

الرسم الهندسي







كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
جامعة دمشق

الرسم الهندسي

((1))

ميكانيك - كهرباء

الدكتور
نزير أبو صالح

الدكتور
نبيل مقدسي

الدكتور
محمد بسام شفيق الحباز

غالب جرموكلي

١٤٣٦ - ١٤٣٥
م ٢٠١٤ - ٢٠١٣

جامعة دمشق



المقدمة

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

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

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

يختص هذا الكتاب بدراسة الرسم الهندسي، بمحتوى ينفي طيبة الهندسة كافية وغيرها من المؤسسات التعليمية، بدءاً بدراسة خطوطه ومعرفة أدواته مسروراً بالمنحنيات والاستقاط والمساقط ومن ثم رسم المنظور وانتهاءً بالقطاعات الهندسية والمطابع.

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 كمراجع.

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 والفنى، فكما أن اللغات تُنسى إذا لم يتحرك بها اللسان فإن 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 المقاييس الإنكليزي هادفين بذلك إلى تعريف الطالب عليها وعلى أحاجز منها.

وللأمول توفيق الله ولطفه، بأن يودي هذا الكتاب الخدمة والمعلومات التي ينشدها الطالب والقارئ، وأن تكون قد أدينا واجباً تجاه الناشئة في هذا الوطن، وجعلنا من مادة الرسم الهندسي صديقاً محباً إلى القلوب، ليقبل الطالب على دراستها بكل حب وشوق.

ونختاماً، 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.

.2000/09/23 السبت

.1421/ الآخره/ 24 جمادى

تاريخ الرسم الموجز

عُد 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 الحقيقة للرسم الهندسي الحديث كانت في القرن الثامن عشر وتحديداً في عام 1757 عندما تم الاتفاق على قواعد وشروط دولية عامة لتوحيد أعمال الرسم ولممارسته في إخراج التصاميم الفنية.

فلمَّا كان هذا الافتراض وما حقيقته؟

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

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

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

إذ جاءه الأمر الإلهي. ((واصنع الفُلَكَ بِأَعْيُنَا وَوَحِينَا...)) ((هود: 37)) فكان لامناص لسيدنا نوح عليه السلام ومن آمن به من قومه إلا اللحوء إلى الدراسة والرسوم وال تصاميم الهندسية حتى يتمكروا من إخراج السفينة إلى حيز الوجود.

وفيما بعد، عُثر على بعض الرسوم والمخططات الكروكية لبعض الأدوات التي كانت تستخدم من قبل الإنسان، ووُجدت 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، وبعبد سليمان ومسرح بصرى في الشام.

وكل هذه الأبنية كان لا يمكن إنشادها وإيجادها على الواقع قبل أن يذكر تصميمها ومن ثم تحضير رسومها للتنفيذ. الأمر الذي أكد أهمية الرسم في حياة الشعوب واللحواء إليه في تحضير التصاميم. وتطورت الشعوب والحضارات، وأخذت الأدوات والعدد تدخل حياة الأمم، التي لا يمكن إنتاجها دون معدات وآلات.

وقد لجا الفنان والعالم Архиепископوس عام 212 ق.م إلى الرسم في إعداد وإنتاج الآلات والمعدات الحديثة في ذلك الزمان، لفك حصار مدينة سراكسبيوس والدفاع عنها ضد جيوش الرومان، وكانت رسومه على شكل منظور تقريري كما الواقع لآلات ومعداتاته التي فكر بها، وهي معروفة ومشهورة إلى الآن.

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

أخذت طريقة ترتيب المظاير (المساقط) آفاقاً واسعة لإعطائها التفاصيل الأكثـر 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 الهندسى، مما أعطاه الأهمية الكبرى في الإنتاج، إلى أن بدأ أول خطوة في ظهور حقيقة الرسم الحديث باعتماد قواعد وشروط ومصطلحات وكان عام 1757 ميلادى، في القرن الثامن عشر مولد أول ثورة صناعية في العالم. حيث

اعتمد وضع الأطوال على المناظر (الأبعاد على المساقط) بعد أن كانت تُشرك للعامل يتصرف بحسب خبرته ومرانه لإخراج التصاميم 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 وأصطلاحاته.

لكن، فكرة رسم المساقط وترتيبها بقيت محضرة دون تطور إلى القرن العشرين، حين خر出 العالم الفرنسي الرياضي ((كاسيارمونغ)) بطريقة تمثيل الأجسام على مستويين متعمديين، أعطت للرسم تكاملاً وفتحت له الآفاق الكبيرة، وهي طريقة مازالت إلى الآن تُستخدم وتُدرس، حيث أمكن استنتاج المسقط الغائب (المسقط الثالث) بظهور هذه الطريقة كما أمكن إظهار تمثيل الأجسام بالتفاصيل الجزئية الكاملة وسهلت وأسرعت في عمليات الرسم وقراءتها. وبذلك أمكن للمصمم الرسام أن يوضع التفاصيل الدقيقة عن المنتج التي يدوّلها 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 التلازم الظاهر بين تطور الرسم والصناعة، وقد أعطى اكتشاف توليد التيار الكهربائي وألات توليداته، للرسم المهمة الأصعب، إذ كان للرسم الفضل الأهم في تحضير رسوم وتصاميم آلات إنتاج وتوليد التيار. وبذلت أجهزة القياس العالمية الدقة والحساسية بالظهور، وأضيف إلى الرسم عيّن آخر وأكبر، مما أدى إلى ظهور مصطلحات أخرى في عالم الرسم الهندسي وبخاصة أسلمة تنفيذ الرسوم التشغيلية والمتطلبة تحديد قيم التفاوت والتسامح ودرجات النعومة للأسطبع، 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 ذوى الخبرة والرسامين الحديثين والرسامين تحت التمرين.

وظهرت المقاييس والاصطلاحات الدولية في أعمال الرسم لتوحيده في أرجاء العالم، ليكون أداة التفاهم بين المهندسين مع اختلاف لغاتهم، فكما بدأ كادة تفاهم، بقى أداة التفاهم.

لانتسى أن تطور الرسم هذا، رافقه تطور آخر في أدواته، حيث بدأت الشعوب بالرسم على الصخور وعلى الأرض بالأحجار، ومن ثم استخدمو الأغصان والأخشاب والخيوط لتحديد الأطوال والزوايا، إلى أن وصلوا إلى استخدام أقلام الرصاص بأنواعها والمثلثات البلاستيكية وعلبة الهندسة وأدوات التجصيم 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 الحاسوب ببرنامج الرسم، وهو واحد من البرامج الكثيرة الكثيرة المستخدمة في الحاسوب. يسمى هذا البرنامج AutoCad، الرسم باستخدام الحاسوب، حيث أصبح بالإمكان للرسام التمكّن والخبر أن يقوم بأعمال الرسم والتصميم جميعها على الحاسوب مستغنّياً عن جميع أدوات الرسم المعتادة.

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

وما يجب أن يعلمـه الطالـب، هو أنـ الحاسـب، وما يـحمل عليه من برامجـ، يـقـىـ أداـة تـقوم بـتنفيذ الأوـامر الـخارـجـية فـحسبـ. لـذلك من لا يـقـنـ الرـسـمـ الـهـنـدـسـيـ ولا يـجيـدـهـ فيـ الأـصـلـ، يـوسـاطـهـ أدـوـاتـهـ الـمـعـرـفـةـ، لاـ يـمـكـنـهـ استـخـدـامـ برـامـجـ الرـسـمـ عـلـىـ الحـاسـبـ، حـتـىـ وـلـوـ عـلـمـ وـتـلـعـمـ مـفـاتـيـحـهـ، فالـحـاسـبـ أـولـاـ وـأـخـيرـاـ:

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 و مدخل

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

فَكُمَا أَن لِغَةَ الْإِنْسَانَ هِي وسيلة التعبير عَمَّا يَجُولُ فِي خَاطِرِهِ، فَالرَّسْمُ الْهَنْدَسِيُّ، هُوَ الْلِغَةُ وَالْوَسِيلَةُ الْقَدِيمَةُ الْحَدِيثَةُ لِلْمُصَمِّمِ وَالْمُهَنْدِسِ لِلتَّعْبِيرِ عَنِ الْأَفْكَارِ التَّصَمِيمِيَّةِ لِقَطْعِ هَنْدَسِيَّةٍ وَمِكَانِيَّكِيَّةٍ يَرَادُ إِنْتَاجَهَا.

وَكُمَا أَن فِي الْلُّغَاتِ قَوَاعِدَ، وَلِكُلِّ حُرْفٍ وَكُلِّ مَعْنَى، فَلِلرَّسْمِ الْهَنْدَسِيِّ قَوَاعِدَهُ، وَشُروطَهُ، وَلِكُلِّ خطٍّ مِنْ خَطْوَتِهِ مَعْنَى. فَالرَّسْمُ الْهَنْدَسِيُّ تَعْبِيرٌ وَاضْرَاحٌ وَمَفْصِلٌ مِنْ جَهَةِ الْمَكَابِرِ الْهَنْدَسِيَّةِ، لِلتَّصَمِيمِ الْمَرَادُ إِنْتَاجُهُ وَأَسَاسُ ضَرُورِيٍّ لِلْعَمَالِ فِي الْمُصَنَّعِ لِلْقِيَامِ بِعَمَلِيَّةِ الإِنْتَاجِ. وَبِدُونِ الرَّسْمِ الْهَنْدَسِيِّ يَسْتَحِيلُ التَّنْظِيمُ الصَّحِيحُ لِلِّإِنْتَاجِ فِي الْمَعَالِمِ وَالْوَرَشَاتِ، فَالْقَطْعُ وَالآلَيَّاتُ تُصْنَعُ طَبْقًا لِلرَّسْمِ الْهَنْدَسِيِّ وَالْأَبْنِيَّةِ وَالْإِنْشَاءَتِ تَبَيَّنُ وَفَقَأَ لِلرَّسْمِ الْهَنْدَسِيِّ.

وَبِدِرَاسَةِ قَوَاعِدِ الرَّسْمِ الْهَنْدَسِيِّ وَأَصْوَلِهِ، وَتَطْبِيقِهَا بِشَكْلِ عَمَلِيٍّ وَالتَّدْرِيبِ عَلَيْهَا، سَتَقْنَعُ قَوَاعِدَ هَذِهِ الْلِغَةِ وَتَعْلَمُ أَصْوَلَهَا، وَبِالْتَّالِي سَنَكُونُ قَادِرِينَ عَلَى التَّعْبِيرِ عَمَّا يَجُولُ فِي خَاطِرِنَا مِنْ تَصَمِيمٍ عَلَى أُورَقِ الرَّسْمِ بِشَكْلٍ فَنِيٍّ وَدَقِيقٍ، وَسَنَبْلُغُ الْمَسْتَوَى الَّذِي يَمْكُنُنَا مِنْ تَرْجِمَةِ أَفْكَارِ الْأَخْرِيِّينَ وَفَهْمِهَا.

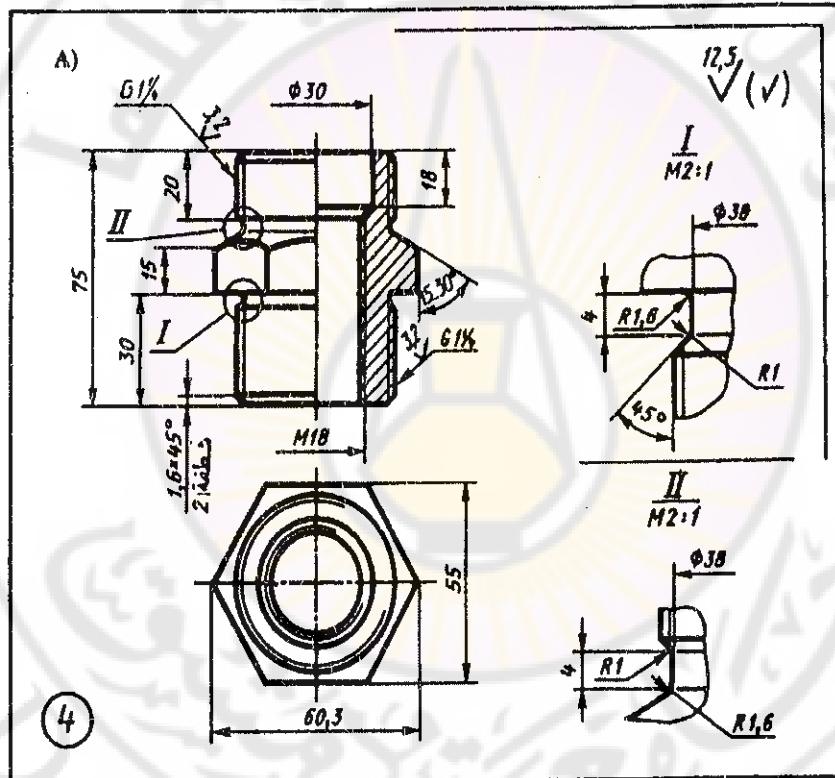
وَقَبْلِ الْبَدَءِ بِدِرَاسَةِ أَصْوَلِ الرَّسْمِ وَأَسَاسِهِ سَنَسْتَعْرُضُ أَنْوَاعَهُ وَأَدَوَانَهُ وَخَطْوَتِهِ وَكَتَابَاتِهِ.

· 2- أنواع الرسم الهندسي

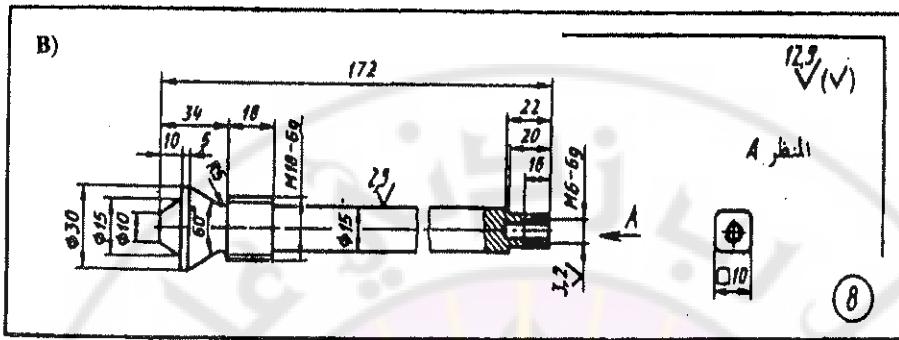
يُوجَدُ ثَلَاثَةُ أَنْوَاعٌ رَئِيسَةٌ لِلرَّسْمِ الْهَنْدَسِيِّ وَهِيَ:

- الرسم التفصيلي.

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 تطلى جميع المعلومات والبيانات الازمة لتنفيذ التصميم على ورقة الرسم مباشرةً، بدءاً من الشكل ونوع المعدن ودرجات التفاوت والتسامحات إلى غيره من المواصفات وانتهاءً بعلامات التشغيل، الشكل .A, B (1-1)



الشكل (1-1) رسم تفصيلي



تمة الشكل (1 - 1)

رسوم تفاصيلية

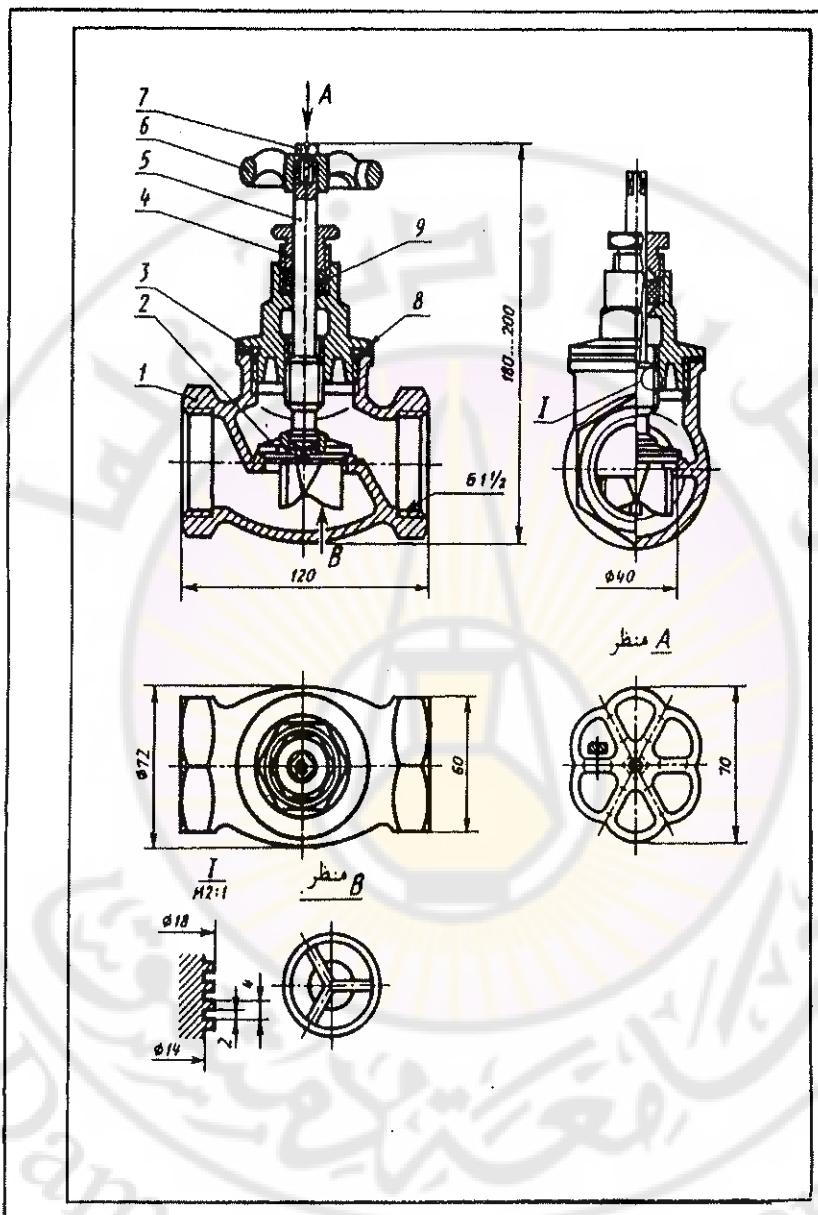
- الرسم الإنساني (التجمعي).

يساعد هذا النوع على بيان مكان توضع القطع بالنسبة إلى غيرها في الجهاز أو الآلة بعد الإنتاج وأثناء الاستخدام. كما يساعد على أعمال التركيب والفك، وربما وُجِدَت بعض القطعات أو المقاطع في الرسم.

في هذا النوع من الرسم ترقم القطع بحسب أهميتها وطريقة تجميعها، وتلحق بجدول خاص مبيناً عليه إسم القطعة ونوع معدتها والعدد المطلوب منها وكل قطعة بحسب رقمها، كما توضع الملاحظات الازمة إن وجدت، الشكل (1-2).

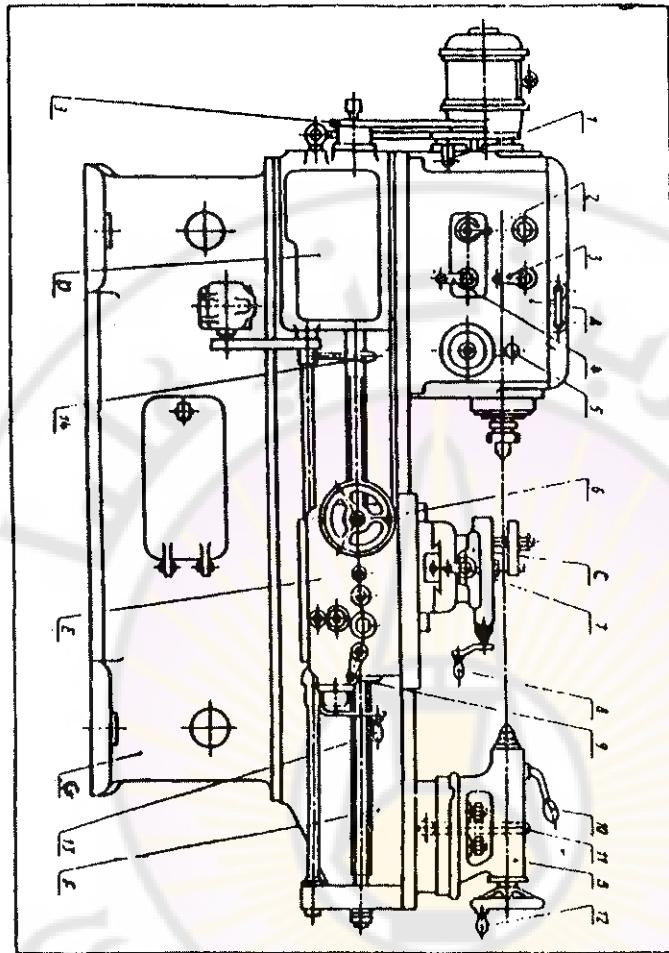
- الرسم الإجمالي

هذا النوع من الرسم يستخدم لإيضاح الشكل الكلي أو المظاهر الكلية للآلة أو الجهاز بعد تجميع القطع والأجزاء الميكانيكية المرقمة مع بعضها البعض. ويرفق هذا الرسم بجدول مبيناً عليه إسم الآلة وأجزاؤها المرقمة والبيانات الخاصة بكل قطعة الشكل (1-3).

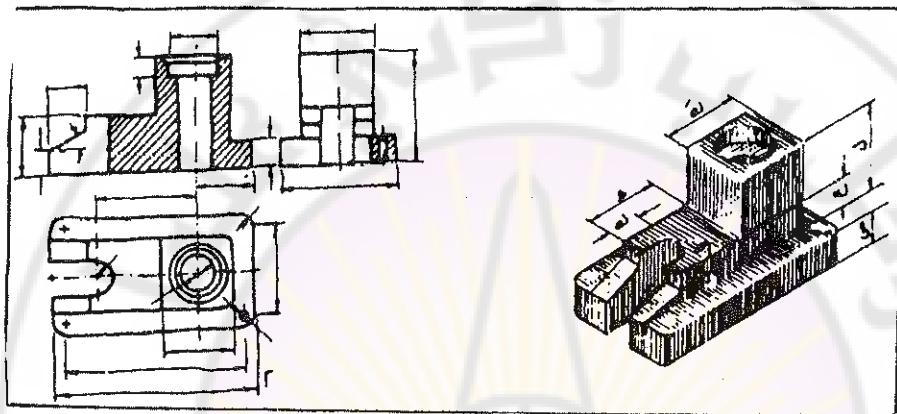


الشكل (1-2)

الشكل (3-1)



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



الشكل (٤-١)

أدوات الرسم الهندسي

قبل البدء بدراسة مبادئ الرسم وأصوله، لابد أن تتوفر لنا أدوات الرسم الجيدة والمعلومات الكافية في استعمالها وصيانتها للحفاظ عليها. فقد أثبت التجارب أن العامل النفسي له تأثيره في الطالب، فالأدوات الجيدة تشكل الحماسة والشوق لممارسة الرسم، وإنجاز الرسوم المتقنة. والأدوات غير المناسبة تسبب العائق للطالب وتحمّد جذوة الشوق فيه وتشكل عنده التفور 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 أساسى لا يمكن بدونه تنفيذ أي رسم كان، ومنها ما هو مساعد ليسهل العمل ويجعله أكثر إتقاناً.

فما هي أدوات الرسم الأساسية؟

١- 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 نھليات القلم.

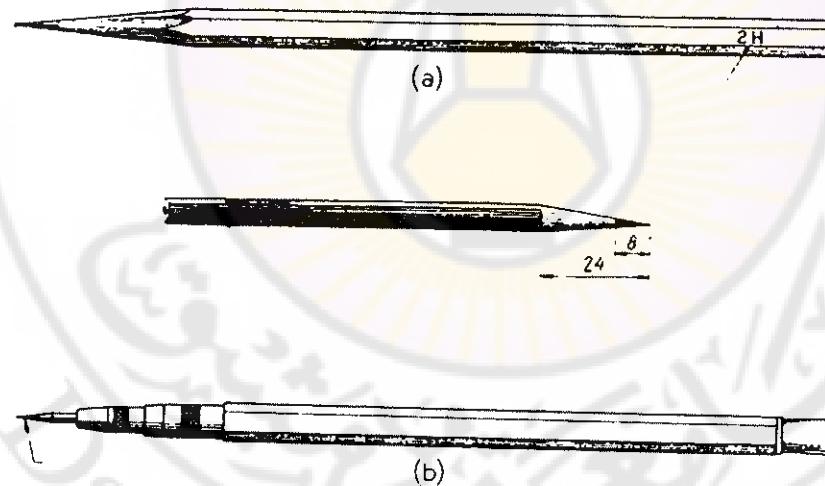
"الحرف H، يدل على قلب غرافيتي قاسٍ والحرف من أساس الكلمة (Hard)، والحرف B، يدل على القلم الرصاص ذي القلب الغرافيتي الطري، والحرف من أساس الكلمة (Brittle)، وأنجيراً قلم الرصاص ذو القلب الغرافيتي متوسط القساوة ويرمز له بالحرفين HB."

إن درجة القساوة للقلب الغرافيتي ليس لها معايرة دولية، ولهذا تختلف درجة قساوة القلب للقلم باختلاف المعلم المُشَجع، 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 الفاسية في إنشاء الرسم ووضع خطوط التهشيم والأبعاد والمحاور، لذلك ينصح باستخدام أقلام من المجموعة (2H, 3H, 4H)، أما القلم الطري B فيستخدم لتشييد الخطوط وفي الأعمال النهائية للرسم، وينصح باستخدام الطري B-2B، وأما القلم المتوسط القساوة HB، فعادة ما يستخدم للكتابة والخطوط الوهمية.

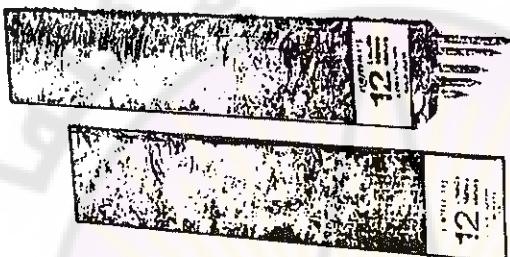
ومع التطور الصناعي، أخذ استخدام أقلام الرصاص الخشبية ذات القلب الغرافيت الثابت يتراجع وحل محلها الأقلام الميكانيكية (الكتابة)، بقلب غرافيت متحرك، يتم استبداله عندما يأكل بقلب آخر. علماً أن القلب الغرافيت له أنظار مختلفة تتوافق مع سماعة خطوط الرسم المعتمدة دولياً ويحافظ على خاصية يذكر عليها القطر ودرجة 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 الغرافتي.

تممة الشكل (1-5)

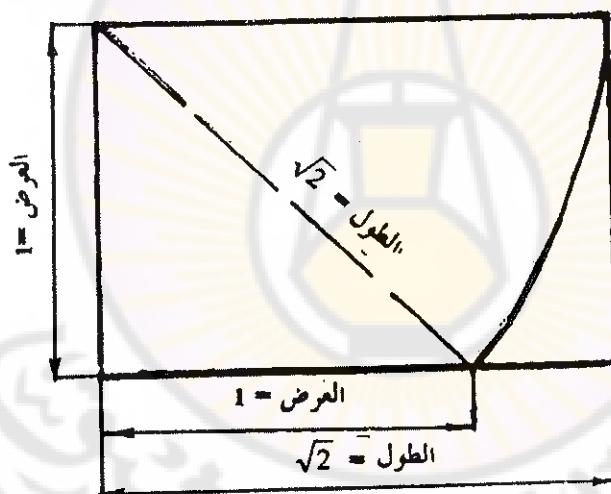
2- ورق الرسم.

يستخدم للرسم الهندسي الورق الأبيض غير القابل للإصفرار، ويتوفر في الأسواق على شكل لفائف أو صنائع بقياسات وسمكّات عيارية معينة. ومن صفاتـه أنه لا يتأثر بأعمال الحـيـ والتحـبـيرـ، لذلك يـحبـ أن تكون أليافـهـ منـدـجـةـ ومتـمـاسـكـةـ، وـأنـ يـكـونـ خـشـنـ السـطـحـ وـقـاسـيـاـ، ليـمـنـعـ دـخـولـ وـانـغـرـازـ رـأسـ الـقـلـمـ وـلـيـسـاعـدـ عـلـىـ التـقـاطـ ذـرـاتـ الغـرافـيـتـ مـنـ الـقـلـمـ وـيـشـكـلـ الـخـطـوـطـ السـوـدـاءـ المـطـلـوـبةـ،ـ شـرـيـطةـ أـلـاـ تـؤـديـ زـيـادـةـ الـخـشـونـةـ إـلـىـ الـحـصـولـ عـلـىـ خـطـوـطـ غـيرـ مـنـظـمـةـ الـجـوـانـبـ.

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 كسره، كدليل للتقدير. ولتعدد المستطيلات التي يمكن الحصول عليها من مساحة المتر المربع، اعتمد نسبة ثابتة بين الطول والعرض للمستطيل وهي:

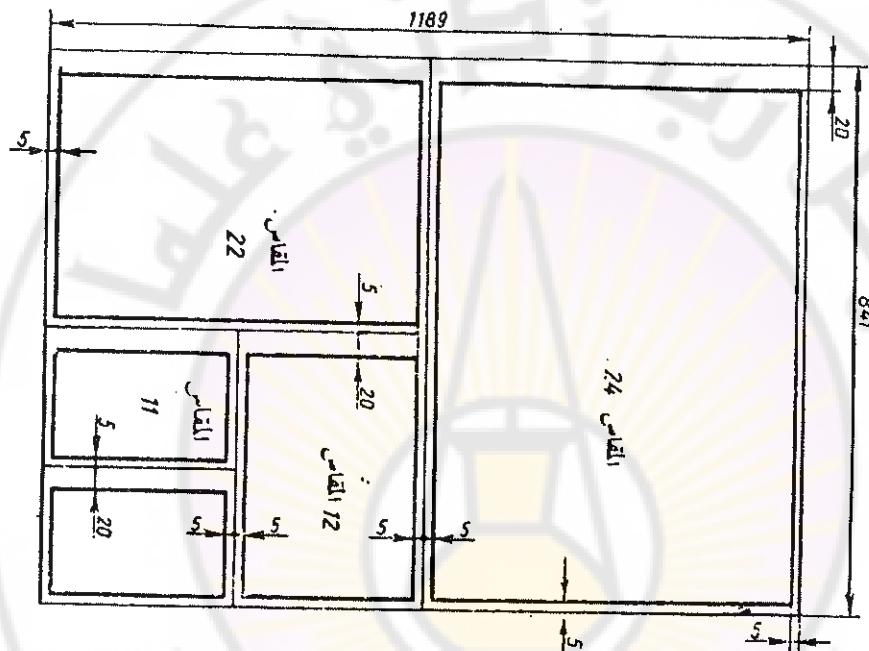
$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\text{العرض}}{\text{الطول}}$$

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 وبمجموعه القياسات المعتمدة بالنسبة إلى الرمز (A). والمجدول (1 - 1) يوضح الأبعاد مع الرموز المناسبة لورق الرسم المعتمدة دولياً.



الشكل (1 - 7) تقسيمات ورق الرسم والقياسات

3 - لوحة الرسم

تستخدم اللوحة لثبت ورق الرسم عليها بواسطة شرائط اللصق الملائمة، وإن أي طاولة ذات سطح مستو وأملس ناعم وجاذب أيسير مستقيم (لتسهيل حركة المسطرة حرف T)، يمكن استخدامها كلوحة رسم.

تصنع لوحات الرسم من الأخشاب وتغطى بالمازوبيت والفورميكا وتحاط بإطار من الخشب المتن والمقاوم للاستعمالات اليومية.

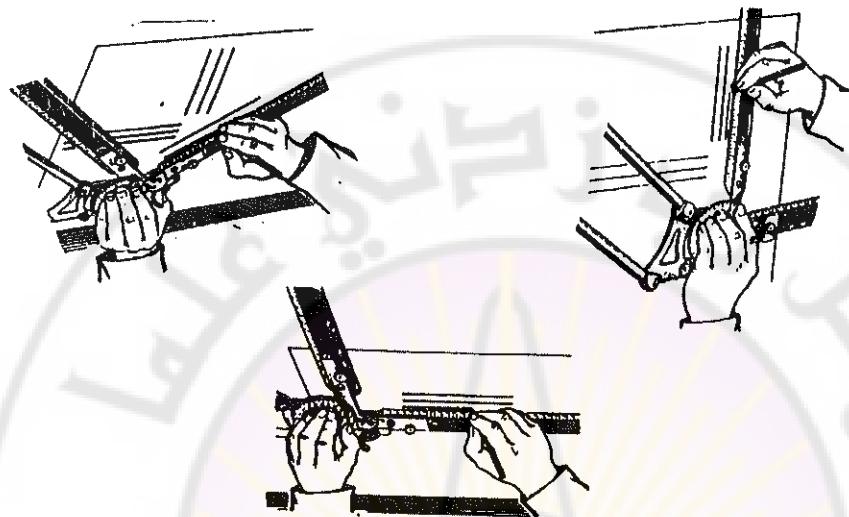
القياسات	11	12	22	24	44
الأبعاد الهائية للورق	297×210	297×420	594×420	594×841	1189×841
الرموز المحددة للقىاسات	A4	A3	A2	A1	A0

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 مسامير متعددة تتحرك على سطح اللوحة بشكل حر، لتنسليعها عن بعض الأدوات وتوفر 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 جزأا المسطرة متعامدين تماماً ومتباينين بشكل محكم، ويفضل أن يكون حرف المسطرة العلوي مشطوفاً بعض الشيء لتسهيل أعمال الرسم.

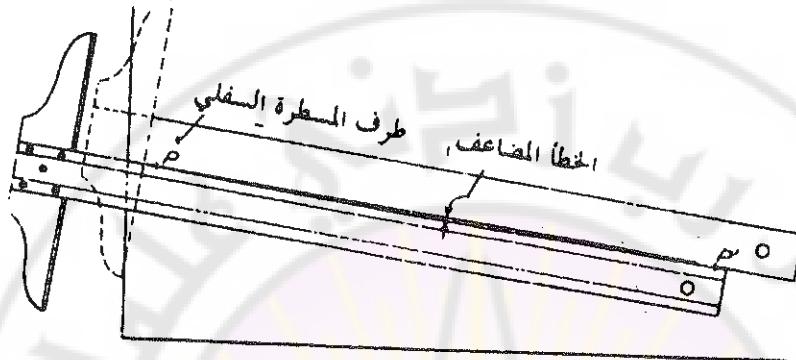
والمسطرة حرف T أهميتها، إذ يمكن بوساطتها إقامة الخطوط الأفقية المستقيمة بسبب انزلاق رأس المسطرة على الجانب الأيسر للوحة الرسم، كما يمكن إنشاء الخطوط العمودية بمساعدة المثلثات. وينبغي الانتباه أثناء الرسم، من أجل أن يكون رأس المسطرة ملتصقاً تماماً بالجانب الأيسر المستقيم للوحة الرسم.

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



الشكل (1 - 9)

أنواع من المساطر



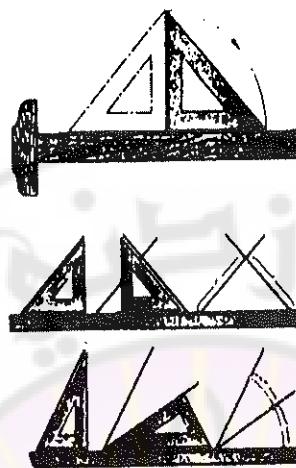
الشكل (1 - 10)
فحص المسطرة "T"

5- المثلثات

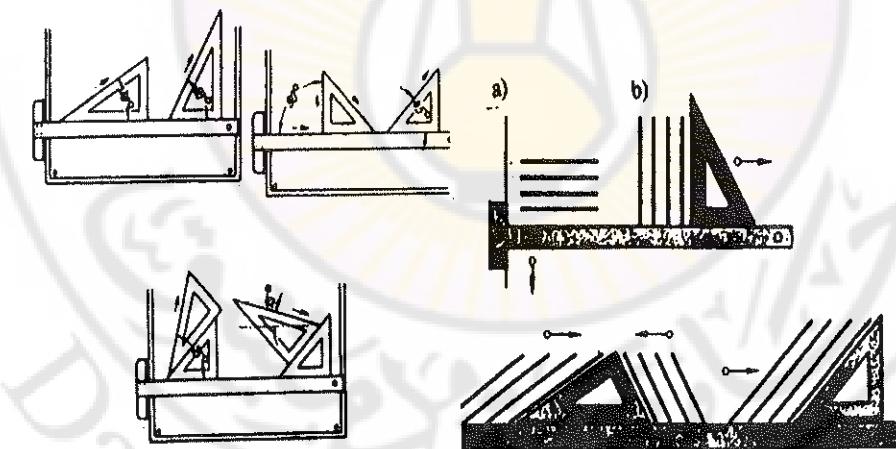
تصنع المثلثات عادة من اللدائن البلاستيكية الشفافة. وهي نوعان:
بزوايا $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ ، ويزوايا $45^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ ، ولها قياسات مختلفة.
ويجب أن تكون حروف المثلثات مستقيمة والزوايا صحيحة،
والشكل (1 - 11) يبين طريقة اختبار دقة الزوايا.

تستخدم المثلثات ومساعدة المسطرة في إنشاء الخطوط العمودية والعمودية
المتوازية وخطوط التهشيم وبعض الخطوط المائلة. كما تستخدم في تقسيم الدوائر
ورسم المضلعات.

الشكل (1 - 12) يوضح بعض هذه الاستخدامات.



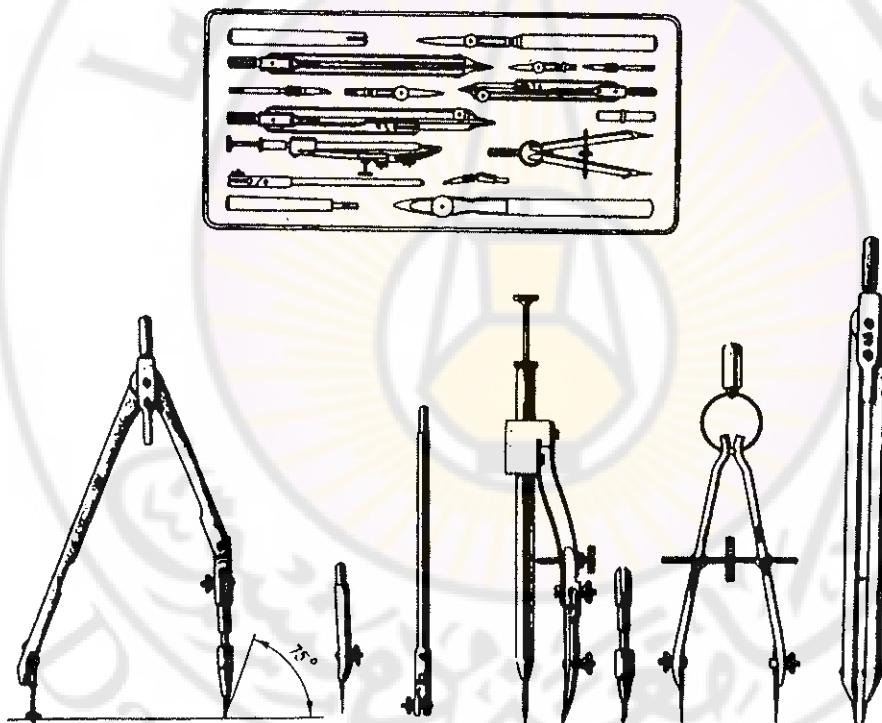
الشكل (11 - 1)



الشكل (12 - 1)

٦- علبة الفرجار. (الفرجار ومتماماته)

يستخدم الفرجار لإنشاء الدوائر وأنصاف الدوائر، كما يستخدم لإنشاء الأقواس. يباع الفرجار على شكل مجموعات ضمن علب خاصة أو بشكل إفرادي، وتختلف العلب بمحومها، حسب عدد القطع الموجود ضمنها. بالنسبة للطالب يكفي وجود الفرجار الكبير (تركب وصلة عند الحاجة) والفرجار الصغير لرسم الدوائر الكبيرة والمتوسطة والصغيرة، إضافة إلى فرجار ناقل القياسات أو الأبعاد، ذي الرأسين المعدنيين المدببين. الشكل (١ - ١٣).



الشكل (١ - ١٣) الفرجار ومتماماته

7 - الممحاة

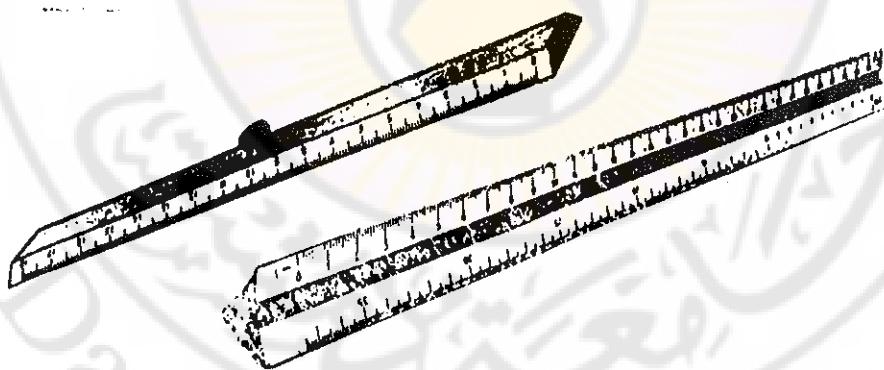
وستستخدم لأعمال الحبر والمسح للخطوط الزائدة أو الأخطاء المرتكبة، ويستحسن استخدام الممحاة الطيرية غير الحادة وغير القاسية، كي لا ترك أثراً في ورق الرسم أو تلفه، وتزال بقایا الممحاة بالفرشاة أو القطن أو ما يشابه ذلك.

ملاحظة: لا يسمح عند إزالة بقایا الممحاة بالتنفس، كي لا تتعرض ورقة الرسم، والرسم عموماً لمخلفات وبقايا الفم.

8 - مساطر القياس

تستخدم مساطر القياس لتحديد الأبعاد والقياسات الازمة للرسم، وتصنع من الخشب أو اللدائن البلاستيكية، وقد تكون مدرجة بالسانتيمتر أو بـالإنش أو بكليهما معاً.

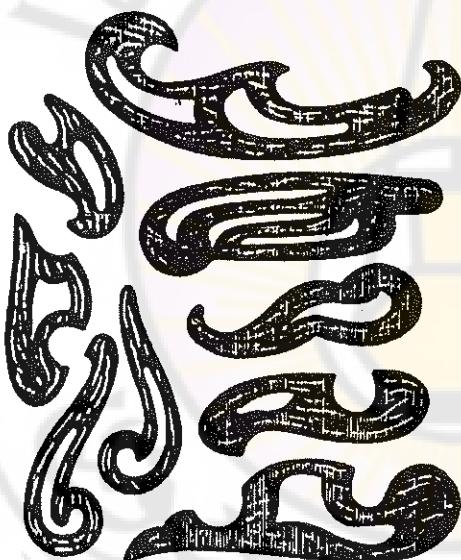
وتوجد مساطر القياس بمقاطع وأطوال مختلفة، منها مساطر ذات المقاطع المثلثية وتستخدم عادة في الرسوم المعمارية ومنها ذات القطع المستطيل وهو المفضل استخدامه في الرسم الهندسي الميكانيكي والصناعي، ولها حرف مشطوف يساعد على عملية تحديد القياس، والشكل (1 - 14) يبين بعض أنواع هذه المساطر.



الشكل (1 - 14)

٩- 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 لواضع وأمكنة معينة كالمجموعات المستخدمة في أعمال السكك الحديدية أو السفن، وتكون هذه المنحنيات غير منتظمة كغيرها من المنحنيات المعروفة، والشكل (١ - ١٥) يوضح بعضًا من هذه المساطر. وبعد رسم الأقواس والمنحنيات أمرًا مجدها للرسامين، لذلك يفضل قبل إنشاء المنحنى بالمسطرة، تحديده يدوياً، ومن ثم تستخدم المسطرة لتسهيل عملية الرسم.



الشكل (١ - ١٥)

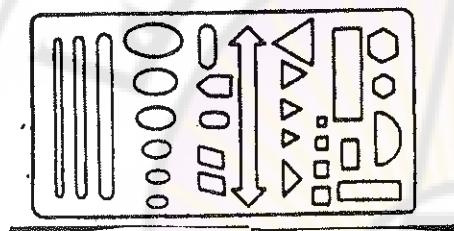
مجموعة من مساطر المنحنيات

١٠- المقلة

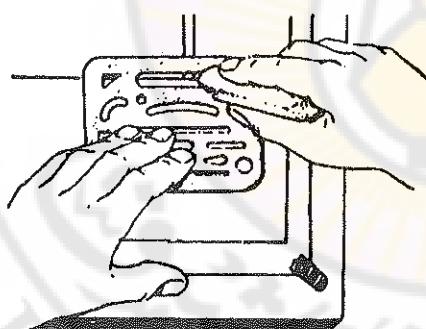
تستخدم المقلة لإنشاء الزوايا التي لا يمكن إنشاؤها بالمثلثات، كما تستخدم أيضًا لقياس الزوايا وتحديدها عند اللزوم، والمقلة لها أشكال كثيرة ومعروفة للطالب من المراحل الابتدائية.

11- أدوات الرسم المساعدة (الإضافية).

لتسهيل أعمال الرسم ورفع الجودة في الرسم وإنقائه، 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 الواقي، الشكل (1 - 17)، المساعد على إزالة الخطوط الزائدة، إذ يحمي الخطوط المحاورة من الحفي.



الشكل (1 - 16)

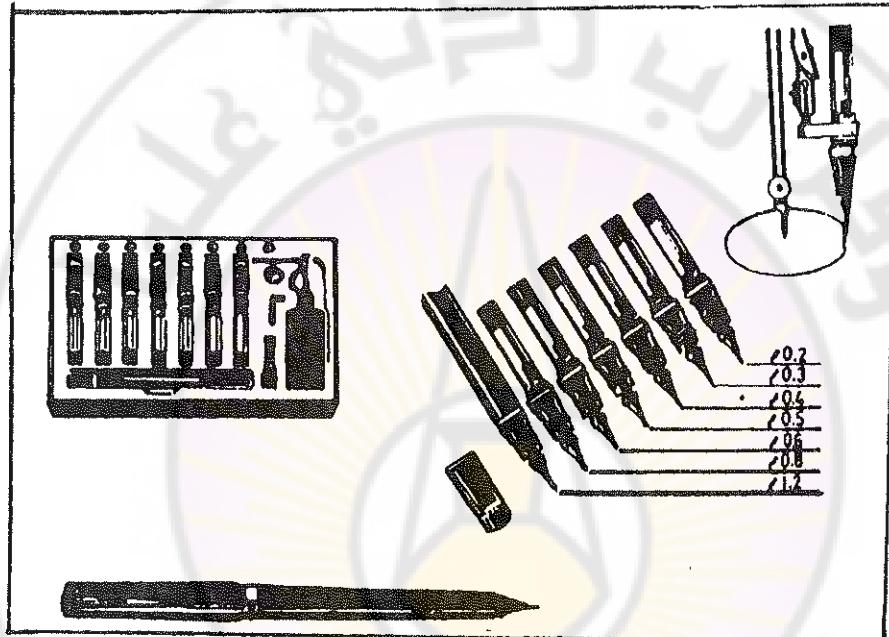


الشكل (1 - 17)

13- أدوات التجبير.

تستخدم أقلام التجبير لثبت 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 على مختلف الحجوم والأنواع، تحوى أقلام تجبر. وأقلام التجبر ذات هيايات مجموعة ودائرة المقطع تتوافق بأقطارها مع خطوط الرسم الدولية المعتمدة، إذ يكفي اختيار القلم بحسب الخط اللازم، والشكل (1 - 18) بين علبة تجبر وأقلامها ما بين (0,2 - 1,2) mm.



الشكل (1 - 18)
علبة التجبر ومتتمماها.

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

لكن، والملاحظة مهمة جداً، لا يمكن إطلاقاً العمل على برنامج الرسم باستخدام الحاسب ما لم تتقن عملية الرسم وتعلمها بشكلها الصحيح وتحسّن معنى خطوط الرسم وستوعب أعمال الإسقاط وتخيل أو تملك المخيلة الجيّدة للرسم والإسقاط واستنتاج المساقط، وإنما فالحاسوب مجرد أداة لا تخيل ولا يقوم بالرسم. فالواجب قبل كل شيء تعلم الرسم وأساسياته ومن ثم استخدام هذه المعلومات في برنامج الرسم على الحاسوب AutoCad.

خطوط الرسم الهندسي

عرفنا أن الرسم الهندسي هو طريقة للتعبير عما يجول في ذهن المهندس أو المصمم، لغة 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 (السمك) والشكل باختلاف الوضع أو حالة الاستخدام، فلكل خط دلالة واستعماله، بحيث يمكن قراءة الرسم ب مجرد النظر إليه.

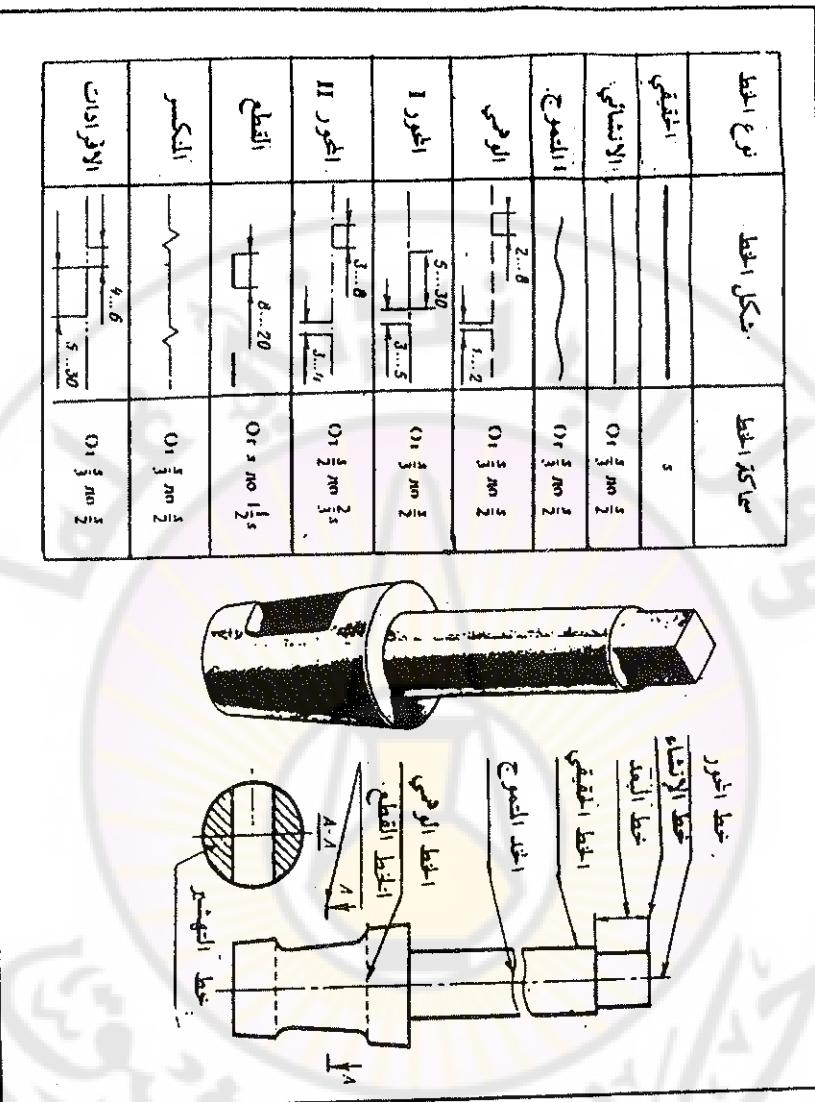
الجدول المبين لاحقاً (1 - 2) والشكل (1 - 19) يوضحان أنواع الخطوط الرئيسية المستخدمة في الرسم الهندسي، وسنشرح كل خط على حدة.

تبين 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 تصميمه و مدى 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 وإيصاله كخطوط الإنسانية، ونعني بخط واقع الرسم، هي الخطوط التي تمثل الأحرف والأسطعح الرئيسية وغير الرئيسية للقطع المصورة أو المراد رسماها.

١ - الخط الحقيقي (الأساسي)

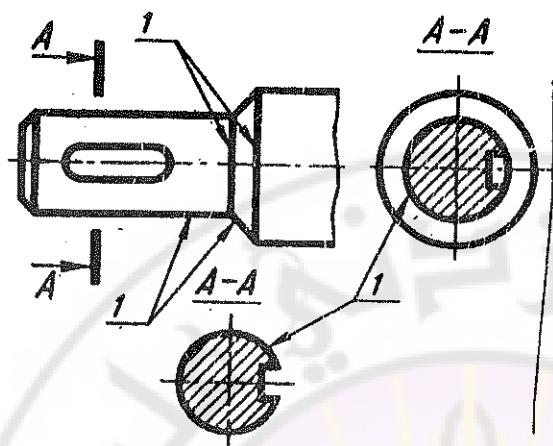
يُعبر الخط الحقيقي عن الأسطعح والحواف أو الأحرف الظاهرة أو المرئية من الجسم.

ثخانة الخط (سمكها) تتبع مساحة الورق وشكل الرسم أو التصميم وحجمه. تترواح 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.



الشكل (١ - ١٩) الجدول (٢ - ١)

تتشاً الخطوط الحقيقة عند انتهاء الرسم، باستخدام القلب الغرافيفي 2B و B، والرسم يوضح هذه الخطوط، الشكل (١ - ٢٠).

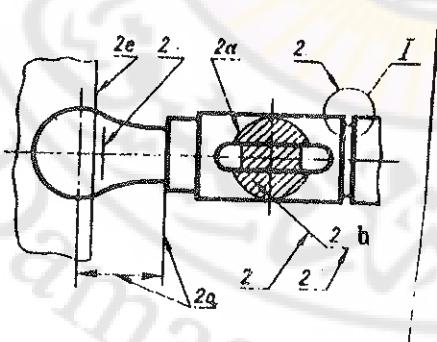


الشكل (1 - 20)

2- الخطوط الإنسانية.

تشمل هذه الخطوط وتنشأ في خطوط الإسقاط لوضع الأبعاد (a). كما تستخدم كخطوط تشير (b)، وأيضاً للتعبير عن نهاية الأجزاء الميكانيكية (c)، وتغير عن الانتقال من سطح إسطواني لآخر، وغيره من الأوضاع التي يوضحها الشكل (1 - 21).

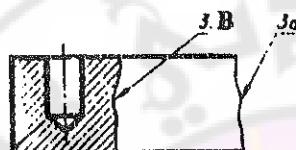
هذه الخطوط ليست من واقع الرسم، كما ذُكر لكنها ضرورية للإيضاح.



الشكل (1 - 21)

3- الخطوط المتوجة

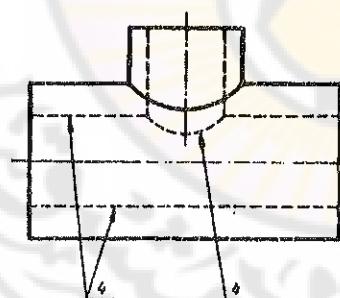
تشاً الخطوط المتوجة للتعبير عن حالات القطع غير المنتظمة للقطع الميكانيكية (أ) وحالات قطع جزئي غير منتظم ضمن القطعة (B)، الشكل (1 - 22).



الشكل (1 - 22)

4- الخطوط الوهمية

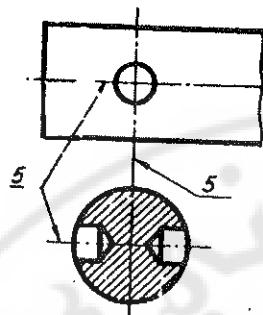
هذه الخطوط تشاً للتعبير عن الأسطح غير المرئية أو غير الظاهرة، أي أنها بداخل القطعة، ونعلم بوجودها، كالثقوب والمحاري وغيرها، وعادة ما يستخدم القلب الغرافتي HB لإنشائها، الشكل (1 - 23).



الشكل (1 - 23)

5- خطوط المحاور

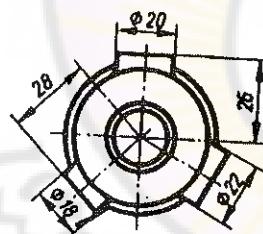
وهي خطوط إرشادية إنشائية إيضاحية، تستخدم للتعبير عن مراكز الدوائر والأقواس وتستخدم للتصنيف والتمثال وكخطوط تمايز، وترسم عادة من بداية الرسم، باستخدام القلب الغرافتي H₂H، الشكل (1 - 24).



الشكل (1 - 24)

٦- خطوط الأبعاد

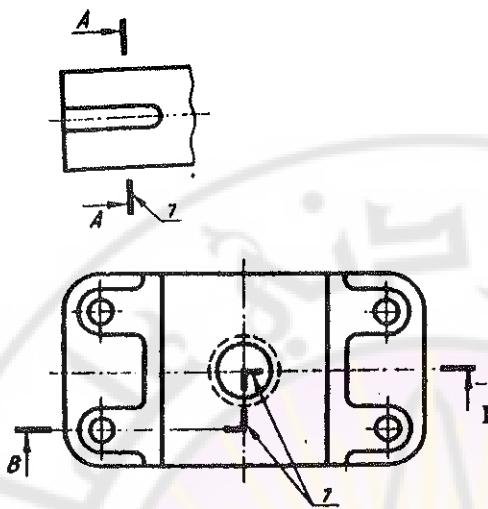
وهي من الخطوط الإنسانية وتشاً للدلالة على مقياس السطح أو الجسم، وسماكتها تعادل (0.2 - 0.3 mm)، وتعلق بسمك الخط الأساسي الذي يتم اختياره منذ البداية الأولى للرسم وتعادل $\frac{S}{3}$ أو $\frac{S}{4}$ من سماكته، عادة ما يستخدم القلب الغرافيتي H, 2H، الشكل (1 - 25).



الشكل (1 - 25)

٧- خطوط المستويات القاطعة (القطع).

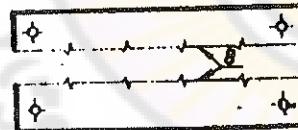
يمكن إنشاء مثل هذه الخطوط للتعبير عن المستوى القاطع واتجاهه، أي عندما نريد إيضاح ما يداخل القطعة أو الجسم، فنلجأ إلى ما يسمى القطاع أو المقطع، ومكان مرور القطاع (نصلة المنشار كما تخيّل) هو المستوى القاطع، والشكل (1 - 26) يوضح ذلك.



الشكل (1 - 26)

8- الخطوط المكسرة

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

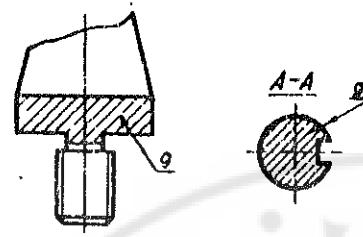


الشكل (1 - 27)

9- خطوط التهشیر.

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

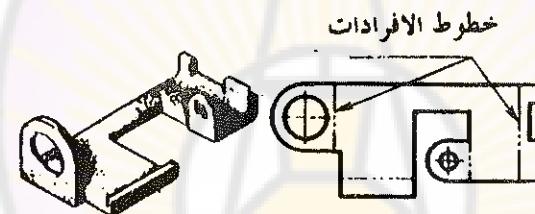
وهي خطوط مستمرة رفيعة توضع بزاوية 45° بالنسبة لسطح الورقة، ويفضل استخدام القلب الغрафي H,2H، الشكل (1 - 28).



الشكل (1 - 28)

10 - خطوط الأفرادات.

تستخدم هذه الخطوط في التعبير عن أحرف الجسم الذي تم إفراده (تفريغه)، وعادة ما يلحقها في أعمال الرسم إلى الأفراد وللتوضيح. الشكل (1 - 29).



الشكل (1 - 29)

الكتابية الهندسية

مدخل

تزود الرسوم الهندسية الموجزة بالمعلومات الفنية والإيضاحات الازمة مع تنوين جميع البيانات الضرورية لتنفيذ التصميم المطلوب ضمن المعامل والورش بشكل تام وصحيح. هذه المعلومات والإيضاحات الفنية تدون كتابة على شكل أبعاد (أرقام عددية) أو كتابات عاديّة، تتمتع بالوضوح والجمال والشكل المنتظم في الوضع، ليتسنى لقراءها بسهولة ودون أخطاء، وأنواع الكتابات الهندسية المعتمدة هي:

- الكتابة العربية

أشتمد في الكتابة العربية الأحرف الكوفية، لكنها الأقرب هندسياً من غيرها من الأشكال أو أنماط الأحرف العربية، الشكل (1 - 30). يتراوح ارتفاع الأحرف في الكتابة العربية على الرسوم الهندسية ما بين (3 - 25 mm)، بحيث تناسب نحافة خطوط أجزاء الحرف مع ارتفاعه، ويجب على الطالب الانتباه إلى أن بعض أجزاء المفروض يقع فوق أو تحت السطر ولعله، والأشكال (1 - 31 و 32 و 33 و 34) توضح بعض الكتابات والأحرف للتسرير.

- الكتابة الهندسية الأجنبية (اللاتينية).

