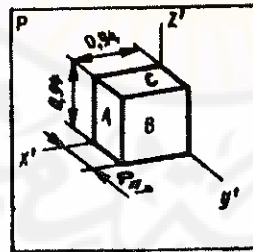
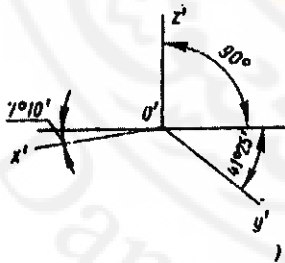
المنظور: هو الرسم الإيضاحي العام ليكل الجسم، والذي يعطي الفكرة الكاملة عن تكوينه وعلاقة أجزائه بعضها ببعض.

يتم الإسقاط المنظوري أو رسم المنظور، وفق طرائق مختلفة، تعتمد في أساسها على ميل الجسم بالنسبة إلى مستويات الإسقاط، والزوايا المحصورة بين أشعة الإسقاط والمستويات ذاتها لا تتغير.

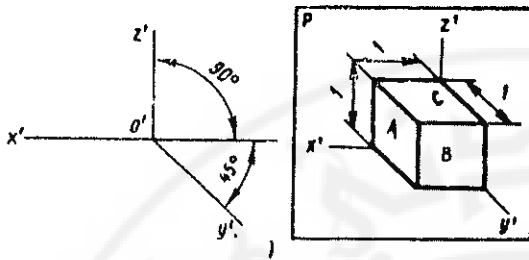
يوجد خمس طرائق لرسم المنظور ومبينة بالشكل (6 - 7).



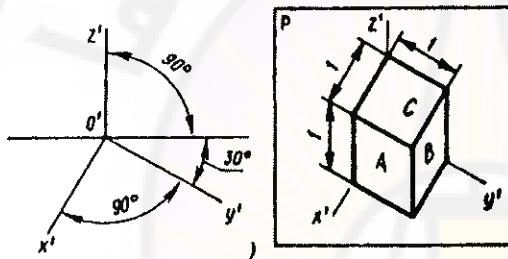
الإسقاط المتساوي



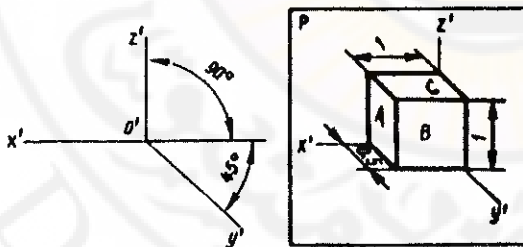
الإسقاط المضاعف المائل



الإسقاط المتساوي
والمائل رأسياً، ((جيبياً))



الإسقاط المتساوي والمائل أفقياً



الإسقاط المضاعف

الشكل (6 - 7)

سندرس حالتين اثنتين والأكثر شيوعاً من الحالات الخمس المذكورة، وهما:

● الإسقاط المتساوي:

وهو الإسقاط المنظوري لمكعب، أضلاعه مائلة بزاوية حادة بالنسبة لمستوي الإسقاط P ، ويتم إسقاطه بأشعة عمودية على مستوي الإسقاط للحصول على الإسقاط المتساوي، الشكل (6 - 4).

ويبدو من خلال الشكل أن أبعاد الجسم أقل من الحقيقية، بسبب ابتعاد المكعب عن عين الناظر مائلاً وإلى المسقط.

● الإسقاط المضاعف:

هو الإسقاط المنظوري الرأسي (الجيهي) المائل الزاوية، ويسمى الإسقاط المائل أو المنحرف، وتكون فيه الأبعاد على المحورين Z و X حقيقية لا تتغير، أما على المحور Y فيجب مضاعفتها للحصول على القياس الحقيقي، انظر الشكل السابق.

3- إنشاء المنظور:

تبدأ عملية الرسم للمنظور بإنشاء المحاور المنظورية وترتيبها والشكل (6 - 8) يوضح الطريقة المعيارية في إنشاء المحاور ولطريقي الإسقاط المتساوي والمضاعف، بوساطة المثلثات أو باستخدام الفرجار والمسطرة.

إذ إن المحور X أفقي والمحور Z شاقولي والمحور Y منشأ بزاوية 45° بالنسبة للأفق مع المحور X ، في طريقة الإسقاط المضاعف.

ويجب على الطالب الانتباه دائماً إلى أن الأبعاد على المحاور Z و X حقيقية لا تتغير وموازية لهما، فيما تكون الأبعاد على المحور Y تساوي نصف $(\frac{1}{2})$ الأبعاد الحقيقية وموازية له. وهذا يعني أن الأبعاد على المحورين Z و X أكبر في مرتين من الأبعاد على المحور Y .

أما المحاور المنظورية في الإسقاط المتساوي، فالزاوية بين كل محورين 120° ، ولذلك فالجملية الإحداثية للمحاور متناظرة. والأبعاد ثابتة على جميع المحاور.

وقد أتى اصطلاح الإسقاط المضاعف من اليونانية (dimetry) ويعني ((ضعف القياس))، أما اصطلاح الإسقاط المتساوي فأتى من كلمة ((Isometry)) وتعني ((كبات القياس)).

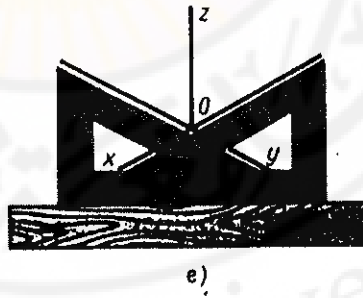
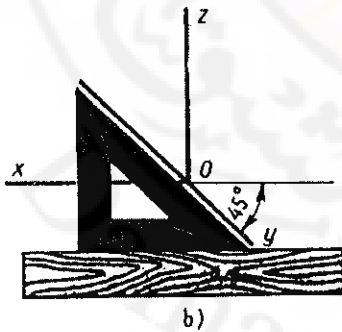
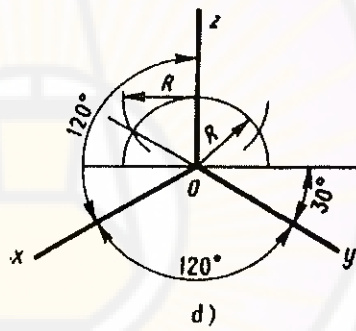
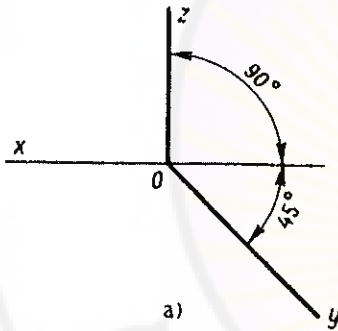
الترتيب العملي في إنشاء المنظور لجسم ممثل بمساقطة الثلاثية، ومثال ذلك الشكل (6 - 9)، يكون دائماً وبعد إنشاء المحاور المنظورية على الشكل التالي: (سنقوم بإنشاء المنظور بطريقة الإسقاط المتساوية والمضاعف معاً)

1 - نرسم الوجه الأمامي للجسم، ونحدد الأبعاد الحقيقية بحيث:

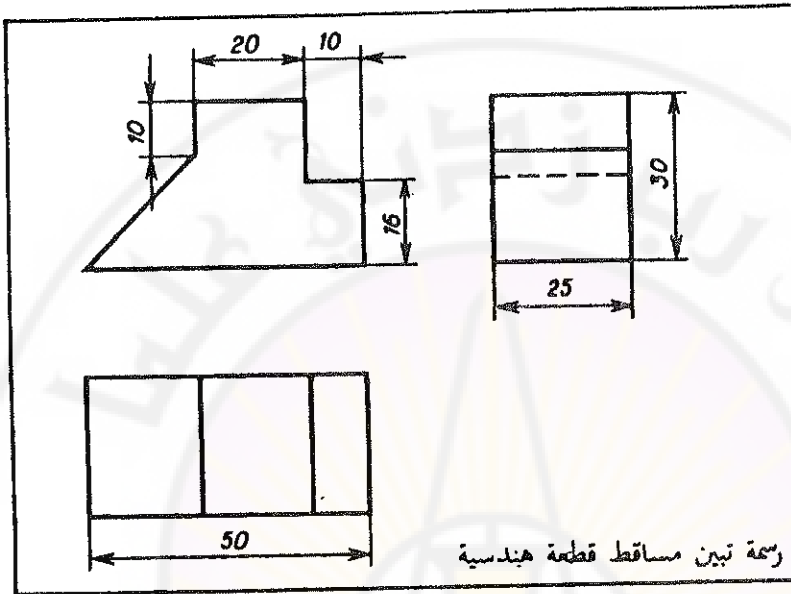
يمثل المحور X ————— الطول

المحور Z ————— الارتفاع

المحور Y ————— العرض (العمق). الشكل (6 - 10)



الشكل (6 - 8)



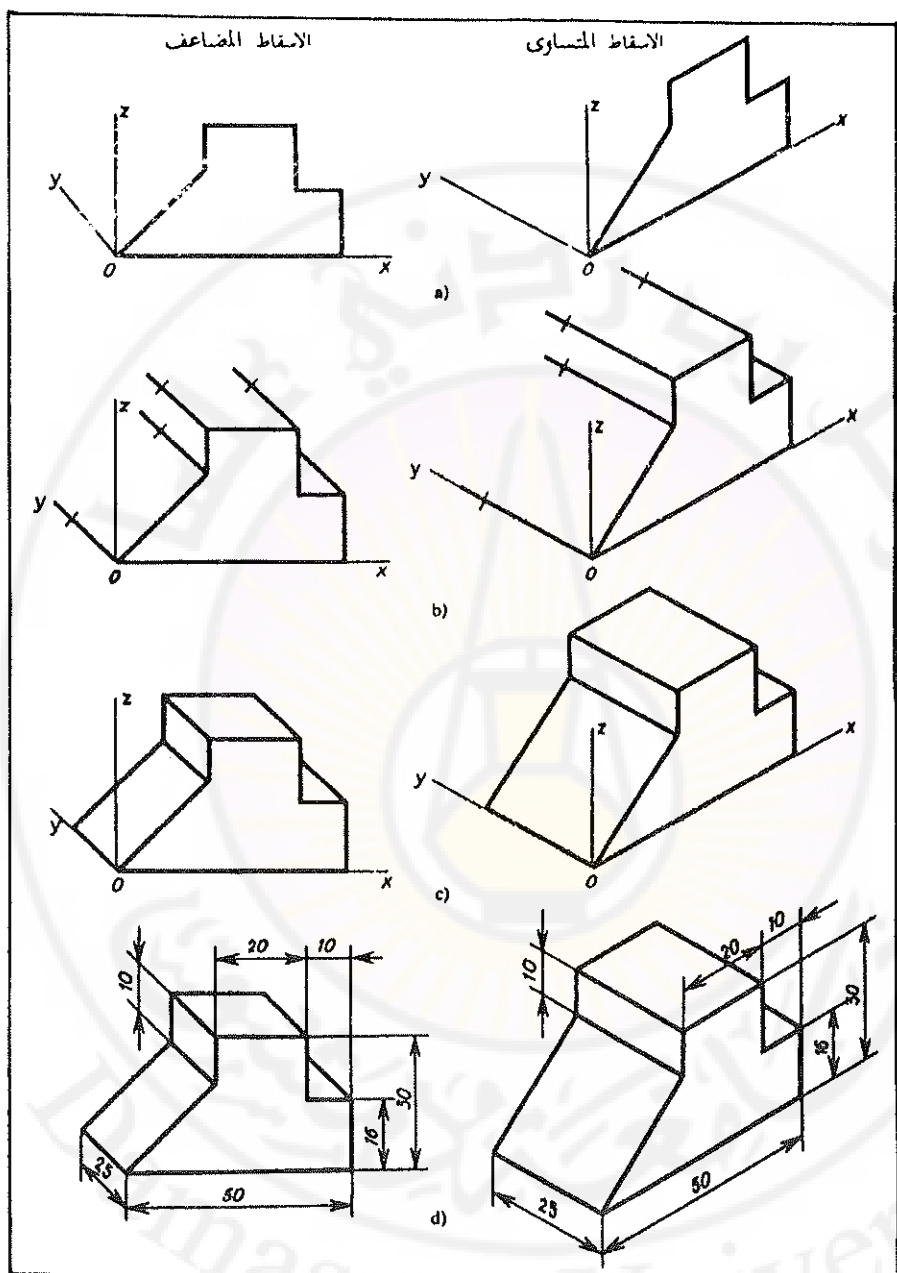
الشكل (6 - 9)

2- ننشئ من رؤوس الوجه الأمامي الخطوط العرضية والموازية للمحور Y،
لنحدد عرض الجسم عليها (حيث إن الوجه الأمامي يمثل خطوط الطول
والارتفاع).

يُحدد عرض الجسم أقل بمرتين من العرض الحقيقي في المنظور المضاعف ويساويه
في المنظور المتساوي.

3- بعد تحديد العرض بالنقاط الموضحة على الشكل، نصلها بخطوط مستقيمة
موازية لأضلاع الوجه الأمامي.

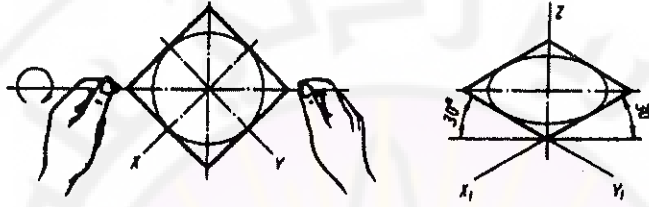
4- نمسح الخطوط الزائدة، ومن ثم نثبت الخطوط بشكل نهائي وتكتب الأبعاد.



الشكل (6 - 10)

4- إنشاء المساقط المنظورية للدائرة

نعمي بالدائرة، الثقوب والتتوءات والنهايات الدائرية للأجسام. والدائرة في المربع تمسه في منتصف أضلاعه الأربع. والإسقاط المنظوري للمربع يكون مُعين، وبالتالي فإن الدائرة ستكون على شكل قطع ناقص، والرسم الموضح في الشكل (6 - 11) يعطي فكرة عن ذلك.



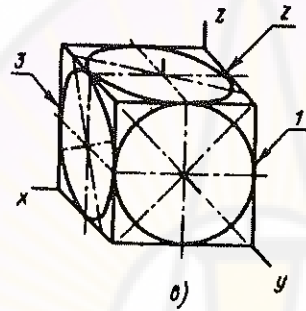
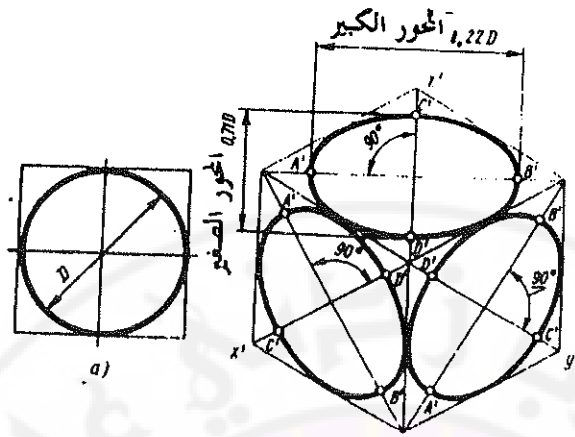
الشكل (6 - 11)

وبما أننا ننشئ المنظور بطريقتين اثنتين، فسنشرح الإسقاط المنظوري للدائرة بالطريقتين نفسيهما وبطرح الأمثلة للتوضيح. مع ملاحظة أن الإسقاط المنظوري المضاعف للدائرة على وجه المكعب الأمامي والمتعامد مع المحور Y لا يغير من شكلها، بل تبقى كما هي وترسم بالفرجار، والشكل (6 - 12) b يوضح ذلك. أيضاً يجب الملاحظة بأن المحاور الكبيرة والصغيرة للقطع الناقص متعامدة، وطول المحور الكبير يساوي $1,22D$ ، وطول المحور الصغير $0,71D$ ، حيث إن D هو قطر الدائرة، الشكل (6 - 12) a.

• إنشاء المنظور المضاعف لدائرة.

سنشرح طريقة إنشاء المنظور المضاعف للدائرة، عن طريق إنشاء المنظور لقطعة ميكانيكية ذات عناصر أسطوانية، خطوة بخطوة الشكل (6 - 13).

1- نرسم شكل الوجه الأمامي للقطعة باستخدام الفرجار، بعد إنشاء المحاور المنظورية X, Y, Z.



الشكل (6-12)

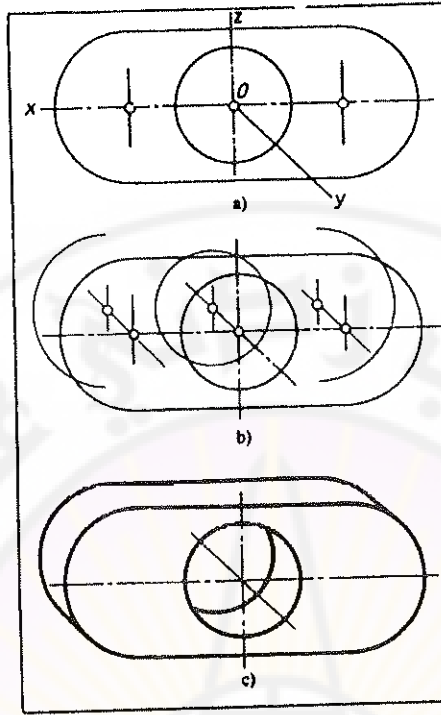
2- نرسم من مراكز الأقواس والدائرة محاور موازية للمحور Y، ونحدد عليها نصف عرض القطعة أو سماكتها، ونحصل على مراكز الدائرة الخلفية والقوسين الخلفيين.

3- نرسم الدائرة والقوسين من هذه المراكز.

أنصاف الأقطار تساوي نصف ($\frac{1}{2}$) أنصاف أقطار الدائرة والأقواس الموجودة على الوجه الأمامي.

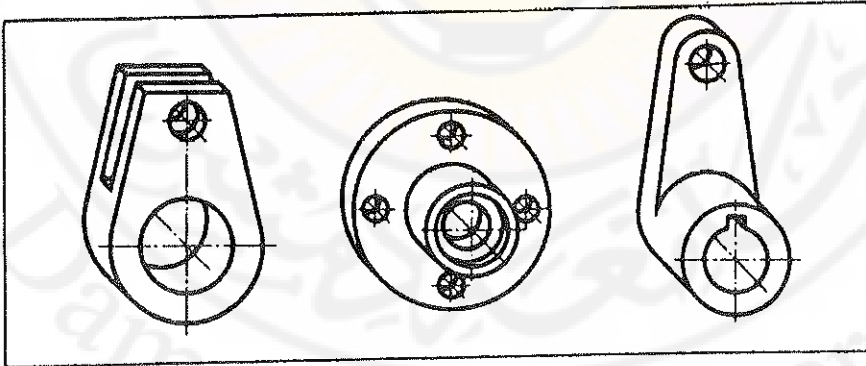
4- نصل بخطوط التماس بين الأقواس ونمسح الخطوط الزائدة.

5- نثبت الخطوط بخطوط حقيقية لنحصل على الشكل المطلوب.



الشكل (6 - 13)

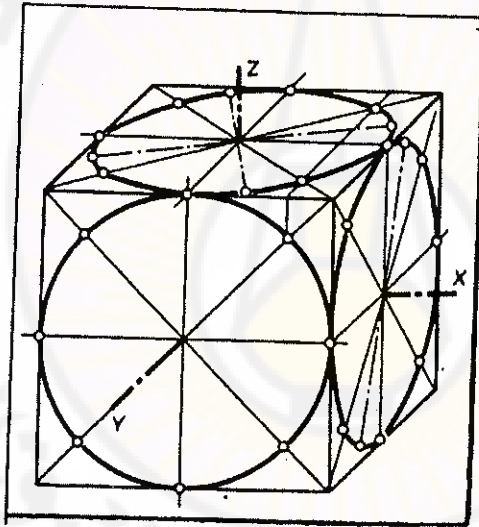
هذه الطريقة في إنشاء المنظور المضاعف للدوائر، يفضل استخدامها في رسم
الأجسام ذات الأسطح المنحنية، ومثالها في الشكل (6 - 14).



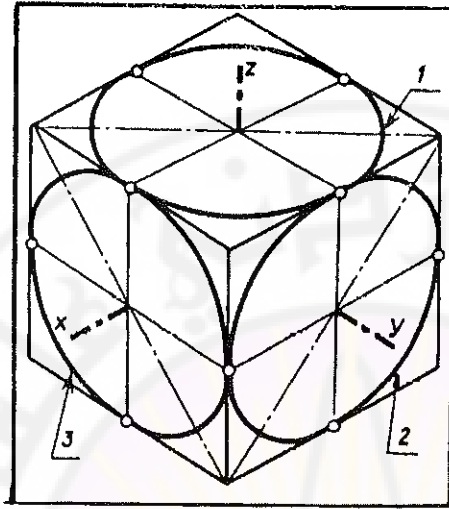
الشكل (6 - 14)

• إنشاء المنظور المتساوي للدوائر.

كما تبين سابقاً فإن الدوائر في المنظور المتساوي تصبح جميعها على شكل قطع ناقص، لا كما في المنظور المضاعف فالدائرة تبقى كما هي في الوجه الأمامي. ولرسم القطع الناقص لأي دائرة لا على التعيين بالطريقة واحدة مع ثبات الأبعاد دون تغير على المحور Y بمقدار النصف كما في المنظور المضاعف، الشكل (6 - 15).



الشكل (6 - 15)



تتمة الشكل (6-15)

سنحاول شرح المنظور المتساوي لدائرة على مستوي عمودي على المحور Z،
خطوة بخطوة، الشكل (6-16).

1- نرسم المعين، بعد إنشاء المحاور المنظورية، بطول ضلع يساوي قطر الدائرة
المعطاة باعتماد المركز O.

2- تقاطع X و Y مع أضلاع المعين في النقاط a, b, c, d.

3 - ننشئ القوسين الكبيرين للقطع الناقص، بوضع إبرة الفرجار على النقاط

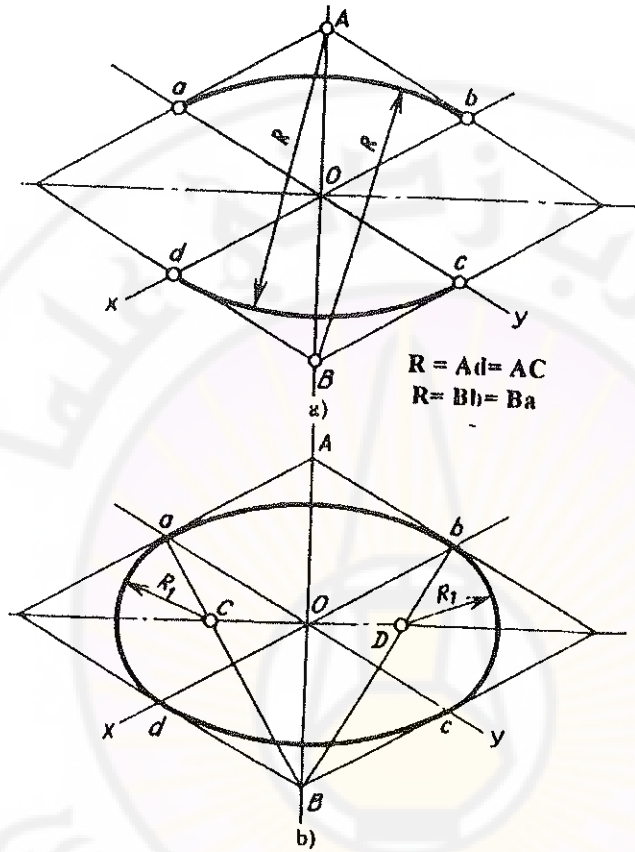
A و B، ووصل النقاط ba و cd، وبفتحة فرجار مقدارها $R = Bb = Ad$

4- نصل بين النقاط Bb و Ba بمستقيمين يتقاطعان مع خط الأفق (القطر الكبير

للمعين) بالنقطتين CD، هما نقطتا المحارق ومركزا الأقواس الصغيرة للقطع.

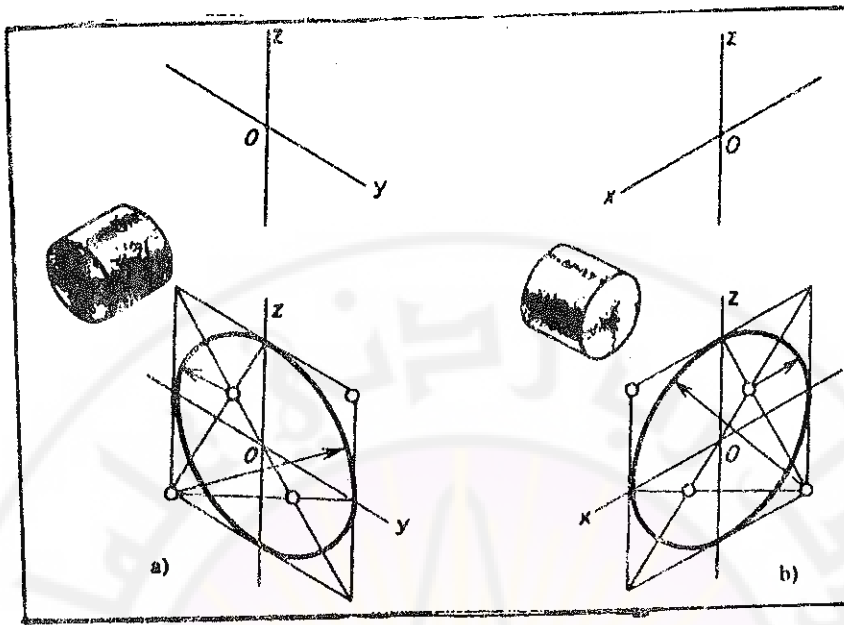
5 - نصل بين النقاط bc و ad بقوسين يتصلان مع الأقواس الكبيرة، وبفتحة

فرجار R1 من المركزين CD لنحصل على القطع الناقص لدائرة واقعة على
المستوي العمودي على المحور Z.

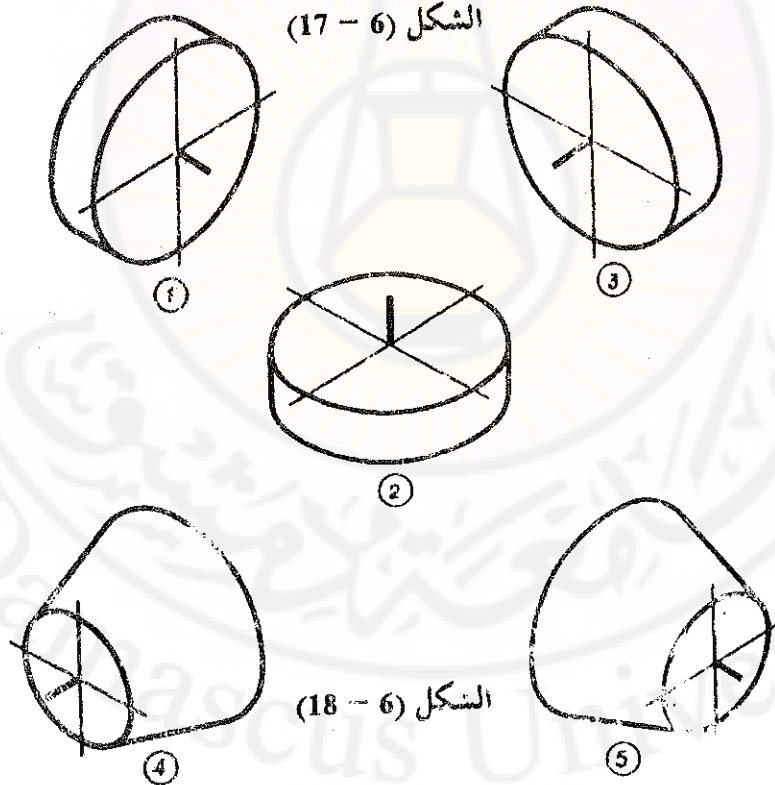


الشكل (6 - 16)

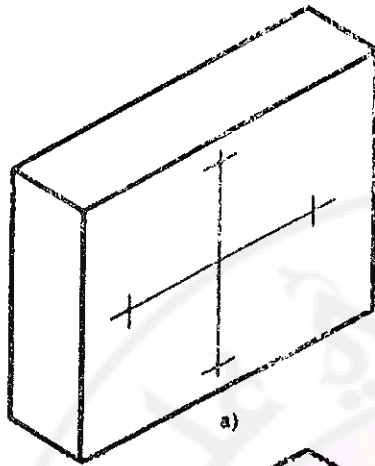
ويمكن بالطريقة ذاتها الحصول على الإسقاط المنظوري المتساوي لدائرة واقعة على المستويين العموديين على المحورين X و Y، والشكل (6 - 17) يبين ذلك. الشكلان (6 - 18) و (6 - 19) يوضحان بعض الأمثلة عن المناظر الدائرية (القطع الناقص) على هوائيات القطع وإنشاء المسقط المنظوري المتساوي لقطعة تحوي ثقباً.



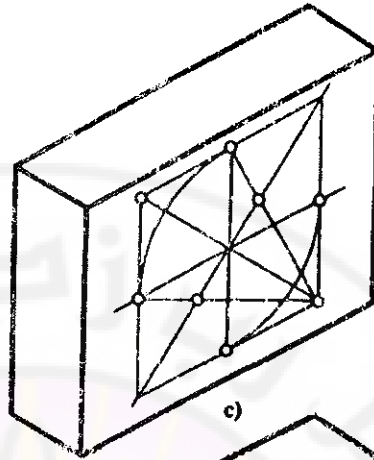
الشكل (6 - 17)



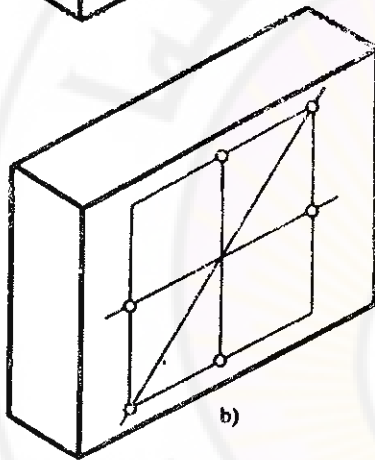
الشكل (6 - 18)



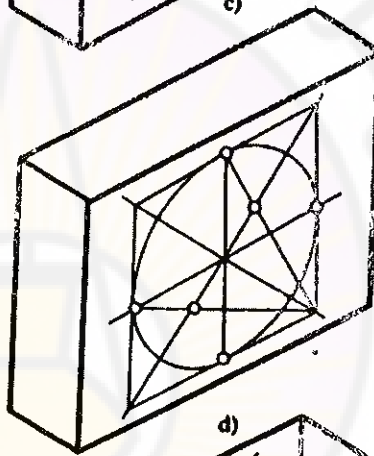
a)



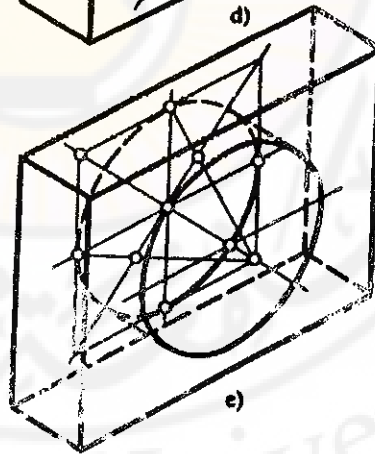
c)



b)



d)



e)

المنظور المتساوي

للمساحة تحوي ثقباً مستديراً

الشكل (6 - 19)

- هناك طريقة أخرى لإنشاء المنظور لدائرة وتعتمد على أطوال القطر الكبير والقطر الصغير للقطع الناقص، الناشئ عن الدائرة حيث تأخذ نسبة اختلاف الأبعاد الحقيقية عن أبعاد الإسقاط المنظوري من الجداول ومثلها الجدول المبين (6 - 1)، وفيه تتضح نسبة القطر الكبير والصغير للقطع الناقص لقطر الدائرة المطلوب رسمها، وأيضاً طريقة الإنشاء المنظوري مضاعفاً كان أم متساوياً.

طريقة الإسقاط	الإسقاط المتساوي			الإسقاط المضاعف		
	1	2	3	1	2	3
نسبة القطر الكبير للقطع لقطر الدائرة	1.22	1.22	1.22	1	1.07	1.07
نسبة القطر الصغير للقطع لقطر الدائرة	0.71	0.71	0.71	1	0.33	0.33

الجدول (6 - 1).

ولإيضاح عملية الإسقاط المنظوري باعتماد طول القطر الكبير والصغير للقطع الناقص، نورد المثال التالي مع الخطوات الإنشائية:

1- تحدد طريقة الإنشاء ومن ثم يحدد مقدار كل من القطرين الكبير والصغير للقطع بعد ضرب النسبة المعتمدة من الجدول بقطر الدائرة (d).

$$AB = 1.22 d.$$

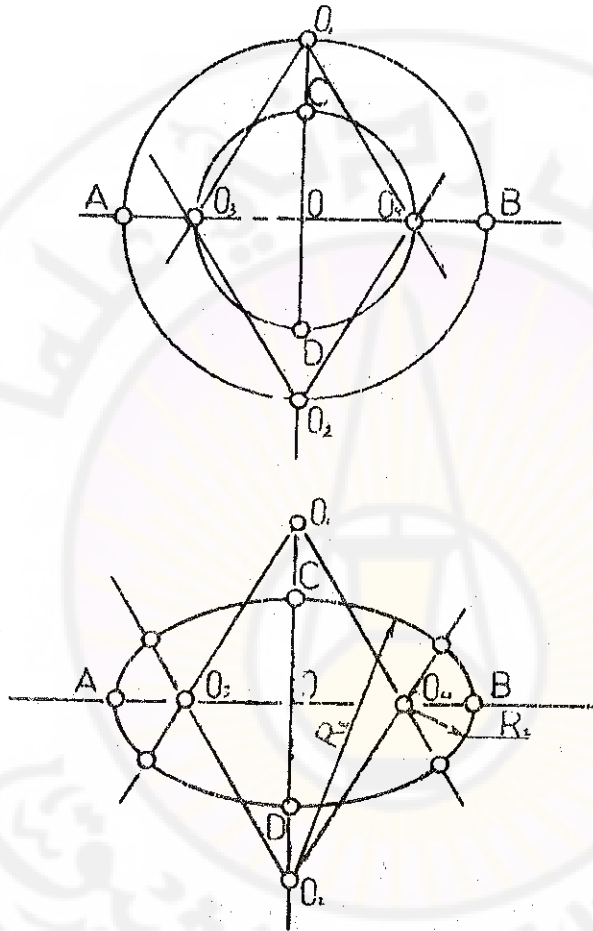
$$CD = 0.7 d.$$

2- نرسم دائرتين اثنتين من المركز O، وهو مركز المحاور المنظورية، بمقدار القطرين AB و CD.

3- تتقاطع الدائرتان مع المحاور في النقاط O_1, O_2, O_3, O_4 ، وهي مراكز لإنشاء الأقواس الصغيرة والكبيرة للقطع، الشكل (6 - 20).

4- نرسم الأقواس الكبيرة بفتحة فرجار مقدارها $R_1 = O_1D = O_2C$ من المركزين O_1 و O_2 .

5- نرسم الأقواس الصغيرة بفتحة فرجار مقدارها $R_2 = O_3A = O_4B$ من المركزين O_3 و O_4 .



الشكل (6 - 20)

تتلاقى الأقواس الصغيرة مع الأقواس الكبيرة في نقاط التماس كما هو مبين في الشكل لنحصل على القطع المطلوب.

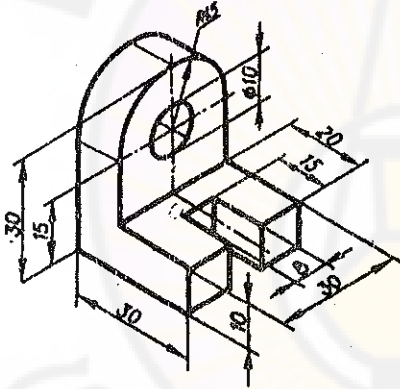
ملاحظة: تُحدد نقاط التماس بين الأقواس، على امتداد المستقيمات المارة بالنقطتين O_3 و O_4 والمنشأة من المركزين O_1 و O_2 ، كما يوضع الشكل.

5- وضع الأبعاد على المنظور

توضع الأبعاد على الجسم أو المنظور بشكل يوازي السطح أو محاور السطح المراد وضع أبعاده.

نبدأ بوضع الأبعاد بالخطوط الإرشادية وهي تمتد مع خطوط المنظور (الجسم) وتوازي خطوط المحاور المنظورية X, Y, Z، ومن ثم أي بعد وضع خطوط الإرشاد، يوضع خط البعد الموازي للسطح المطلوب. وأخيراً الأرقام أو الرموز توضع فوق خط البعد وتوازيه ومع اتجاهات خطوط المحاور.

الشكل (6 - 21) يعطي التوضيح الكامل عن كيفية وضع الأبعاد.



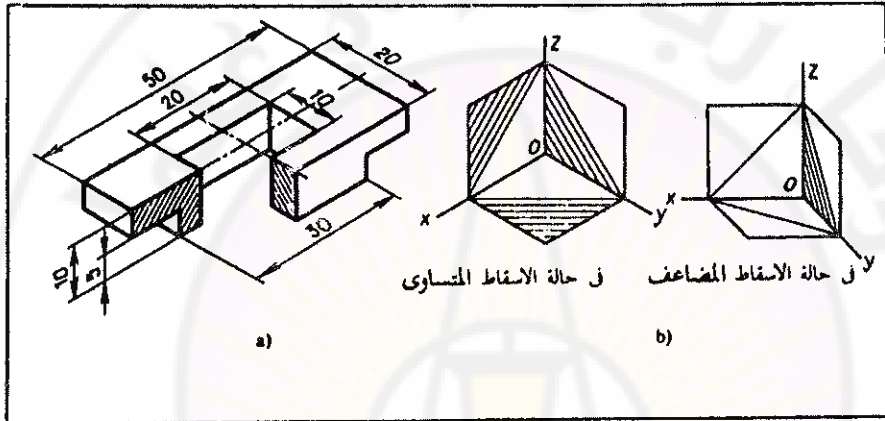
الشكل (6 - 21)

6- القطاعات في المنظور

نلجأ في الرسم إلى إجراء قطاعات مختلفة لبيان وإعطاء فكرة عن التكوين الداخلي للجسم، ولبيان مكان القطاع نستخدم خطوط التهشير للتعبير عن مكان السطح المقطوع، والقاعدة المعتمدة دولياً في وضع خطوط التهشير على المنظور مبينة بالشكل (6 - 22)، بحيث توضع الخطوط موازية لقطع المربع المرسوم على مستوى الإسقاط والشكل يوضح طريقة الوضع للخطوط في نوعين من الإسقاط،

وهما المضاعف والمتساوي، كما يبين منظورا مقطوعاً ومهشراً وقد كتب الأبعاد عليه.

سيكون في الباب القادم بحث كامل عن القطاعات.



الشكل (6 - 22)

الباب السابع

1- القطاعات الهندسية

مدخل وتعريف

عرفنا الرسم الهندسي بأنه وسيلة للتعبير عن الأفكار التصميمية لقطع ميكانيكية يراد إنتاجها.

لكن المنظور العام للجسم ومساقطه، مهما تعددت في أغلب الأحيان لا يعطي الفكرة الواضحة والجلية عن التفاصيل الداخلية أو التكوين الداخلي، المحجوب عن الرؤيا المباشرة، للأجسام المتقدمة التصميم كالأجسام ذات الثقوب والتجاويف والجماري المختلفة المتنوعة، وإن حاولنا التعبير عنها بالخطوط الوهمية.

لأنه في كثير من الأحيان ما تغطي الخطوط الوهمية خطوطاً أخرى حقيقية كانت أم وهمية، وكثرة الخطوط تؤدي إلى تعقيد الرسم وعدم فهمه جيداً.

لذلك؛ لنلجأ في الرسم إلى ما يسمى قطع هذه الأجسام (لتخيل قطعها). بمستوى قاطع مناسب، يوضح التكوين الداخلي للجسم بعد إزالة المستوى القاطع والجزء المقطوع. وهذا ما يحتاجه العامل في الورشات لتنفيذ وتصنيع هذا التصميم أو ذاك، بعد أن يُقطع، ويرسم ما هو ظاهرٍ ومرئي. يُعرف القطاع والمستوي القاطع بما يلي:

القطاع: هو الصورة أو الشكل الناجم عن قطع الأجسام ذهنياً بمستوى قاطع واحد أو بعدة مستويات.

ويُعرف أيضاً بالشكل المتبقي من الجسم بعد قطعة بالنصل الحاد (بعد نشره).

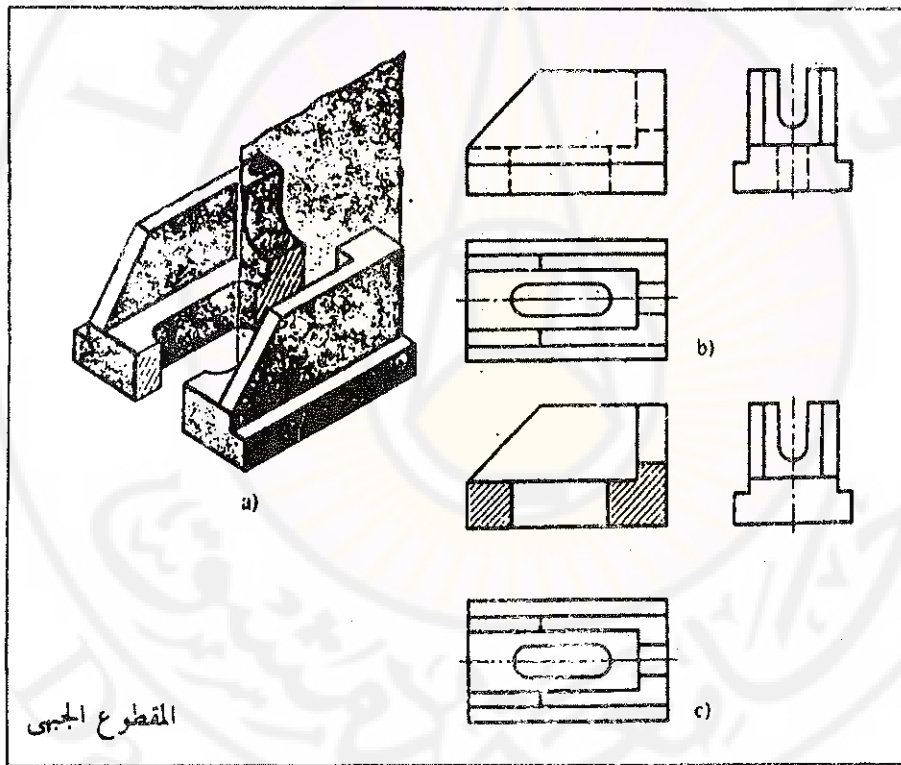
المستوى القاطع: هو المستوى المساعد والقاطع للجسم ذهنياً.

1-2- خطوات قطع الأجسام والرسم.

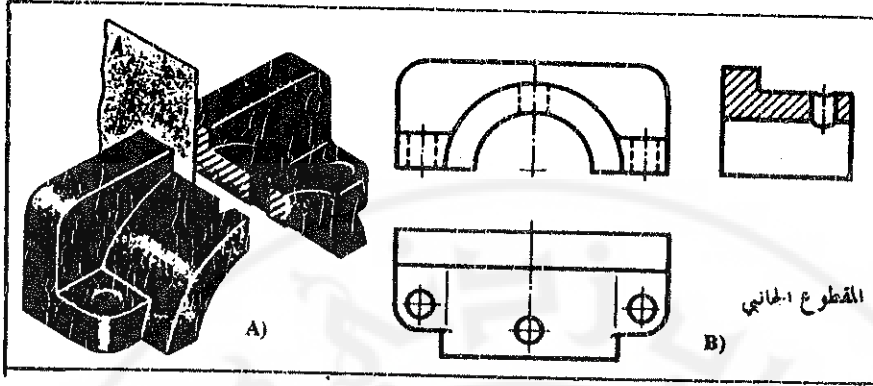
• تخيل ذهنياً مستويّاً قاطعاً موازياً أحد مستويات الإسقاط الثلاثة أو مائلاً عليه، يقطع الجسم في المكان المناسب والمحدد ليفصله إلى جزأين أو أكثر.

● تصور إزالة المستوي القاطع، ونلاحظ الجزء المقطوع من الجسم والقريب للناظر.

- رسم التفاصيل المرئية من الجزء المتبقي للجسم على مستوي الإسقاط.
- تميز السطوح المقطوعة والملازمة للمستوي القاطع (الملازمة لتصلة المنشأ) بخطوط مستقيمة رفيعة متوازية ومائلة بزاوية 45 على الأفق، وتسمى هذه الخطوط بخطوط القطع أو خطوط التهشير. الأشكال (1 - 7) توضح هذه الخطوات.



الشكل (1 - 7)



تتمة الشكل (1-7)

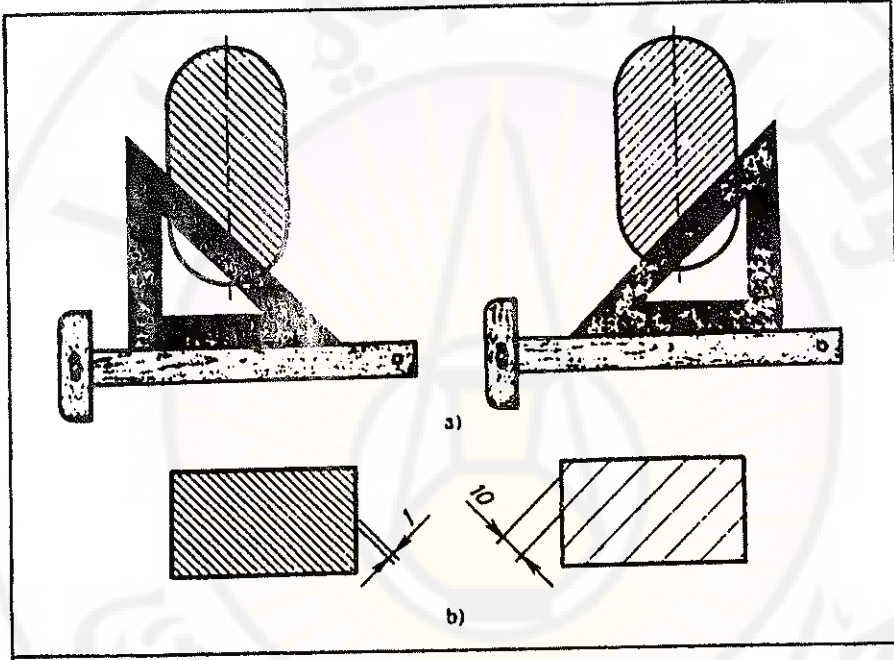
1-3- خطوط القطع

تسمى أيضاً بخطوط التهشير، وتستخدم عند قطع الأجسام المختلفة، لتمييز السطوح المقطوعة والتي قد مرّ عليها أو لامسها المستوي القاطع. خطوط القطع، هي خطوط مستقيمة رفيعة متوازية فيما بينها ومائلة بزاوية 45° بالنسبة إلى إطار خطوط الرسم الهندسية.