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

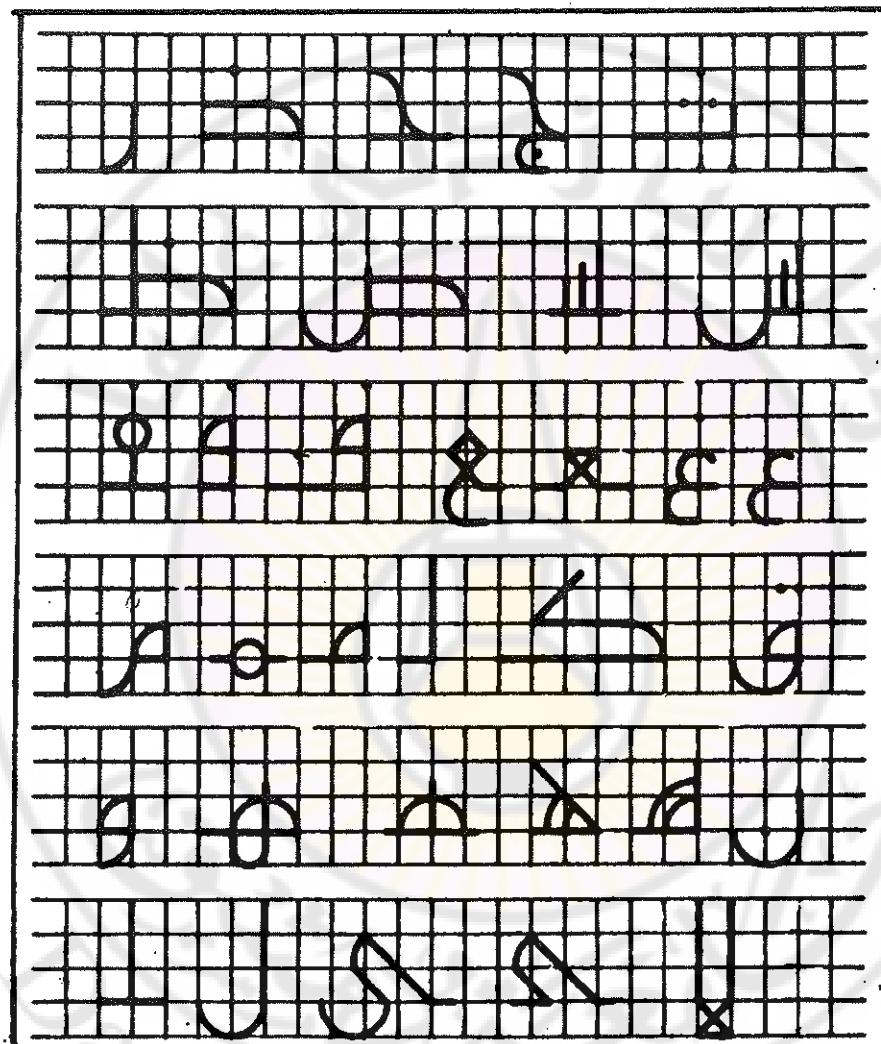
يتم اختيار ارتفاع الحرف اللاتيني (h) من أساس المعايير التالية:

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

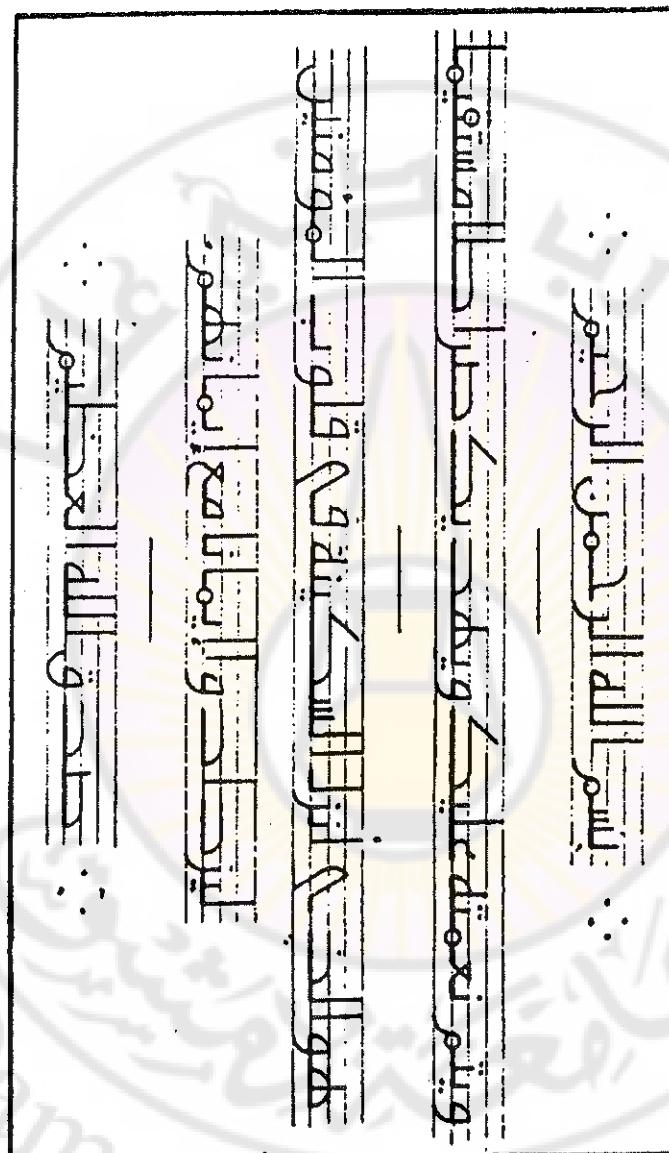
وتحتاج أبعاد وأجزاء المفروض تأخذ بحسب معينة من الارتفاع الأساسي (h)، حيث أن ارتفاع الحرف الصغير $\frac{5}{7} h$ وسمكه $\frac{1}{7} h$ والبعد بين الطرفين $\frac{11}{7} h$ والفراغ بينهما $\frac{4}{7} h$ ، الشكل (1 - 36) يوضح الأحرف المستخدمة.

يسمح للطالب أو الرسام بالتصرف التقالي في تفسير بعض الشخانات والارتفاعات والخروج عن الترداد والأسس المتّعة، وذلك حسب مساحة المكان

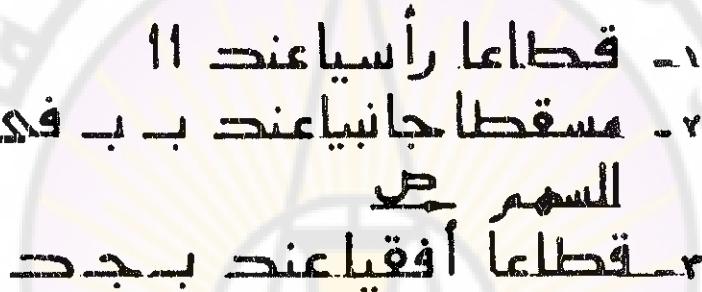
إذ يمكن تعريض أو تضيق حجم الحرف بما يتناسب مع حجم الرسم،
الشكل (1 - 36).



الشكل (30-1)

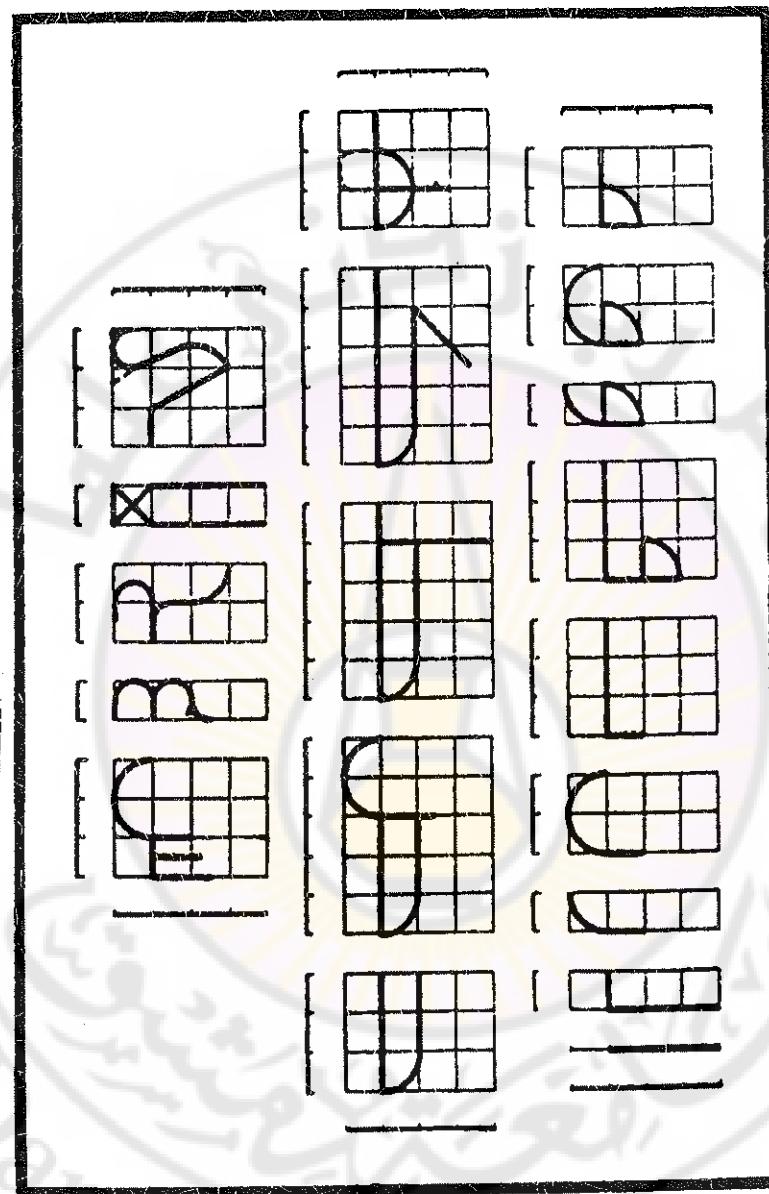


الشكل (31-1)

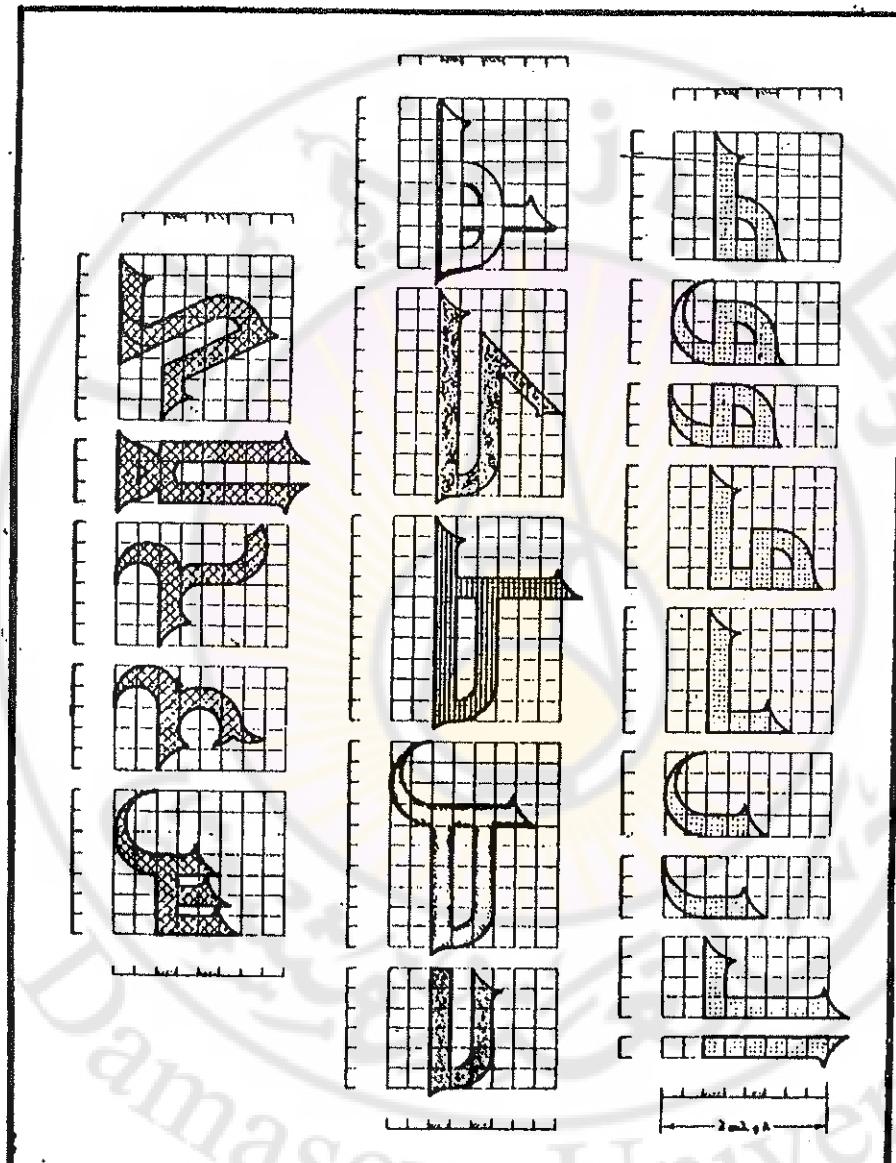
ارسم بمقاييس كامل :
١- قطاعاً رأسياً عند ١١
٢- مسقطاً جانبياً عند بـ بـ في اتجاه
السهم 
٣- قطاعاً أفقياً عند سـ جـ

للابعاد بالملليمترات

الشكل (٣٢-١)



الشكل (33-1)



الشكل (34-1)

أحياناً لاتقان كتابة الأحرف بنوعيها يجب التدرب على أوراق ميلمترية أو أوراق مربعات إلى أن يتم إتقانها، ومن ثم تعمد 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 بإتماء الرسم.

نصائح وإرشادات

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

- 1- مراعاة التجانس في كتابة الأحرف والأرقام، من حيث الشكل والارتفاع ونسب الأجزاء، وتساعده 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

ا ب ج د ف ه ک ل م ن
و پ ر س ت ع و خ ی ز

DIN 17

الخط العائلي

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

ا ب ج د ف ه ک ل م ن
و پ ر س ت ع و خ ی ز

a b c d e f g h i j k l m n o p

o p q r s t u v w x y z a d c b f

۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۰

DIN 16

Nominal height h in mm : قسم الارتفاع :

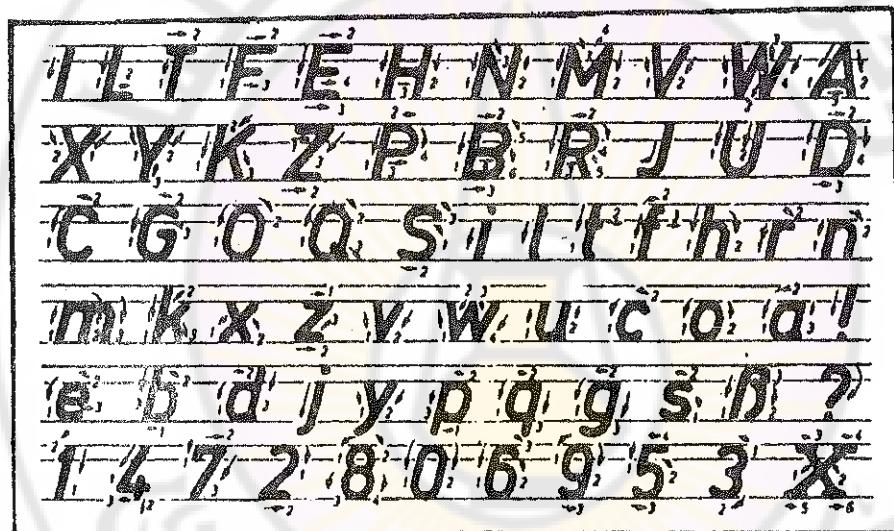
2 , 2.5 , 3 , 4 , 5 , 6 , 8 , 10 , 12 , 16 , 20 , 25 .

DIN 1451

الشكل (۱ - ۳۵)

üben und üben

الشكل (١ - ٣٥)



HEARING SHAFT MACHINE TOOL SCREW
Bevel gear Roller DISK

الشكل (١ - ٣٧)

الباب الثاني

أسس الرسم الهندسي

مدخل

سبق وأشارنا 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 بالطراائق الصحيحة والمعرفة الجيدة في إنشاء الأشكال الهندسية المستوية، المعتمد في بنائها على عنصرين هندسين أساسين 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:

- الدقة في وضع المساطر على النقاط المختاراة.
- إنشاء الخطوط بمساعدة المساطر (المسطرة).

◦ الدقة في وضع إبرة الفرجار على النقاط المختاراة في المستقيم، أو نقطة م Alla على التعين.

◦ إنقان عمليات الإنشاء للأقواس والدوائر.

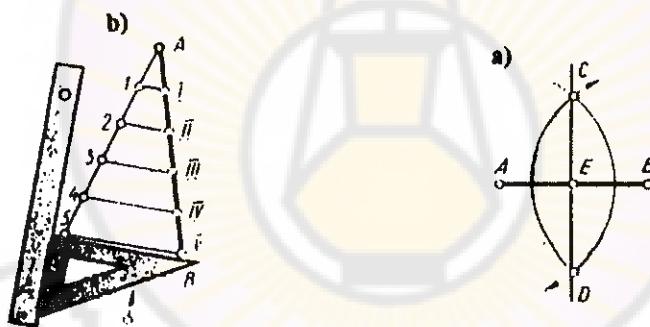
وانطلاقاً من ذلك سنوضح أعمال الإنشاء لبعض الأشكال الهندسية.

2- عمليات متعلقة بالخط والزوايا

1- تقسيم القطعة المستقيمة.

يمكن تقسيم القطعة المستقيمة إلى قسمين متساوين أو إلى عدة أقسام متساوية. لتقسيم القطعة المستقيمة إلى قسمين متساوين (تصييفها)، نفترض أن ثمانية القطعة AB هما مركزان لإرة الفرجار، وبفتحة تساوي أكبر من النصف، تتشيء قوسين يتقاطعان في النقطتين CD، والمستقيم الواصل بينهما ينصف القطعة في النقطة E. الشكل (2 - 1).

أما لتقسيمها إلى أقسام متساوية، فتتشيء من إحدى النهايتين ولتكن النقطة A، مستقىماً يشكل 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 بموازيات للمستقيم 5B، وهذه المستقيمات المتوازية تقسّم القطعة إلى خمسة أقسام متساوية.



الشكل (2 - 1)

2- إنشاء الأعمدة والموازيات

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 والمتوازيات.

- 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 وغير بالنقطة A على مستوى بمساعدة الجهاز.
 - 5- إنشاء عمود على القطعة المستقيمة AB وتمر بالنقطة C الواقعة على مستوى بمساعدة المسطرة والمثلث.
 - 6- إنشاء عمود مار بالنقطة E، الواقعة على القطعة المستقيمة AB.
 - 7- إنشاء مستقيم CD يوازي AB وغير بالنقطة E الواقعة على مستوى.
- 2-3- الروابيا والقصيمات

العمليات المتعلقة بالزاويا وتقسيماتها كثيرة. سنتناول أهم هذه العمليات وطرق إنشاء الزاويا بمساعدة المسطرة والمثلثات مع الفرجار.

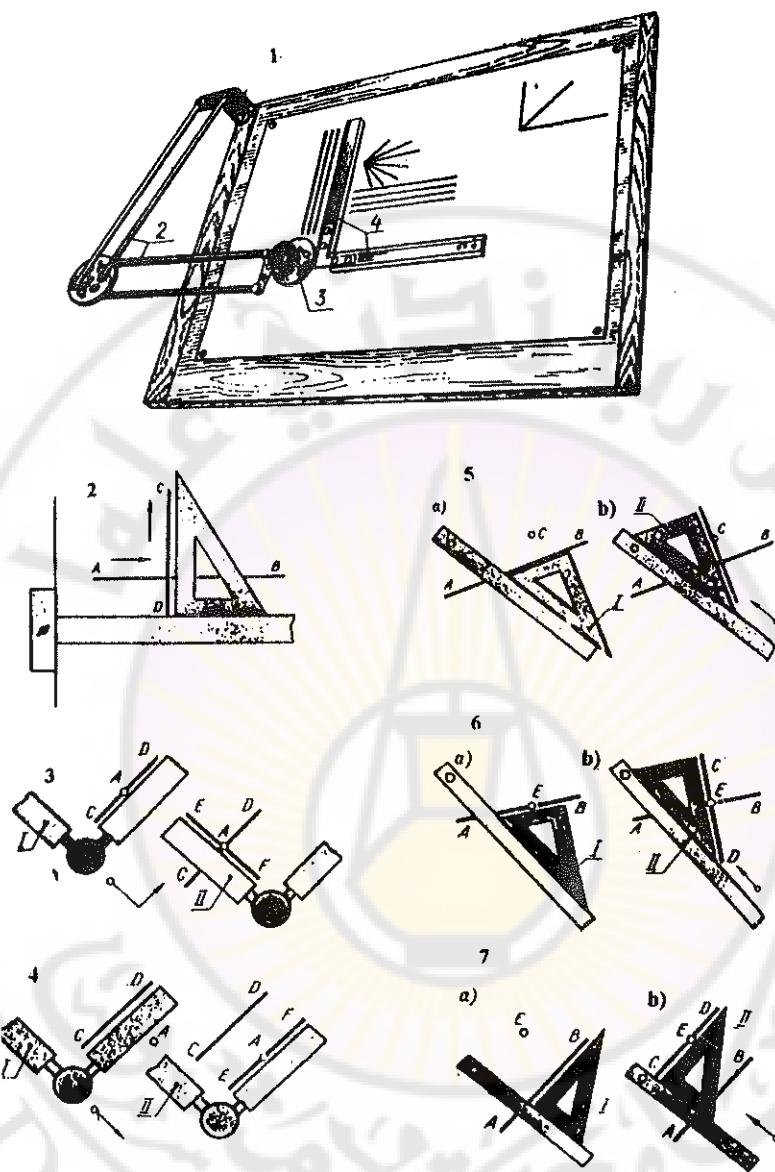
يمكن بمساعدة المسطرة والمثلثات إنشاء الزاويا

$150^\circ, 135^\circ, 105^\circ, 102^\circ, 75^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ, 30+45^\circ, 135^\circ, 105^\circ, 102^\circ, 75^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ$

والشكل (2 - 3) يوضح ذلك.

2 - 3 - 1- الزاوية الممالة

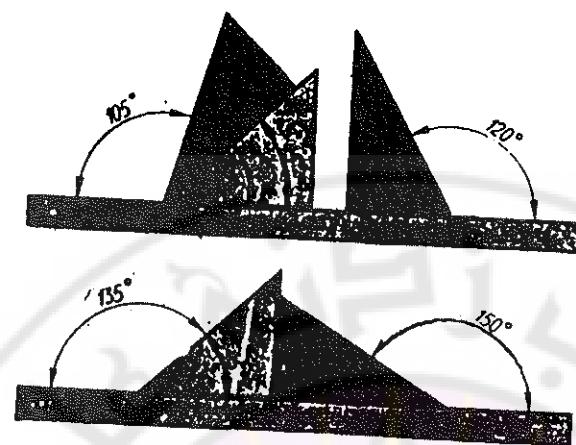
يمكن إنشاء زوايا ممالة ومتباينة، الشكل (2 - 4). فمن النقطة B، للزاوية $A\hat{B}C$ نشيء قوساً ينقطع مع أضلاعها بال نقطتين EF ويفتحة الفرجار نفسها والتي تنص قطراها R نشيء قوساً من المركز B_1 للمستقيم B_1A_1 ليقطعه في النقطة F_1 . نضع إبرة الفرجار في النقطة F_1 ونشيء قوساً مقداره EF فينقطع مع القوس السابق بالنقطة E . نصل بين النقطتين B_1E . مستقيم لنحصل على الزاوية الممالة.



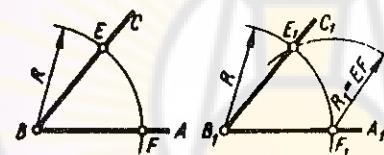
الشكل (2 - 2)

أهم العمليات في إنشاء الأعمدة والمتوازيات بوجود نقطة معلومة

* توجد عمليات عديدة و مختلفة في إنشاء الأعمدة والمتوازيات، إذا أراد الطالب الترسّع، يمكن له العودة إلى المراجع.



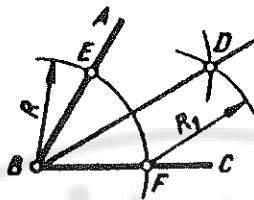
الشكل (3 - 2)



الشكل (4 - 2)

٢ - ٣ - ٢ - تنصيف الزوايا

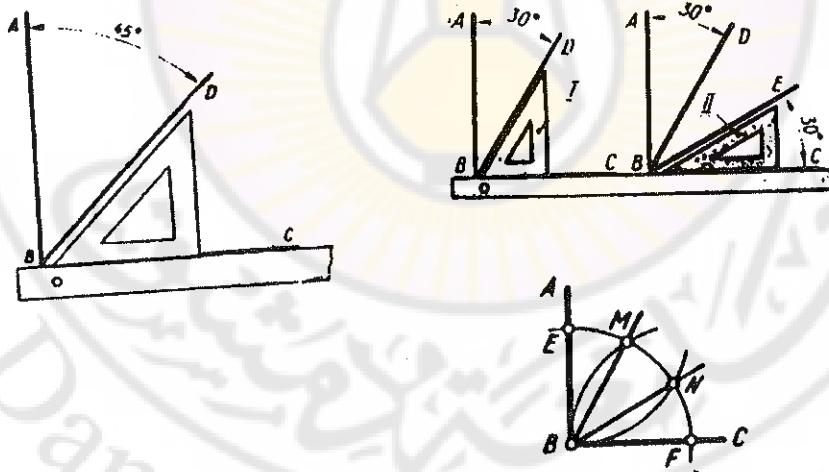
لتنصيف زاوية ما، مثل الزاوية $A\hat{B}C$ ، نفتح الفرجتخار، فتحة اختيارية مقدارها R ، ونرسم قوساً يتقاطع مع ضلعيها بال نقطتين EF . وبفتحة تساوي $\frac{EF}{2}$ نرسم قوسين من النقطتين EF يتقاطعان في النقطة D . المستقيم الواصل بين B و D هو منصف الزاوية $A\hat{B}C$ ، الشكل (2 - 5).



الشكل (5 - 2)

٣ - ٣ - تقسيم الزاوية القائلة

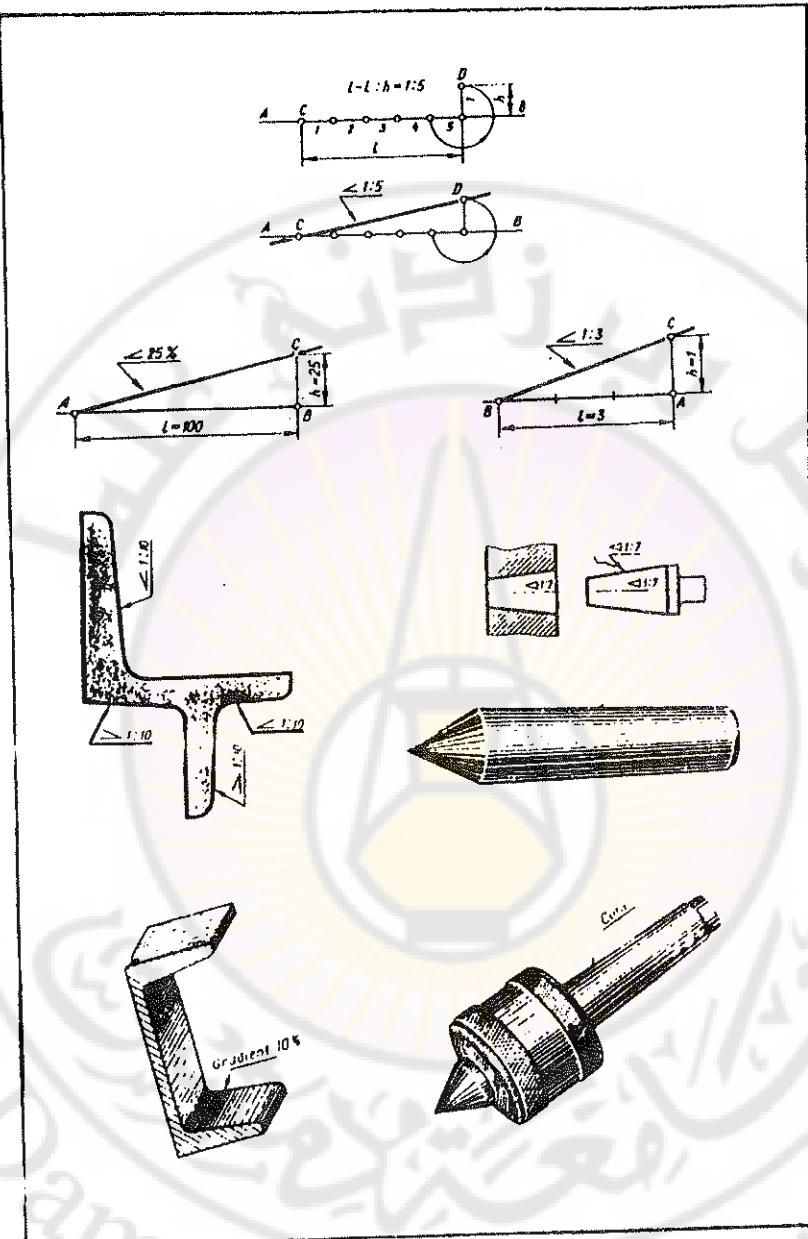
يمكن أن تقسم الزاوية القائلة باستخدام المسطرة والمللثات، كما يمكن تقسيمها باستخدام الفرج حار، إذ ننشيء قوساً بمنصف قطر اختياري R من النقطة B للزاوية ABC، الشكل (2 - 6) فيقطع القوائم في النقطتين EF. وبالفتحة نفسها ننشئ قوسين اثنين من النقطتين EF ليتقاطعاً في N. المستقيمات BM, BN يقسمان الزاوية إلى ثلاثة زوايا بمقدار 30° .



الشكل (6 - 2)

2 - 3 - 4 - الأسطح المائلة والأجسام المخروطية

ضمن التصاميم 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.



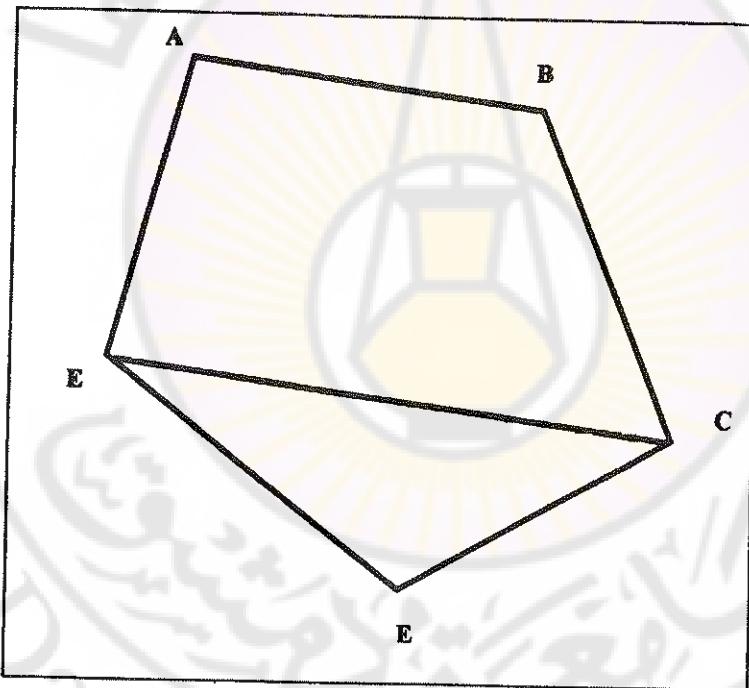
الشكل (7-2)

المضلعات

تعريف:

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

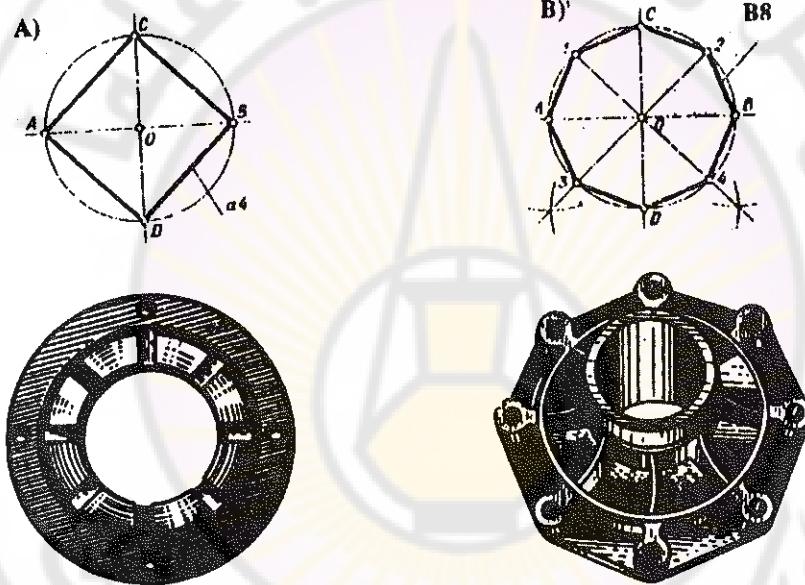
تسمى المضلعات نسبة لعدد أضلاعها فيقال مثلث ومربع وخمسة وسدس للمضلعات ذات 3, 4, 5, 6 أضلاع. وهناك ما يسمى المضلعات المنتظمة، وهي المضلعات المحاطة بأضلاع متساوية وكذلك جميع الزوايا الناتجة عن تلاقي الأضلاع.



الشكل (2 - 8)

تشاً جميع المضلعات المنتظمة داخل الدائرة أو مماسة لها. والحالات التالية تبين طريقة إنشاء بعضها:

- تقسيم الدائرة إلى أربعة أقسام وثمانية أقسام متессاوية.
- (a) - تعمد قطرى الدائرة يقطعانها إلى أربعة أجزاء متساوية في النقاط A, B, C, D نصل هذه النقاط بمستقيمات فنحصل على المربع المطلوب.
- (b) - إذا نصفنا القطعتين DB, AD، أو رسمنا قطرتين آخرين متعامدين باستخدام المثلث 45°، تقاطع في النقاط 4, 3, 2, 1، نصل النقاط 1C وC2 إلى آخر النقاط لنجعل على الشكل (2 - 9).



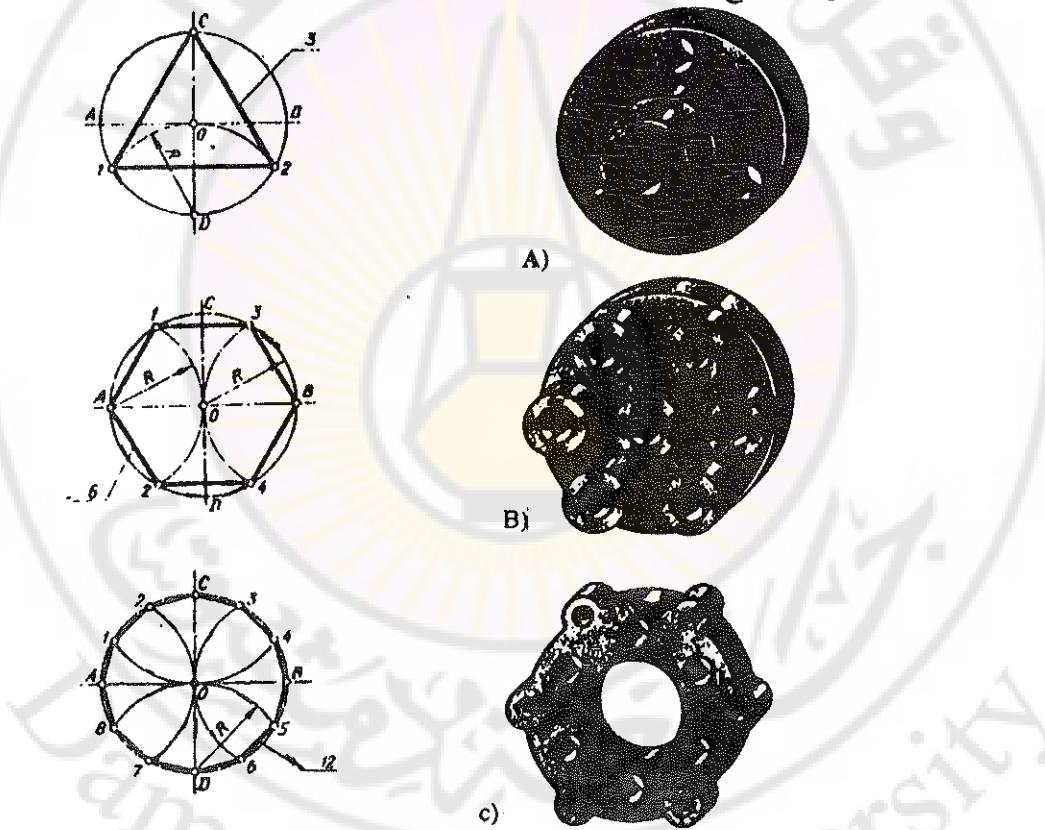
الشكل (2 - 9)

- تقسيم الدائرة إلى ثلاثة أقسام وستة أقسام والباقي عشر قسمًا.
- (A) - لتقسيم الدائرة إلى ثلاثة أقسام، ثبت الفرجار على إحدى نقاط تقاطع الأقطار مع الدائرة ولتكن D، ونفتح عيادة القطر R ونرسم قوساً يتقاطع مع

الدائرة في النقطتين 2, 1. نصل النقطتين مع النقطة C ب المستقيمات لنجعل على المثلث المطلوب.

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

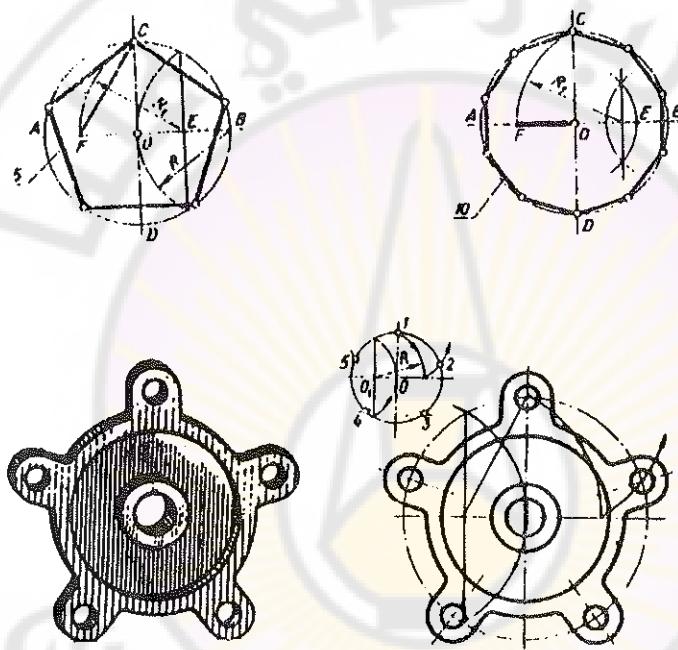
(C) - بإتباع الطريقة نفسها، مع افتراض أن جميع النقاط D, A, B, C, D مراكز للأقواس بفتحة مقدارها R لنجعل على ثمان نقاط 8, 1, 2, ..., على الدائرة، نصل بين جميع النقاط المتشكلة ونجعل على الأقسام المطلوبة الشكل (2 - 10).



الشكل (2 - 10)

• تقسيم الدائرة إلى حسن أقسام وعشرة أقسام متساوية.

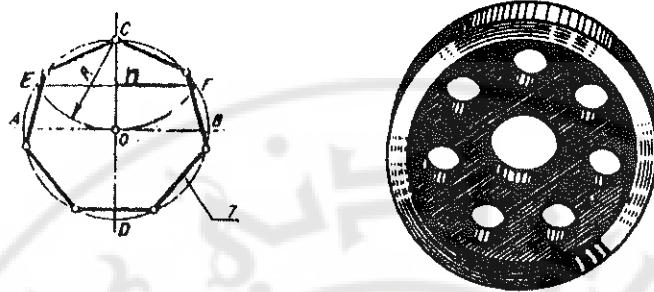
نقوم بتصنيف القطر ولكن OB في النقطة E. من هذه النقطة نرسم قوساً بفتحة فرجار $R = EC$, فيقطع OA في النقطة F، طول المستقيم CF هو طول ضلع المخمس وطول المستقيم OF هو طول ضلع المضلع ذي العشرة أضلاع، والشكل (2 - 11) يوضح ذلك.



الشكل (2 - 11)

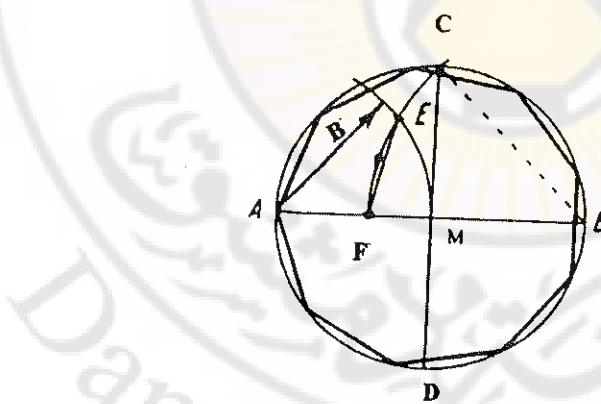
• تقسيم الدائرة إلى سبعة أقسام.

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



الشكل (2 - 12)

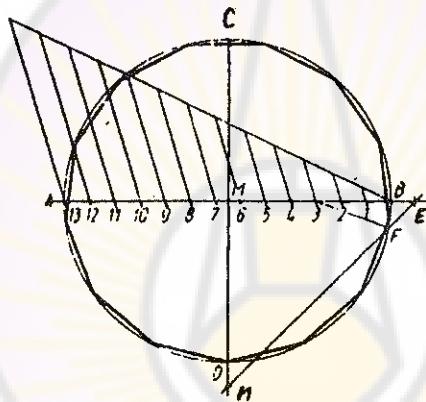
- تقسيم الدائرة إلى تسعه أقسام نشيء قوساً ولتكن من النقطة B بفتحة فرجار تساوي CB فنحصل على النقطة F. ومن النقطة A بفتحة تساوي R نرسم قوساً يتقاطع مع القوس الأول في E. الفتحة EF تقسم محيط الدائرة إلى تسعه أقسام. الشكل (2 - 13).



الشكل (2 - 13)

- تقسيم الدائرة لأي عدد معين من الأقسام.

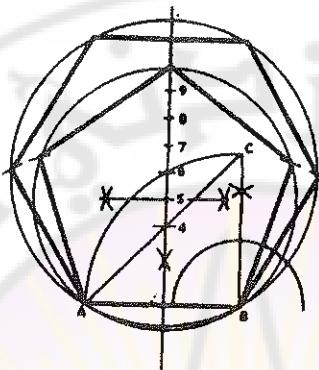
سنسرح طريقة تقسيم الدائرة إلى ثلاثة عشر قسماً، بحسب الطريقة السائدة والأسهل، مع العلم أنه يوجد طرائق مختلفة لتقسيم الدائرة لعدد معين، الشكل (2-14). نقسم قطر الدائرة AB إلى ثلاثة عشر قسماً، وعلى امتداد القطر AB نختار النقطة E، بحيث BE يساوي طول أحد الأقسام المطلوبة. وعلى امتداد ENأخذ النقطة n، بحيث Dn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



الشكل (14 - 2)

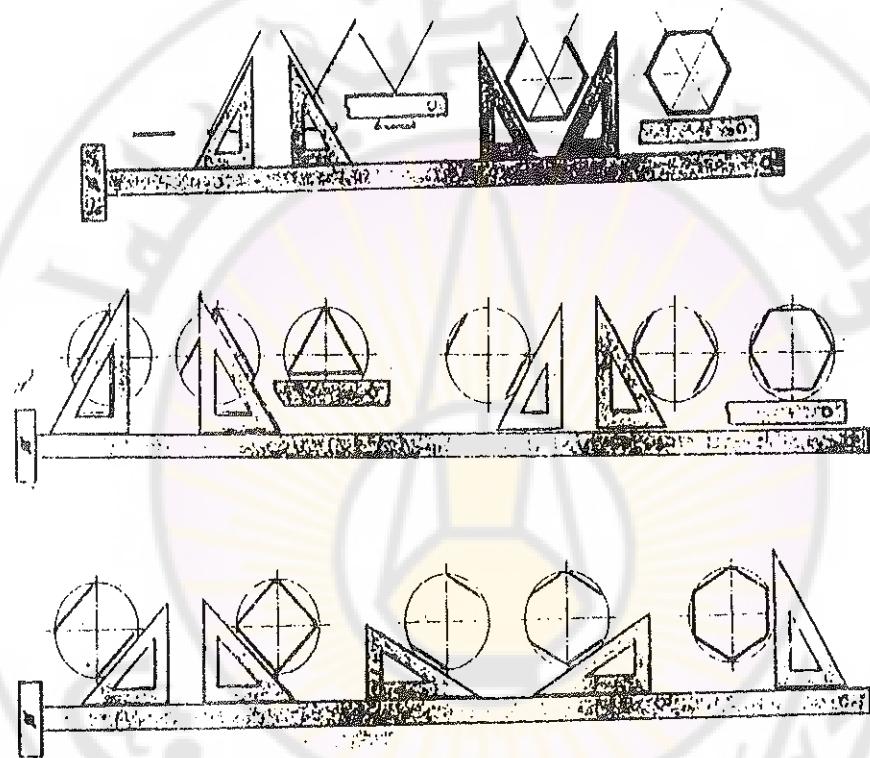
رسم المضلع إذا علم طول ضلعه

نرسم الضلع المعلوم وليكن AB . نأخذ عموداً على متصرفه من النقطة D ، كما نرفع عموداً من النقطة B ، وبفتحة مقدارها AB ننشيء قوساً يتقاطع مع العمود في النقطة C ، كما يتقاطع مع العمود المنصف في نقطة نعطيها الرقم (6). نصل بين النقطتين AC المستقيم يتقاطع مع العمود المنصف 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 تحوى 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 والملنفات إنشاء المضلعات كما هو مبين بالشكل (2 - 16).



الشكل (2) (16 - 2)

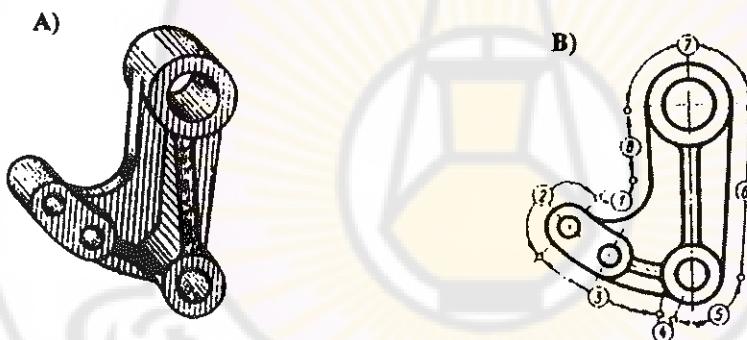
التماسات الهندسية

مدخل

إن أكثر القطع الميكانيكية مع اختلاف أشكالها، مركبة من خطوط متعددة ومتغيرة فيما بينها، كالمخطوط المستقيمة، المخطوط المنحنية، الدوائر والأقواس.

يبين لنا الشكل (2 - 17) أحد الأذرع، ذا الشكل الخارجي المركب من جمجمة المخطوط المذكورة، كما يتوضّح من الشكل عملية التداخل بين هذه المخطوطات 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)

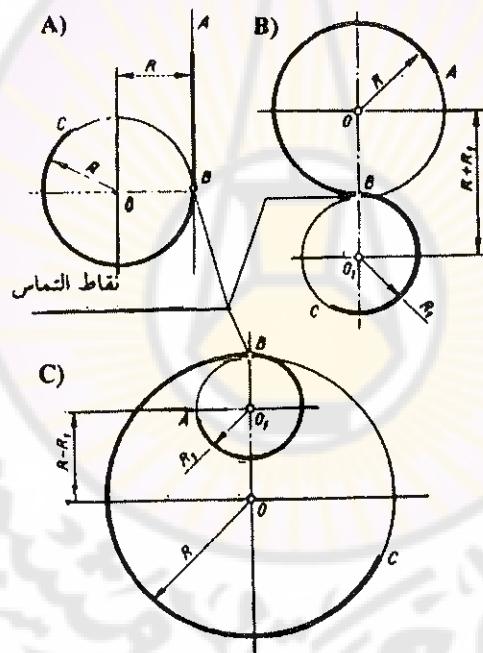
يتم إنشاء التماسات الهندسية للقطع الميكانيكية باعتماد قواعد الإنشاء الهندسي للمخطوط وتماسها مع الدوائر والأقواس. ومن أهم الحالات التي يجب معرفتها في إنشاء هذه المخطوط، حالتان اثنان في إنشاء خط التماس مع الدائرة والقوس، انطلاقاً من نقطة التماس بينهما.

الحالة الأولى:

أن تكون النقطة ولتكن (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 المماسة فيما بينها، فاما أن يكون التماس خارجياً للأقواس وتكون المسافة بين المراكز تساوي $OO_1 = R + R_1$ ، أو أن يكون المماس داخلياً والمسافة بين المراكز $OO_1 = R - R_1$. B, C (2 - 18).

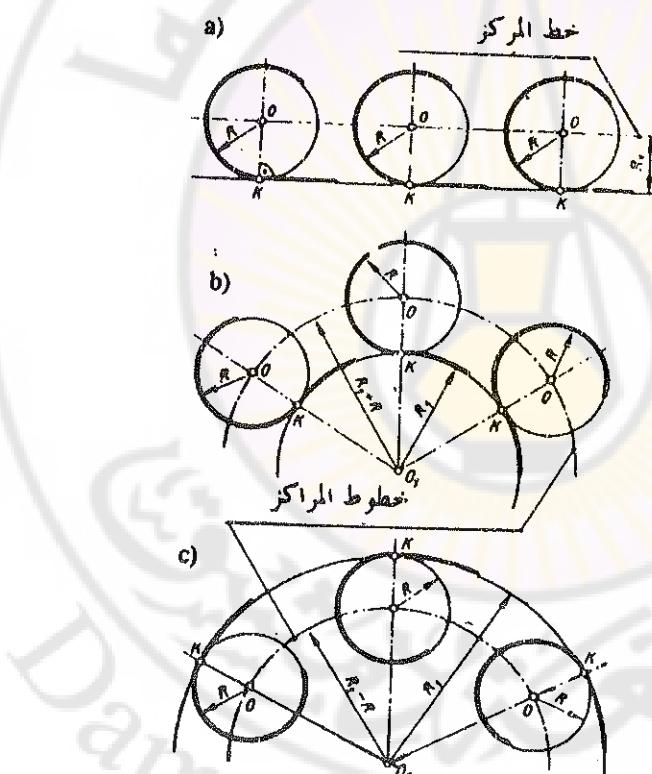


الشكل (18 - 2)

باعتبار الحالتين الآتتين، يمكن إنشاء تمسّك لعدة دوائر مع مستقيم يوازي المراكز
والمسافة بينهم تساوي $R_1 = R$ ، نصف قطر الدائرة الواحدة الحالـة (a).
كما يمكن إنشاء التمسّك الخارجي لعدة دوائر نصف قطر الواحدة R مع دائرة
نصف قطرها R_1 ، ويكونون نصف القطررين المراكز $R+R_1$ الحالـة (b).
أما إذا كان التمسّك داخلياً فنصف قطره يساوي $R-R_1$ الحالـة (c).

الشكل (2 - 19)

هاتان الحالـتين، أي التمسّك الخارجي والتـمسـك الداخـلي، يجب على الطـالـب
معرفتها تماماً والتـفـريق جيداً ما بين التـمسـك الـخارـجي والـداـخـلي.

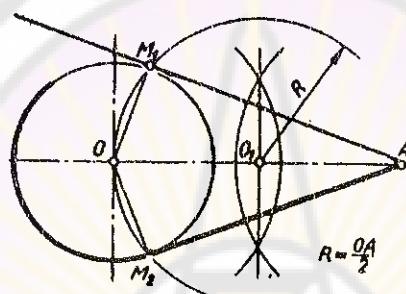


الشكل (2 - 19)

المسائل والحالات الرئيسية في التماسات الهندسية:

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

ننصف المستقيم المار من النقطة A إلى المركز O، في النقطة O₁.
نشيء قوساً من النقطة O₁، نصف قطره R = O₁O = R₁O، فيقطع الدائرة في
ال نقطتين M₁, M₂. نصل بين النقطة A والنقطتين M₁ و M₂ بستقيمين، وهما
المماسان الخارجيان للدائرة.



الشكل (20 - 2)

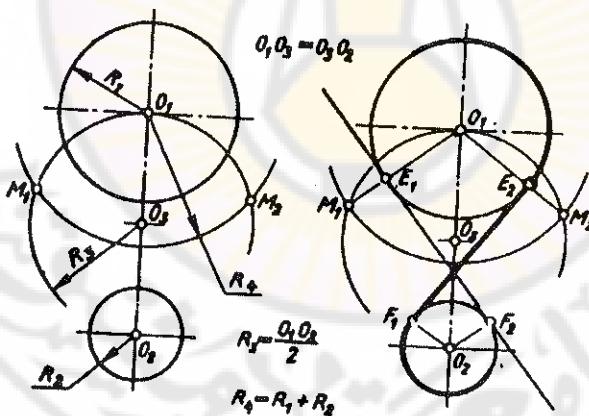
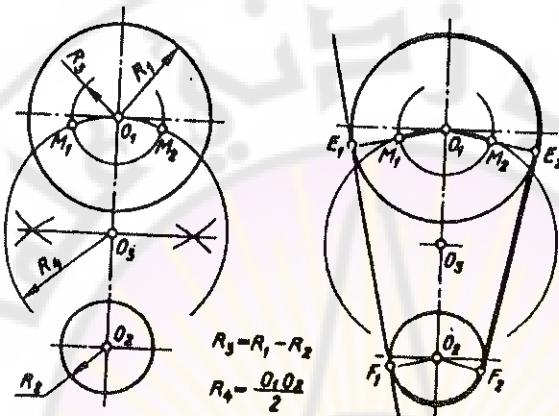
2) إنشاء خطوط التمسّك الخارجية للدائرتين فـد عـلـم قـطـرـهـا.

الشكل (2) - (21):

نرسم من النقطة O₃ متصرف المستقيم O₁O₂ دائرة معايدة نصف قطرها R₃ = O₃O₂ = O₁O₃ = R₄ وبفتحة تساوي الفرق بين نصفي الدائرتين المعلومتين R₃ - R₁ - R₂، نرسم دائرة معايدة ثانية من المركز O₁ ونقطع الأولى في M₁, M₂، نصل بين O₁M₁ و O₁M₂، وعلى استقامتها ننسحبها بتعاطفان مع الدائرة المعلومة الأولى في E₁, E₂ وهما نقطتا التمسك. ونرسم خطين موازيين لهما E₁E₂ من المركز O₂ للدائرة الثانية فيقطعها في F₁, F₂ اللتين هما نقطتا التمسك. نصل بين E₂F₂ و E₁F₁ لـتحـصـل عـلـى التـمـاسـاتـ الـخـارـجـيةـ.

أما طريقة إنشاء التماس الداخلي فهي كالسابقة، ولكنها تختلف فقط بأن الدائرة المساعدة الثانية ترسم بنصف قطر $R_2 = R_1 + R_3$ والأولى بنصف قطر

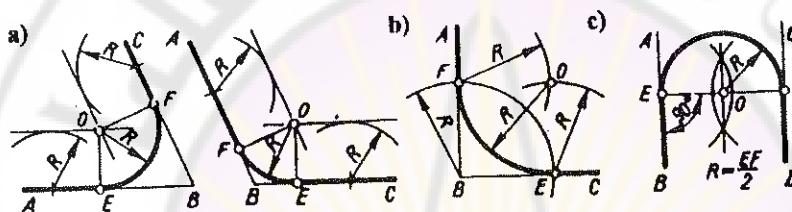
$$R_2 = \frac{O_1 O_2}{2}$$



الشكل (21 - 2)

3) - إنشاء قوس ثمانى لضلعى الزاوية .

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



الشكل (2 - 22)

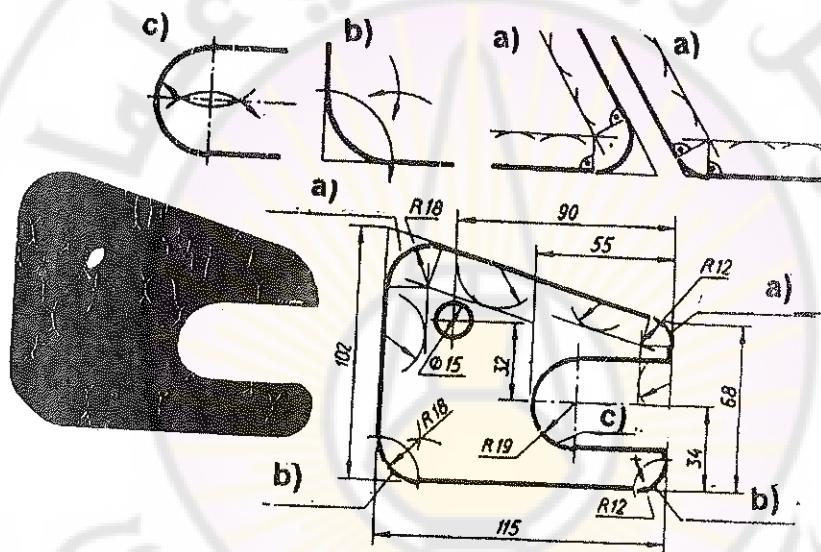
a) - طريقة إنشاء أقواس التماس مع أضلاع الزاوية الحادة أو المنفرجة واحدة، فعلى مسافة مقدارها نصف القطر R نشئ مستقيمات موازية لأضلاع الزاوية. نقطة تقاطع المستقيمات O ، هي مركز القوس المراد إنشاؤه، والأعمدة المنشأة على ضلعى الزاوية والمتقاطعة معهما في النقاط E, F ، هما نهايىta القوس المطلوب إنشاؤه. انظر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

b) - ولإنشاء نقاط التقائه الزاوية القائمة، نفترض الرأس B مرکزاً لرسم قوس نصف قطره R ، فيقطع ضلعى الزاوية في النقطتين E, F ، وهما نقاط الالتقاء للقوس وضلعى الزاوية. ومن النقطتين نرسم قوسين بنصف القطر ذاته R فيتقاطعان في الزاوية O ، وهي مركز الفرجار لإنشاء القوس التماس مع ضلعى 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 . النقطتان E, F هما نقطتا الاتقاء أو التماس.

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

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



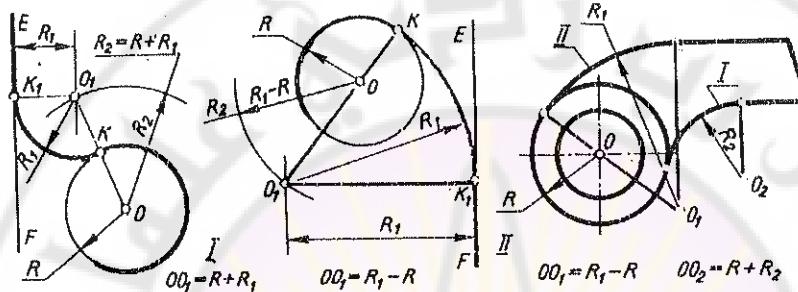
الشكل (23 - 2)

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

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

لإنشاء التماس الخارجي، تقوم بإنشاء مستقيم يوازي المستقيم المعلوم ويبعد عنه مقدار نصف قطر القوس R_1 المعلوم، كما تشيء، فوسأ نصف قطره يساوي $R_2 = R_1 + R_2$ ، من مركز الدائرة المعلومة O ، (أو القوس المعلوم) فيتقاطعان في النقطة O_1 .

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



الشكل (24 - 2)

أما رسم وإنشاء التماس الداخلي فهو كالسابق، لكنه مختلف بأن نصف القطر $R_2 = R_1 - R$ ، ومنه $O_1 = O_2$ ، هو مركز إنشاء قوس التماس المطلوب.

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

a) - إنشاء قوس التماس الخارجي لدائرةين بانصاف أقطار R_1 و R_2 .

نرسم قوسين من مركزي الدائرة O_1 و O_2 ، بفتحة فرجبار مقدارها $R_1 + R_2$ ، حيث R نصف قطر القوس المراد إنشاؤه. يتقاطع القوسان في النقطة O_3 . ومن هذه النقطة ننشئ القوس المطلوب، ونقطتنا التلاقي بين الدائرةين والقوس.

b) - إنشاء قوس التماس الداخلي:

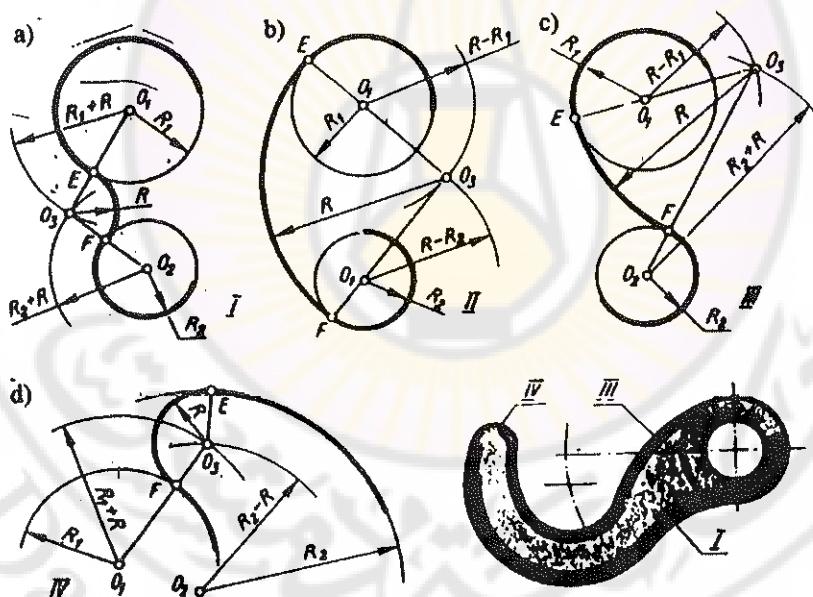
لإنشاء قوس التماس الداخلي نتبع الخطوات ذاتها في إنشاء قوس التماس الخارجي، لكن بطرح أنصاف الأقطار $R - R_1$ و $R - R_2$.

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

R - نصف قطر القوس التماس مع الدائريتين 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 (25 - 2d)، حيث إن $O_1O_3 = R_1 + R$ و $R_2 - R_1$.

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



الشكل (25 - 2)

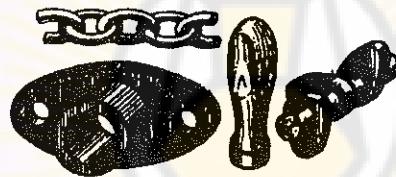
المنحنيات الهندسية

تعريف:

المنحنى الهندسي ، هو كل خط ناشئ عن تلاويم أو اتصال قطع منحنية متعددة، محددة بكثير من النقاط، وهو خط لا يمكن إنجازه أو رسمه بالفرجار فقط.

تشغل المنحنيات الهندسية حيزاً لا يأس به في الرسوم الهندسية والتقنية، ومنها ما يمكن تنفيذه بمساعدة الفرجار ومنها ما ينفذ باستخدام مساطر المنحنيات.

من هذه الأشكال للمنحنيات، القطع المخروطية بأشكالها والمقبض والسلسل والقواعد وغيرها من الأشكال البيضوية ذات المحور الواحد في التناظر مثل الشجرة العقدية في المركبات... الخ من القطع والأشكال المتنوعة والشكل (2 - 26) يوضح بعض هذه القطع.

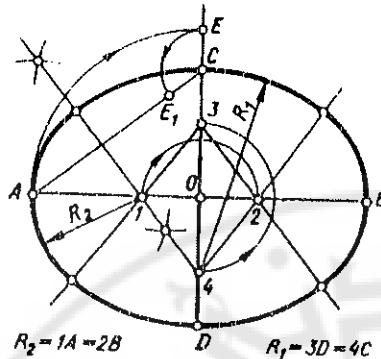


الشكل (2 - 26)

يوجد طرائق عديدة لرسم مثل هذه المنحنيات وإنائها، وتعلق بما هو معلوم من محاور أو أقطار للمنحنى 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 $=$ $AO - OC$. ومن ثم نشئ عموداً على منتصف القطعة المستقيمة AE_1 ليتقاطع مع OD و AO في النقاط 1 و 4. نحدد النقاط 2 و 3 المتاظرة مع 1 و 4.

الشكل (27 - 2)



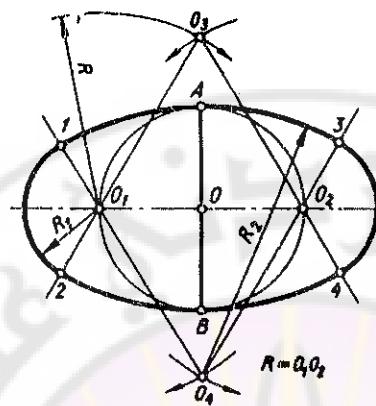
نشيء مستقيمين من النقطتين 3 و 4 يمران في النقطتين 1 و 2، وبفتحة فرجار مقدارها $4C$ و $3D$ نرسم القوسين الكبيرين للشكل، وبالفتحة $2B$ و $1A$ نرسم القوسين الصغيرين لنجعل على الشكل المطلوب. $R_1 = 3D$ و $R_2 = 2B$.
 $1A = 2B$.

• وإذا أردنا رسم منحنٍ طول محوره الصغير معلوم، الشكل (2 - 28).

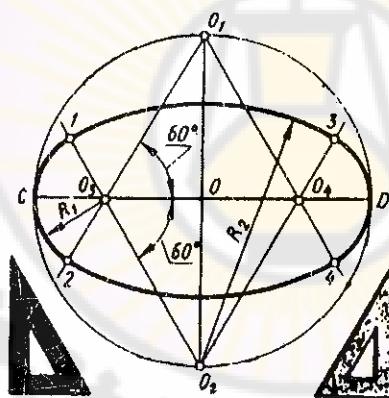
نشيء دائرة قطرها AB ، المساوي طول المحور الصغير، ومركزها O . تتقاطع الدائرة في النقاط O_1 و O_2 ، وينصف قطر $AB = R$ نرسم أقواساً مساعدة من تلك النقاط لتقاطع بعضها في النقاط O_3 و O_4 ، وهما مركزان لإنشاء الأقواس الكبيرة. نرسم مستقيمين من النقطتين D و E يمران في النقاط O_1 و O_2 وينقطعان القوسين الكبيرين في النقاط 1، 2، 3، 4.

من المركز O_1 و O_2 وفتحة $O_23 = O_24$ فرجار $R_1 = O_12 = O_11$ أو $R_1 = O_34 = O_41$ نرسم الأقواس الصغيرة لنجعل على المنحنى المطلوب.

• يمكن بالطريقة نفسها رسم منحنٍ علم طول المحور الكبير CD ، حيث نرسم الدائرة المساعدة بنصف قطر $R_2 = CO = OD$ ، ومن المركز O_1 و O_2 نرسم الأقواس الكبيرة، ومساعدة المثلثات نشيء بزاوية 60° مستقيمات من المركز نفسها ليقطعوا الأقواس الكبيرة في 1، 2، 3، 4 والمحور الكبير في O_3 و O_4 وننهم رسم الأقواس الصغيرة بالفتحة $3O_4 = 4O_3 = 1O_3$. $R_1 = 3O_4 = 4O_3 = 1O_3$. الشكل (29 - 2).



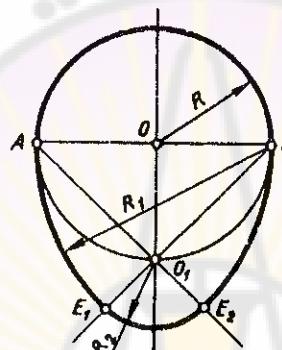
الشكل (28 - 2)



الشكل (29 - 2)

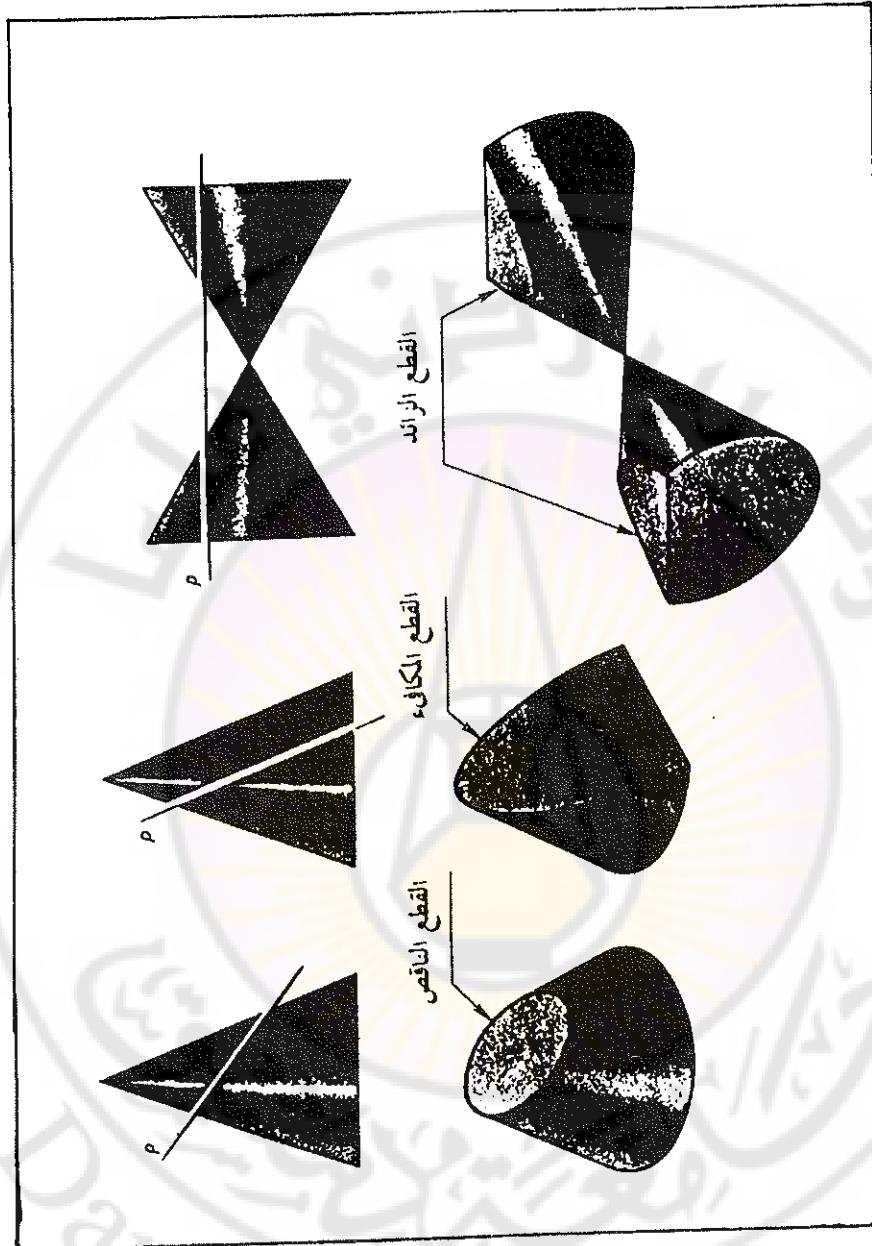
- منحني الشجرة العقدية (المنحني البيضوي) بعد هذا المنحني الأشهر بين المنحنيات لأهميته في الحركات، فإذا كانت المنحنيات السابقة ذات محورين

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



الشكل (2 - 30)

من المنحنيات الهندسية ما هو ناتج عن القطعات 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 القطعات المخروطية، فما هو القطع الناقص؟



الشكل (2 - 31)

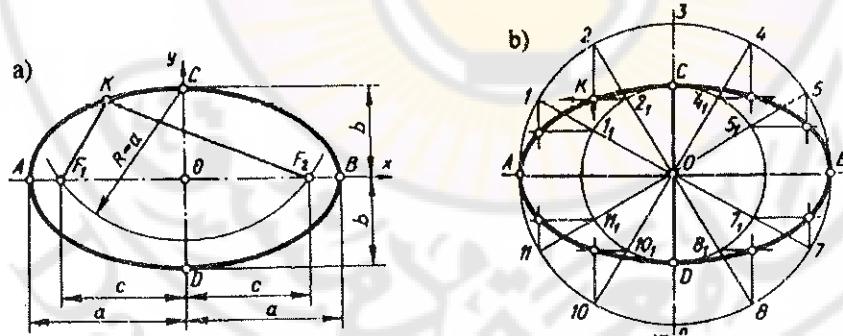
القطع الناقص:

هو منحنٍ مغلق ذو محورين مترادفين، 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 المتتقاطعان 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 قطره AB و CD، الشكل (2 - b32)، نقوم برسم دائرين طول نصف قطر كلٍّ 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 فرسم منها خطوط توازي المحور الصغير CD.

تقاطع هذه النقاط مع بعضها يحدد نقاط منحنٍ القطع الناقص المراد رسمه.
نصل هذه النقاط مع بعضها لنجعل على المطلوب.



الشكل (2 - 32)

يُبَقِّى أن نذكر المحننات الهندسية المعروفة التالية:

1- المحنن الحبيبي.

ويمثل قانون التغير الحبيبي نسبة إلى تغير قيمة الزاوية المركزية.

2- منحنى أرخميدس (المنحنى الحلزوني).

هو المحنن الناتج عن نقطة تتحرك مبتعدة عن المركز O بحركة دائرية منتظامه متعلقة بعُقْدَار نصف قطر الدائرة والإنشائه يجب معرفة خطوطه.

3- المحنن الإنفيولي.

وهو المحنن الناتج عن تفريذ الدائرة أو إنفرادها.

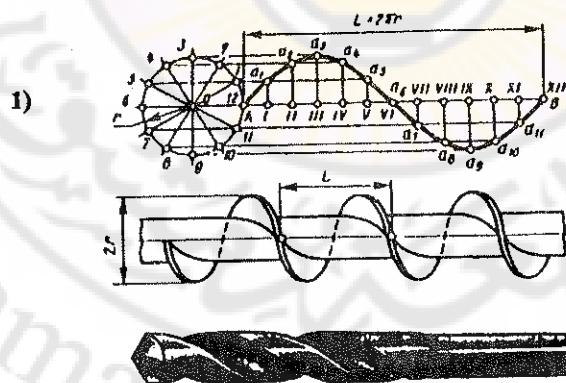
4- المحنن السيكلوكروي:

وهو المحنن الناتج عن حركة نقطة من محيط الدائرة وتدرج دون ازلاق على خط مستقيم.

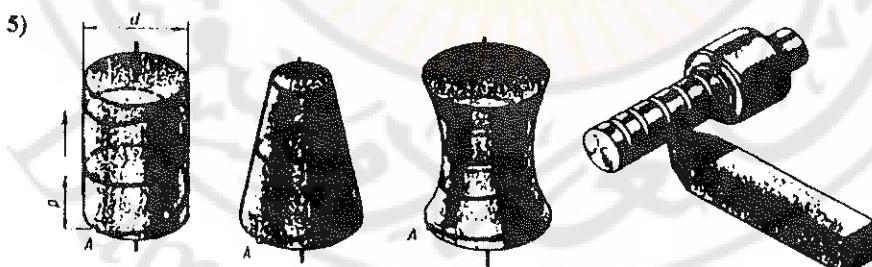
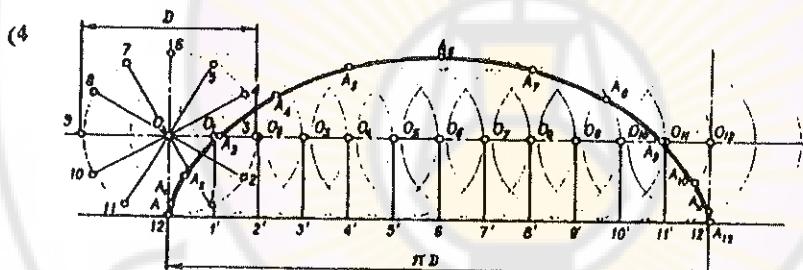
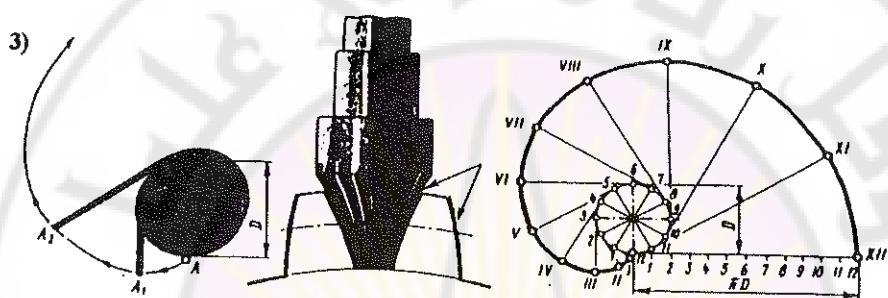
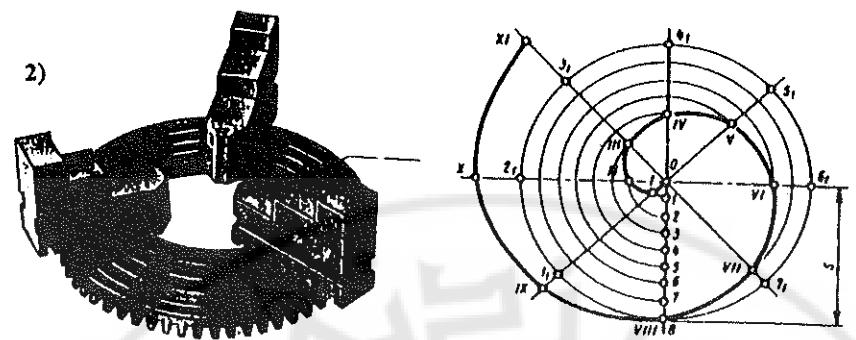
5- المحنن اللولبي:

هو المحنن الناتج عن تحرك نقطة بحركة مستقيمة منتظامة على مستقيم يدور حول محور ثابت إما يميناً أو يساراً.

الشكل (2 - 33) بين المحننات الخمسة وكل بحسب رقمه التسلسلي.



الشكل (2 - 33)



تمثيل الشكل (33-2)

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 مستوى.

والمستوى في علم الهندسة هو كل سطح ممتد ذو طول وعرض وبعد من السماكة، أي له بعدان فقط، وهي مسألة تواجهها في أعمال الرسم الهندسي للأجسام ذات الأبعاد الثلاثة على المستوى ذي البعدين ستشرح لاحقاً.

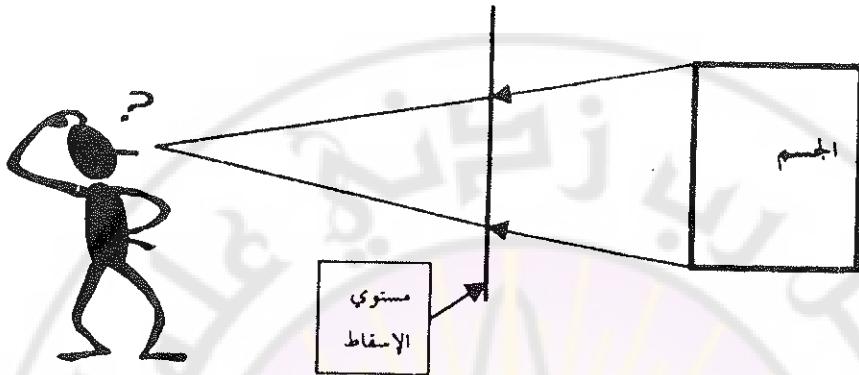
2- طرق الإسقاط

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

• الطريقة الأمريكية:

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

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



الشكل (1-3)

• الطريقة الأوروبية:

في هذه الطريقة ينظر إلى الجسم المراد إسقاطه مباشرةً مع وضع مستوى خلفه بشكل رأسى، الشكل (3-2)، حيث إن خطوط النظر المعاكسة لاتجاه الأشعة الصادرة عن الجسم، تم بأجزاء الجسم لتسقط على المستوى، تاركة أثار الجسم فيه، وبوصل هذه الآثار بخطوط، نحصل على شكل الجسم الأصلي، لكن بصورة أكبر، وهو مسقط الجسم.

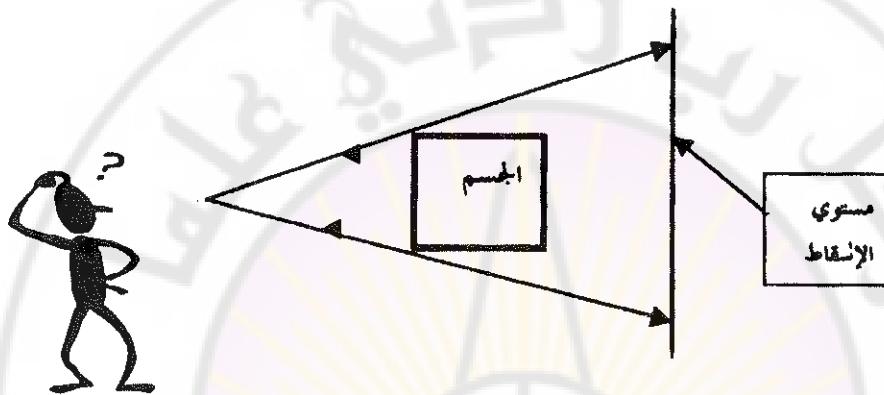
وفي حال إبعاد الجسم عن مكانه فستبقى صورته بخيلاً الناظر، وشكل الجسم المحاصل على المستوى يقوم مقام الجسم نفسه.

نسمى المستوى المرسوم عليه مسقط الجسم، مستوى 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 مستخدمة 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 (المحروطي)

في هذه الحالة من الإسقاط، تكون العين الناظرة قريبة من الجسم المراد إسقاطه على المستوى، بحيث إن خطوط الإسقاط المتباطة مع مستوى الإسقاط والمارة من نقاط الجسم، تكون مائلة ومتلائمة في نقطة تسمى نقطة النظر أو نقطة التلاشي.

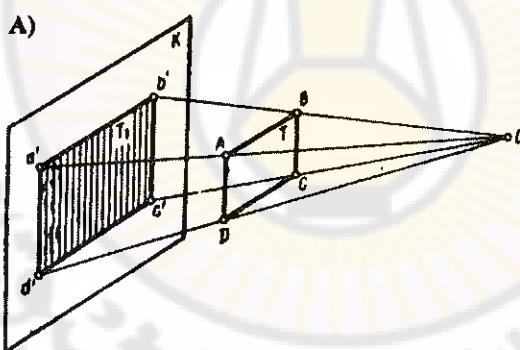
هذا النوع من الإسقاط يسمى الإسقاط المركزي أو المحروطي، وفيه أبعاد المسقط تختلف عن الأبعاد الحقيقة للجسم في جميع الحالات. ونحصل في هذا النوع للإسقاط على ما يسمى المنظور المركزي للجسم (المنظور الفوتغرافي)، إذ يعطي صورة واضحة عن الجسم، وكثيراً ما يستخدم هذا النوع في الرسم المعماري (الهندسة المعمارية) لاظهار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

• الإسقاط المتوازي:

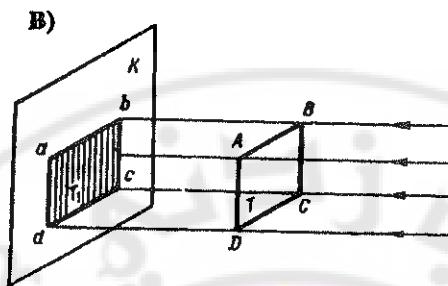
في هذه الحالة من الإسقاط يتراجع الناظر عن الجسم لتبتعد المسافة عنه، وكلما ابتعدنا توازت الأشعة البصرية.

وإذا تخيلنا أن العين الناظرة ابتعدت إلى مala 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 والتصميم الهندسي، لاعطائه 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 - B3).



الشكل (3 - 3)



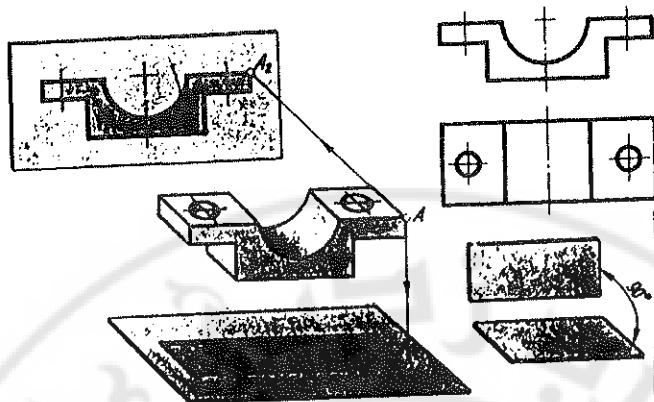
تمة الشكل (3-3)

4- الإسقاط العمودي (القائم) للأجسام على مستويين متعمديين ذكرنا في بداية البحث عن الإسقاط تعريف المستوى، بأنه سطح منبسط ذو بعدين فقط. كما نوهنا أن هناك مسألة الرسم للأجسام ذات الأبعاد الثلاثة ستواجهنا في حال الرسم على مستوى واحد ذي بعدين فقط.

والطريقة الوحيدة لحل هذه المسألة بالنسبة للمصمم الرسام، أن يستعين بمستوى آخر، ليوضح عليه البعد الثالث، ولكن كيف يكون هذا المستوى وما هي وضعيته بالنسبة لغيره؟

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

يفترض العالم كاسبار تقاطع مستويين الأول أفقى والآخر شاقولي (عمودي) ليشكلا مع بعضهما أربع زوايا، أي أن الزاوية المحاصلة 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 والتصميم الهندسي 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 تشكّلنا من تقاطع هذين المستويين والشكل (3 - 5) يوضح التقاطع والزايا.

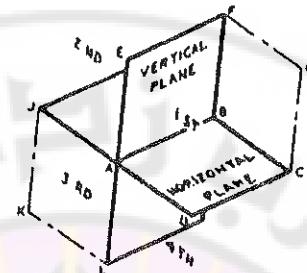
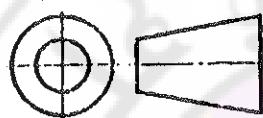
ونلاحظ من خلال الإسقاط بطريقة مونخ التطابق الفعلي لطريقتي الإسقاط الأوروبي والأمريكية، اللتين تم شرحهما سابقاً. إذ يسمى الإسقاط من الزاوية الأولى الطريقة الأوروبية لوجود الجسم ما بين المستوى وعين الناظر، والإسقاط من الزاوية الثالثة الطريقة الأمريكية لوجود المستوى ما بين الناظر والجسم.

وللتفرّيق 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 متعمدين (طريقة مونخ)، إلا أننا نضطر في كثير من الأحيان، إن لم يكن بشكل دائم، إلى الإسقاط على مستوى ثالث لتوضيح معالم الجسم بشكل أدق.

الطريقة الأوروبية



الطريقة الأمريكية



الشكل (3 - 6)

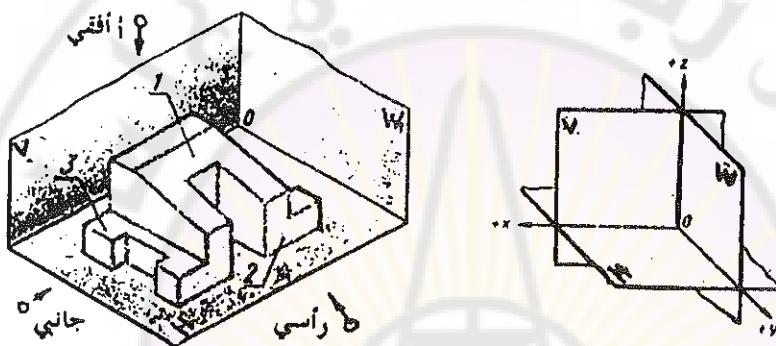
الشكل (3 - 5)

هذا يعني، اللجوء إلى مساقط 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 مستوى ثالثاً متضمناً ومتعمداً مع الأول والثاني، ليشكل لنا ما يسمى الزاوية المحسنة أو الركن الثالثي، الشكل (3 - 7)، حيث يوضع الجسم في فراغ هذه الزاوية وتبدأ عملية الإسقاط.

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

نستنتج من خلال المساقط الثلاثة مايلي:

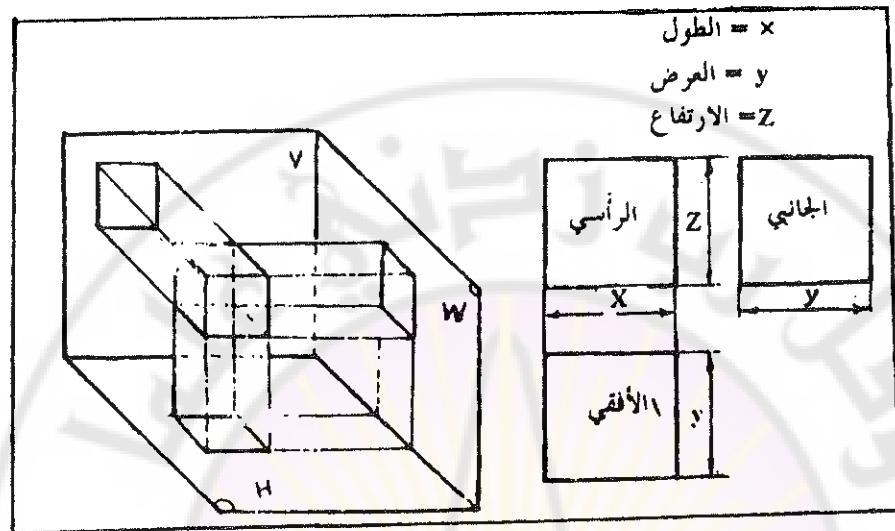
- ارتفاع المسقط الرأسي يساوي ارتفاع الجانبي.
- طول المسقط الرأسي يساوي طول المسقط الأفقي.
- عرض المسقط الأفقي يساوي عرض المسقط الجانبي.



الشكل (7 - 3)

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

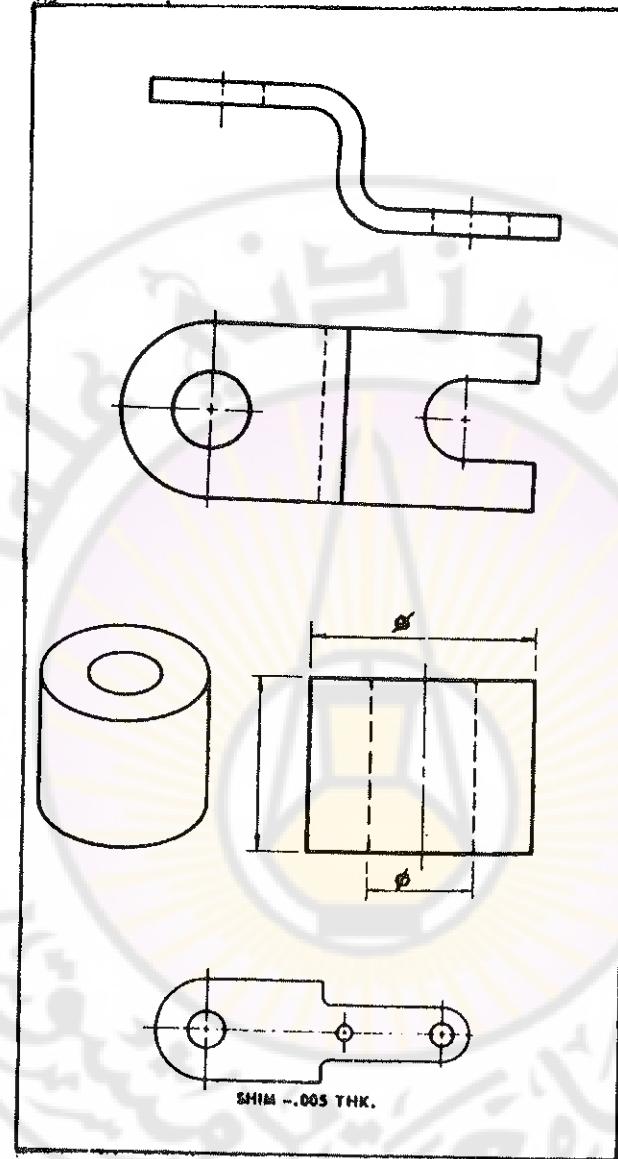
أخيراً وبعد الإسقاط للجسم على المستويات المتعامدة الثلاثة، نقوم بتدوير مستوى الإسقاط الأفقي H ومستوى الإسقاط الجانبي W بزاوية 90°، على استقامة المستوى الشاقولي أو العمودي V، لتصبح المستويات الثلاثة على مستوى واحد، معنى أننا أظهرنا الأبعاد الثلاثة للجسم على مستوى واحد وهو مستوى الرسم، الشكل (3 - 8).



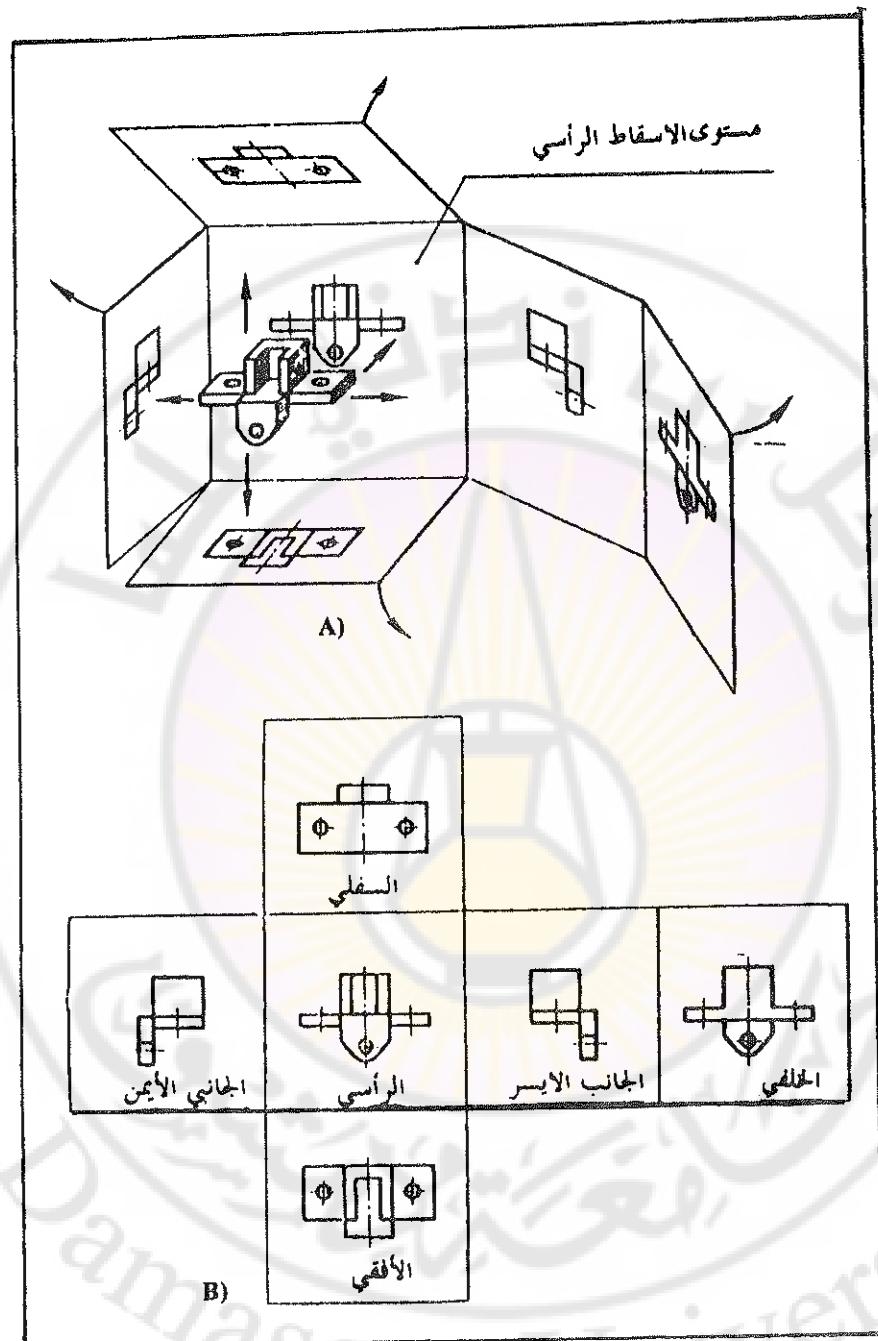
الشكل (3 - 8)

5- إرشادات في اختيار وضع الجسم في الفراغ

ذكرنا آنفًا أن إيضاح شكل ومعالم الأجسام أو القطع الميكانيكية يحتاج فقط إلى مسقط واحد، لا أكثر، كما في الأحجام الصفاتية ذات السماكة والاستقامة الواحدة وأيضاً الأجسام الأسطوانية، الشكل (3 - 9)، وربما يحتاج إلى مسقطين أو عدة مساقط كمساقط المساعدة أو الجزئية أو المقطوعة وغيرها، حتى أنه يمكن للرسام أو المصمم رسم المساقط للجسم من جوانبه الستة إن احتاج الأمر لإظهار التفاصيل كافة والشكل (3 - 10) غير مثال على ذلك.



الشكل (3-9)

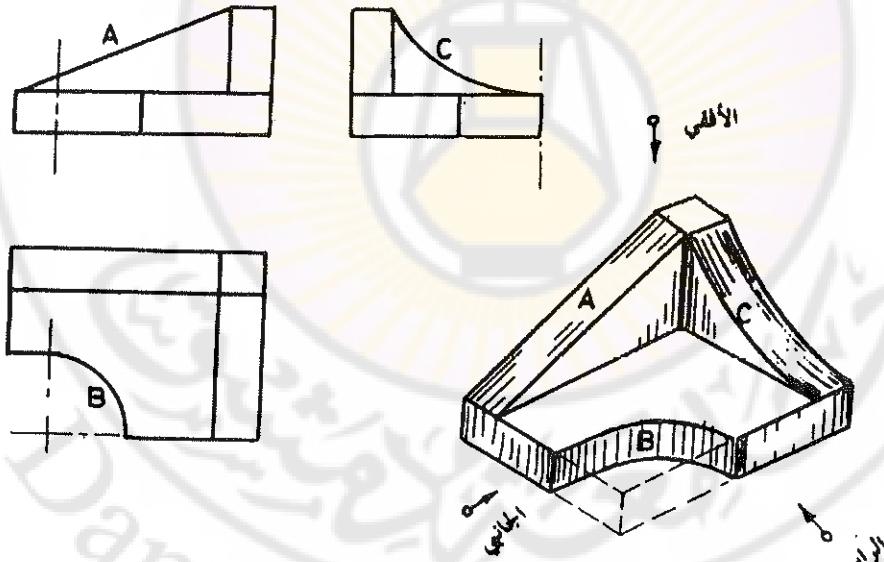


الشكل (3 - 10)

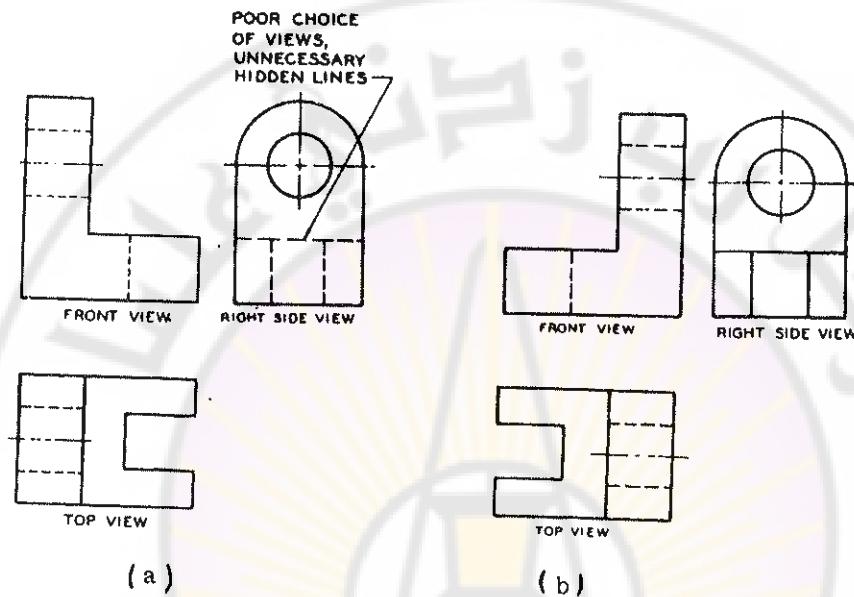
إذاً، ينبغي على الرسام أو المصمم وحسب خبرته ومرانه العملي، أن يسعى إلى أقل عدد ممكن من المساقط لبيان شكل الجسم بشكلٍ صحيح ودقيق. ولكي يكون الرسم أو الإسقاط بطريقة مثلثي واضحة يجب اتباع الإرشادات التالية:

- 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، بشكلٍ يتواضع فيه أكثر تفاصيل الجسم، وتقل فيـه الخطوط الوهـمة.
- الابتعاد قدر الإمكان عند اختيار المسقط عن الخطوط الوهـمة وكـثـرـها.

الشكل (3 - 11) يوضح التطبيق العملي لمثل هذه الإرشادات.

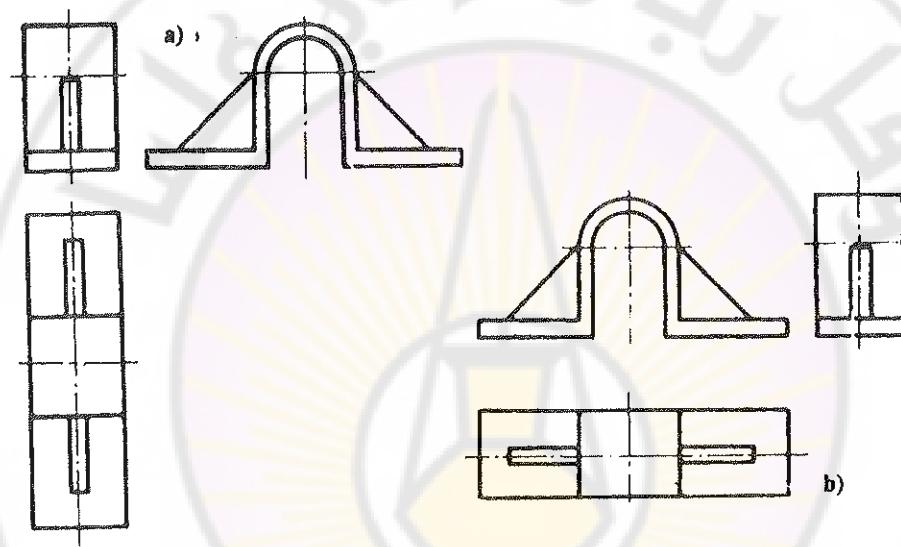


الشكل (3 - 11)



.B الشكل (3 - 11).

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



الشكل (11 - 3) .C

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

6- اصطلاحات هندسية

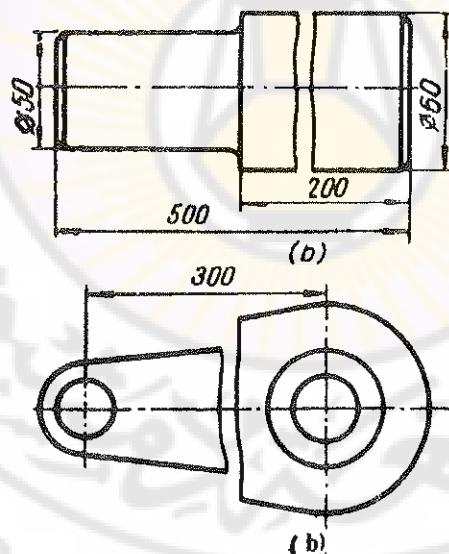
لقد أدت الخبرة والمران في إعداد الرسوم الهندسية إلى اصطلاحات فنية هندسية، تساعد المصمم الرسام وتزيد في سرعة التنفيذ وتقلل من الجهد وتعطي الرسم أيضاً أكثر.

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

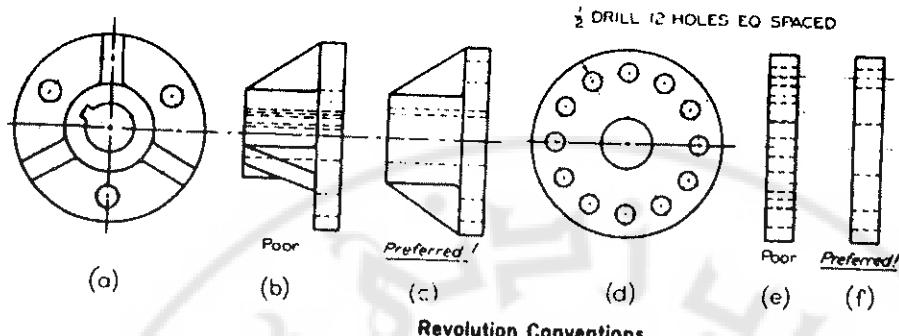
(1) - قطع الأجسام الطويلة واختصارها بما يتلاءم مع ورقة الرسم والمساقط، على أن لا ننسى كتابة طولها الحقيقي.

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

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

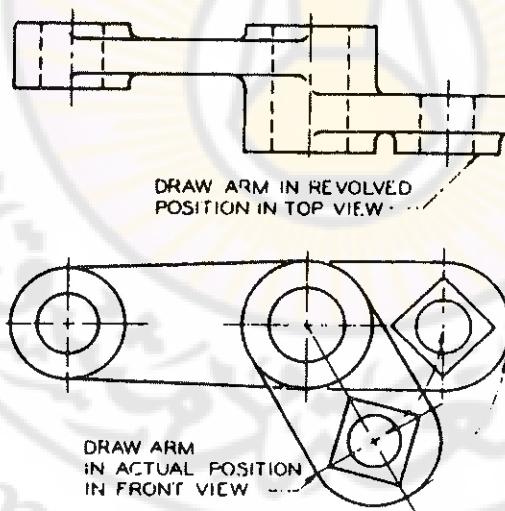


الشكل (3 - 12)



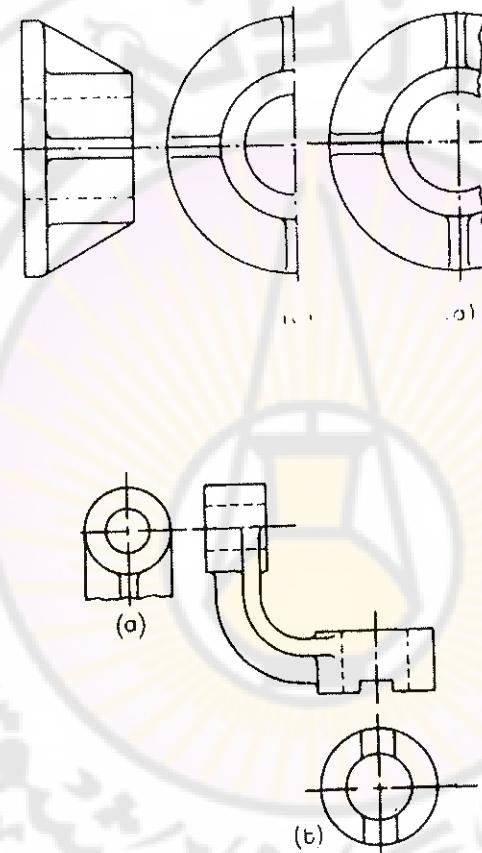
الشكل (13 - 3)

- (3) - اصطلاح تدوير الأجزاء المائلة في الأحجام، لتسهيل الرسم والحصول على مساقط غير مشوهة وبشكلها الحقيقي.
- الشكل (3 - 14) يبين اصطلاح تدوير الجزء التابع للمسقط الأفقي ليصبح موازياً لمستوى الإسقاط الرأسى.

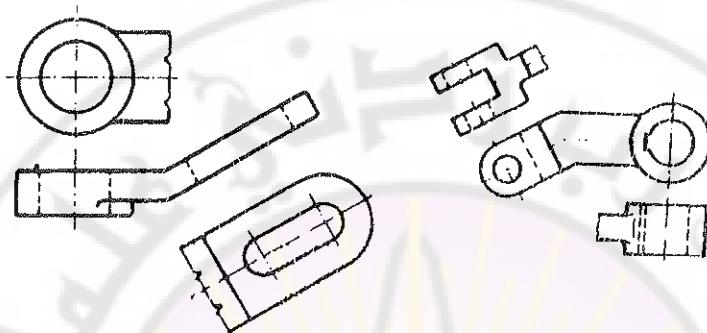


الشكل (14 - 3)

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



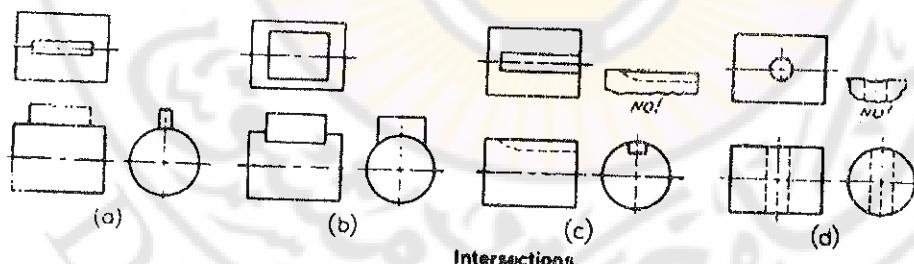
الشكل (3 - 15)



الشكل (16 - 3)

(5) - اصطلاحات التقاطعات الصغيرة وطريقة رسمها كثيرة، نورد بعضها في

.الشكل (17 - 3)



الشكل (17 - 3)

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 المصنع، ليتمكن من تنفيذ هذه التصاميم أو الرسوم الهندسية بشكل صحيح.

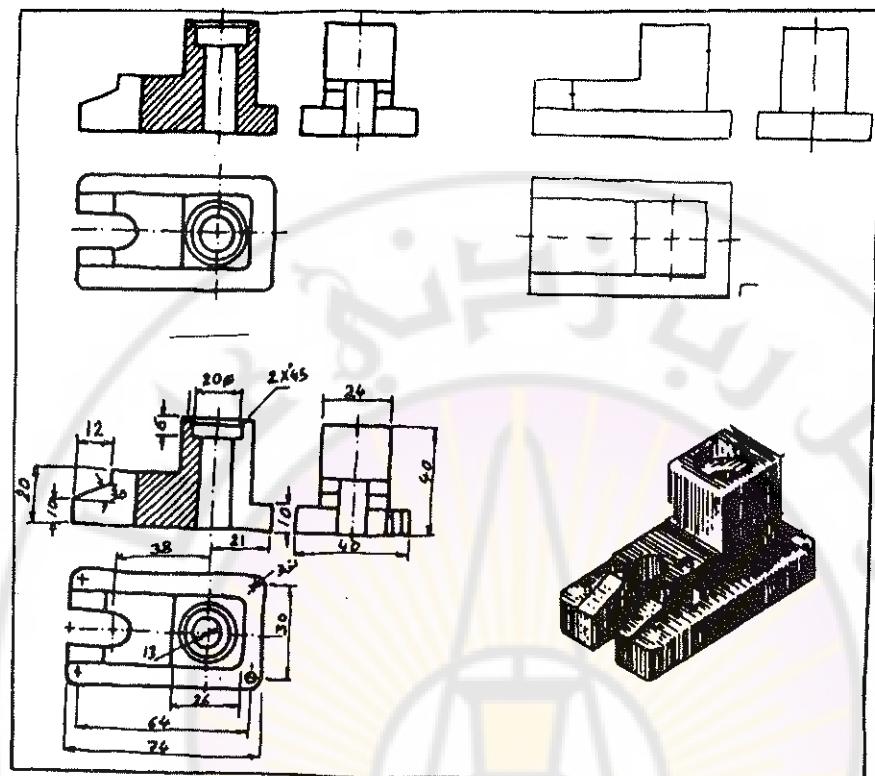
لذا، فإن الرسم يحتاج إلى الم WAN والتدريب لتكوين الخبرة والمعرفة بتفاصيله ومبادئه، كي يتحسن الرسام أو المصمم الأخطاء، التي يمكن أن يرتكبها.

لذلك، يجب على المتعلم ومن البداية، إتقان استعمال وصيانة أدوات الرسم، والمحافظة عليها بحالة جيدة ونظيفة، ومن ثم البدء بالرسم الهندسي البسيطة كالخطوط والدوائر والزوايا والمسافات... الخ، إلى أن يتغلق 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 واضح مع سهل كافة المتطلبات والمعلومات الازمة كافة، كي لا يؤدي نقصانها إلى أي خطأ أو التباس أثناء إنتاجها ضمن الورشات، والشكل (4 - 1) يوضح تصميماً هندسياً لأحدى القطع الميكانيكية، التي تم رسماً باليد الحرة.

2- أساس الرسم والإخراج

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

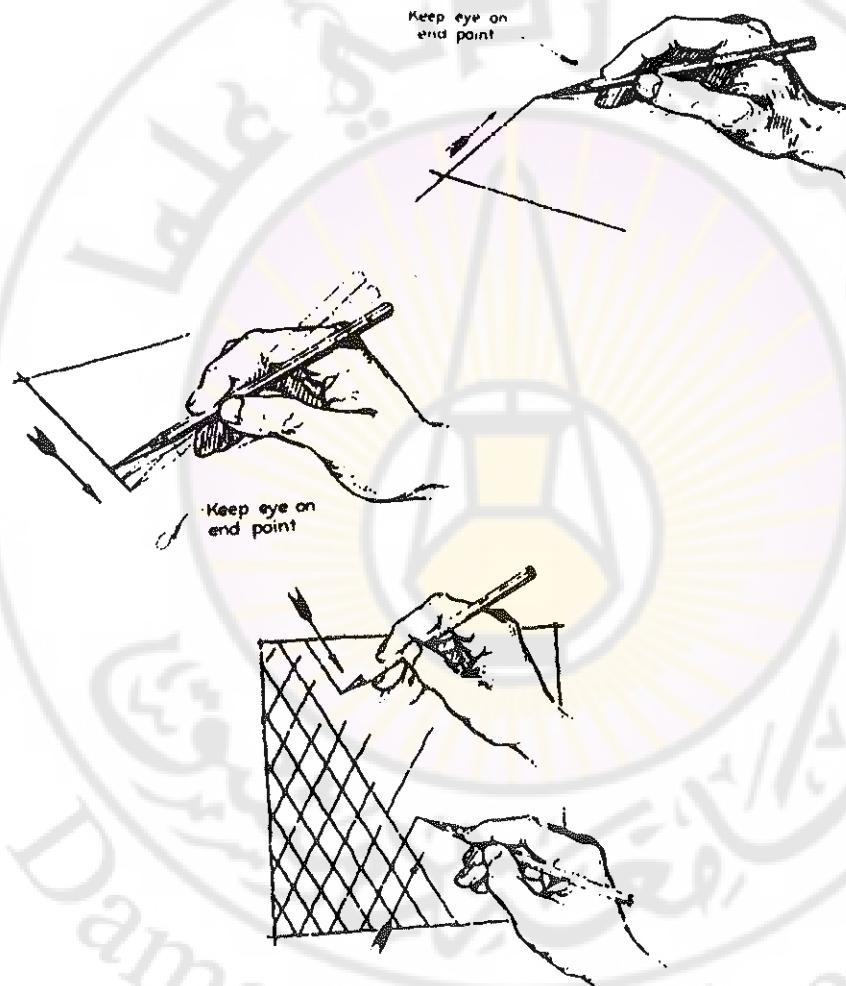


الشكل (4 - 1)

ويجب على الطالب أثناء الرسم وإنجاز الخطوط أن يتبع 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 والتكونين، ومدى إمكان رسمه بالحجم الطبيعي أو بمقاييس معينة.
- 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)

٣ -- مقاييس الرسم.

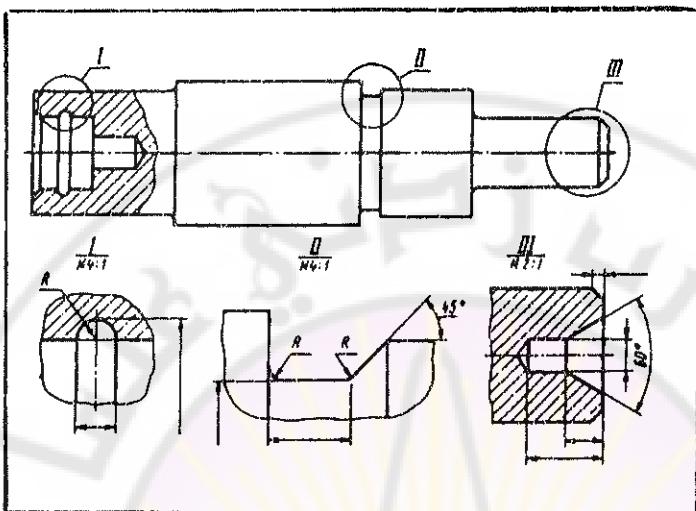
يتوقف اختيار أو تحديد مقاييس الرسم على حجم الجسم وعدد المساقط التي تقرر رسماها، مع العلم أن رسم الأجسام بحجمها الطبيعي هو الأفضل دائمًا. ويُعرَف مقاييس الرسم بنسبة خطوط الرسم المنشأة إلى الخطوط الحقيقية للجسم.

أحياناً، يتعدَّر الرسم بالحجم الطبيعي نظراً للكبر حجم الجسم أو القلعنة الميكانيكية أو صغرها، مما يؤدي إلى اختيار مقاييس أكبر أو أصغر للرسم وبحسب الحاجة إلى ذلك. وان اختيار المقاييس الخاصة بالرسم لا يكون عشوائياً، حسب ما يريد المصمم أو الرسام، بل هناك نظام دولي لهذا المقاييس، يتم من خلاله اختيار المقاييس المناسب.

والمقاييس الدولية المعتمدة في الرسم هي التالية:

مقاييس 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 (ال الطبيعي)	1:1
مقاييس التكبير	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 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 مكثفة ويكتسب مقاييس التكبير التي أظهرت به، الشكل (4 - 3).

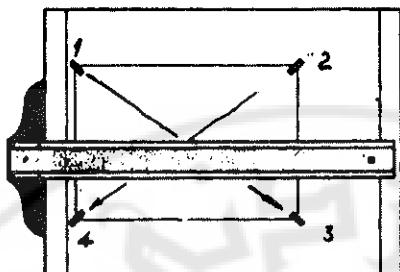


الشكل (3 - 4)

4- تحضير ورق الرسم

تبدأ فكرة تحضير ورق الرسم، بعد تحديد مقاييس الرسم وعدد المساقط المراد رسمها واعتماد على الدراسة الشاملة للجسم المراد رسمه. بناءً على ما ذكر، يتحدد مقاييس ورق اللازم لإنشاء وتنفيذ الرسم، (بحث أدوات الرسم)، وبتحديد السورق ومقاسه تبدأ 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، لأن يثبت الورق مع ثابتي الطاولة (لوحة الرسم) اليسارية. الشكل (4 - 4).

يتم التثبيت بمساعدة المسطرة T، بحيث تتطابق حافتا المسطرة والورق العلويتين مع بعضهما البعض. ومن ثم ترافق المسطرة إلى منتصف الورقة أو أقل من ذلك، ليصار إلى تثبيت الطرفين العلويين لورق الرسم، ومن بعد يثبت الطرفان الآخرين المتبقيان 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، وإنلا سيتهي به المطاف إلى إعادة الرسم من جديد ومن حيث بدأ لعدم التنسيق في توزيعه.

يطلب تنسيق التوزيع لمساقط الرسم معرفة الأبعاد الكلية الرئيسية للجسم وهي:

الطول = x

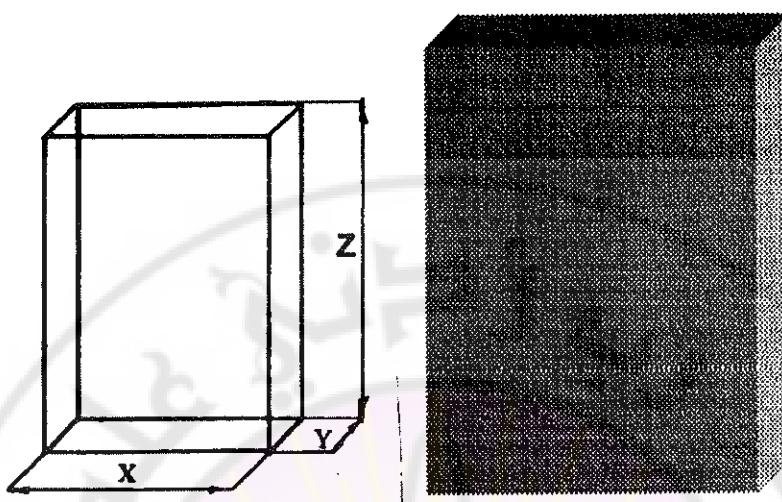
العرض = y

الارتفاع = Z ، الشكل (4 - 5).

هناك حالتان رئيستان في توزيع المساقط بالنسبة إلى عددها، فلما 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 الأطار الخارجي للرسم ولقياس الورق A₃, A₄. أما قياسات الورق الأخرى فالمسافة التي تطرح مابين 5.... 10 mm وسماكة الخط لاتقل عن 0,7 mm، الشكل (4 - 6)



الشكل (4 - 5)

- نحدد الفراغ الأفقي بين المسقط الرأسى والجانبى وقيمة Q:

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

- نحدد الفراغ الشاقولي بين المسقطين الرأسى 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 يلى:

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

الشكل (4 - 6) (b)

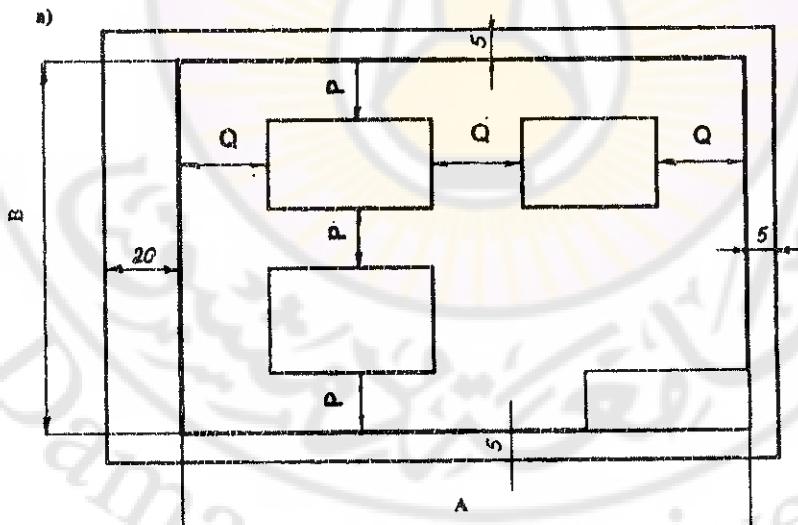
أحياناً يتطلب الرسم أكثر من ثلاثة مساقط، كما أشرنا سابقاً، لوجود المسقط المساعدة أو الجزئية. هذا الأمر لا يلغى أمر التنسيق والتوزيع، فعلى الطالب أو الرسام التوزيع بما يتناسب مع الحالة التي بين يديه.