تبعد الخطوط عن بعضها بمسافات متساوية لا تقل عن 1mm ولا تزيد على 10mm وبمقياس واحد، سماكتها $\frac{S}{3}$ حتى $\frac{S}{2}$ (راجع درس الخطوط). تكبير المسافات أو تصغير بين هذه الخطوط حسب حجم القطعة ومقياس الرسم وتعلق بخبرة وذوق الرسام والمصمم، الشكل (7 - 2) يوضح طريقة إنشاء هذه الخطوط. ويجب على الطالب أن يعلم، بأن خطوط التهشير يجب أن تكون واحدة في الاتجاه (مهما تعددت الأسطح)، والمسافات في حال الرسم لقطعة واحدة، ولا يهشر إطلاقاً السطح الذي لم يمر فيه المستوي القاطع ولا يسمح بذلك.

أما في الرسوم التجميعية، فإن الأسطح المقطوعة تختلف باختلاف عدد القطع، كما تختلف بنوع المعدن، لكنها وبسبب التجميع ستظهر على الرسم متلاصقة،

فلذلك وفي هذا الوضع وليبان اختلاف القطعة، يقوم الرسام بعكس اتجاه خطوط الرسم أي خطوط التهشير في كل قطعة عن التي تليها، فإن تطابقت الاتجاهات لإتساع وكبر حجم القطع فيمكن التكبير أو التصغير في المسافات بين الخطوط مع عكس الاتجاه، وهذا أمر ضروري لإظهار خطوط الفصل بين أجزاء الآلات وقطعها، حيث إن كل نهاية لقطعة يجب أن تنتهي بخط حقيقي، كما أنه ضروري للتعريف عن اختلاف القطعة.



الشكل (7 - 2)

سابقاً، كانت القاعدة المتبعة لمعرفة نوع المعدن لكل قطعة، هي رسم خطوط تهشير متفق عليها تعبر عن نوع المعدن، إلا أنه اصطلاح الآن على رسم جميع خطوط التهشير بشكل موحد مع تطبيق ما قد ذكرنا آنفاً، ومن ثم بيان نوع كل معدن في جدول البيانات المرفق مع الرسم والمنوه عنه سابقاً.

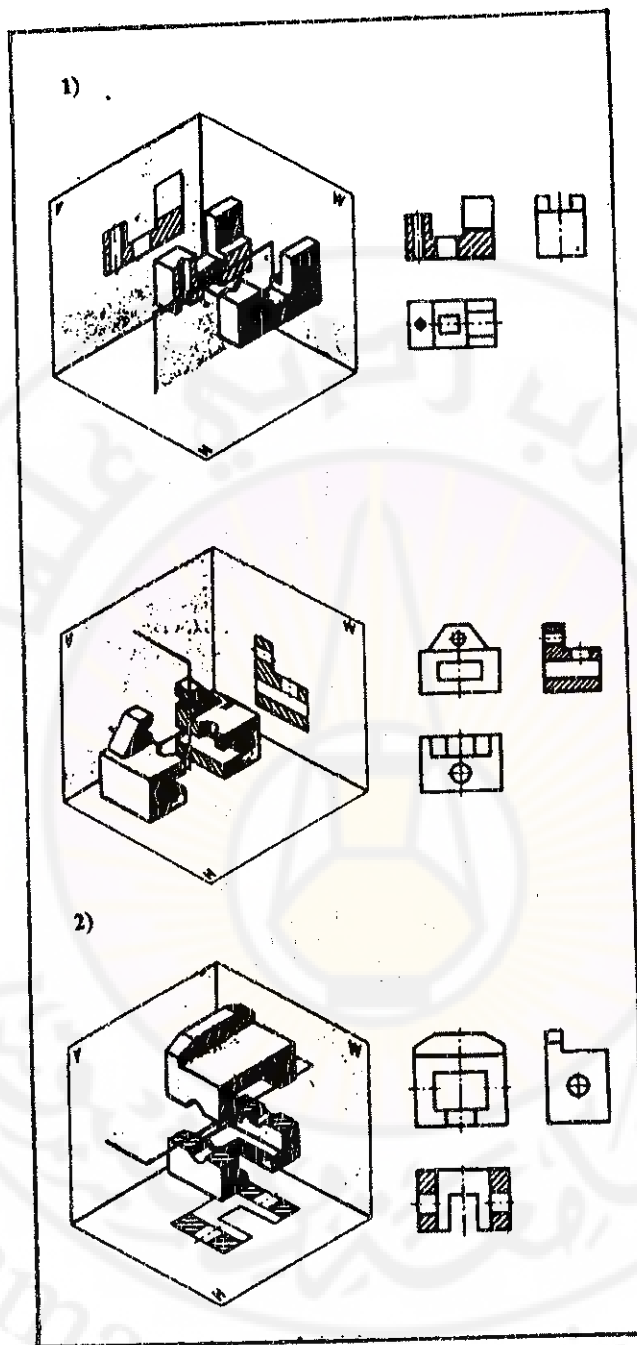
إرشادات مهمة

يجب على الطالب أثناء الرسم الانتباه إلى أن:

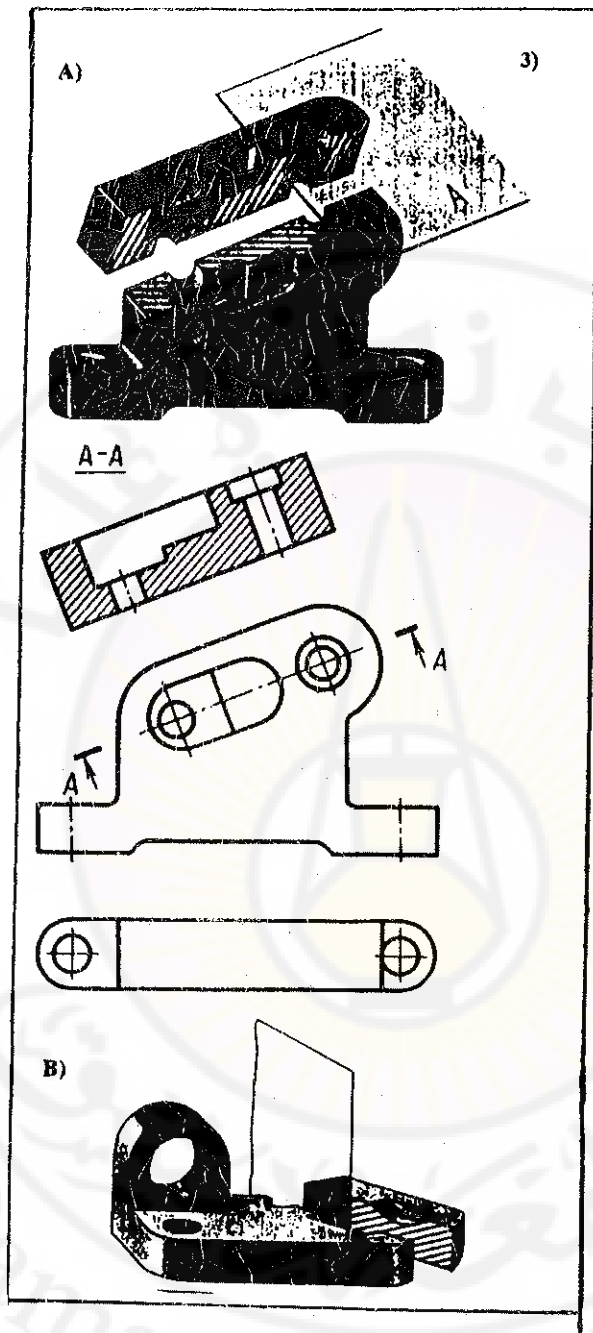
- 1- خطوط القطع (التهشير) لا تقطع خطاً حقيقياً.
 - 2- لا تنتهي خطوط القطع بخطوط وهمية.
 - 3- توحيد خطوط القطع وجميع الأسطح للقطعة المقطوعة الواحدة.
 - 4- لا توضع الخطوط الوهمية على القطاعات إلا عند الضرورة (ستذكر لاحقاً)
- 1-4 تصنيف القطاعات

تتعلق عملية التصنيف للقطاعات وتسميتها بحسب وضع المستوي القاطع وزاوية المستوي واتجاهه بالنسبة لمستويات الإسقاط وحتى بعدد المستويات القاطعة وهل المستوي القاطع لكل الجسم بطوله أو بعرضه أو أنه على جزء منه أو عدة أجزاء؟ هذه الأوضاع المختلفة للمستوي القاطع بالنسبة إلى مستويات الإسقاط، أدت إلى التصنيف التالي:

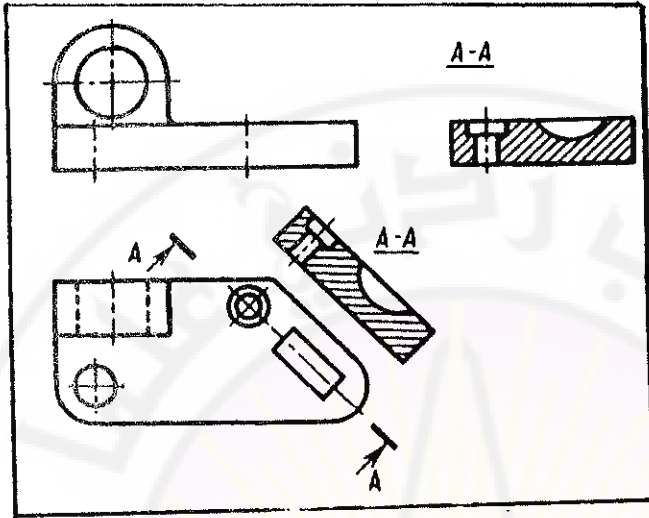
- 1 - القطاع العمودي: يسمى القطاع عمودياً، إذا كان المستوي القاطع عمودياً على مستوي الإسقاط، والقطاعات العمودية تسمى عمودية جبهية إذا كان المستوي القاطع عمودياً يوازي مستوي الإسقاط الجبهي، وكذلك عمودياً جانبياً إذا وازي مستوي الإسقاط الجانبي.
 - 2- القطاع الأفقي: يسمى القطاع أفقياً، إذا كان المستوي القاطع يوازي المستوي الأفقي.
 - 3- القطاعات المائلة: تسمى القطاعات المائلة، إذا شكّل المستوي القاطع زاوية مع مستوى الإسقاط.
- ولأنه لا يوجد سوى مستوي قاطع واحد فقط تسمى القطاعات، القطاعات البسيطة، وإن كان مائلاً فالقطاع بسيط مائل، والأشكال (7 - 3) (7 - 4) توضح هذه القطاعات.



الشكل (7 - 3)



الشكل (4 - 7)



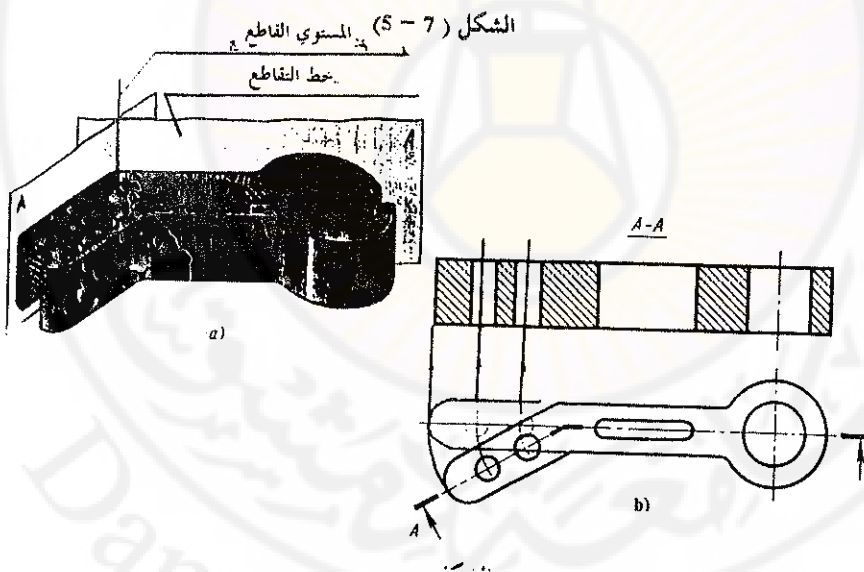
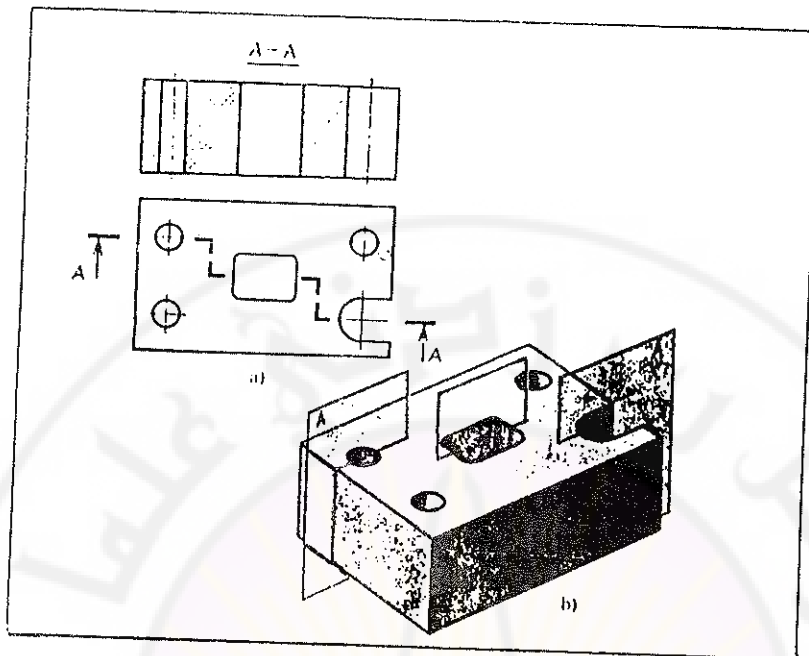
تتمة الشكل (4-7)

كما تسمى القطاعات المعقدة، إذا تعددت المستويات القاطعة، وإن كانت متوازية فتسمى القطاعات المتدرجة، وإذا تقاطعت المستويات القاطعة فتسمى بالقطاعات المنكسرة، ونلجأ لهذه القطاعات، إذا لم يتمكن من أظهار التفاصيل الداخلية للجسم بالقطاعات البسيطة الشكل (7 - 5) و (7 - 6)

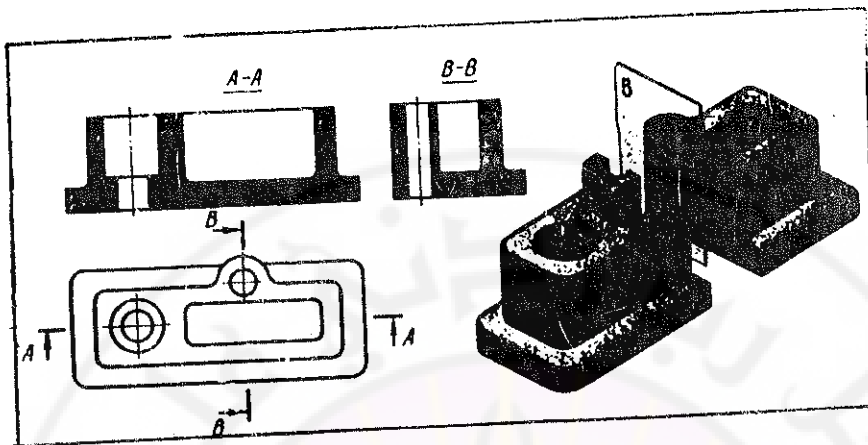
1-5- القطاعات المتعلقة باتجاه وطول القطع تسمى:

1- القطاعات الطولية (الطولانية): تسمى القطاعات الطولية إذا كان المستوي القاطع على امتداد طول الجسم وارتفاعه.

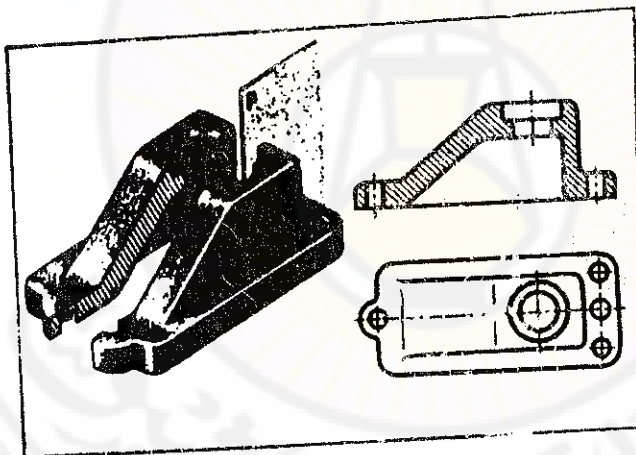
2- القطاعات العرضية (العرضانية): وتسمى العرضانية إذا كان المستوي القاطع عمودياً على عرض وارتفاع الجسم، وهي ما يسمى القطاعات الكاملة، إن كانت طولانية أو عرضانية على السواء، انظر الأشكال (7 - 7) و (7 - 8) و (7 - 9) و (7 - 3).



الشكل (6 - 7)



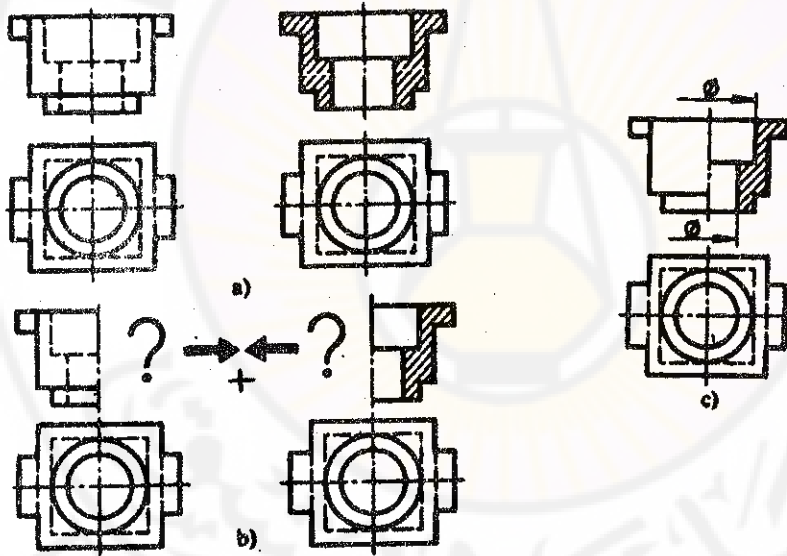
الشكل (7 - 7)



الشكل (8 - 7)

3- القطاعات النصفية.

ينصح دائماً باستخدام القطاعات النصفية في الأجسام المتناظرة والمتماثلة، حيث يتضح التكوين الداخلي في النصف المقطوع للجسم، والتكوين والتفاصيل الخارجية في النصف الآخر وغير المقطوع، وبذلك يتم الجمع بين الرسم العادي لنصف المسقط والنصف المقطوع في مسقط واحد، يفصل بينهما خط متعرج سماكته $\frac{S}{2}$ أو $\frac{S}{3}$. (راجع بحث الخطوط)، ويستغنى عن رسم الخطوط الوهمية في النصف العادي لظهورها مرئية في النصف المقطوع، ويوضع خط البعد من جانب واحد مع كتابة القيمة أو البعد كاملاً، انظر الشكل (7 - 9).



الشكل (7 - 9)

ويجب على الطالب أن يعلم الأمور التالية ويطبقها في حال إجراء القطاعات النصفية للأجسام:

● أن يكون القطاع النصفى في الجهات الخارجية من المساقط الثلاثة بحيث يكون:

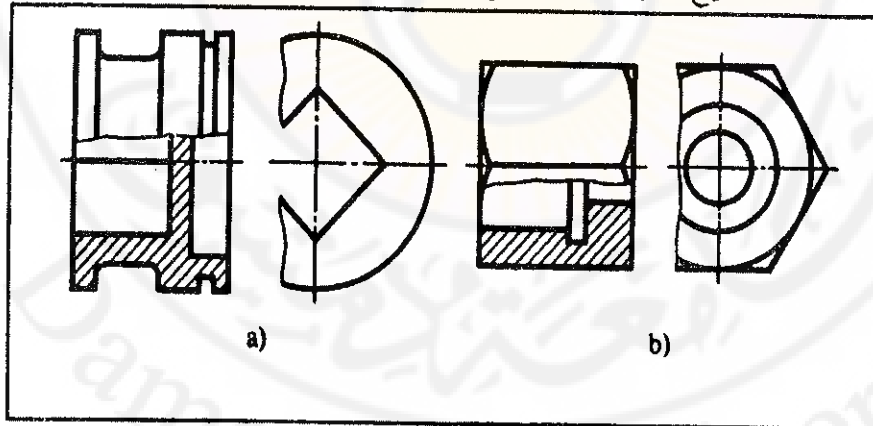
1 - من الجهة اليسرى من المسقط الرأسي.

2- من الجهة اليمنى من المسقط الجانبي.

3- من الجهة السفلى من المسقط الأفقي.

لا يسمح باللجوء إلى جمع نصف القطاع والنصف الكامل في الرسم، في مثل الحالات المبينة في الشكل (7 - 10) فكما هو واضح من الشكل، فإن المساقط تحتوي عنصرين اثنين (ثقب مربع وموشور سداسي) تتطابق أضلاعها مع محاور التناظر في المسقط، وإذا جمعنا بين النصف المقطوع والنصف الكامل بمسقط واحد سيكون خط المحور هو خط الفصل، عندها لا يمكن رسم الأضلاع المطابقة لهذا الخط.

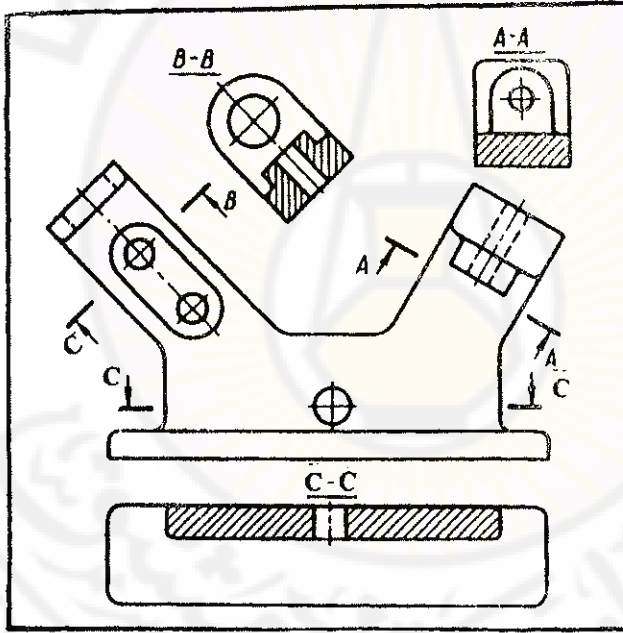
في هذه الحالة نلجأ إلى ما يسمى القطع الجزئي (الموضعي)، لنتمكن من رسم وإيضاح الضلع. وإذا كان الضلع يتطابق مع محور التناظر داخل الثقب، يُمدد النصف المقطوع ليكون أكبر والشكل بين هذه الحالة (a)، وإذا كان محور التناظر



الشكل (7 - 10)

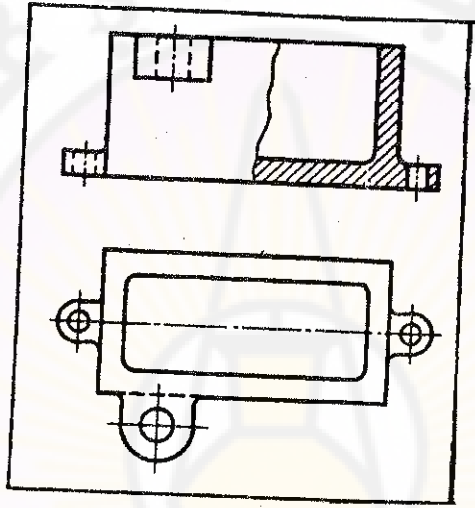
4- القطاعات الجزئية (الموضعية)

توجد قطع وأجسام كثيرة لا يمكن بيان شكلها الداخلي بوجود القطاع فقط، كما لا يمكن بدون قطاع، بل يجب إيضاح الرسمين معاً، أي الجمع في المسقط الواحد بين القسم المقطوع جزئياً، والقسم الكامل غير المقطوع. لذلك نلجأ في الرسم إلى قطاعات جزئية متعددة أو قطاع جزئي واحد وبحسب الحاجة. الشكل (7 - 11) يوضح الرسم لقطاعات متعددة جزئية مائلة على مستوى الإسقاط.



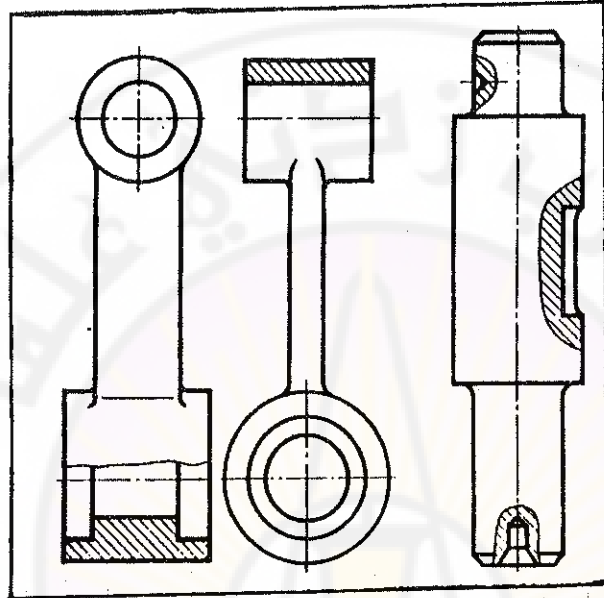
الشكل (7 - 11)

أما حالة القطع الجزئي الواحد فيوضحها الشكل (7 - 12) يتضح من الشكل أن القطاع الأمامي الكامل، لا يساعد على تحديد ارتفاع العروة (أذينة) العلوية ولا يمكن تحديدها أيضاً من المسقط الأفقي فقط، لأنها لن تظهر على المسقط الأمامي بوجود القطاع، وبالتالي يفضل الجمع بين القطع والرسم الكامل في المسقط الواحد.



الشكل (7 - 12)

خط الفضل بين القطع والرسم الكامل متعرجاً وسماكته $\frac{S}{2}$ أو $\frac{S}{3}$ ويرسم باليد. الشكل (7 - 13) يوضح أمثلة أخرى عن القطاعات الجزئية والجمع بين القطع والرسم العادي.

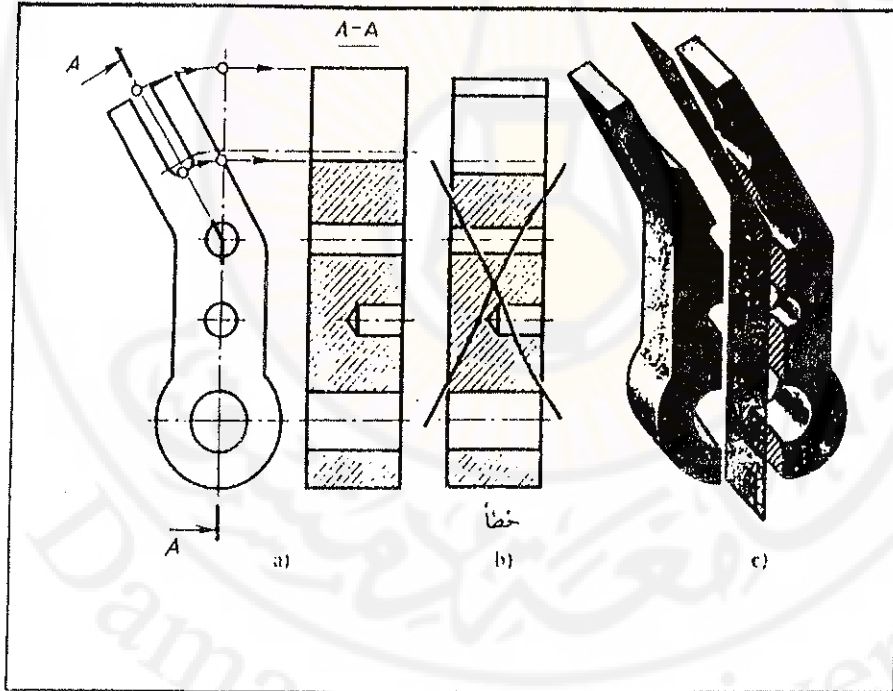


الشكل (7 - 13)

حالات واصطلاحات

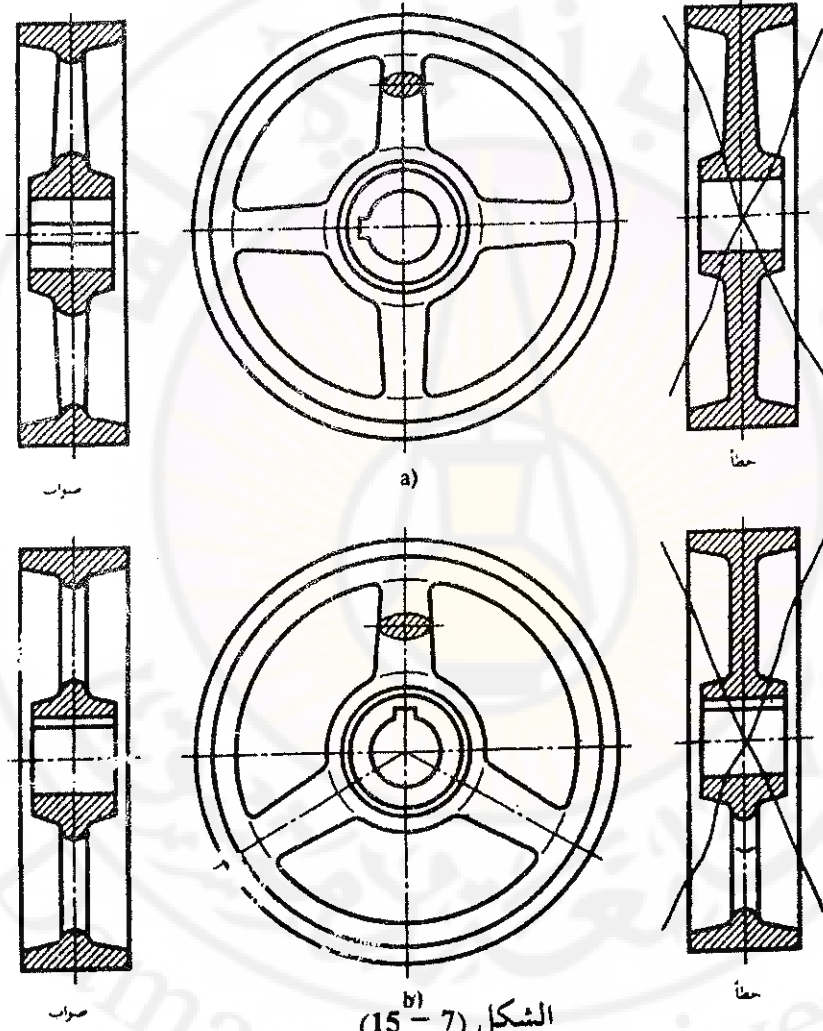
نظراً لوجود بعض القطع الميكانيكية المعقدة التصميم والمتطلبات لقطاعات معقدة ومنكسرة، تؤدي إلى تشويش الرسم وتزيد في جهد وعناء الرسام، فقد اصطلاح دولياً على الحالات التالية:

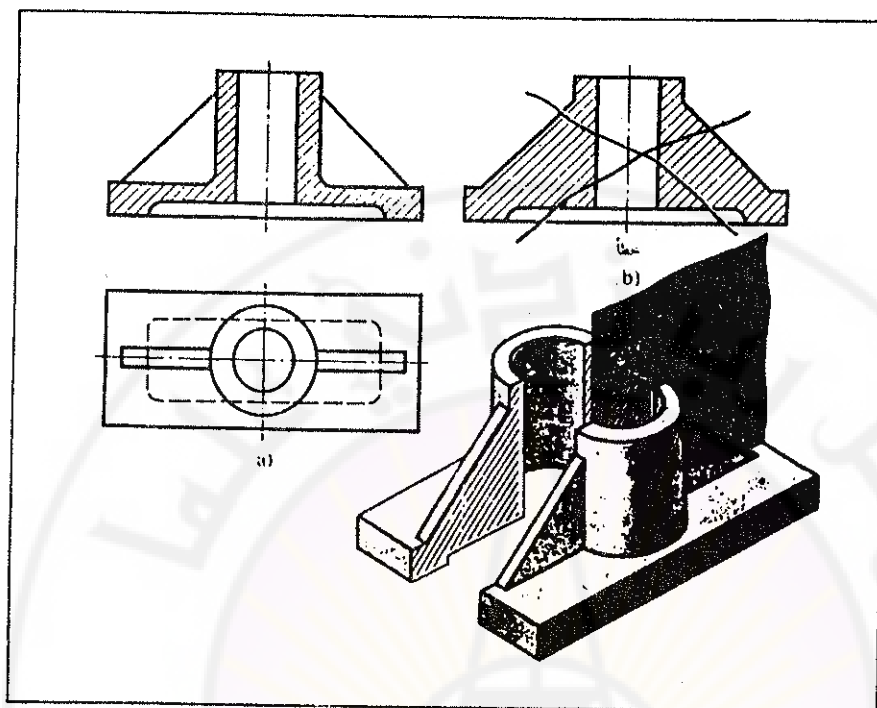
1- تدوير القطاعات المنكسرة، حتى تتطابق مع المحور الآخر للمستوي القطاع، حيث نفترض عدم وجود زوايا التقاء للمستويات القطاعية، لتبسيط وتسهيل الرسم والتقليل من الجهد على الرسام، على أن لا يؤثر هذا التدوير في الشكل المطلوب للقطاع. حيث نرسم هذه القطاعات بعد تدوير أجزائها أو تقويمها، الشكل (7 - 6 و 14) وتفيد هذه الطريقة في إعداد حجم القطعة الخام للبدء في تنفيذ وتصنيع مثل هذه القطع.



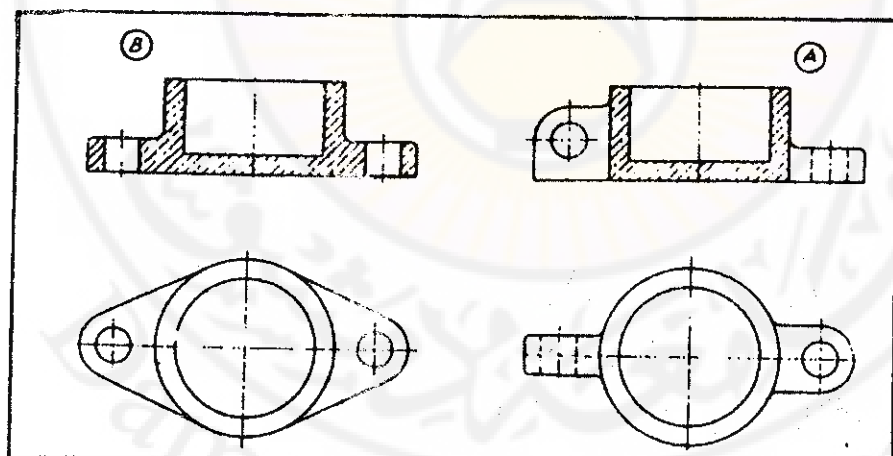
الشكل (7 - 14)

2- الأذرع والآذان (العروة) البارزة عن الجسم، والأعصاب، تُقطع ولا تهشّر، في حال مرور المستوي القاطع بشكل يوازي محاورها الطولية، لكنها وفي حال مرور المستوي القاطع بشكل عرضي أو عمودي أو مائل، فهشّر وتعامل كغيرها من القطع والأسطح. والآذان (العروة) بشكل خاص لا تهشّر ولا يمر فيها القاطع، والأشكال (7-15) (7-16) (7-17) توضح الأمثلة على ذلك.



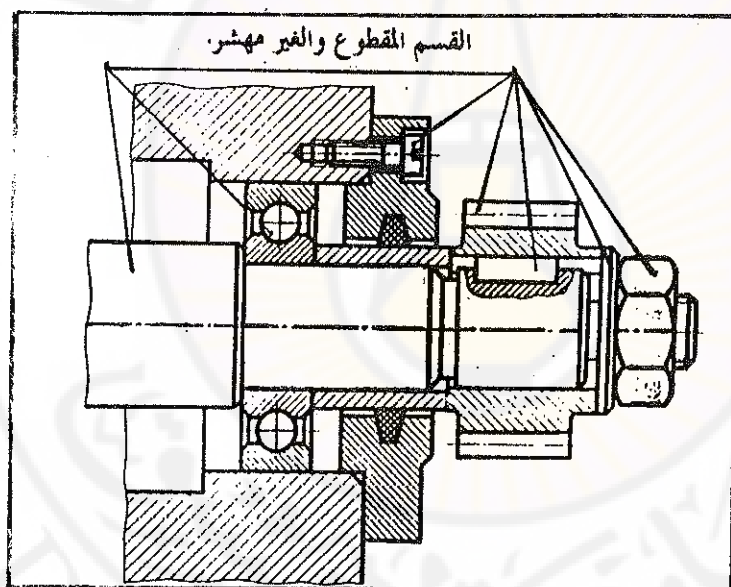


الشكل (7 - 16) معاملة الأعصاب في القطاع



الشكل (7 - 14) حالات قطع الآذان (العروة) البارزة

3- تُعامل الأجزاء الصغيرة من الآلات مثل الجذوع، الأوتاد والمحاور والخوابر، اللوالب والمثبتات والصواميل وما شابه ومائل لها من القطع، وكأنها قد أزيلت أو أزيلت أثناء مرور المستوي القاطع والموازي لمحورها الطولي، ومن ثم أعيدت بعد تمام القطع لمكانها وترسم كما هي ظاهرة للرسم، أي أنها لا تقطع ولا تهشّر إذا كان المستوي القاطع موازياً لمحورها الطولي والشكل (7 - 18) يوضح ذلك أما إذا كان المستوي القاطع عمودياً على هذه القطع، أي يقع بشكل عرضي عليها، فإنها تقطع وتهشّر وتعامل كغيرها من القطع والأسطح. وإذا دعت الحاجة أثناء القطع الموازي لمحورها الطولي إلى قطع جزئي وموضعي، فيمكن أن نلجأ إلى ذلك والشكل (7 - 19) يوضح بعض القطع التي تم قطعها جزئياً.

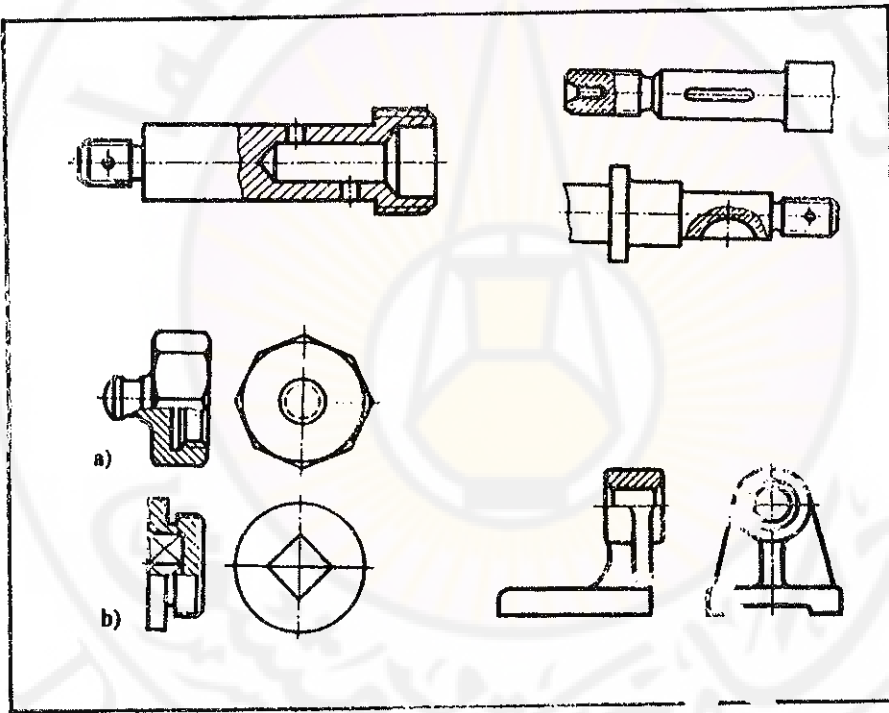


الشكل (7 - 18)

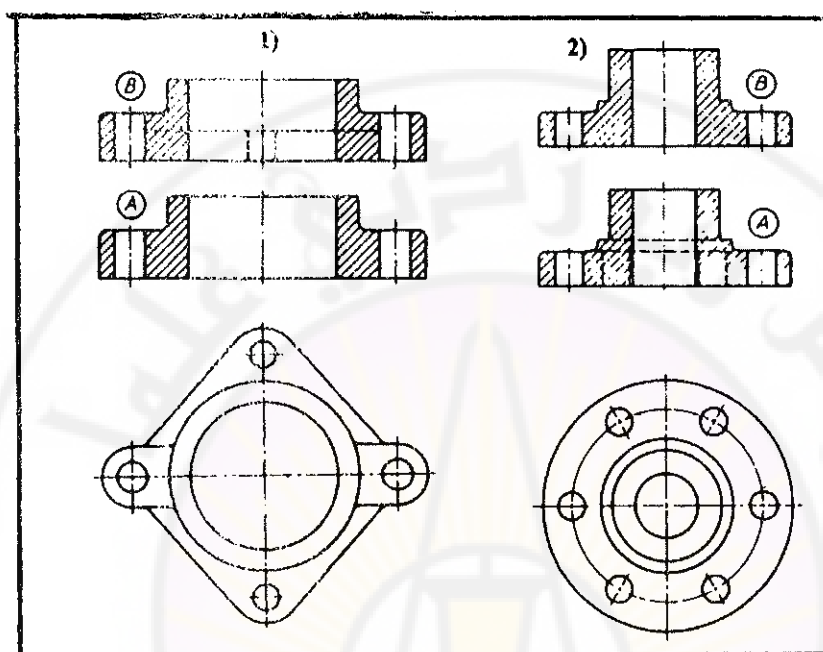
رسم تجميعي مقطوع وموازي للمحاور يوضح الأجزاء المهشرة وغير المهشرة

4- ترسم وتوضع الخطوط الوهمية في الحالات الضرورية واللازمة في توضيح الرسم لبعض أجزاء أو أسطح الأجسام، كي لا تبقى مبهمة للعامل في المصنع والشكل (7 - 20) يعطي مثلاً على ضرورة وضع الخطوط أو لا.

في الرسم (1) يتحتم وضع الخط الوهمي لبيان سماكة الأذنان، وإلا ستبقى مبهمة، أما الرسم (2) فوجود الخطوط الوهمية لا يضيف أي تفاصيل.



الشكل (7 - 19)

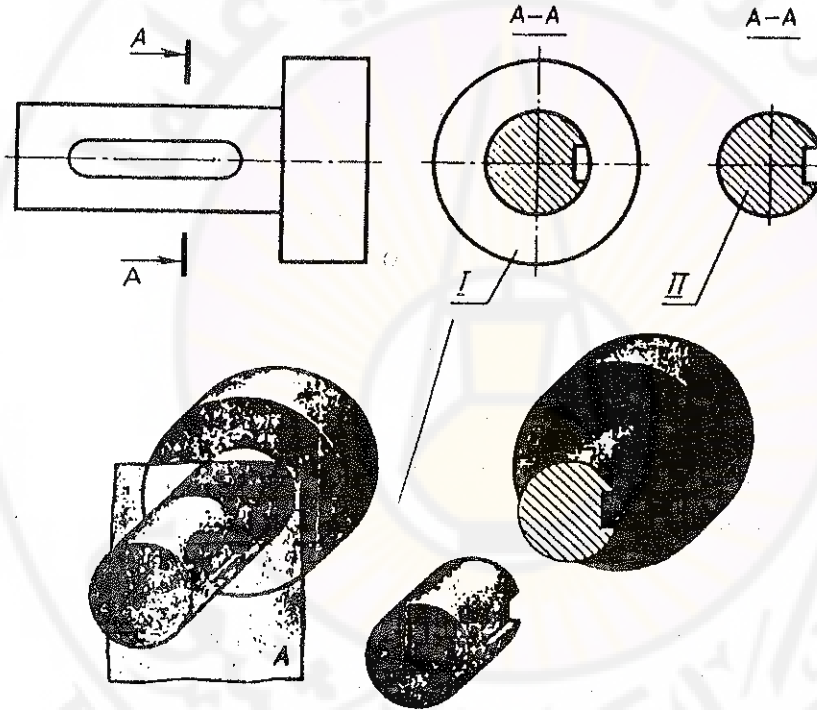


الشكل (7 - 20)

2- المقاطع الهندسية

تختلف القطاعات عن المقاطع من حيث الهدف المطلوب.

إذ يجب على الرسام عند المقاطع الهندسية بيان شكل وتكون العنصر المقطوع للجسم فقط لا أكثر، للدلالة على المقطع العرضي ومعرفة الشكل والأبعاد، لا أن يُرسم كل ما هو مرئي من الأسطح المقطوعة وغير المقطوعة كما هو الحال في القطاعات الهندسية، والشكل (7 - 21) يوضح الفرق بين القطاعات الهندسية والمقاطع من خلال المقارنة للرسم القطاع I ورسم المقطع II.

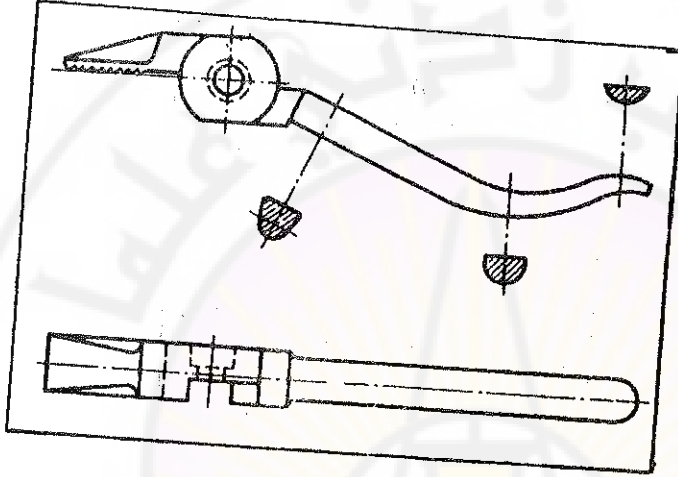


الشكل (7 - 21)

بيان الفرق بين القطاع I والمقطع II

ولبيان الهدف لشكل أوضح للمقاطع وأماكن استخدامها، نطرح مثلاً الشكل (7 - 22) ذراع زردية ملتوي (منحن).

حيث يتعذر تحديد شكل الذراع بواسطة المساقط فقط، فنلجأ إلى استعمال المقاطع لتحديد الشكل العرضي أو المقطع العرضي للذراع الملتوية، وإلا لا يمكن بيان شكلها ومن ثم تنفيذها ضمن ورشات التصنيع.



الشكل (7 - 22)

ذراع زردية ملتو والمقاطع الضرورية

2-1- أنواع المقاطع

تقسم المقاطع إلى قسمين اثنين من حيث مواقعها ومكانها على الجسم، والقسمان هما:

1- المقاطع المراحة (الهامشية).

وهي المقاطع المتوضعة خارج محيط مسقط القطعة أو الجسم المرسوم. انظر الشكل (7 - 23) و (a,b 25 - 7).