6- البطاقة العامة (البطاقة الاسمية).

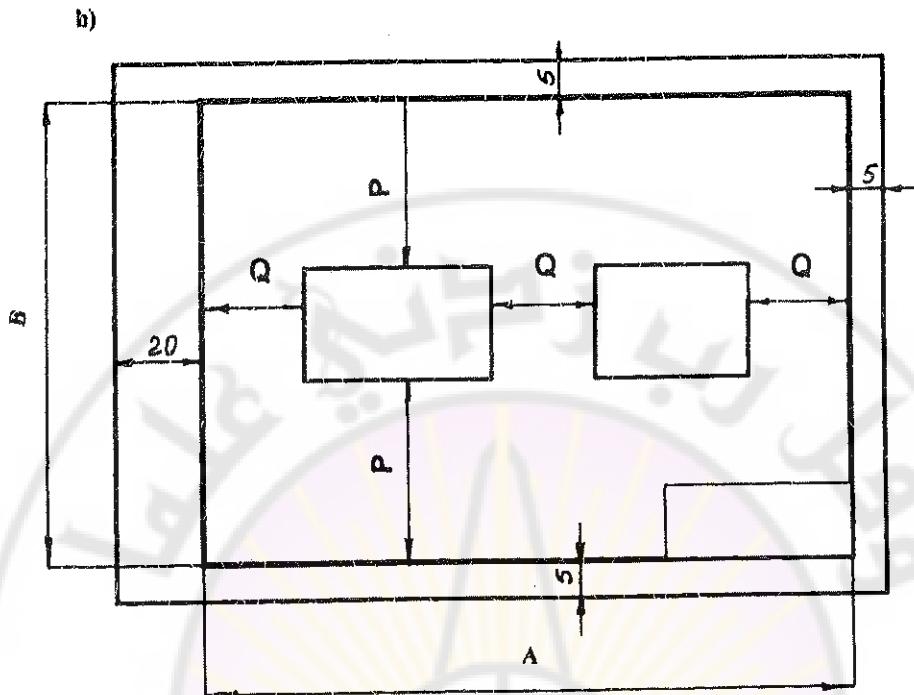
وهي الماوية الشخصية لكل ورقة رسم أو لكل رسم منجز.
إذ يدون عليها المعلومات والبيانات الأساسية، التي لا يمكن تدوينها وكتابتها
على الرسم مباشرة، وأبعاد البطاقة على جميع قياسات ورق الرسم ثابتة لا تتغير،
الشكل (4-7).

مكان البطاقة العامة على ورق الرسم، يكون في الزاوية اليمنى السفلية، وتحوي
كما هو موضح من الشكل البيانات التالية:

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



الشكل (4-6)



تمة الشكل (4-4)

يمكن أن تحوي البطاقة العامة بيانات أخرى عن معـدـنـ الحـسـمـ أوـ القـطـعـةـ كالـقـساـوةـ وـالـوزـنـ وـالـكـتـلةـ وـالـرـقـمـ التـسـلـسـلـيـ لـلـرـسـمـةـ وـالـعـدـدـ الـكـلـيـ لـلـرـسـوـمـاتـ العـائـدـةـ لـلـأـلـةـ أـوـ الـجـهـازـ، وـهـذـاـ يـعـودـ وـفـقـاـ لـلـمـؤـسـسـةـ أـوـ الـمـصـنـعـ وـمـاـ يـتفـقـ وـأـنـظـمـتـهـ، وـالـشـكـلـ المـوـضـعـ (4-7) يـنـصـ كـلـيـةـ الـهـنـدـسـةـ الـمـيـكـانـيـكـةـ وـالـكـهـرـبـائـيـةـ وـالـهـيـئـاتـ الـتـعـلـيمـيـةـ.

الجدواـلـ إـضـافـيـةـ.

إن جـبـعـ الـآـلـاتـ وـالـمـعـدـاتـ وـالـأـجـهـزـةـ، مـهـماـ اـخـتـلـفـ تـكـوـيـنـهاـ، فـإـلـهـاـ فيـ حـقـيـقـةـ الـأـمـرـ تـكـوـنـ منـ قـطـعـ وـأـحـرـاءـ مـيـكـانـيـكـيـةـ، تـمـ تـجـمـيعـهاـ وـرـبـطـهـاـ مـعـ بـعـضـهـاـ بـعـضـاـ بـوـسـائـلـ وـطـرـائـقـ مـخـلـفـةـ. لـذـلـكـ وـمـنـ الـضـرـوريـ إـرـفـاقـ جـداـلـ إـضـافـيـةـ مـعـ الرـسـمـ يـوـضـعـ فـيـهـاـ:

- 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 المتعلقة بالموضوع نفسه. حيث تعطى الأرقام للقطع بحسب أهميتها بدءاً بالأجزاء الكبيرة وانتهاء بالقطع والأجزاء الصغيرة القياسية، التي لا ترسم على ورقة الرسم بل يذكر عددها ومواصفاتها برموز اختصارات 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 التجمعية لعدد القطع والأجزاء الميكانيكية.

7- حفظ أوراق الرسم.

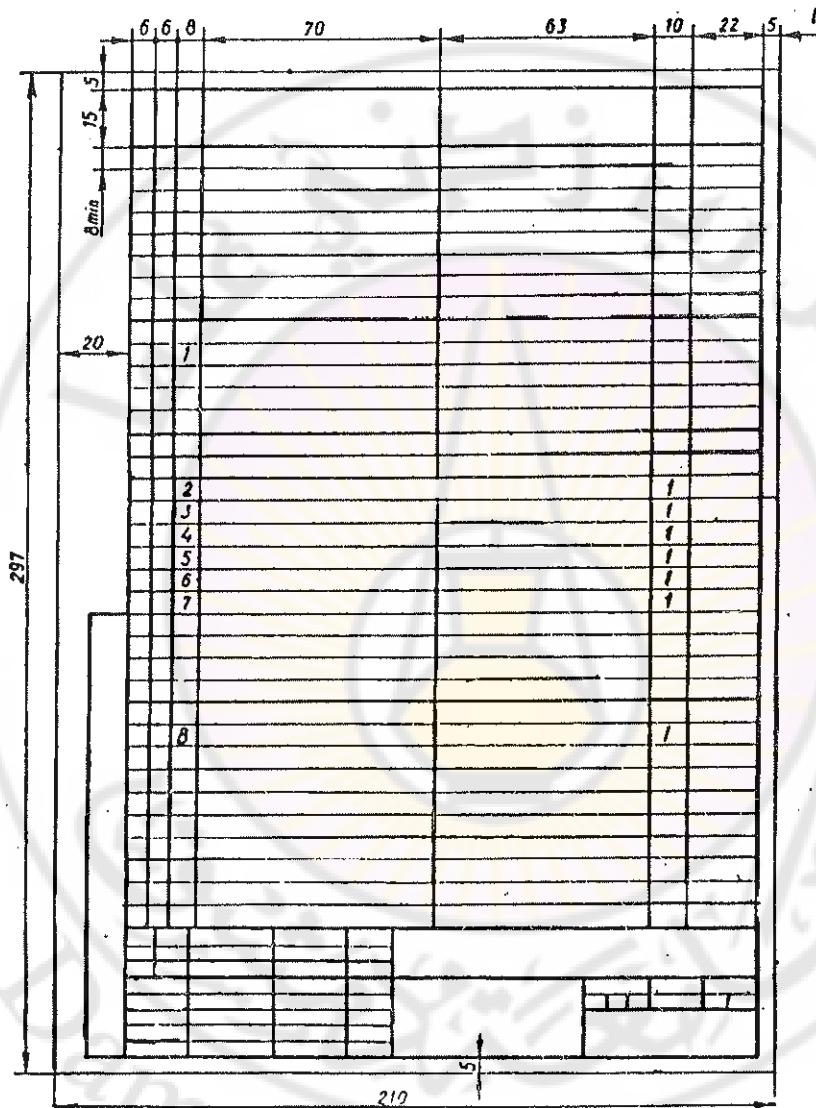
يفضل حفظ الرسومات الهندسية بشكل شاقولي، أي معلقة ضمن خزائن خاصة، أو ميسوطة ضمن أدراج، كي لا يؤدي طويها إلى ظهور تبعثر بخطوط أثناء النسخ والتصوير.

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

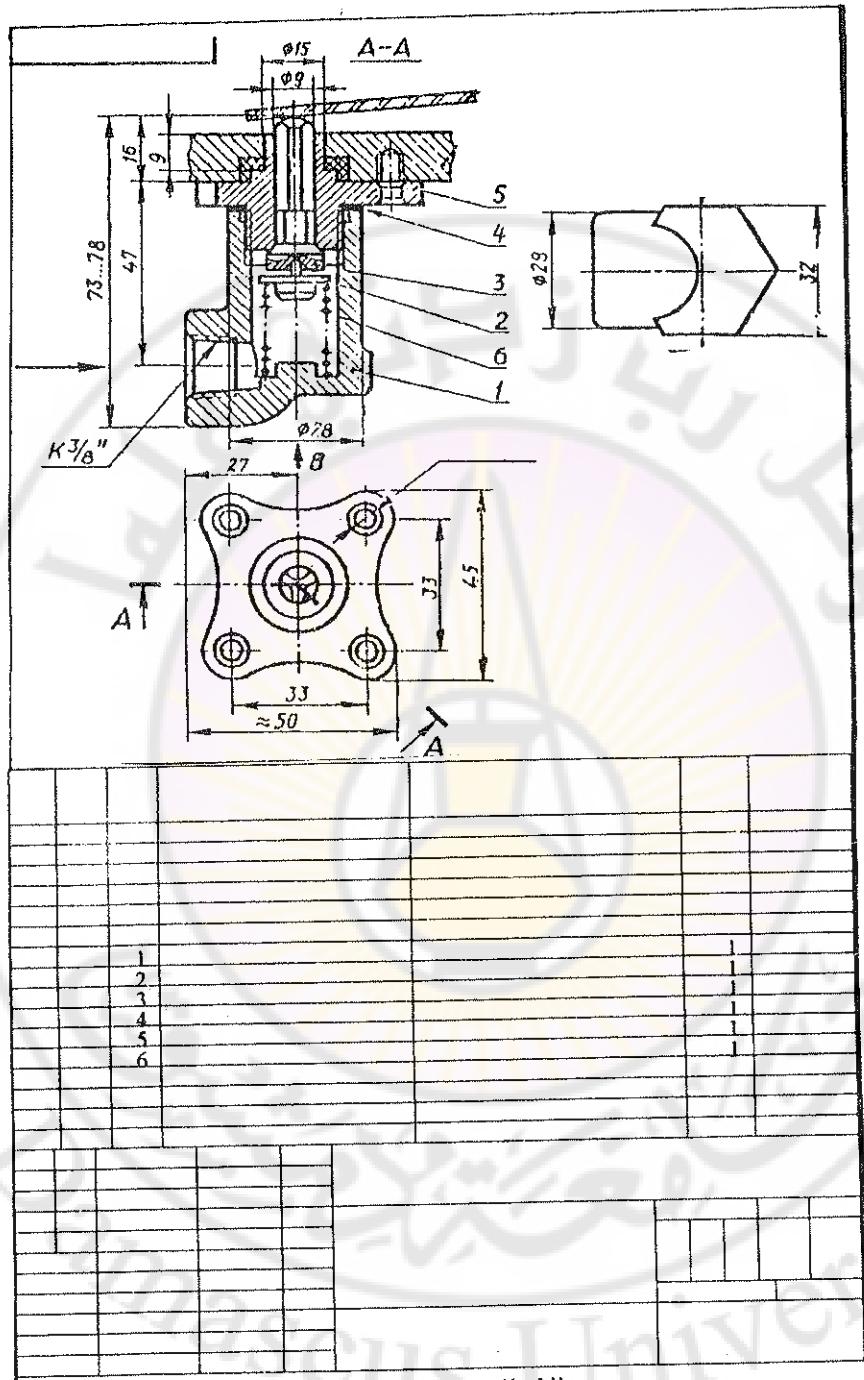
أما الآن وبعد دخول البرامج الحاسوبية كبرنامج الرسم AutoCad، فقد أصبح من السهولة يمكن حفظ الرسومات ضمن الفرنس الصلب وحتى نقلها أو نسخها من فرنس الآخر، مما سهل كثيراً من الأعمال على المصممين والرسامين، على أن لا ننسى أنه لا يمكن الرسم من خلال البرنامج AutoCad، إذا لم يتقن الرسم بشكله الصحيح على أوراق الرسم.

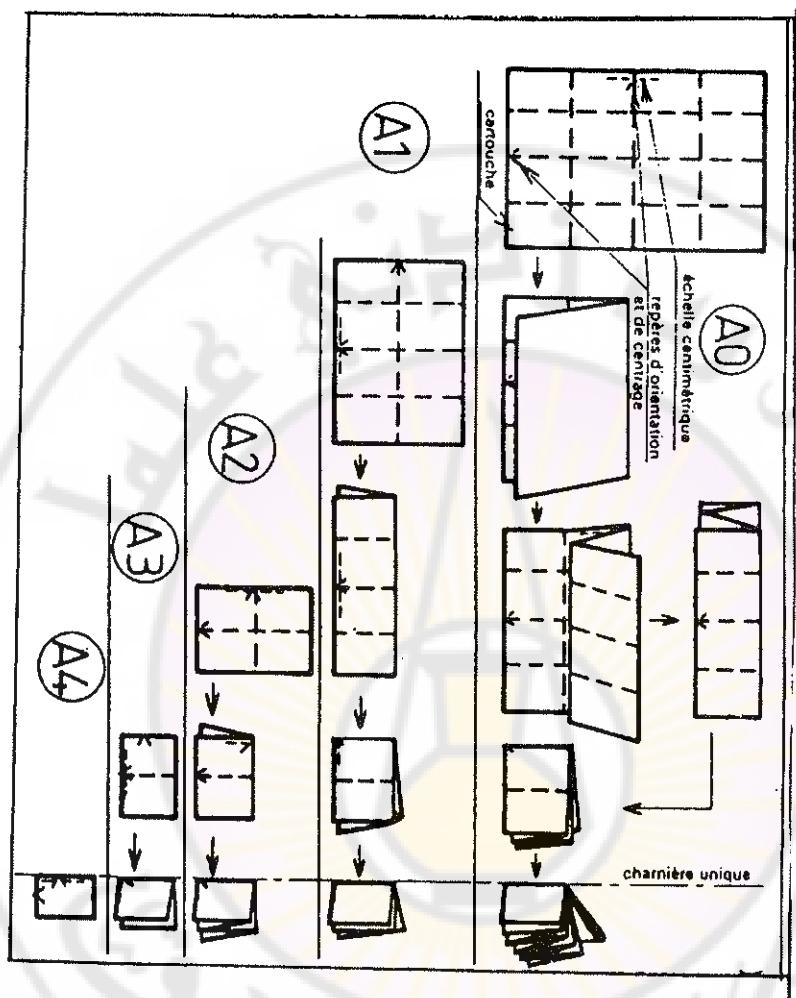
8 DRAWN			FACULTY OF MECH & ELEC ENGINEERING DAMASCUS UNIVERSITY										
8 CHECKED													
9 MARKED													
25		50	25	YEAR	DIMN SCALE								
26		TITLE		SHEET №									
		110		20	10								
		180		20	20								
<p>كلية الهندسة الميكانيكية الكهربائية جامعة دمشق</p> <table border="1"> <tr> <td>الرسام</td> <td>المسافة</td> </tr> <tr> <td>العنوان</td> <td>العمدة</td> </tr> <tr> <td>العنوان</td> <td>العنوان</td> </tr> <tr> <td>العنوان</td> <td>العنوان</td> </tr> </table> <p>اسم القلمة أو التحريك</p> <p>رقم الصفحة</p>						الرسام	المسافة	العنوان	العمدة	العنوان	العنوان	العنوان	العنوان
الرسام	المسافة												
العنوان	العمدة												
العنوان	العنوان												
العنوان	العنوان												

(الشكل ٤ - ٧)



الشكل (4 - 8)





الشكل (4-10)

نصائح وإرشادات

ينصح الطالب بعد توزيع المساقط على ورق الرسم للبدء بتنفيذ الرسم، استخدام أقلام الرصاص القاسية (H, H₁)، 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 والرئيسة لجميع المساقط.
- 3- نرسم الممتحنات.
- 4- رسم الخطوط الداخلية مع مسح الزائد من الخطوط بشكل تدريجي.
- 5- مسح وتنظيف كامل لوحة الرسم بعد التأكد التام من صحة الرسم.
- 6- إتماء عملية الرسم.

تكون عملية إتماء الرسم، بوضع وإنشاء الخطوط بحسب سمكها ونوعية الغرافيت اللازم لذلك، كما أشرنا في بحث الخطوط سابقاً.

- 7- وضع الأبعاد وكتابتها.
- ستأتي عليه لاحقاً.
- 8- إنشاء ورسم البطاقة العامة.
- 9- حفظ ورقة الرسم.

ثبيت الرسوم الهندسية

(التحبير)

تلحعاً المصانع والمؤسسات التنفيذية، بعد الانتهاء من أعمال الرسم، إلى ثبيت الرسوم بوساطة أدوات التحبير، أي تحبير الرسوم بالخبير الصيني سريع الجفاف على ورق شفاف، بعد أن ترسم التصاميم عليه بشكلٍ مباشر، أو أن تُشفَّ من ورقة الرسم الأصلية.

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

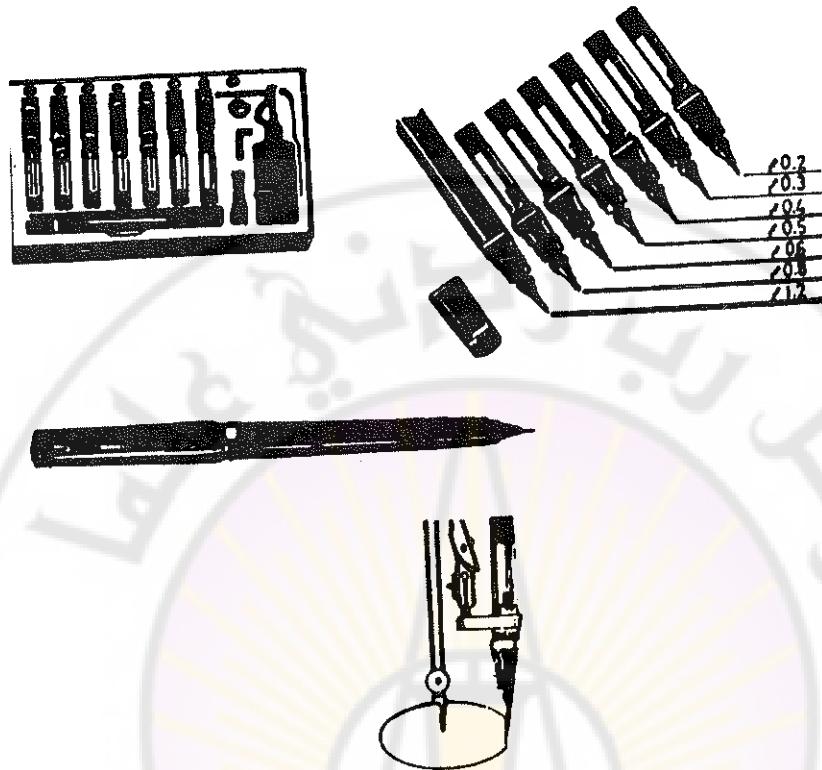
• أدوات التحبير

يوجد في السوق على التحبير الخاصة والمختلفة للقيام بهذه العملية، تتضمن أقلام التحبير المختلفة الأقطار والمتواقة مع خطوط الرسم الهندسي وتضم هذه العلب بشكلٍ أساسي ما يلي:

1- خزان الخير: يكون في أغلب الأحيان بلاستيكياً ويستخدم لتعبئة أقلام التحبير أو تزويدها بالخبير في حال نقصها.

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

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



الشكل (4 - 11)

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

الباب الخامس

الأبعاد والبيانات

مدخل وتعريف

تعد 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 والجدوال المنوہ عنها سابقاً، مثل نوع المعدن والمعالجة الحرارية.

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

لما 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.
فالمسلط وحدتها 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 المسلط، تجعل الرسم فعالاً ومفيداً، وتعطي العامل ما يحتاجه دون اللجوء للسؤال أو أدوات القياس، ولتحبيه عن كل متطلباته. لذا يجب التعرف على هذه الأسس والتدريب عليها والإحاطة بقواعدها، ليكون الرسم متكملاً سليماً.

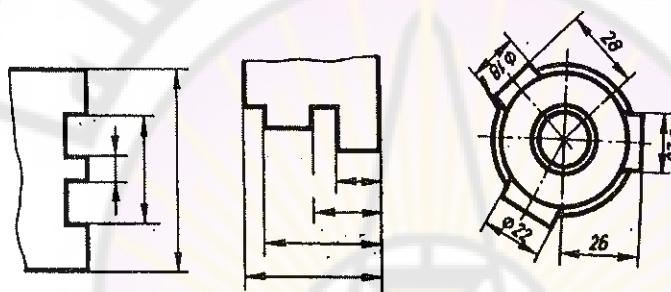
• سماعة خط البعد تعادل $\frac{S}{2}$ حتى $\frac{S}{3}$ من سماعة الخط الحقيقي المعتمد في الرسم، وقد أشرنا سابقاً إلى ذلك في بحث الخطوط.

2- أسس وقواعد كتابة الأبعاد

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

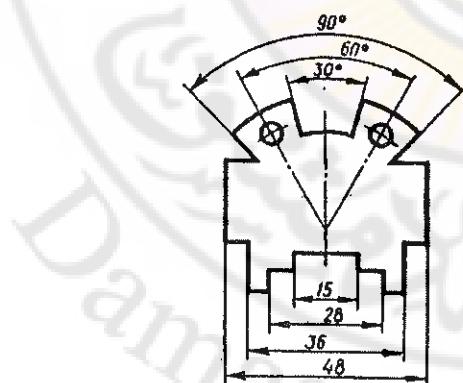
2-1- طرائق وأسس وضع الخطوط

-1 يوضع خط بعد بشكلٍ يوازي السطح المراد تحديده، ويستعمل لوضع خطوط إرشادية تتعامد معه، والشكل (5 - 1) يوضح ذلك.



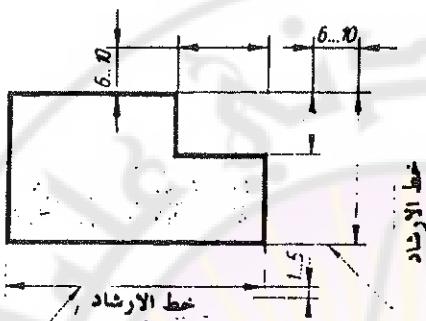
الشكل (1 - 5)

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



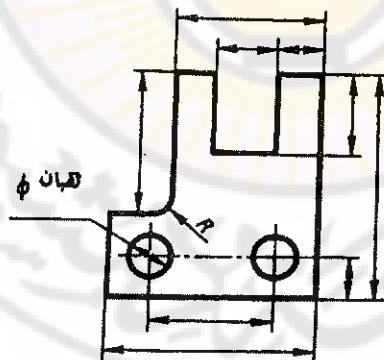
الشكل (2 - 5)

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 للجسم
 .mm 5....1



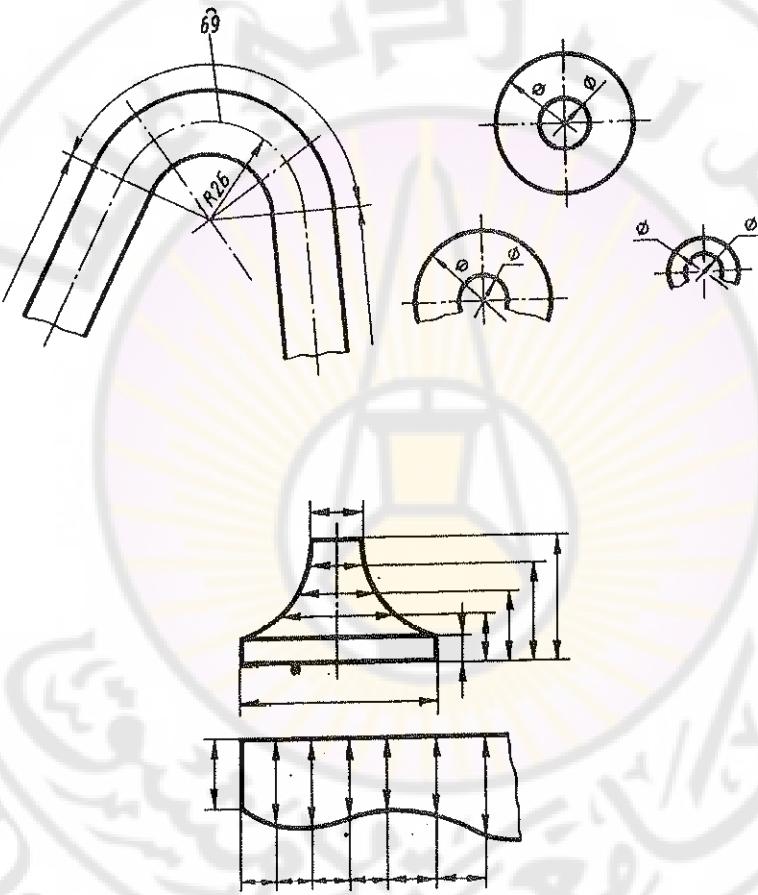
الشكل (3 - 5)

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 (5 - 4) يوضح ذلك.



الشكل (4 - 5)

5 - يمنع استخدام خطوط المحاور والمراکز وخطوط الإرشاد كخطوط بعد، إلا في حالات الأسطح المتحببة، فيكون استخدام خطوط الإرشاد وخطوط المراکز، بحيث تبتعد عن السهم خارج إطار المسقط، الشكل (5 - 5).



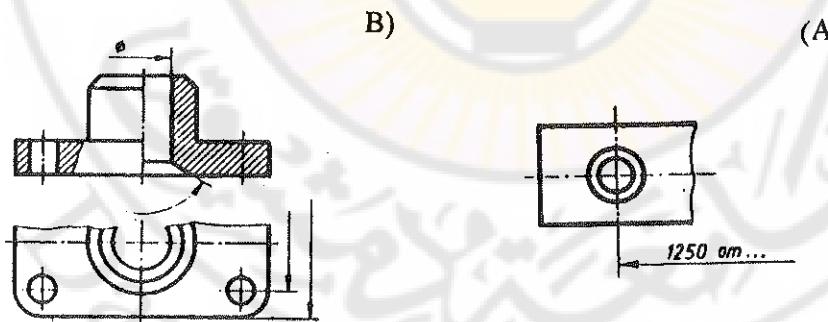
الشكل (5 - 5)

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



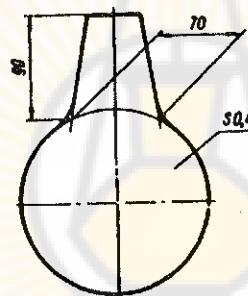
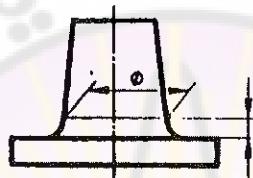
الشكل (5 - 6)

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



الشكل (7-5)

- 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 ساحت المساحة والمكان.
- 9 - يمكن أن يتقطع خط البعد مع خطوط أخرى وأن يكون مقطوعاً كما هو الحال عند وضع أبعاد وأقطار الدوائر كما هو مبين في الشكل السابق (5 - 8).

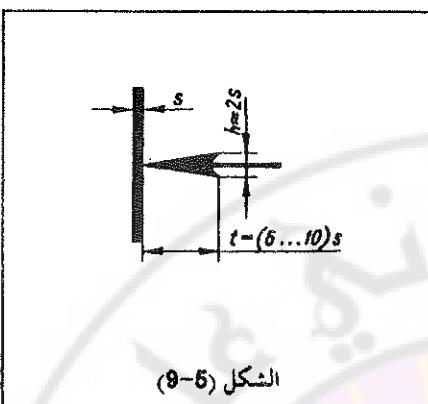


الشكل (8 - 5)

2 - تنظيم الأسهم.

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

نبين فيما يلي حالات وضع وتنظيم الأسهم على الرسومات الهندسية:



الشكل (5-9)

1- يمكن وضع الأسماء على تماس مع الخط الحقيقي للجسم وخطوط المعاور والإرشاد ويتصل مع الخطوط الوهمية في الحالات الاضطرارية جداً.

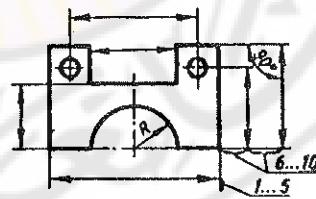
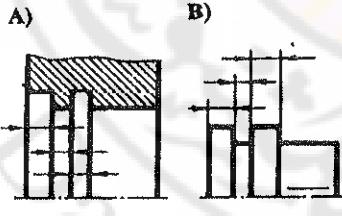
2- في حال ضيق المساحة لمكان السهم، فيوضع على امتداد خط الإرشاد من الخارج ويكتب البعد من داخلهما.

3- لا تسمح أحياناً المساحة بوضع الأسماء وكتابة الأبعاد (الأبعاد المتسلسلة)، فيمكن قطع خطوط الإرشاد بنقط أو بخطوط صغيرة مائلة بزاوية 45°، ومن ثم تمحض جميع الأبعاد بسهمين من الطرفين كما في الشكل، ولا يسمح باستخدام هذه الطريقة إلا ضمن الحالات المبينة في الشكل.

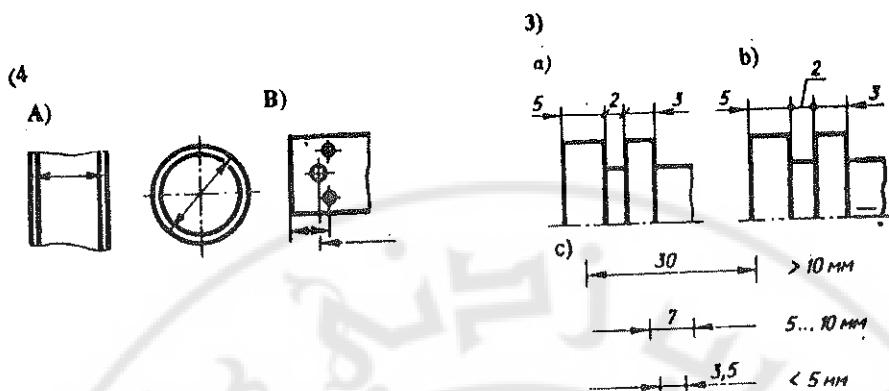
4- يمكن للأسماء في بعض الحالات أن تتقاطع مع الخطوط الحقيقية أو خطوط الإرشاد (إذا دعا الأمر لذلك) كما هو الحال في الشكل.

الشكل (5 - 10) يوضح لنا الحالات الأربع وكلها بحسب رقمها التسليلي.

2)



الشكل (5 - 10)



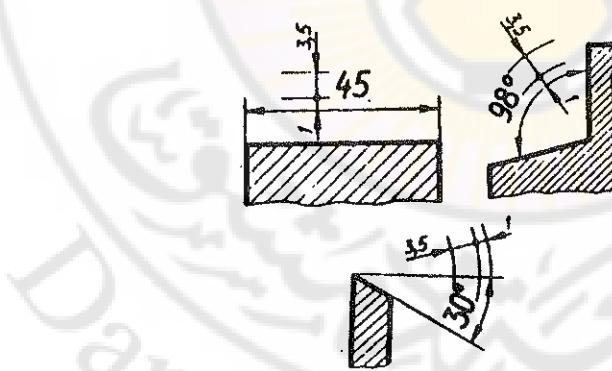
تمة الشكل (10-5)

- 3 - طرائق كتابة الأرقام:

(وضع الأبعاد)

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

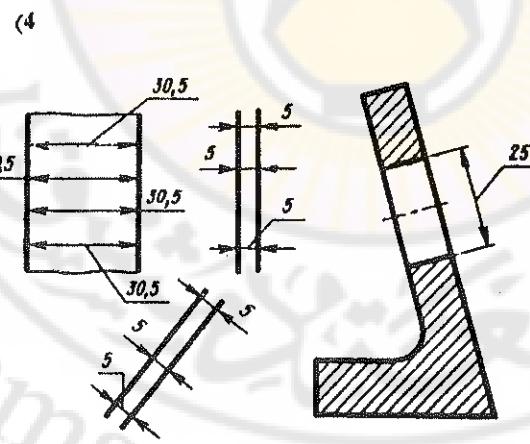
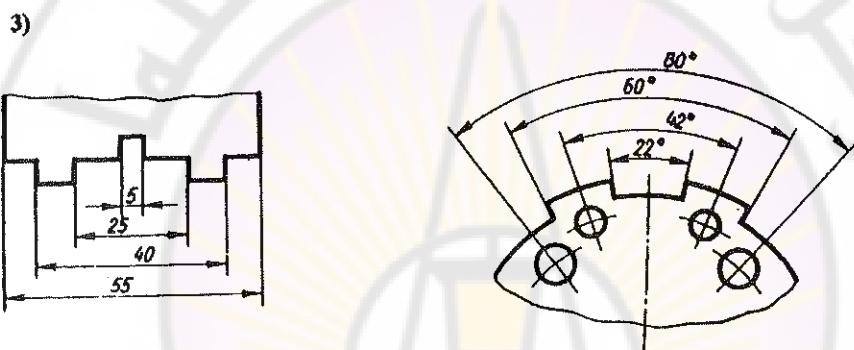
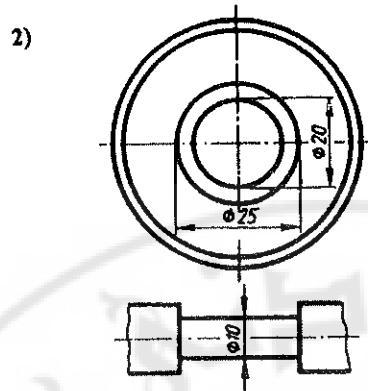
توضع الأرقام فوق خط البعد بـ 1 mm وبشكل يوازيه، والشكل (11-5) يوضح كيفية كتابة الأرقام فوق خط البعد وأبعادها.



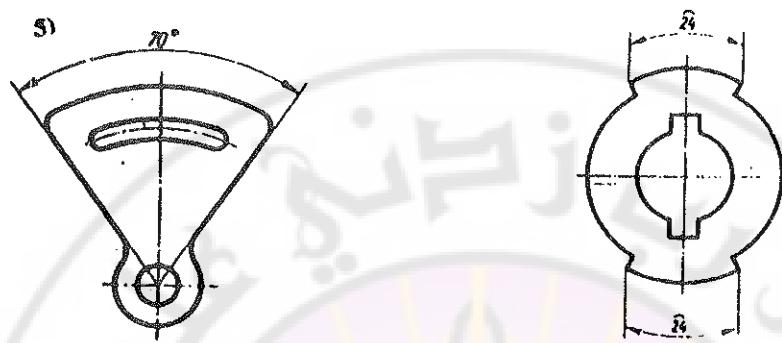
الشكل (11-5)

أما الشروط الواجبة عند كتابة الرقم ووضعه فهي التالي:

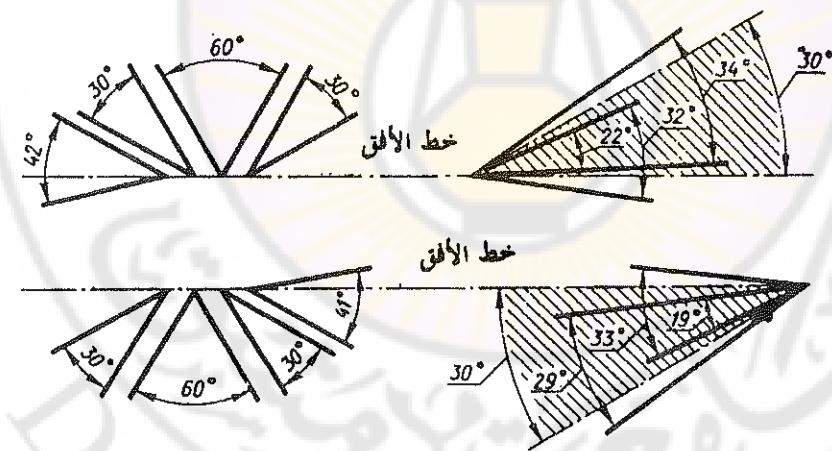
- 1- تكتب الأبعاد بالملم دون الإشارة إلى وحدة القياس، إلا إذا دعت الحاجة، فيجب التنويع عن وحدة القياس ضمن البطاقة العامة وفي الشروط الفنية.
- 2- لا يسمح بتقاطع الأعداد الرقمية (الأبعاد) مع أي خط من الخطوط أو أن يفصل خط ما بينها. ماعدا خطوط المحاور والتشهير، فيمكن أن تقطع ويكتب ضمنها بعد المطلوب أو أن تمسح قليلاً كما على خطوط التهشير ويكتب البعد، والشكل (A,B 12 - 5) يبين لنا هذه الحالات وحسب رقمها، كما يبين لنا الحالات التالي ذكرها ونحسب رقمها التسلسلي.
 - 3- تكتب الأبعاد المتوازية أو المركبة، بتوزيع شطرينجي، لتتوضع للقاريء.
 - 4- تنقل الأبعاد من فوق خط بعد لمكان آخر واضح، في حال عدم توفر المكان لكتابتها، فإن لم يتوفّر المكان للأبعاد والأسمّم أيضًا فتنقل الأبعاد والأسمّم معاً.
 - 5- تكتب الزوايا بالدرجات والدقائق والثوانى، ١٠٣١°٢٥'٣٥'', حيث تكتب على خط بعد بشكل قوس يصل بين خطين إرشاديين قطريين، أما تحديد مقدار القوس وبعده فالشكل يوضح ذلك، مع ملاحظة وضع إشارة \wedge الدالة على القوس.
 - 6- أرقام الزوايا وكتابتها توضع كما هي موضحة بالشكل، حيث توضع الأرقام فوق خط بعد، إذا ما كانت تقع فوق خط الأفق.
وإذا كانت تحت خط الأفق، فتوضع ضمن الزوايا. وفي حال كانت الزاوية صغيرة، فلنلحو إلى نقل بعد بما يسمى خط النقل والشكل يبين ذلك.
 - 7- لا ينصح بكتابية قيمة الزاوية في المناطق المهزّرة، إلا في الحالات الضرورية، فيمسمح جزء من التهشير ويكتب بعد على خط النقل كما هو مبين.
 - 8- تكتب الأبعاد الخاصة بالسطوح المائلة على الشكل الموضح، على أن لا يكتب إطلاقاً ضمن المنطقة المهزّرة.
 - 9- أبعاد الحروف (المشطوفة) المكسورة فتوضع كما في الشكل.



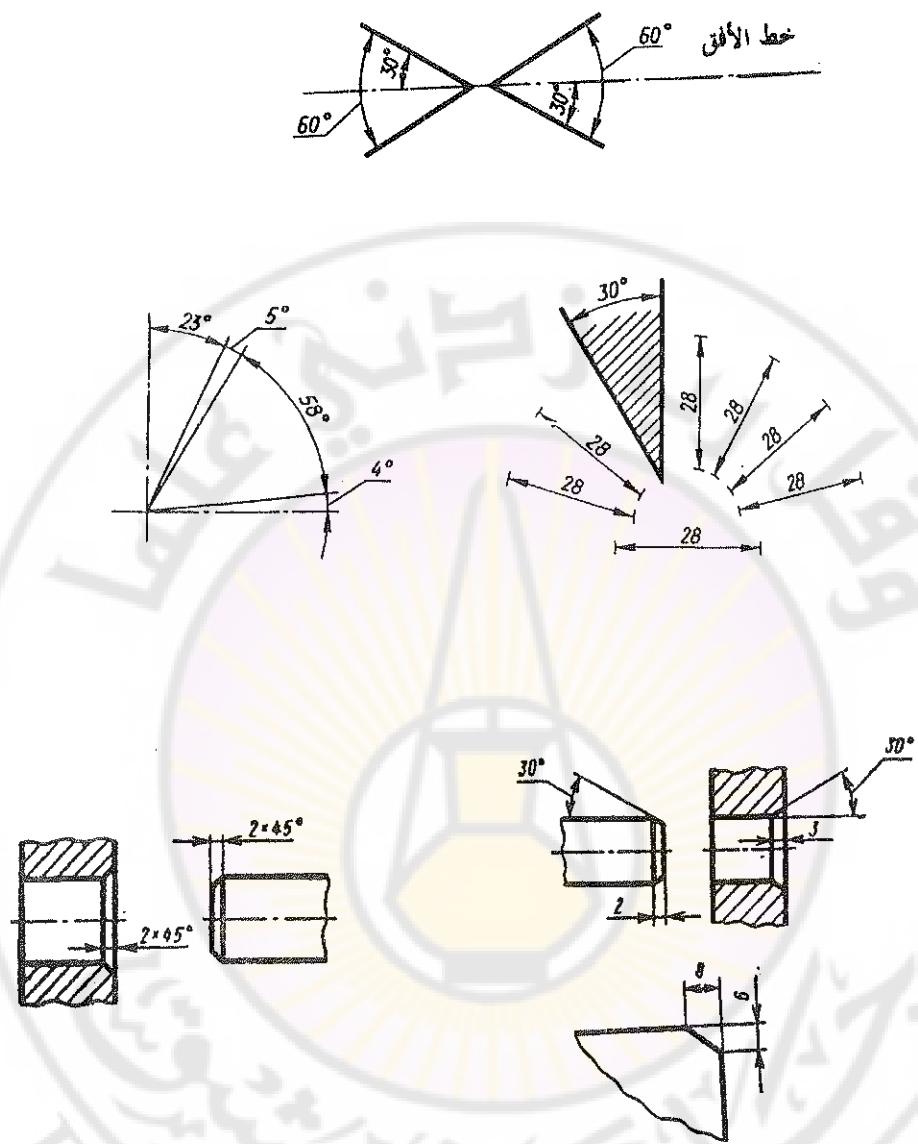
الشكل (5 - 12)



تمة الشكل (12-5)



الشكل (5 - 12)



تمة الشكل (12 - 5) B

3- أبعاد الدوائر والأقواس،

طريقة وضع الأبعاد للدوائر والأقواس، تعتمد الرموز ϕ أو R

- إشارة إلى نصف القطر.

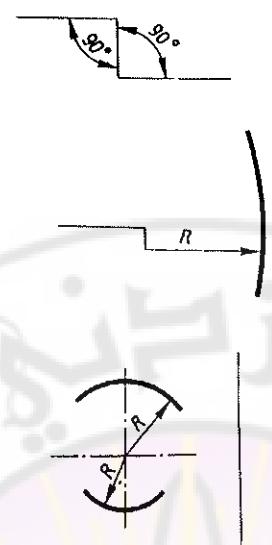
ϕ - إشارة إلى القطر.

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



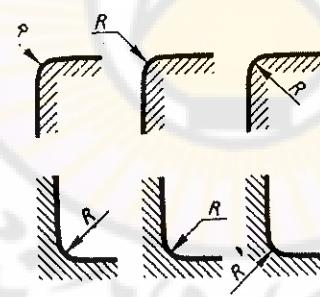
الشكل (5 - 13)

- أحياناً، ونظرأ 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.
هل يجب أن توضع كما الشكل (5 - B 14).



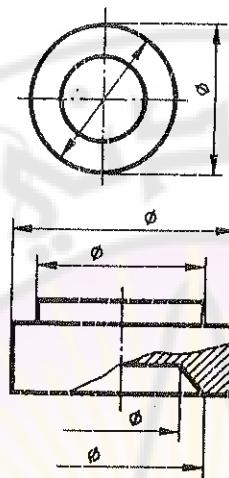
الشكل (14 - 5)

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



الشكل (15 - 5)

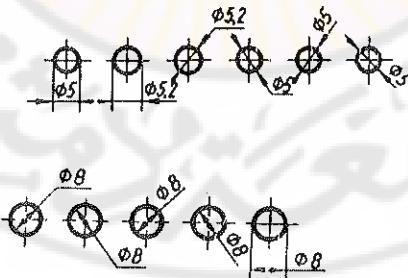
أما بالنسبة لوضع خطوط الأبعاد على الدوائر، ونقصد هنا النقوب أو التسويات الدائرية، فتوضع مروراً عبر مركز الدائرة، أو بشكل يوازي قطر الدائرة في حال الاستعارة بالخطوط الإرشادية، كما في الشكل (5 - 16).



الشكل (5 - 16)

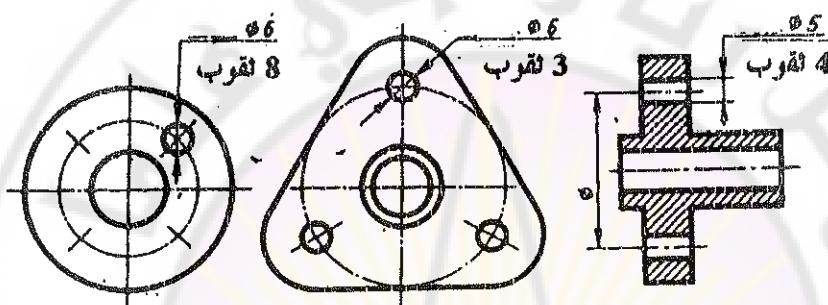
ولبيان قطر الدوائر على الرسم، توجد الحالات التالية:

- وضع البعد خارج إطار أو حدود الدائرة، إن لم يجد فساحة أو مساحة لكتابته، الشكل (5 - 17) A. وقد لا يجد مكاناً للبعد والأسماء أيضاً فتلحقاً إلى أخراج الأسهم والبعد خارج إطار الدائرة الشكل (5 - 17) B.



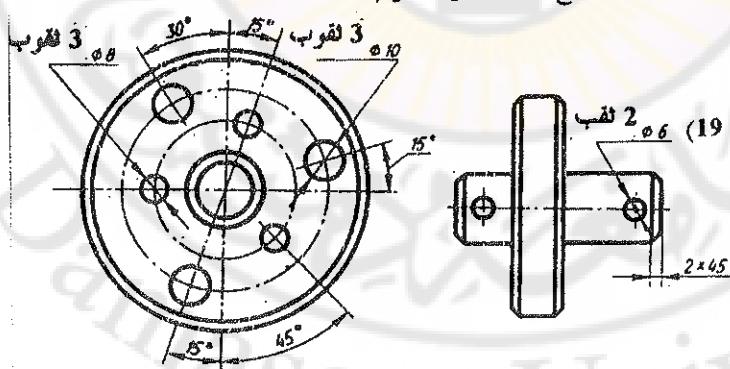
الشكل (5 - 17)

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



الشكل (5 - 18)

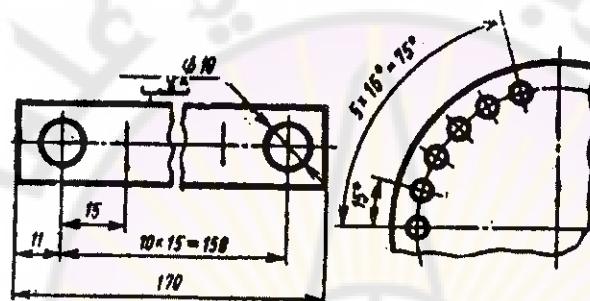
أو أن يكون التكرار غير منتظم، كما في الشكل (5 - 19) فيكتفي الإشارة إلى
عدد الدوائر أو العناصر المتكررة مع بيان مقدار القطر ϕ .



الشكل (5 - 19)

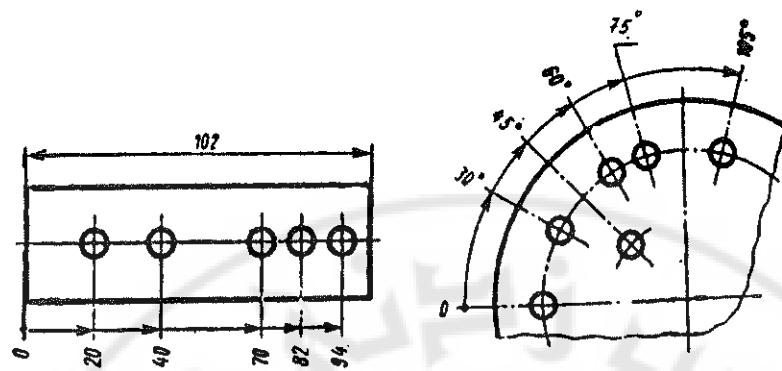
الأبعاد المتناظرة:

عند وجود عناصر متكررة وأبعادها متناظرة، فتحدد المسافة بين عنصرين متناظرين متوازيين وتحدد المسافة بين العنصر الأول والأخير بخط بعد، ومن ثم يكتب بعد العناصر جميعها بشكل مضاريب، كما هو موضح بالشكل (5 - 20)، أي عدد العناصر X المسافة.

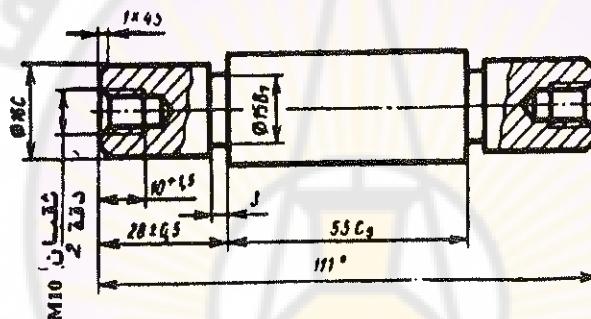


الشكل (5 - 20)

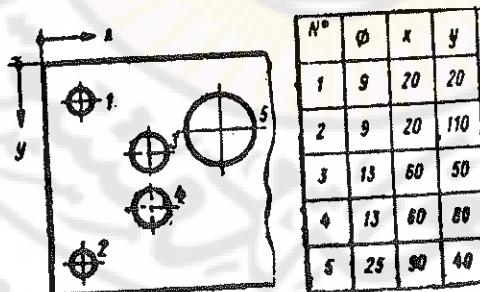
- وفي حال ازدياد عدد الأبعاد المعتمدة تصميمياً من السطح الأساسي، فيسمح بوضع الأبعاد الخطية والزاوية كما هو مبين في الشكل (5 - 21)، حيث تعتمد نقطة صفر 0 ثم ترفع الأبعاد باتجاه الخطوط المرفوعة ونهايتها.
- أما إذا وجد في الرسم أبعاد واحدة لعنصرتين متناظرتين (ما عدا الثقوب) فتكتب الأبعاد مرة واحدة، دون بيان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



الشكل (21 - 5)

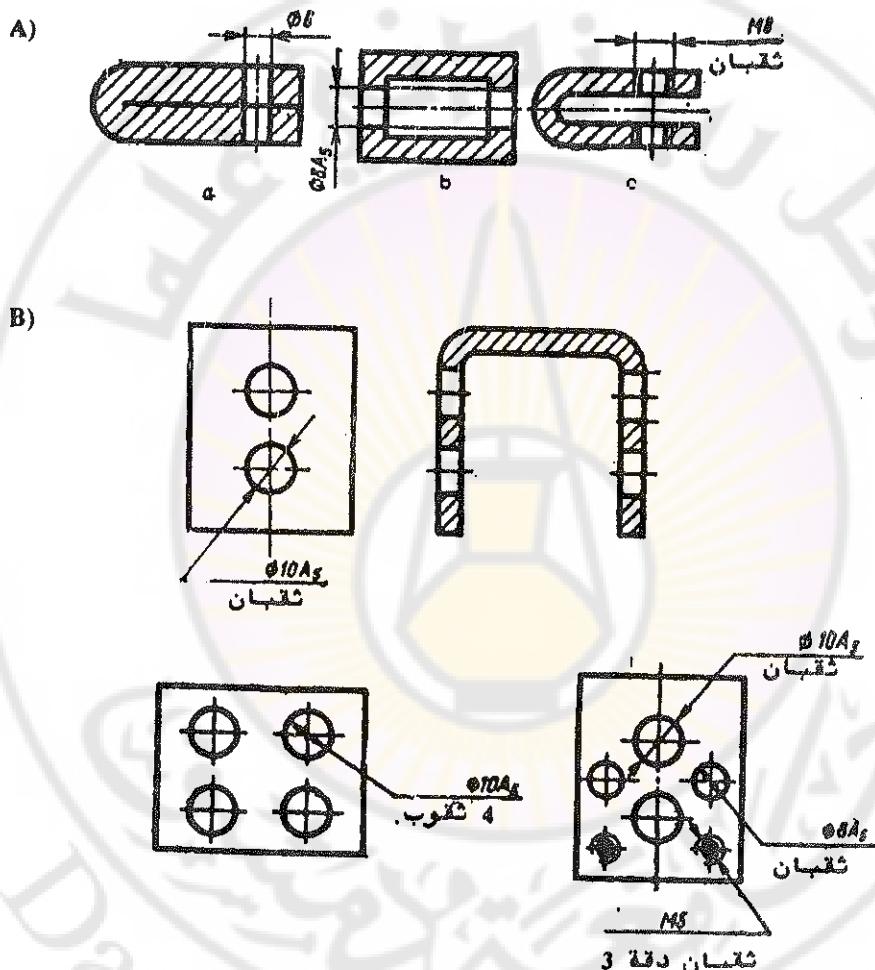


الشكل (22 - 5)



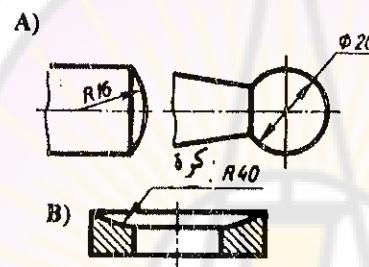
الشكل (23 - 5)

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



الشكل (5 - 24)

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



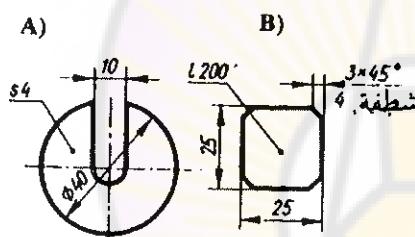
الشكل (25 - 5)

اعتمادات واصطلاحات

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

1 - الرمز S، والرمز L.

حيث يُعبر عن السطح المستوي بمسقط واحد، إذا وضعنا الرمز S، للتغيير 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)

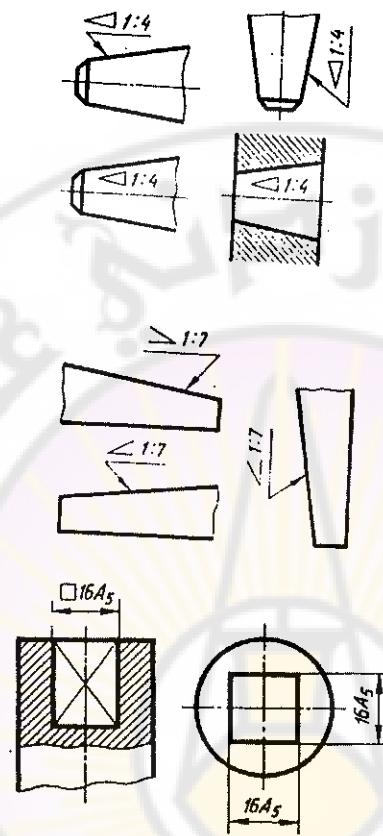
- 2 يرمز إلى وجود قوس، ويوضع فوق الرقم البعدي. انظر الشكل (5 - 12).

- 3 يرمز إلى وجود شكل المربع.

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

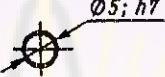
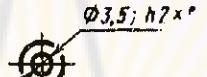
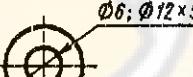
- 5 < يرمز إلى وجود مخروط، حيث اتجاه الراوية الحادة باتجاه رأس المخروط.

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 طوي باتجاه المحور، فإذا كان ذلك غير ممكن فيعتمد إظهار الأبعاد على المسقط مباشرة والشكل (5 - 28) يبين جميع الحالات.

بعض اشكال الثقوب	طريقة اظهار ووضع
في القطاع	على المسقط
	
	
	
	
	

الشكل (28 - 5)

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، مالم نضطر لذلك.

3- توزيع الأبعاد على جميع المساقط بشكل مناسب.

4- يجب أن تكون الأبعاد أقل ما يمكن، ويشكّل 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.

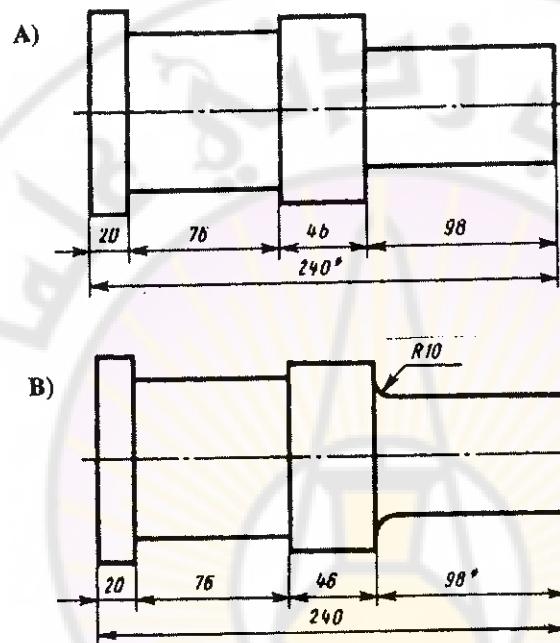
3- استخدام خطوط الإطار الخارجي أو خطوط المحاور كخطوط أبعاد، لكنه يمكن للمحاور أن تمتد وتستخدم كخطوط متعدد.

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 بعد الدليلي، الشكل (5 - 29). A.

يُعرف بعد المرجعي بالبعد المكتوب وغير المطلوب تحقيقه، ويرمز له — *، وأكثر ما يستخدم في الرسوم التجميعية لتحديد وضعية العناصر والأجسام المرتبطة مع بعضها أثناء العمل، كما يستخدم في الأبعاد المنقوصة من أساس الرسم الخامدة المشغولة، وفي إمكان الانتقال من سطح أسطواني أو بخروطي إلى سطح أسطواني آخر (من قطر لأنـــر)، الشكل (5 - 29). B.



الشكل (5 - 29)

الباب السادس

استنتاج المسقط الثالث

((المسقط الغائب))

مدخل

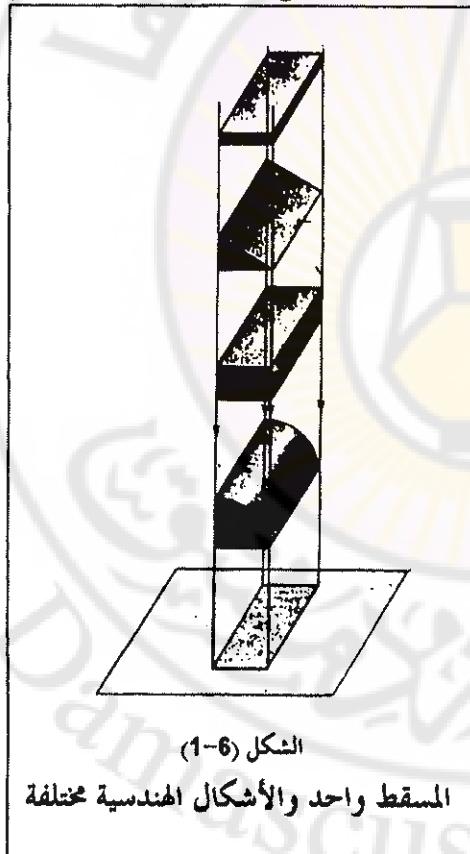
سبق وأشارنا في بحث الإسقاط إلى أنه يمكن الاكتفاء بوجود مسقطين اثنين لمعرفة شكل الجسم وقياساته وتخيله في الفراغ. ولكن، وفي بعض الأحيان وال الحالات للأجسام والقطع الميكانيكية، لا يكفي

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 ثالث له.

2- طريقة الاستنتاج

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



الشكل (1-6)

المسقط واحد والأشكال الهندسية مختلفة

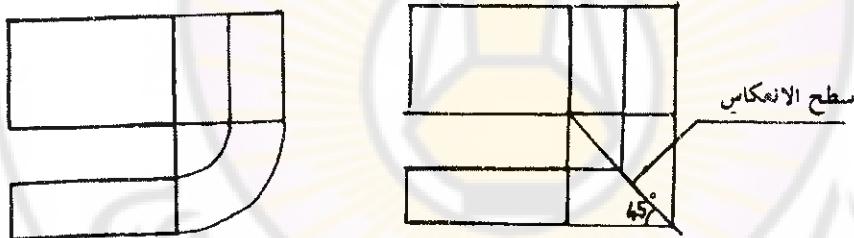
بالإنشاء باستخدام خطوط الارتباط بين المساقط الثلاثة، معتمدين على العلاقة القائلة بينهما، والموضحة سابقاً في الباب الثالث، بحث الإسقاط، وهي:

ارتفاع المسقط الرأسي = ارتفاع المسقط الجانبي

طول المسقط الرأسي = طول المسقط الأفقي

عرض المسقط الأفقي = عرض المسقط الجانبي.