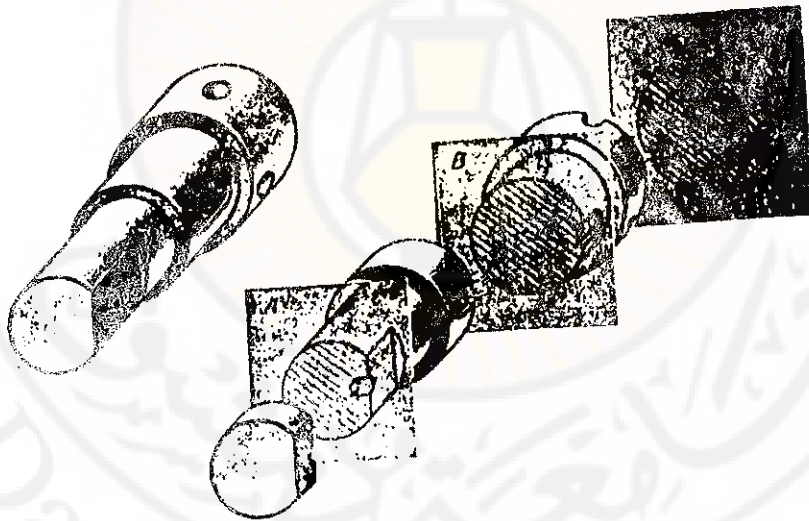
2- المقاطع المدارة (الداخلية)

وهي المقاطع المتوضعة مباشرة على مسقط القطعة المرسوم أو مساقط الرسم الهندسي، إن دعت الحاجة إلى تعدد المقاطع على المساقط، انظر الشكل (7 - 24)

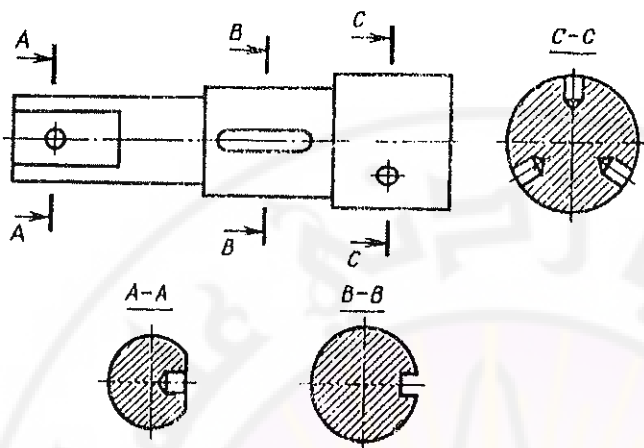
والشكل (7-25) يرسم محيط المقطع المدار بخط متصل رفيع سماكته $S/2$ أو $S/3$ ، وإذا كان المقطع يغطي خطوط المسقط فترسم بشكل متصل ومتطابق معه كما يبين الشكل (7-24a).

والجدير بالذكر أنه يفضل رسم المقاطع المزاحة واستخدامها على المقاطع المدارة بسبب زيادة التشويش والتعقيد للرسم نفسه، وذلك لوجود خطوط التهشير على المسقط مباشرة وصعوبة كتابة الأبعاد. علماً، أنه يمكن رسم المقطع المزاح في أي مكان من حقل الرسم الموجود، كما يمكن وضعه مباشرة على امتداد خط المقطع الشكل (7-24b, a)، أو في الفاصل الواقع بين المساقط الجزئية الشكل (7-24d) (7-25e).

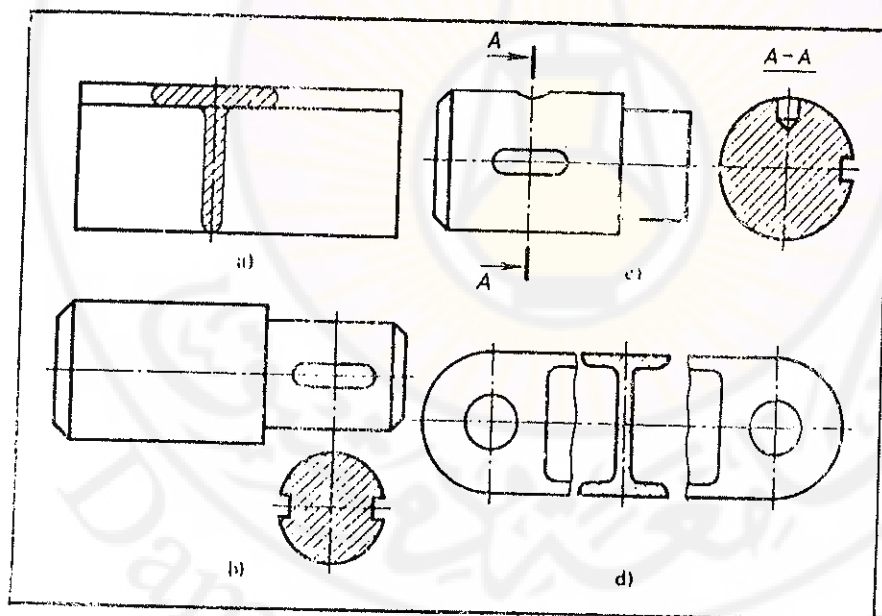
يرسم محيط المقطع المزاح بخط متصل سميك يعادل بسماكته الخط الحقيقي المستخدم في الرسم (نحت الخطوط).



الشكل (7-23)



تتمة الشكل (7-23)



الشكل (7-24)

2-2- قواعد ورسم المقاطع

تختلف الحالات والأمثلة وتعدد المقاطع في الرسوم الهندسية، لذلك تم وضع قواعد في رسم المقاطع الهندسية تنظم العمل والرسم الهندسي بشكلٍ دولي ومتفق عليه والقواعد هي:

- يجب رسم المقطع ووضعه مع اتجاه الأسهم الميَّنة للمقطع، أي باتجاه النظر، فكما بيَّنا سابقاً، فاتجاه النظر للقطاع أو المقطع يكون باتجاه الأسهم، الشكل (7 - 23) المقطع CC والشكل (7 - 24) المقطع A-A.

- يسمح بتدوير المقطع بالنسبة إلى خط المقطع، كما الشكل (7-25 c) المقطع A - A ويكتب كلمة مستدار أو مُدار إلى رمز المقطع.

- توضع المقاطع بزوايا قائمة بالنسبة للمساقط المرسومة في القطع المتشابهة والمتماثلة، لنعبر عن شكل الجسم بالصورة الصحيحة وتوضيحاً للمقاطع العرضية النظامية، الشكل (7-25 d).

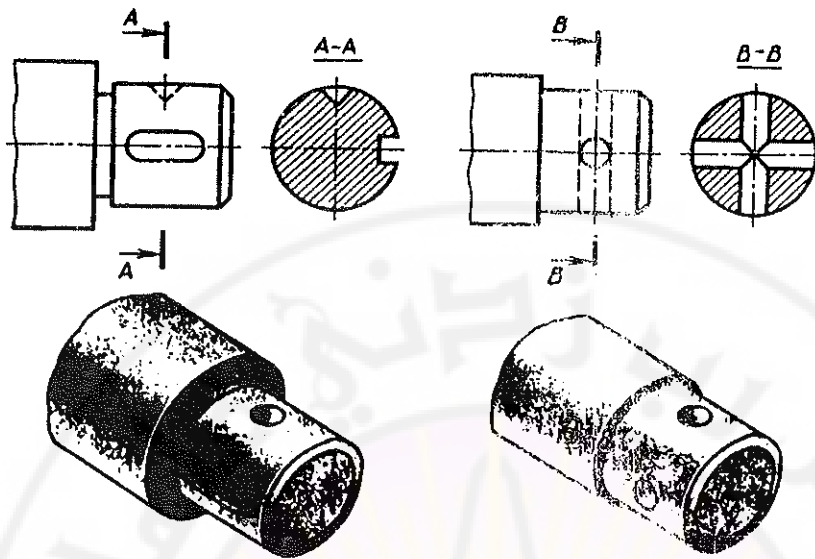
- في حال مرور المستوي القطاع عبر محور لسطح دائري ذي ثقب أو تجويف، فيجب بيان إطار هذا السطح على المقطع بشكل كامل، أي توضيح التكوين الداخلي تماماً للمقطع العرضي، الشكل (7 - 26)، مع الإشارة إلى أن هذه الحالة تنطبق على الأجسام الأسطوانية والمخروطية والكروية ولا تنطبق على غيرها كمنحرج الخابور مثلاً.

- في حال تعدد المقاطع المتشابهة للجسم الواحد، يرمز لها برمز واحد ويرسم مقطع واحد فقط، الشكل (7 - 27).

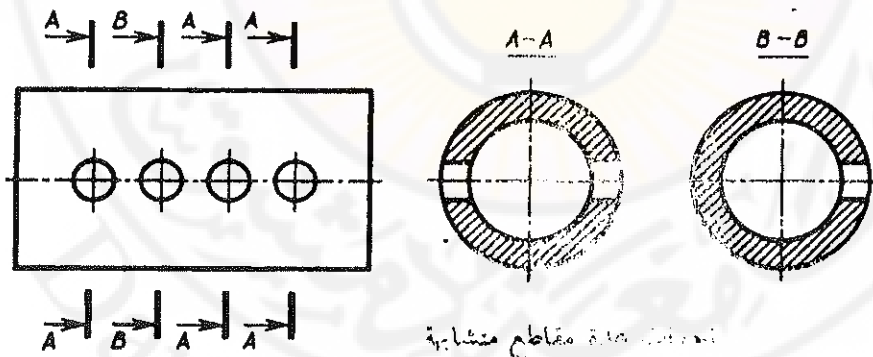
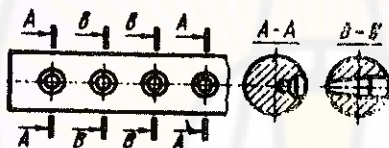
- إذا تعددت المقاطع للجسم واختلفت الزوايا يرسم المقطع دون أن تذكر كلمة مُدار أو مستدار، الشكل (7 - 28).

- تكتب على المقاطع الأبعاد ودرجات النعومة والتفاوت للسطوح وغيرها من الأمور التوضيحية اللازمة في أعمال التشغيل.

- وعلى سبيل المثال بين الشكل (7 - 29) مقطعاً لعمود، يتضح من خلاله مجرى الخابور بعرضه وعمقه مع الانحرافات ومعامل النعومة والخشونة للسطح.

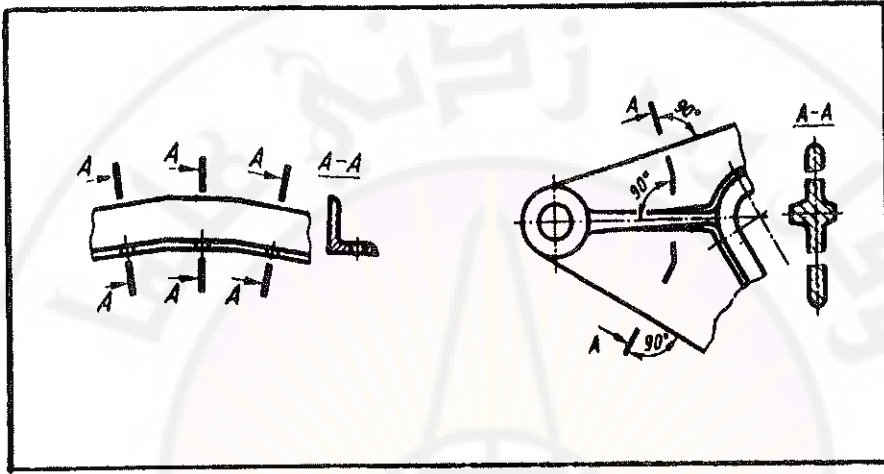


الشكل (7 - 26)



إحداثيات المقاطع المتشابهة

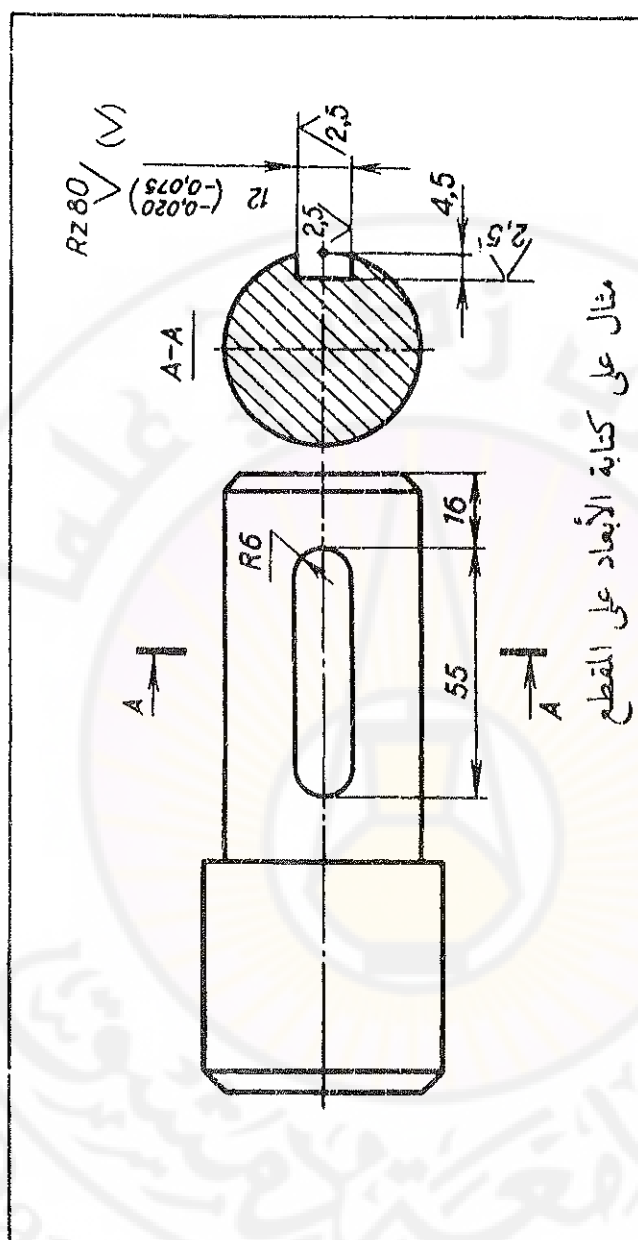
الشكل (7 - 27)
إحداثيات المقاطع المتشابهة



الشكل (7 - 28)

إحداث عدة مقاطع متشابهة بزوايا مختلفة

Damascus University



مثال على كتابة الأبعاد على المقطع

الشكل (7 - 29)

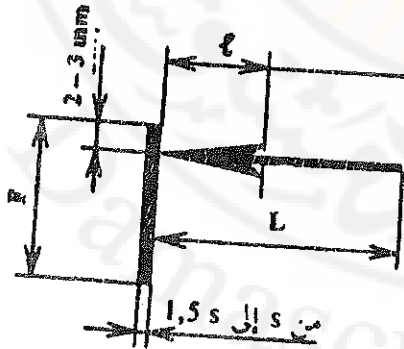
3 - تسمية المقاطعات والمقاطع

((التوضيح))

عرّفنا المقاطعات الهندسية والمقاطع بالصورة أو الشكل الناجم عن قطع الأجسام ذهنياً بمستوي قاطع أو بعدة مستويات. ويحدد مكان القطع من قبل المصمم، حيث إن تحديد القطع ومكانه يعود إلى خبرة المصمم ومرانه العملي. يكون تحديد القطع أو المقطع بتحديد مكان مرور المستوي القاطع في الجسم أو مسار المستوي القاطع في الجسم.

يشار إلى مسار المستوي القاطع بخطوط المستويات القاطعة والمتعارف عليها دولياً [راجع بحث الخطوط، الشكل (7 - 25)].

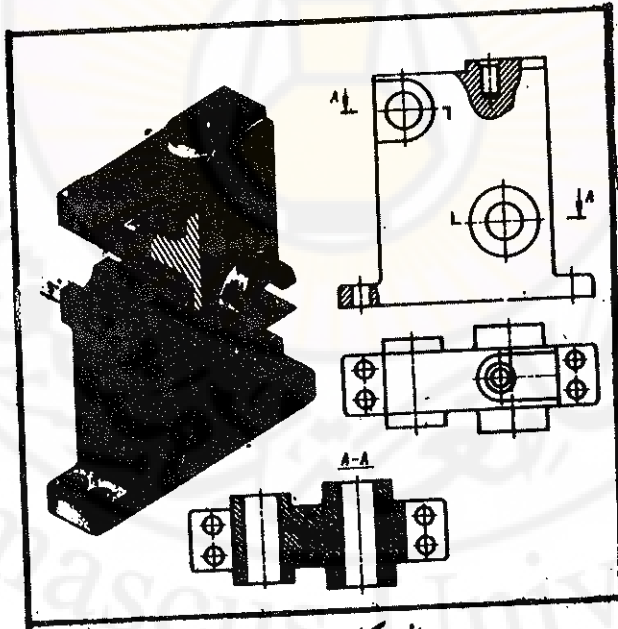
شرطنا البداية والنهاية لخطوط المستويات القاطعة، نوضحان بعيداً عن الإطراف المخارجي للمستقط دون أن تقطعه أو تلامسه، ويوضع السهمان الدالان على اتجاه المقطع والنظر بصورة عمودية على شرطي البداية والنهاية وعلى مسافة 2 - 3 mm من نهايتهما كما يبين الشكل (7 - 30) ويتضح أيضاً التناسب بين الأسهم وخط المستوي القاطع. سماكة خط المستوي القاطع تعادل الخط الحقيقي المستخدم S وتكرر حتى 1,5 S (من S إلى 1,5 S) ويتراوح طول الشرطة (طول شرطة الخط) من $F = 8 - 20 \text{ mm}$. أما فتحة السهم فتقدر بـ $2 S \approx h$ ، وطولها e بنحو $L = (10 \dots 20) S$ ، وطول السهم الكلي $e = (6 \dots 10) S$.



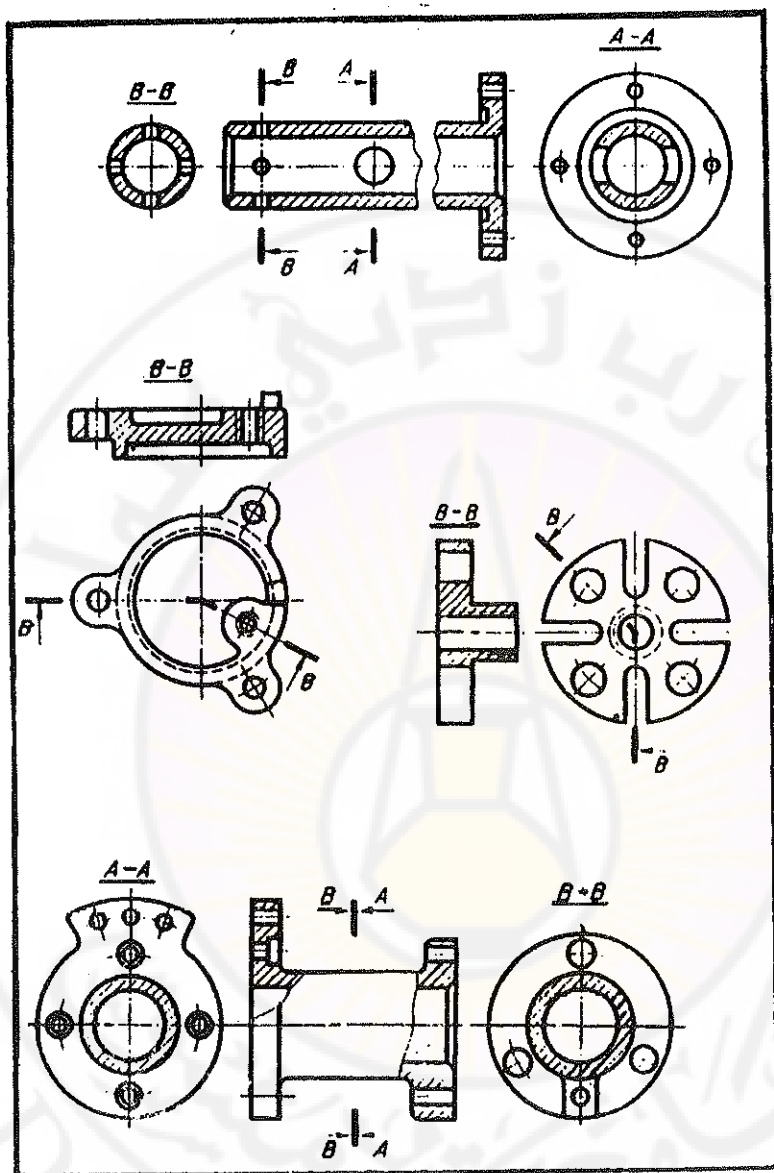
الشكل (7-30)

يرمز إلى المستوي القاطع بأحرف أبجدية لاتينية، ويوضع الرمز في بداية ونهاية خط القطع، ومن الجانب الخارجي للسهم الدال على اتجاه النظر، وعادة ما تكون الأحرف (A, B, C, الخ) ..

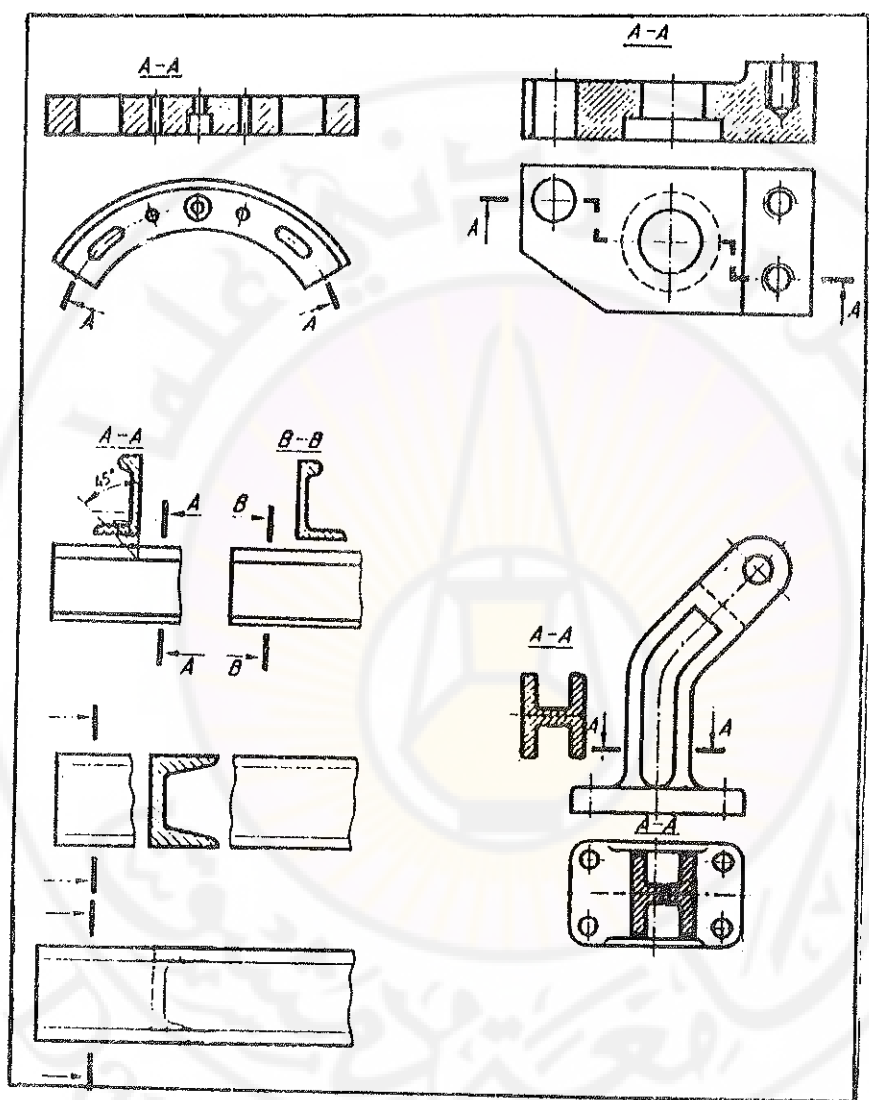
بعد أن يسمى المستوي القاطع أو أن يرمز له، يُشار إلى القطاع أو المقطع المرسوم بالرمز نفسه الذي تم إعطاؤه للمستوي القاطع ليتوضح للعامل أو السدارس لهذا التصميم أو الرسم بشكل عام مكان القطاع أو المقطع ومن ثم نتيجته بشكل مباشر على الرسم. وبعد الرسم ناقصاً إذا لم يوجد رمز المستوي القاطع ومساره على الرسم وأيضاً إذا لم يوجد في القطاع المرسوم والنتائج عن ذلك. فإذا كان الرمز مثلاً للمستوي A فيكتب فوق القطاع الرمز A-A لتوضح الصلة بين القطاعات وبخاصة إذا تعددت، وتوضع بجانب الرمز كلمة مستدار أو مدار كحساب الحالة المبينة في الشكل (25 - 7). الأشكال السابقة في بحث القطاعات والمقاطع توضح عملية الترميز للقطاعات والمقاطع، كما أن الأشكال (7-31, 32, 33) توضح ذلك أيضاً.



الشكل (7 - 31)



الشكل (7 - 32)



الشكل (7 - 33)

الباب الثامن

اللوائب والثقوب المقلوطة

مدخل

تتألف الآلات بأنواعها من أجزاء وقطع ميكانيكية متعددة ومركبة بعضها مع بعض. وتختلف طرائق التركيب والتجميع أو الربط لهذه الأجزاء والقطع الميكانيكية بحسب الوظيفة أو العمل الذي تؤديه كل قطعة على حدة أو مجموع القطع مع بعضها.

هنالك طريقتان أساسيتان في التجميع والربط لأجزاء الآلات، وهما:

1- التجميع المؤقت.

يعتمد في هذه الطريقة على أعمال التعشيق بين الأسنان يستخدم في الأجزاء المتطلبة فك وتركيب حين الضرورة.

2 - التجميع الدائم.

وهو ما يسمى التثبيت الدائم، حيث لا يمكن فصل القطع عن بعضها وإلا ستؤدي إلى تخطيمها.

سنتناول في هذا الباب أحد طرائق التجميع المؤقت التي يستخدم فيها اللوائب والصواميل والثقوب المقلوطة، الشكل (8 - 1)، وسنشرح عملية إنشاء الحلزونات وتنفيذه على المحاور والثقوب بشكل خاص، كما سنشرح كيفية التعامل معها في الرسوم الهندسية.

● التجميع المؤقت

ذكرنا آنفاً أن التجميع المؤقت، هو أحد طرائق الربط والتثبيت غير الدائمة في الصناعة وتستخدم في الحالات التي تتطلب فكاً وتركيباً لأجزاء الآلة المركبة عند الضرورة، أما للصيانة أو للتبديل، على أن لا يؤثر هذا الفك والتركيب في عمل القطعة أو الآلة بشكل عام.

من أهم الطرائق والقطع المستخدمة في التجميع المؤقت هي:

1- اللوالب والصواميل.

2- الخوابير والأوتاد.

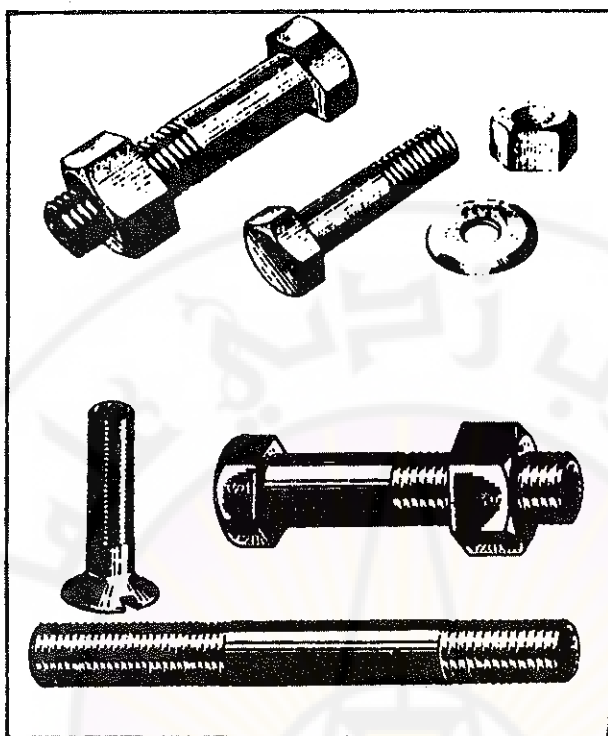
3- المحاور المخددة.

4- شرائط التثبيت.

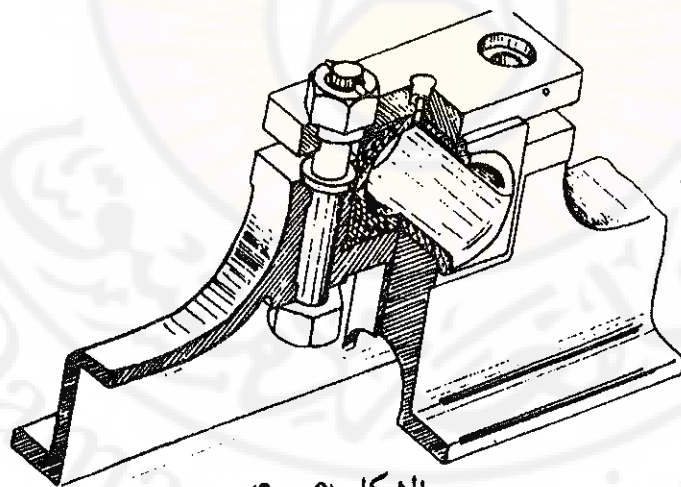
سنبحث في طريقة التجميع المؤقت بواسطة اللوالب والصواميل والثقوب المقلوطة. وهي عمليات تعشيق بين أسنان الحلزون المنفذ إما على السطح الخارجي لمحور ما أو على السطح الداخلي الأسطواني لثقب ما.

هذه الطريقة في التجميع، هي الأكثر انتشاراً في الصناعة لاستخدامها كعناصر تثبيت كما يتضح من الشكل (8 - 2) أو عناصر تحريك (جر وسحب) كما يوضح الشكل (8 - 3) ملزمة بفكيها المتحرك والثابت، حيث لا يتم تحريك الفك إلا بواسطة اللولب، ويتم تدويره مع عقارب الساعة أو بعكسها ليتم التحريك للأمام أو الخلف.

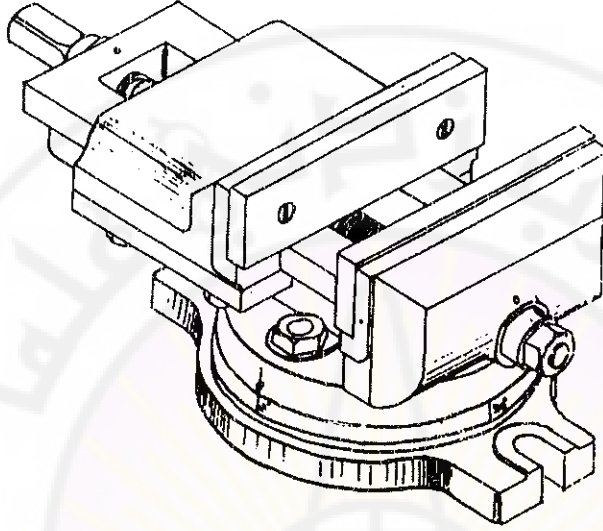
كما سنشرح في هذه الطريقة للتجميع اصطلاحات الرسم للحلزون المنفذ الخارجي أو الداخلي (وهو ما يسمى في الأسواق (الشرار) وأيضاً في أشكال المقطع النظري لأسنان الحلزون بحسب تصميمه والعمل المنشود منه، وهو ما يحتاجه الطالب ليتمكن من إنجاز الرسوم الهندسية بشكل صحيح. أما عن التفاصيل في الرسوم التجميعية وكيفية التعامل معها وطرائق التجميع بكل تفاصيلها فسنسهم شرحها في السنوات الدراسية القادمة.



الشكل (8 - 1)



الشكل (8 - 2)



الشكل (8 - 3)
ملزمة يدوية

أشكال الأسنان

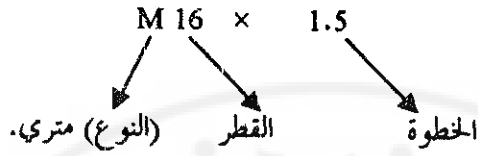
تختلف وتنوع أشكال الأسنان باختلاف استخدامها في الصناعة، وأهم الأشكال المستخدمة موضحة في الشكل (8 - 4) مع تسميتها، وهي التالي:

1- السن المتري (M).

القطع النظري للسن، هو مثلث متساوي الأضلاع زاوية رأس السن $\alpha = 60^\circ$ ، منه السن المتري الخشن والسن المتري الناعم والشكل يوضح ذلك. للتعبير عن وجود السن المتري الخشن في الرسم نرسم كما يلي:

الرقم ويحصر عن القطر الخارجي $\rightarrow M20 \leftarrow$ تعني السن المتري.

أما السن المتري الناعم فيضاف له، أي للرمز خطوته:

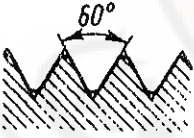
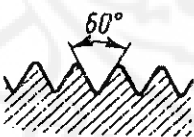


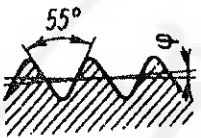
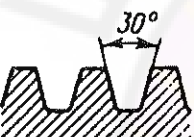
أكثر استخدامات هذا النوع من الأسنان في تثبيت أجزاء الآلات، وكثيراً ما نراه في اللوالب والصواميل الأشكال (3,2,1-8).

2- سن الأنابيب الأسطوانية (G).

مقطعه النظري مثلث متساوي الساقين زاويته $\alpha = 55^\circ$ عند الرأس ومكسور، ويرمز له Pipe(G) ويستخدم في وصل الأنابيب.

يتشابه هذا السن بمقطعه مع السن الإنكليزي ويمكن أن يكون رأس السن مشطوف، أو مدور كما قاعه ويرمز له (W) من أساس كلمة ويشورث Whit W arth.

نوع السن	الرمز	المقطع النظري
المتري الخشن	M	
المتري الناعم	M	

نوع السن	الرمز	المقطع النظري
سن الأنابيب الأسطوانية	G	
سن الأنابيب المخروطية	R	
سن الشبه المنحرف	Tr	
السن المنشاري	S	

الشكل (8 - 4)

3- سن الأنابيب المخروطية (R)

لا يختلف عن الأنابيب الأسطوانية بشكله، سوى أن له زاوية ϕ كما هو موضح في الشكل وتعلق بزاوية ميل المخروط.

هذا النوع لا يتطلب وجود شلوص بين الأسنان ويستخدم عند الضغوط العالية.

4- سن شبه المنحرف (Tr).

جاءت تسميته من مقطعه النظري التي تشبه شبه المنحرف والزاوية بين الأسنان 30° ويستخدم في حال النقل أو تحويل الحركة الدورانية إلى مستقيمة.

5- السن المنشاري (S).
مقطعه يشبه شبه المنحرف لكن أحد أضلاعه مائل بزاوية تعادل 3° وهو الطرف
الفعال والعامل في نقل القوى.



أساسيات تنفيذ الحززون

كما يتضح معنا من الشكلين السابقين (8-7 و6)، أن الحززون يحتوي العديد من الأسنان خارجية كانت أم داخلية وهذا يعني أن للحززون طولاً محدداً وينفذ على القطع الأسطوانية. لذلك وليتم تنفيذ الحززون في الورشات والمعامل يجب عند رسمه إيضاح المعلومات الأساسية التالية:

- شكل السن وهل سيتم تنفيذه على المحاور أو ضمن الثقوب، أي أن السن خارجي أو داخلي.
- القطر الخارجي
- القطر الداخلي
- خطوة السن ويرمز لها بالحرف (P).
- ونعني بها المسافة الواقعة بين قمتي رأس السن المتالتين، (راجع الأشكال) وفي الأسنان الإنكليزية يذكر عدد الأسنان في الإنش، لا خطوته.
- عدد المدخل (الأبواب)
- اتجاه الحززون.

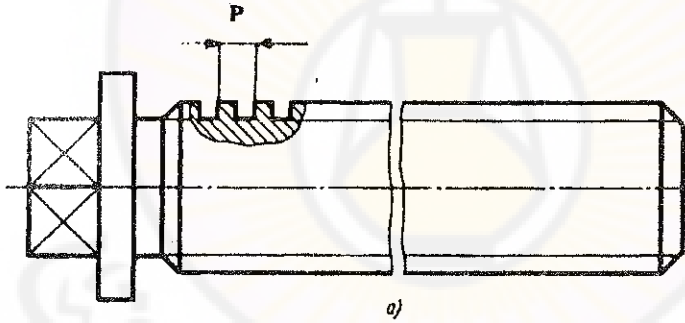
فيمكن أن يكون الحززون يمينياً أو يسارياً، فالحززون اليميني يدار باتجاه عقارب الساعة واليساري يدار بعكس عقارب الساعة، ويرمز له عادة LH، بجانب القطر، ولا ينوه عن الحززون اليميني.

الشكل (8 - 5) يوضح هذه الأساسيات، كما يوضح أشكال الأسنان غير القياسية وهي السن المربع والسن نصف الدائري. في السن المربع طول ضلعه يساوي نصف خطوته وحشيات السن النصف دائري موضحة أيضاً. وأخيراً يفضل عند رسم الأسنان غير القياسية والناقلة للقدرة والقوى العالية اللجوء إلى القطع الجزئي لبيان المقطع النظري وللتوضيح الأكثر، وهو ما قد لجأنا إليه في الشكل (8 - 5).

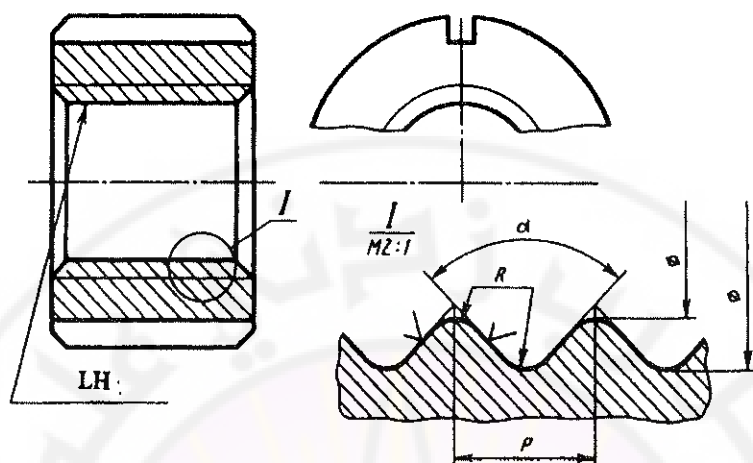
اصطلاحات رسم الخلزون

إنشاء الخلزون ورسمه مع اختلاف أشكال أسنان كما هو في واقعته العملي، عملية معقدة وتستغرق الوقت الطويل وتأخذ الكثير من الجهد والدقة من الرسام والمصمم.

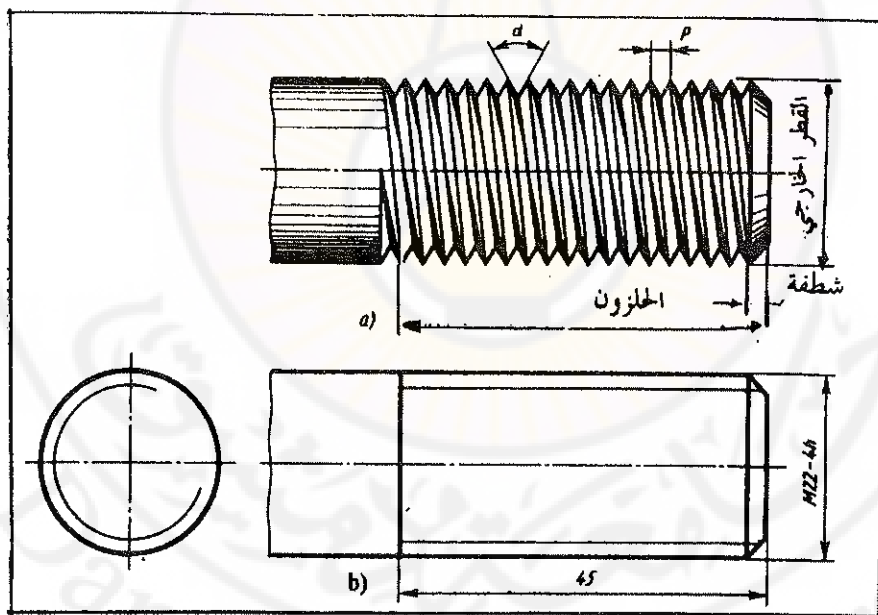
لذلك اصطلح على رسم الخلزون والتعبير عنه بخط مستمر خفيف سماكته تعادل $0.2-0.3\text{ mm}$ ، في الحالتين الخلزوني الخارجي أو الداخلي والشكل (8-6) والشكل (8-7) يوضحان أشكال الخلزون في الواقع ومنهما تتضح الصعوبة في الرسم والجهد اللازم لذلك، وأيضاً يتضح الاصطلاح الذي تم الاتفاق عليه بشكل عالمي ودولي للتعبير عن وجود الخلزون.



الشكل (8 - 5)

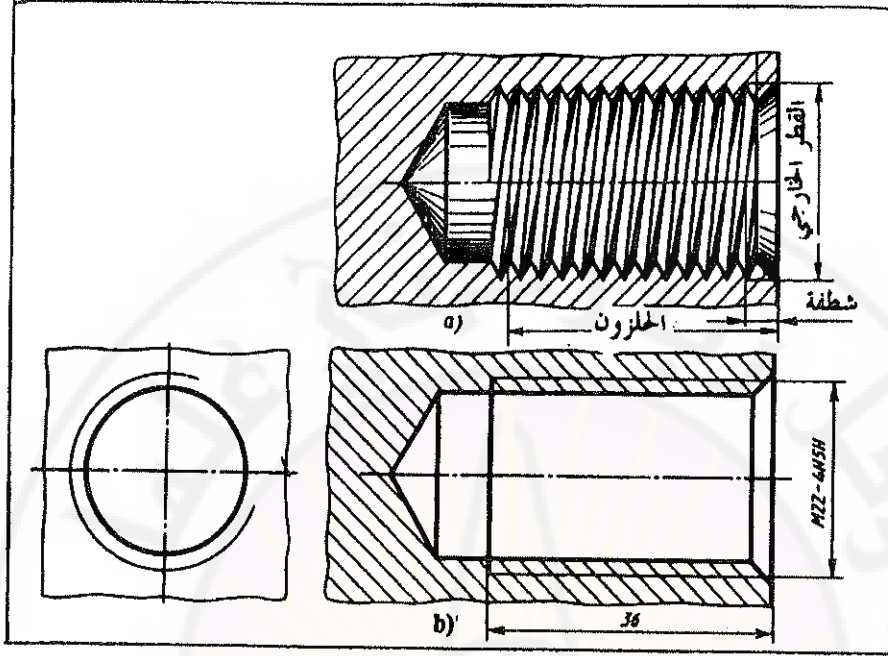


تتمة الشكل (8 - 5)



الشكل (8 - 6)

اللولب وطريقة رسمه بمسقطين (الخطرون الخارجي)



الشكل (8 - 7)

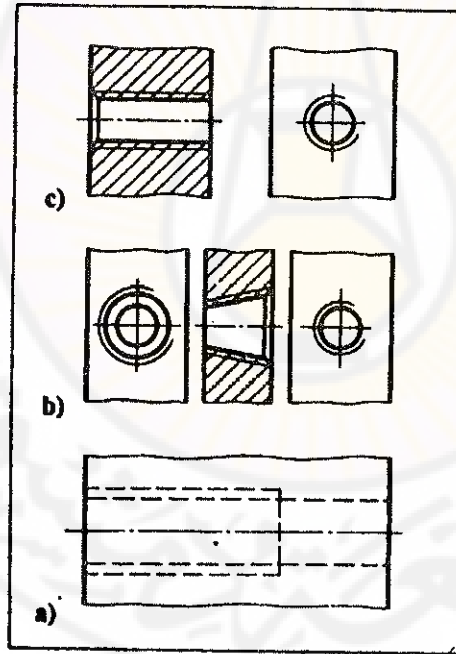
الثقب المقلوب وطريقة رسمه بمسقطين (الحلزون الداخلي)

بناء عليه اصطلاح على ما يلي:

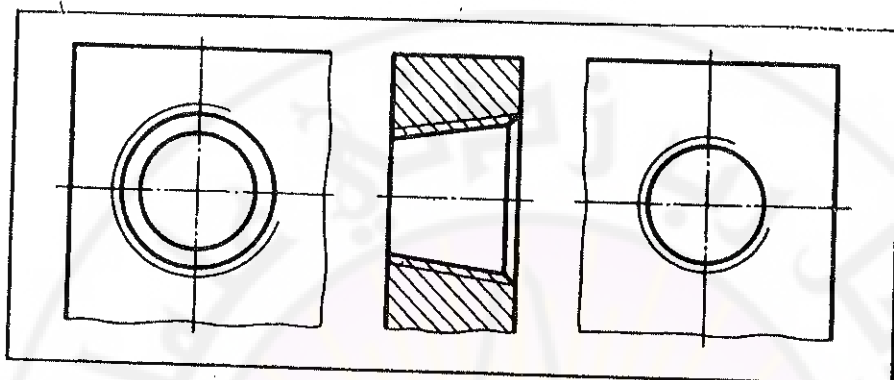
- 1- يمثل سن الحلزون والثقب غير المرئيين بخطوط وهمية الشكل (8 - 8) a.
- 2- تُمثل الثقوب النافذة والمقلوبة الأسطوانية أو المخروطية بخطين رقيقين سماكتيهما 0.2-0.3 mm ، يعبران عن وجود الحلزون، أما الثقب الأساسي فيمثل قطره بخط حقيقي، (في حالة القطاع) كما يبين الشكل (8 - 8) b, c. في حال النظر مباشرة وبشكل عمودي على الثقب ومستوي الإسقاط، يمثل الحلزون بثلاثة أرباع الدائرة وبخط رفيع (السن الداخلي) وبدائرة كاملة وبخط حقيقي عن قطر الثقب الأساسي.

- 3- لا ترسم التناويز لسن الحلزون على العموم ولا تظهر أبعادها، وإذا لزم الأمر ينوه عن زاويته وعمقه الشكل (8 - 9).

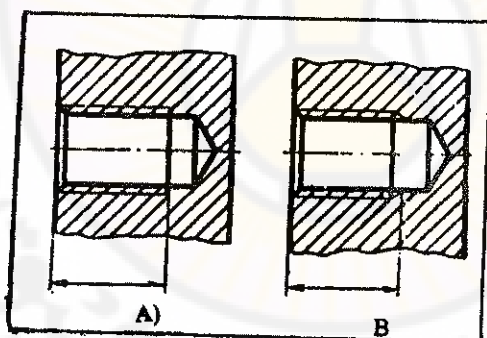
- 4- في الثقوب المقلوطة وغير النافذة، يجب إظهار عمق الثقب بشكل كامل ومن ثم الطول المستفاد منه في تنفيذ الحلزون أو السن الداخلي الشكل (8 - 10).
- 5 - يقع مخرج سن الحلزون خارج خط نهايته، كما يظهر الشكل (8 - 11) وعادة لا ينوه عنه ولا يرسم إلا إذا كان الأمر ضرورياً كما في أسنان الجاويط حيث يدخل طول المخرج ضمن سن الحلزون.
- في الأشكال (8-12 ، 13 ، 14 ، 15 ، 16 ، 17) نوضح بعض الأخطاء التي يقع فيها الطالب، لكي يتوخى الحذر في حياته العملية عند قيامه بإنشاء الرسوم الهندسية والشكل (8 - 16) يعطي مثالاً ليس على الأخطاء فحسب بل وعلى عملية التجميع أو الربط بين الثقب المقلوظ واللولب.



الشكل (8 - 8)



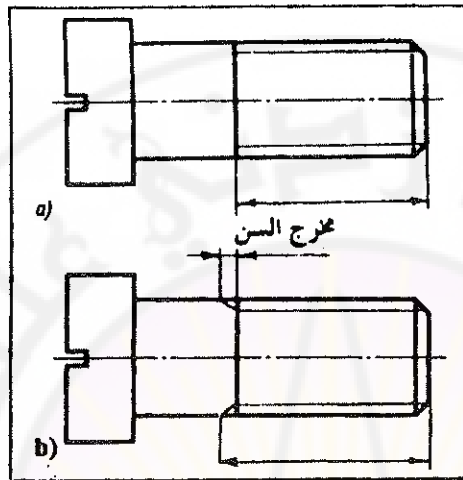
الشكل (8 - 9)



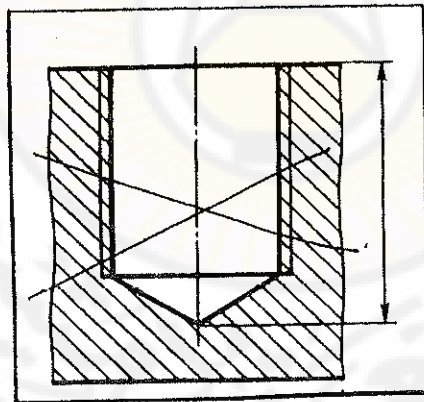
A - عمق أو طول الحلزون دون مخرج السن

B - الطول مع مخرج السن

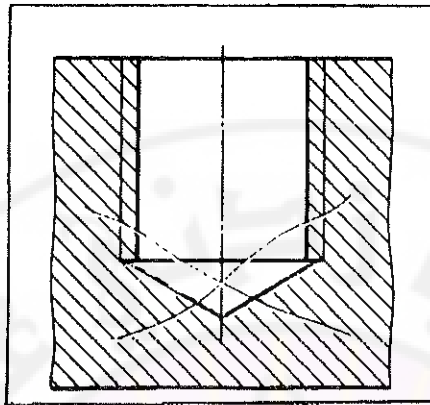
الشكل (8 - 10)



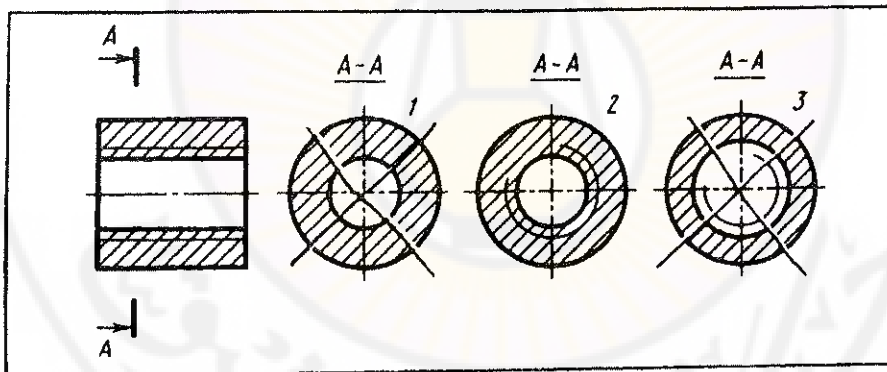
الشكل (8 - 11)



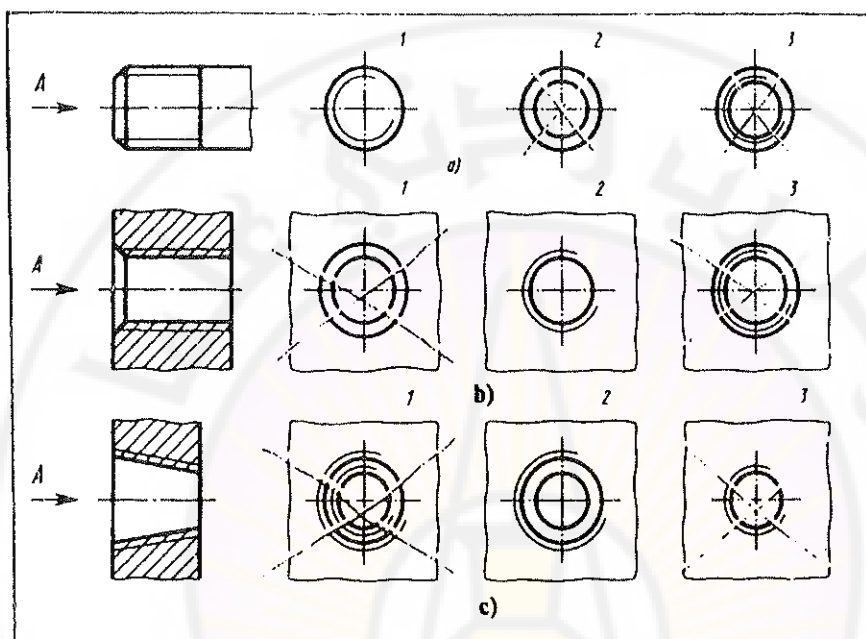
الشكل (8 - 12)



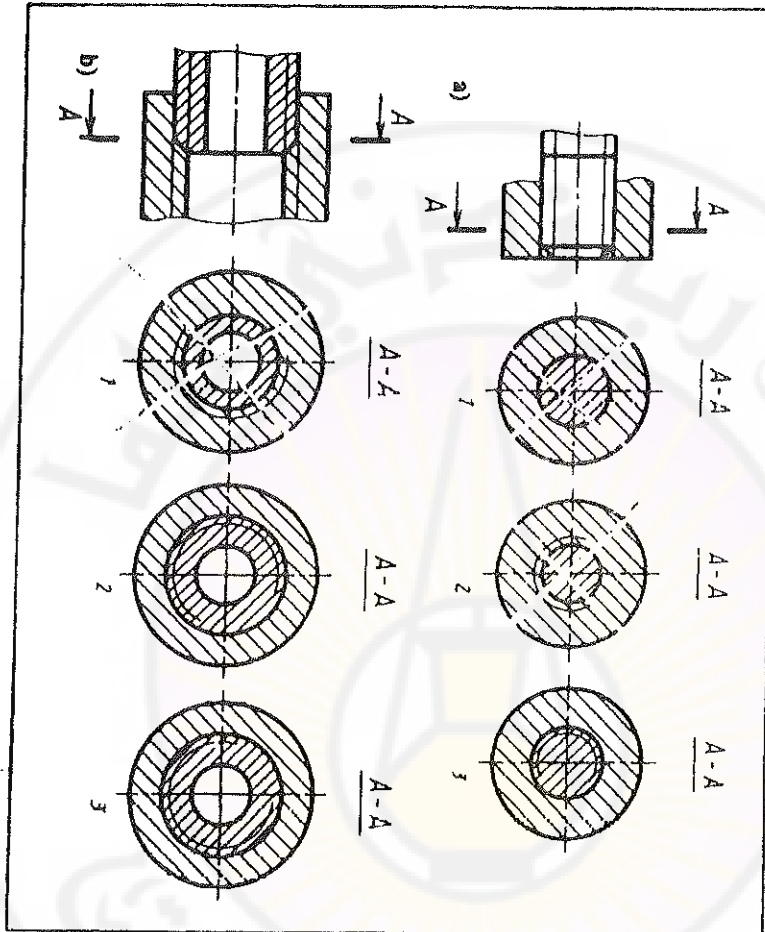
الشكل (8 - 13)



الشكل (8 - 14)

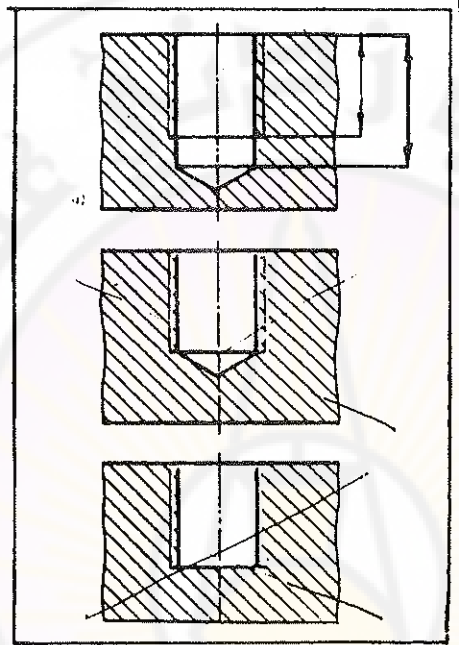


الشكل (8 - 15)



الشكل (8 - 16)

رسم تجميعي لقطعتين والصواب والخطأ في رسمها



الشكل (8-17)

الباب التاسع

الرسم والمخططات الكهربائية

مدخل

لوحظ من خلال التجربة في السنوات السابقة، أن الطلاب في اختصاصات الكهرباء والإلكترونيات يحتاجون بالإضافة إلى ما سبق من شرح لإعداد الرسوم الهندسية إلى التعرف على الدلائل والرموز الكهربائية لتساعدتهم على الدراسة الكهربائية للمشاريع وإنشاء مخططاتها.

وتلبية لهذه الحاجة وإغناء لمواد الكتاب، أو جزئاً في هذا الباب الفكرة الأساسية عن الدراسة الكهربائية للمشاريع ضمن نظام التمديدات الكهربائية، إضافة إلى الدلائل والرموز الكهربائية التي تساعد على إنشاء المخططات الكهربائية بما يتناسب مع النظام العالمي IEC، لتساعد الطلبة والمهنيين في مجال الهندسة الكهربائية على مواكبة كل جديد وحديث في العلوم الهندسية.

2- نظام التمديدات الكهربائية

يضع نظام التمديدات الكهربائية الدراسين للمشاريع الكهربائية ضمن قواعد وشروط تقنية هندسية يجب توفرها في التمديدات الكهربائية للتوتر المنخفض بدءاً من العداد الكهربائي (عداد القدرة) وانتهاءً بأجهزة الاستهلاك الكهربائي. وبغض النظر كانت هذه التمديدات للمساكن أو المنشآت التجارية والصناعية والتجارية والطبية والزراعية.

نصحت بهذا النظام حسن أداء الشبكات الكهربائية وتدرأ الخطر والأضرار عن المستهلك والأبنية التي يمكن أن يتعرض لها من جراء التمديدات غير النظامية. نن نخوض في التواعد والشروط المعتمدة في هذا النظام، للحجم الكبير أولاً، وثانياً أننا لسنا بصدد هذا النظام وشرحه فحسبنا إعطاء الفكرة الموجزة للطالب ليتفهم ماذا تعنيه الدراسة الكهربائية للمشاريع.

3- الدراسة الكهربائية.

نمى بالدراسة الكهربائية للمشروع أو المنشأة إجراء الحسابات وإعداد المخططات اللازمة، ضمن قواعد نظام التمديدات الكهربائية، لتتمكن من تغذية المنشأة بالتيار الكهربائي.

إجراء الحسابات هو ما سيتعلمه الطالب في سنواته القادمة، أما المخططات اللازمة لذلك فأمهها:

3 - 1 مخطط تمديدات الإنارة.

يتضمن هذا المخطط مواقع الإنارة والنقاط الضوئية ومقاطع النواقل ومساراتها.

3 - 2 مخطط تمديدات المآخذ.

يتضمن تحديد المواقع لمآخذ القدرة العامة والخاصة مع مقاطع النواقل والمسارات.

3 - 3 مخطط القوى المحركة.

3 - 4 مخطط اللوحات الكهربائية.

يتضمن خطوط الوصل بين اللوحات وتجهيزاتها وتفصيلات دارات التحكم والحماية.

3 - 5 مخطط شبكة التأسيس.

3 - 6 مخطط المصاعد الكهربائية.

يتضمن المذكرة الحسابية والتفسيرية واللوحه الكهربائية الخاصة بتغذية المصعد مع الدراسة الميكانيكية اللازمة.

3 - 7 جدول الاستطاعة.

3 - 8 جميع المخططات التقنية للتيار القوي والضعيف، ونعني بذلك الإنذار بالحريق، التغذية الاحتياطية، النداء الصوتي والضوئي وغير ذلك.

بالإضافة إلى الملاحظات التي يراها الدارس ضرورة مع جدول بكميات عند الضرورة عن اللوازم والأجهزة.

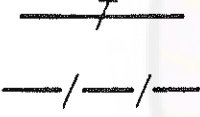
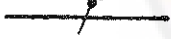
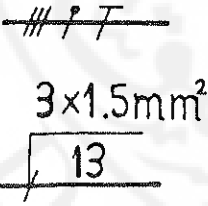
إن جميع المخططات المذكورة تتطلب المعرفة بالرموز الخاصة للأجهزة الكهربائية والقطع الكهربائية كالمحركات، النواقل، المدخرات، القوابس، الهوائيات المقاومات، المكثفات وحتى نقاط الإضاءة والحمامات والتلفزيون وغيرها من هذه الرموز، وإلا لا يمكن رسم مخطط أو إنشاؤه.

لذلك وجب على المهندس الدارس الإنماء التام والمعرفة الجيدة بالدلائل والرموز الكهربائية.

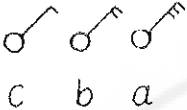
ونورد في الصفحات التالية أهم الرموز والدلائل التي بدونها لا يمكن الوصول إلى مخطط تمديدات أو غيره، وعليه إلى دراسة كهربائية تامة.

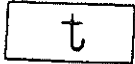
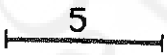
الرموز الكهربائية وتطبيقات

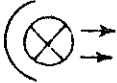
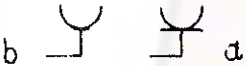
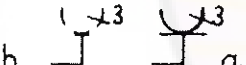
الرموز الكهربائية

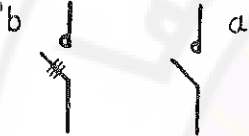
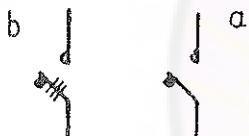
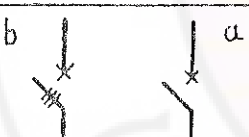
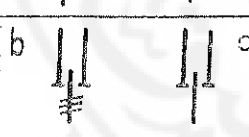
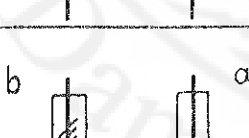
	الرمز العامل لخط كهربائي.
	ناقل يمثل أحد الأطوار.
	ناقل عودة ((ريتور)).
	ناقل حيادي.
	ناقل أرضي للحماية.
	ناقل حيادي وأرضي مشترك.
 3×1.5mm² 13	تمديد ثلاثي الطور مع ناقل حيادي وناقل أرضي.
	خط مؤلف من ثلاثة نواقل بمقطع ١,٥ مم ² أو mm ² ضمن قسطل بقطر ١٣ مم.
	خط منفصل عن حزمة خطوط.

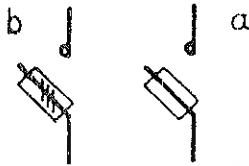
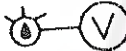
	خط ممسدد تحت الأرض.
	خط ممد تحت الأرض مع تمديد نقطتي البداية والنهاية.
	خط هوائي.
	خط ضمن قسطل أو مجرى.
	مجموعة قساطل: ٦/ مثلاً حاوية خطوطاً كهربائية.
	تمديد نحو الأعلى.
	تمديد قادم من الأعلى.
	تمديد قادم من الأسفل.
	تمديد نحو الأسفل.
	تمديد إلى الأعلى والأسفل.
	تمديد يمتاز من طابق أسفل إلى طابق أعلى.
	الرمز العام للمفتاح الكهربائي.

	مفتاح كهربائي مع مصباح إشارة.
	مفتاح كهربائي يفصل - ثلاثة خطوط - خطين - خط واحد.
	مفتاح كهربائي لعدة دارات (٣ مثلاً).
	مفتاح كهربائي ذو اتجاهين طرفين (در كسيون).
	مفتاح كهربائي ذو اتجاهين متوسط (در كسيون).
	مفتاح كهربائي للتحكم بشدة الإنارة.
	مفتاح كهربائي مع حبل تشغيل.
	مفتاح كهربائي زمني.
	كباس.
	كباس ذو مصباح إشارة.
	كباس محمي بغطاء (زجاجي مثلاً).

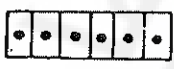
	موقت زماني قابل للتعبير (اتوماتيك درج).
	مفتاح نبضة (تيلي ريكتور).
	نقطة ضوئية.
	نقطة ضوئية جدارية.
	مصباح جداري.
	مصباح سقفي.
	ثريا (مزدوجة).
	جهاز إنارة ذو مصباح فلوريسانت واحد.
	جهاز إنارة ذو ثلاثة مصابيح فلوريسانت.
	جهاز إنارة ذو خمسة مصابيح فلوريسانت.
	الرمز العام لموجه النور (بروجكتور).

	بروحكتور ذو حزمة ضوئية ضيقة.
	بروحكتور ذو حزمة ضوئية عريضة.
	جهاز إنارة طوارئ يغذى من شبكة منفصلة.
	جهاز إنارة طوارئ بتغذية ذاتية.
	مصباح إشارة.
	مأخذ كهربائي أحادي الطور a - مؤرض b - غير مؤرض.
	قاعدة لمجموعة مأخذ كهربائية (ثلاثة مثلاً) a - مؤرضة b - غير مؤرضة.
	مأخذ كهربائي ثلاثي الطور مؤرض.
	مأخذ كهربائي ذو غطاء.
	مأخذ كهربائي ذو مفتاح أحادي القطب.
	مأخذ كهربائي مع محول عزل (مأخذ آلة حلقة مثلاً).

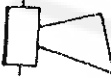
	علبة (الرمز العام).
	علبة وصل.
	علبة تغذية مشتركة من المنبع الرئيس.
	علبة تفريع (خط رئيسي مع خمسة فروع مثلاً).
	قاطع عازل يدوي تحت الحمل a - أحادي b - ثلاثي.
	قاطع واصل (كونتاكتور) a - أحادي b - ثلاثي
	قاطع آلي a - أحادي b - ثلاثي.
	قاطع عازل قلاب a - أحادي b - ثلاثي.
	منصهرة (الرمز العام) a - أحادي b - ثلاثي.

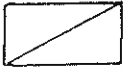
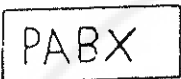
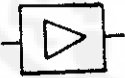
	قاطع عازل يدوي تحت الحمل ذو منصهرة a - أحادي b - ثلاثي.
	مقلع (الرمز العام).
	مقلع بحمي مثلثي.
	مقلع بمحول ذاتي.
	مقياس توتر (فولت متر) مع مبدلة.
	مقياس توتر (فولت متر).
	مقياس تيار (امبير متر).
	مقياس استطاعة فعلية (وات متر).
	مقياس استطاعة ردية (فارمتر).
	مقياس عامل الاستطاعة
	مقياس التردد.

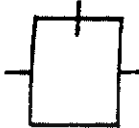
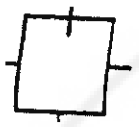
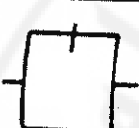
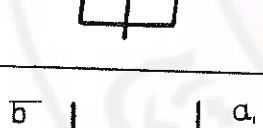
	عداد قدرة فعلية.
	عداد قدرة ردية.
	مسخن ماء.
	قفل كهربائي.
	مروحة سحب جدارية.
	مروحة سقفية.
	مفتاح تحكم للمروحة.
	مكان ربط الخط الأرضي.
	نقطة أرضية.

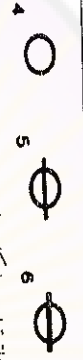
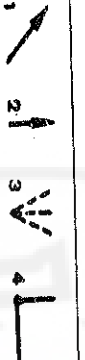
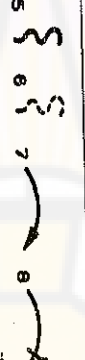
	نخزانة توزيع ظاهرة كتيمة.
	لوحة التوزيع الرئيسة للمبنى.
	لوحة توزيع يضاف رمز - للإشارة - للقوى المحركة - للتغذية.
	جرس.
	نمارة أجراس.
	خط مأخذ قدرة كهربائية.
	خط هاتف.
	خط إنذار بالحريق.
	خط أجراس كهربائية.
	خط ساعات كهربائية.
	خط أنترهون.

	خط مكبرات صوت.
	خط ميكرفون.
	خط تحكم ومراقبة.
	خط إنارة طوارئ.
	مأخذ تيار تخفيف الرمز العام.
	مأخذ هاتف.
	مأخذ هوائي تلفزيون.
	مأخذ تللكس.
	مأخذ ميكرفون.
	مأخذ مكبر صوت.
	جهاز هاتف.

	جهاز تخاطب داخلي فرعي (أنترفون).
	جهاز تخاطب داخلي رئيس.
	الرمز العام لساعة كهربائية مع بيان الأوجه (اثنان مثلاً).
	الساعة الرئيسة (الأم).
	بوق.
	مكبر صوت.
	ميكرفون.
	حساس حذاري للإنذار بالحريق.
	حساس دخاني للإنذار بالحريق.
	كباس إنذار بالحريق.
	مانعة صواعق.

	لوحة تحكم.
	لوحة توزيع للتيار الضعيف.
	مقسم هاتف آلي.
	قائم الارتباط الرئيس (للتيار الضعيف).
	طاولة عامل المقسم.
	لوحة إنذار بالحريق.
	هوائي تلفزيون.
	علب توزيع هوائي التلفزيون.
	مضخم هوائي التلفزيون.
	مقاومة نهائية.
	وحدة تغذية.

	موزع باتجاهين.
	موزع بثلاثة اتجاهات.
	موزع بأربع اتجاهات.
	مفرعة.
	مفرعة مضاعفة.
	قاطع تفاضلي a - أحادي b - ثلاثي

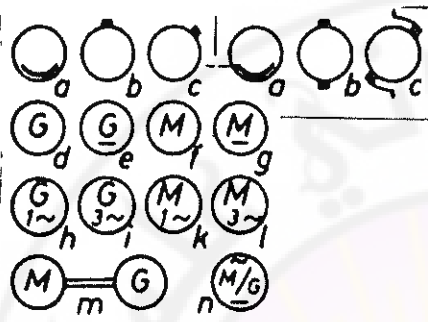
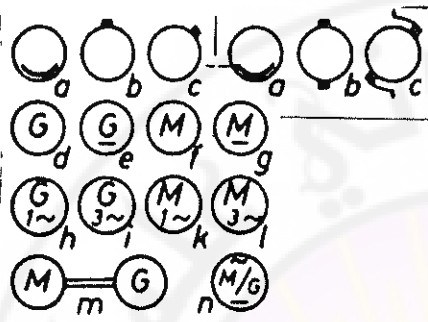
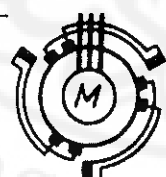
DIN40716 لأجهزة القياس	رموز الربط لأدوات القياس (يمكن أن نرسم في 1 حتى 3)
 1- جهاز قياس بشكل عام مشترك 2- كما سبق مسجل (المفاتيح 1:1) 3- كما سبق عداد (المفاتيح 1:1+0.25)	 4- أداة قياس بشكل عام 5- طريق التوزيع 6- طريق التيار 7- لتجميع أو تشكيل الفروق 8- لتشكيل حاصل الضرب 9- لتشكيل حاصل القسمة
 1- المشرق بشكل عام 2- مع إشارة غير كلا الطرفين 3- بواسطة الاختراز 4- وقت الساعة	 5- كاتب 6- كاتب تقطي 7- حجة الساعة الدوالية 8- إعطاء المتغير 9- إشارة لأكثر قيمة 10- إشارة لأصغر قيمة 11- ذراع العطالة 12- عطالة كبيرة
 1- مقياس التيار 2- مقياس التواتر 3- مقياس الاستطاعة والاستطاعة الفعالة 4- مقياس الاستطاعة الفعالة	 5- جهاز عديد الإمكانات 6- مقياس تيار مع مشير مسحوب 7- للإشارة إلى القيمة الأكبر، عطالة كبيرة 8- مقياس التردد 9- كاتب خطي ثنائي التشغيلية 10- لرسم الاستطاعة الفعالة والفعالة 11- حصر تقبيل المقارنة 12- عداد التيار الموزون ثلاثي التردد

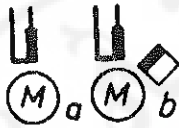
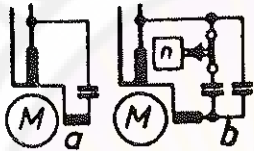
أمثلة ربط

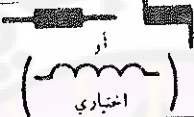
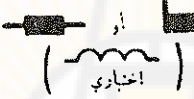
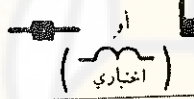
ربط عادي لمقياس التيار	مع مقارئة جانبية تقاس قسم التيار الأكبر	مع مقارئة التيار تقاس قسم التيار الأكبر (K ماؤضة في التوتر العالي)
ربط عادي لمقياس التوتر	تقاس التوترات الأعلى بالمقاومة المسبقة	مع مقارئة التوتر مع مقارئة في التوتر العالي
مقياس استطاعة للتيار المستمر مقياس الاستطاعة للتيار أحادي الطور	مقياس استطاعة للتيار ثلاثي الطور مع مقارئة التوتر	مقياس استطاعة للتيار ثلاثي الطور مع مقارئة التوتر
مقياس الاستطاعة للتيار ثلاثي الطور مع مقارئة التوتر	مقياس استطاعة للتيار ثلاثي الطور مع مقارئة التوتر	مقياس استطاعة للتيار ثلاثي الطور مع مقارئة التوتر

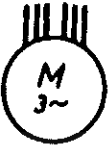
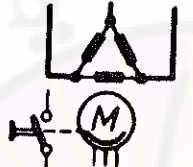
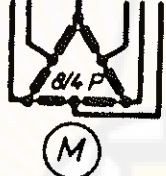
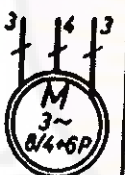
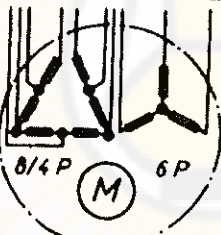
أجهزة مسيقة الربط لمصيح الأنايب المصيبة. ربط وردو الجهاز			
مع جهاز الابتداء		بدون جهاز الابتداء	
جهاز تحريض مع وشيعة خائفة الحرف المميز : L		جهاز التحويل مع أو بدون جهاز الابتداء حول واسع الحقل أو حول بوشية خائفة الحرف المميز : S	
جهاز سموي ، مكثف وشيعة خائفة على التسلسل مع ملف للإنشاء الحرف المميز : C		جهاز الطنين بدون تدفقة مسيقة بالككروانات الحرف المميز : F	
كما سبق بدون ملف للإنشاء الحرف المميز C		كما سبق ولكن مع تدفقة بالككروانات الحرف المميز G	
جهاز ثنائي L ، C مع أو بدون ملف ابتداء الحرف المميز : D		جهاز التسخين التحويلي. الملف البدائي غول التسخين مربوط إما تياً لـ 1 أو 2 الحرف المميز : H	
الجهاز المتعاقب مع جهاز L انظر الشكل (e) مسيق الربط صالح لـ T الحرف المميز T		جهاز أرمي الحرف المميز : R	

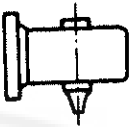
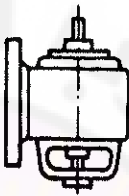
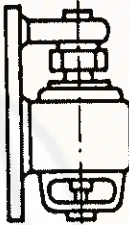
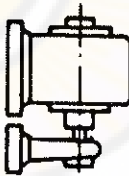
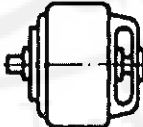
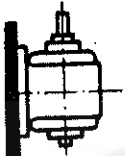
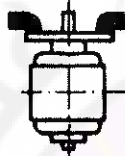
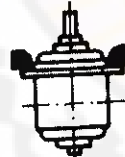
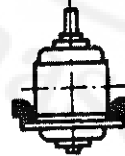
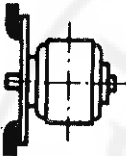
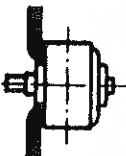
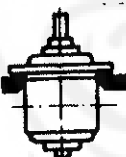
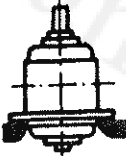
الأشكال الأربعة التالية توضح بعض الرموز في الآلات الكهربائية

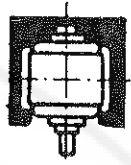
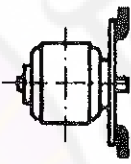
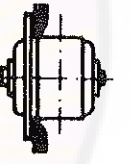
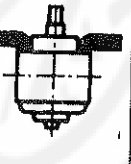
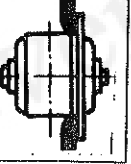
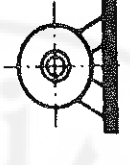
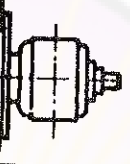
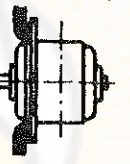
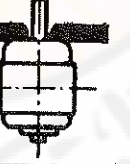
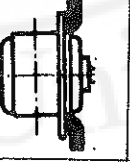
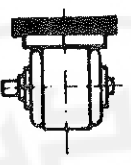
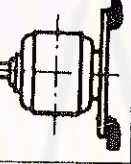
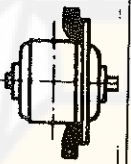
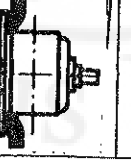
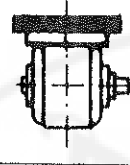
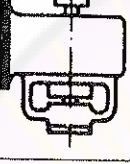
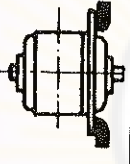
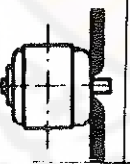
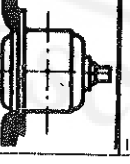
تسمية ملاحظات	رمز الربط	الرمز القصير للربط
(a) الدوار ذو الحلقة الشاحذة مع واصله على القصر ورافع للفراشي (b) و (c) دوار مع قالب للتيار، (b) فراشي ثابتة (c) قابلة للتبديل (d) مولد، بشكل عام (e) مولد تيار مستمر (f) محرك بشكل عام (g) محرك تيار مستمر (h) مولد أحادي الطور (i) مولد تيار دوراني (k) محرك أحادي الطور (l) محرك تيار دوراني بشكل عام (m) محرك مولد (n) مبدل أحادي الطور		
محرك يوصل تسلسلي كمحرك عام		
محرك التنافر ذو مجموعة فراشي بسيطة ضبط عدد الدورات بواسطة تبديل مكان الفراشي		
محرك يوصل حابي وتيلر دوراني مغذي دواره ضبط عدد الدورات بواسطة تبديل مكان الفراشي		

		محرك قذف أحادي الطور (b) مقبض ذاتي مع مافة اقلاع
		(a) محرك أحادي الطور ذو ملففة مساعد ومكثف تشغيل (b) ذات الشيء مع قاطع بالقوة النافذة ومكثف الاقلاع
		محرك تيار دوراني ذو دوار قفصي أحادي الطور مع مكثف مرتبط به
		مولد متر من (سينكرون) أحادي الطور مع أقطاب ظاهرة في الجزء الثابت وقفص عام
		مولد متر من أحادي الطور ذو أقطاب ظاهرة في الثابت مع عادم للساحة زيتي (آلة الأقطاب الخارجية)
		مولد مترا من بتيار دوراني مع أقطاب ظاهرة. (آلة الأقطاب الداخلية)

الرمز القصير للربط	رمز الربط	تسمية ملاحظات
		الثابت ملف الثابت (اختياري)
		الثابت مع ملفين دائيين (غير) الات التيار المستمر وآلات بجسمعات التيار المتناوب
		ملف توازي نسبة الأطراف 2:1
		ملف القطب القلاب نسبة الأطراف 1:1
		نسبة حجم الدوار إلى الثابت 2:1
		الدوار مع أقطاب ظاهرة
		مع ملفين منفصلين
		محرك مع دوار فنيسي

		كما سبق ، جميع الملفات مترجة مثلاً للربط $\Delta - Y$
		حرك بدوار الحلقات الشاذة ذو الفرعين ، الثابت في Y
		حرك بدوار الحلقات الشاذة ذو ثلاثة فروع ، واصل على القصر ورافع للفرشي مع تشغيل بدوي وقاطع مساعد .
		حرك قابل للتبديل ربط قطه بموجب ربط دالاندر
		حرك ثلاثة أعداد دورات قطبي 8/4 في ربط دالاندر وملف مفعّل سداسي القطب بـ 6P .

DIN 42950 تبعاً لـ أنواع بناء الآلات (المحركات) الكهربائية					
يتميز إلى أنواع البناء المختلفة بواسطة رموز تتألف من حرف ورقم واحد					
A	B	المنفرد C	D	V	
					آلات بدون محور الفطاء ذو أرجل
أمثلة على أنواع بناء أهم المحركات					
B3	B5	B9	B10	B11	آلات ذات مضخعات درجية أفقية
					
B6	v1	B8	B12	B13	آلات ذات مضخعات درجية أفقية متنصبة أفقية
					

B7		V3		V9		V10		V11	
B8		V2		B14		V12		V13	
V5		V4		V18		V14		V15	
V6		V2		V19		V16		V17	

أشكال

b3 حرك ذو مضخمين غطاء ذو أرسل وكاية عورية طليقة تصليح لانتقاط عجلة التيار (قسطار) أو ترس أو نصف سلكي ثابت أو متحرك يتصب انحر ك على قاعدة أو على سلكي عدد

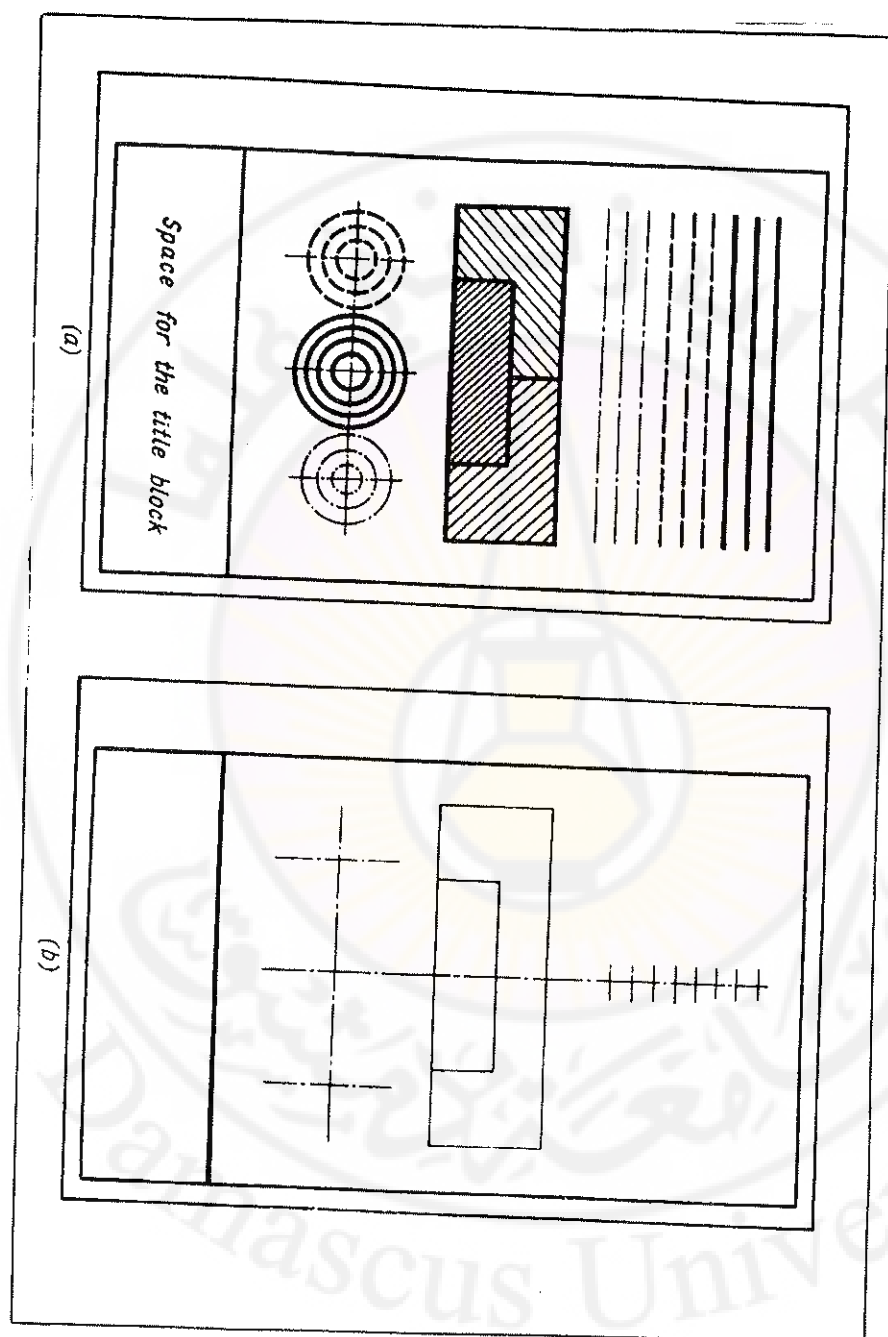
أو على بناء سلكي حديدي أو على قطع خشبية.

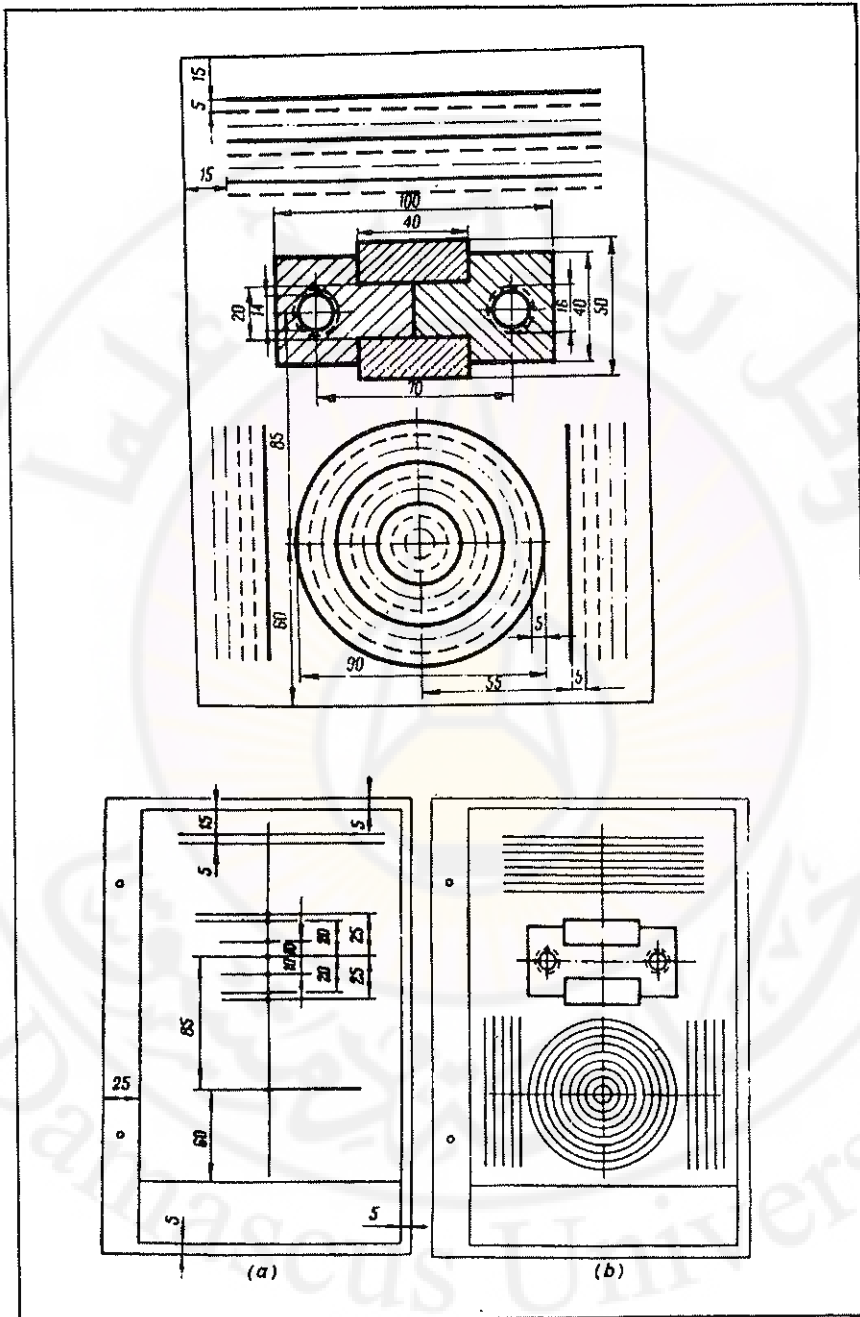
B5 حرك بقرص (دلاشي) ذو مضخمين غطاء بدون أرسل وكاية طليقة للمحرك غير الأعلى قرص (دلاشي) التثبيت موجود على المنتجع الدرعي السفلي

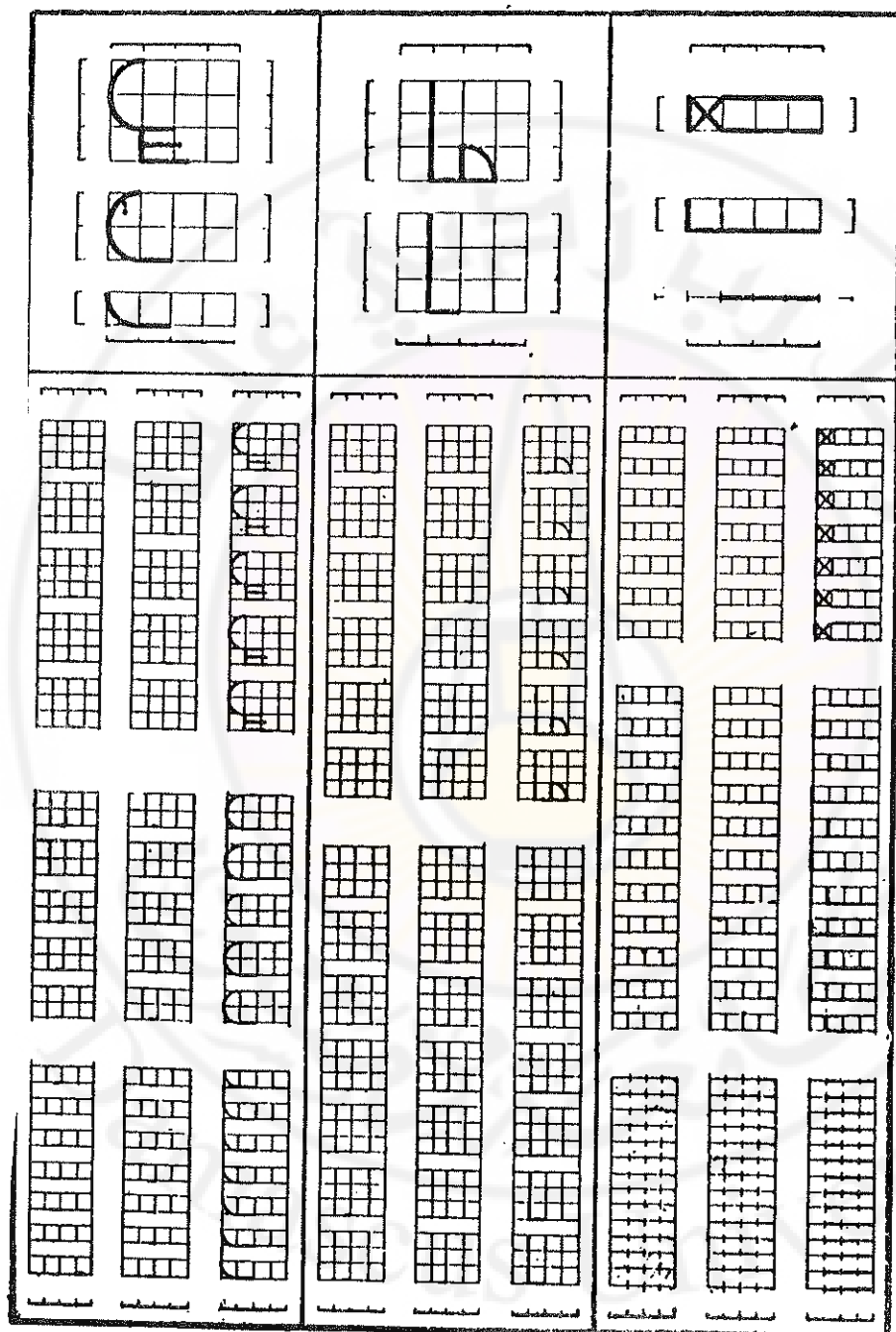
V2 حرك ذو مضخمي قيادة وكاية طليقة للمحرك غير الأعلى قرص (دلاشي) التثبيت موجود على المنتجع الدرعي السفلي

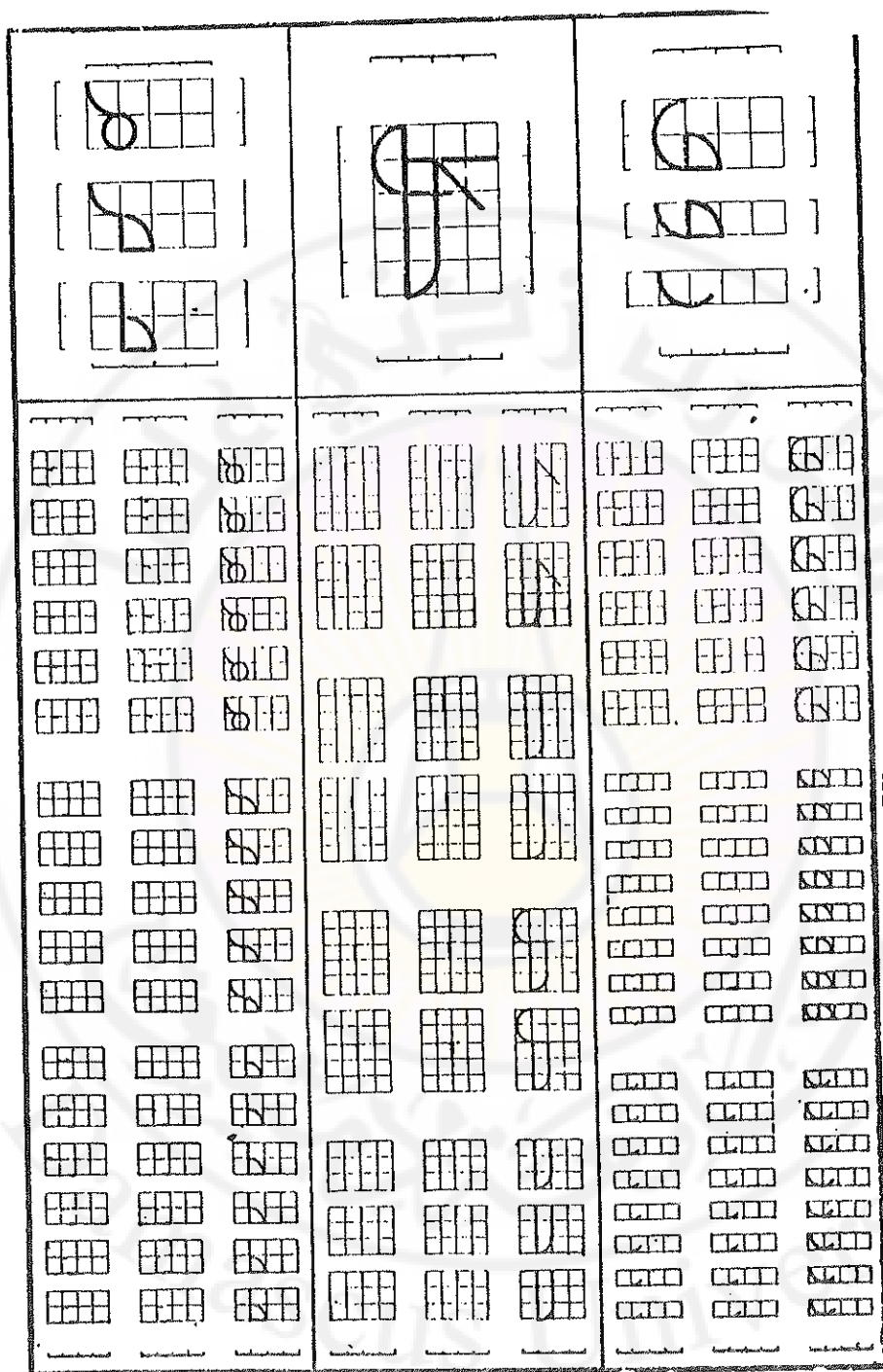
V5 مثل V2 كاية طليقة للمحرك غير الأعلى المغطاه بأرسل التثبيت على المطار