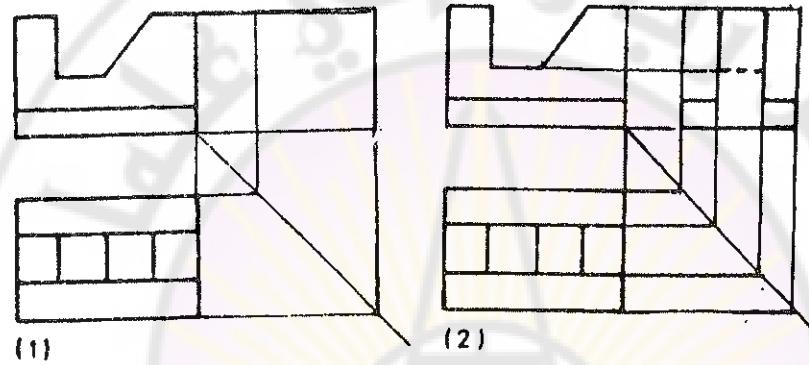
بالاعتماد على هذه العلاقة، وبعد دراسة المسقطين المعلومين وتبيل الجسم بأكمله، نبدأ ومساعدة خطوط الإسقاط والارتباط بتحديد الإطار الخارجي (أبعاده) للمسقط المطلوب، بواسطة خط الانعكاس بزاوية 45° أو بطريقة التدوير، والشكل (6 - 2) يوضح لنا هذه العملية.



الشكل (6 - 2)

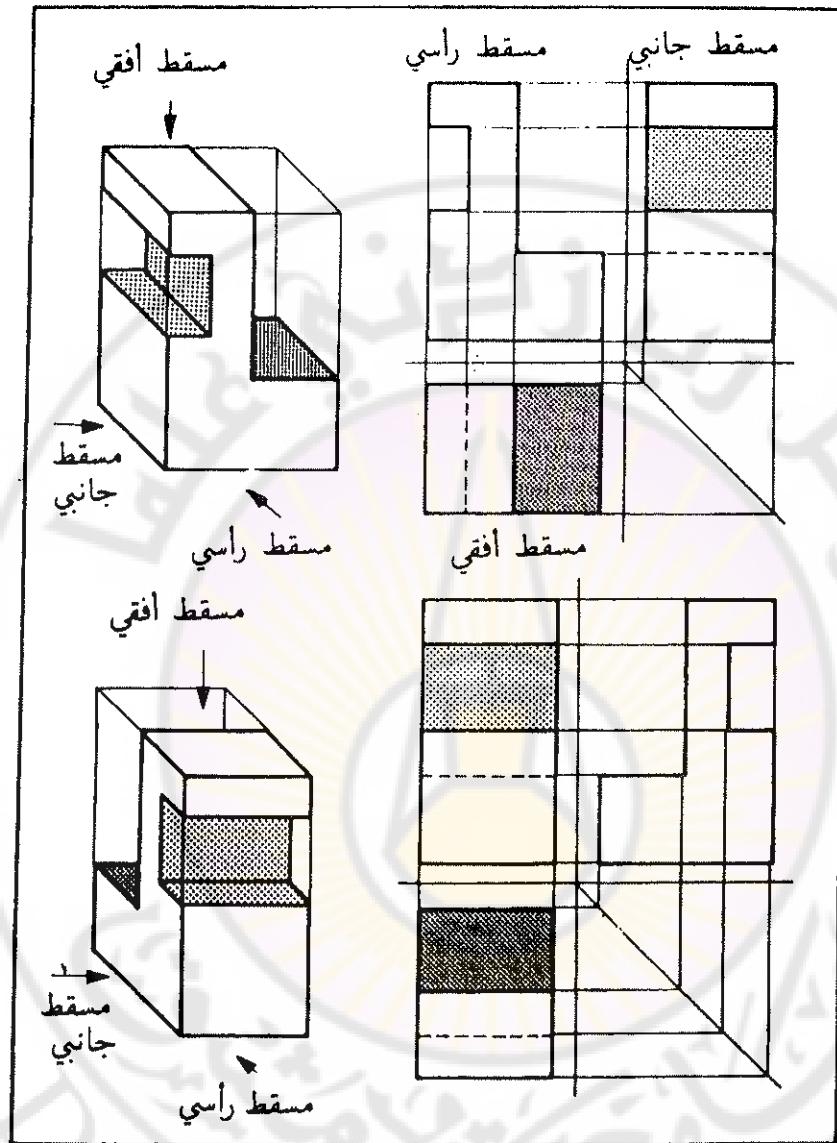
تحديد الإطار الخارجي للمسقط بالنسبة للطالب، خطوة مهمة، حيث يعتمد الطالب، دليلاً مرجعياً لرسمه، لا يجب الخروج عنه. وفي حال الخروج عن حدوده، يعني وقوع الطالب في خطأ، وعليه تداركه.

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



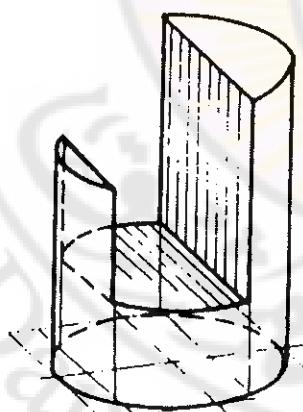
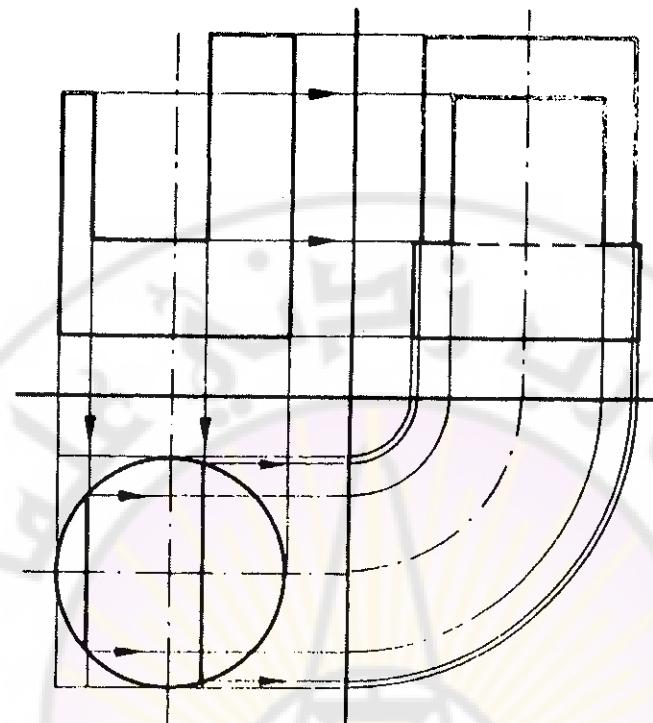
الشكل (6 - 3)

الشكل (6 - 4) يوضح عملية استنتاج المسقط الثالث باستخدام سطح الانعكاس (خط الانعكاس) بزاوية 45° لقطعة واحدة ويوضعن مختلفين والشكل (6 - 5) 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 (5 - 6)

استنتاج المسقط الثالث لقطعة أسطوانية بطريقة التدوير

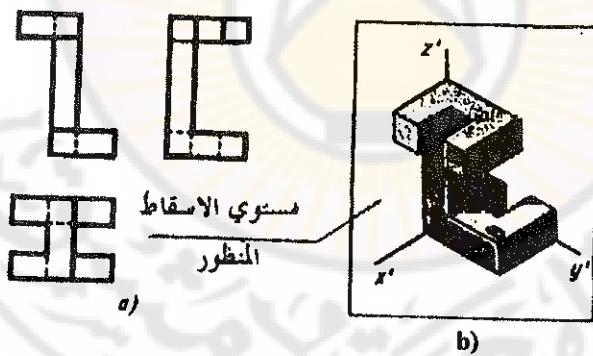
المظور الهندسي

مدخل

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

كما أوضحت طريقة رسم المساقط الالزامية في بيان المعلومات وأشكال الأجسام، ومن ثم استنتاج المسقط الناقص بوجود مسقطين معلومين.

يحق أن نذكر، طريقة الإسقاط المنظوري للقطع والأجسام، أي نقل شكل الجسم كما هو في الواقع وكما نراه إلى مستوى الإسقاط بأبعاده الثلاثة، لنجعل على منظور الجسم أو المنظور الهندسي للجسم. والشكل (6 - 86) و(6 - 6) يوضح الفرق بين الإسقاط الثلاثي المتعامد للجسم ورسم مساقطه وبين الإسقاط المنظوري له.



الشكل (6 - 6)

2 - الإسقاط المنظوري

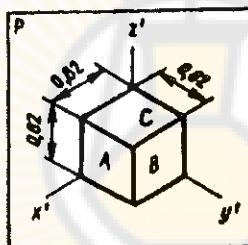
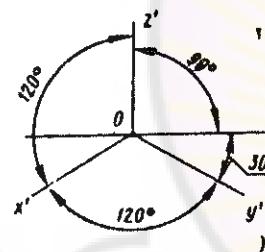
تستخدم طريقة الإسقاط المنظوري لتصوير الجسم بدقة ووضوح وفي نقل المعلومات إلى العمال الذين لم يسبق لهم التدرب على قراءة المساقط ويجدون الصعوبة في فهم وتصور شكل الجسم في الفراغ.

ويعرف المنظور بما يلي:

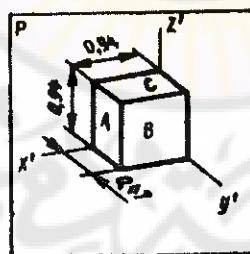
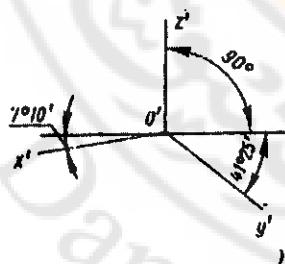
المنظور: هو الرسم الإيضاحي العام لهيكل الجسم، والذي يعطي الفكرة الكاملة عن تكوينه وعلاقة أجزائه بعضها البعض.

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

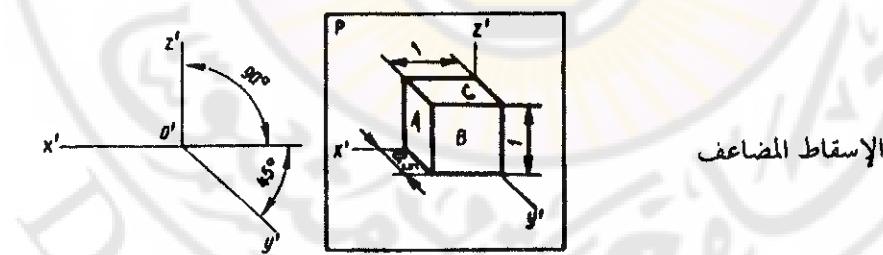
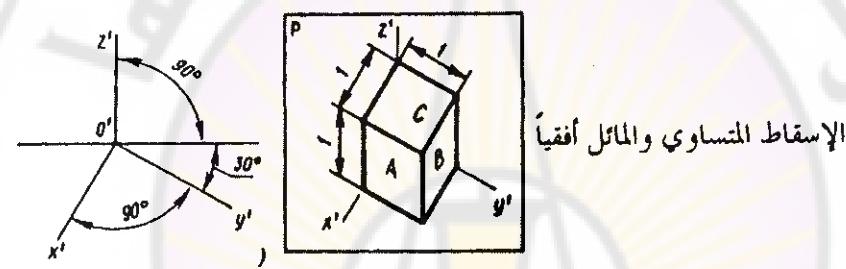
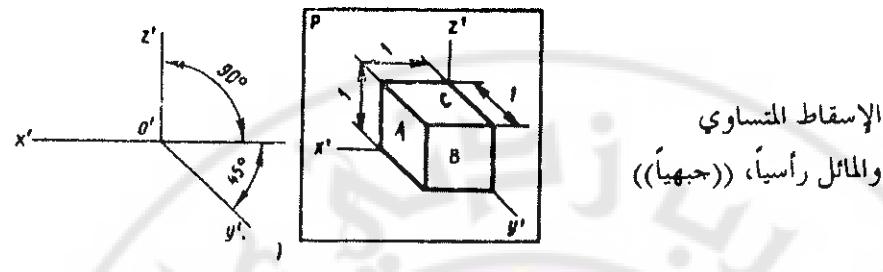
يوجد خمس طائق لرسم المنظور ومبينة بالشكل (6 - 7).



الإسقاط المتساوي



الإسقاط المضاعف المائل



الشكل (6 - 7)

سندرس حالين اثنين والأكثر شيوعاً من الحالات الخمس المذكورة، وهما:

- **الإسقاط المتساوي:**

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

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

- **الإسقاط المضاعف:**

ـ هو الإسقاط المنظوري الرأسى (الجبهي) المائل الزاوية، ويسمى الإسقاط المائل أو المنحرف، وتكون فيه الأبعاد على المحورين Z و X حقيقة لا تتغير، أما على المحور Y فيجب مضاعفتها للحصول على القياس الحقيقى، انظر الشكل السابق.

3- **إنشاء المنظور:**

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

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

ويجب على الطالب الانتباه دائمًا إلى أن الأبعاد على المحاور Z و X حقيقة لا تتغير وموازية لهما، فيما تكون الأبعاد على المحور Y تساوي نصف ($\frac{1}{2}$) الأبعاد الحقيقة 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 فالجملة 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 الكلمة (Isometry)) وتعني ((كبات القياس)).

الترتيب العملي في إنشاء المنظور بجسم ممثلاً بمساقطه الثلاثة، ومثال ذلك الشكل (6 - 9)، يكون دائماً وبعد إنشاء المحاور المنظورية على الشكل التالي:

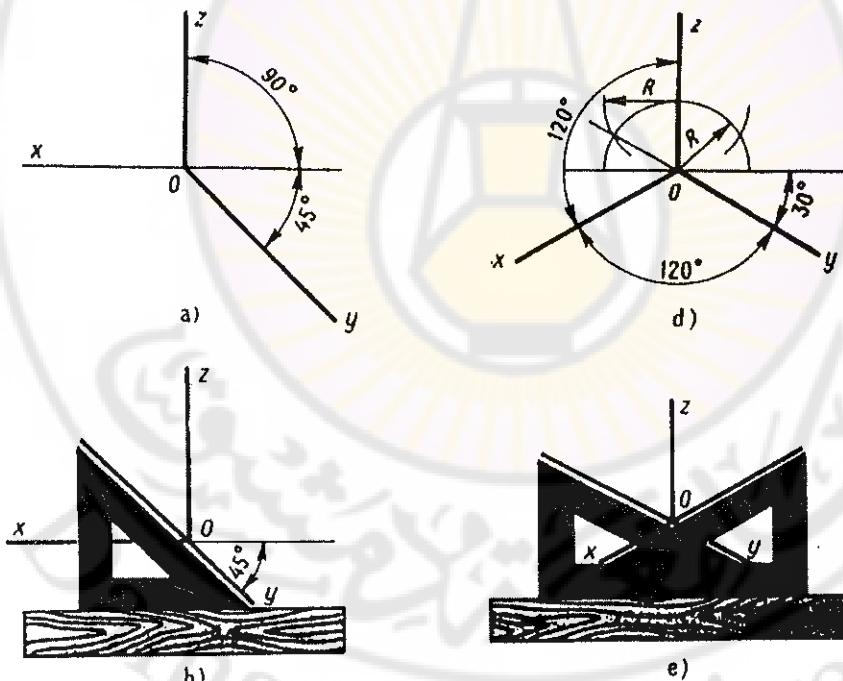
(سنقوم بإنشاء المنظور بطريقة الإسقاط المتساوية والمضاعف معه)

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

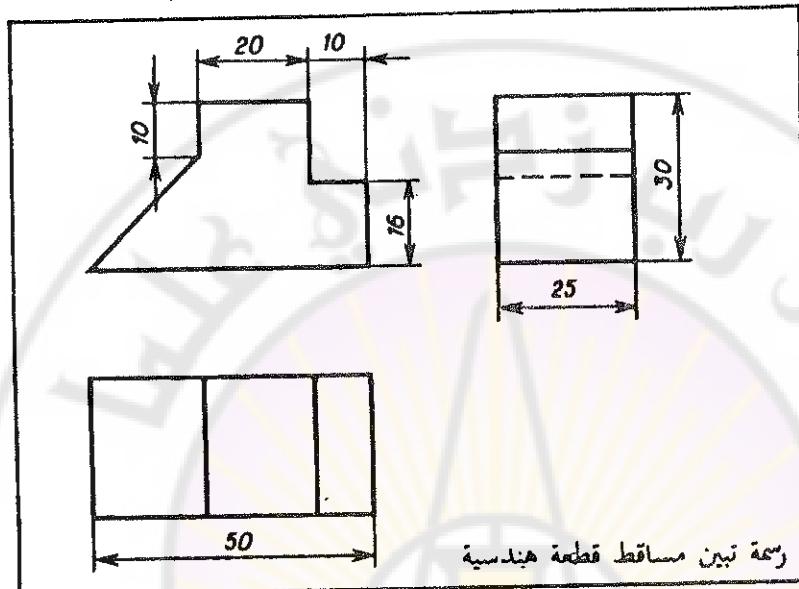
يمثل المحور X الطول

المحور Z الارتفاع

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



الشكل (6 - 8)



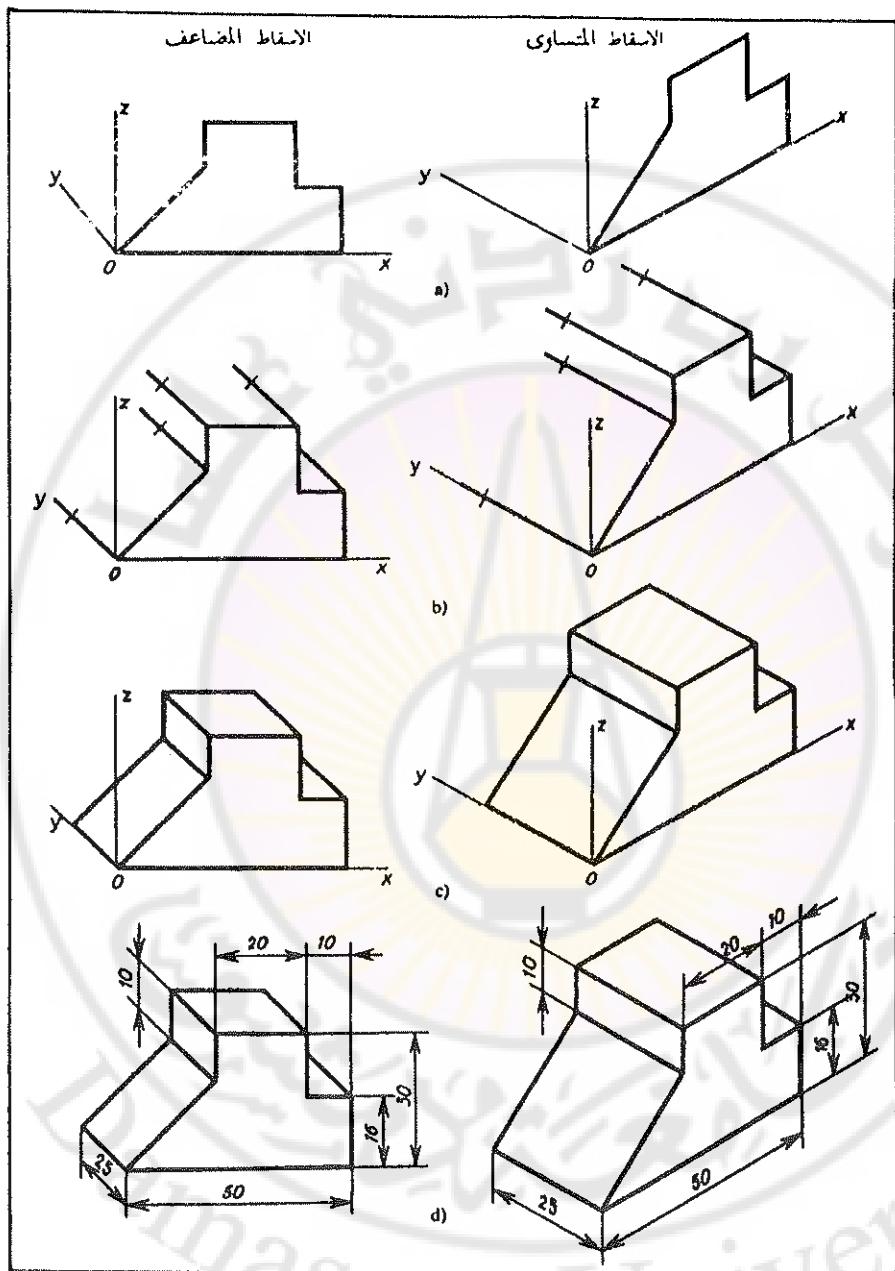
الشكل (٦ - ٩)

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

يُحدّد 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.

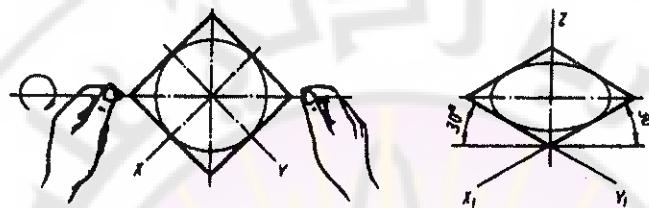
4- نمسح الخطوط الزائدة، ومن ثم ثبت الخطوط بشكل هائي وتكتب الأبعاد.



الشكل (6 - 10)

٤- إنشاء المساقط المنظورية للدائرة

نعني بالدائرة، التقويب والنتوءات والنهيات الدائرية للأجسام. والدائرة في المربع نفسه في منتصف أضلاعه الأربع. والإسقاط المنظوري للمربع يكون معين، وبالتالي فإن الدائرة ستكون على شكل قطع ناقص، والرسم الموضح في الشكل (6 - 11) يعطي فكرة عن ذلك.



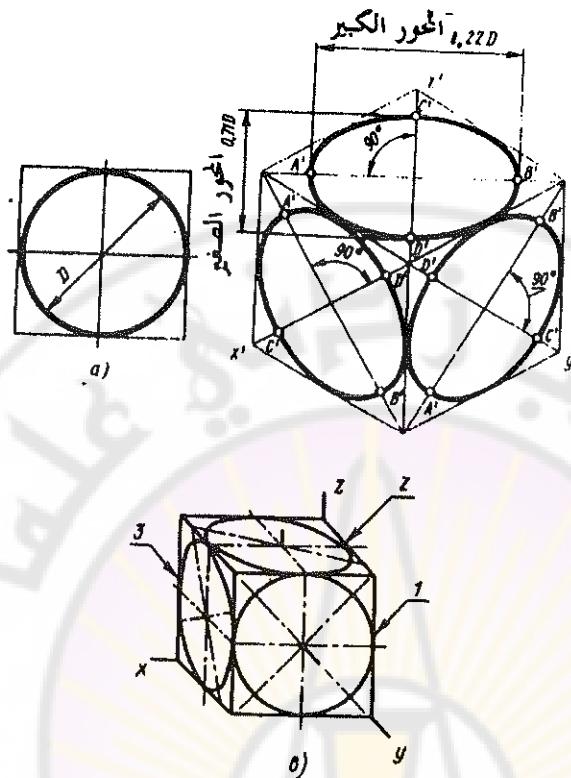
الشكل (6 - 11)

وأما أننا ننشئ المنظور بطرقتين اثنتين، فسنشرح الإسقاط المنظوري للدائرة بالطريقتين نفسها وبطريقة الأمثلة للتوضيح. مع ملاحظة أن الإسقاط المنظوري المضاعف للدائرة على وجه المكعب الأمامي والمعامد مع المحور Z 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 متعمدة، 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 لدائرة، 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 Z, Y, Z.



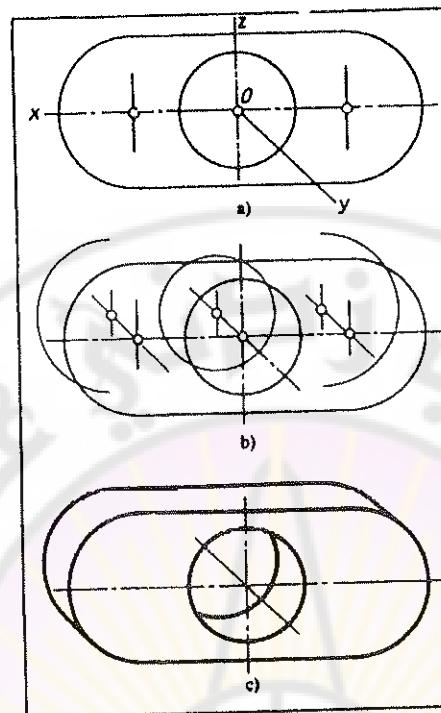
الشكل (6-12)

2- نرسم من مراكز الأقواس والدائرة محاور موازية للمحور Z ، ونحدد عليها نصف عرض القطعة أو سماعاتها، ونحصل على مراكز الدائرة الخلفية والأقواس الخلفين.

3- نرسم الدائرة والأقواس من هذه المراكز. أنصاف الأقطار تساوي نصف ($\frac{1}{2}$) أقطار الدائرة والأقواس الموجودة على الوجه الأمامي.

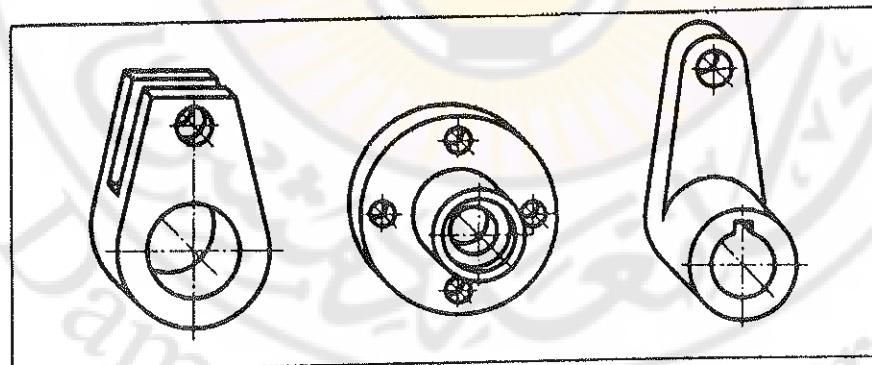
4- نصل بخطوط التماس بين الأقواس ونسع الخطوط الزائدة.

5- ثبت الخطوط بخطوط حقيقة لنجعل على الشكل المطلوب.



الشكل (6 - 13)

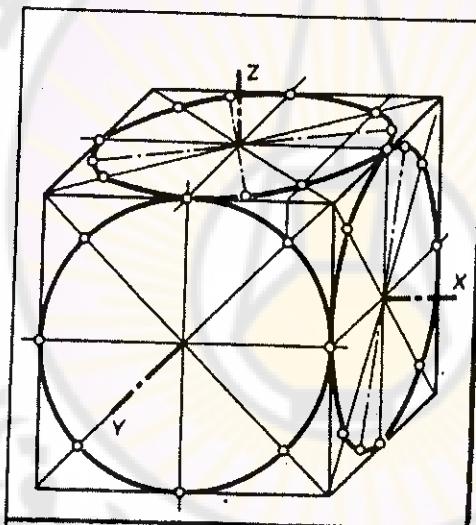
هذه الطريقة في إنشاء المنظور المضاعف للدوائر، يفضل استخدامها في رسـم الأجسام ذات الأسطح المتحجنة، ومتلـاهـا في الشكل (6 - 14).



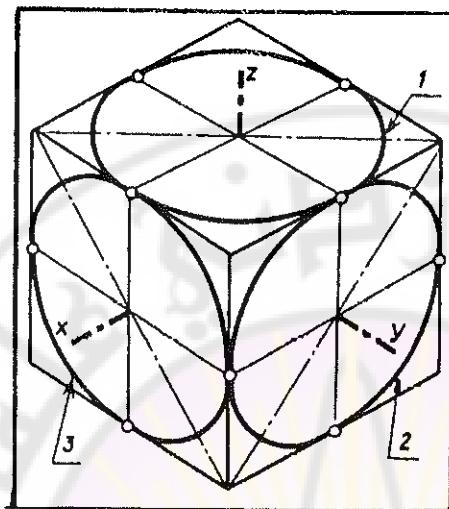
الشكل (6 - 14)

• 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 التعين فالطريقة واحدة مع ثبات الأبعاد دون تغير على المحور Z . مقدار النصف كما في المنظور المضاعف، الشكل (6 - 15).



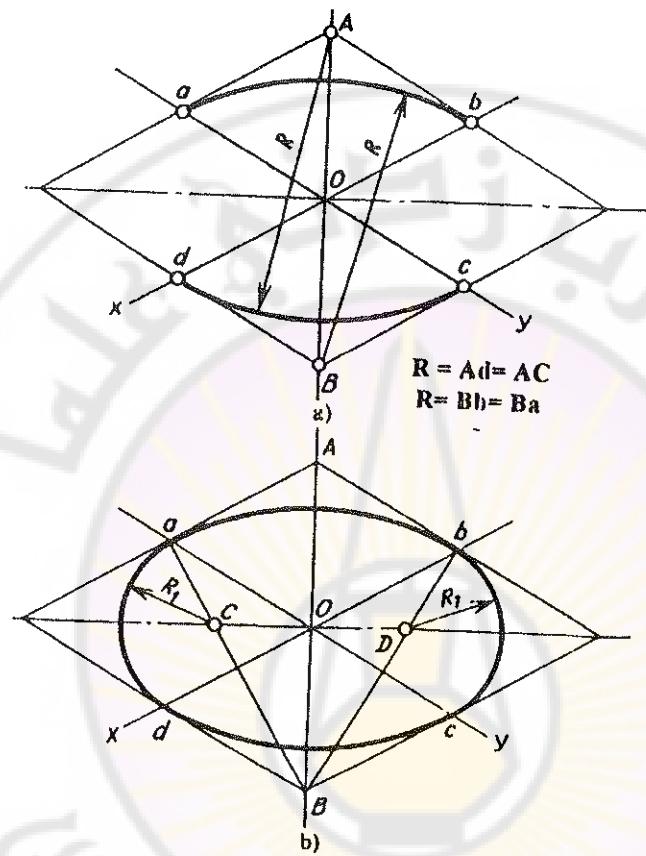
الشكل (6 - 15)



تمثيل الشكل (15-6)

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

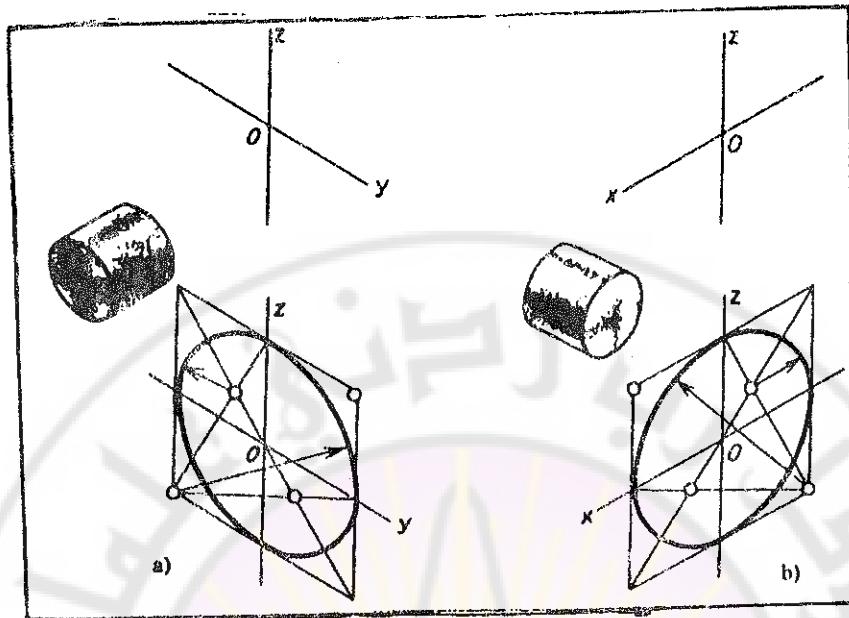
- 1 - نرسم المعين، بعد إنشاء المحاور المنظورية، بطول ضلع يساوي قطر الدائرة المعطاة باعتماد المركز 0.
- 2 - تقاطع X و Y مع أضلاع المعين في النقاط d, c, b, a .
- 3 - ننشئ القوسين الكبارين للقطع الناقص، بوضع إبرة الفرجار على النقاط A و B ، ووصل النقاط ba و cd، وبفتحة فرجار مقدارها $R = Bb = Ad$
- 4 - نصل بين النقاط Bb و Ba . المستقيمين يتقاطعان مع خط الأفق (القطر الكبير للمعین) بال نقطتين CD، هنا نقطتنا المفارق و مركزاً الأقواس الصغيرة للقطع.
- 5 - نصل بين النقاط bc و ad بقوسین يتصلان مع الأقواس الكبيرة، وبفتحة فرجار R1 من المركزين CD لنجعل على القطع الناقص للدائرة واقعة على المستوى العمودي على المحور Z.



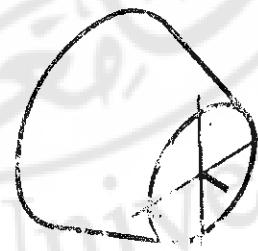
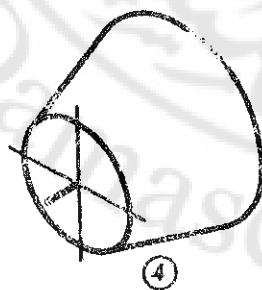
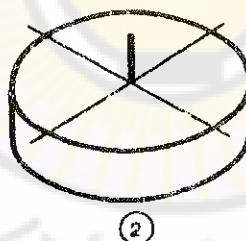
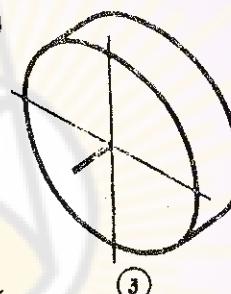
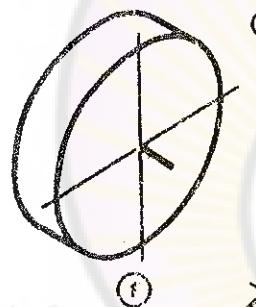
الشكل (6 - 16)

ويمكن بالطريقة ذاتها الحصول على الإسقاط المنظوري المتساوي لدائرة واقعه على المستويين العموديين على المحورين X وY، والشكل (6 - 17) يبين ذلك.

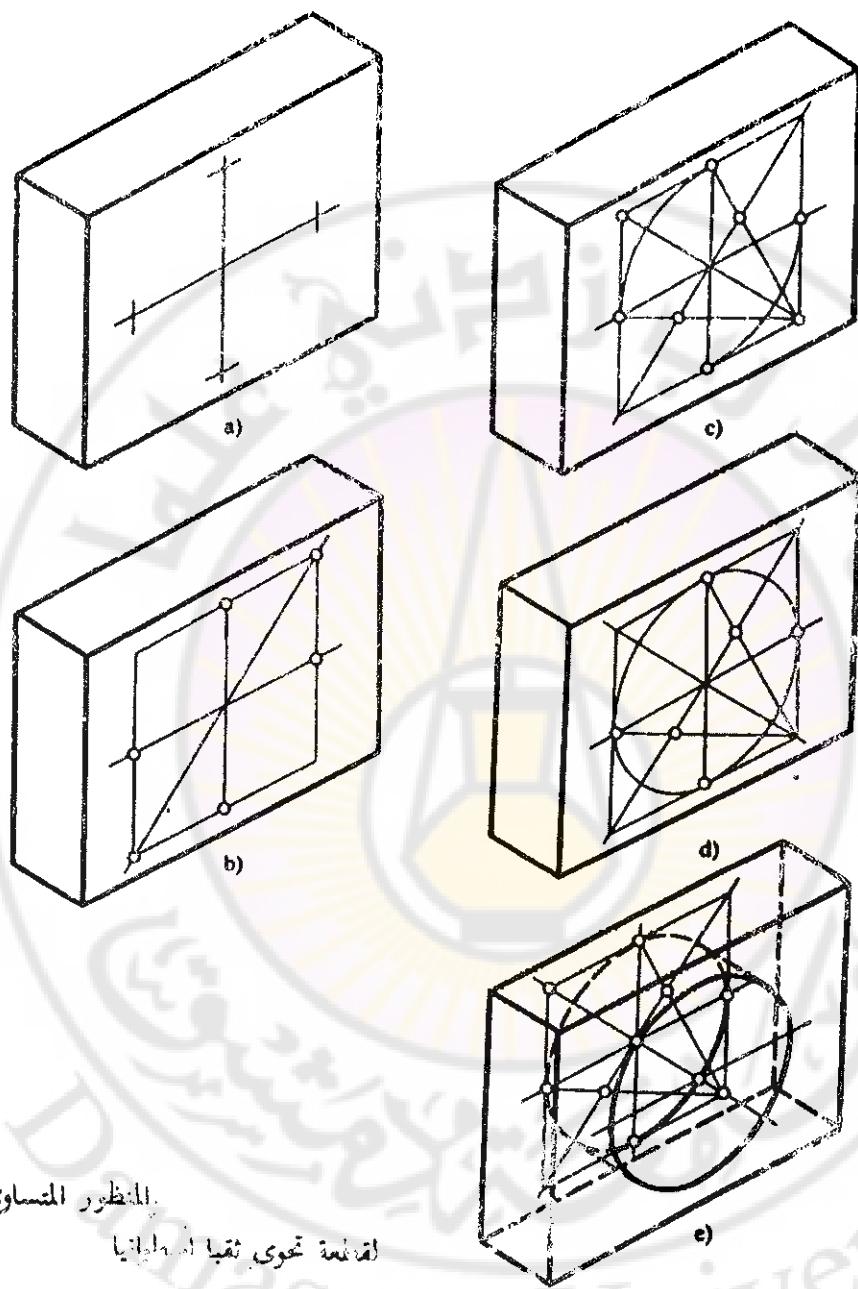
الشكلان (6 - 18) و (6 - 19) يوضحان بعض الأمثلة عن المناظر الدائرية (القطع الناقص) على همايئات القطع وإنشاء المسقط المنظوري المتساوي لقطعة نحوبي ثقباً.



الشكل (17 - 6)



الشكل (18 - 6)



المنظور المتساوي

لكلمة تحوى ثقباً أصلانياً

الشكل (١٦ - ١٩)

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

طريقة الإسقاط	الإسقاط المتساوي			الإسقاط مضاعف		
	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)

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

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

$$AB = 1.22 d.$$

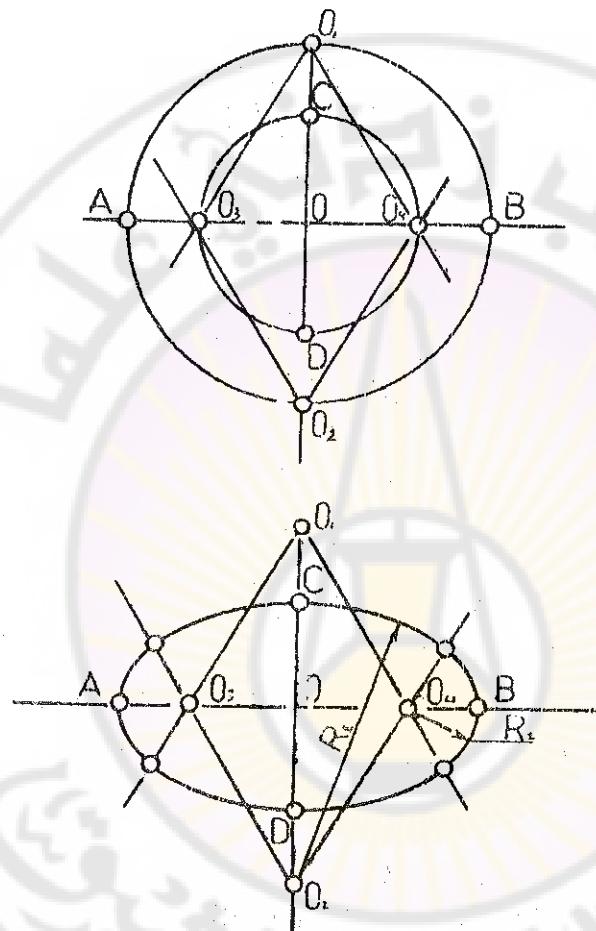
$$CD = 0.7 d.$$

2- نرسم دائرتين اثنتين من المركز 0، وهو مركز المحاور المنظورية، مقدار القطرين AB و CD .

3- تقاطع 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 $O_1D = O_2C = R_1$ من المراكزين O_1 و O_2 .

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



الشكل (6 - 6)

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

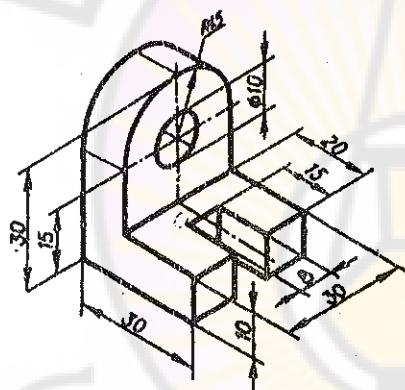
ملاحظة: نحدد نقاط التماس بين الأقواس، على امتداد المستقيمات المارة بالنقطتين O_1 و O_2 والمنشأة من المركزين O_1 و O_2 ، كما يوضح الشكل.

5- وضع الأبعاد على المنظور

توضع الأبعاد على المحسّم أو المنظور بشكلٍ يوازي السطح أو محاور السطح المراد وضع أبعاده.

نبدأ بوضع الأبعاد بالخطوط الإرشادية وهي تمتد مع خطوط المنظور (المحسّم) وتوازي خطوط المحاور المنظرية X, Y, Z ، ومن ثم أي بعد وضعه خطوط الإرشاد به توضع خط البعـد الموازي للسطح المطلوب. وأخيراً الأرقام أو الرموز توضع فوق خط البعـد وتوازـيه وـمع اتجاهـات خطوطـ المحاور.

الشكل (6 - 21) يعطي التوضيـح الكامل عن كـيفـة وضع الأبعـاد.



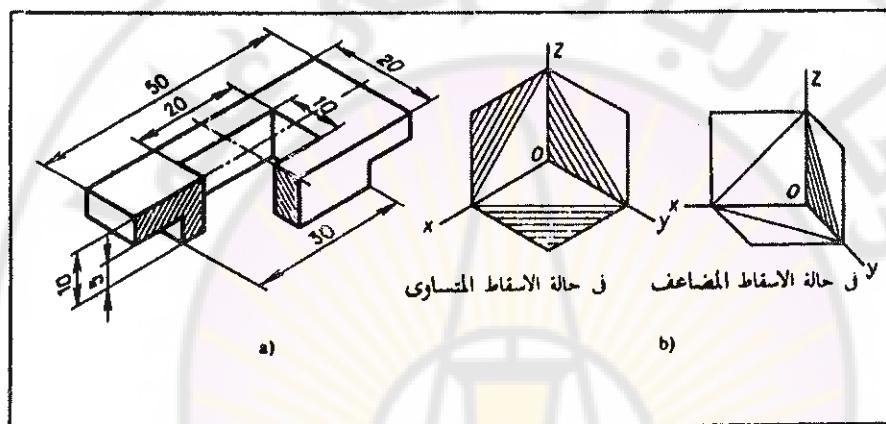
الشكل (6 - 21)

6- القطاعات في المنظور

نلـجـأ في الرسم إلى أحـراء قـطـاعـات مـختـلـفة لـبيان وـاعـطاـء فـكـرة عـن التـكـوـن الدـاخـلي لـالـمـحـسـمـ، ولـبيان مـكانـ القـطـاعـ نـسـتـخـدـم خـطـوـطـ التـهـشـيرـ لـالتـبـيـهـ عـنـ مـكانـ السـطـحـ المـقـطـوـعـ، وـالـقـاعـدةـ المـعـتـدـلةـ دـولـيـاـ فـيـ وـضـعـ خـطـوـطـ التـهـشـيرـ عـلـىـ الـمـنـظـورـ مـبيـنةـ بـالـشـكـلـ (6 - 22)، بـحـبـ، قـرـئـنـ الـخـطـوـطـ مـواـزـيةـ لـقـطـعـ المـربعـ المـرـسـومـ عـلـىـ مـسـطـوـيـ الـإـسـقـاطـ وـالـشـكـلـ يـوـجـيـ حـثـرـةـ تـوـضـيـحـ الـخـطـوـطـ فـيـ نـوـعـيـنـ مـنـ الـإـسـقـاطـ،

وَمَا الْمُضَاعِفُ وَالْمُتَسَاوِيُّ، كَمَا يَبْيَنُ مَنْظُورًا مَقْطُوعًا وَمَهْشِرًا وَقَدْ كَبَ الأَهَادِيدُ عَلَيْهِ.

سِيكُونُ فِي الْبَابِ الْقَادِمِ بِحَثٍ كَامِلٍ عَنِ الْقُطْعَاتِ.



الشكل (6 - 22)

الباب السابع

١- القطاعات الهندسية

مدخل وتعريف

عرفنا الرسم الهندسي بأنه وسيلة للتعبير عن الأفكار التصورية لقطع ميكانيكة يراد إنتاجها.

لكن المنظور العام للجسم ومساقطه، مهما تعددت في أغلب الأحيان لا يعطي الفكرة الواضحة والجلية عن التفاصيل الداخلية أو التكороين الداخلي، المحظوب عن الرواية المباشرة، للأجسام المقدمة التصميم كالأجسام ذات التقويب والتحاويف والخاري المختلفة المتنوعة، وإن حاولنا التعبير عنها بالخطوط الوهمية.

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

لذلك؛ نلما في الرسم إلى ما يسمى قطع هذه الأجسام (التخيل قطعها) بمستوى قاطع مناسب، يوضح التكороين الداخلي للجسم بعد إزالة المستوى القاطع والجزء المقطوع. وهذا ما يحتمله العامل في الورشات لتنفيذ وتصنيع هذا التصميم أو ذلك، بعد أن يقطع، ويرسم ما هو ظاهر ومرئي.

المعروف القطاع والمستوى القاطع بما يلي:

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

ويُعرف أيضاً بالشكل المتقي من الجسم بعد قطعة بالفصل الحاد (بعد نشره).

المستوى القاطع: هو المستوى المساعد والناطع للجسم ذهنياً.

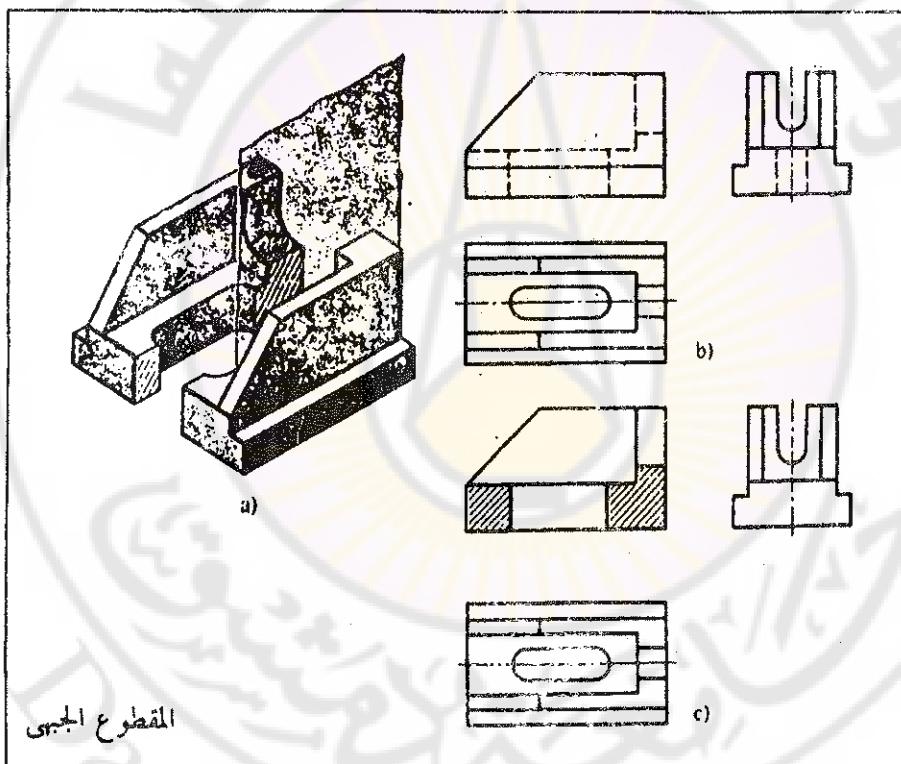
١-٢- خطوات قطع الأجسام والرسم.

• تخيل ذهنياً مستوى قاطعاً موازياً أحد مستويات الإسقاط الثلاثة أو مائلأً عليه، يقطع الجسم في المكان المناسب والمحدد ليحصله إلى جزأين أو أكثر.

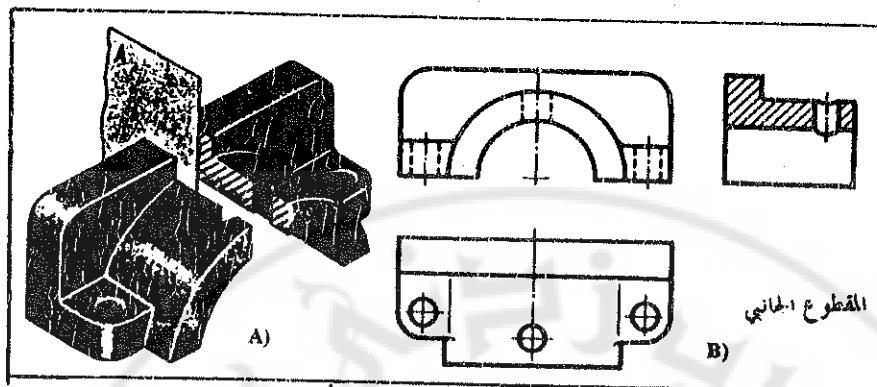
● تتصور إزالة المستوى القاطع، ونلاحظ الجزء المقطوع من الجسم والقرب للنظر.

● رسم التفاصيل المرئية من الجزء المتبقى للجسم على مستوى الإسقاط.

● ثير السطوح المقطوعة والملامسة للمستوى القاطع (اللاماسة لصلة المشمار) بخطوط مستقيمة رفيعة متوازية وائلة بزاوية 45 على الأفق، وتسمى هذه الخطوط بخطوط القطع أو خطوط التهشیر. الأشكال (7 - 1) توضح هذه المقطوعات.



الشكل (7 - 1)



نقطة الشكل (1-7)

١-٣ خطوط القطع

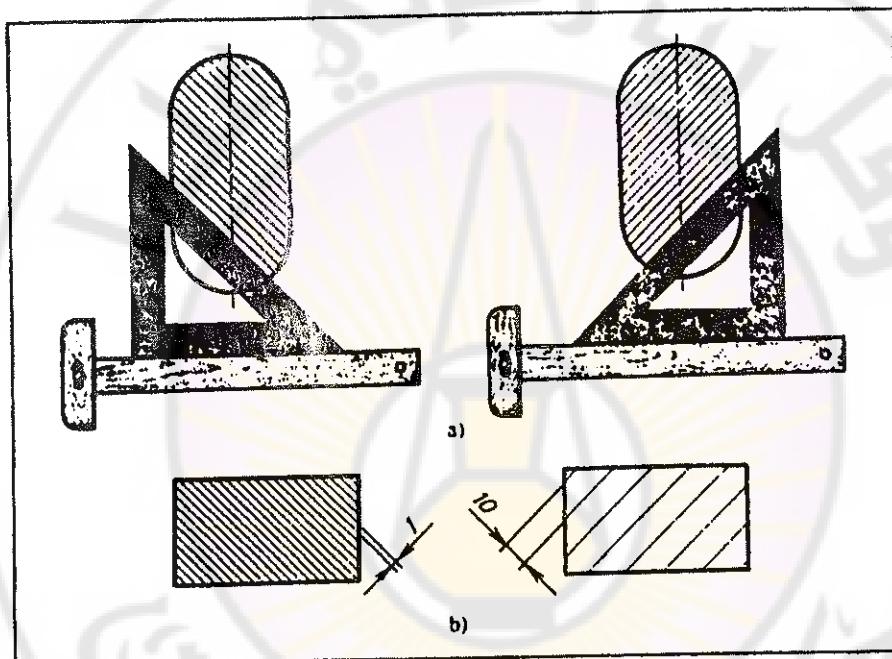
تسمى أيضاً خطوط التهشير، وتستخدم عند قطع الأحجام المختلفة، لتمييز السطوح المقطوعة والتي قد مرّ عليها أو لا مسها المستوى القاطع.

خطوط القطع، هي خطوط مستقيمة رفيعة متوازية فيما بينها وميلة بزاوية 45° بالنسبة إلى إطار خطوط الرسم الهندسية.

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

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

فذلك وفي هذا الوضع ولبيان اختلاف القطعة، يقوم الرسام بعكس اتجاه خطوط الرسم أي خطوط التهشيم في كل قطعة عن التي تليها، فإن تطابقت الاتجاهات لاتساع وكير حجم القطع فيمكن التكبير أو التصغير في المسافات بين الخطوط مع عكس الاتجاه، وهذا أمر ضروري لاظهار خطوط الفصل بين أجزاء الآلات وقطعها، حيث إن كل نهاية لقطعة يجب أن تنتهي بخط حقيقي، كما أنه ضروري للتعرّف عن اختلاف القطعة.



الشكل (7 - 2)

سابقاً، كانت القاعدة المتبعة لمعرفة نوع المعدن لكل قطعة، هي رسم خطوط هشيم متفرق عليها تعزز عن نوع المعدن، إلا أنه اصطلاح الآن على رسم جميع خطوط التهشيم 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 خطًا حقيقياً.

2- لا تنتهي خطوط القطع بخطوط وهمية.

3- توحيد خطوط القطع وتحميم الأسطح للقطعة المقطوعة الواحدة.

4- لا توضع الخطوط الوهمية على القطاعات إلا عند الضرورة (ستذكر لاحقًا)

- 4 - تصنیف القطاعات

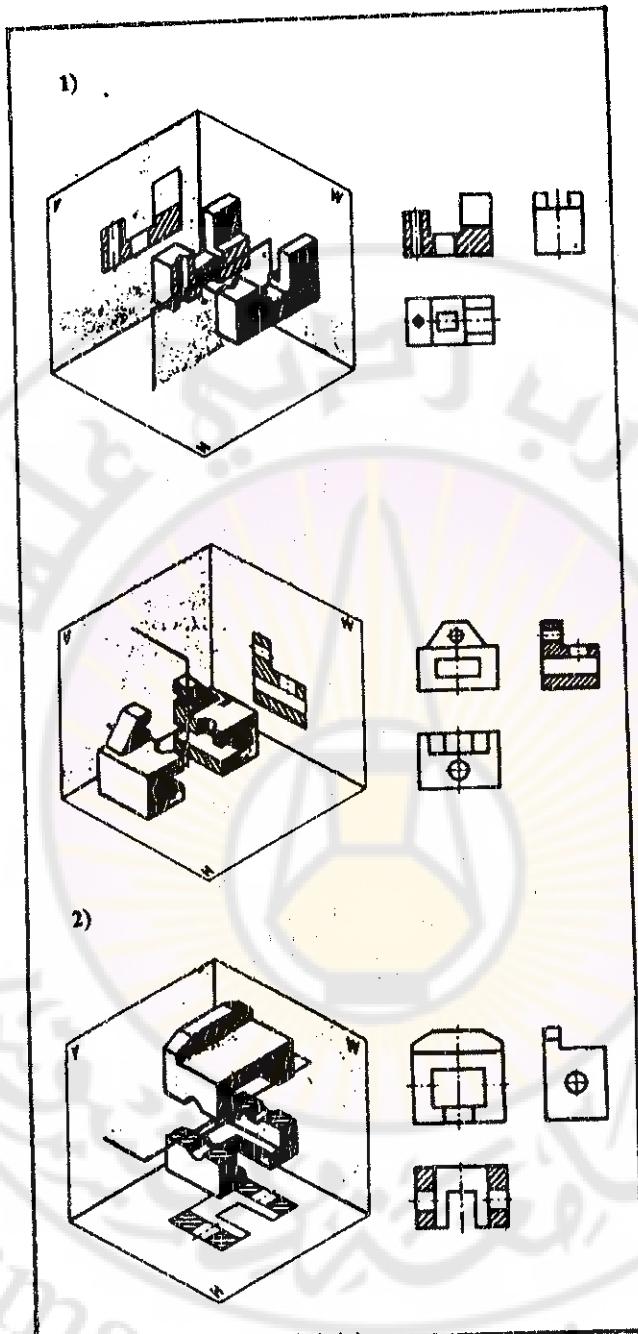
تعلق عملية التصنیف للقطاعات وتسمیتها بحسب وضع المستوى القاطع وزاوية المستوى واتجاهه بالنسبة لمستويات الإسقاط وحتى بعدد المستويات القاطعة وهل المستوى القاطع لكل الجسم بطوله أو بعرضه أو أنه على جزء منه أو عدة أجزاء؟ هذه الأوضاع المختلفة للمستوى القاطع بالنسبة إلى مستويات الإسقاط، أدت إلى التصنیف التالي:

1 - القطاع العمودي: يسمى القطاع عمودياً، إذا كان المستوى القاطع عمودياً على مستوى الإسقاط، والقطاعات العمودية تسمى عمودية جهوية إذا كان المستوى القاطع عمودياً يوازي مستوى الإسقاط الجبهي، وكذلك عمودياً جانبياً إذا وازى مستوى الإسقاط الجانبي.

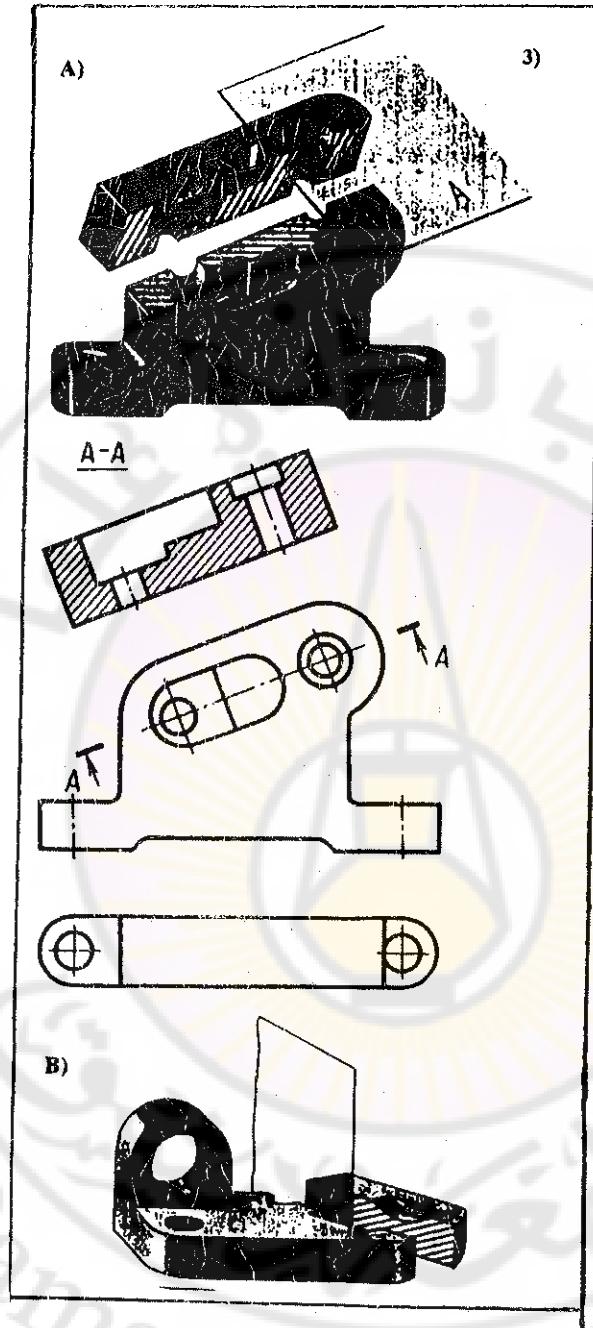
2 - القطاع الأفقي: يسمى القطاع أفقياً، إذا كان المستوى القاطع يوازي المستوى الأفقي.

3 - القطاعات المائلة: تسمى القطاعات المائلة، إذا شكل المستوى القاطع زاوية مع مستوى الإسقاط.

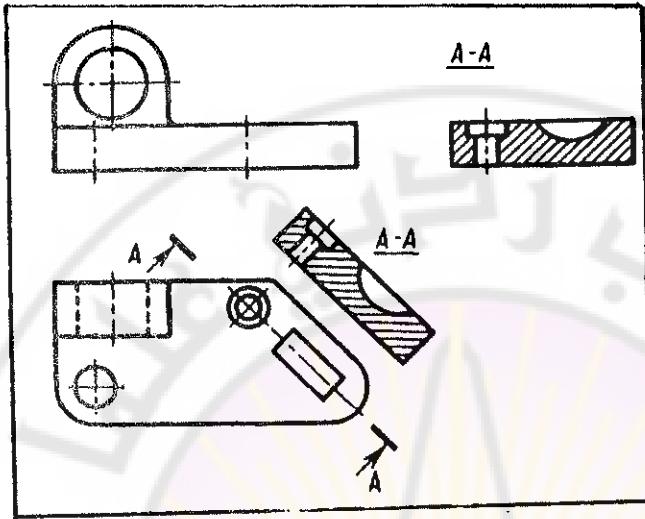
ولأنه لا يوجد سوى مستوى قاطع واحد فقط تسمى القطاعات، القطاعات البسيطة، وإن كان مائلًا فالقطاع بسيط مائل، والأشكال (7 - 3) (7 - 4) توضح هذه القطاعات.