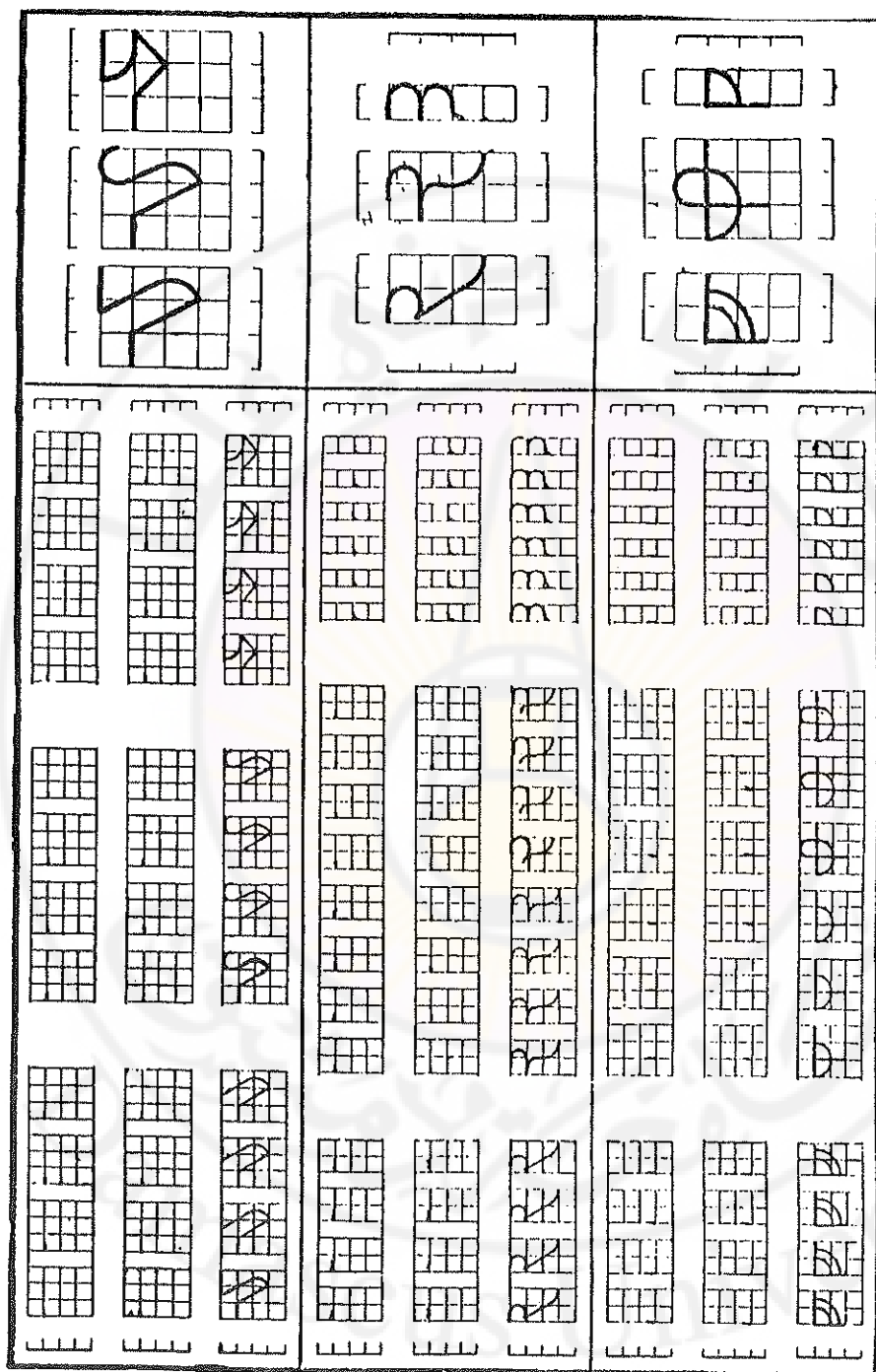
تمارين عامة





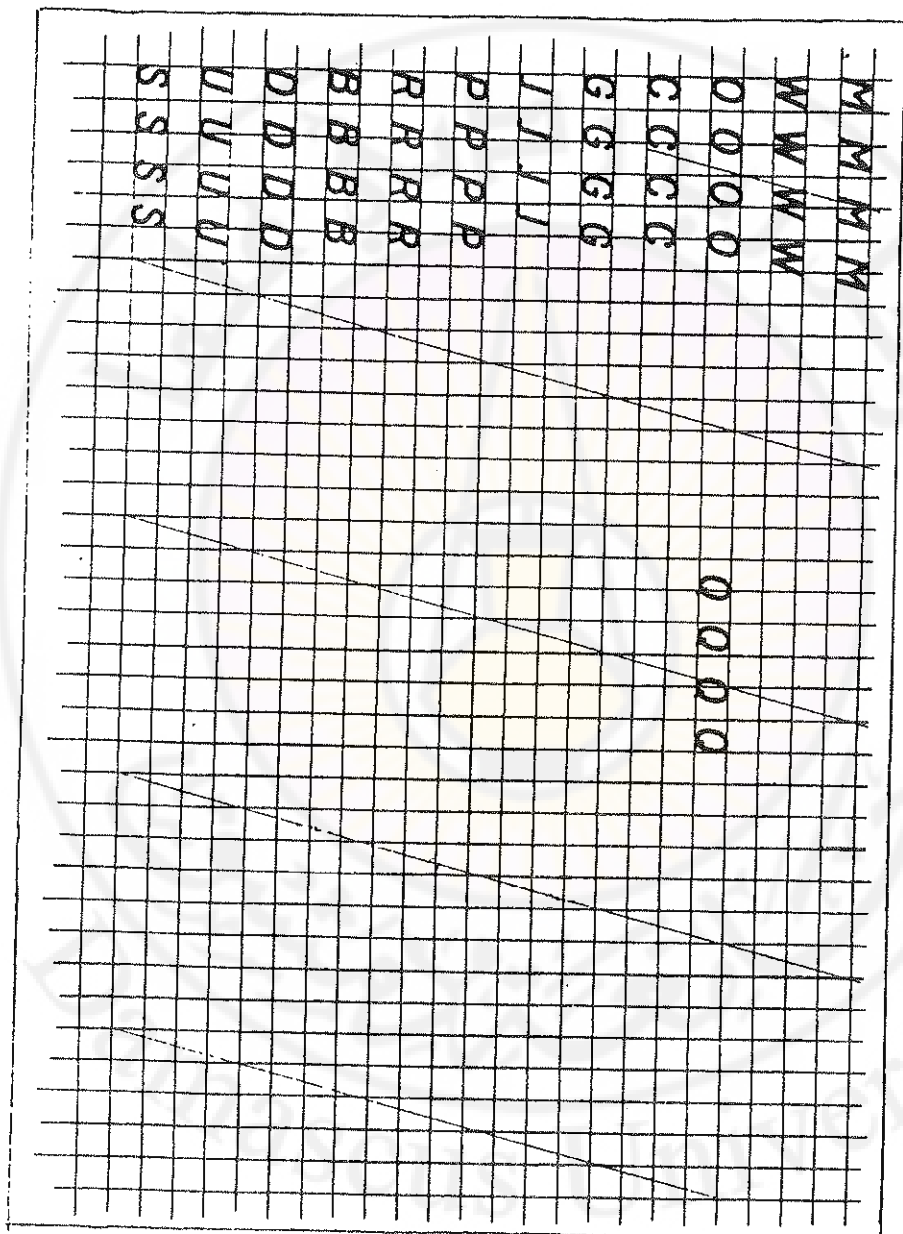


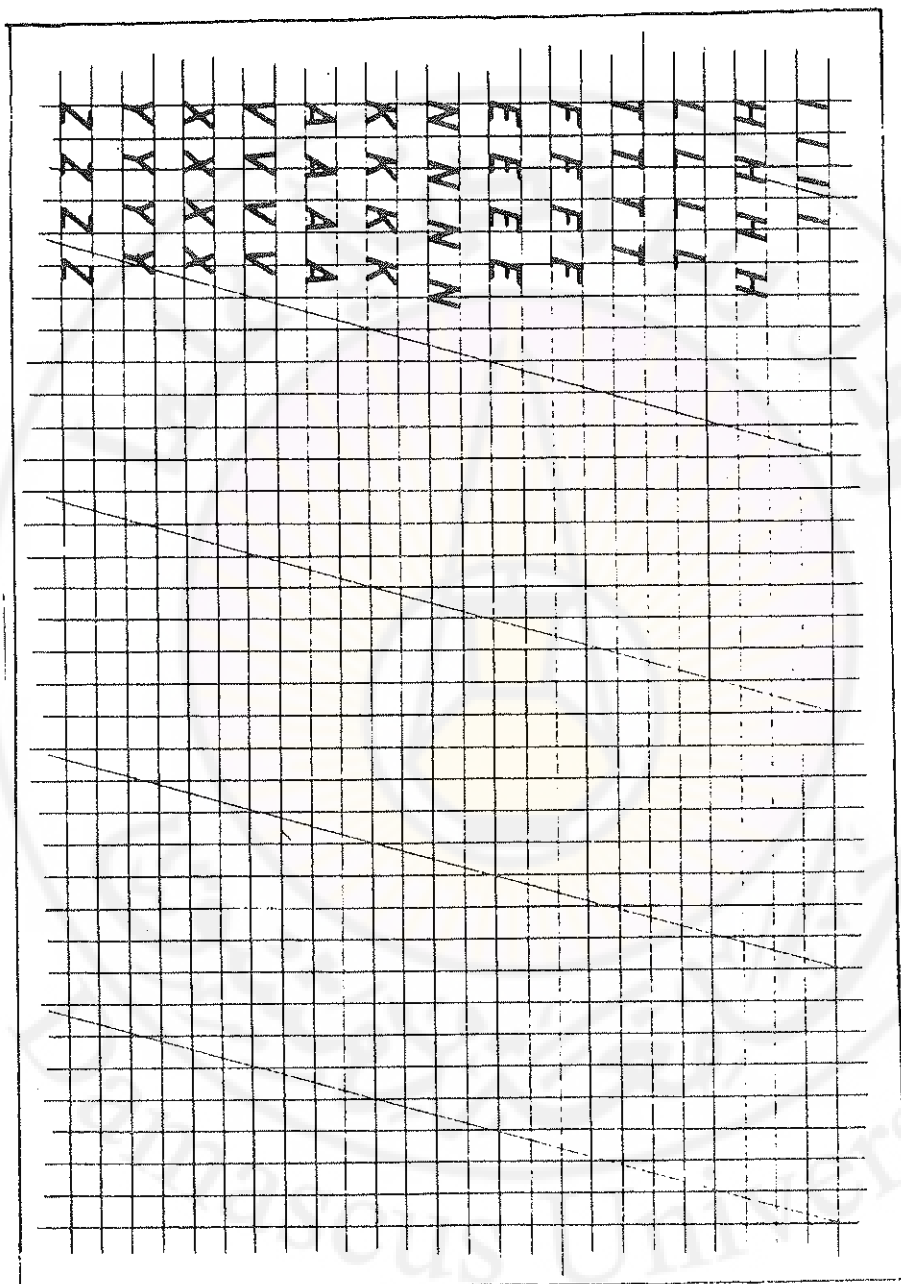




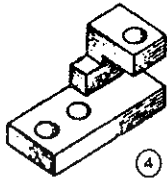
A B B C C D E F G H I
J K L M N O P P Q R
S S S T U U V W X Y Z
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
a a b c d e f g g h i j k l m
n o p q r s t u v w x y z

A B B C C D E F G H I
J K L M N O P P Q R
S S S T U U V W X Y Z
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
a a b c d e f g g h i j k l m
n o p q r s t u v w x y z

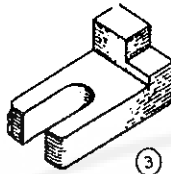




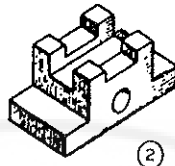
SKETCHING PROBLEMS



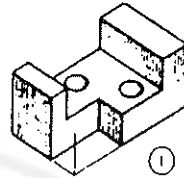
4



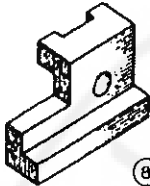
3



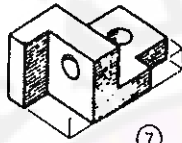
2



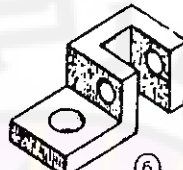
1



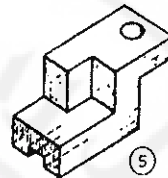
8



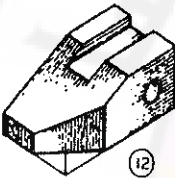
7



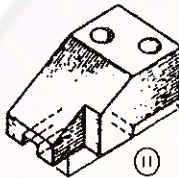
6



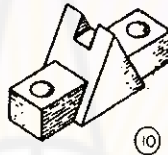
5



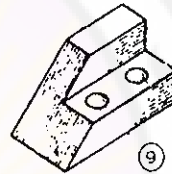
12



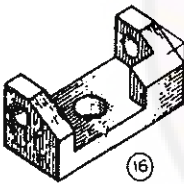
11



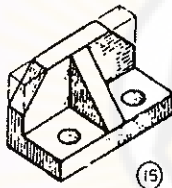
10



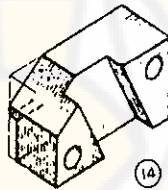
9



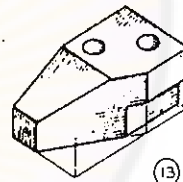
16



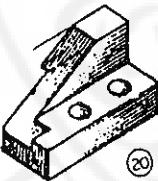
15



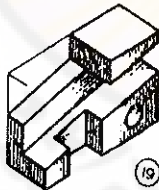
14



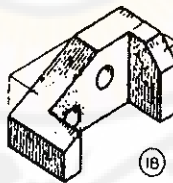
13



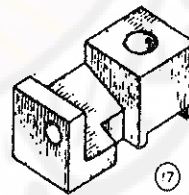
20



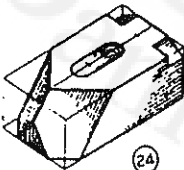
19



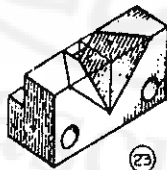
18



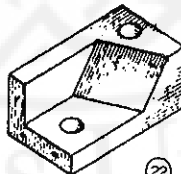
17



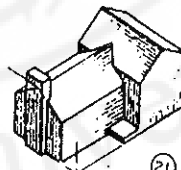
24



23

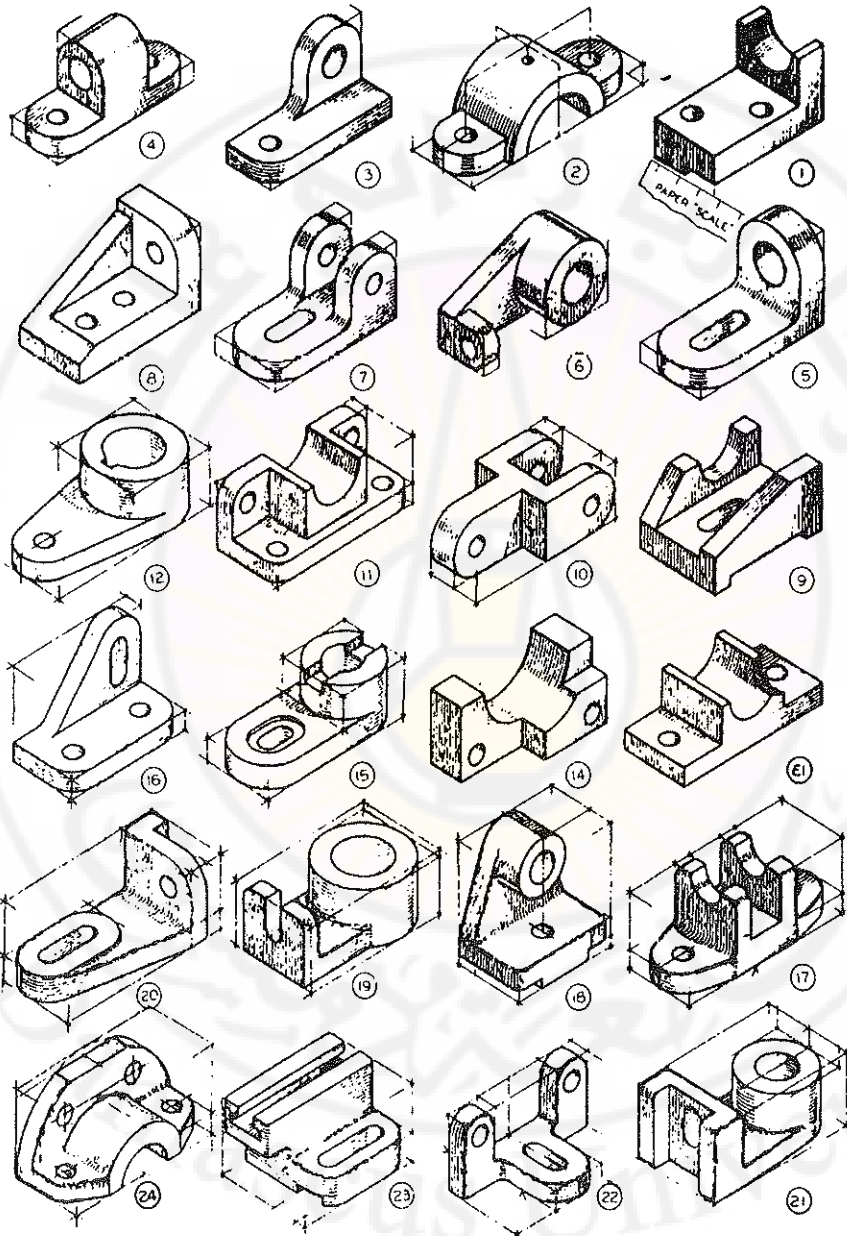


22

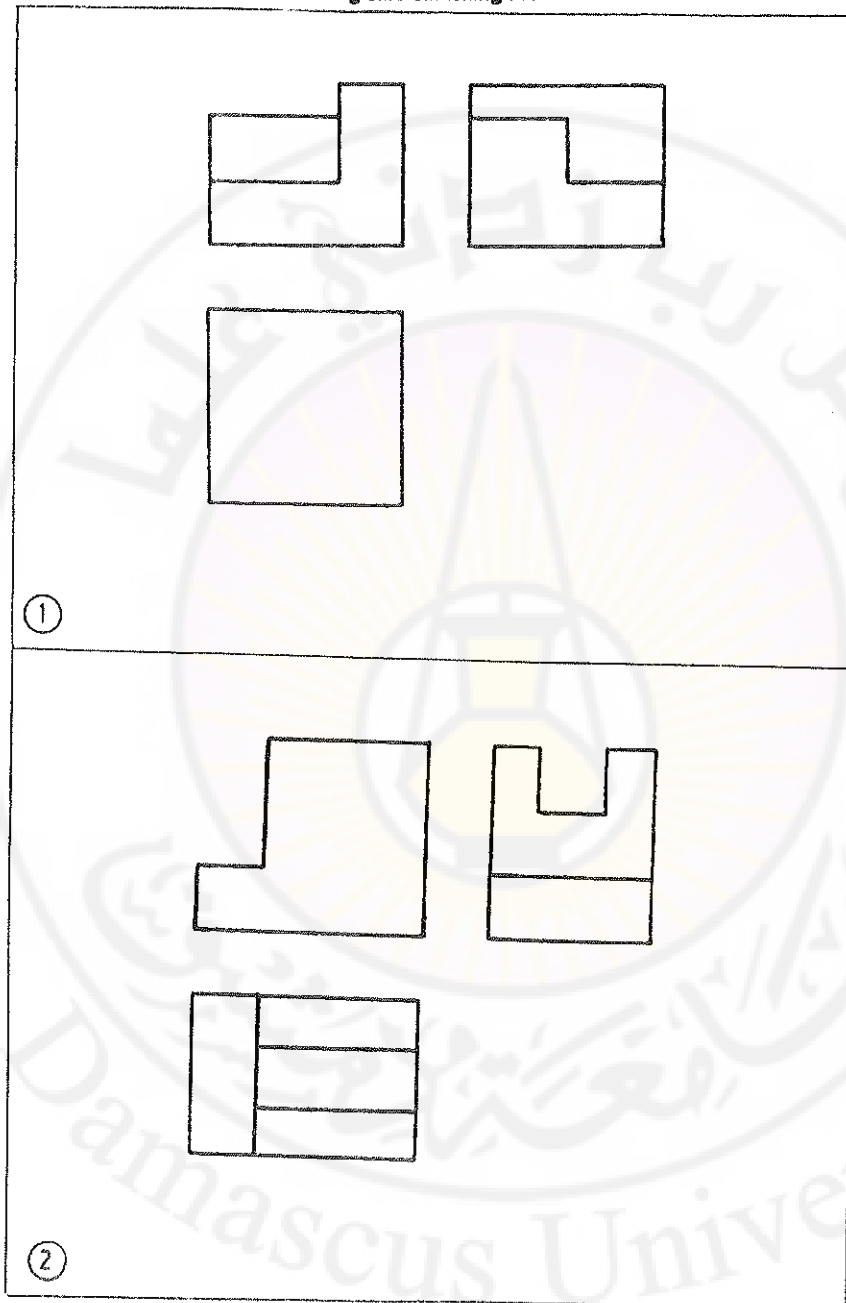


21

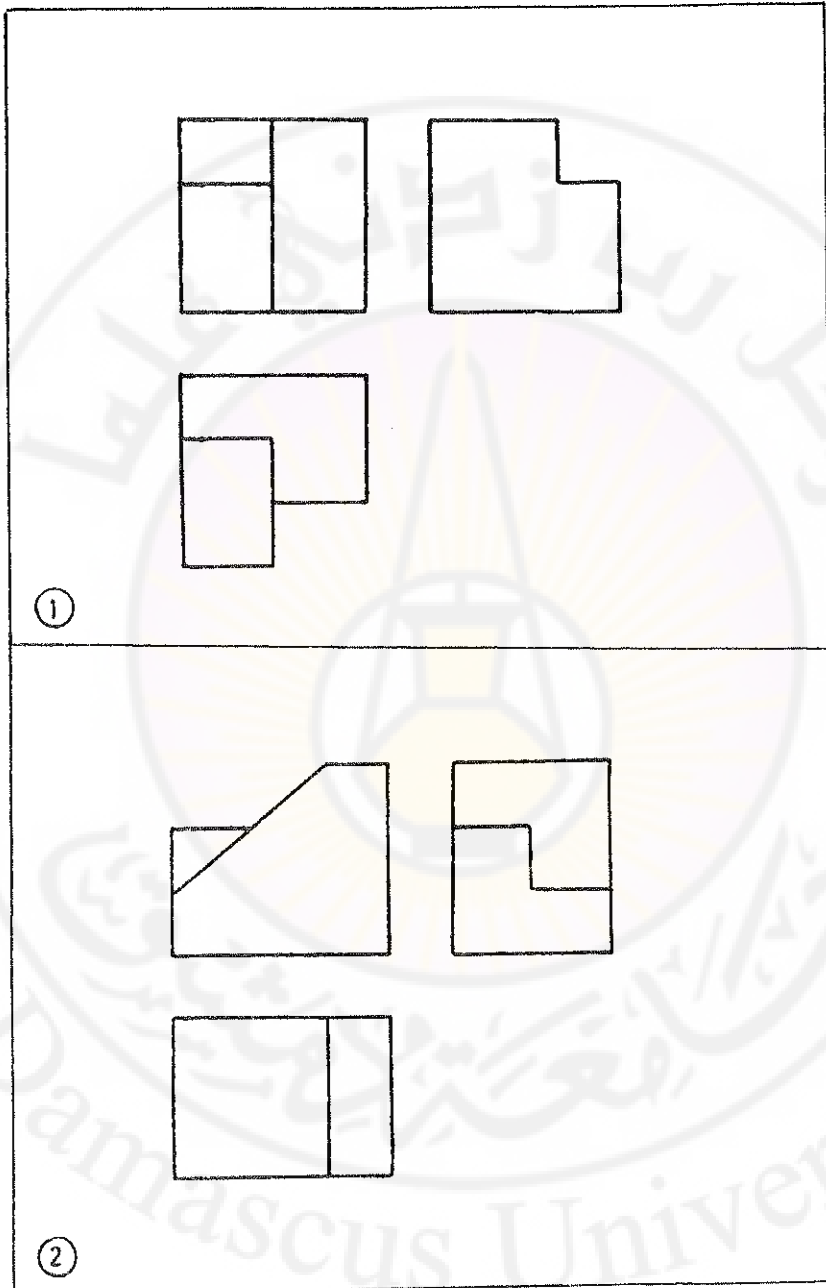
SKETCHING PROBLEMS



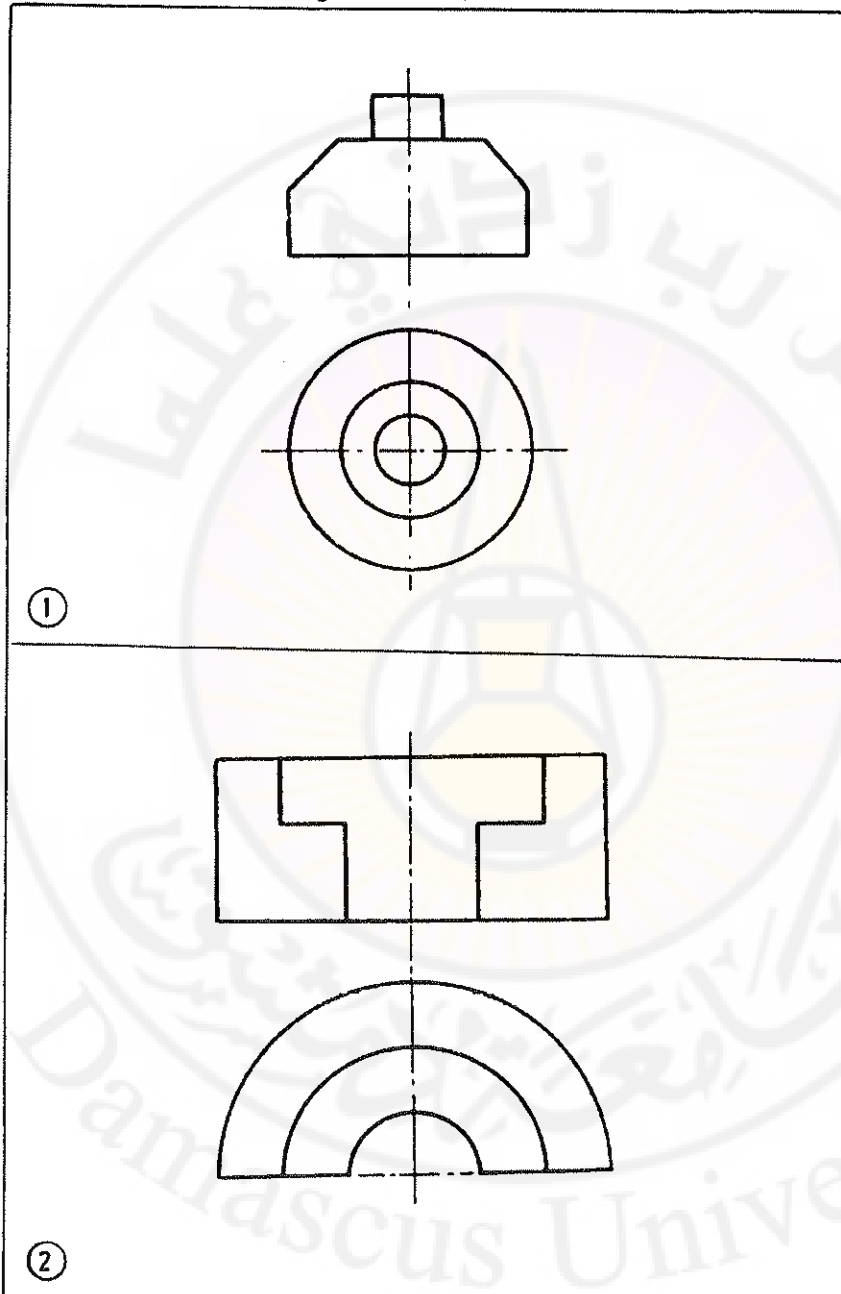
Missing-Line Sketching Problems.



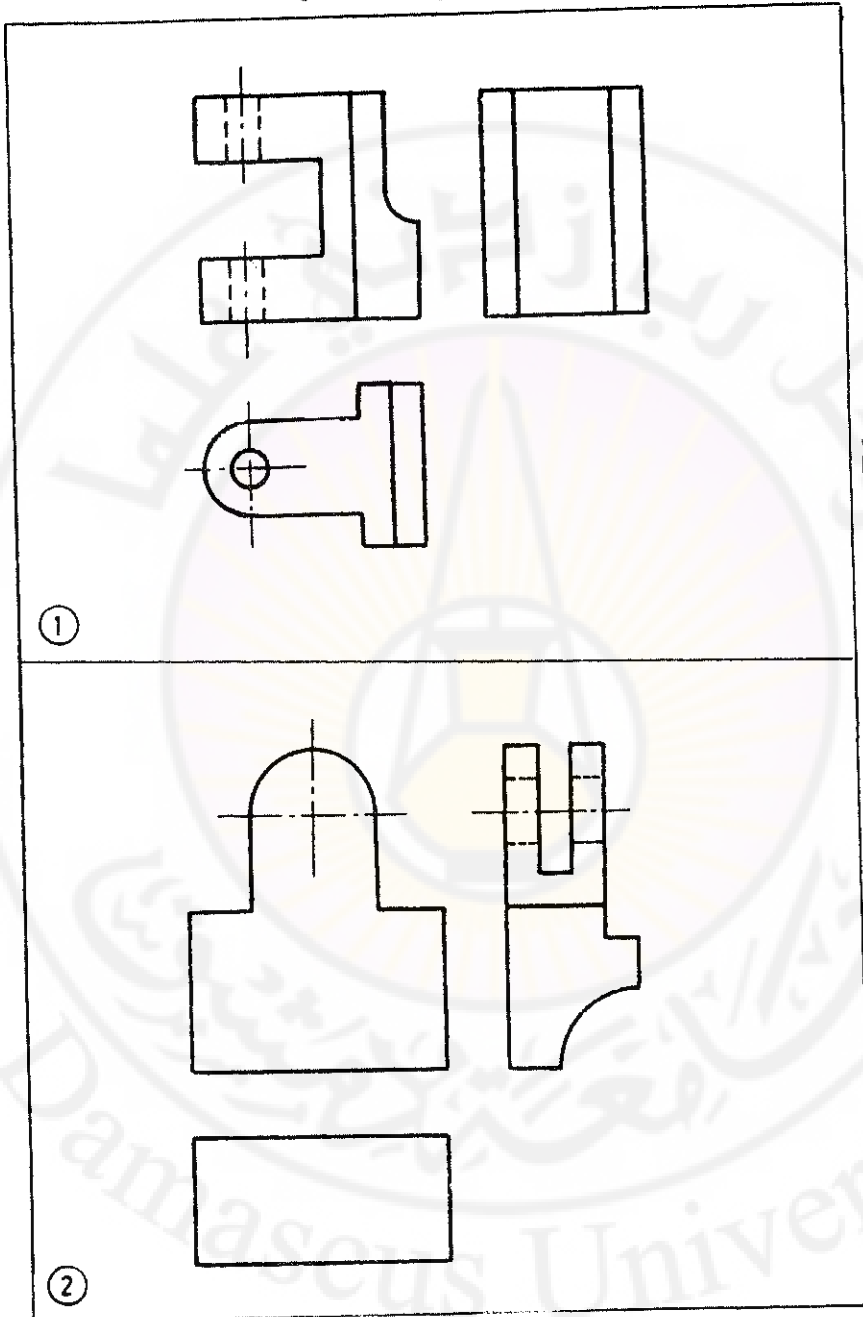
Missing-Line Sketching Problems.

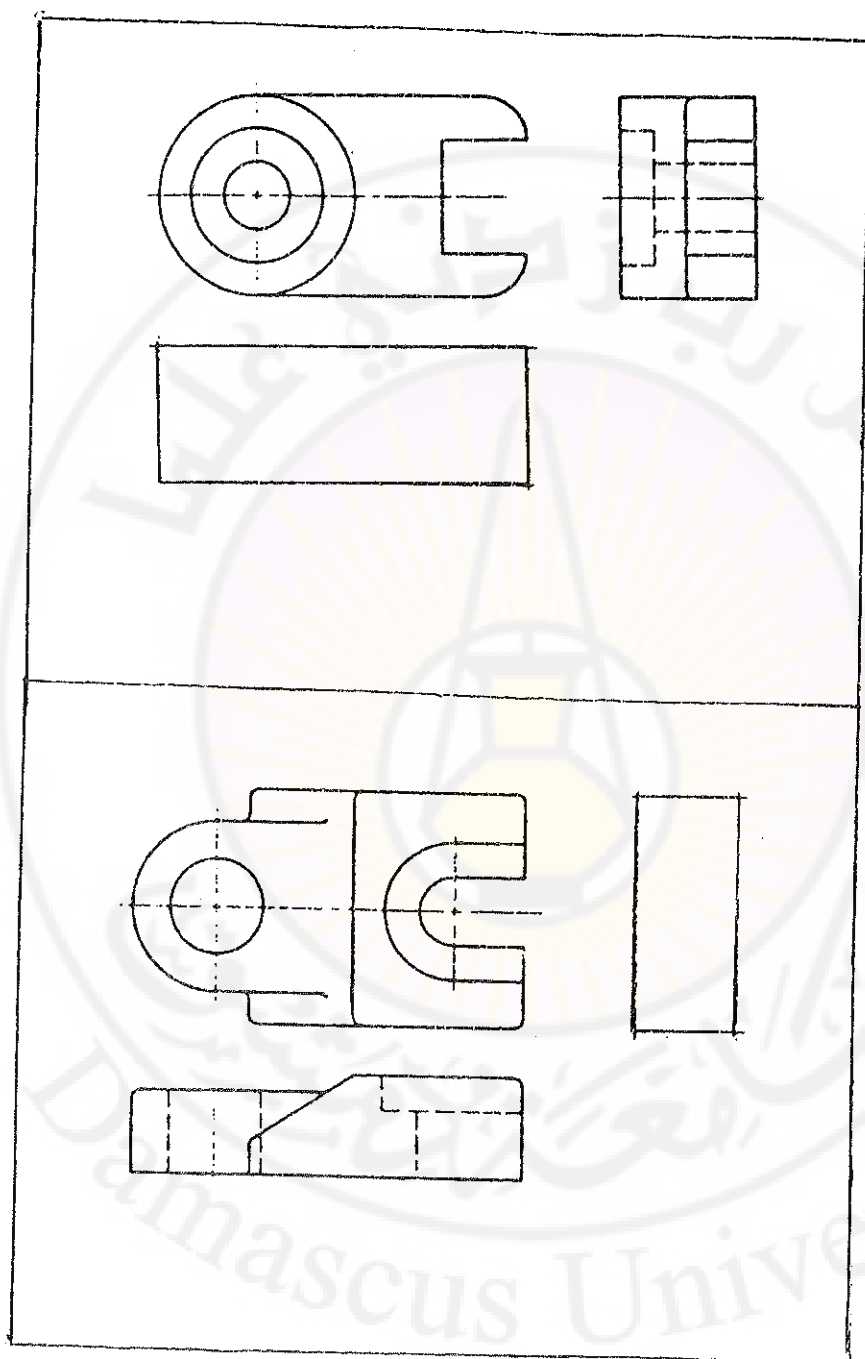


Missing-Line Sketching Problems.

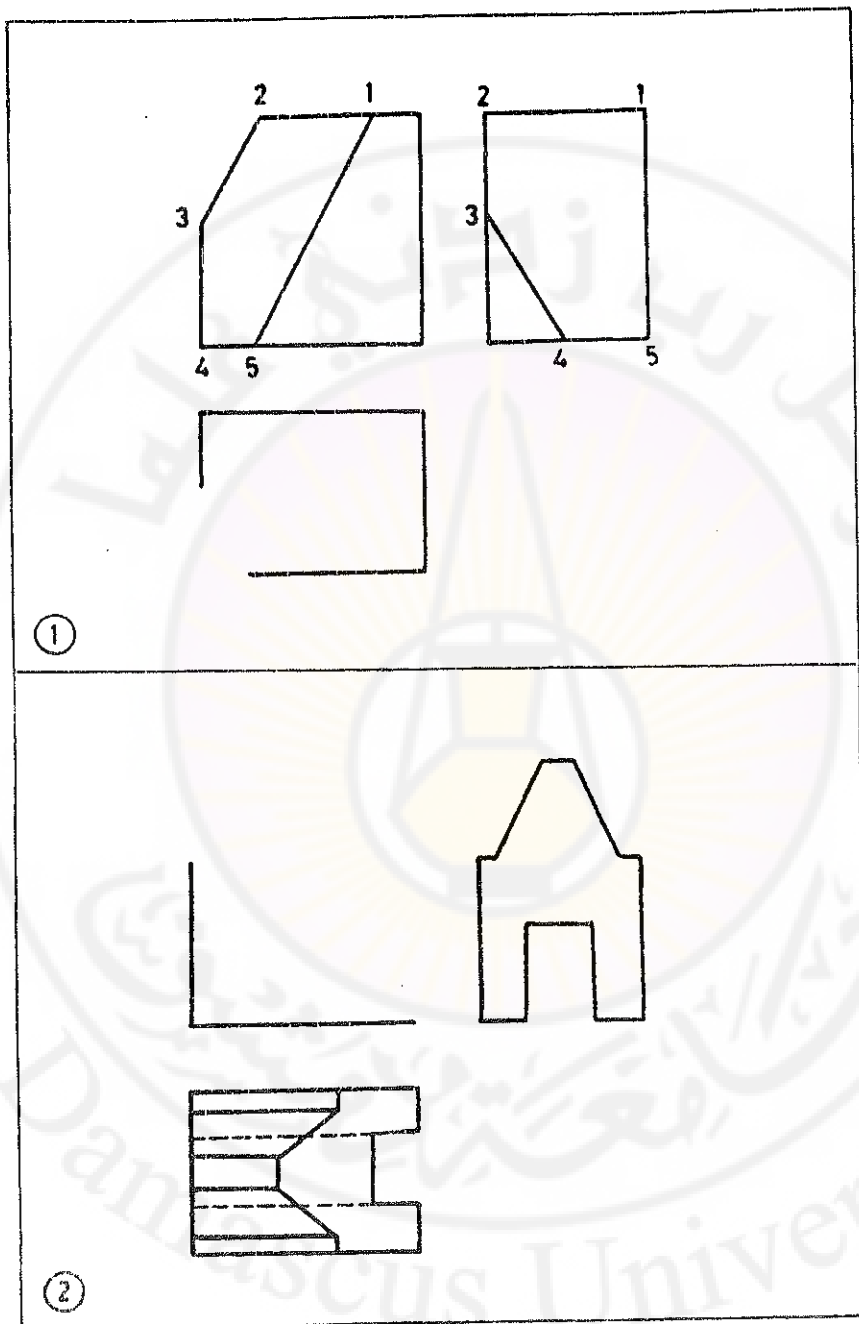


Missing-Line Sketching Problems.

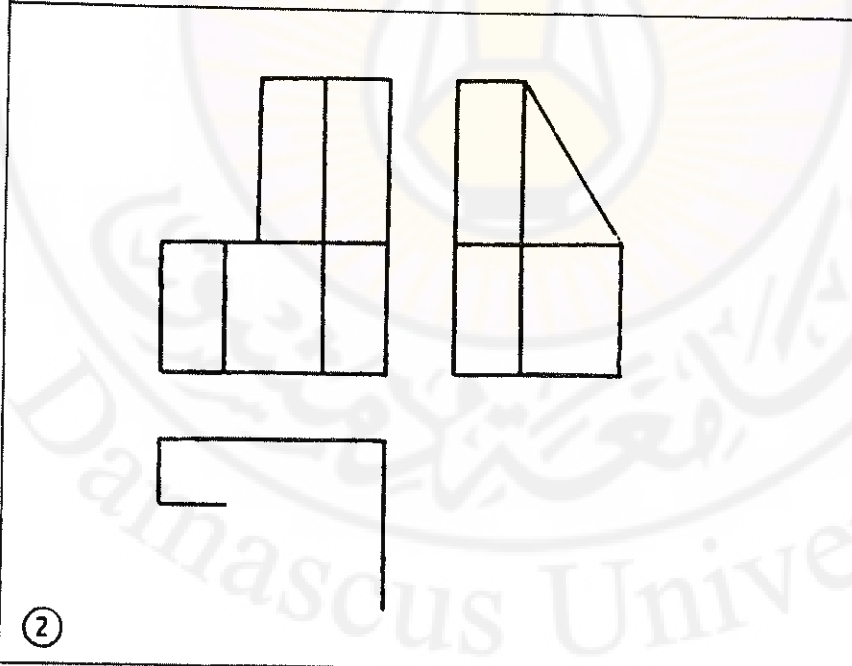
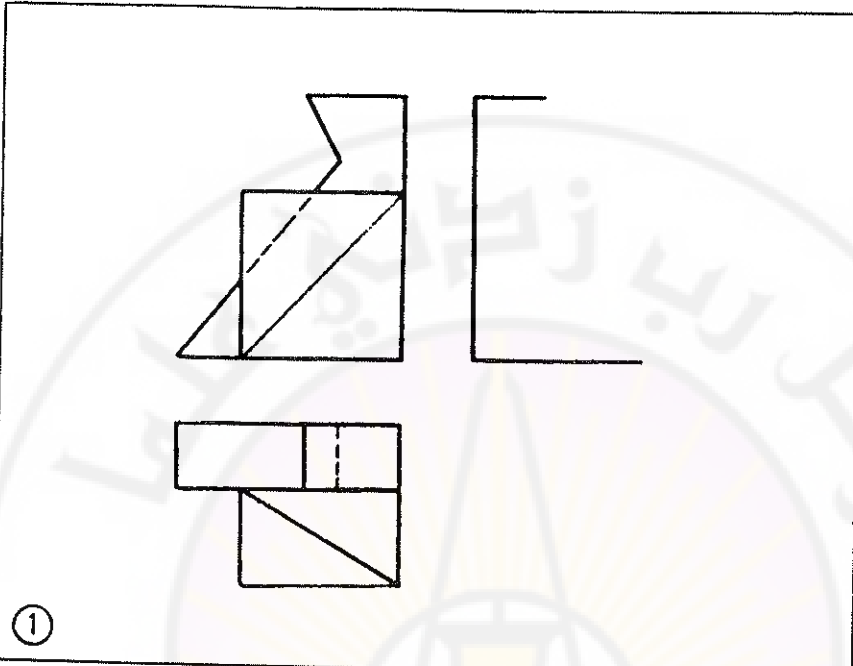


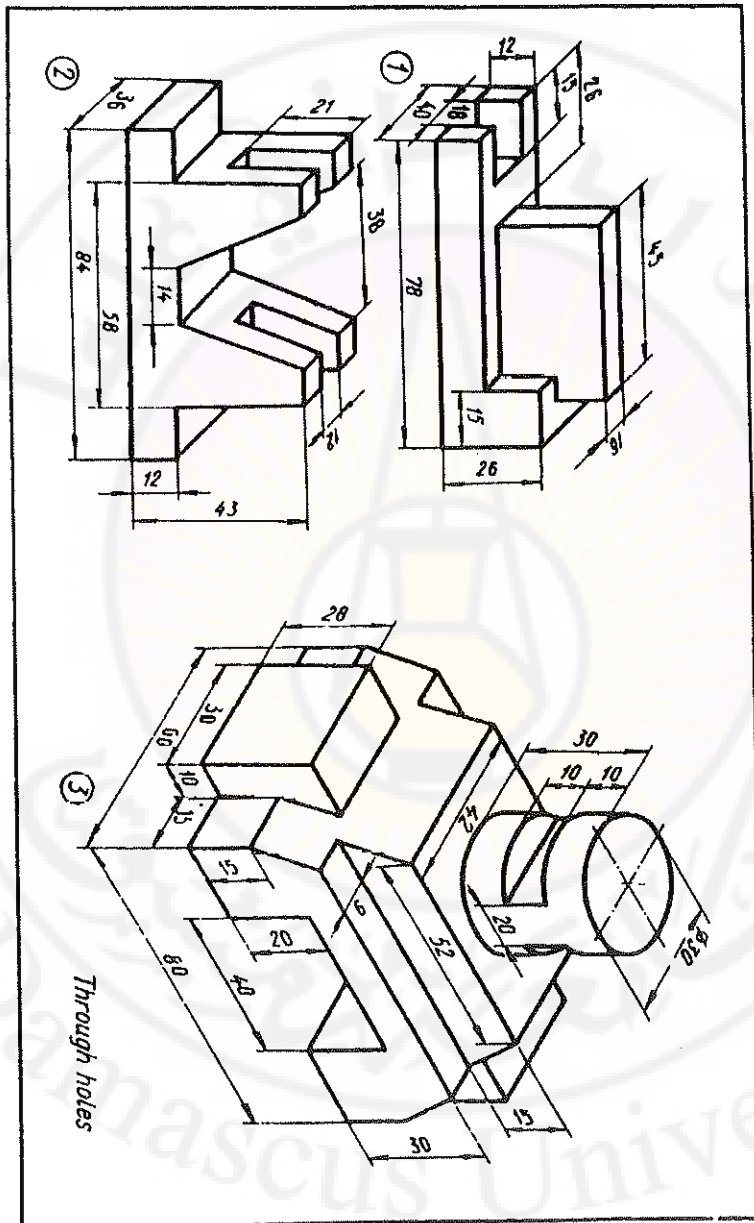


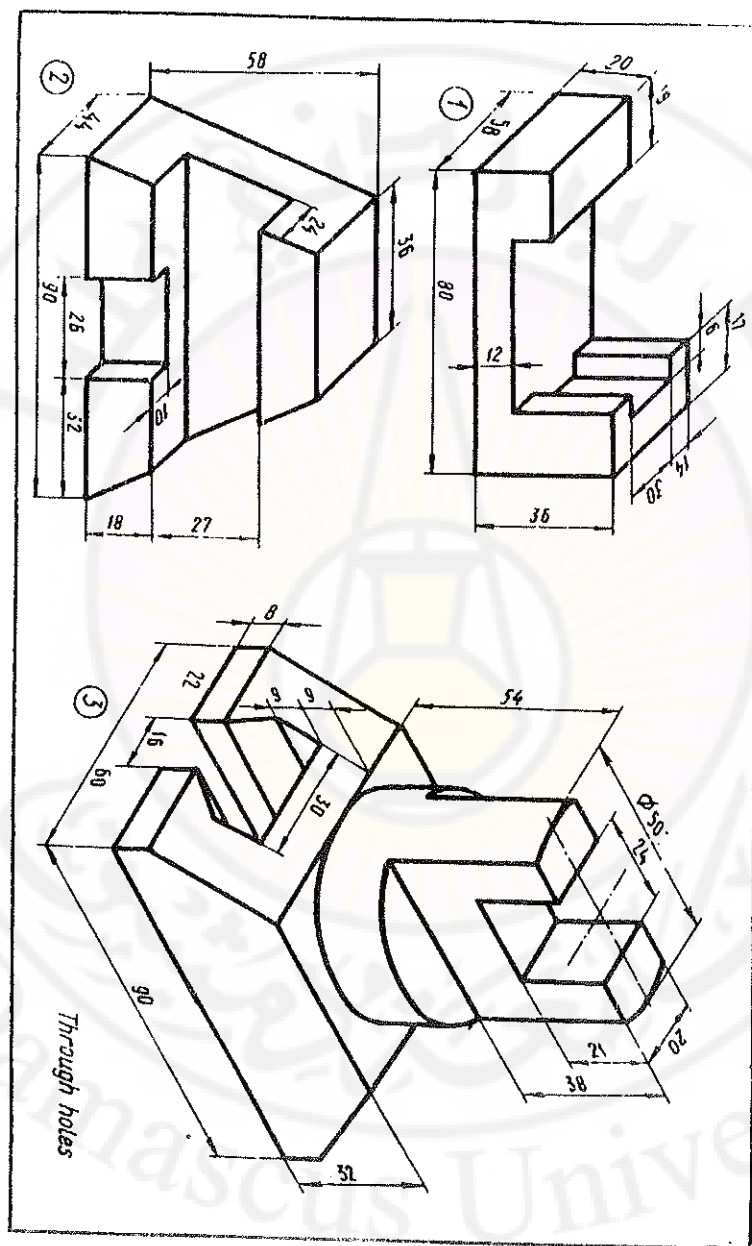
Missing-Line Sketching Problems.

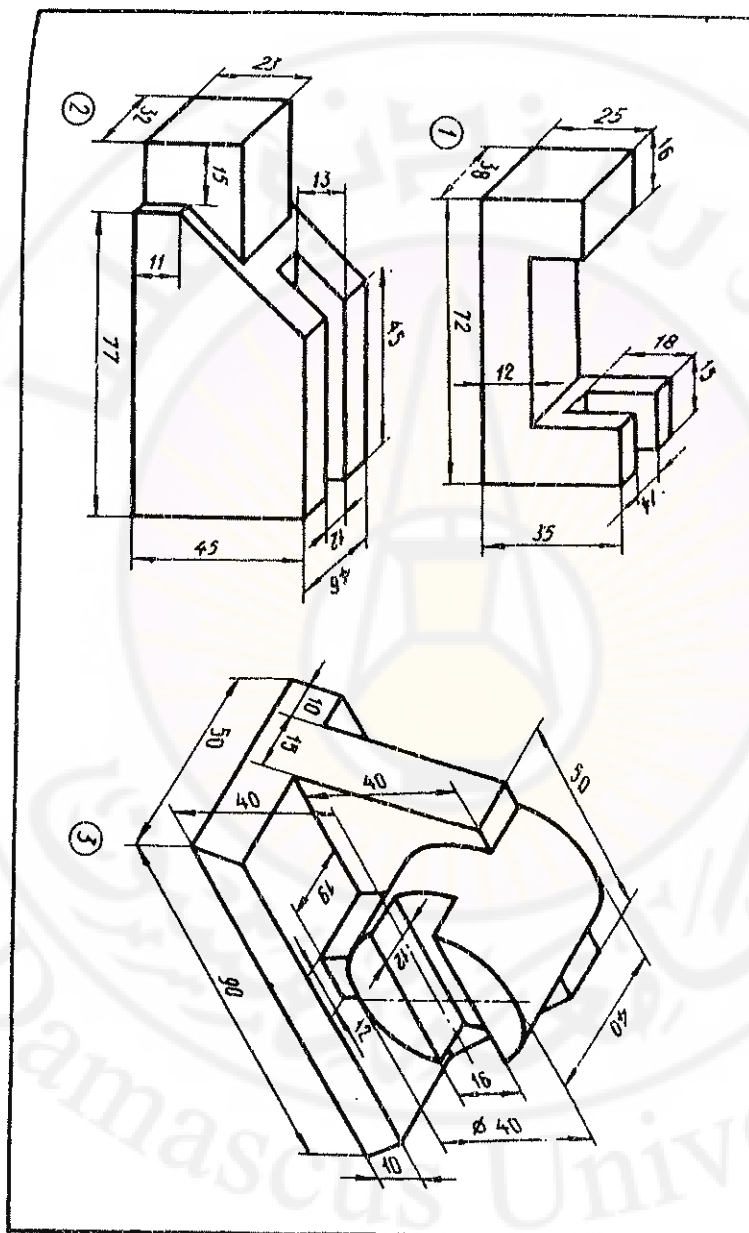


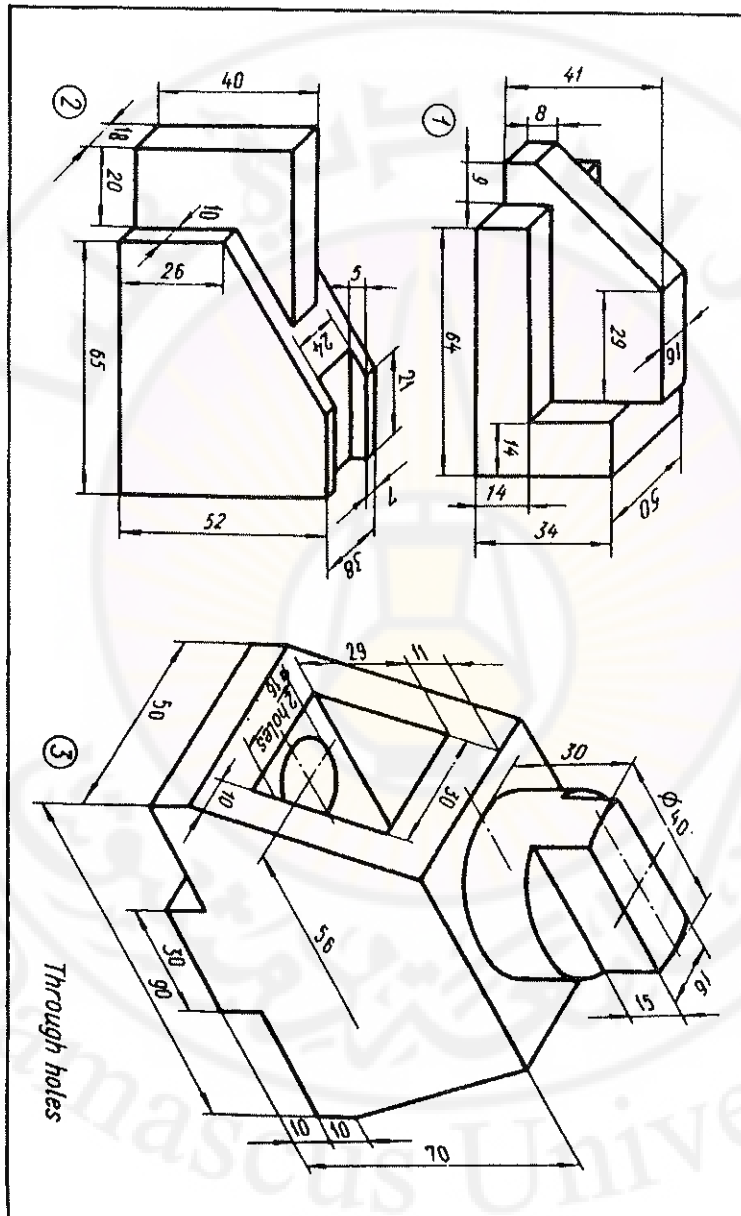
Missing-Line Sketching Problems.

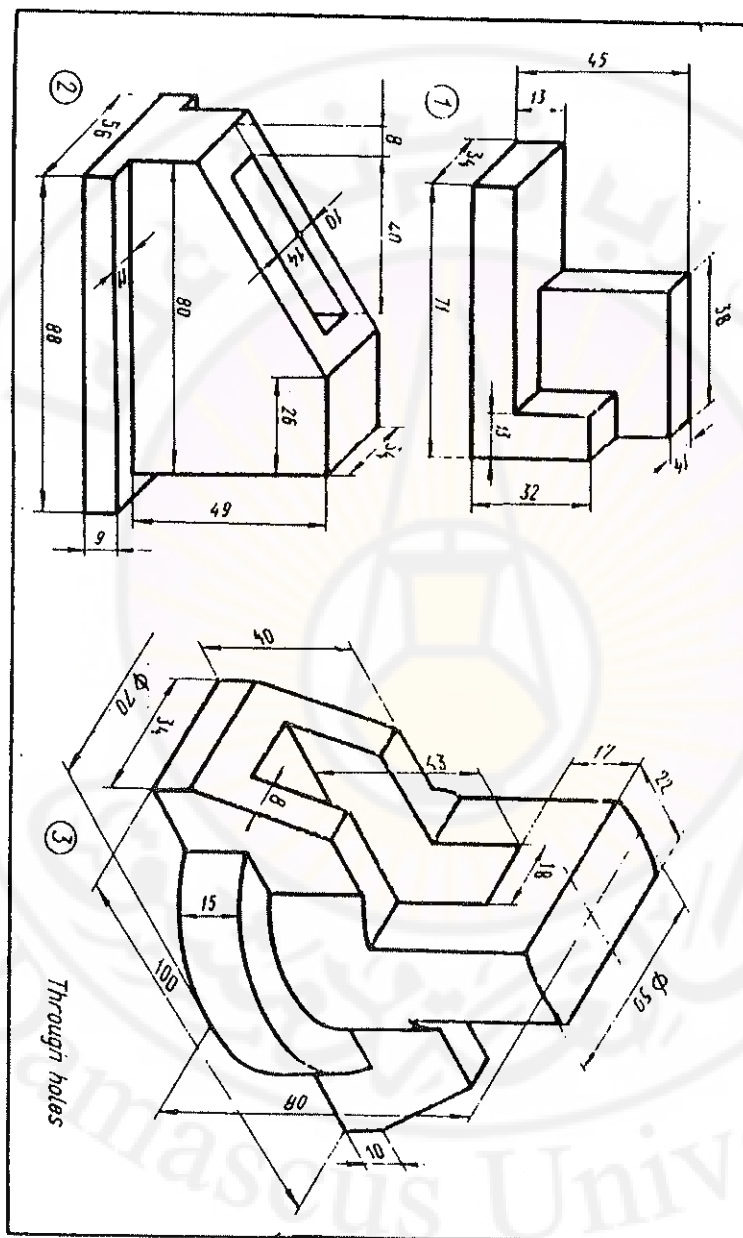


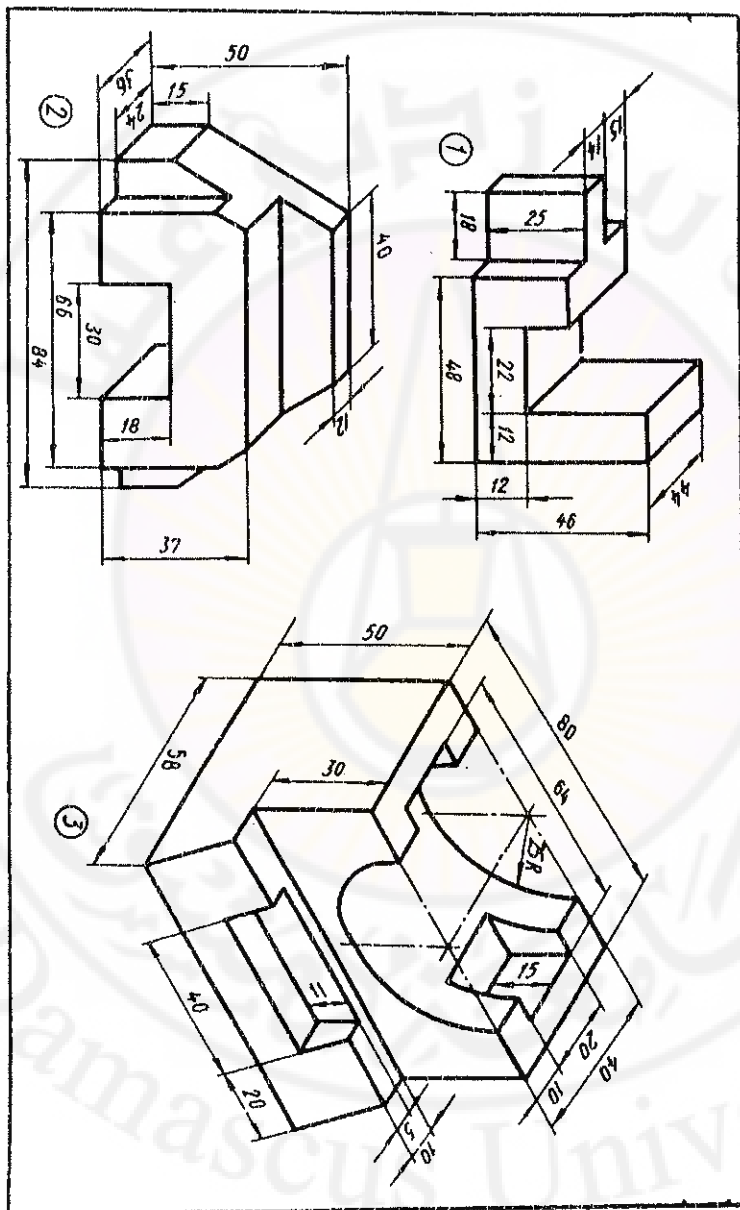


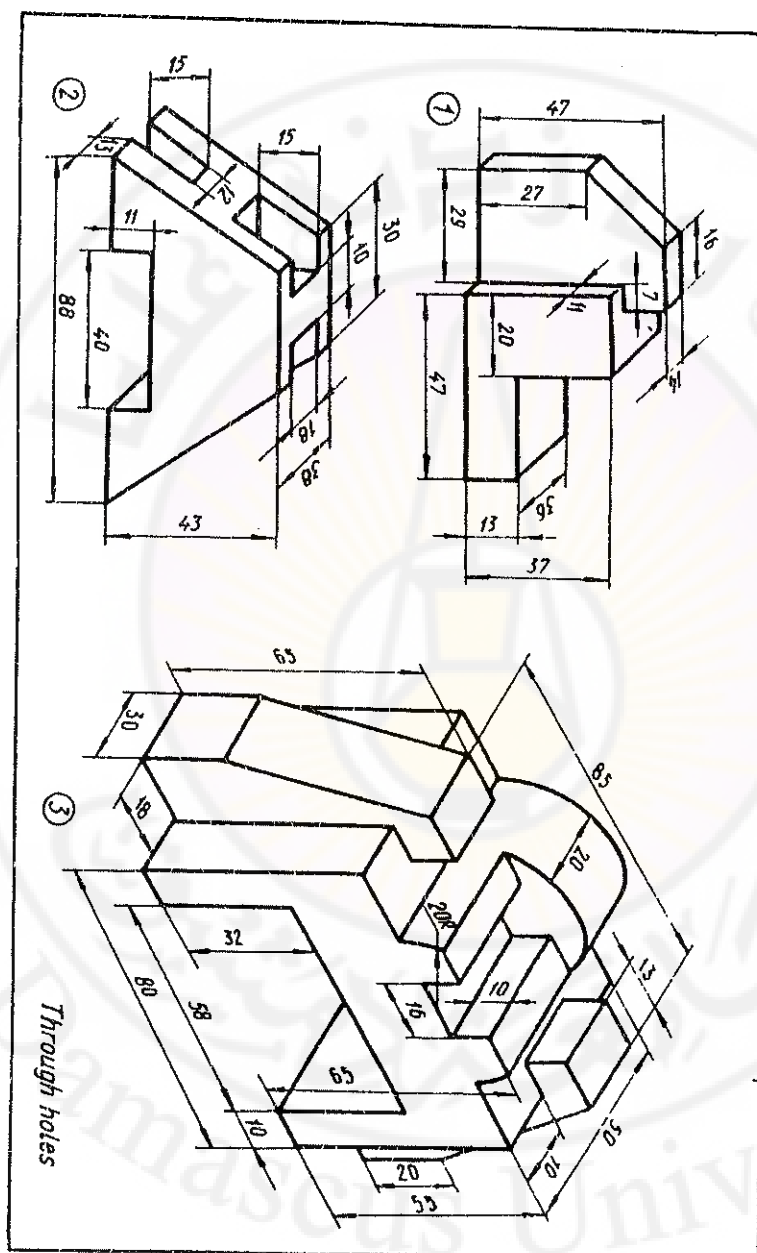


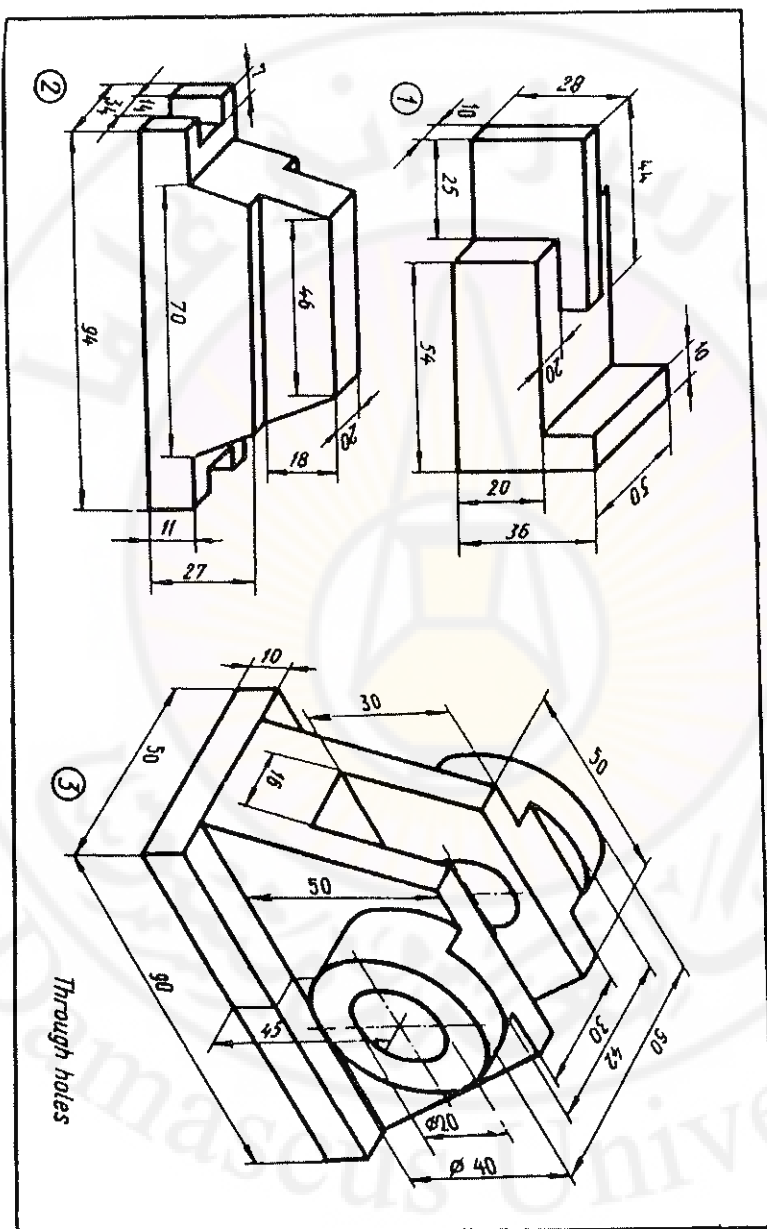


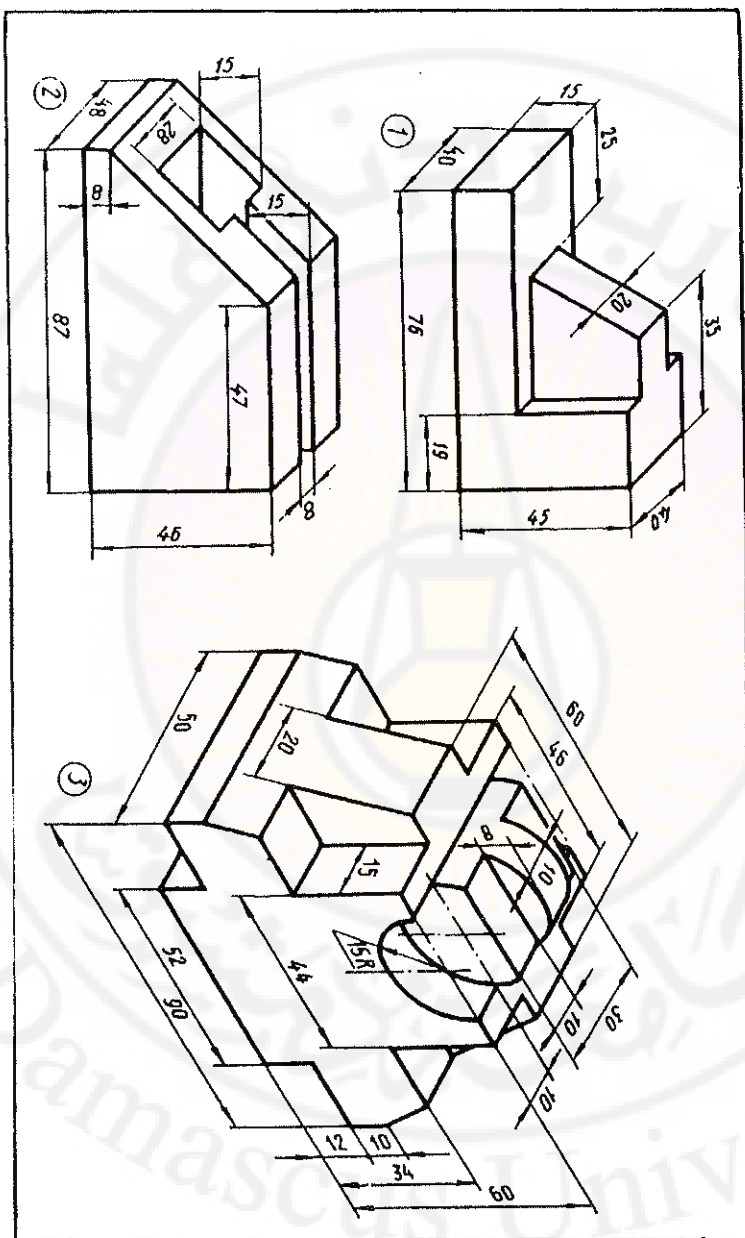


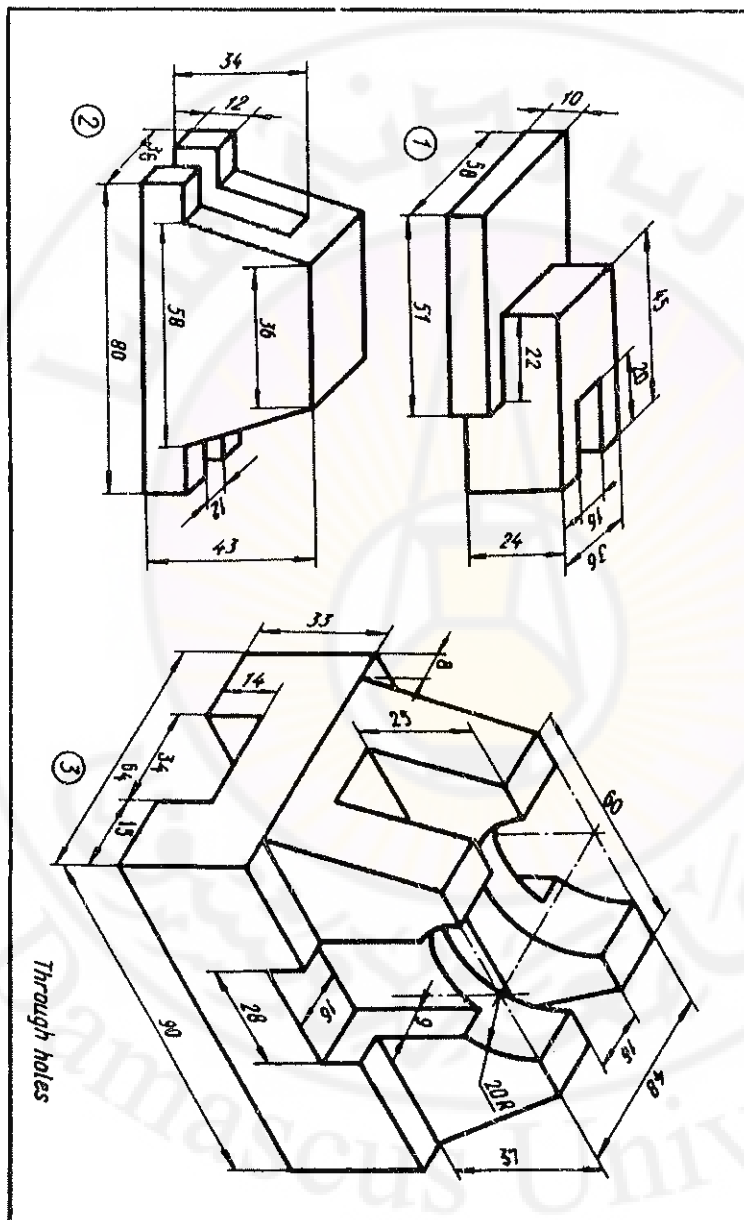


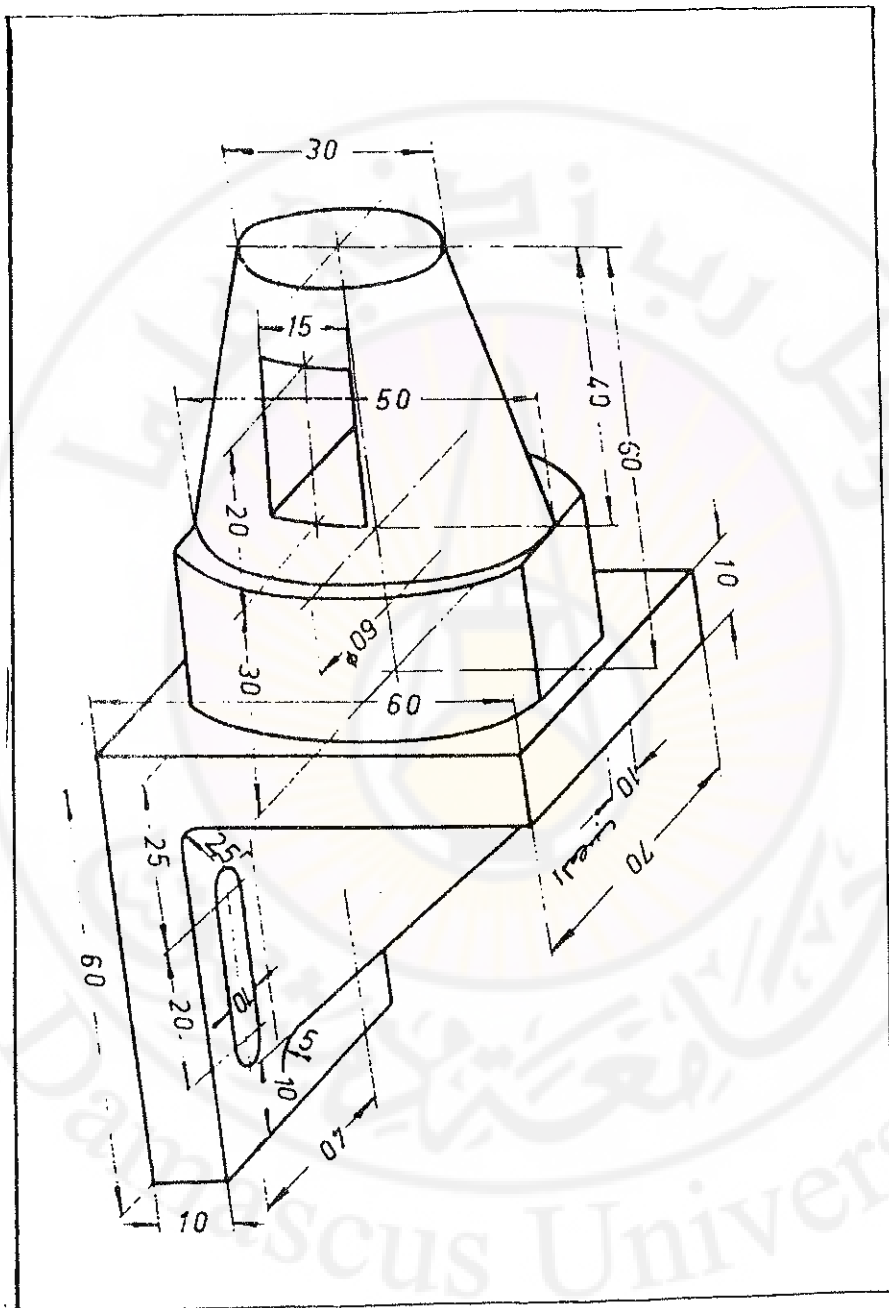


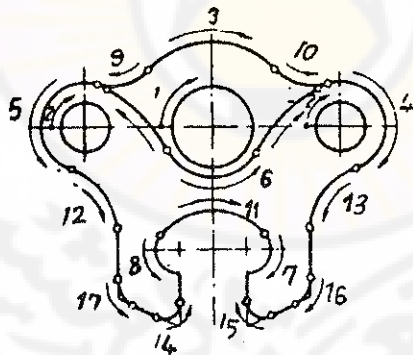


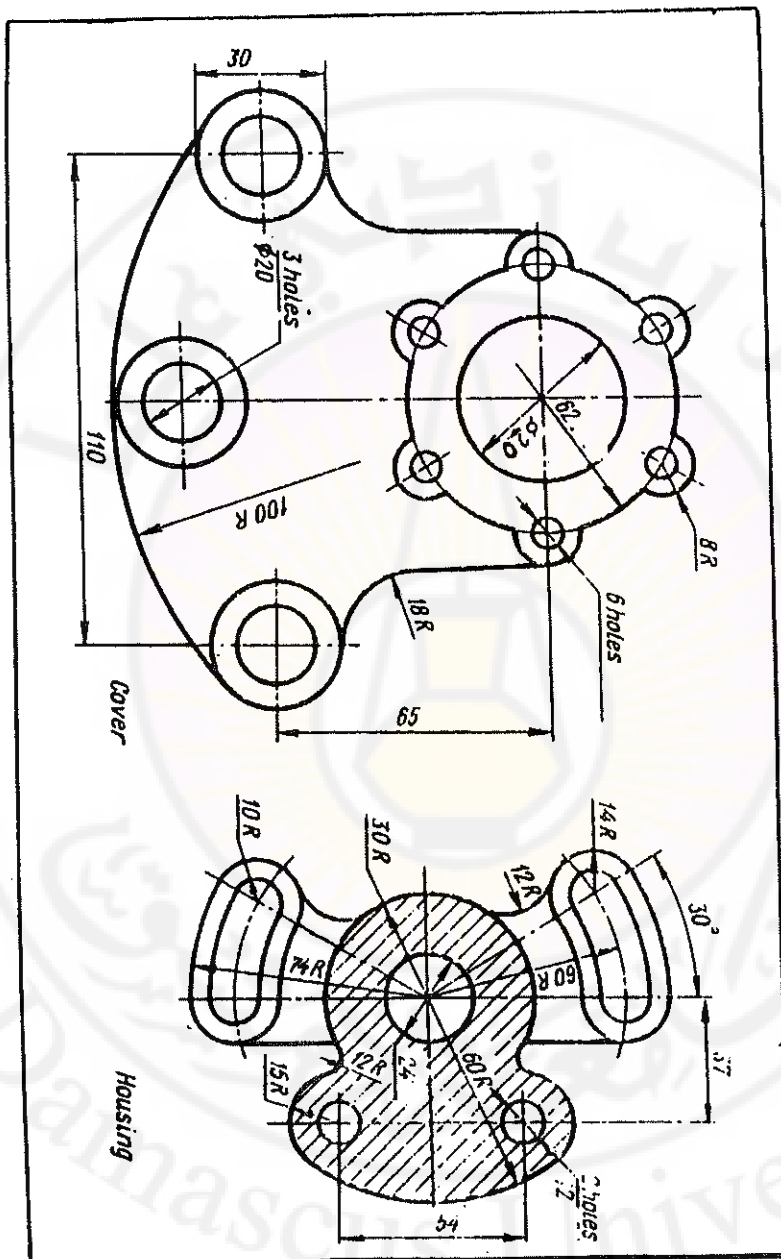




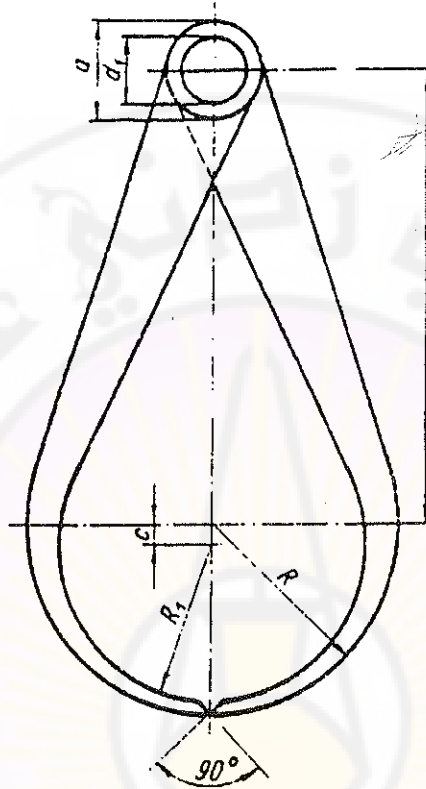




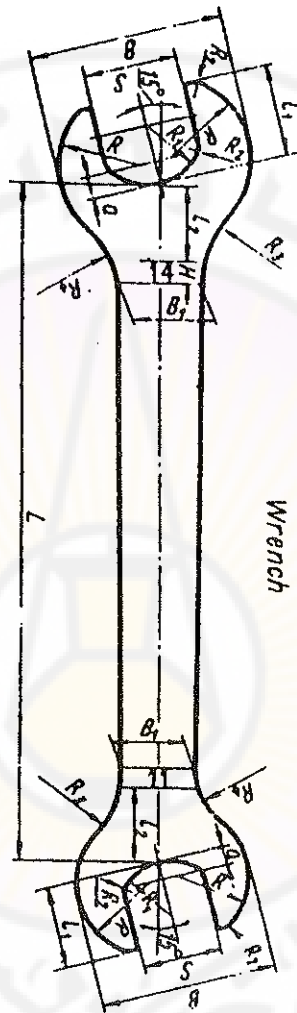




Caliper



Exercise No.	Dimensions in mm					
	l	d	d_1	R	R_1	c
1	100	22	18	45	36	5
2	90	20	16	40	32	4
3	105	20	16	38	29	5
4	85	22	16	30	22	4
5	120	24	20	48	38	6

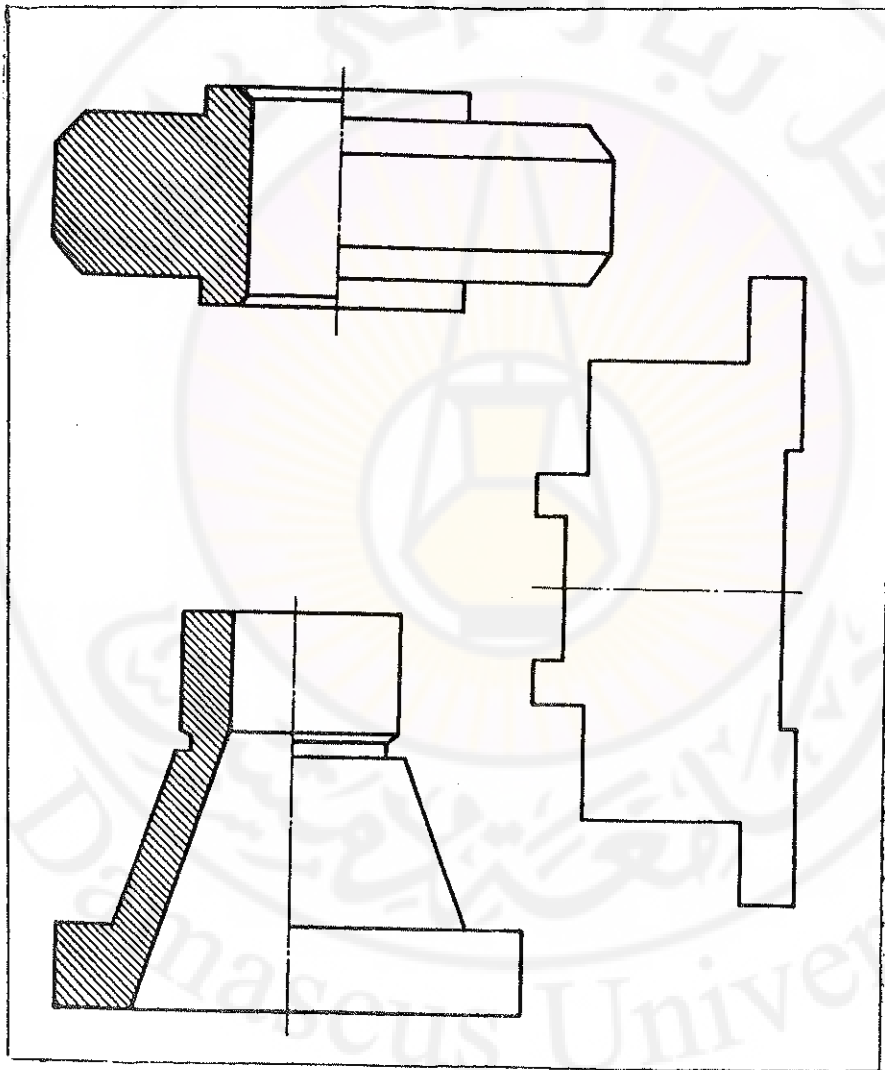


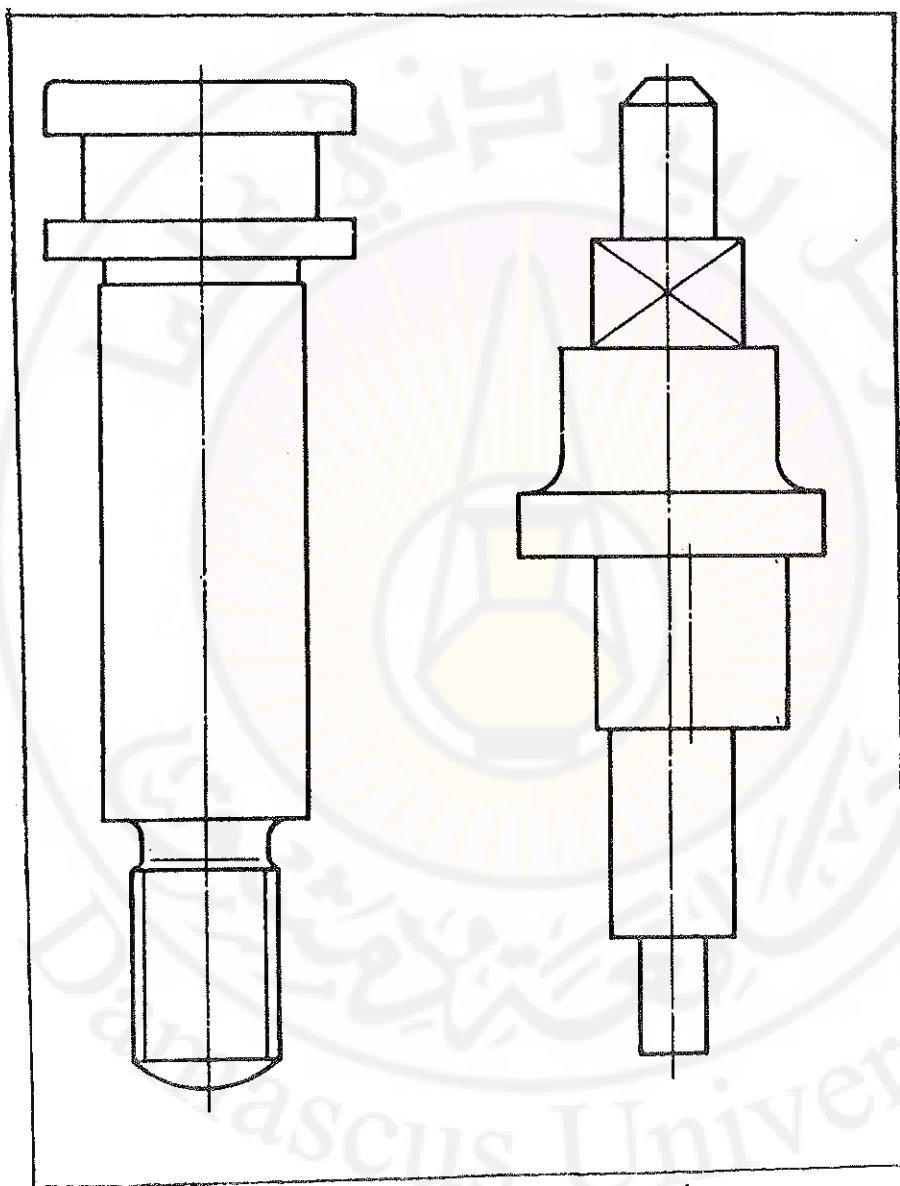
Exercise No.	Size of jaw	Dimensions in mm											
		L	B	B ₁	l ₁	a	R	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	l ₂	H
1	17-19	135	35-40	16-18	17-19	4-4	16-18	13-14	1-1	16-22	16-18	20	5
2	17-22	150	35-46	16-20	17-21	4-4	16-20	13-15	1-1	16-35	16-20	20	5
3	22-24	170	46-50	20-22	21-23	4-4	20-22	15-16	1-1	25-38	20-22	20	5
4	24-27	190	50-56	22-24	23-26	4-5	22-24	16-18	1-2	28-32	22-24	30	6
5	27-30	200	56-60	24-26	26-28	5-5	24-26	18-19	2-2	32-34	24-25	30	8