الشكل (3 - 7)



الشكل (٧ - ٤)



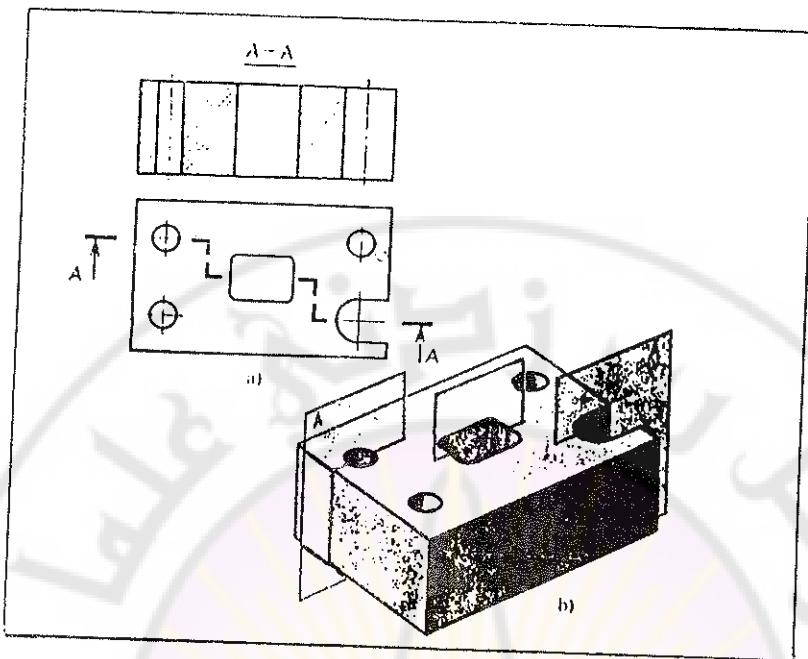
تمثيل الشكل (4-7)

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

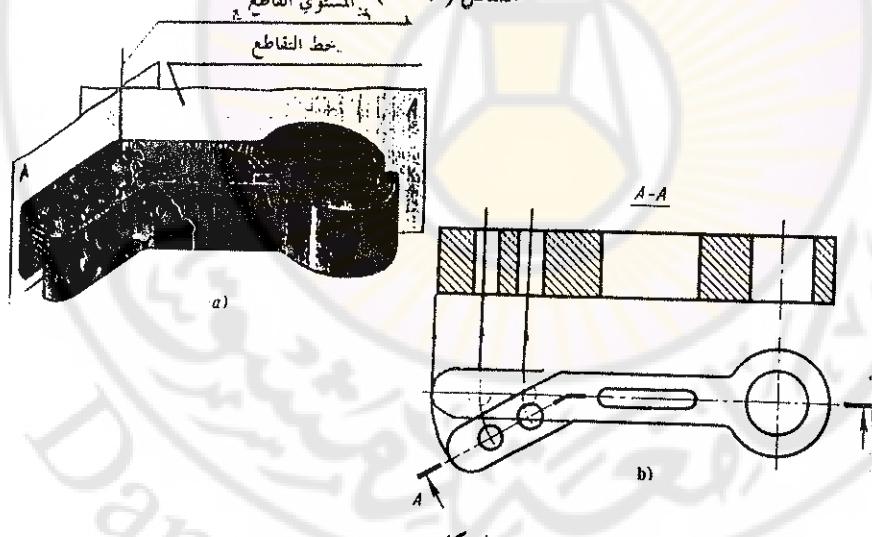
1- القطاعات المتعلقة باتجاه وطول القطع تسمى:

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

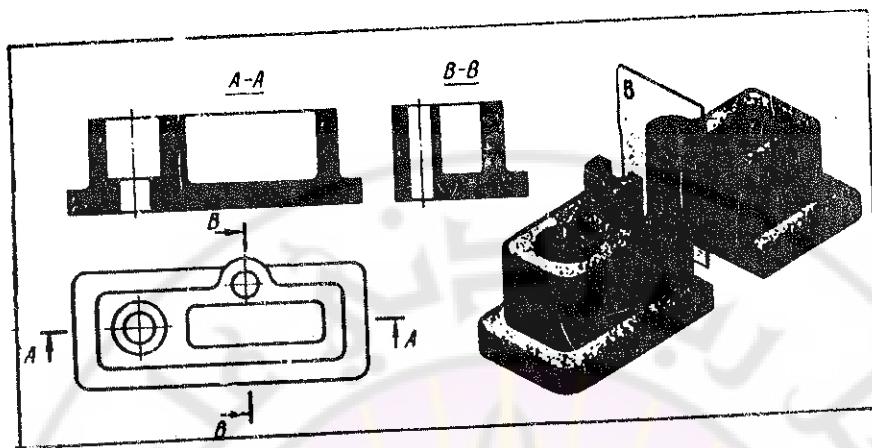
2- **القطاعات العرضية (العرضانية):** وتسمى العرضانية إذا كان المستوى القاطع عمودياً على عرض وارتفاع الجسم، وهي ما يسمى القطاعات الكاملة، إن كانت طولانية أو عرضانية على السواء، انظر الأشكال (7 - 7) و (7 - 8) و (7 - 9) و (7 - 3).



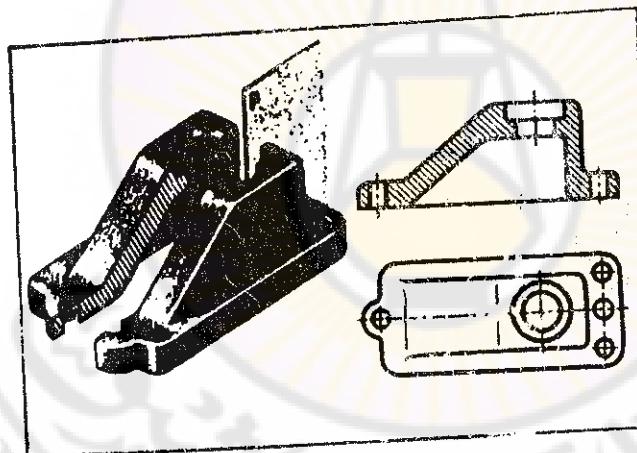
الشكل (5 - 7) المستوى الناطئ
خط الناطئ



الشكل (6 - 7)



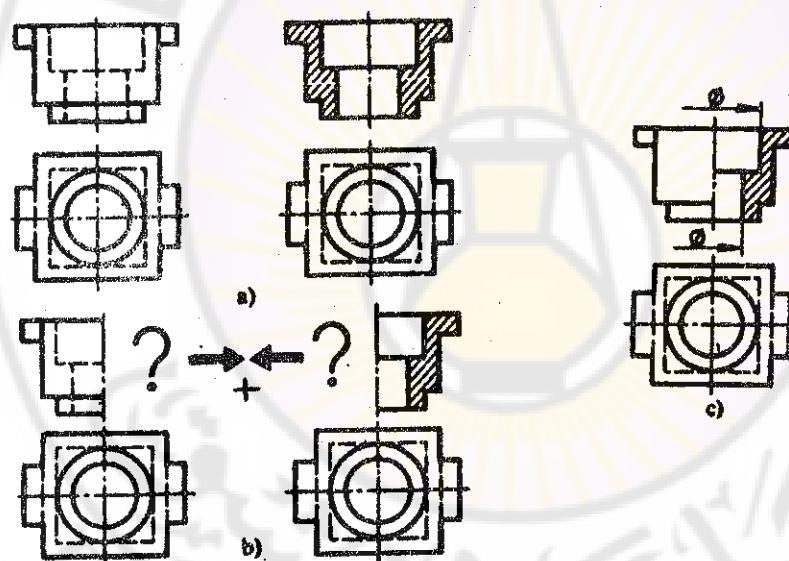
الشكل (7 - 7)



الشكل (7 - 8)

3- القطاعات النصفية.

ينصح دالماً باستخدام القطاعات النصفية في الأجسام المبناة والمتقابلة، حيث يتضمن التكوين الداخلي في النصف المقطوع للجسم، والتكتون والتفاصيل الخارجية في النصف الآخر وغير المقطوع، وبذلك يتم الجمع بين الرسم العادي لنصف المقطوع والنصف المقطوع في مسقط واحد، يفصل بينهما خط متعرج سماكه $\frac{S}{2}$ لو $\frac{S}{3}$. (راجع بحث الخطوط)، ويستغني عن رسم الخطوط الوهمية في النصف العادي لظهورها مرئية في النصف المقطوع، ويوضع خط بعد من جانب واحد مع كتابة القيمة أو بعد كاملاً، انظر الشكل (7 - 9).



الشكل (7 - 9)

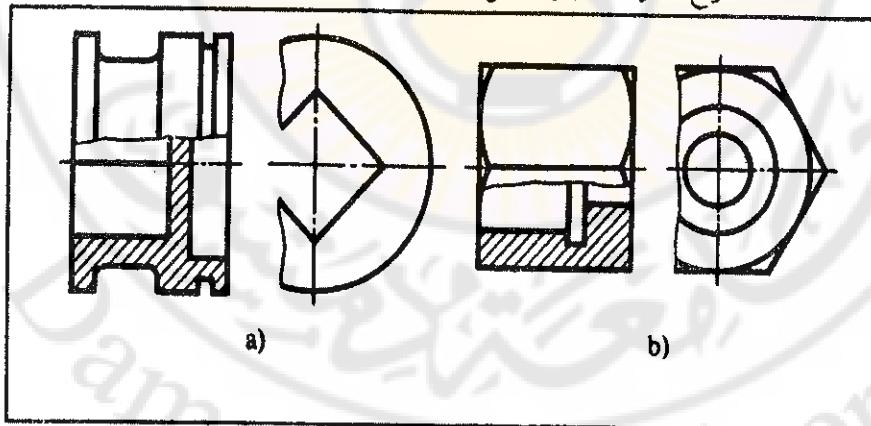
ويجب على الطالب أن يعلم الأمور التالية ويطبقها في حال إجراء القطاعات النصفية للأجسام:

- أن يكون القطاع النصفي في الجهات الخارجية من المساقط الثلاثة بحيث يكون:

- 1 - من الجهة اليسرى من المسقط الرأسي.
- 2 - من الجهة اليمنى من المسقط العلوي.
- 3 - من الجهة السفلى من المسقط الأفقي.

لا يسمح باللحوء إلى جمع نصف القطاع والنصف الكامل في الرسم، في مثل الحالات المبينة في الشكل (7 - 10) فكما هو واضح من الشكل، فإن المساقط تختوي على عنصرين اثنين (نقط مربع ومؤشر سداسي) تتطابق أضلاعها مع محور التناول في المسقط، وإذا جمعنا بين النصف المقطوع والنصف الكامل، مسقط واحد سيكون خط المحور هو خط الفصل، عندها لا يمكن رسم الأضلاع المطابقة لهذا الخط.

في هذه الحالة نلحظ إلى ما يسمى القطع المجزئ (الموضعي)، لتمكن من رسم وإيضاح الصisel. وإذا كان الصisel يتطابق مع محور التناول داخل الثقب، يُمدد النصف المقطوع ليكون أكبر والشكل بين هذه الحالة (a)، وإذا كان محور التناول

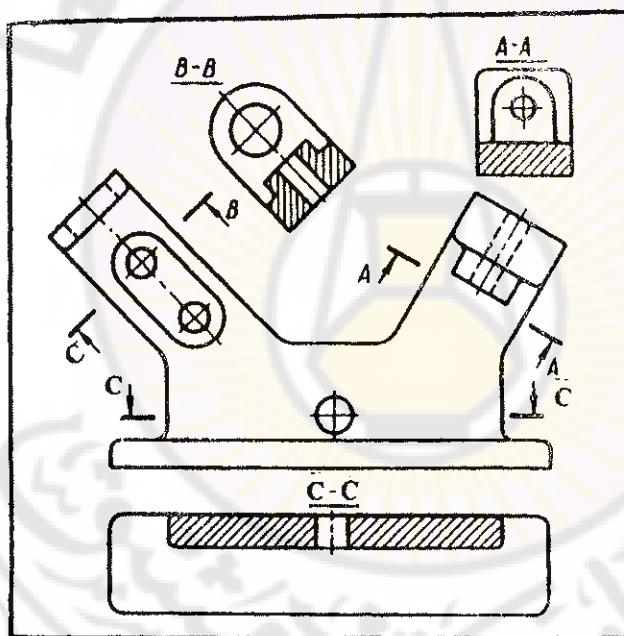


الشكل (7 - 10)

4- القطاعات الجزئية (الموضعية)

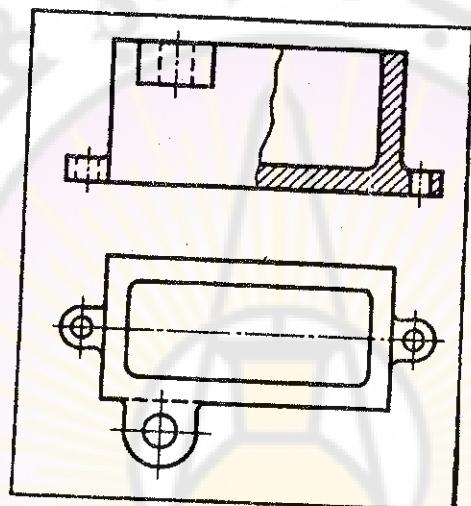
توجد قطع وأجسام كثيرة لا يمكن بيان شكلها الداخلي بوجود القطاع فقط، كما لا يمكن بدون قطاع، بل يجب إيضاح الرسمين معاً، أي الجمجم في المقطع الواحد بين القسم المقطوع جزئياً، والقسم الكامل غير المقطوع.

لذلك نلحظ في الرسم إلى قطاعات جزئية متعددة أو قطاع جزئي واحد وبحسب الحاجة، الشكل (7 - 11) يوضح الرسم لقطاعات متعددة جزئية مائلة على مستوى الإسقاط.



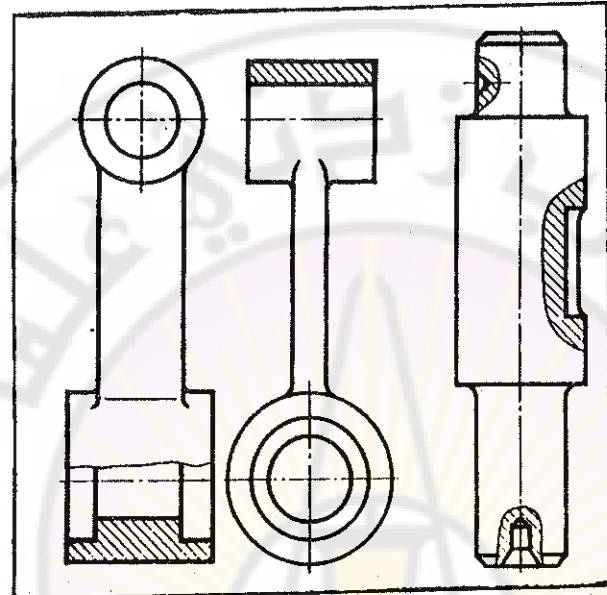
الشكل (7 - 11)

أما حالة القطع الجزئي الواحد فيوضحها الشكل (7 - 12) يتضح من الشكل أن القطاع الأمامي الكامل، لا يساعد على تحديد ارتفاع العروة (أذية) 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 الفصل بين القطع والرسم الكامل متعرجاً وساكـه $\frac{S}{2}$ أو $\frac{S}{3}$ ويرسم باليد. الشكل (7 - 13) يوضح أمثلة أخرى عن القطاعات الجزئية والجمع بين القطع والرسم العادي.

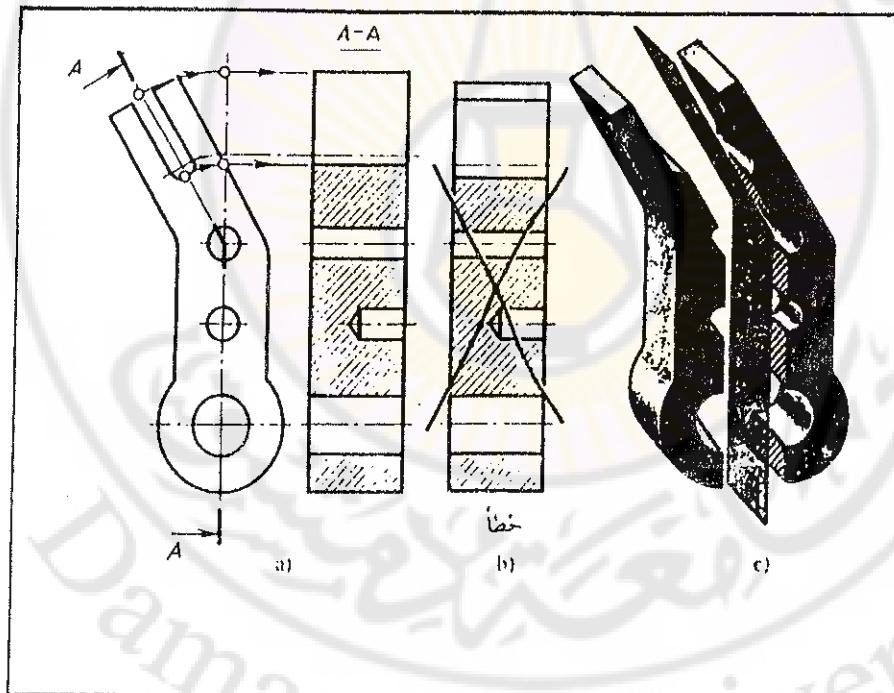


الشكل (7 - 13)

حالات وأصطلاحات

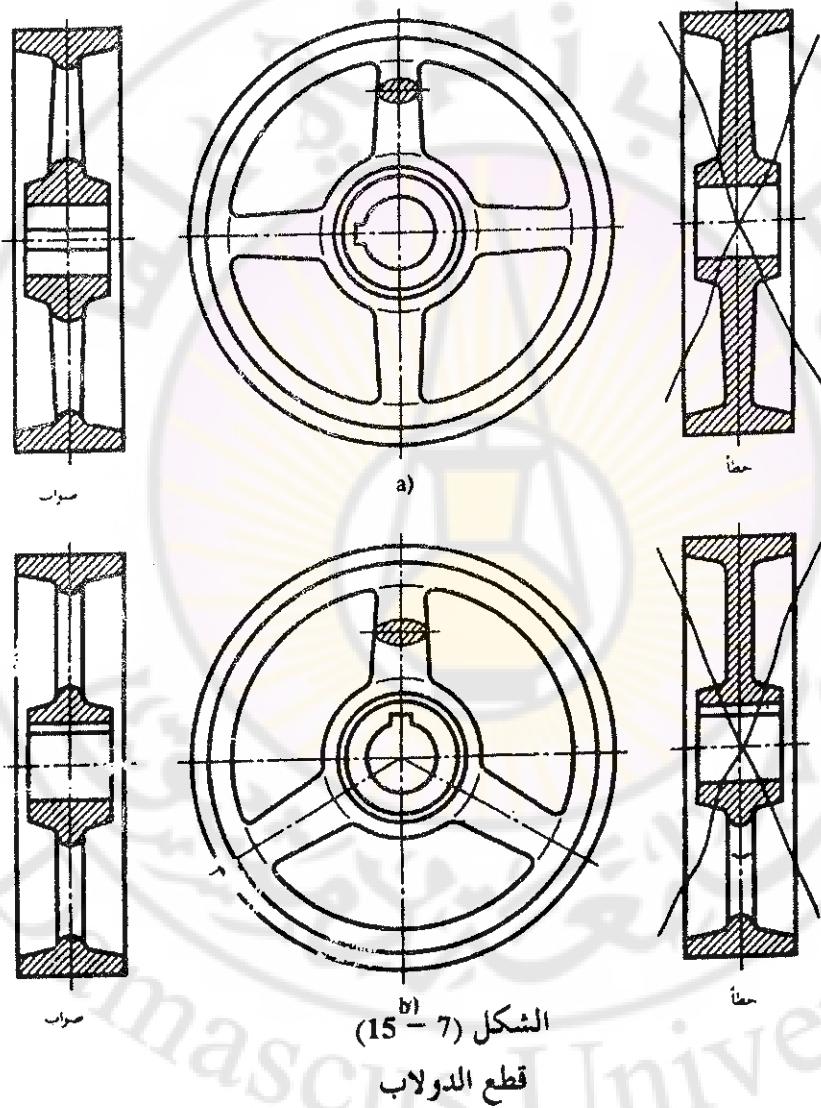
نظرًا لوجود بعض القطع الميكانيكية المعقدة التصميم والمطلبة لقطعات معقدة ومنكسرة، تؤدي إلى تشويش الرسم وتزيد في جهد و عناء الرسام، فقد اصطلح دوليًّا على الحالات التالية:

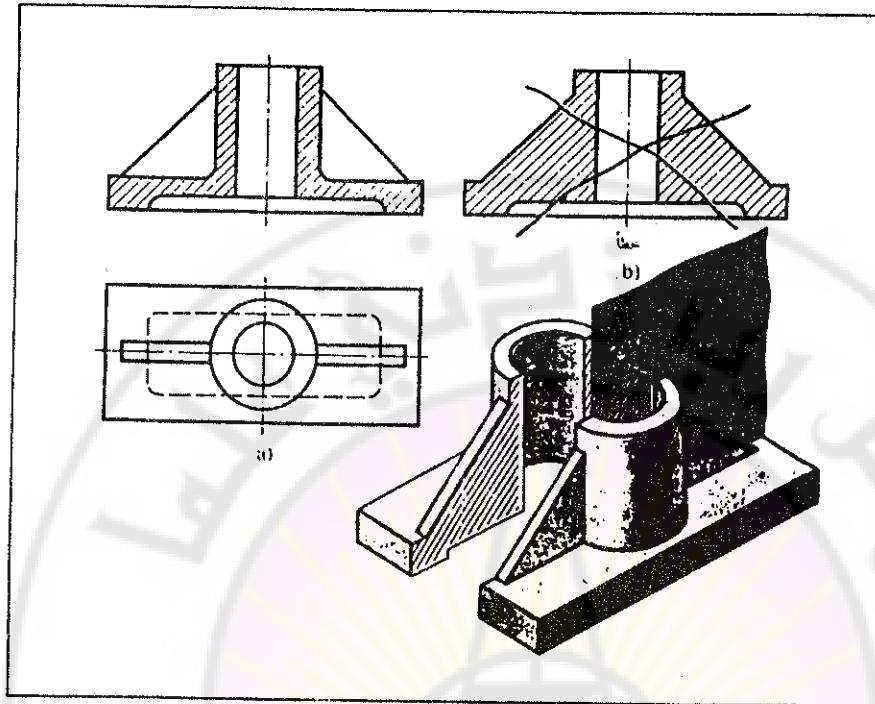
- 1- تدوير القطعات المكسورة، حتى تتطابق مع المحور الآخر لل المستوى القاطع، حيث نفترض عدم وجود زوايا التقائه للمستويات القاطعة، لتبسيط وتسهيل الرسم والقليل من الجهد على الرسام، على أن لا يؤثر هذا التدوير في الشكل المطلوب للقطع. حيث نرسم هذه القطعات بعد تدوير أحرازها أو تقويمها، الشكل (7 - 14) وتفيد هذه الطريقة في إعداد حجم القطعة الخام للبدء في تنفيذ وتصنيع مثل هذه القطع.



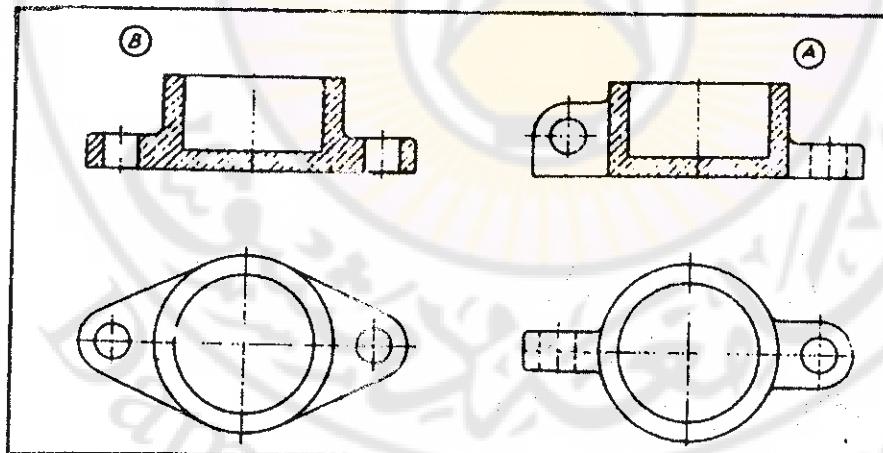
الشكل (7 - 14)

2- الأذرع والأذان (العروة) البارزة عن الجسم، والأعصاب، تقطع ولا تهشى، في حال مرور المستوى القاطع بشكل يوازي محاورها الطولانية، لكنها وفي حال مرور المستوى القاطع بشكل عرضي أو عمودي أو مائل، فتهشى وتعامل كغيرها من القطع والأسطح. والأذان (العروة) بشكل حاصل لا تهشى ولا يغير فيها القطع، والأشكال (7 - 15) (7 - 16) (7 - 17) توضح الأمثلة على ذلك.



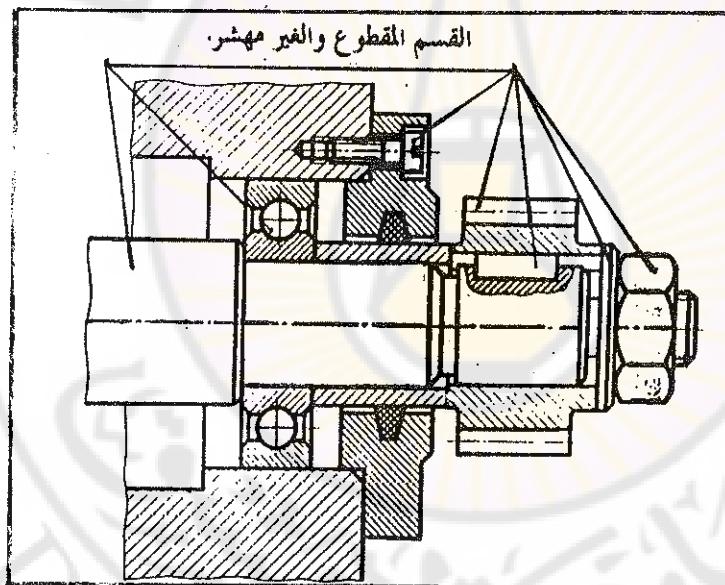


الشكل (7 - 16) معاملة الأعصاب في القطاع



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

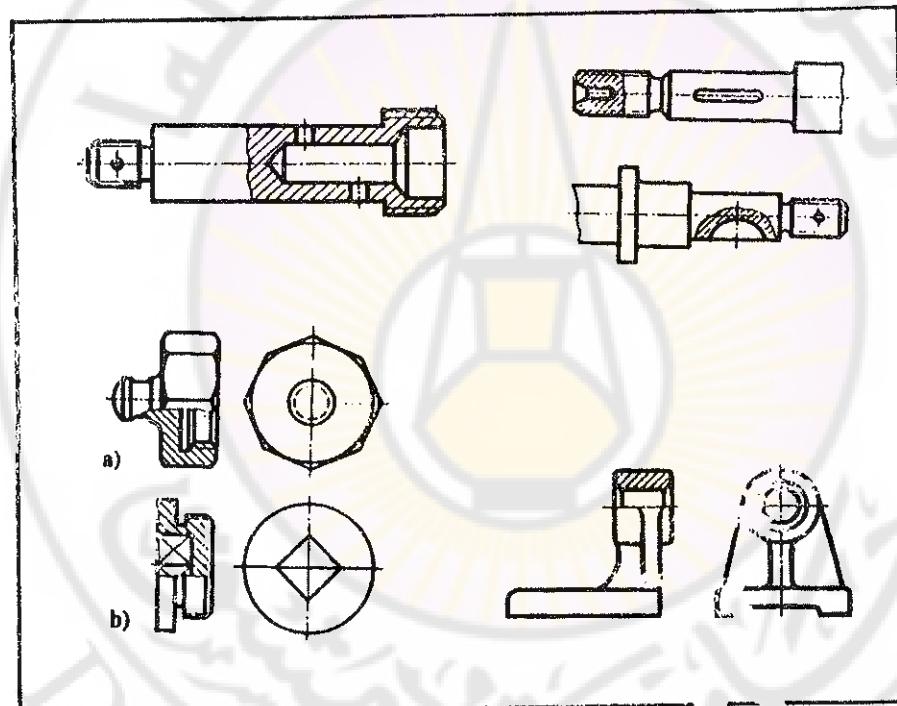
3- تُعامل الأجزاء الصغيرة من الآلات مثل الجذوع، الأوتاد والمحاور والخوابير، اللواليب والثبيات والصواميل وما شابه وسائلها من القطع، وكما أنها قد أزيلت أو أزيلت أثناء مرور المستوي القاطع الموازي لمحورها الطولي، ومن ثمُ أعيدت بعد تمام القطع لمكانها وترسم كما هي ظاهرة للرسام، أي أنها لا تقطع ولا تهشر إذا كان المستوي القاطع موازيًا لمحورها الطولي والشكل (7 - 18) يوضح ذلك أما إذا كان المستوي القاطع عموديًّا على هذه القطع، أي يقع بشكل عرضاني عليها، فإنها تقطع وهشر وتتعامل كغيرها من القطع والأسطح. وإذا دعت الحاجة أثناء القطع الموازي لمحورها الطولي إلى قطع حزلي وموضعي، فيمكن أن تنجا إلى ذلك والشكل (7 - 19) يوضح بعض القطع التي تم قطعها حزليًّا.



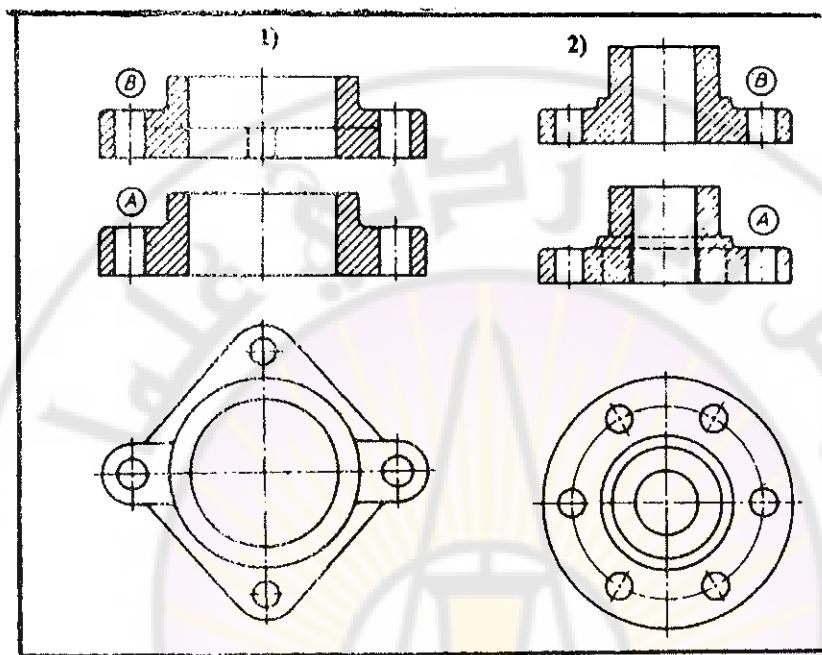
الشكل (7 - 18)
رسم تجسيدي مقطوع ومواز للمحاور يوضح الأجزاء المهشة وغير المهشة

٤- ترسم وتوضع الخطوط الوهمية في الحالات الضرورة واللزمة في توضيح الرسم لبعض أجزاء أو أسطح الأجسام، كي لا تبقى مبهمة للعامل في المصنع والشكل (٧ - ٢٠) يعطي مثالاً على ضرورة وضع الخطوط أو لا.

في الرسم (١) يتحتم وضع الخط الوهمي لبيان سماكة الآذان، وإلا ستبقى مبهمة، أما الرسم (٢) فوجود الخطوط الوهمية لا يضيف أي تفاصيل.



الشكل (٧ - ١٩)

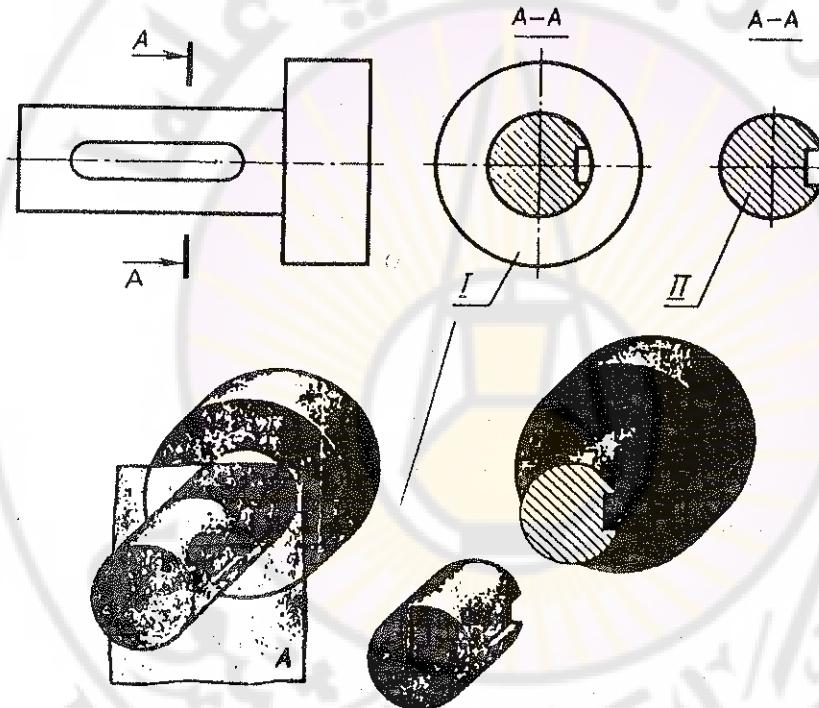


الشكل (7 - 20)

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، لأن يرسم كل ما هو مرئي من الأسطح المقطوعة وغير المقطوعة كما هو الحال في القطاعات الهندسية، والشكل (7 - 21) يوضح الفرق بين القطاعات الهندسية والمقطاع من خلال المقارنة للرسم القطاع I ورسم المقطع II.

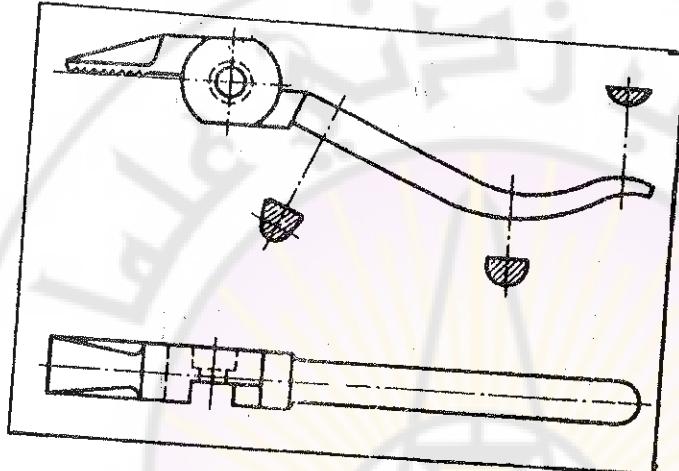


الشكل (7 - 21)

بيان الفرق بين القطاع I والمقطع II

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

حيث يتعدى تحديد شكل الذراع بوساطة المساقط فقط، فنلجأ إلى استعمال المقاطع لتحديد الشكل العرضي أو المقطع العرضي للذراع المتولدة، وإلا لا يمكن بيان شكلها ومن ثم تفزيذها ضمن ورشات التصنيع.



الشكل (7 - 22)
ذراع زردية ملتوية والمقاطع الضرورية

2-1- أنواع المقاطع
تقسم المقاطع إلى قسمين اثنين من حيث مواقعها ومكانتها على الجسم،
والقسمان هما:

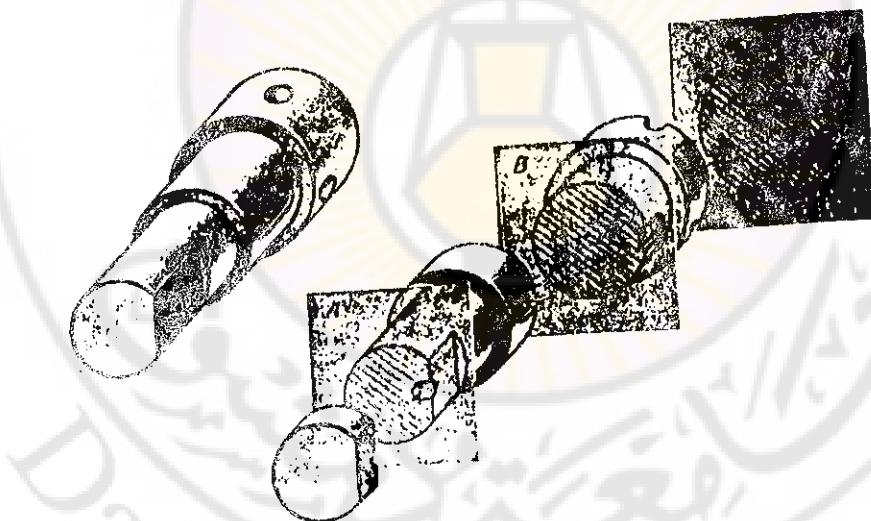
1- المقاطع المزاحمة (الهامشية).
وهي المقاطع المتوضعة خارج محيط مسقط القطعة أو الجسم المرسوم. انظر
الشكل (7 - 23) و(7 - 25) و(a,b 25).

2- المقاطع المدارية (الداخلية)
وهي المقاطع المتوضعة مباشرة على مسقط القطعة المرسوم أو مساقط الرسمة
المدرسة، إن دعت الحاجة إلى تعدد المقاطع على المساقط، انظر الشكل (7 - 24)

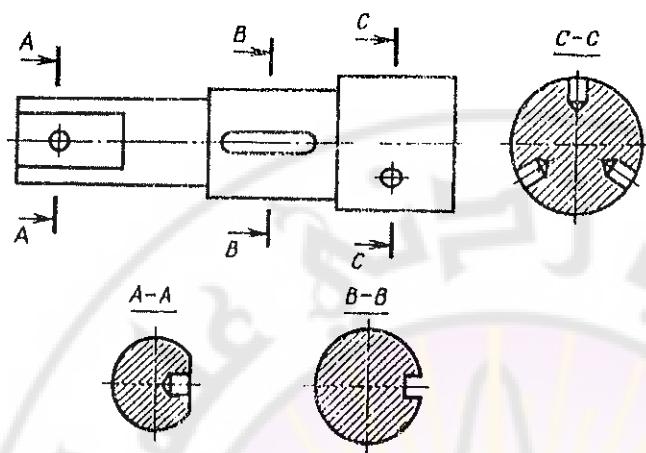
والشكل (7- f 25) يرسم محيط المقطع المداري بخط متصل رفيع سماكه $\frac{S}{2}$ أو $\frac{3}{3}$ ، وإذا كان المقطع يغطي خطوط المسقط فترسم بشكل متصل ومتطابق معه كما يبين الشكل (7 - a 24).

والجدير بالذكر أنه يفضل رسم المقاطع المزاحمة واستخدامها على المقاطع المدارية بسبب زيادة التشوش والتعقيد للرسم نفسه، وذلك لوجود خطوط التهشير على المسقط مباشرةً وصعوبة كتابة الأبعاد. علماً أنه يمكن رسم المقطع المزاح في أي مكان من حقل الرسم الموجود، كما يمكن وضعه مباشرةً على امتداد خط المقطع الشكل (7 - 21 b , a)، أو في الفاصل الواقع بين المساقط الجزئية الشكل (7- d 24 - e 25- 7).

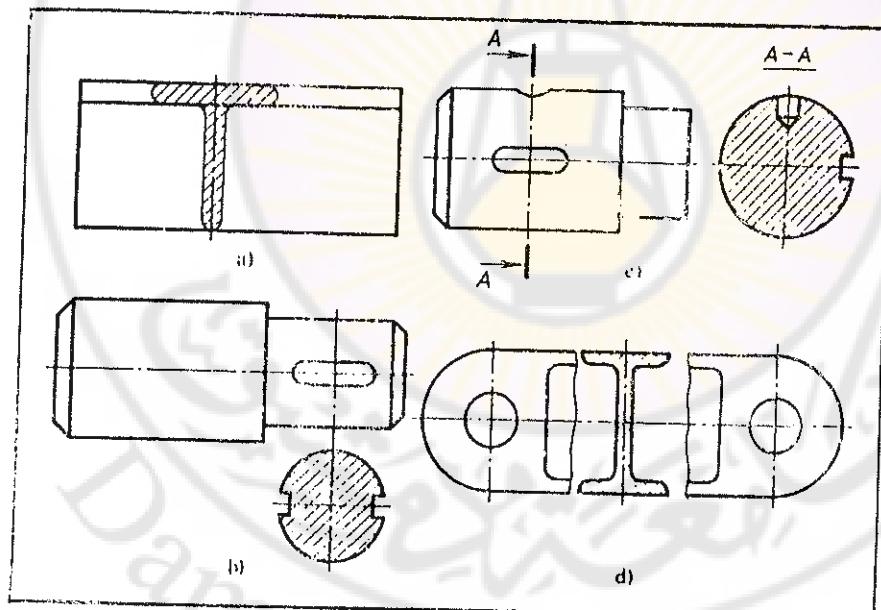
يرسم محيط المقطع المزاح بخط متصل سميك يعادل سماكة الخط المحقق في المستخدم في الرسمة (نحو الخطوط).



الشكل (7 - 23)



نقطة الشكل (23-7)

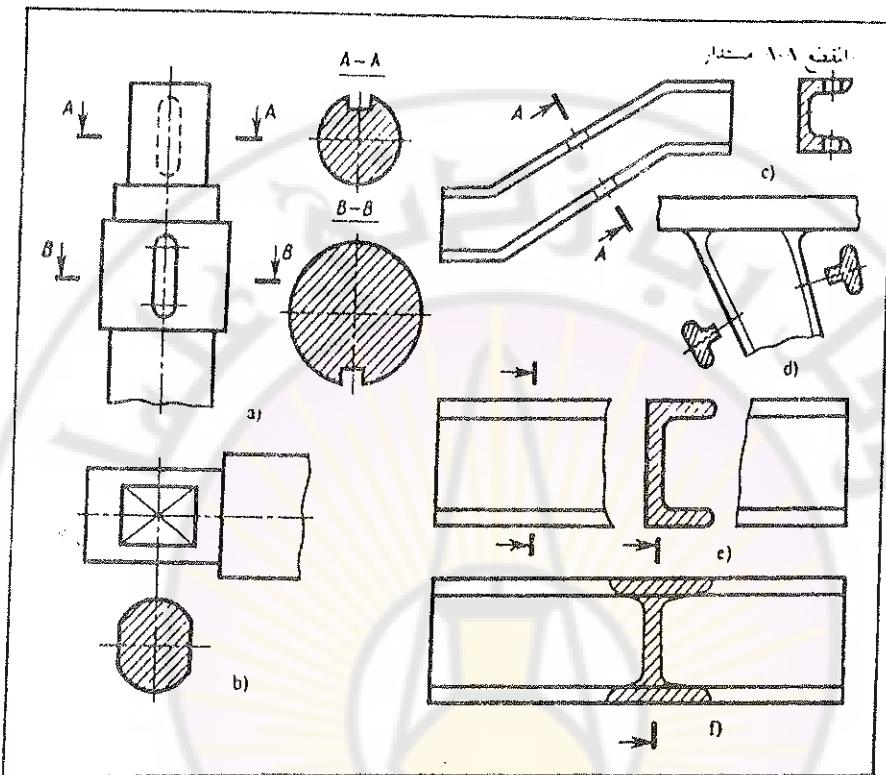


الشكل (7 - 24)

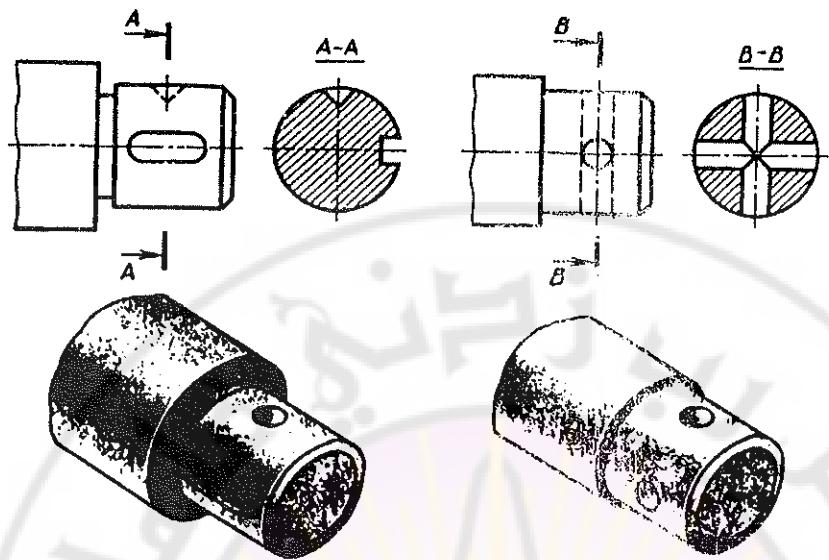
2- قواعد ورسم المقاطع

تحتفل الحالات والأمكنة وتعدد المقاطع في الرسوم الهندسية، لذلك تم وضع قواعد في رسم المقاطع الهندسية تنظم العمل والرسم الهندسي بشكل دولي ومتافق عليه والقواعد هي:

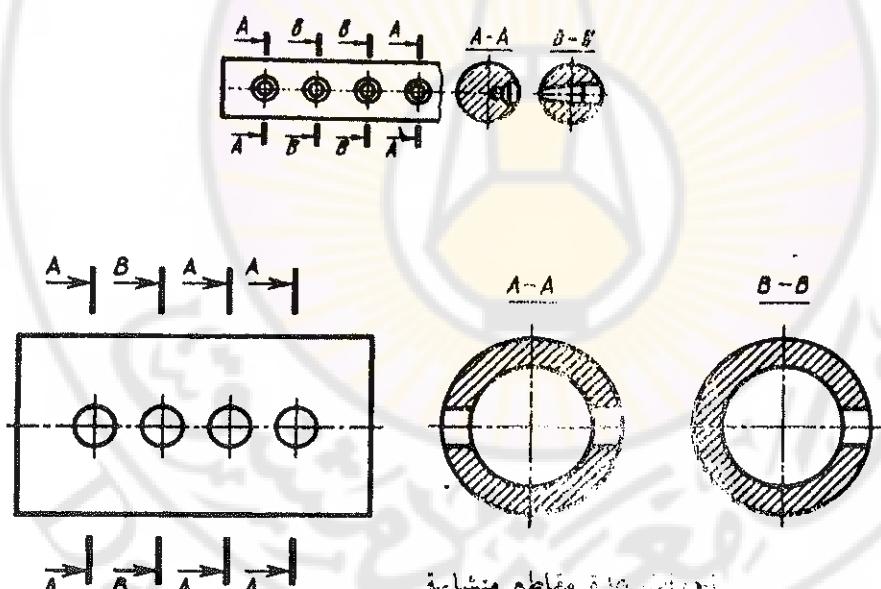
- يجب رسم المقطع ووضعه مع اتجاه الأسهم المبينة للمقطع، أي باتجاه النظر، فكما أبنا سابقاً، فاتجاه النظر للقطاع أو المقطع يكون باتجاه الأسهم، الشكل (7 - 23) المقطع CC والشكل (7 - 24) المقطع A-A.
- يسمح بتدوير المقطع بالنسبة إلى خط المقطع، كما الشكل (7 - 25) المقطع A-A ويكتب كلمة مستدار أو مدار إلى رمز المقطع.
- توضع المقاطع بزاوية قائمة بالنسبة لمساقط المرسومة في القطاع المشاكلة والمتناولة، لنعبر عن شكل الجسم بالصورة الصحيحة وتوضيحاً للمقاطع العرضية النظامية، الشكل (7 - 25 d).
- في حال مرور المستوى المقاطع غير محور سطح دالري ذي ثوابث أو ثابوث، 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 تطبق على الأجسام الأسطوانية والمخروطية والكرة ولا تطبق على الأجسام غيرها كمحجرى الخابور مثلاً.
- في حال تعدد المقاطع المشاكلة للجسم الواحد، يرمز لها برموز واحد ويرسم مقطع واحد فقط، الشكل (7 - 27).
- إذا تعددت المقاطع للجسم وأختلفت الروايات في رسم المقطع دون أن ذكر كلمة مدار أو مستدار، الشكل (7 - 28).
- تكتب على المقاطع الأبعاد ودرجات النعومة والتداوت للسطح وغيرها من الأمور التوضيحية الازمة في أعمال التشغيل.
وعلى سبيل المثال بين الشكل (7 - 29) مقطعاً لعمود، يتضمن من خلاله مجرى الخابور بعرضه وعمقه مع الارتفاعات ومعامل النعومة والخشونة للسطح.



الشكل (25 - 7)

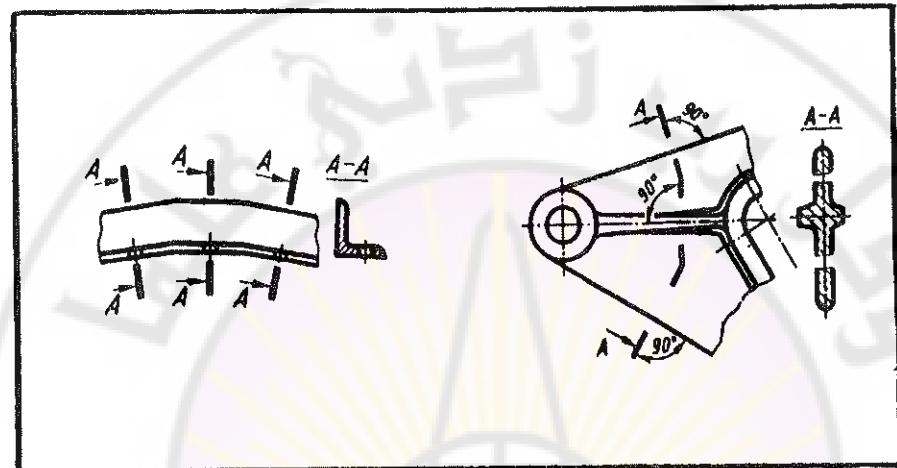


الشكل (26 - 7)

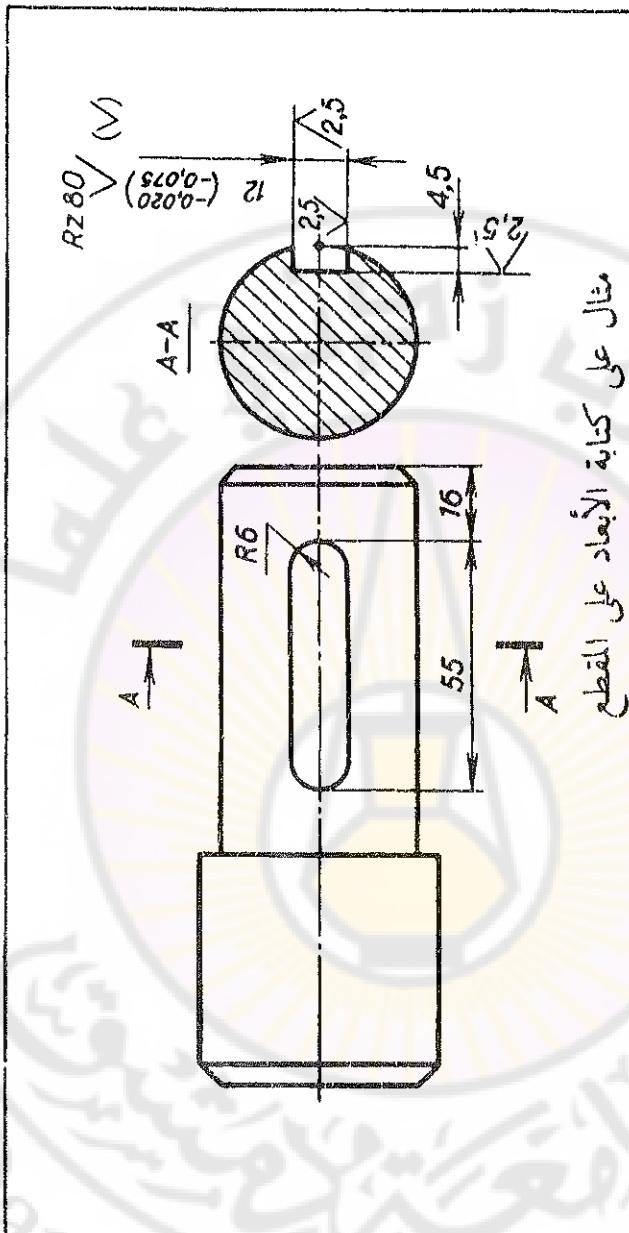


أجزاء متساوية مقاطع متشابهة

الشكل (27 - 7)
أجزاء مقاطع متشابهة



الشكل (7 - 28)
إحداث عدة مقاطع متباينة بزاورها مختلفة



مثال على كتابة الأبعاد على المقطع

الشكل (7 - 29)

3 - تسمية القطعات والمقطاع

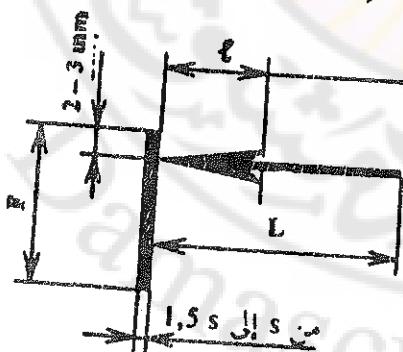
((الترميز))

عُرِفنا القطاعات الهندسية والمقطاع بالصورة أو الشكل الناجم عن قطع الأحجام ذهنياً بمستوى قاطع أو بعده 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 المستوى القاطع في الجسم أو مسار المستوى القاطع في الجسم.

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

شرطنا البداية والنهاية لخطوط المستويات القاطعة، توضعن بعيداً عن الإطار المخارجي للمسقط دون أن تقطعه أو تلامسه، ويوضع السهمان الدلائلي على اتجاه المقطع والنظر بصورة عمودية على شرطي البداية والنهاية وعلى مسافة 3 mm - 2 mm بينهما كما في الشكل (7 - 30) وبتوضع أيضاً التنااسب بين الأسهم وخط المستوى القاطع. سماعة خط المستوى القاطع تعادل الخط الحقيقي المستخدم S وتكون حتى $S = 1,5$ (من S إلى $1,5 S$) ويتراوح طول الشرطة (طول شرطة الخط) من $20 \text{ mm} = F$. أما فتحة السهم فتقدر $= 2S$ به h ، وطولها e ينحو

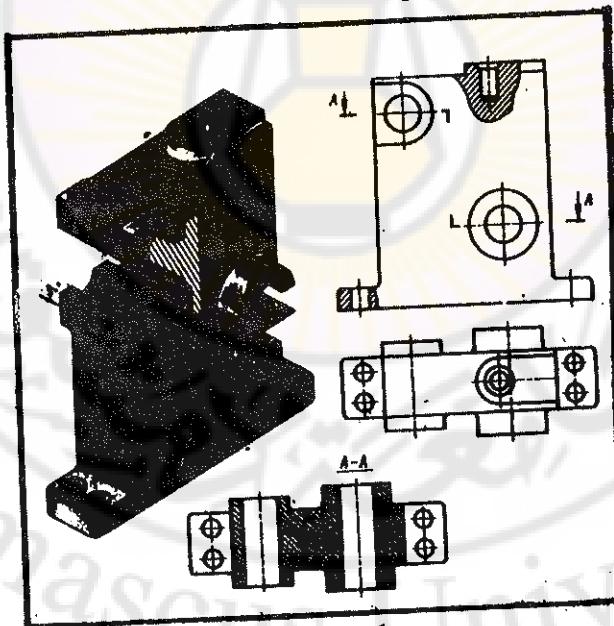
$$e = 6, \dots, 10 \text{ mm}$$

$$L = 10 \dots 20 \text{ mm}$$


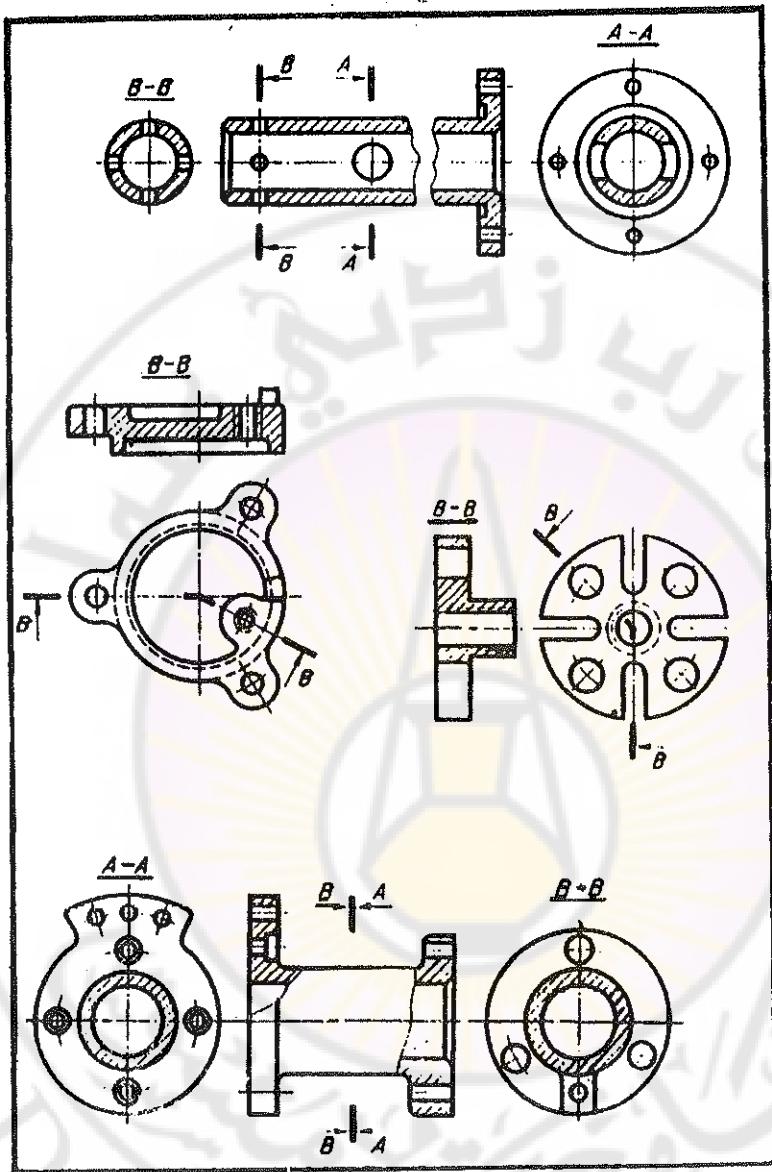
الشكل (30-7)

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

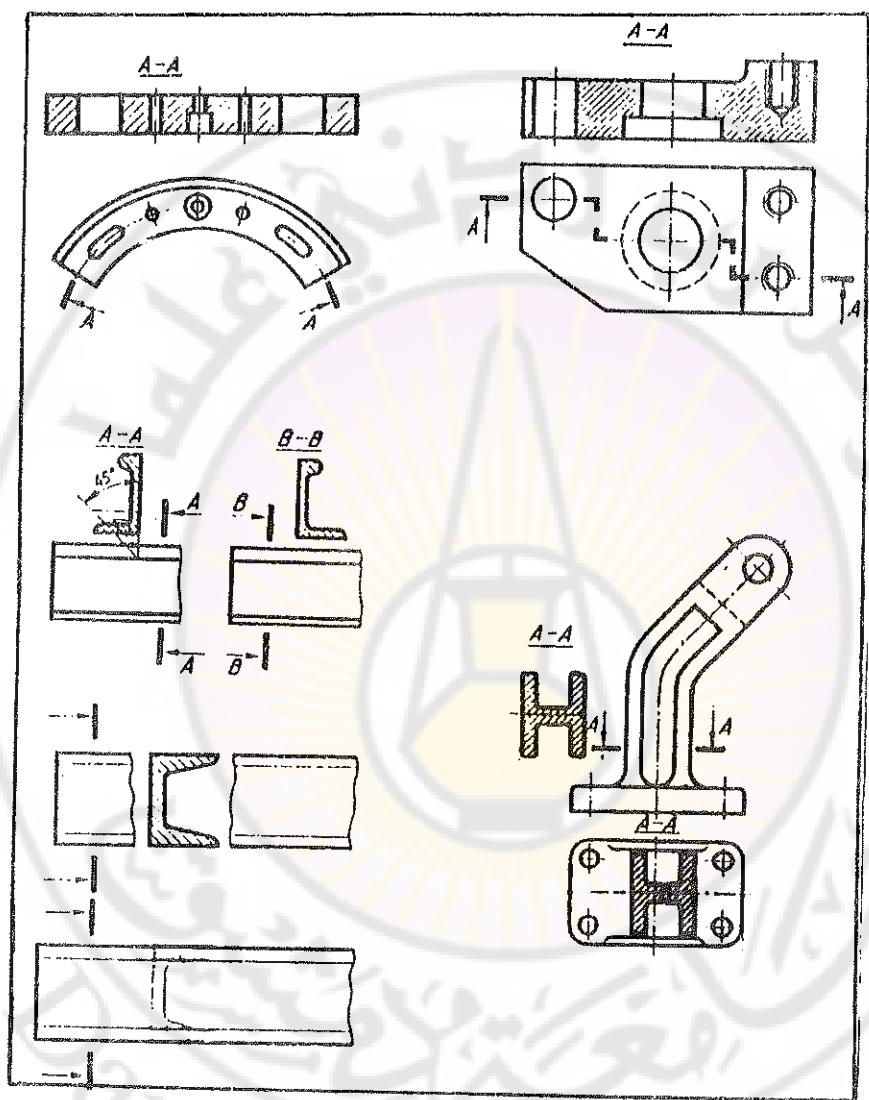
بعد أن يسمى المستوى القاطع أو أن يرمز له، يُشار إلى القطاع أو القطع المرسوم بالرمز نفسه الذي تم إعطاؤه للمستوى القاطع ليتوضّع للعامل أو الدرس لهذا التصميم أو الرسم بشكل عام مكان القطاع أو القطع ومن ثم تبيّنه بشكل مباشر على الرسم. وبعد الرسم ناقصاً إذا لم يوجد رمز المستوى القاطع ومساره على الرسم وأيضاً إذا لم يوجد في القطاع المرسوم والناتج عن ذلك. فإذا كان الرمز مثلاً للمستوى A فيكتب فوق القطاع الرمز A-A لتتوّضّح الصلة بين القطاعات وبخاصة إذا تعددت، وتوضّع بجانب الرمز كلمة مستدار أو مدار كما في الحالة المبينة في الشكل (25 - 7). الأشكال السابقة في بحث القطاعات والقطاعات توضح عملية الترميز للقطاعات والقطاعات، كما أن الأشكال (7-31, 32, 33) توضح ذلك أيضاً.



الشكل (7-31)



الشكل (32 - 7)



الشكل (7 - 33)

الباب الثامن

اللوالب والثقوب المقلوطة

مدخل

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

هناك طريقتان أساسيتان في التجميغ والربط لأجزاء الآلات، وهما:

١- التجميغ المؤقت.

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

٢ - التجميغ الدائم.

وهو ما يسمى التثبيت الدائم، حيث لا يمكن فصل القطع عن بعضها ولا مستودي إلى تخريبها.

ستتناول في هذا الباب أحد طرائق التجميغ المؤقت التي يستخدم فيها اللوالب والصماميل والثقوب المقلوطة، الشكل (٨ - ١)، وسنشرح عملية إنشاء المخلزون وتنفيذها على المحاور والثقوب بشكل خاص، كما سنشرح كيفية التعامل معها في الرسوم الهندسية.

٣- التجميغ المؤقت

ذكرنا آنفاً أن التجميغ المؤقت، هو أحد طرائق الربط والثبيت غير الدائم في الصناعة وتستخدم في الحالات التي تتطلب فكًا وتركيبًا لأجزاء الآلة المركبة عند الضرورة، أما للصيانة أو للتبديل، على أن لا يؤثر هذا الفك والتركيب في عمل القطعة أو الآلة بشكل عام.

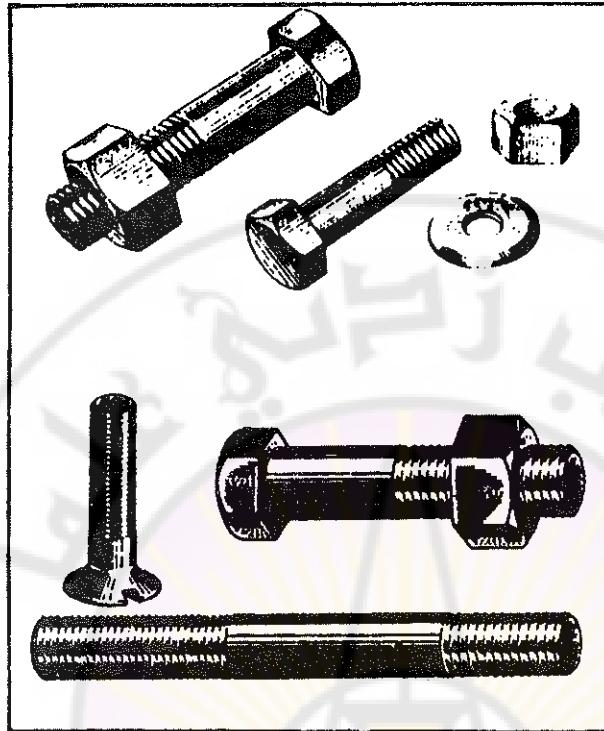
من أهم العرائق والقطع المستخدمة في التجميغ المؤقت هي:

- اللوالب والصواميل.
- الخوابير والأوناد.
- المحاور المحددة.
- شرائط التثبيت.

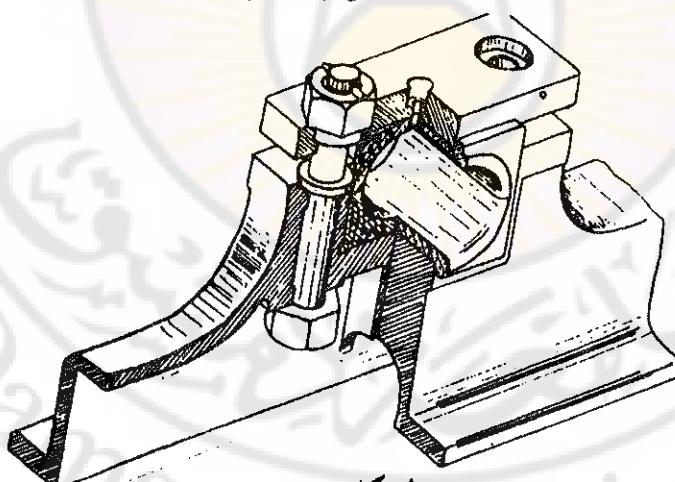
سنبحث في طريقة التجميع المؤقت بوساطة اللوالب والصواميل والثقوب المقلولة. وهي عمليات تعشيق بين أسنان الحلزون المنفذ إما على السطح الخارجي لحور ما أو على السطح الداخلي الأسطواني لثقب ما.

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

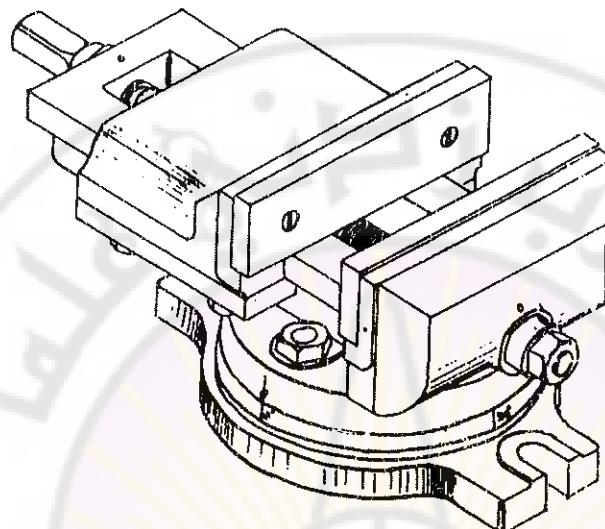
كما سنشرح في هذه الطريقة للتجميع اصطلاحات الرسم للحلزون المنفذ الخارجي أو الداخلي (وهو ما يسمى في الأسواق (الشرار) وأيضاً في أشكال المقطع النظري لأسنان الحلزون بحسب تصميمه والعمل المنشود منه، وهو ما يحتاجه الطالب ليتمكن من إنجاز الرسوم الهندسية بشكل صحيح. أما عن التفاصيل في الرسوم التجميلية وكيفية التعامل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



الشكل (8 - 1)



الشكل (8 - 2)



الشكل (8 - 3)

ملزمه بدورية

أشكال الأسنان

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

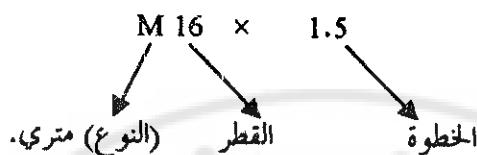
1- السن المترى (M).

المقطع النظري للسن، هو مثلث متساوي الأضلاع زاوية رأس السن 60° منه السن المترى الخشن والسن المترى الناعم والشكل يوضح ذلك.

للتعبير عن وجود السن المترى الخشن في الرسم نرمز كما يلي:

الرقم ويعبر عن القطر الخارجي $\rightarrow M20 \leftarrow$ تعنى السن المترى.

أما السن المترى الناعم فيضاف له، أي للرمز خطوطه:



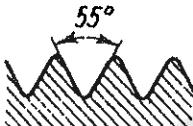
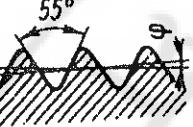
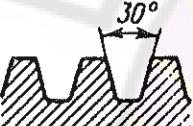
أكثر استخدامات هذا النوع من الأسنان في تثبيت أجزاء الآلات، وكثيراً ما نراه في اللواطب والصواميل الأشكال (3,2,1-8).

2- سن الأنابيب الأسطوانية (G).

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

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

المقطع النظري	الرمز	نوع السن
	M	المترى الخشن
	M	المترى الناعم

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

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 خلوص بين الأسنان ويستخدم عند الضغوط العالية.

4- سن شبه المنحرف (Tr).

جاءت تسميتها 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).
مقطعيه يشبه شبه المنحرف لكن أحد أضلاعه مائل بزاوية تعادل 3° وهو الطرف الفعال والعامل في نقل القوى.

أسسیات تنفیذ الحلزوں

کما يتضح معنا من الشكلين السابقين (8-7)، أن الحلزون يحتوي العديد من الأسنان خارجية كانت ألم داخلية وهذا يعني أن للحلزون طولاً محدداً وينفذ على القطع الأسطوانية. لذلك وللقيام تنفيذ الحلزون 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 هنا المسافة الواقعة بين قمة رأس السن المتاليتين، (راجع الأشكال) وفي الأسنان الإنكليزية يذكر عدد الأسنان في الإنش، لا خطوطه.

- عدد المداخل (الأبواب)
- اتجاه الحلزون.

فيتمكن أن يكون الحلزون يمينياً أو يسارياً، فالحلزون اليميني يدار باتجاه عقارب الساعة واليساري يدار بعكس عقارب الساعة، ويرمز له عادة LH، بجانب القطر، ولا ينوه عن الحلزون اليميني.

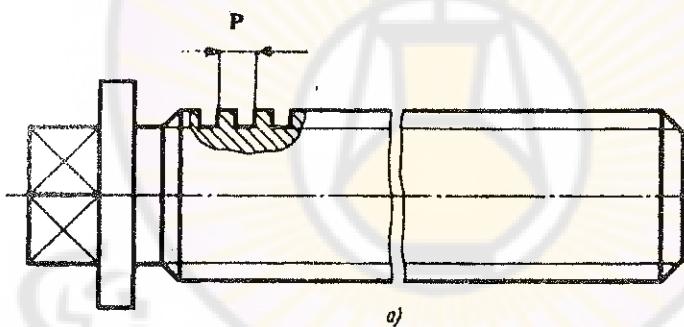
الشكل (8 - 5) يوضح هذه الأساسيات، كما يوضح أشكال الأسنان غير القياسية وهي السن المربع والسن نصف الدائري. في السن المربع طول ضلعه يساوي نصف خطوطه وحيثيات السن النصف دائري موضحة أيضاً.

وأخيراً يفضل عند رسم الأسنان غير القياسية والناقلة للقدرة والقوى العالية اللجوء إلى القطع الجزئي لبيان المقطع النظري للتوضيح الأكثر، وهو ما قد جانا إليه في الشكل (8 - 5).

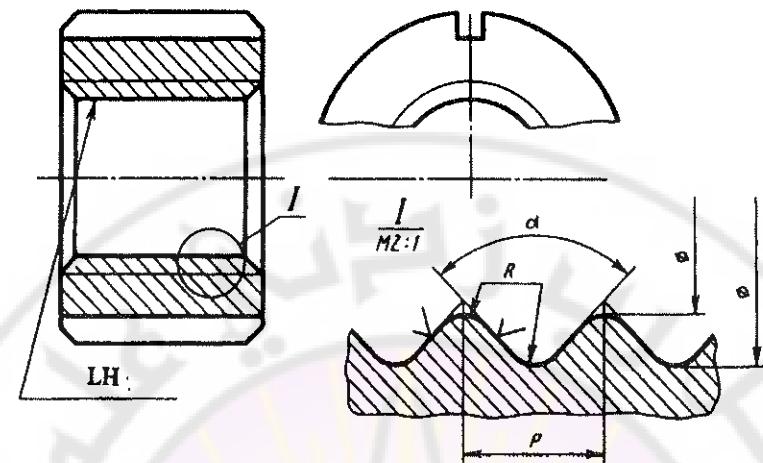
اصطلاحات رسم الحلزون

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

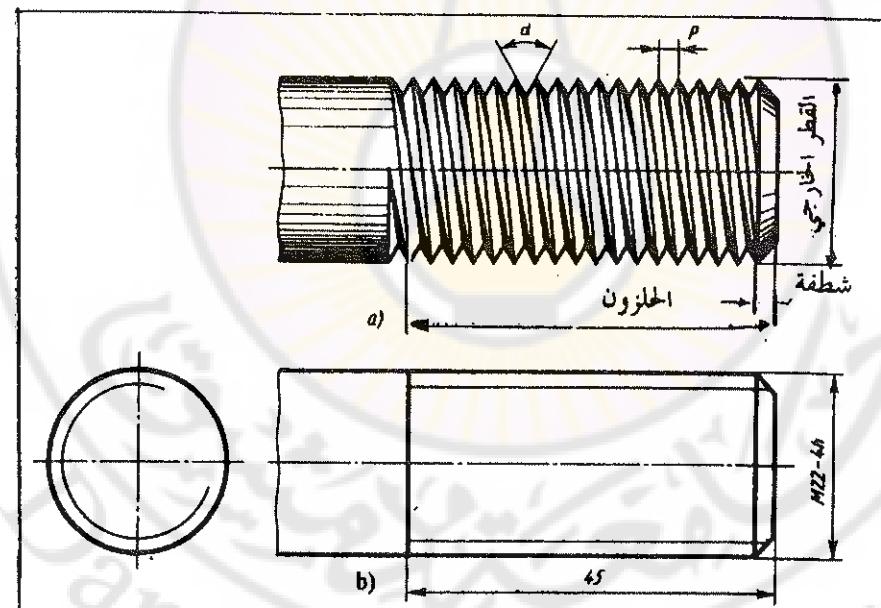
لذلك اصطلاح على رسم الحلزون والتعبير عنه بخط مستمر خفيف سمكه تعادل $0.2 - 0.3 \text{ mm}$ ، في الحالين الحلزوني الخارجي أو الداخلي والشكل (8-6) والشكل (8-7) يوضحان أشكال الحلزون في الواقع ومنهما يتضح الصعوبة في الرسم والجهد اللازم لذلك، وأيضاً يتضح الاصطلاح الذي تم الاتفاق عليه بشكل عالمي ودولي للتعبير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



الشكل (8-5)

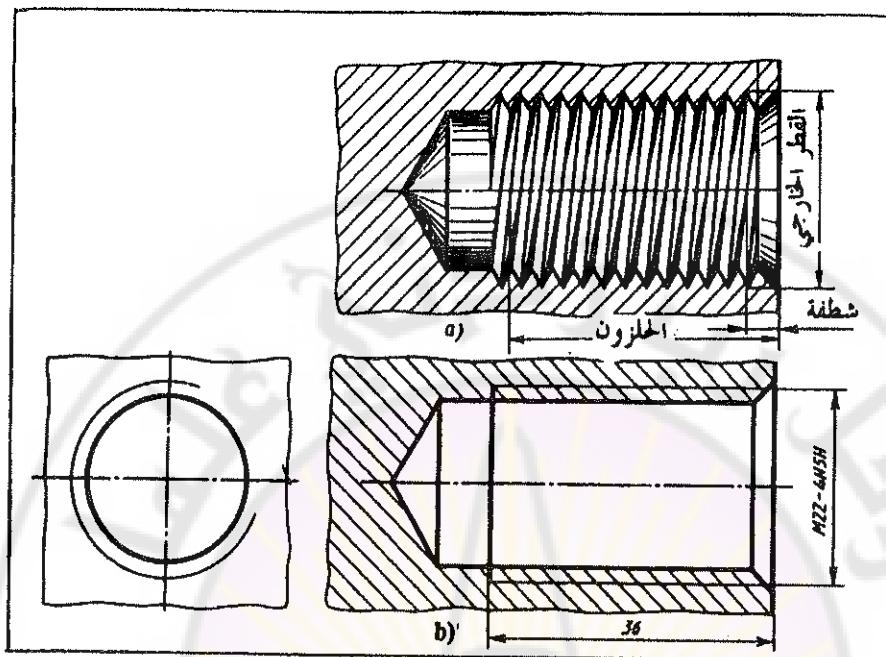


تمة الشكل (5 - 8)



الشكل (6 - 8)

اللولب وطريقة رسمه بمسقطين (الحلزون الخارجي)



الشكل (8 - 7)

القب المقلوظ وطريقة رسمه بمسقطين (الخلرون الداخلي)

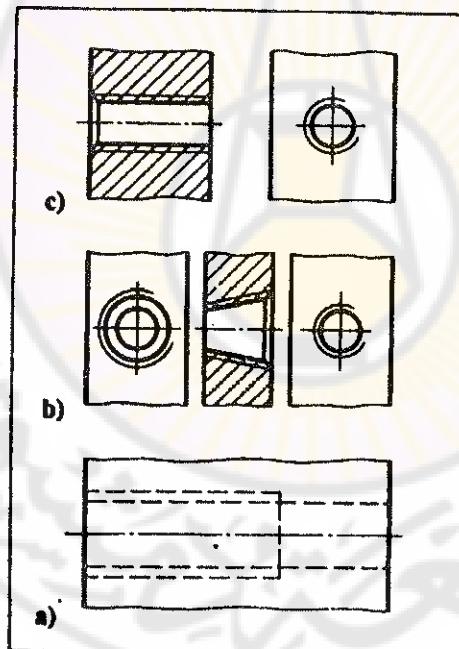
بناء عليه اصطلاح على ما يلى:

- 1- يمثل سن الخلرون والثقب غير المرئيين بخطوط وهمية الشكل (8 - 8).a.
- 2- تمثل الثقوب النافذة والمقلوظة الأسطوانية أو المخروطية بخطوط رفيعين سماكهما $0.2-0.3\text{ mm}$ ، يعبران عن وجود الخلرون، أما الثقب الأساسي فيمثل قطره بخطٍّ حقيقيٍّ، (في حالة القطاع) كما يبين الشكل (8 - 8).b, c. في حال النظر مباشرة وبشكل عمودي على القب ومستوى الإسقاط، يمثل الخلرون بثلاثة أرباع الدائرة وبخطٍّ رفيع (السن الداخلي) وبدائرة كاملة وبخطٍّ حقيقيٍّ عن قطر الثقب الأساسي.
- 3- لا ترسم التخاويف لسن الخلرون على العموم ولا تظهر أبعادها، وإذا لزم الأمر ينوه عن زاويته وعمقه الشكل (8 - 9).

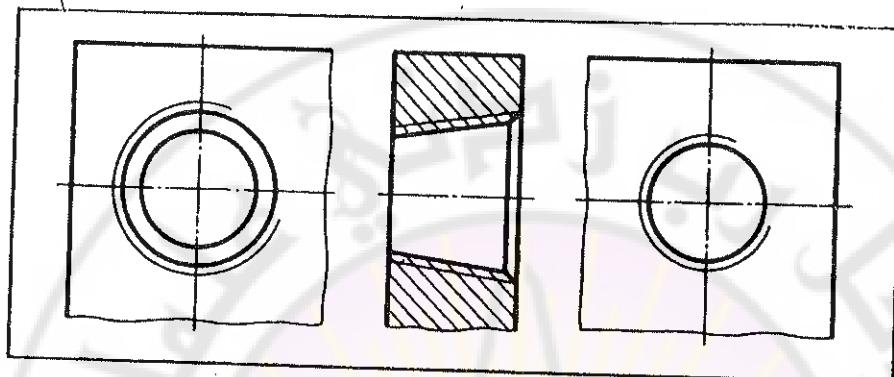
4 - في الثقوب المقلوبة وغير النافذة، يجب إظهار عمق الثقب بشكل كامل ومن ثم الطول المستفاد منه في تفاصيل الحازون أو السن الداخلي الشكل (8 - 10).

5 - يقع مخرج سن الحازون خارج خط نهايةه، كما يظهر الشكل (8 - 11) وعادة لا ينوه عنه ولا يرسم إلا إذا كان الأمر ضروريًا كما في أسنان الحاويط حيث يدخل طول المخرج ضمن سن الحازون.

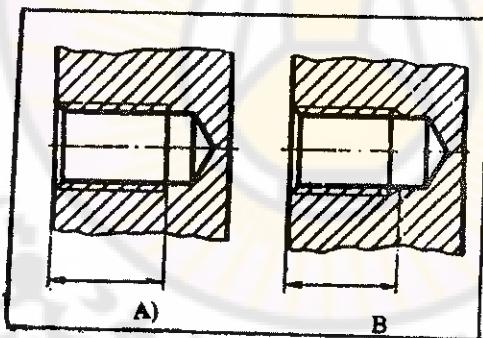
في الأشكال (8 - 12 ، 13 ، 14 ، 16 ، 15 ، 17) نوضح بعض الأخطاء التي يقع فيها الطالب، لكي يتونزى الخذر في حياته العملية عند قيامه بإنشاء الرسم الهندسي والشكل (8 - 16) يعطي مثالاً ليس على الأخطاء فحسب بل وعلى عملية التجميع أو الرابط بين الثقب المقلوب واللولب.



الشكل (8 - 8)



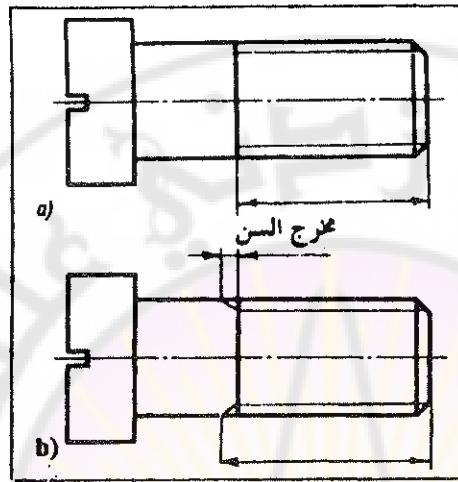
الشكل (٩ - ٨)



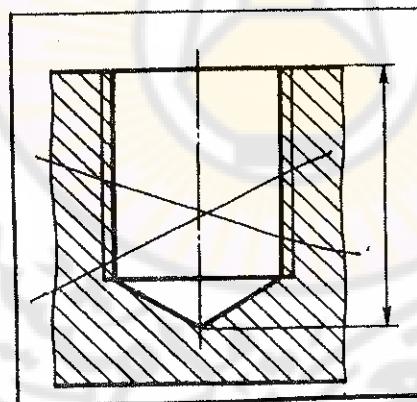
A - عمق أو طول الحلزون دون مخرج السن

B - الطول مع مخرج السن

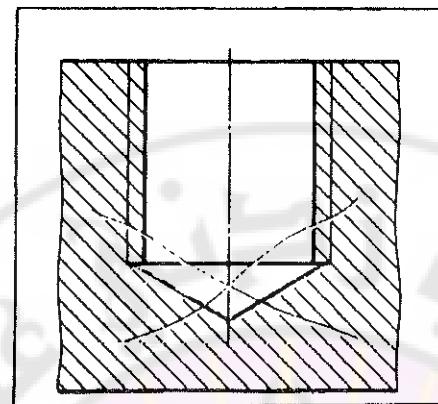
الشكل (٨ - ١٠)



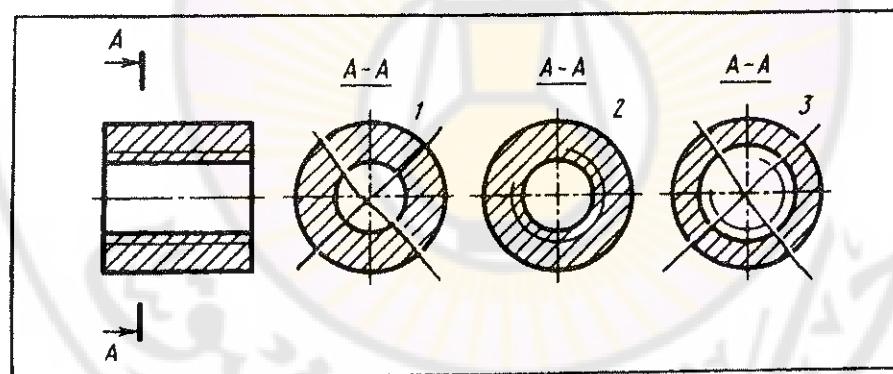
الشكل (8 - 11)



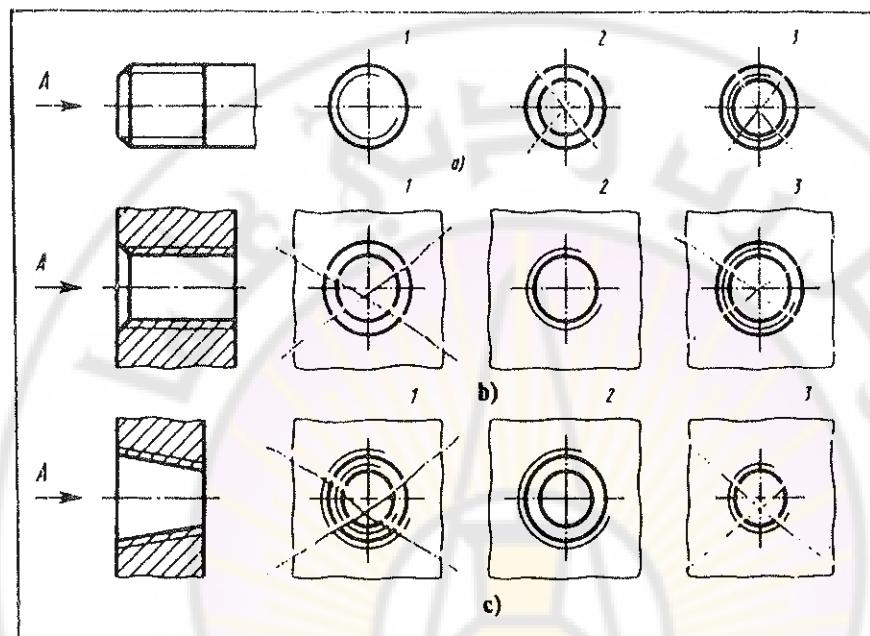
الشكل (8 - 12)



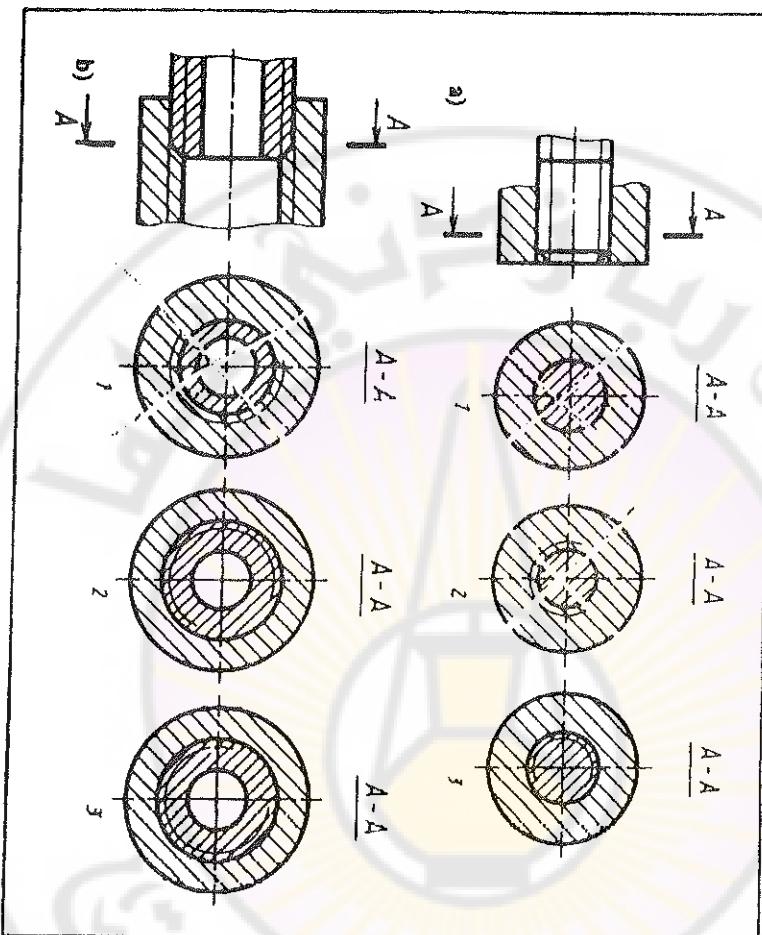
الشكل (8 - 13)



الشكل (8 - 14)

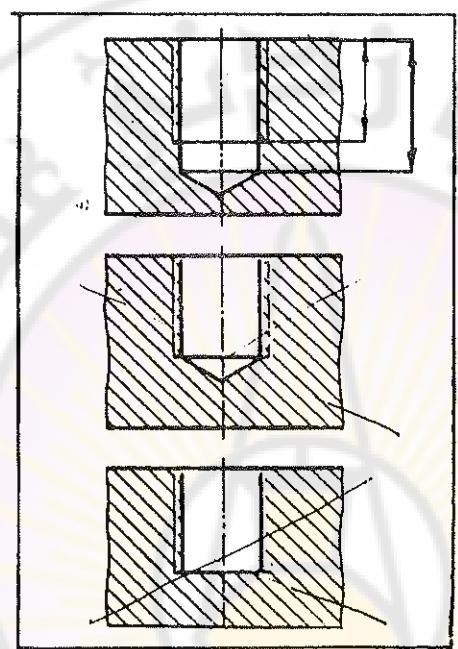


الشكل (8 - 15)



الشكل (8 - 16)

رسم تجميعي لقطعتين والصواب والخطأ في رسماها



الشكل (8-17)

الباب التاسع

الرسم والمخططات الكهربائية

مدخل

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

وتلبية لهذه الحاجة وإغناء لمواد الكتاب، أو جزءاً في هذا الباب الفكرة الأساسية عن الدراسة الكهربائية للمشاريع ضمن نظام التمديدات الكهربائية، إضافةً إلى الدلائل والرموز الكهربائية التي تساعده على إنشاء المخططات الكهربائية بما يتناسب مع النظام العالمي IEC، لتساعده الطلبة والمهتمين في مجال الهندسة الكهربائية على مواكبة كل جديد وحدث في العلوم الهندسية.

2- نظام التمديدات الكهربائية

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

نضع هذا النظام حسن أداء الشبكات الكهربائية وندرأ الخطر والأضرار عن الاستهلاك والأبنية التي يمكن أن يتعرض لها من جراء التمديدات غير النظامية. ننبعوض في التردد والشروط المعتمدة في هذا النظام، للحجم الكبير أولاً، وثانياً أنت لست بصدده هذا النظام وشرحه فحسبنا بإعطاء الفكرة الموجزة للطالب ليتفهم ماذا تعنيه الدراسة الكهربائية للمشاريع.

3- الدراسة الكهربائية.

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

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

3 - 1- مخطط تمديدات الإنارة.

يتضمن هذا المخطط موقع الإنارة وال نقاط الصوتية ومقاطع النوافل ومساراتها.

3 - 2- مخطط تمديدات المأخذ.

يتضمن تحديد الموقع لأخذ القدرة العامة والخاصة مع مقاطع النوافل والمسارات.

3 - 3- مخطط القوى المحركة.

3 - 4- مخطط اللوحات الكهربائية.

يتضمن خطوطوصول بين اللوحات وتجهيزاتها وتصنيفات دارات التحكم والحماية.

3 - 5- مخطط شبكة الأرض.

3 - 6- مخطط المصاعد الكهربائية.

يتضمن المذكورة الحسابية والتفسيرية وللوحة الكهربائية الخاصة بتغذية المصعد مع الدراسة الميكانيكية اللازمة.

3 - 7- جدول الاستطاعة.

3 - 8- جميع المخططات التقنية للتيار القوي والضعف، وتعنى بذلك الإنذار بالحرق، التغذية الاحتياطية، النداء الصوتي والضوئي وغير ذلك.

بالإضافة إلى الملاحظات التي يراها الدراس ضرورية مع جدول بكميات عند الضرورة عن اللوازم والأجهزة.

إن جميع المخططات المذكورة تتطلب المعرفة بالرموز الخاصة للأجهزة الكهربائية والقطع الكهربائية كالمخرّكات، التواقل، المدحرات، القوايس، الهوائيات المقاومات، المكثفات وحتى نقاط الإضاءة والحمامات والتلفزيون وغيرها وغيرها من هذه الرموز، وإلا لا يمكن رسم خطط أو إنشاؤه.

لذلك وجب على المهندس الدارس الإمام الشام والمعرفة الجيدة بالدلائل والرموز الكهربائية.

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

الرموز الكهربائية وتطبيقات

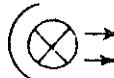
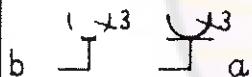
الرموز الكهربائية

	رمز العامل لخط كهربائي.
	ناقل يمثل أحد الأطوار.
	ناقل عودة ((ريتور)).
	ناقل حيادي.
	ناقل أرضي للحماية.
	ناقل حيادي وأرضي مشترك.
 $3 \times 1.5 \text{ mm}^2$	تمديد ثلثي الطور مع ناقل حيادي وناقل أرضي.
 13	خط مولف من ثلاثة نوافل بمقطع $1,5 \text{ mm}^2$ أو ضمن قسطل بقطر 13 mm .
	خط منفصل عن حزمة خطوط.

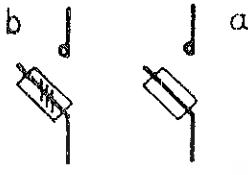
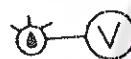
	خط ممدد تحت الأرض.
	خط مد تحت الأرض مع تمديد نقطتي البداية والنهاية.
	خط هوائي.
	خط ضمن قسطل أو بحري.
	مجموعة قساطل: ٩/٦ مثلاً حاوية خطوطاً كهربائية.
	تمديد نحو الأعلى.
	تمديد قادم من الأعلى.
	تمديد قادم من الأسفل.
	تمديد نحو الأسفل.
	تمديد إلى الأعلى والأسفل.
	تمديد يجتاز من طابق أسفل إلى طابق أعلى.
	الرمز العام للمفتاح الكهربائي.

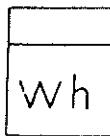
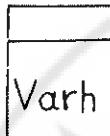
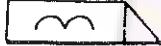
	مفتاح كهربائي مع مصباح إشارة.
	مفتاح كهربائي يفصل - ثلاثة خطوط - خطين - خط واحد.
	مفتاح كهربائي لعدة دارات (3 مثلاً).
	مفتاح كهربائي ذو اتجاهين طرفيين (در كسيون).
	مفتاح كهربائي ذو اتجاهين متوسط (در كسيون).
	مفتاح كهربائي للتحكم بشدة الإنارة.
	مفتاح كهربائي مع حبل تشغيل.
	مفتاح كهربائي زمني.
	كباس.
	كباس ذو مصباح إشارة.
	كباس محمي بقطاء (زجاجي مثلاً).

	موقت زمني قابل للتعديل (أوتوماتيك درج).
	مفتاح نبضة (بيلي ريتور).
	نقطة صوتية.
	نقطة صوتية جدارية.
	مصباح جداري.
	مصباح سقف.
	ثريا (مزدوجة).
	جهاز إلارة ذو مصباح فلوريسانت واحد.
	جهاز إلارة ذو ثلاثة مصابيح فلوريسانت.
	جهاز إلارة ذو خمسة مصابيح فلوريسانت.
	الرمز العام لموجه النور (بروجكتور).

	بروجكتور ذو حزمة ضوئية ضيقة.
	بروجكتور ذو حزمة ضوئية عريضة.
	جهاز إلارمة طواريء يغذي من شبكة منفصلة.
	جهاز إلارمة طواريء بـ بطارية ذاتية.
	مصباح إشارة.
	مائندز كهربائي أحادي الطور - مورض b - غير مورض a.
	قاعدة لمجموعة مائندز كهربائية (ثلاثة مثلاً) - مورضة b - غير مورضة a.
	مائندز كهربائي ثلاثي الطور مورض.
	مائندز كهربائي ذو غطاء.
	مائندز كهربائي ذو مفتاح أحادي القطب.
	مائندز كهربائي مع محول عزل (مائندز آلة حلقة مثلاً).

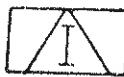
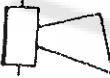
	علبة (الرمز العام).
	علبة وصل.
	علبة تغذية مشتركة من المتبع الرئيس.
	علبة تفريغ (خط رئيسي مع حسنة فروع متلا).
	قاطع عازل يدوى تحت الحمل -أحادي a - ثلاثي.
	قاطع واسع (كونتاكتور) -أحادي b - ثلاثي
	قاطع آلي -أحادي b - ثلاثي
	قاطع عازل قلاب -أحادي b - ثلاثي.
	منصهرة (الرمز العام) -أحادي a - ثلاثي.

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

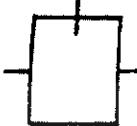
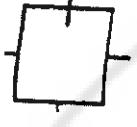
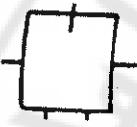
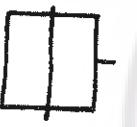
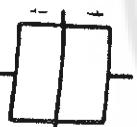
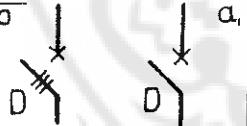
	عداد قدرة فعلية.
	عداد قدرة ردية.
	مسخن ماء.
	قفل كهربائي.
	مروحة سحب جدارية.
	مروحة سقفية.
	مفتاح تحكم للمروحة.
	مكان ربط الخط الأرضي.
	نقطة أرضية.

	خزانة توزيع ظاهرة كثيمة.
	لوحة التوزيع الرئيسية للمبنى.
	لوحة توزيع يضاف رمز - للإنارة - للقوى الحركة - للتغذية.
	جرس.
	نمارة أجراس.
-----	خط مأخذ قدرة كهربائية.
- - - - -	خط هاتف,
- - - - - - -	خط إنذار بالحرق.
- - - - - - - -	خط أحراص كهربائية.
- - - - - - - -	خط ساعات كهربائية.
- - - - - - - -	خط أنترفون.

— — — — —	خط مكيرات صوت.
— — — — —	خط ميكروفون.
— + — + — +	خط تحكم ومراقبة.
* * *	خط إنارة طواريء.
	مأخذ تيار خفيف الرمز العام.
 TP	مأخذ هاتف.
 TV	مأخذ هوائي تلفزيون.
 TX	مأخذ تلكس.
 M	مأخذ ميكروفون.
	مأخذ مكير صوت.
	جهاز هاتف.

	جهاز تخطاطب داخلي فرعى (أنترفون).
	جهاز تخطاطب داخلي رئيس.
	الرمز العام لساعة كهربائية مع بيان الأوجه (اثنان مثلاً).
	الساعة الرئيسية (الأم).
	بوق.
	منكير صوت.
	هاتفون.
	حساس جداري للإنذار بالحرق.
	حساس دخاني للإنذار بالحرق.
	كباس إنذار بالحرق.
	مانعة صراغع.

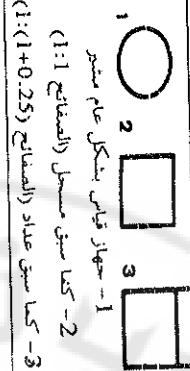
	لوحة تحكم.
	لوحة توزيع للتيار الضعيف.
	مقسم هاتف آلي.
	قائم الارتباط الرئيس (لتيار الضعيف).
	طاولة عامل المقسم.
	لوحة إنذار بالحرائق.
	هوائي تلفزيون.
	علب توزيع هوائي التلفزيون.
	مضخم هوائي التلفزيون.
	مقاومة فائية.
	وحدة تغذية.

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

DIN40716

رموز الربط

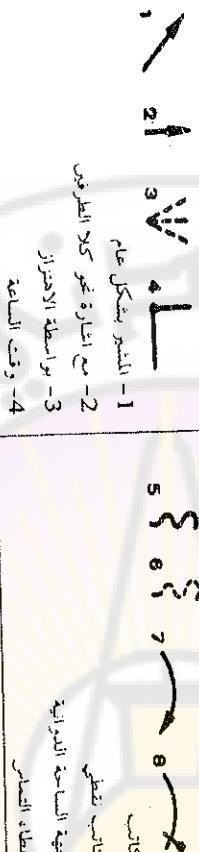
لأجهزةقياس



كما سبق ممثل (المساحة) (1:1)

كما سبق عدد (المساحة) (1:1+0.25)

الرموز المسمورة يمكن أن ترسم في رموز الرابط حتى 3



كما سبق ممثل (المساحة) (1:1)

أمثلة

234

DIN40716

رموز الربط
لأدوات القياس (يمكن أن ترسم في 1 حتى 3)



4- أدوات قياس يشكل عام
5- طريق التوصير
6- إشكال حاصل الضرب

7- للرسم أو تشكييل المزدوج
8- تشكييل حاصل الضرب
9- تشكيل حاصل النسبة



الرموز المسمورة يمكن أن ترسم في رموز الرابط 1 حتى 3



كما سبق ممثل (المساحة) (1:1)

أمثلة



1- مقياس التيار عددي الامثلية

2- مقياس تيار مع متغير مستمر
3- مقياس الاستطاعة (الاستطاعة الفعلية)
4- مقياس الاستطاعة الفعلية

5- مقياس تيار عددي الامثلية

6- مقياس تيار مع متغير مستمر

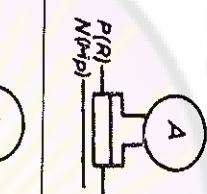
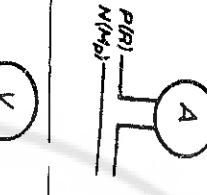
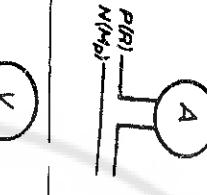
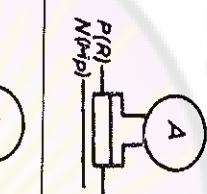
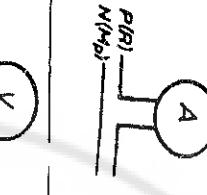
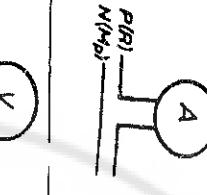
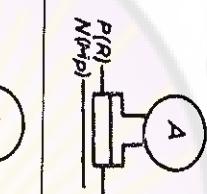
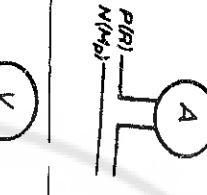
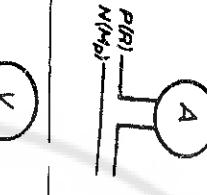
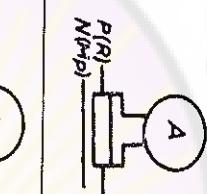
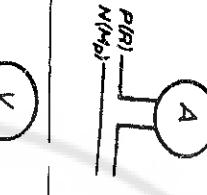
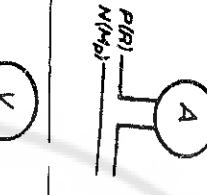
7- للاشارة إلى التبديلة الألكترى عدالة كثافة
8- مقياس التردد
9- مقياس التردد
10- حسّن تقييم المقارنة
11- عداد التيار الدورانى تدريجى المراوف



9- كاتب خطوط ثانية التحويل

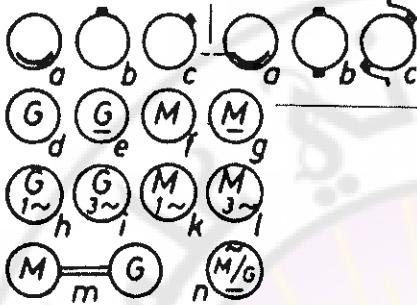
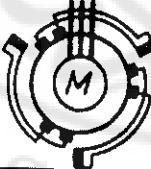
10- رسم الاستطاعة الفعلية والتبديل

11- عداد التيار الدورانى تدريجى المراوف

أمثلة لربط	مقدار التيار قياس قيم التيار الأكبر (K) مازحة في التور (السائل)	مع مطرد التيار قياس قيم التيار التيار	ربط عادي لمقياس التيار
مقياس استطاعة التيار المستمر مقياس الاستطاعة المعلقة للتيار أحادي الاتجاه	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>
مقياس استطاعة التيار المستمر مقياس الاستطاعة المعلقة للتيار أحادي الاتجاه	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>
مقياس الاستطاعة المعلقة لتيار دوراني رباعي. التوافل وتحمل متاحان	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>
مقياس الاستطاعة المعلقة لتيار دوراني رباعي. التوافل وتحمل متاحان	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>	 <p>متر الشبكة (V) متر العامل (K_parallel)</p>

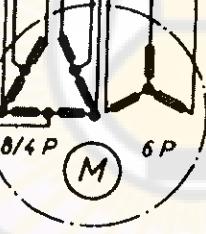
أجهزة مبنية على المضيـّع . ربط ورمو الجهاز	
جهاز الأبعاد بدون جهاز الأبعاد	جهاز الأبعاد مع جهاز الأبعاد
جهاز التحويل مع أو بدون جهاز الابدأه محول وواسع المحفل أو محول بوتقة حافظة الحرف المغير S:	جهاز تحرير مع وشعبة حافظة الحرف المغير T:
جهاز الخطايا بدون تدفئة مسبقة بالاكثرورات الحرفي المغير F:	جهاز سعوي ، مكثف وشبعة حافظة على التسلسل مع ملف للانشاء الحرفي المغير C:
كما سبق ولكن مع تدفئة بالاكثرورات الحرف المغير G:	كما سبق بدون ملف للإنشاء الحرفي المغير C:
جهاز المستخرج العظوي ، الملف الدائى محول السخين موجود إما بتيجان 1 أو 2 الحرف المغير H:	جهاز شتابي T، C، L مع أو بدون ملف ابتداء الحرف المغير D:
جهاز أوسي الحرف المغير R:	الجهاز المتعاقب مع جهاز T انظر الشكل (5) مسبق الرابط صاعل لـ A الحرفي المغير T:

الأشكال الأربع التالية توضح بعض الرموز في الآلات الكهربائية

الرمز القصر للربط	رمز الربط	تسمية ملاحظات
		<p>(a) الدوار ذو الحلقة الشاحنة مع وصلة على القصر ورافق لفراشي (b) (c) دوار مع قالب للتيار، (b) فراشي ثابتة (c) قابلة للتبدل (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 (j) محرك تيار دوراني بشكل عام (l) محرك مولد (m) مبدل أحادي الطور</p>
		محرك يوصل سلسلياً كمحرك عام
		محرك التنافس ذو مجموعة فراشي بسريطة ضبط عدد الدورات بواسطة تبدل مكان الفراشي
		محرك يوصل حابي ونيلز دوراني مغذى دواره ضبط عدد الدورات بواسطة تبدل مكان التراشي

		<p>مُحرّك قذف أحادي الطور b) مقلع ذاتي مع مادة افلام</p>
		<p>a) مُحرّك أحادي الطور ذو ملفتين مساعد و مكثف تشغيل b) ذات الشيء مع قاطع بالقوة النافذة و مكثف الاقلاع</p>
		<p>مُحرّك تيار دواري ذو دوار فقصي أحادي الطور مع مكثف مرتبط به</p>
		<p>مولّد متر من (سبينكرون) أحادي الطور مع أقطاب ظاهرة في الجزء الثابت و قفص عام</p>
		<p>مولّد متر من أحادي الطور ذو أقطاب ظاهرة في الثابت مع عادم للساحة زبي (آلية الأقطاب الخارجية)</p>
		<p>مولّد مترًا من بتيار دواري مع أقطاب ظاهرة. (آلية الأقطاب الداخليّة)</p>

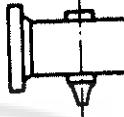
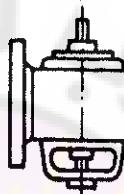
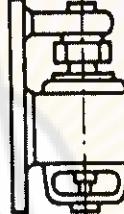
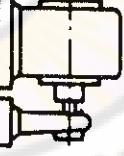
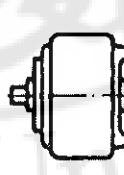
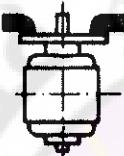
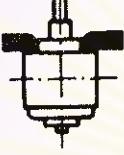
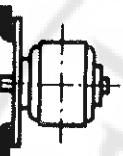
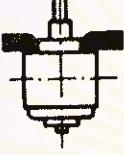
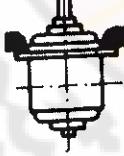
الرمز القصير للربط	رمز الربط	تسمية ملاحظات
		الثابت ملف الثابت (اخباري)
		الثابت مع ملفين دائريين (غير الات التيار المستمر وآلات بعض عدات التيار المتناوب)
		ملف توازي نسبة الأطراف 2:1
		ملف القطب القلاب نسبة الأطراف 1:1
		نسبة حجم الدوار إلى الثابت 2:1
		الدوار مع أقطاب ظاهرة
		مع ملفين متsequلين
		محرك مع دوار فنيسي

		كما سبق، جميع الملفات عمرجة مثلاً للربط Δ -٢
		محرك بدوران الملفات التامة ذو التفرعين ، الآتى في ٢
		محرك بدوران الملفات التامة ذو ثلاثة فروع ، واصل على النور ودافع للترانزيستور مع تشغيل بدوي وقطاع ماسعد.
		محرك قابل لتعديل ربط فتح بموس وربط دالاندر
		محرك ثلاثة أعداد دورات فطي في ربط دالاندر وملف مفعل سادسي القطب با ٢ .

تبماً لـ DIN 42950

أنواع بناء الألات (الخرارات) الكهربائية

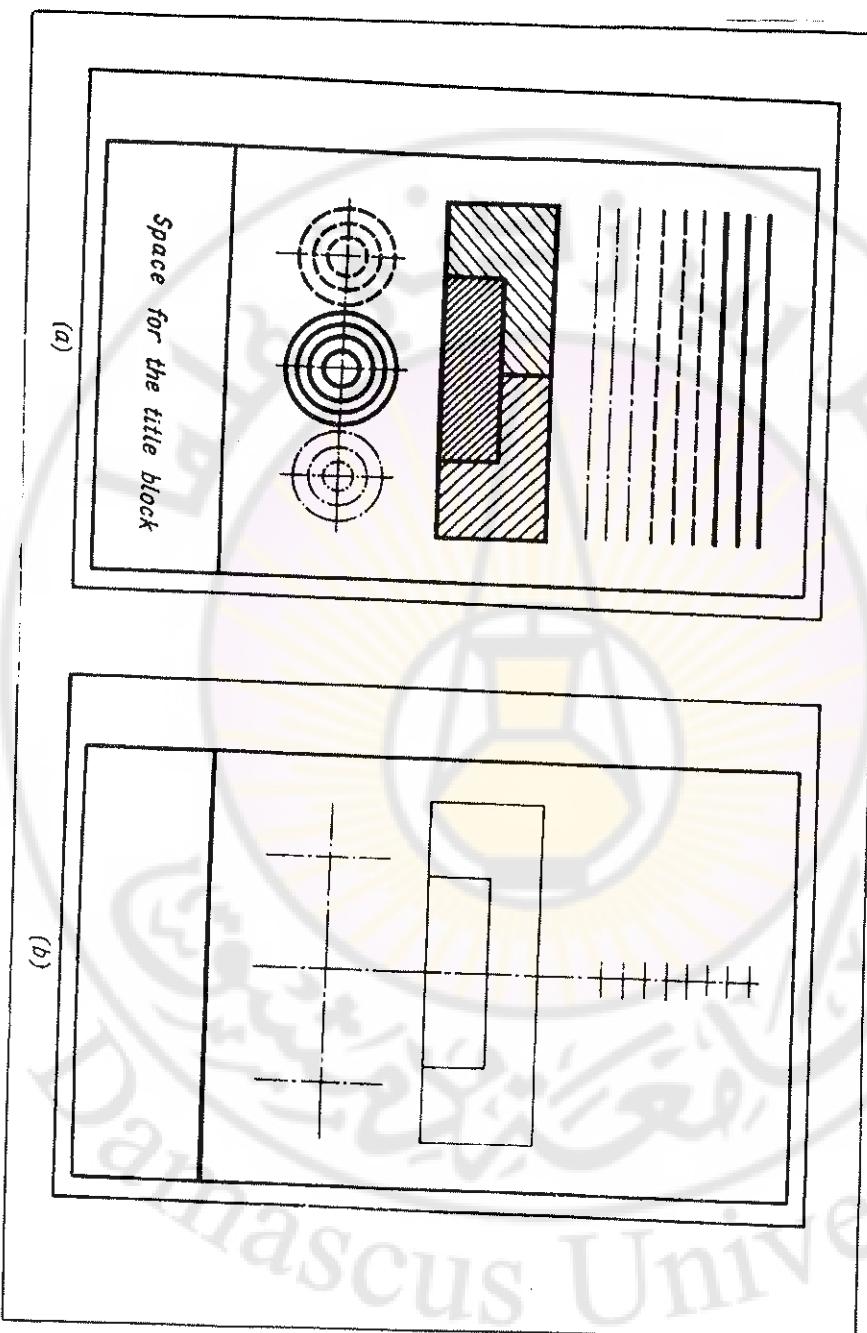
عمر إلى أقصى البناء الم Recommended من حرف ورقم واحد

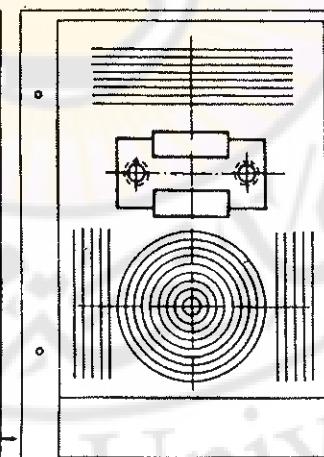
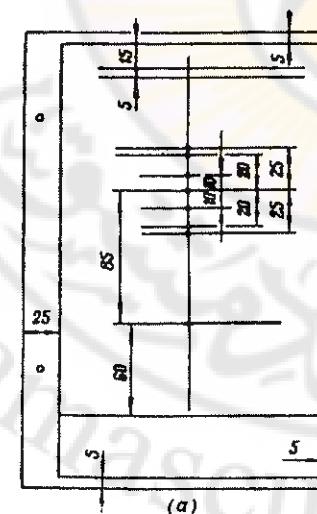
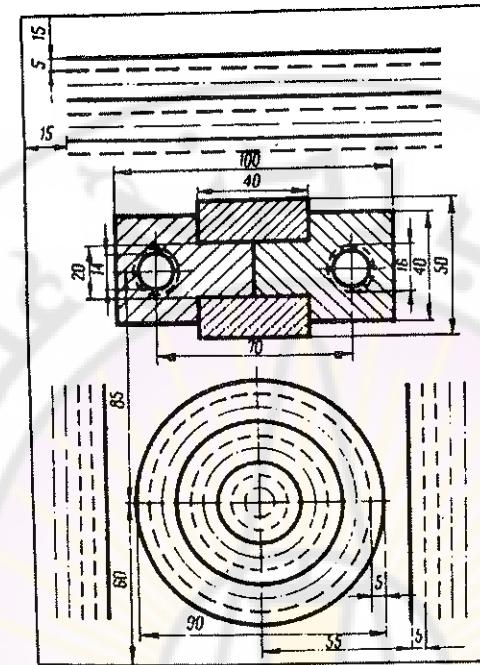
		الصنف		
		A	B	C
				
		آلات ذات مضاعفات ذو أرجل	آلات ذات مضاعفات ذرعية أفقية	آلات ذات مضاعفات ذرعية وأفقية
				
B3	B5			آلات ذات مضاعفات ذاتية أفقية متضمنة
B6	V1			آلات ذات مضاعفات ذاتية وأفقية متضمنة
		B9	B10	آلات ذات مضاعفات ذاتية وأفقية متضمنة
				آلات ذات مضاعفات ذاتية وأفقية متضمنة
		B11	B12	آلات ذات مضاعفات ذاتية وأفقية متضمنة
			B13	آلات ذات مضاعفات ذاتية وأفقية متضمنة
				أمثلة على أنواع بناء المخرارات

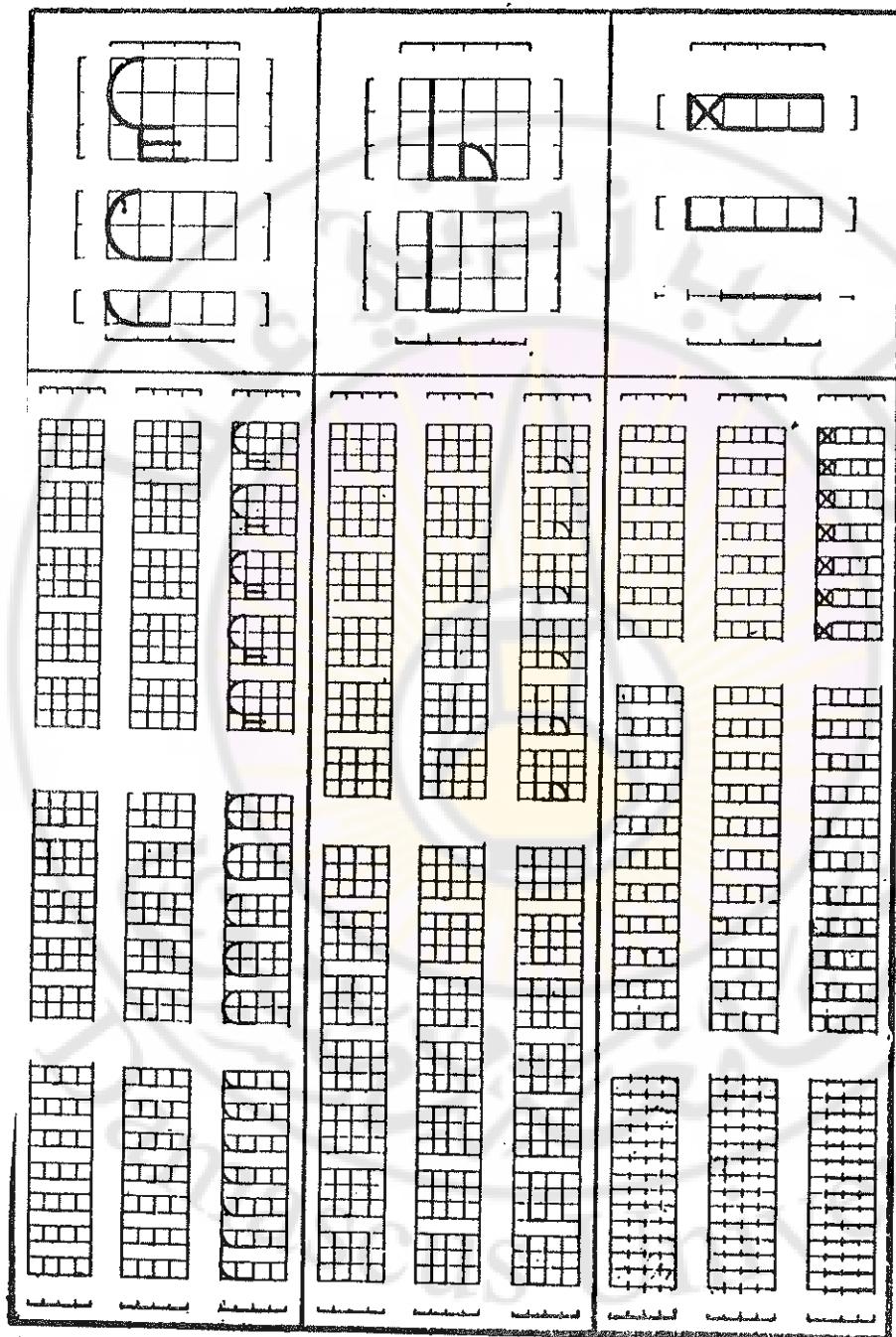
B7	V3	V9	V10	V11
B8	V2	B14	V12.	V13.
V5	V4	V18	V14	V15
V6	V2	V19	V16	V17
أمثلة على مصطلحات متعلقة بالسيارات				

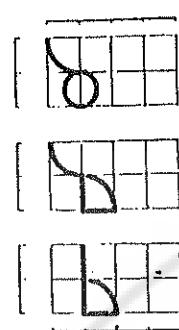
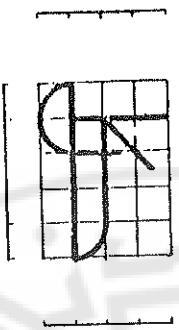
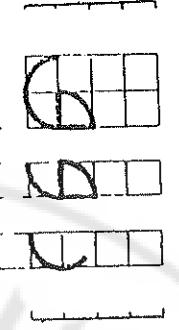
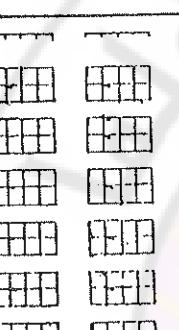
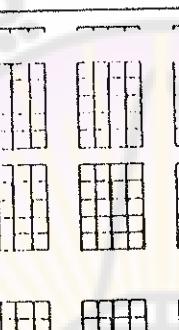
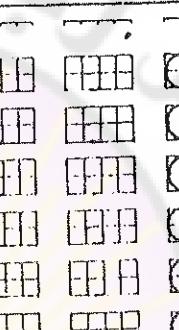
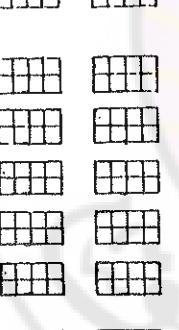
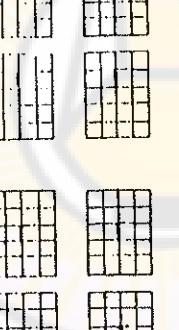
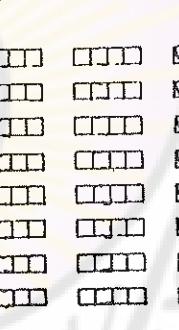
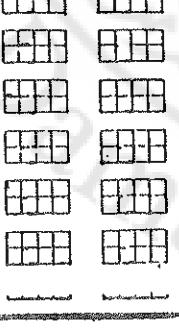
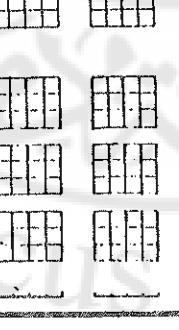
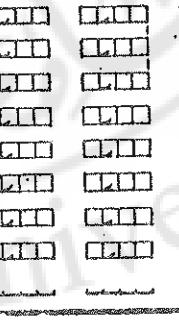
63. عجلة مضمونة خالية من أرسل وريل، محورة طلبة تصلح لالصطدام (ببساط) أو ترس أو نصف معلق ذات أو سهاد أو فاعدة أو على سانت دن أو على بناء سطلي حديدي أو على قطع سطيفية.
 64. عجلة مضمونة خالية بدون أرسل وريل، محورة طلبة للسحور (V2) أو مضمونة (V5) فيادة طلبة للسحور غير الأسطواني فور (فوري) التثبيت موجود على المقصورة المضربي المضربي.
 65. عجلة مضمونة غير الأسطواني فور (فوري) التثبيت للسحور غير الأسطواني فور (فوري) التثبيت على المقدمة.