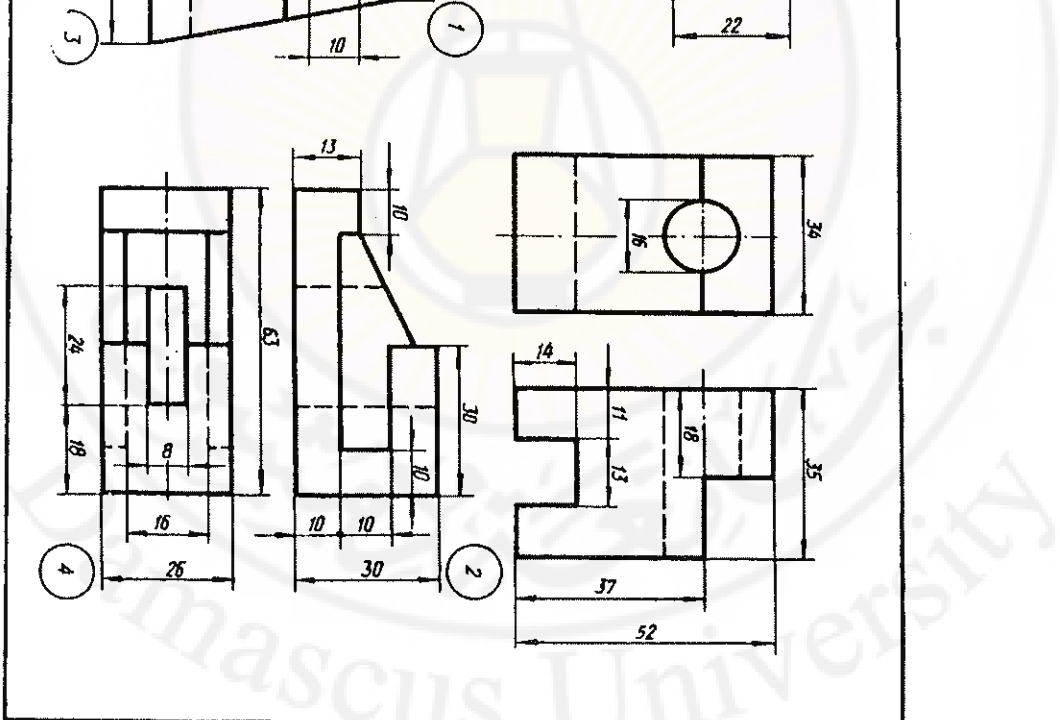
تمارين

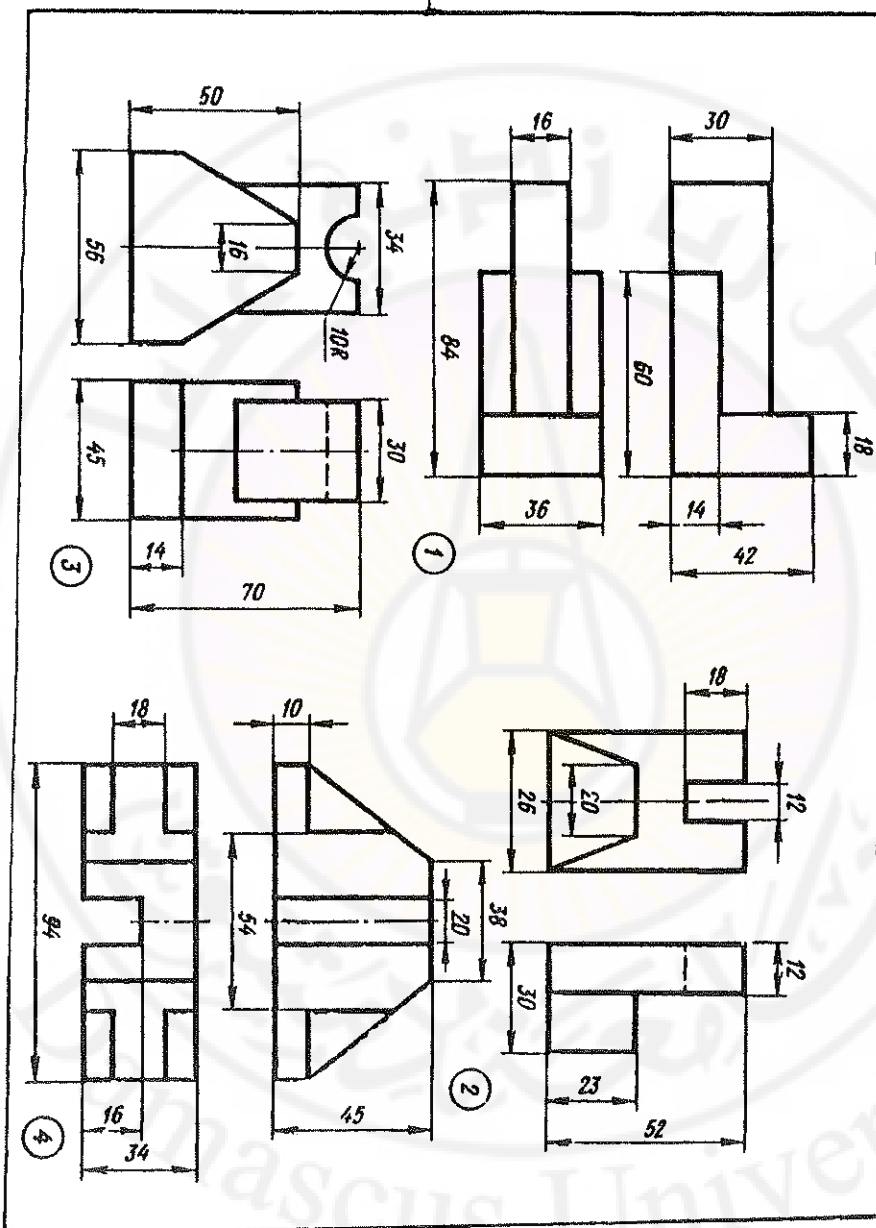
وضع الأبعاد
استنتاج المسقط الثالث

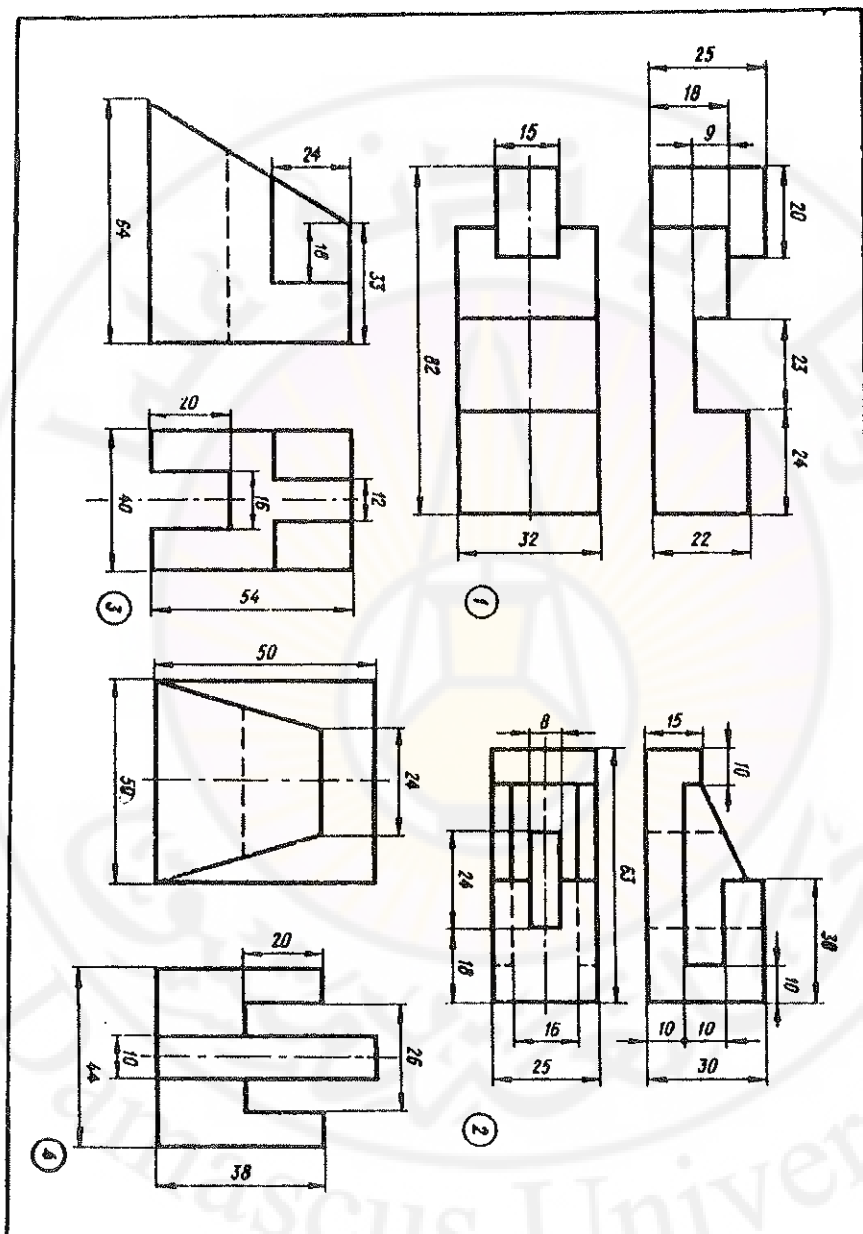


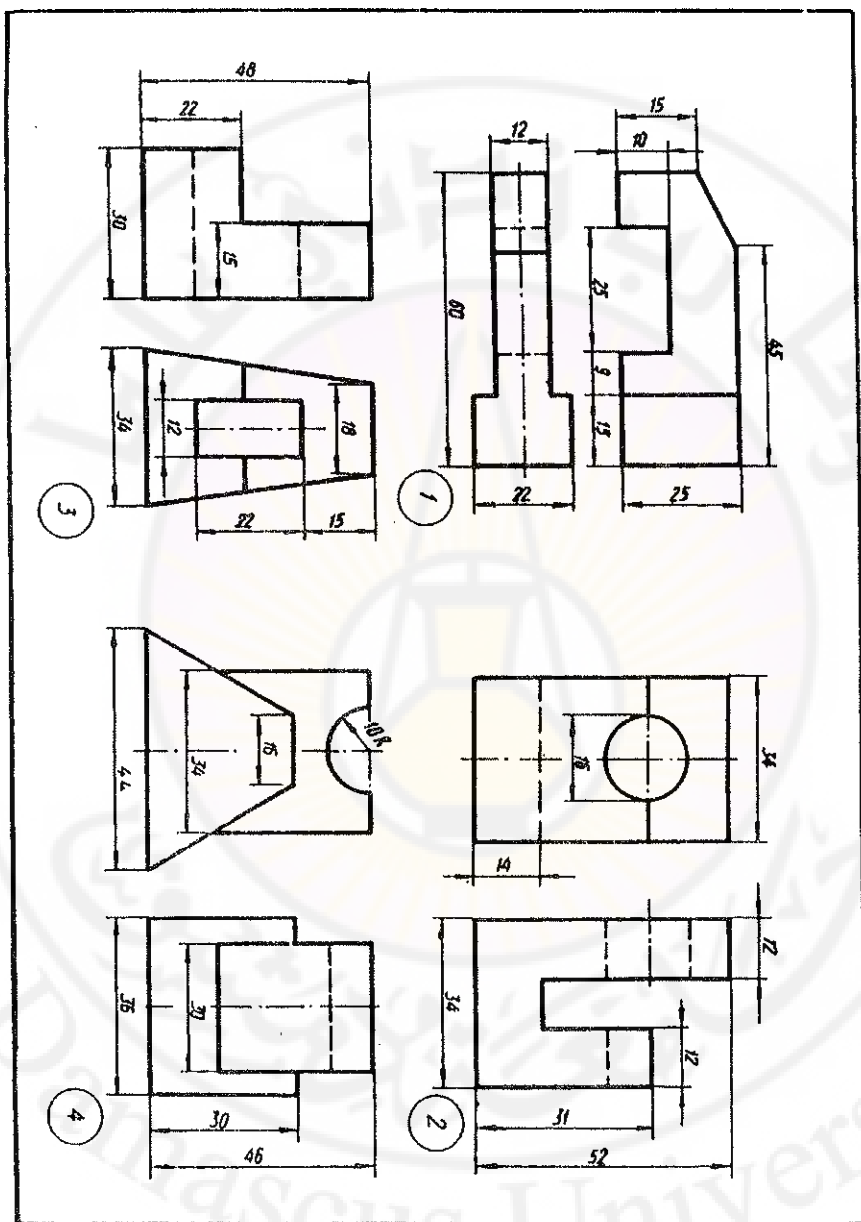


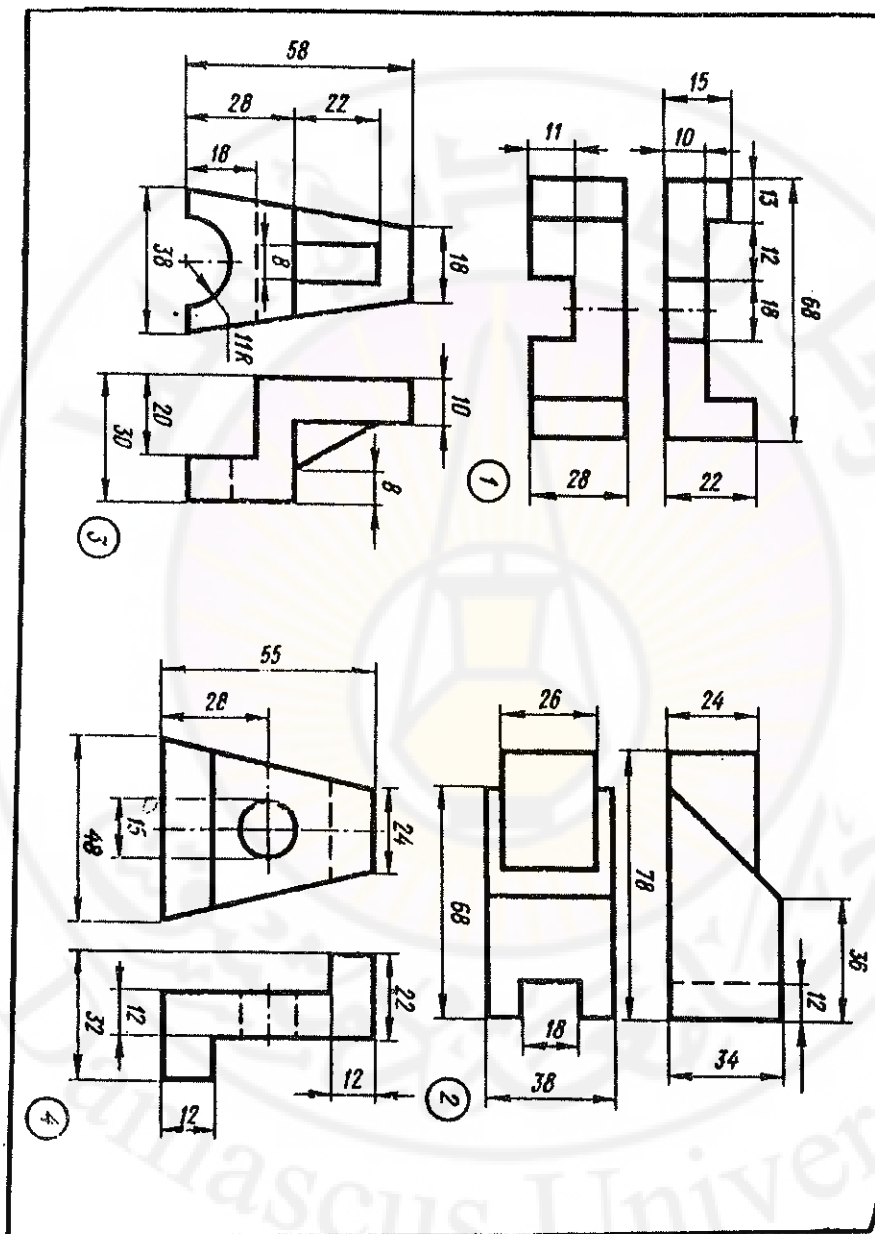


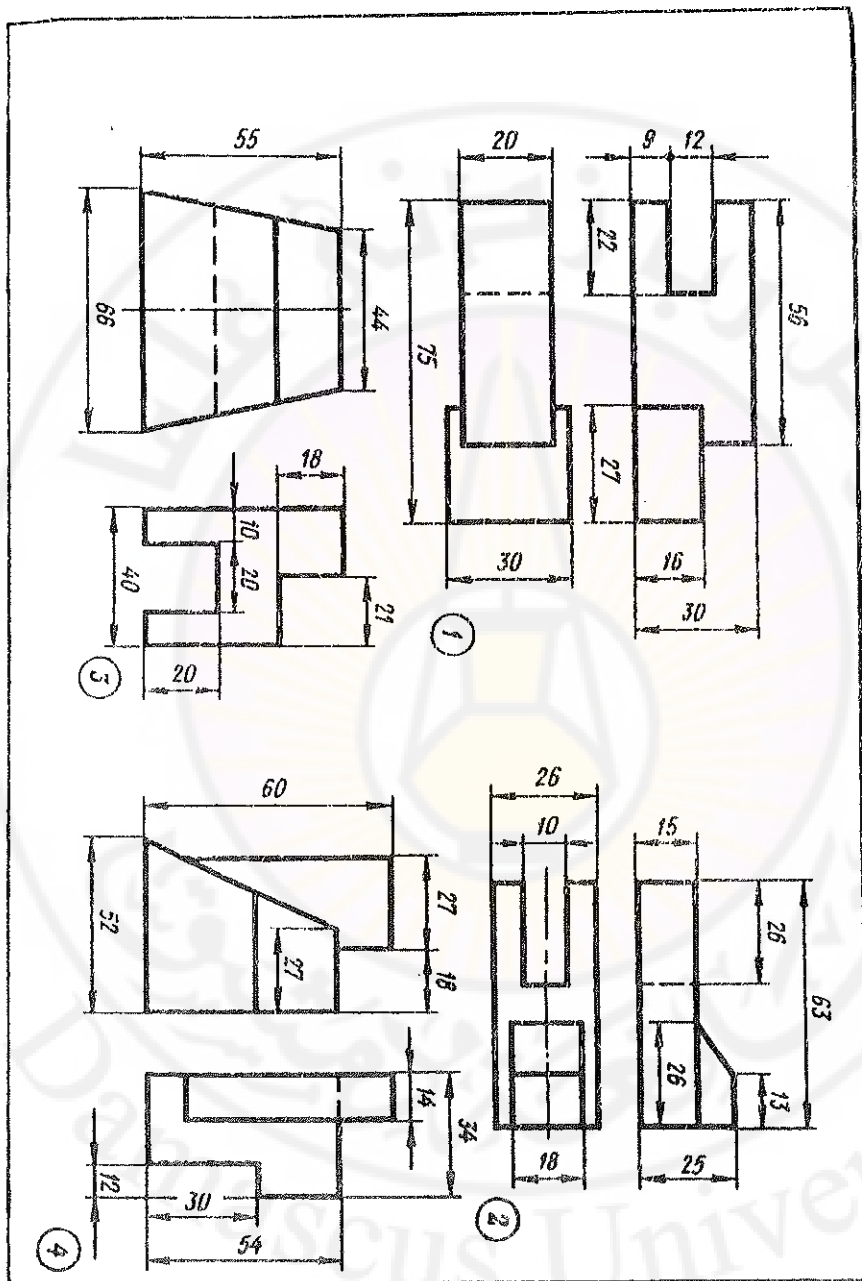


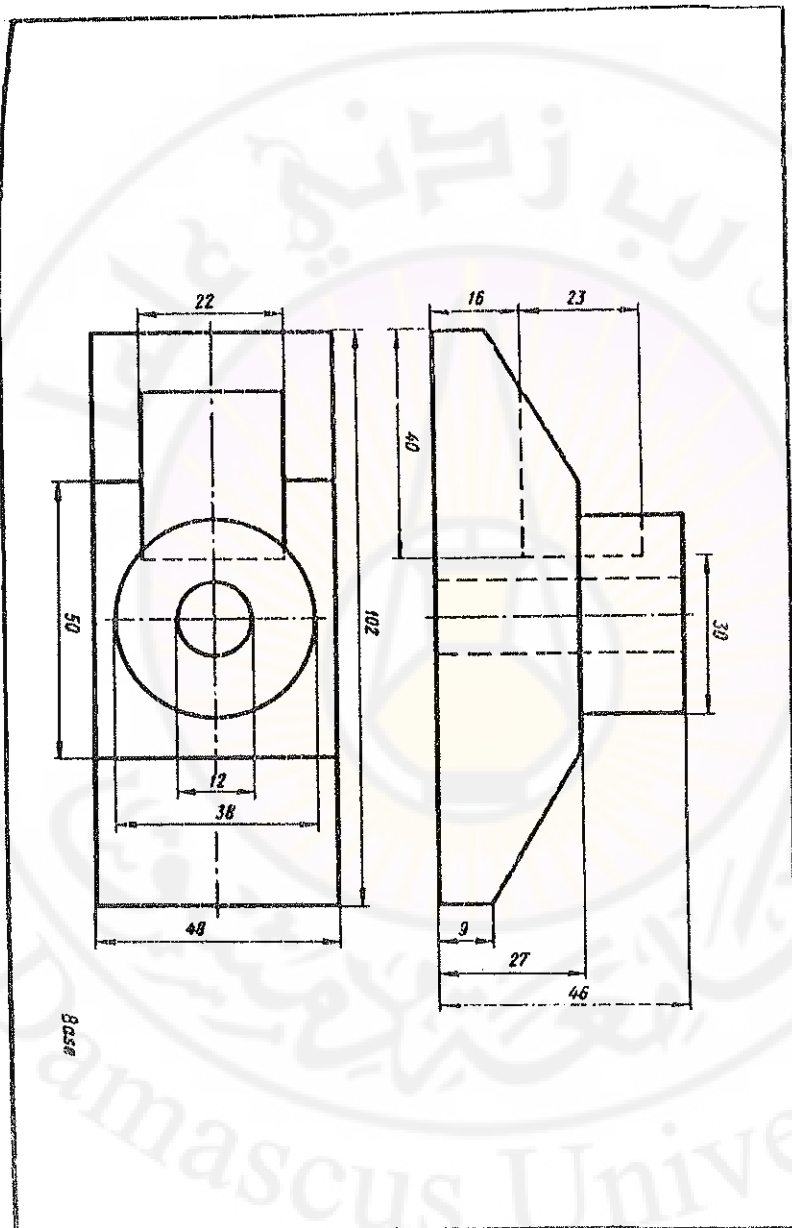


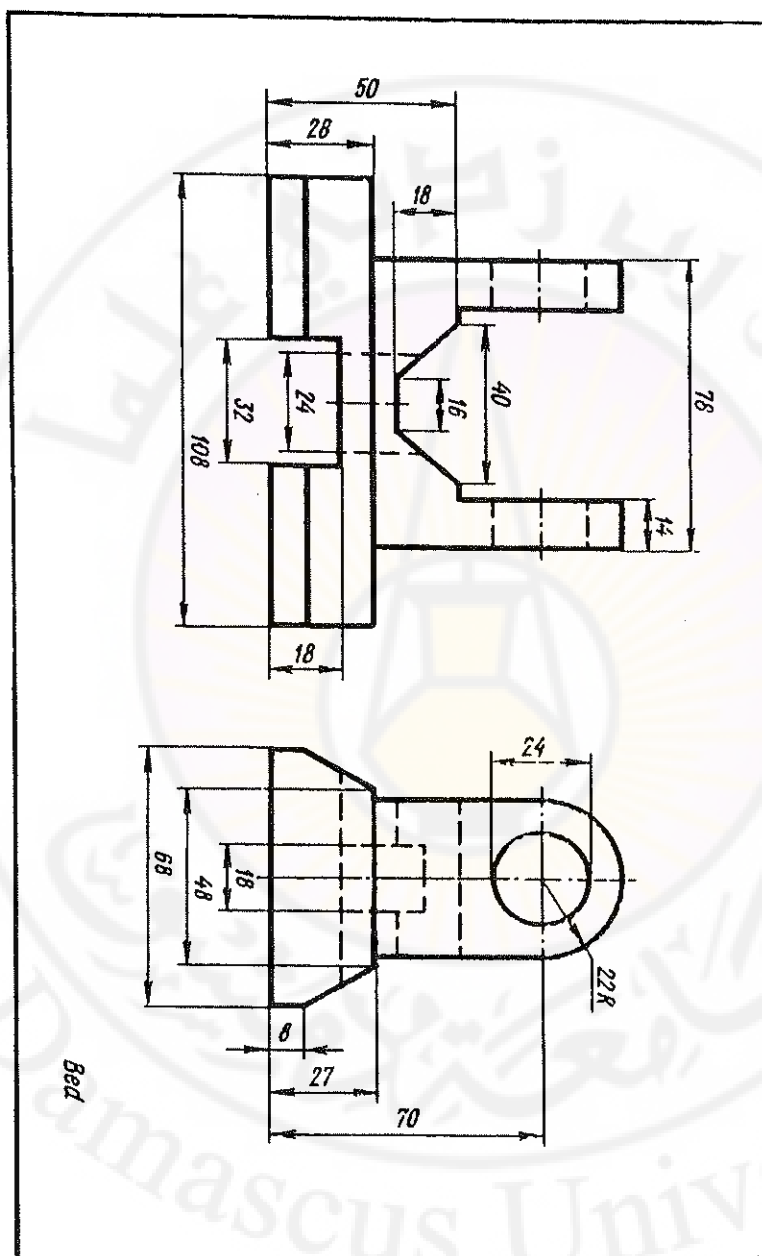


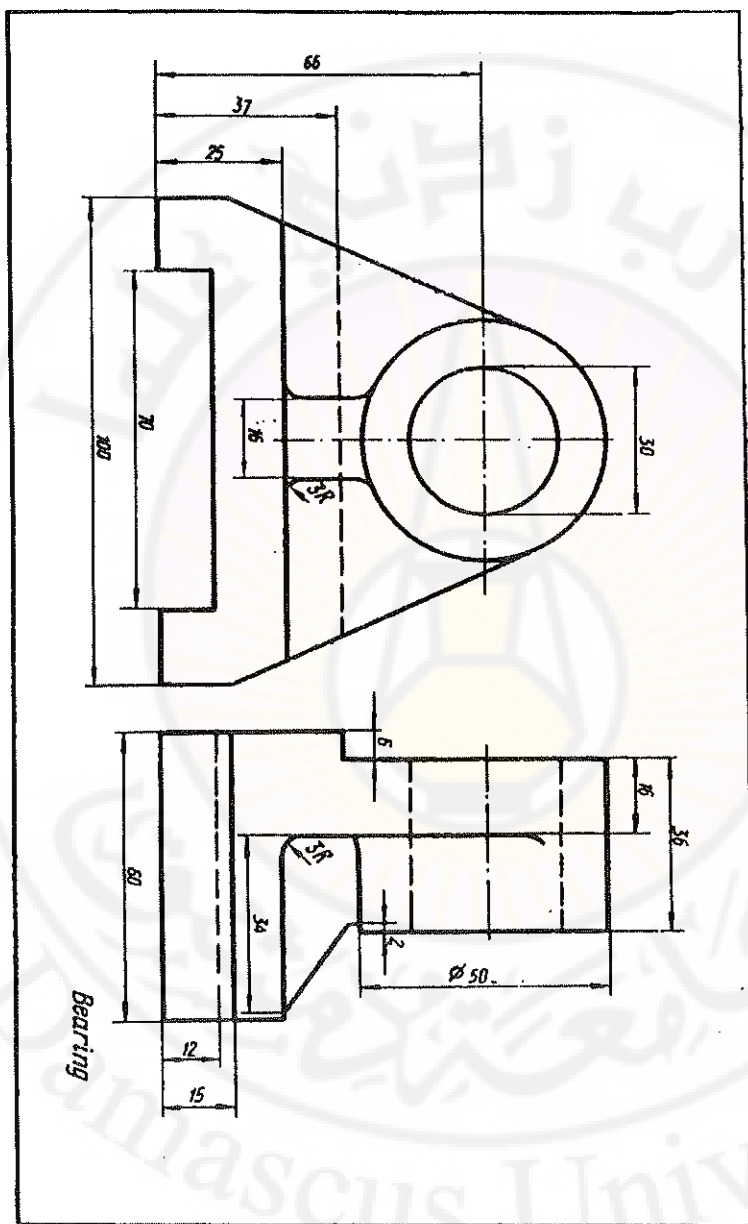


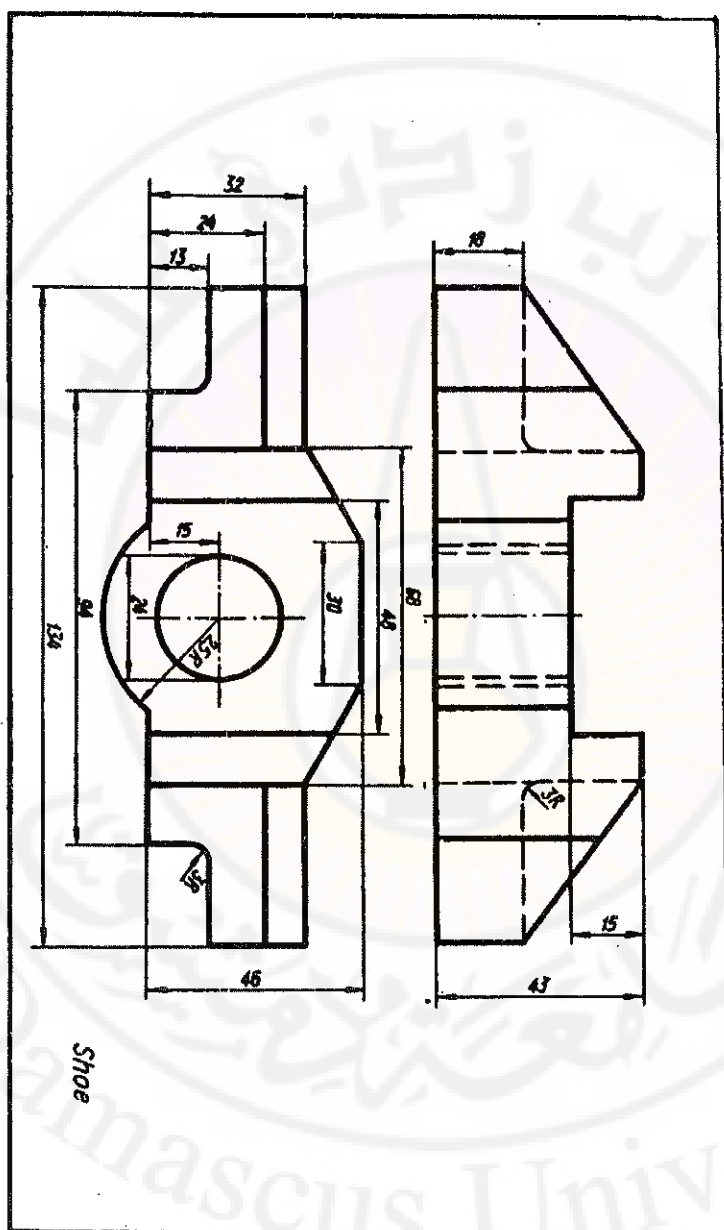


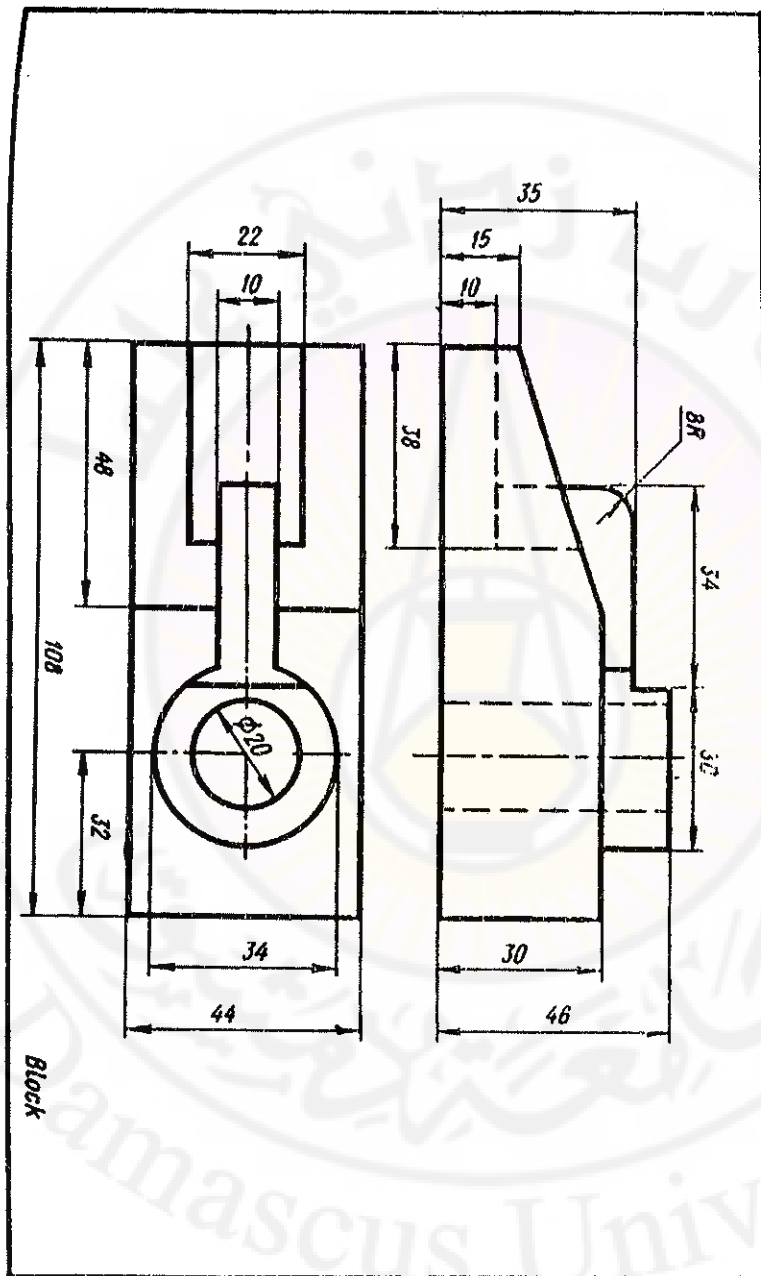








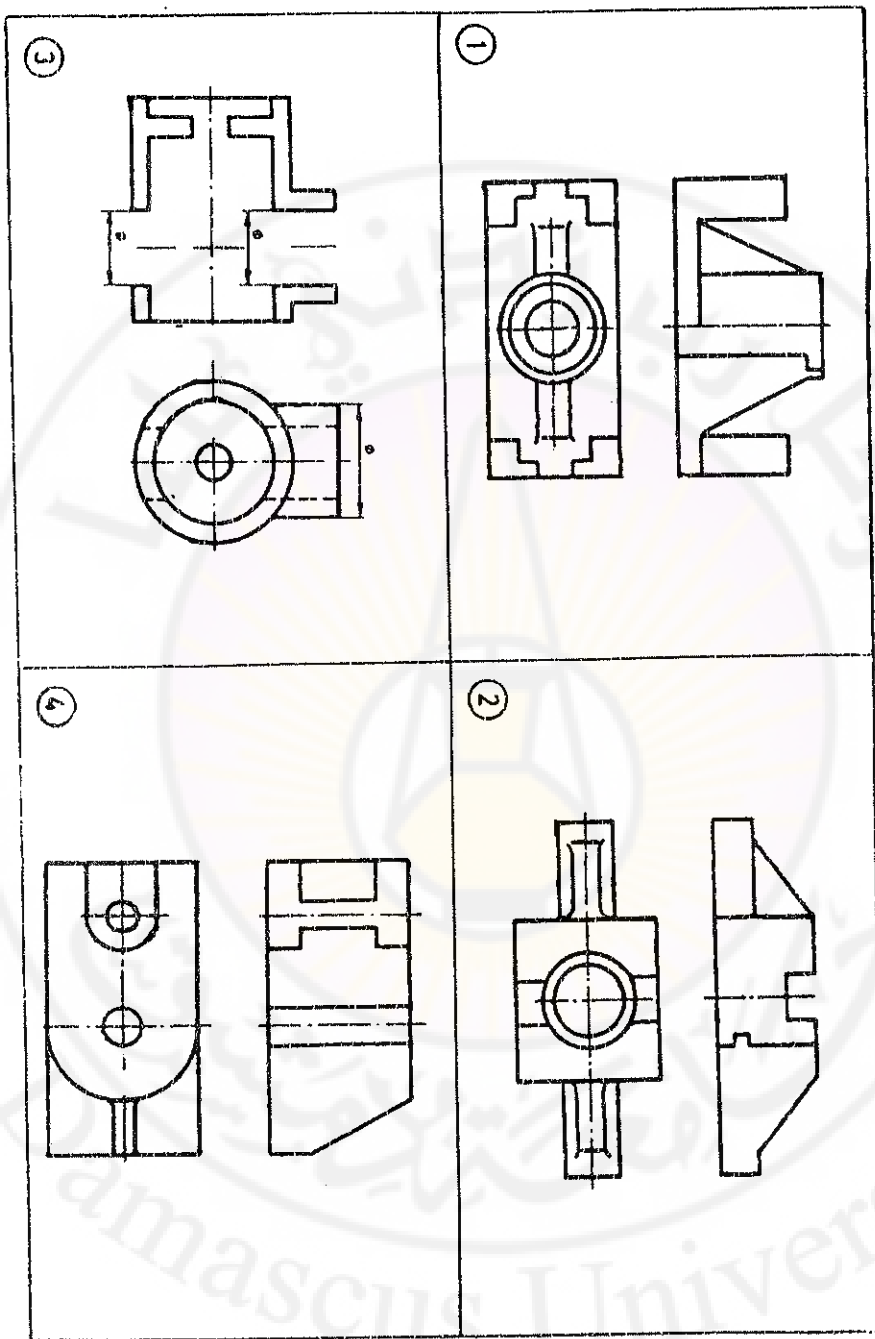




تمارين

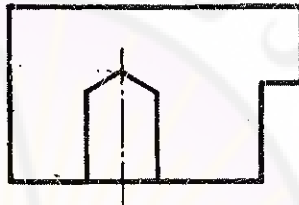
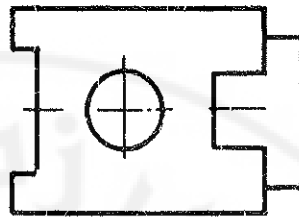
- القطاعات
- القطاعات واستنتاج المسقط الثالث



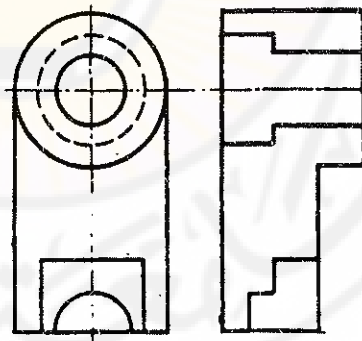


SECTIONING PROBLEMS

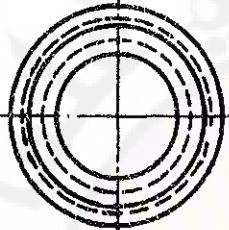
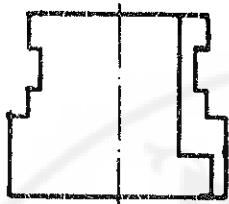
1



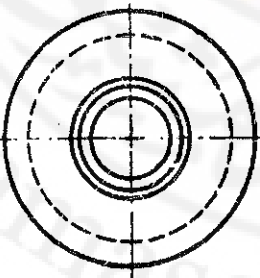
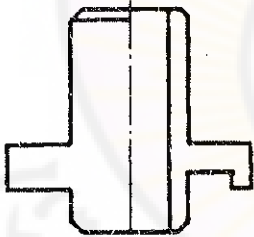
2



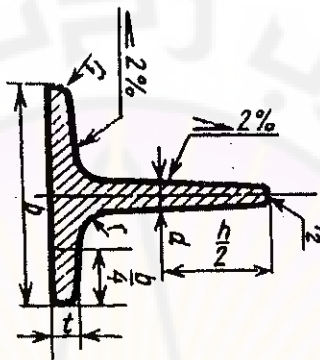
3



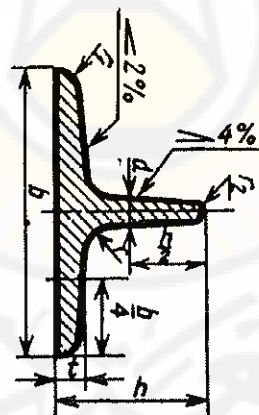
4



High tee

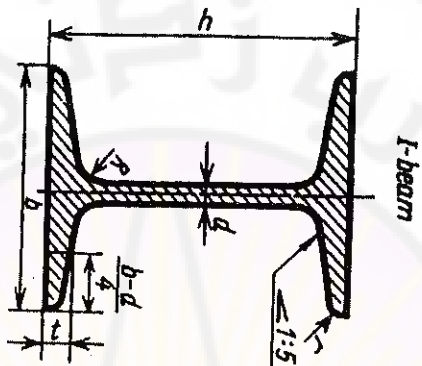


Tee

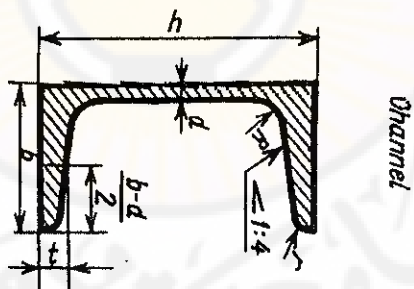


Exercice No.	Dimensions in mm				
	$b=d$	$d=t$	r	r_1	r_2
11	50	6	6	3	1,5
12	50	7	7	3,5	2
13	70	8	8	4	2
14	80	9	9	4,5	2
15	90	10	10	5	2,5
16	100	11	11	5,5	3

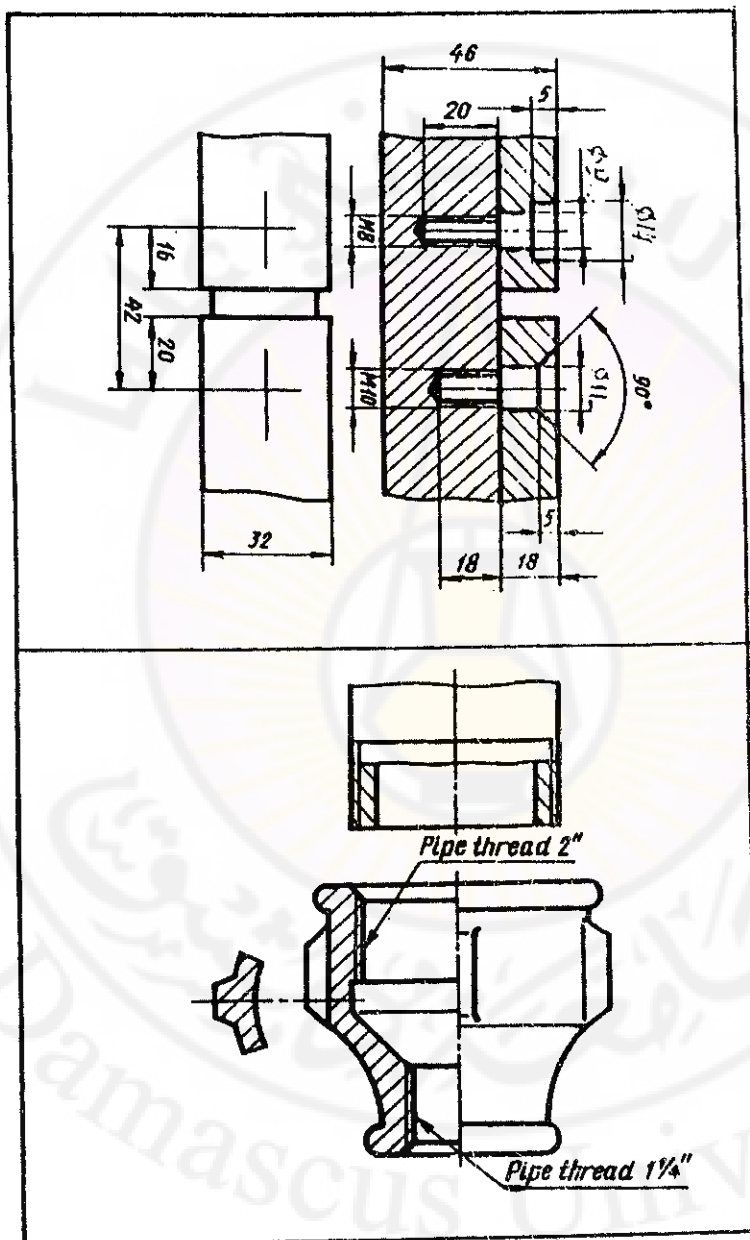
Exercice No.	Dimensions in mm					
	b	d	$d=t$	r	r_1	r_2
17	60	30	5,5	5,5	3	1,5
18	70	35	6	6	3	1,5
19	80	40	7	7	3,5	2
20	90	45	8	8	4	2

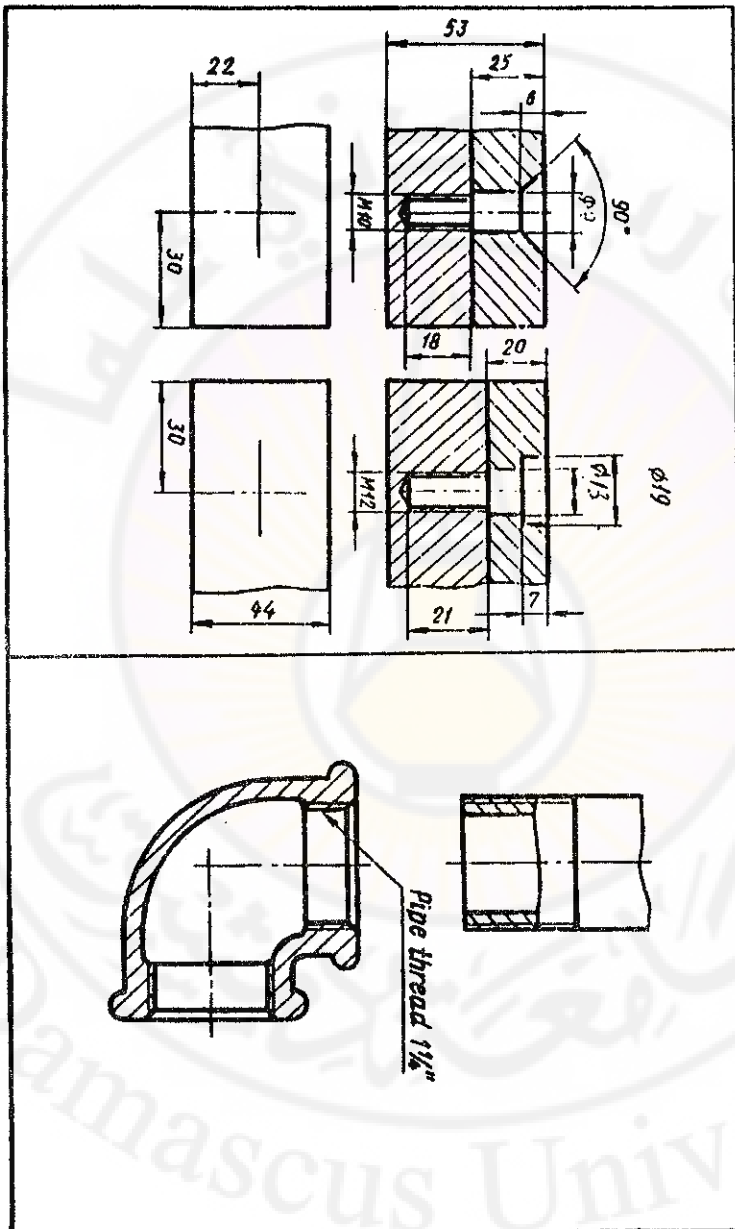


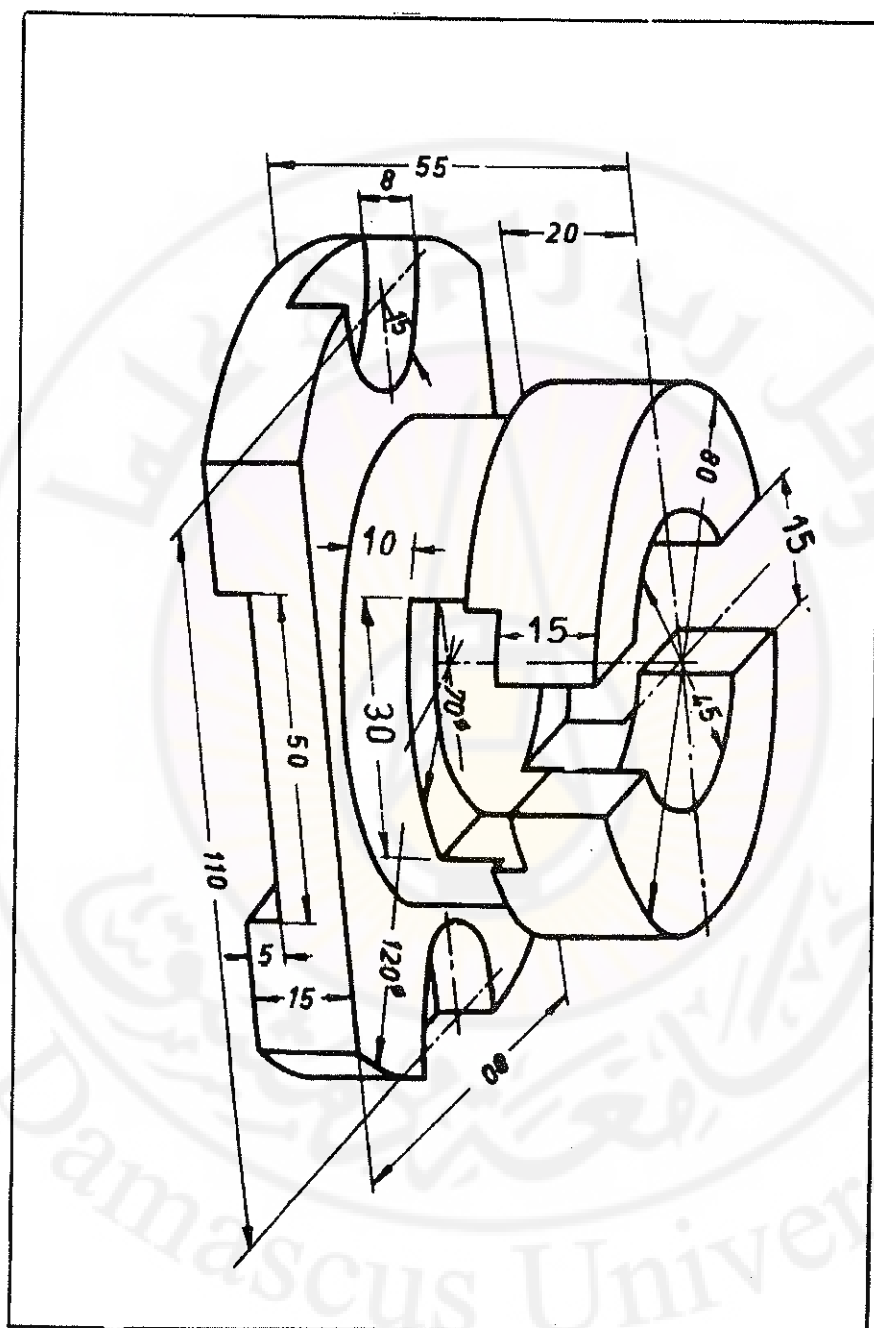
Exer- cise No.	Dimensions in mm						
	a	b	d	t	R	r	
1	100	70	4.5	7.2	7.0	3.0	
2	120	75	5.0	7.3	7.5	3.0	
3	140	82	5.0	7.5	8.0	3.0	
4	160	90	5.0	7.7	8.5	3.5	
5	180	95	5.0	8.0	9.0	3.5	

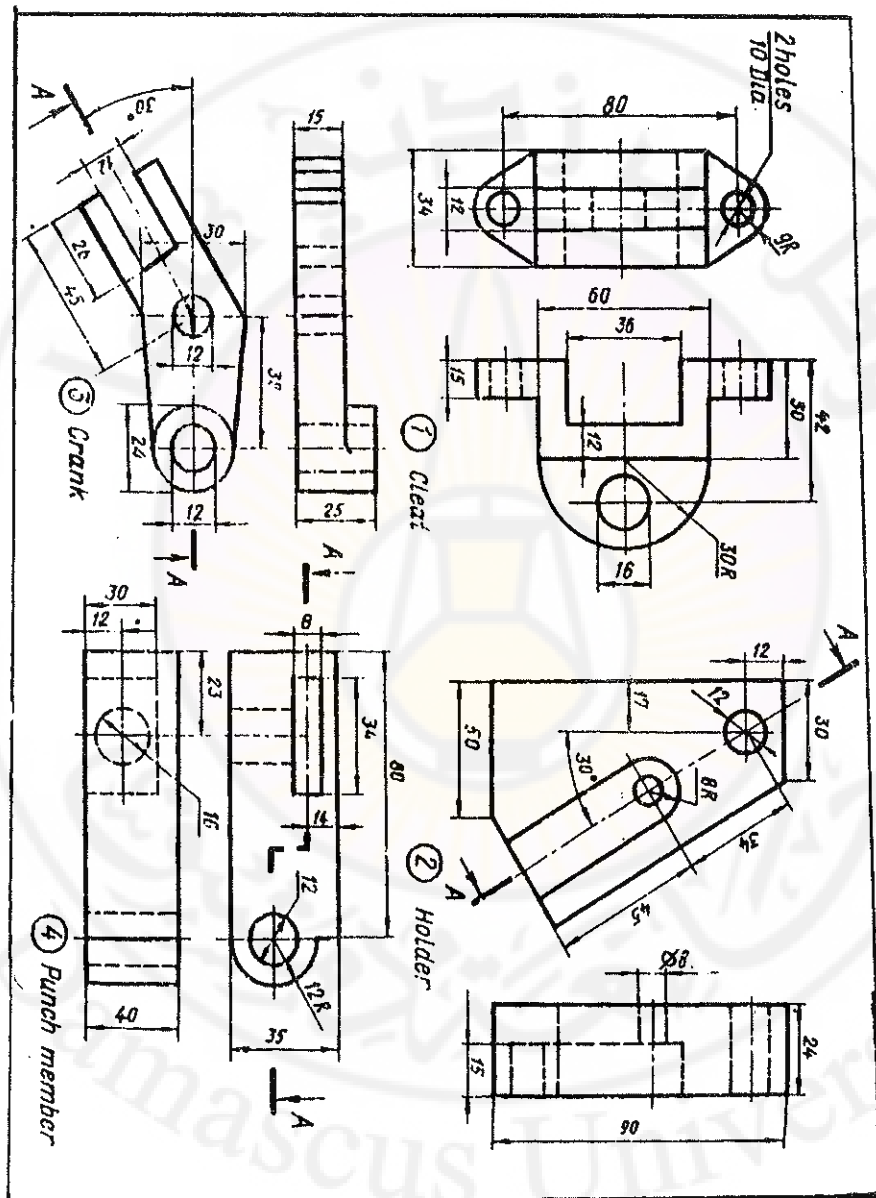


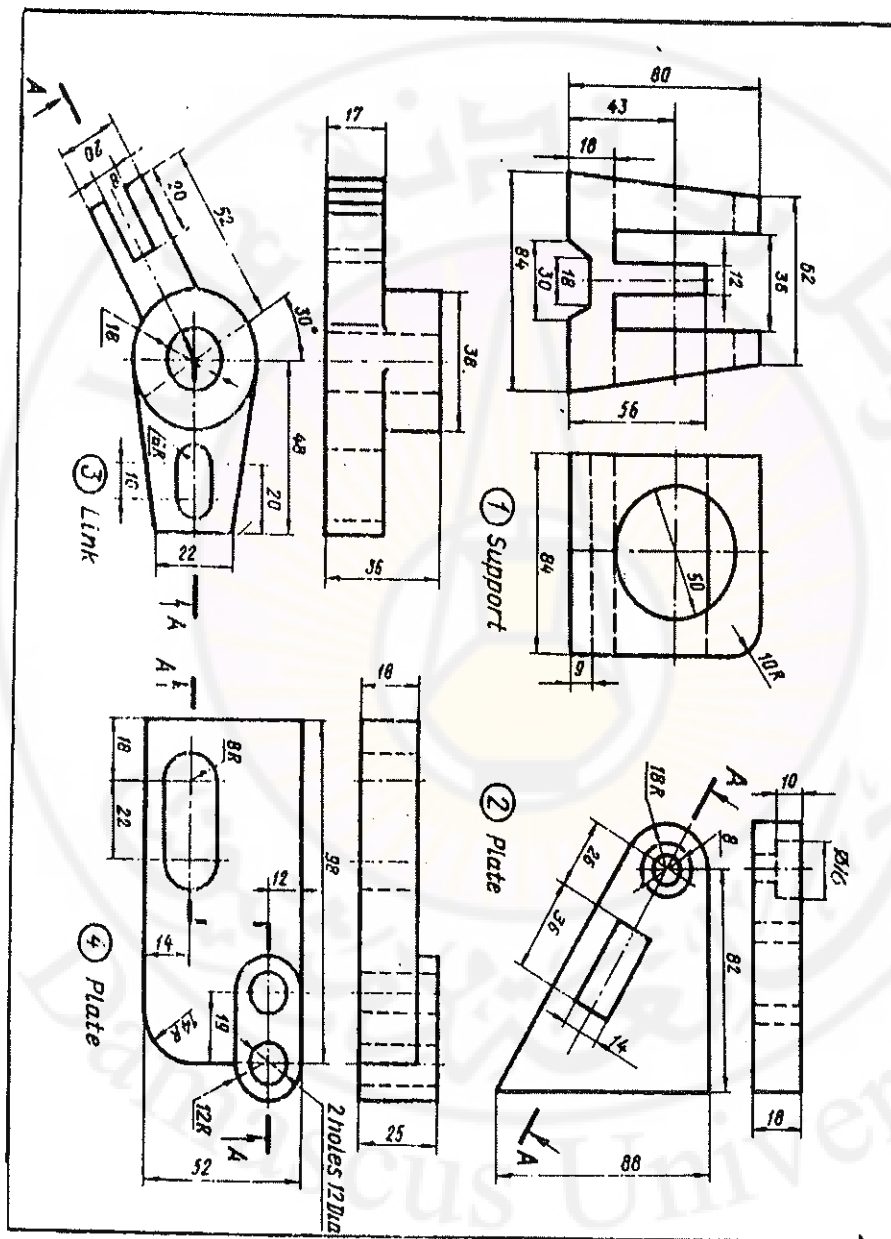
Exer- cise No.	Dimensions in mm						
	b	b	d	t	R	r	
6	50	37	4.5	7.0	7.0	3.50	
7	65	40	4.8	7.5	7.5	3.75	
8	80	43	5.0	8.0	8.0	4.00	
9	100	48	5.3	8.5	8.5	4.25	
10	120	53	5.5	9.0	9.0	4.50	

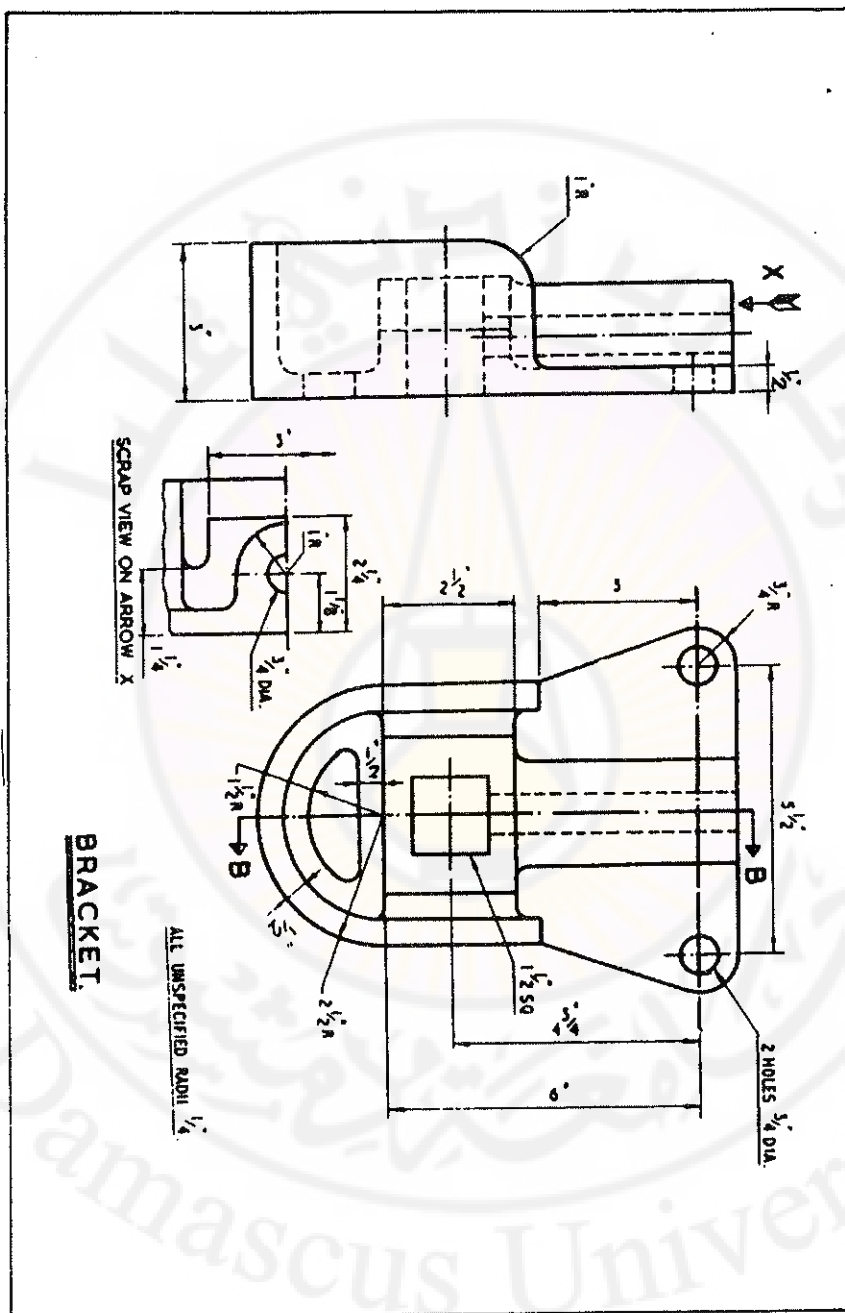


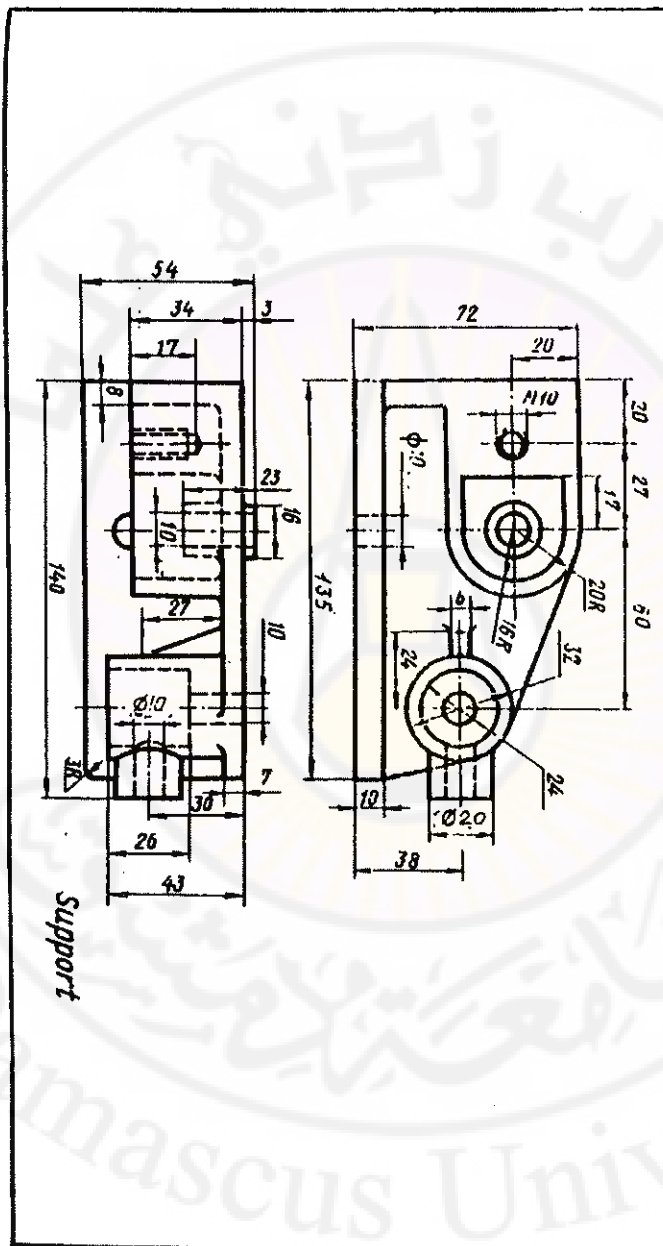


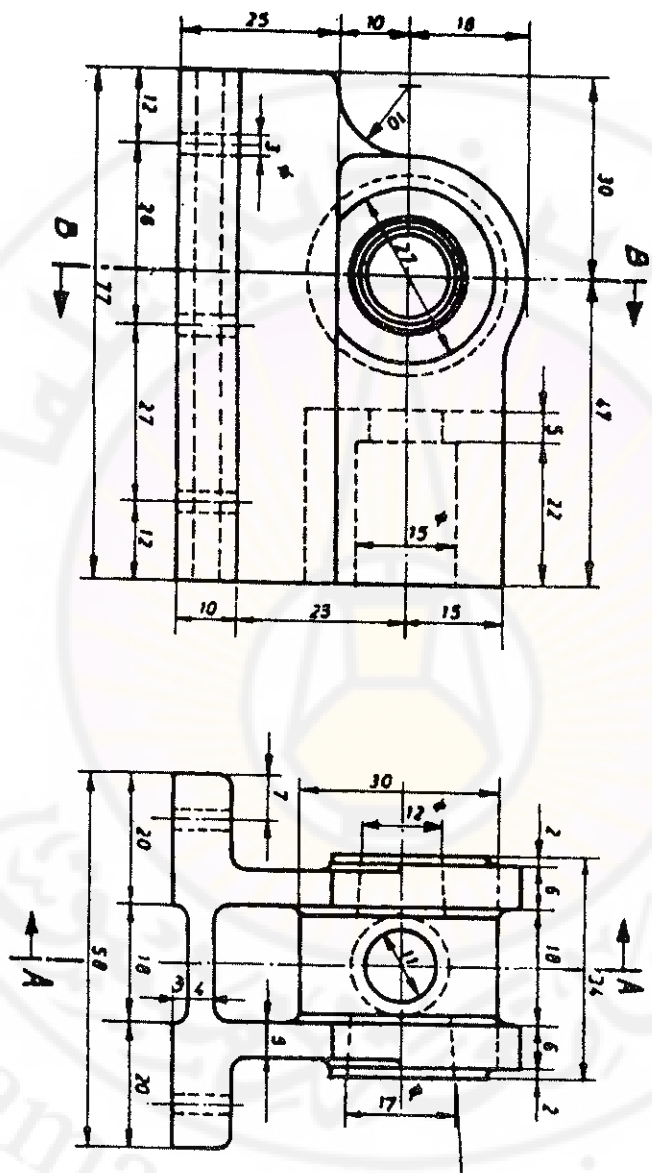


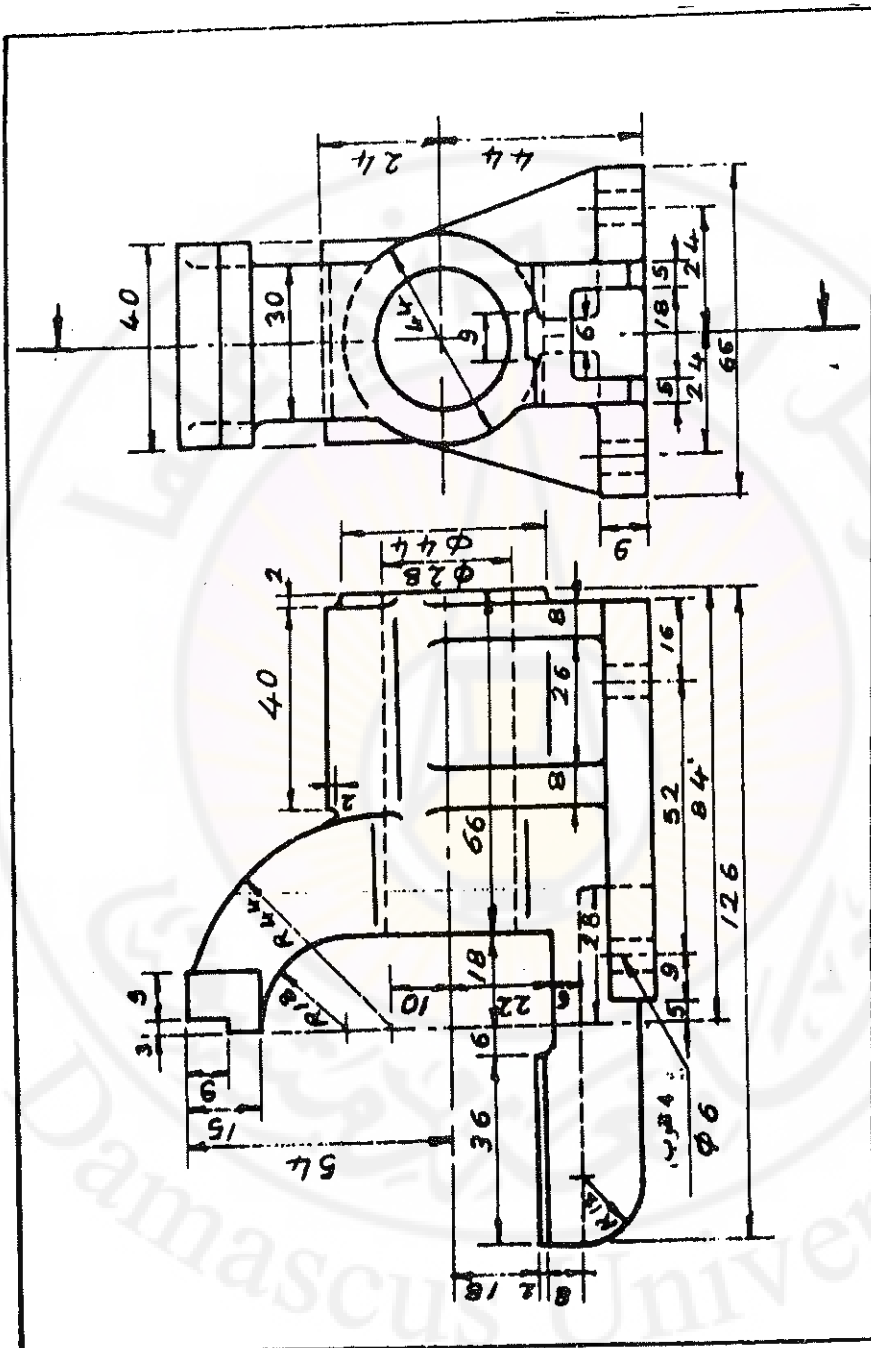


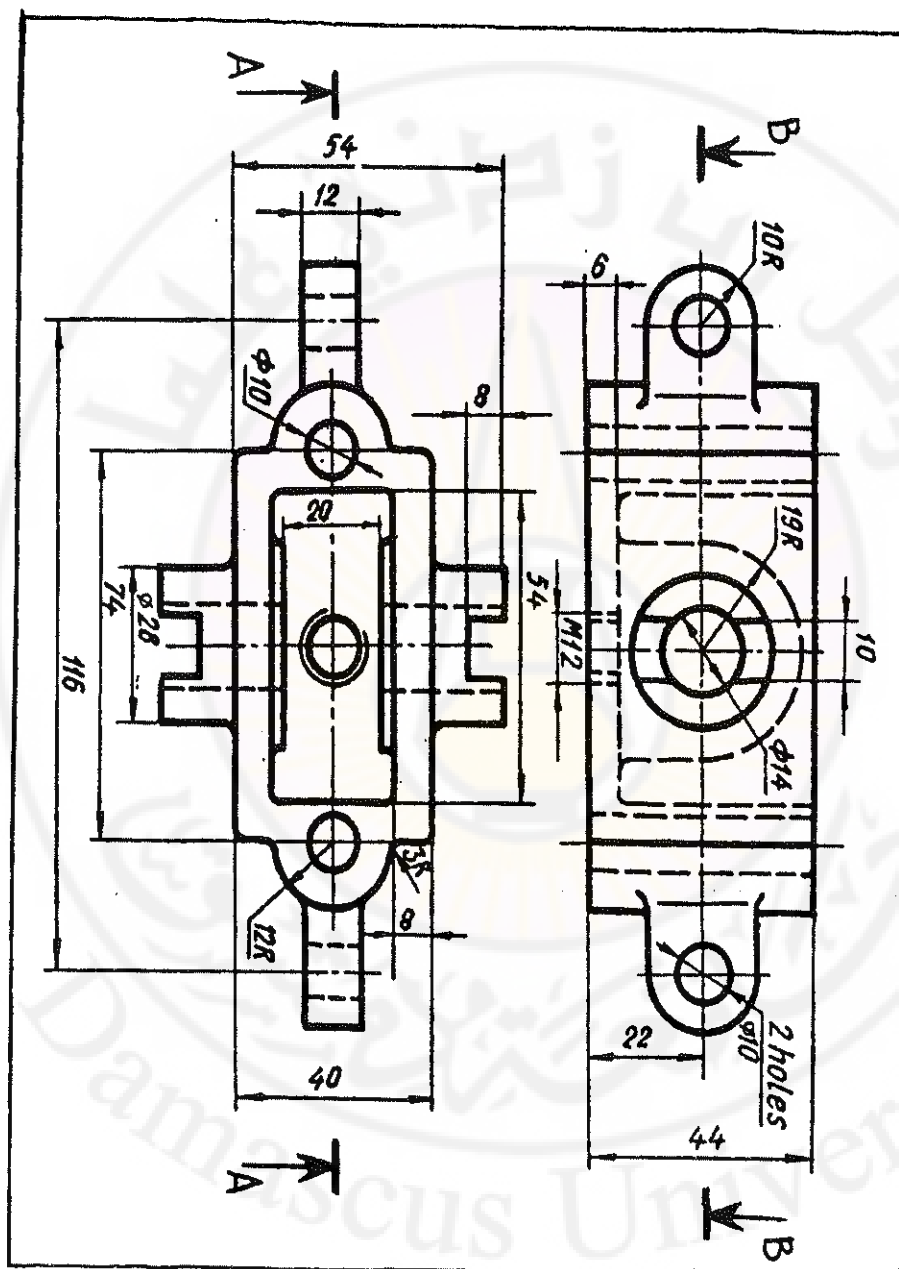


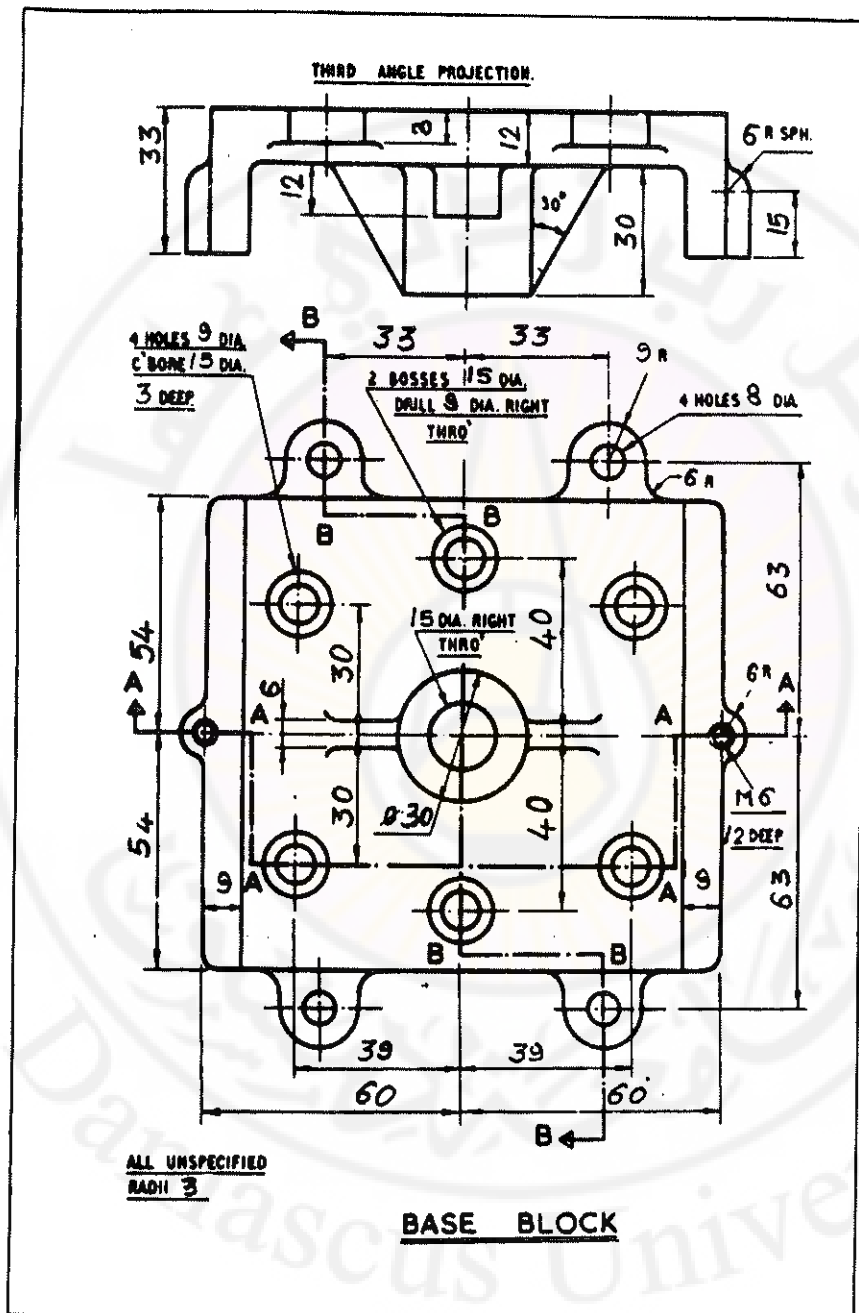


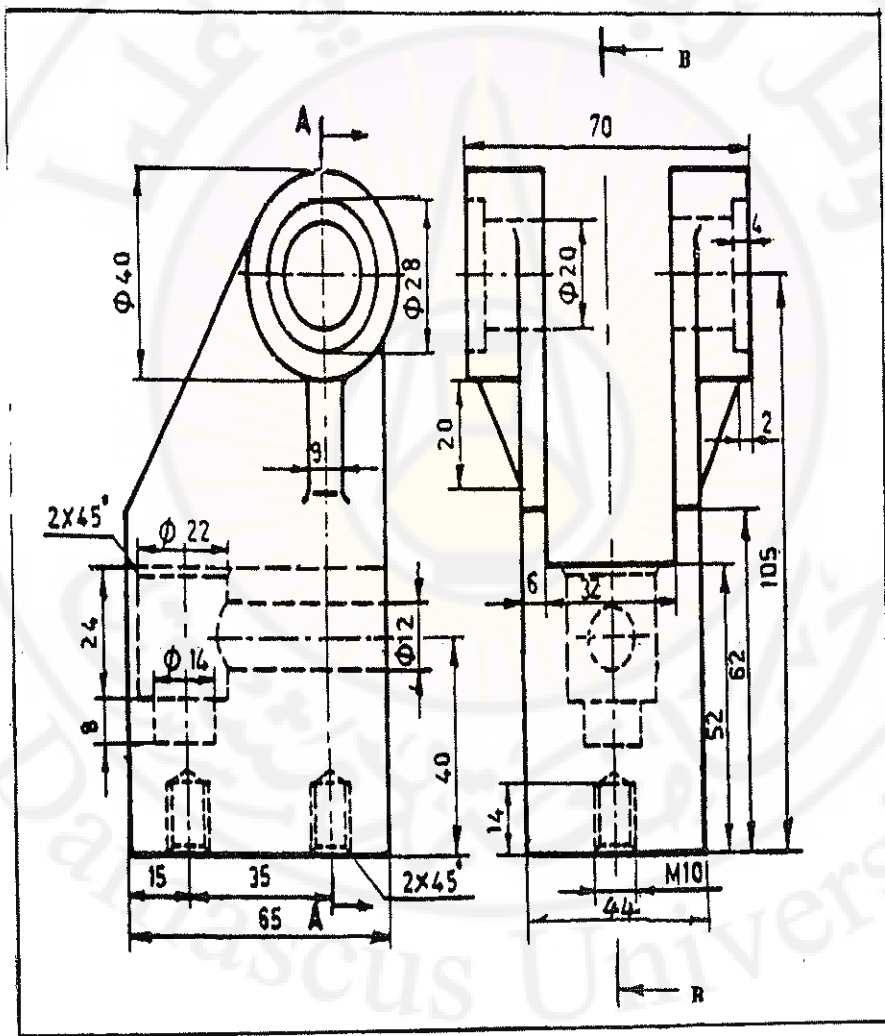


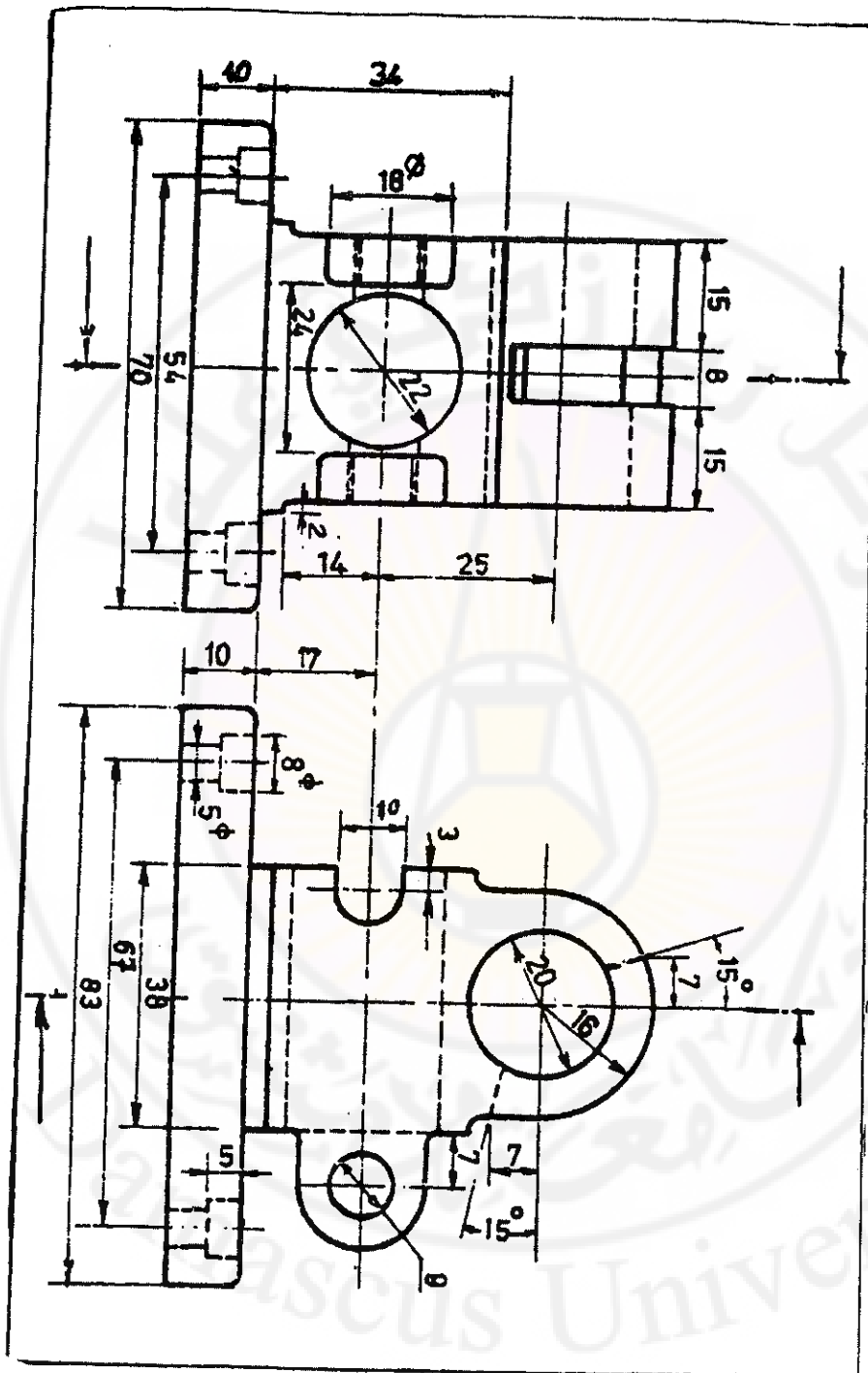


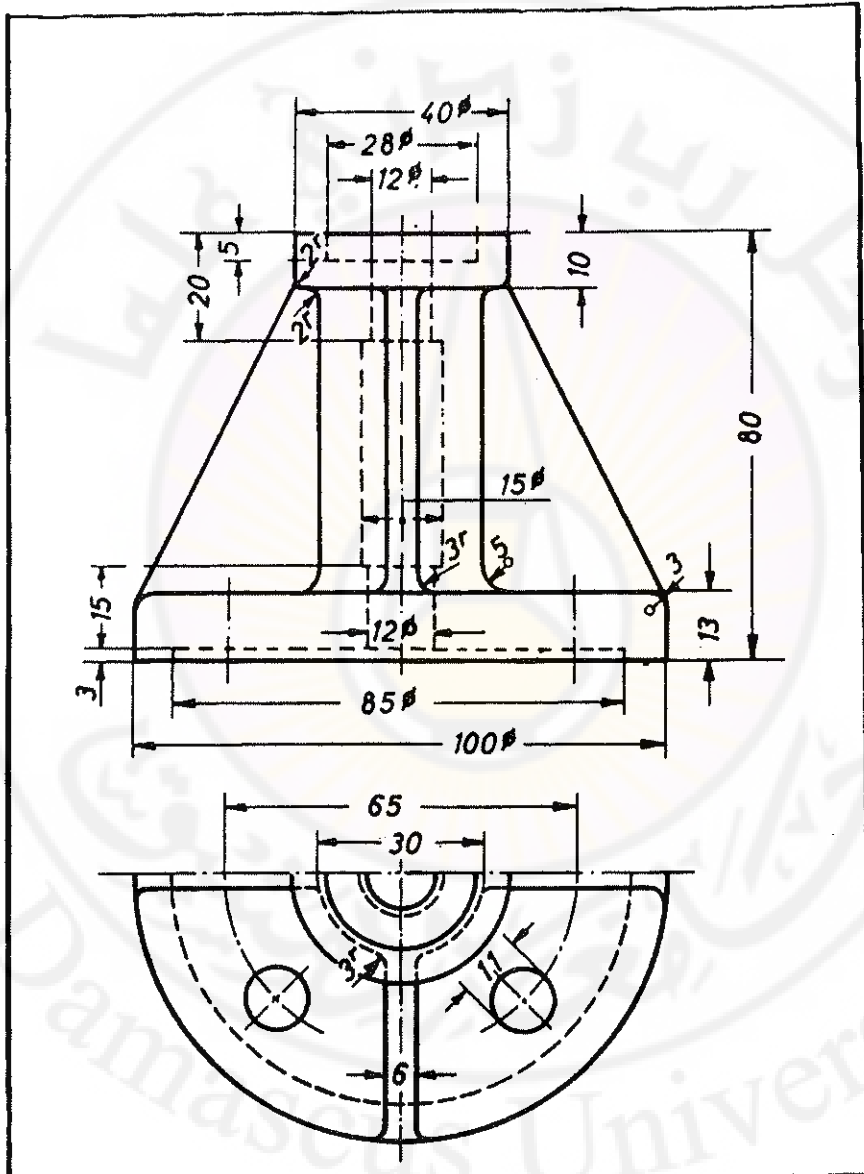


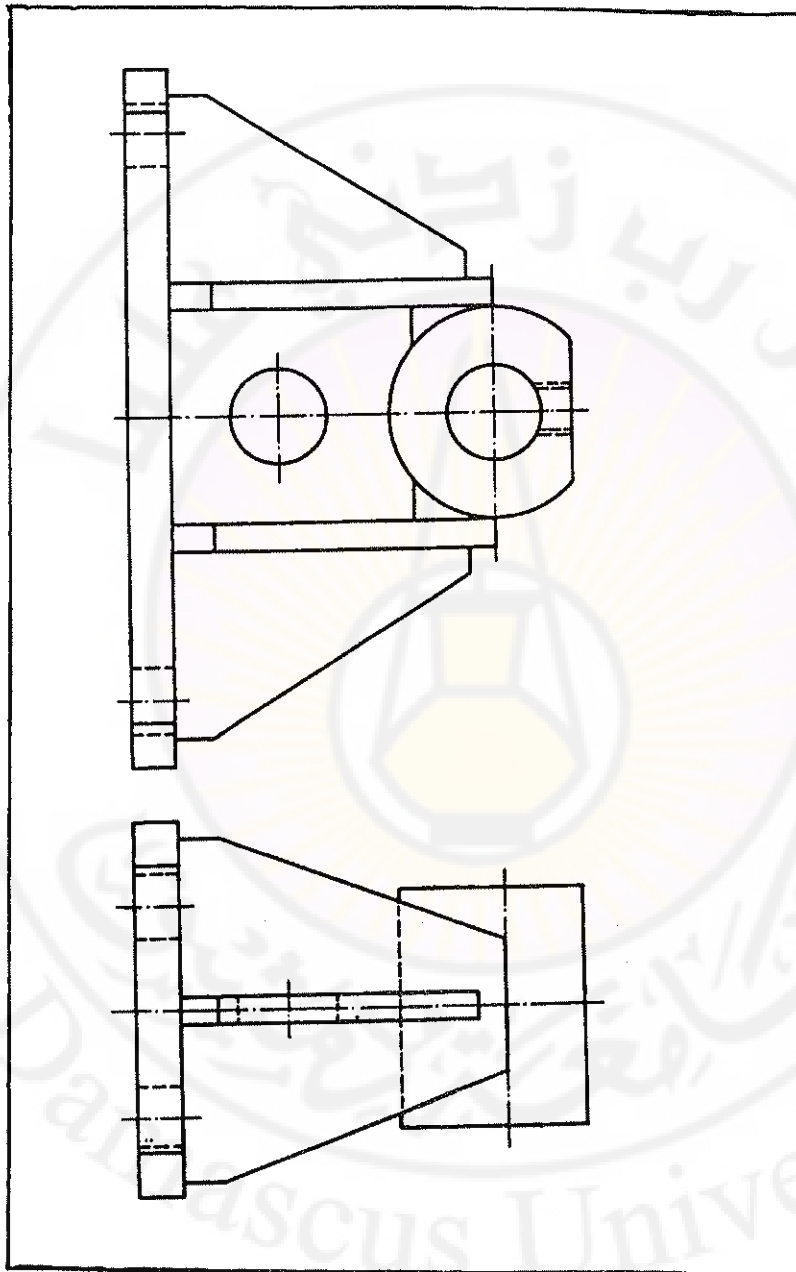


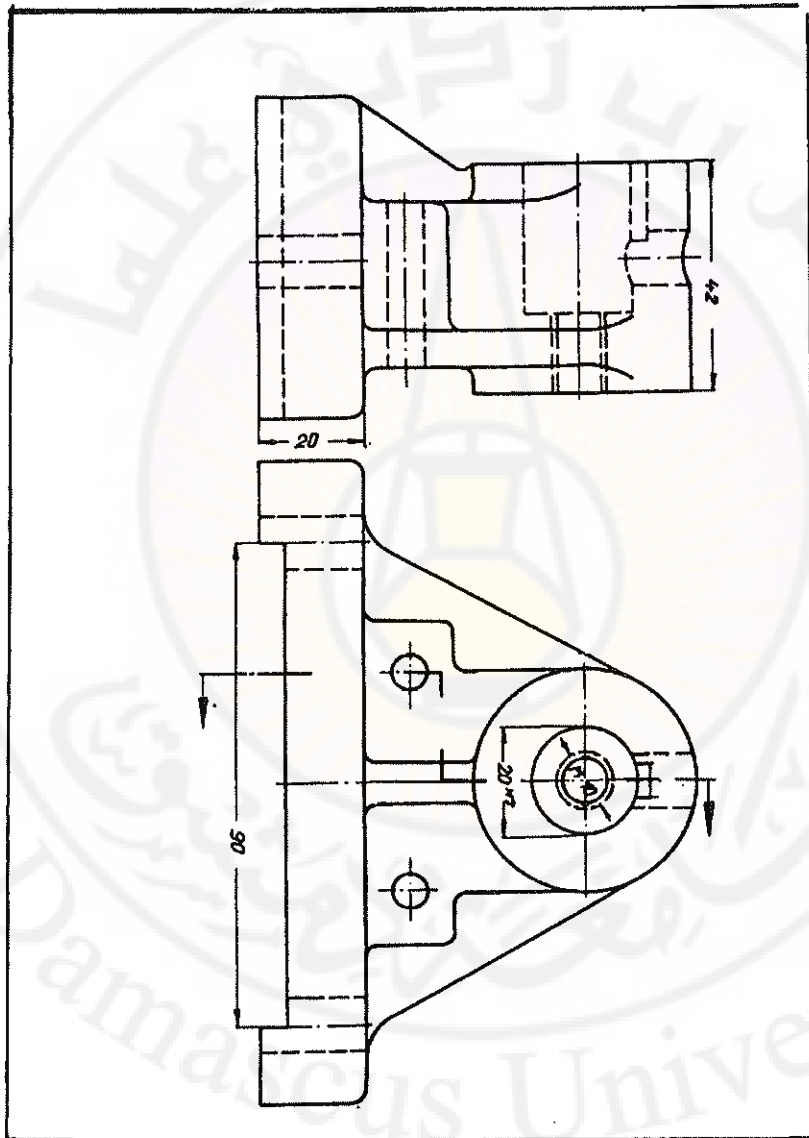












المراجع العلمية

- 1- الرسم الهندسي (1): د. نزيه أبو صالح، د. نبيل مقدسي، أ. غالب جرموكلي - جامعة دمشق، 1980.
- 2- الرسم الصناعي ورسم الآلات: م. صلاح الدين الأشرم - دار سمير أميس - دمشق 1965.
- 3- الرسم الهندسي: إيغور فيشنبولسكي - مير - موسكو - 1984.
- 4- الرسم الفني للهندسة الميكانيكية: أوتو براوكي، هانس هايدورن. هامبورغ، 1985.
- 5 - تكنولوجيا الرسم الهندسي: فيرث وفاندر ويللجين - المملكة المتحدة - 1980.
- 6 - مجموعة تمارين في الرسم الهندسي: باخانوف يو.ن - موسكو - 1990.
- 7- الرسم الهندسي: دوجينين ن. س. ، تشوفيكوف ن.ت - موسكو 1990.
- 8- الرسم الهندسي: باكولوبوف س.ك. ، فونيوف أ.ف - موسكو، 1986.
- 9- تمارين في رسم الآلات: باكولوبوف س.ك.، موينوف أ.ف - موسكو، 1986.
- 10 - الرسم التقني - غيسيك، ميشيل، مبنير، هيل، دوكدون - شركة ماكملان - المملكة المتحدة 1986.
- 11 - الرسم الكهربائي والمخططات: أليكساندروفاك.ك، كوزمين ي.غ - موسكو 1990.
- 12 - جداول فسترمان: شيلو أ. - جورج فسترمان - برلين 1969.
- 13- نظام التمديدات الكهربائية: نقابة المهندسين - 1995.

محتوى الكتاب

3	المقدمة
5	تاريخ الرسم
	الموجز
10	الباب الأول:
	الرسم الهندسي
10	- تعريف ومدخل
10	2- أنواع الرسم الهندسي
16	- أدوات الرسم الهندسي
32	- خطوط الرسم الهندسي
39	- الكتابة الهندسية
48	الباب الثاني:
	أسس الرسم الهندسي
48	- مدخل
49	2- عمليات متعلقة بالخط والزوايا
56	- المضلعات
64	- التماسات الهندسية
73	- المنحنيات الهندسية
81	الباب الثالث:
	الإسقاط
81	- الإسقاط وتعريفه
81	2- طرائق الإسقاط
83	3- أنواع الإسقاط
85	4- الإسقاط العمودي (القائم) للأجسام على مستويين متعامدين

89	5- إرشادات في اختيار وضع الجسم في الفراغ
95	6- اصطلاحات هندسية
99	إعداد الرسوم الهندسية
99	الباب الرابع:
99	- مدخل
99	2- أسس الرسم والإخراج
102	3- مقياس الرسم
103	4- تحضير ورق الرسم
104	5- توزيع المساقط
106	6- البطاقة العامة (البطاقة الأسمية)
108	7- حفظ أوراق الرسم
113	نصائح وإرشادات
114	8- تثبيت الرسوم الهندسية (التحجير)
116	الأبعاد والبيانات
116	الباب الخامس:
116	- مدخل وتعريف
117	2- أسس وقواعد كتابة الأبعاد
117	2- 1- طرائق وأسس وضع الخطوط
121	2- 2- تنظيم الأسهم
123	2- 3- طرائق كتابة الأرقام (وضع الأبعاد)
128	3- أبعاد الدوائر والأقواس
136	اعتمادات واصطلاحات
139	- تعليمات وإرشادات
141	الباب السادس:
141	- استنتاج المسقط الثالث (المسقط الغائب)
141	- مدخل

141	2- طريقة الاستنتاج	
146	- المنظور الهندسي	
146	- مدخل	
147	2- الإسقاط المنظوري	
149	3- الإسقاط المتساوي	
149	4- إنشاء المنظور	
153	5- إنشاء المساقط المنظورية للدائرة	
163	6- وضع الأبعاد على المنظور	
163	7- القطاعات في المنظور	
165	القطاعات الهندسية	الباب السابع:
165	- مدخل وتعريف	
165	- خطوط قطع الأجسام	
167	- خطوط القطع	
169	- تصنيف القطاعات	
172	- القطاعات المتعلقة باتجاه وطول القطع	
180	- حالات واصطلاحات	
186	المقاطع الهندسية	
187	- أنواع المقاطع	
190	- قواعد رسم المقاطع	
195	- تسمية القطاعات والمقاطع (الترميز)	
199	اللوائب والثقوب المقلوطة	الباب الثامن:
199	- مدخل	
199	- التجميع الموقت	
202	- أشكال الأسنان	

206	- أساسيات تنفيذ الحلزون	
207	- اصطلاحات رسم الحلزون	
217	الرسم والمخططات الكهربائية	الباب التاسع:
217	- مدخل	
217	2- نظام التمديدات الكهربائية	
218	3- الدراسة الكهربائية	
220	- الرموز الكهربائية	
243	تمارين عامة	
332	المراجع العلمية	
334	محتوى الكتاب	