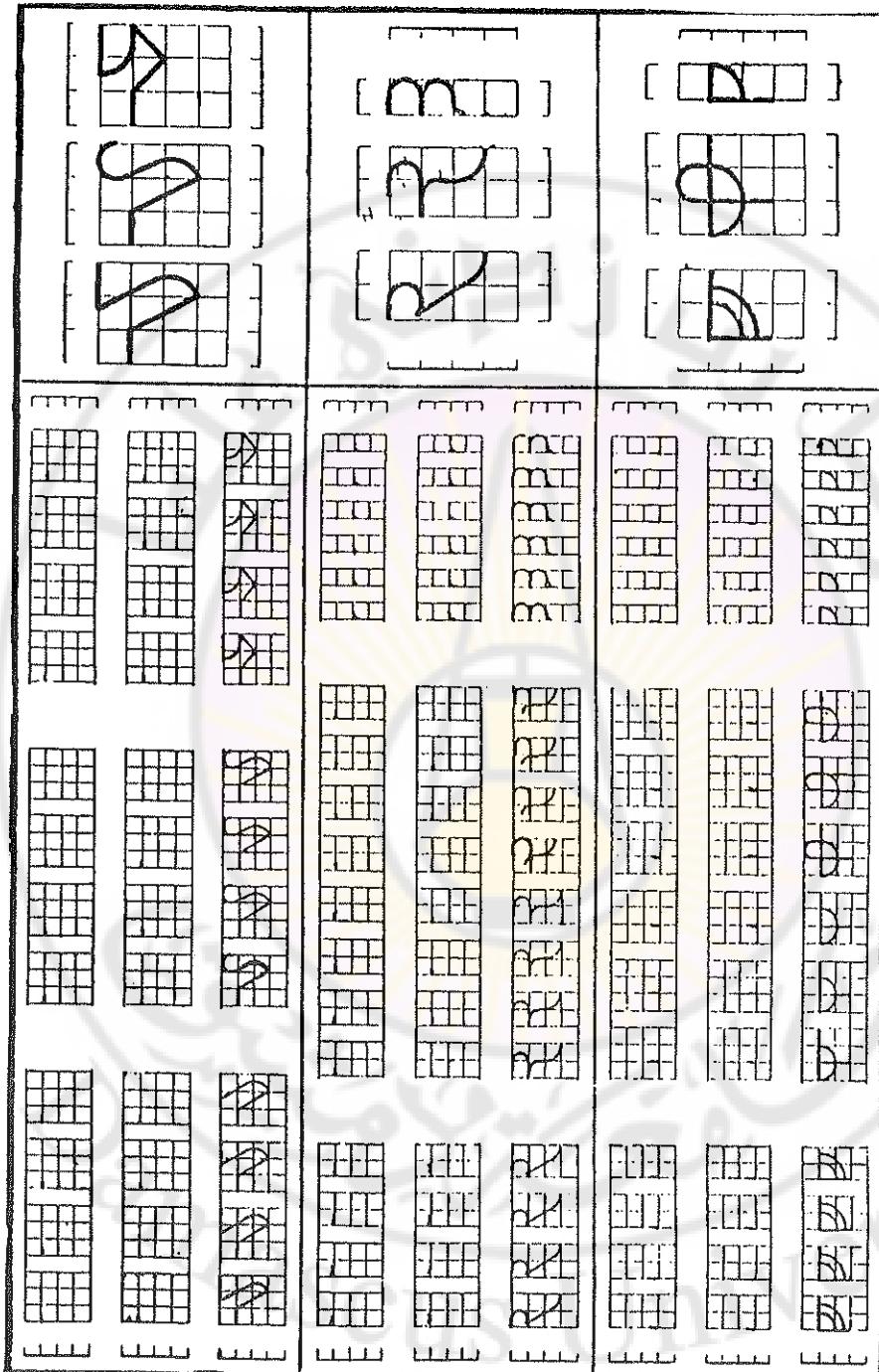
تاريin عامة





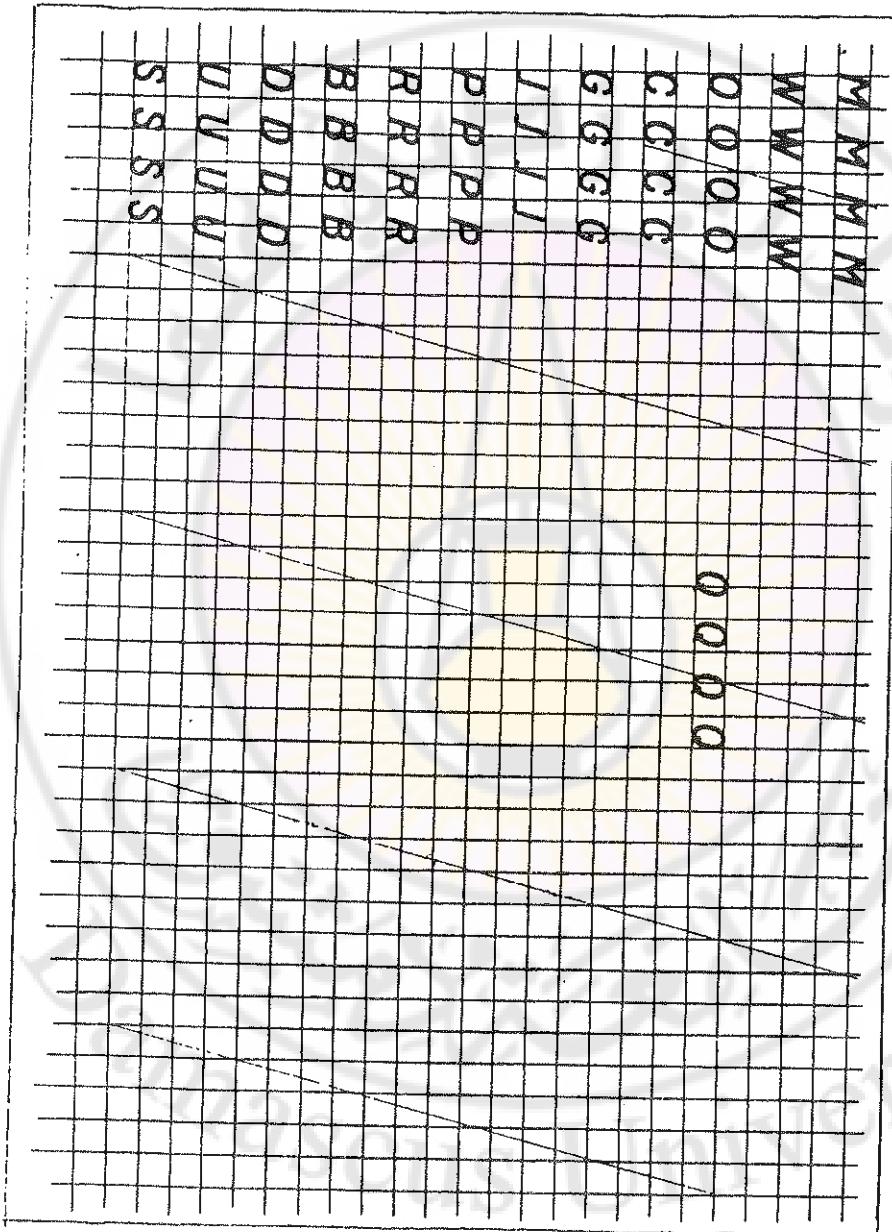


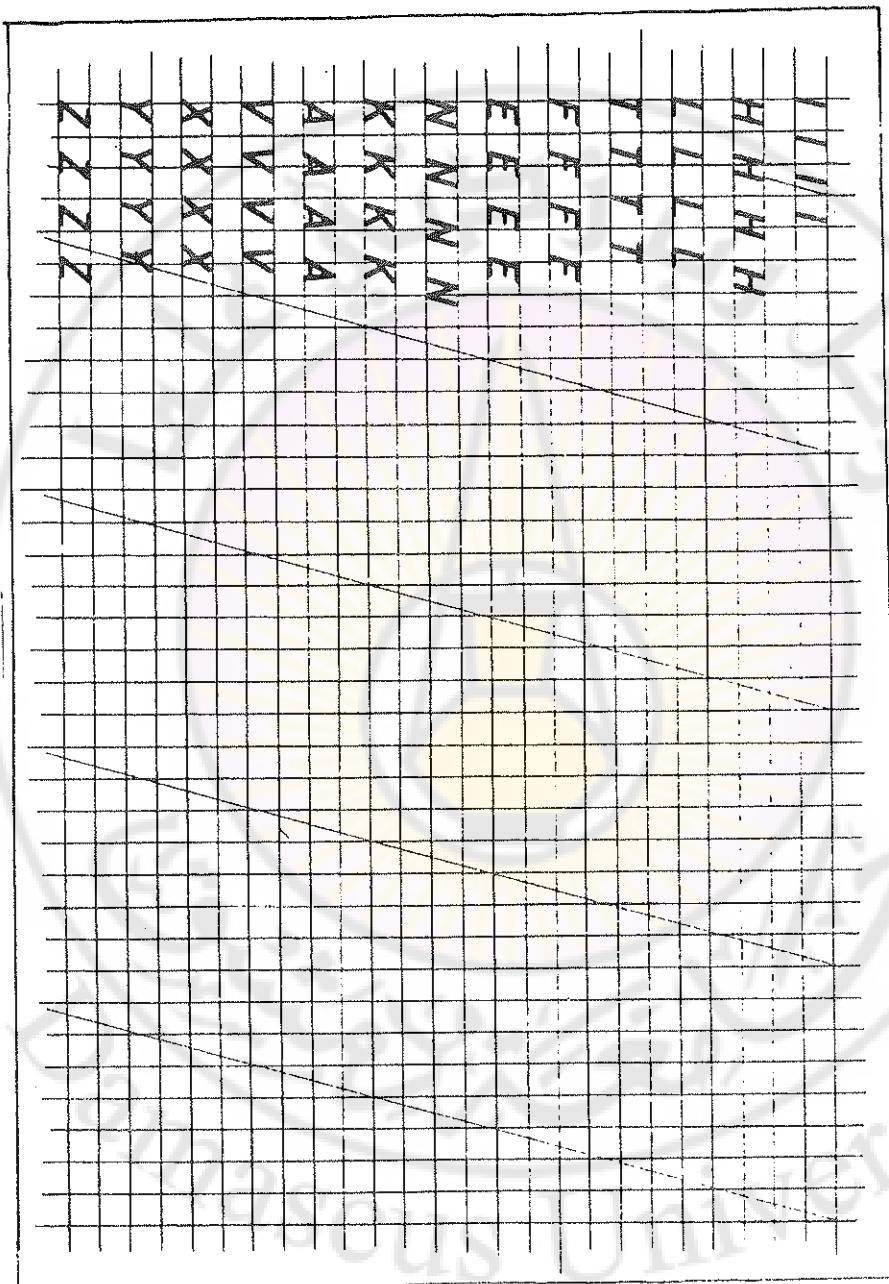
		
		
		
		
		



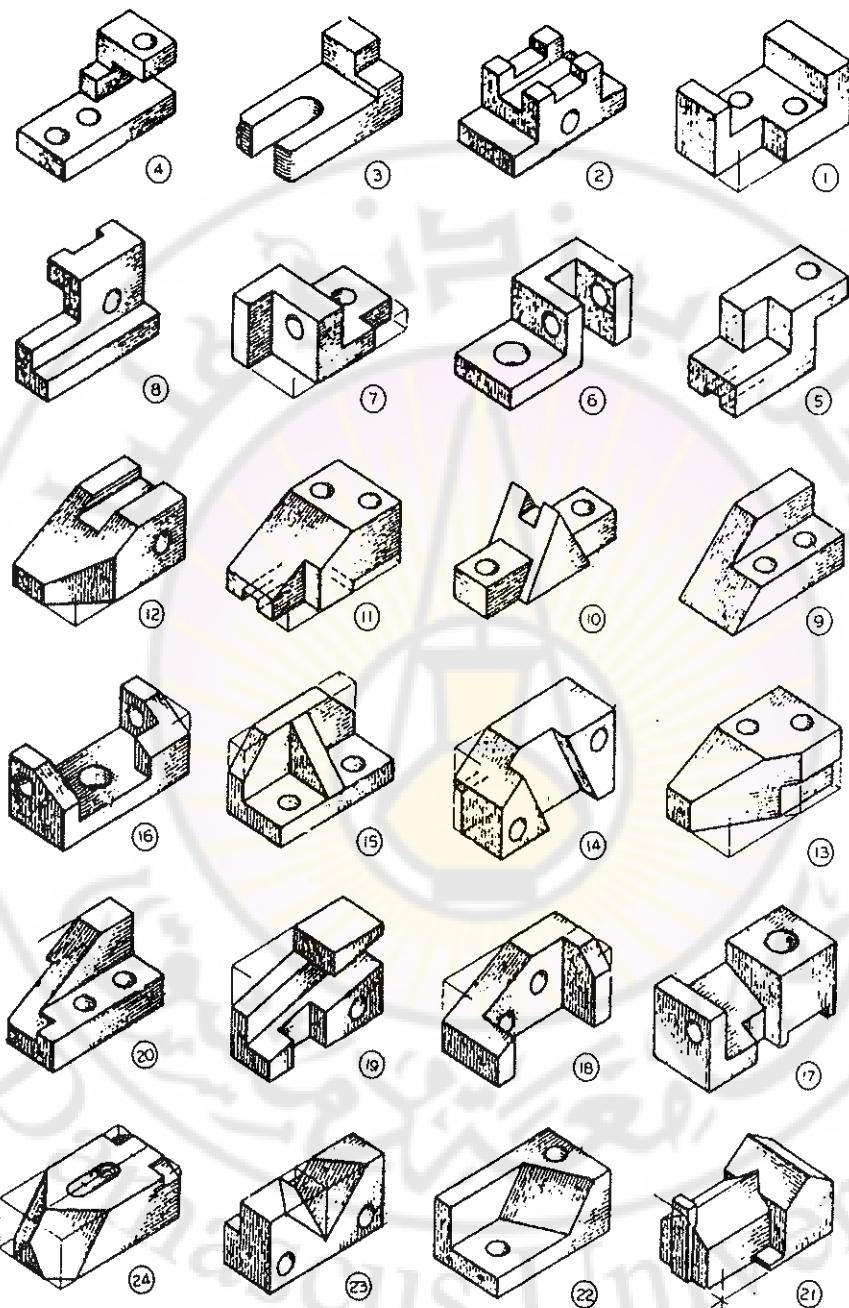
A Bb Cc Dd E E Ff G H I
J J K K L L M M N O P P Q R I
Ss Ss T T U U V V W X Y Z
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
a b c d e f g g h i j k l m
n o p q r s t u v w x y z

A Bb Cc Dd E E G H I
J J K K L L M M N O P P Q R I
Ss Ss T T U U V V W X Y Z
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
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

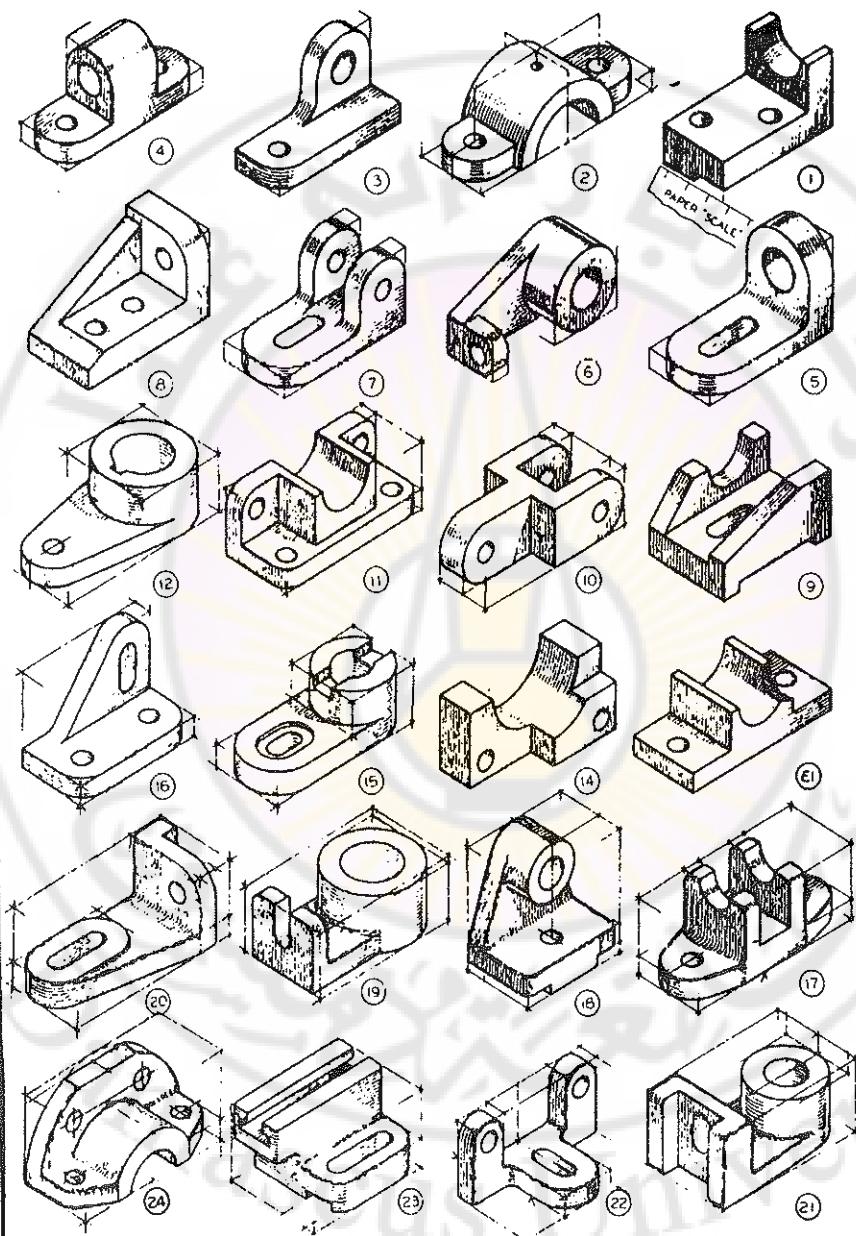




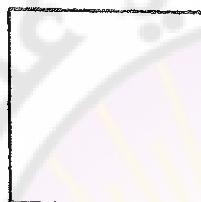
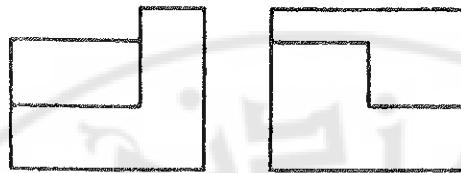
SKETCHING PROBLEMS



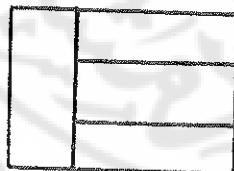
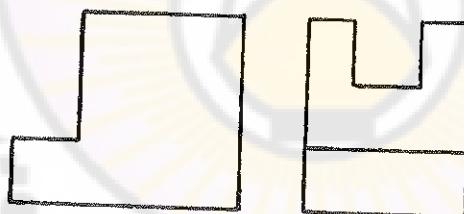
SKETCHING PROBLEMS



Missing-Line Sketching Problems.

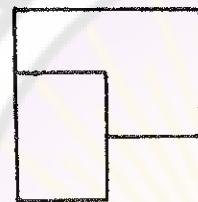
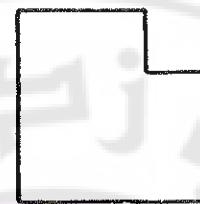
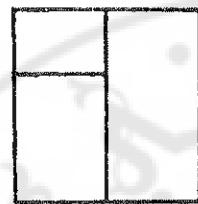


①

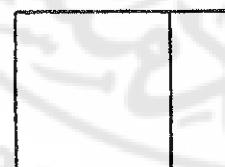
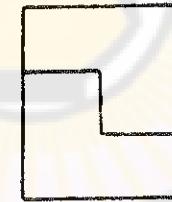
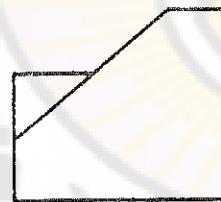


②

Missing-Line Sketching Problems.



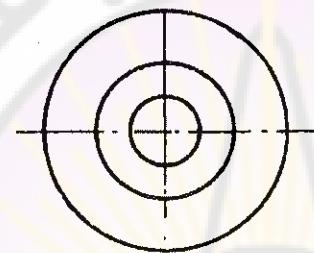
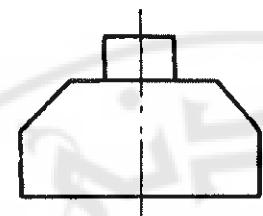
①



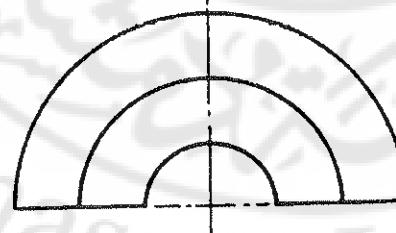
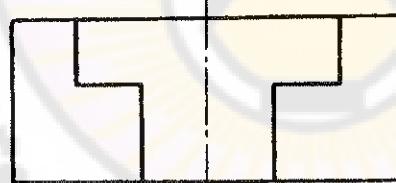
②

Missing-Line Sketching Problems.

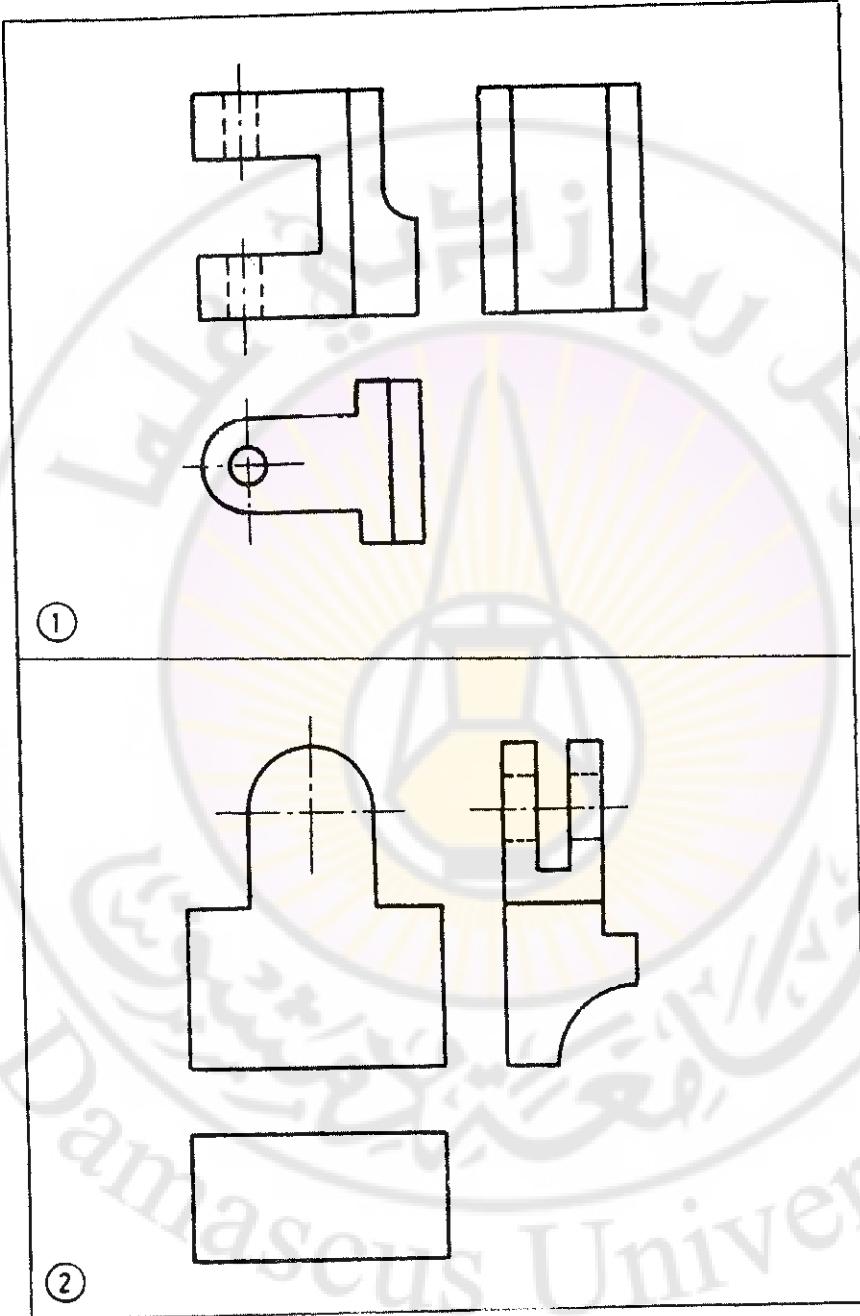
(1)

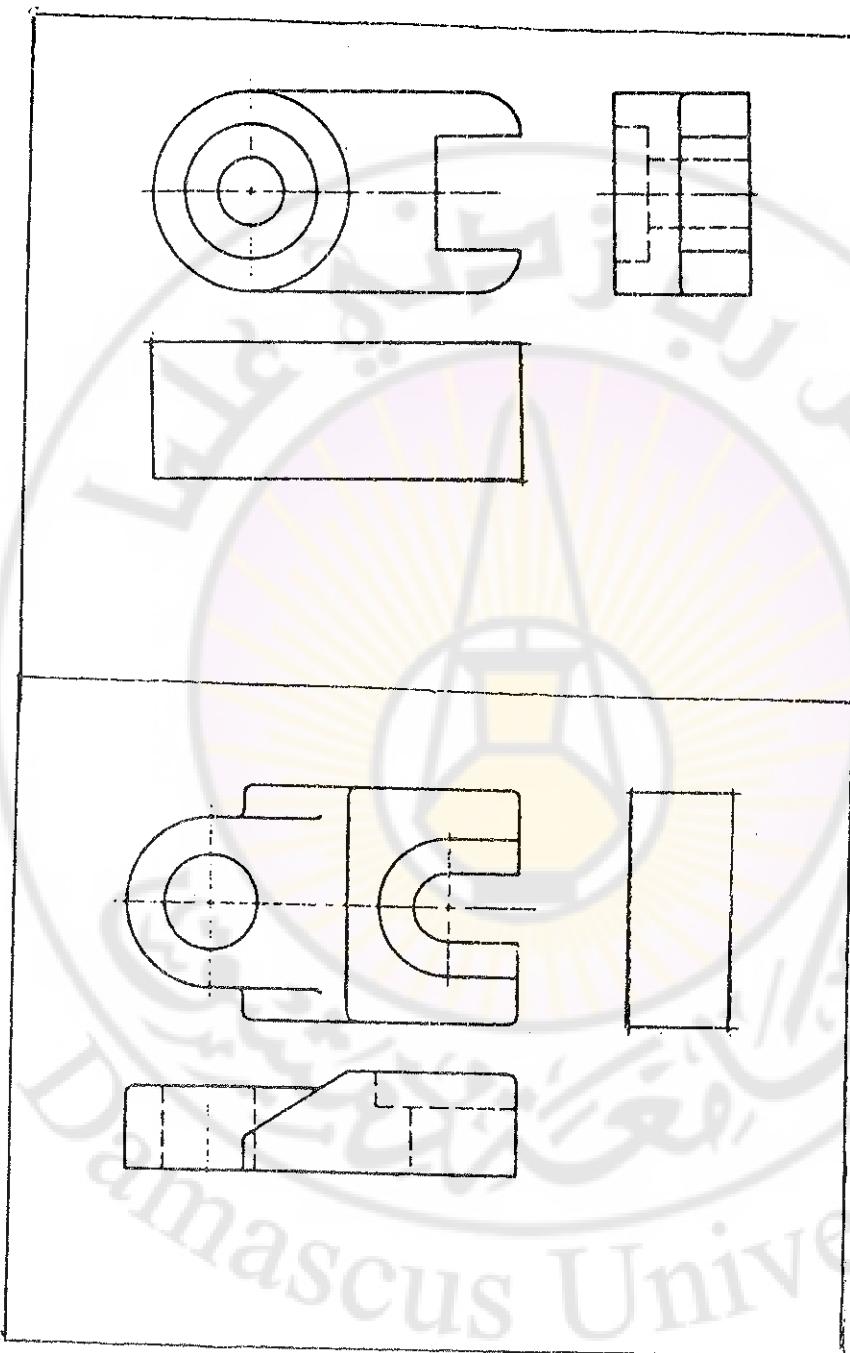


(2)

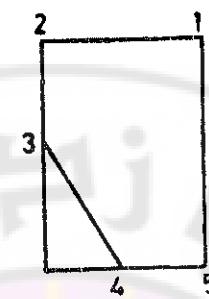
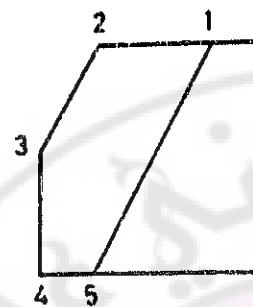


Missing-Line Sketching Problems.

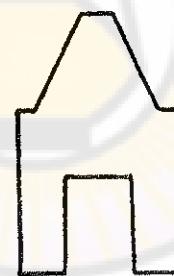




Missing-Line Sketching Problems.

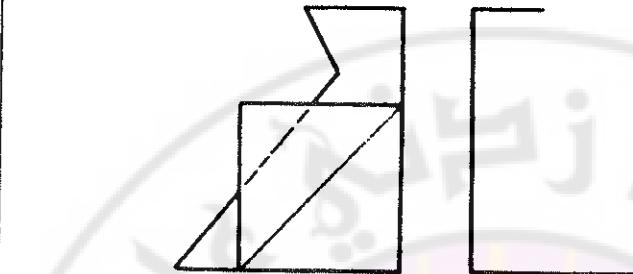


①

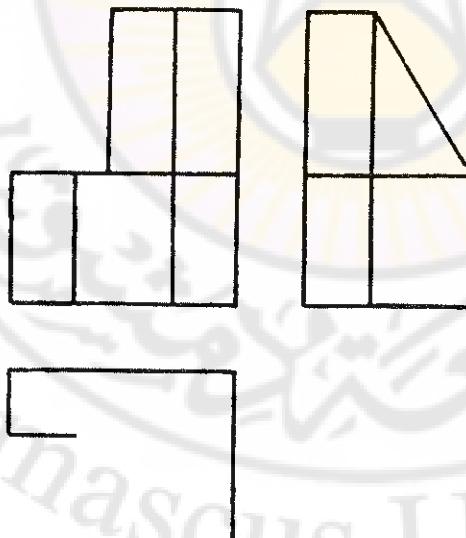
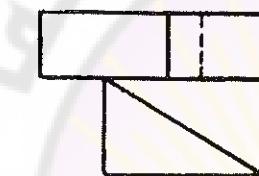


②

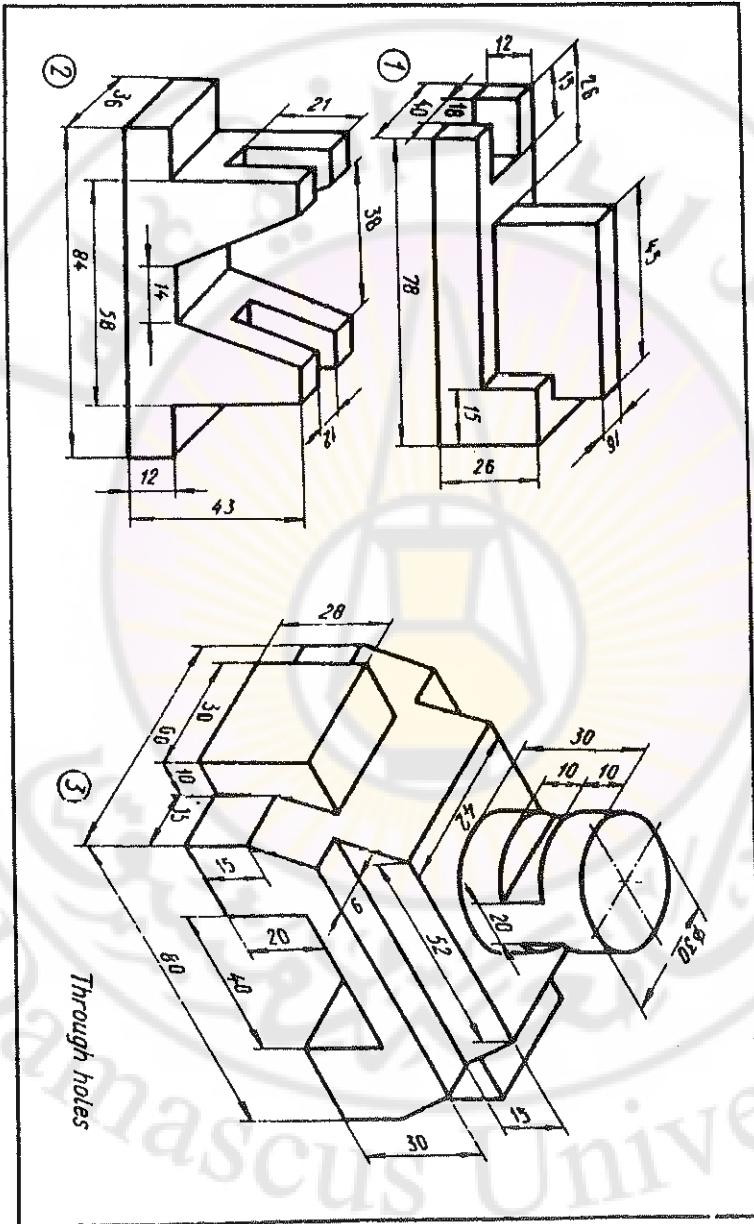
Missing-Line Sketching Problems.

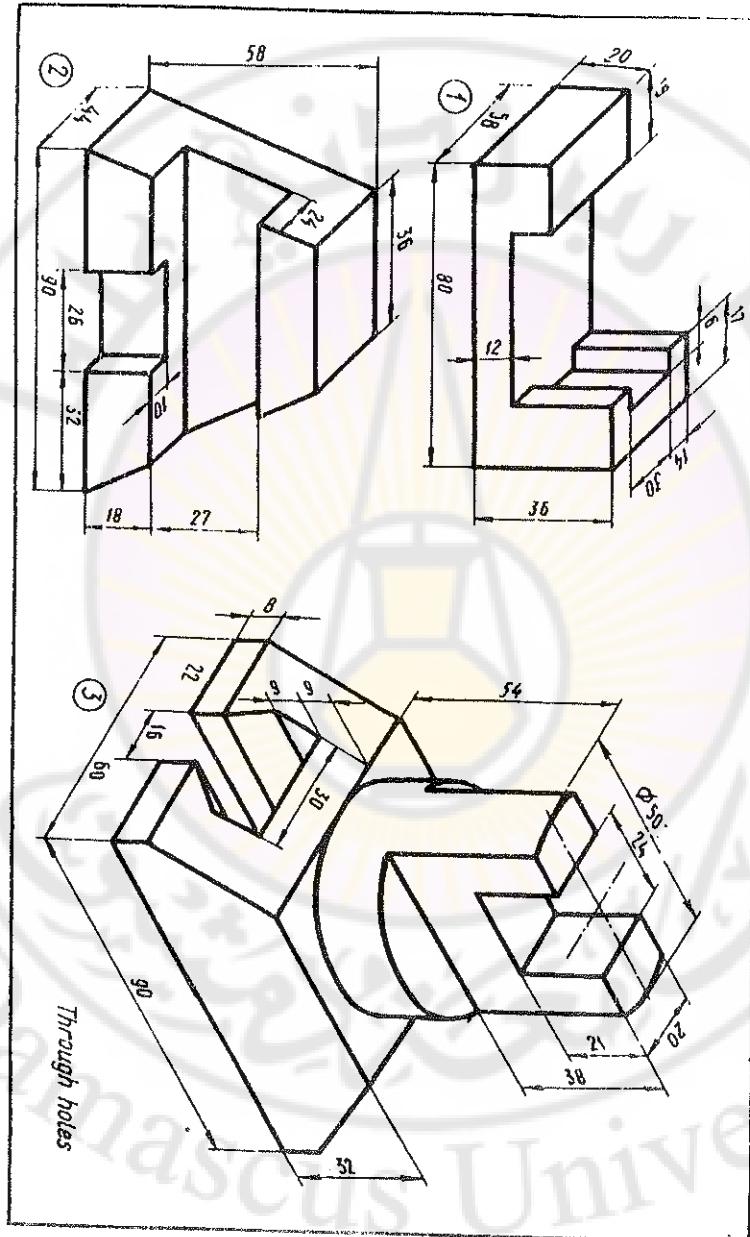


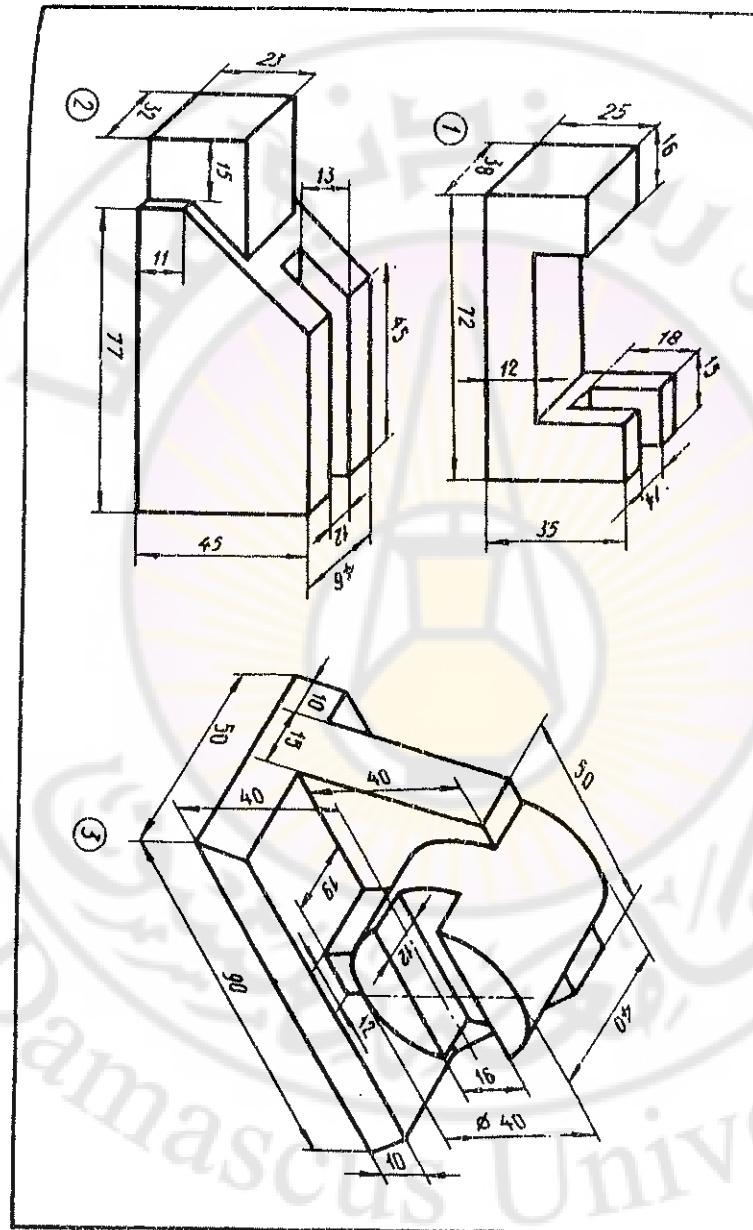
①

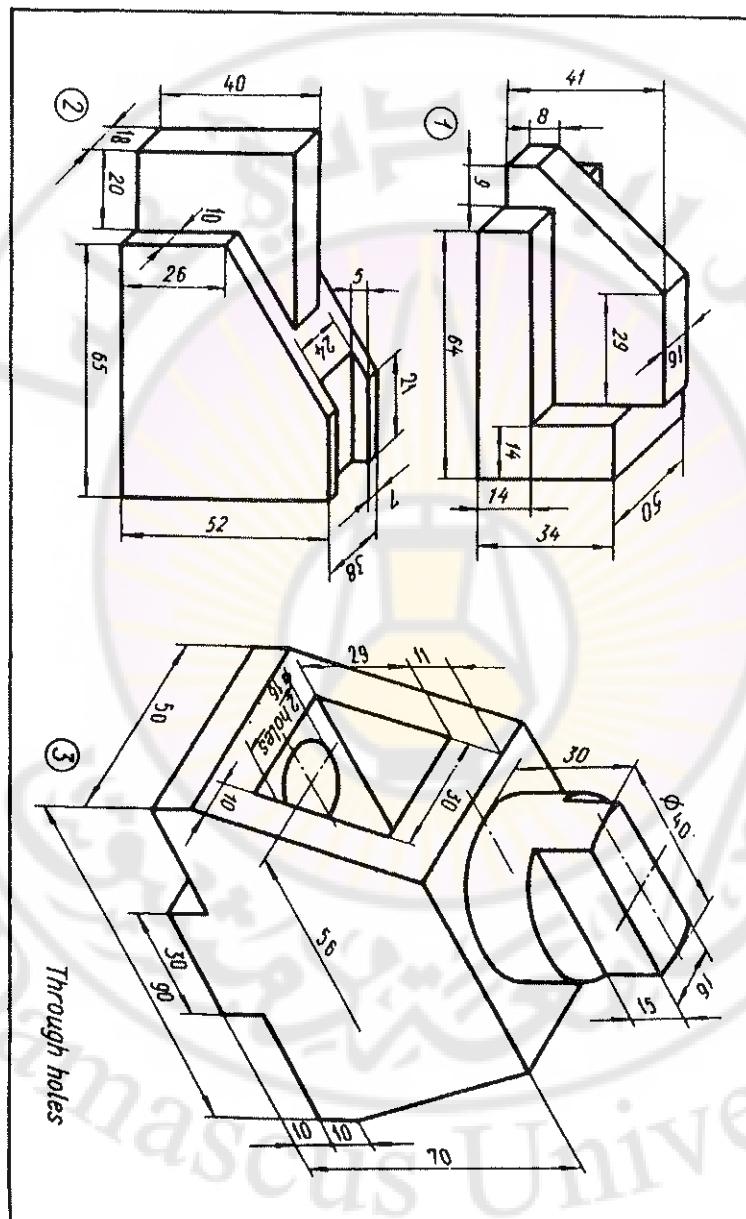


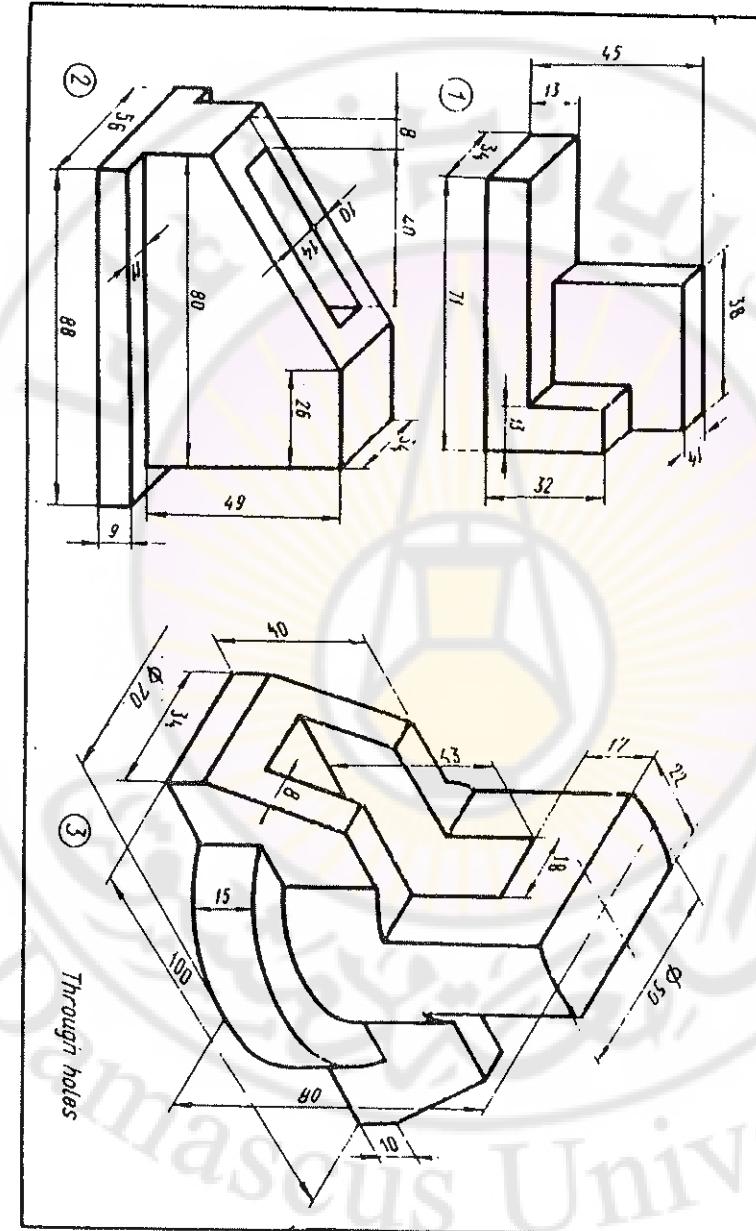
②

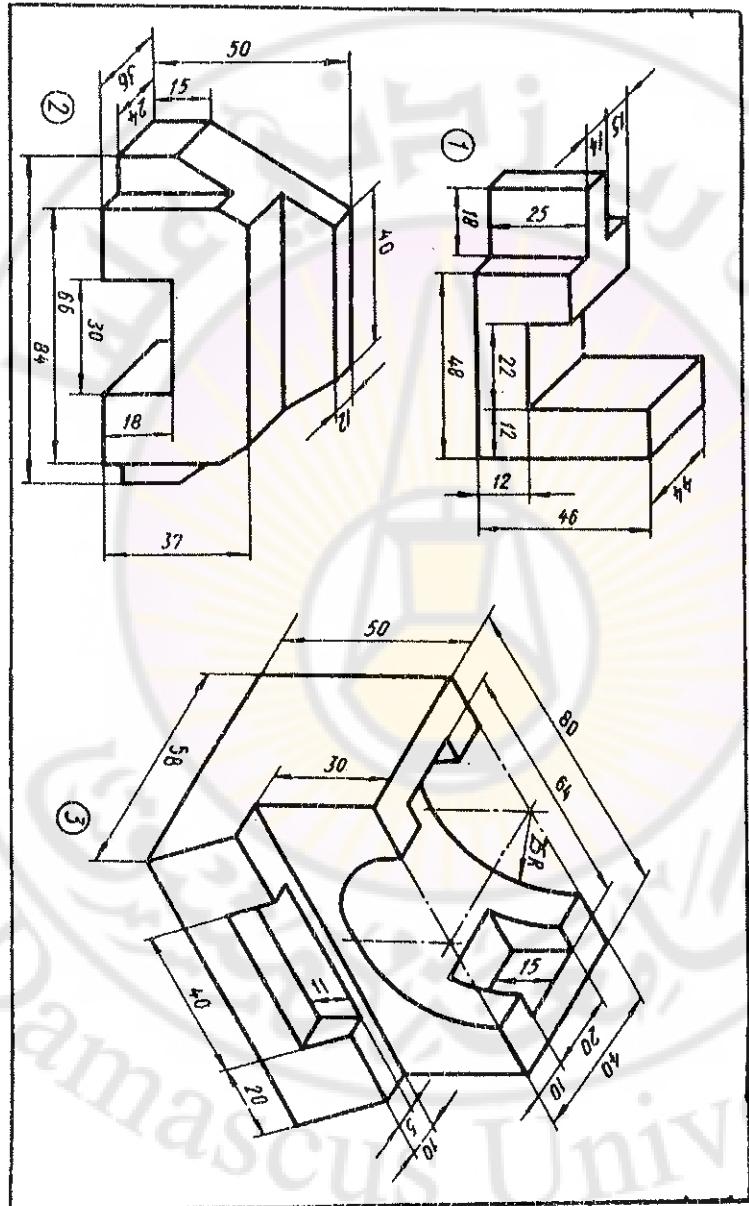


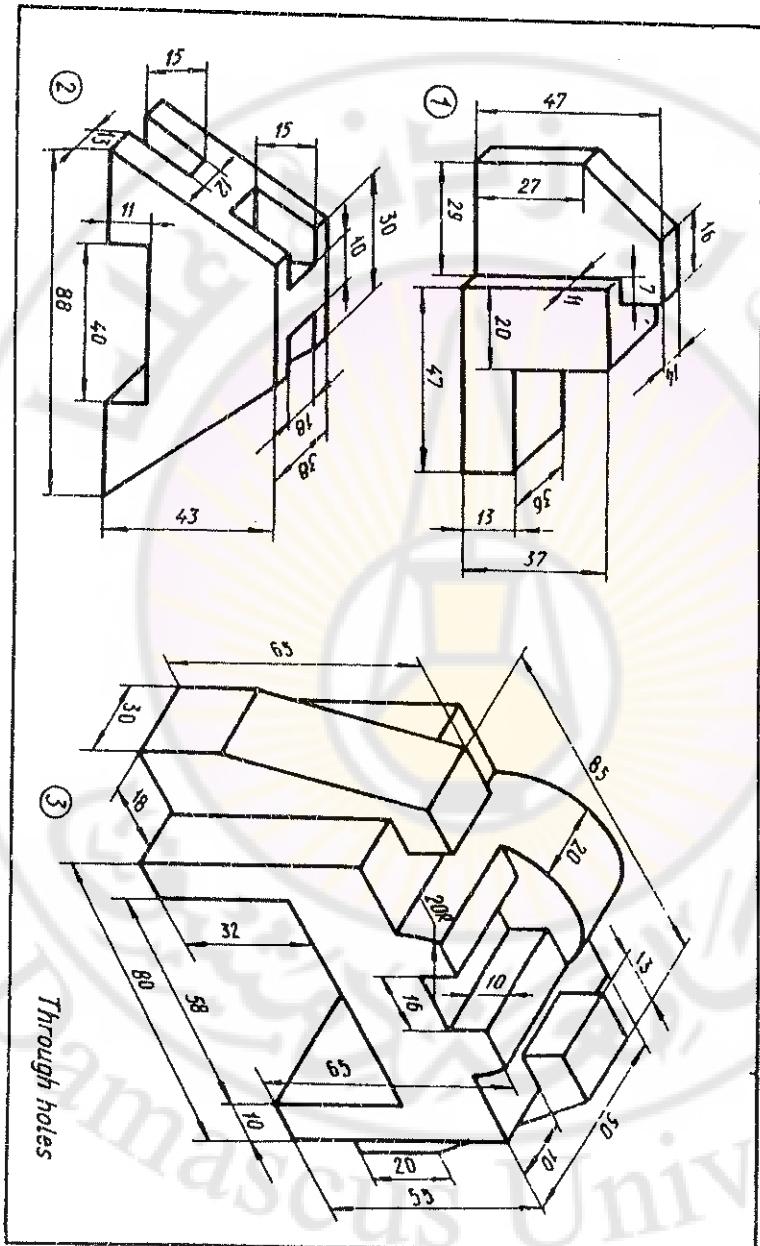


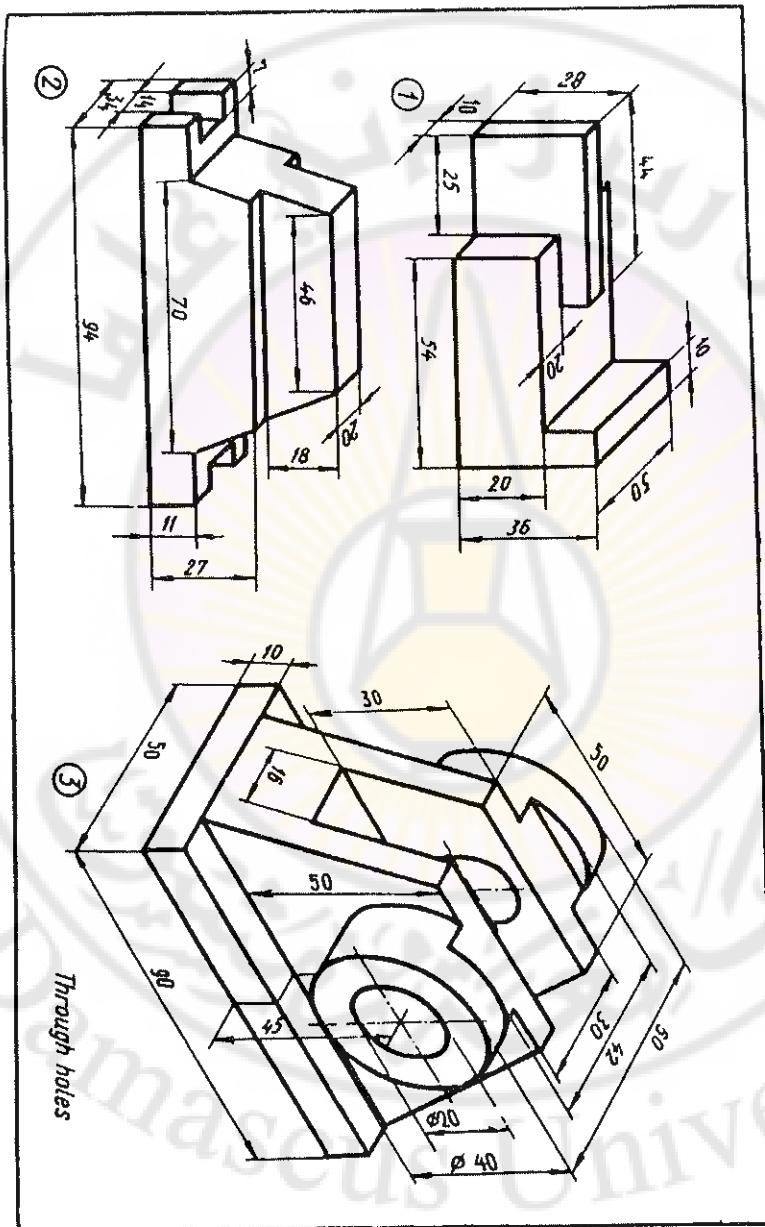


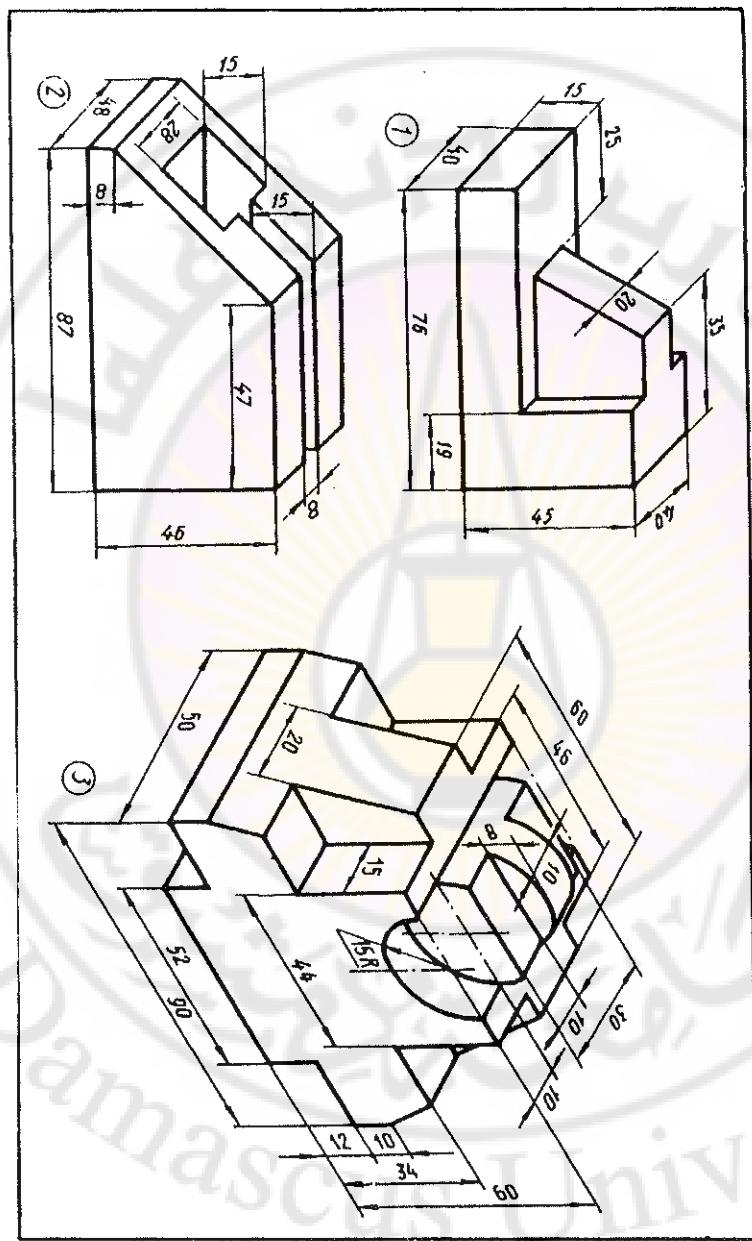


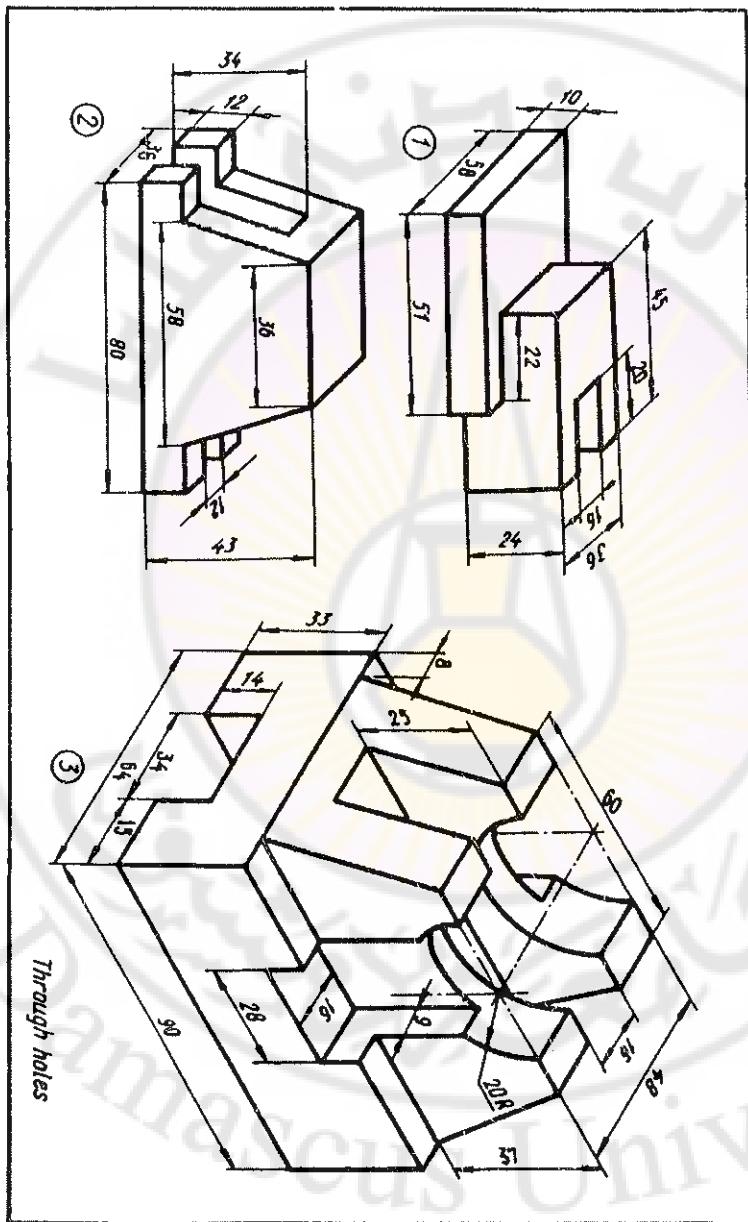


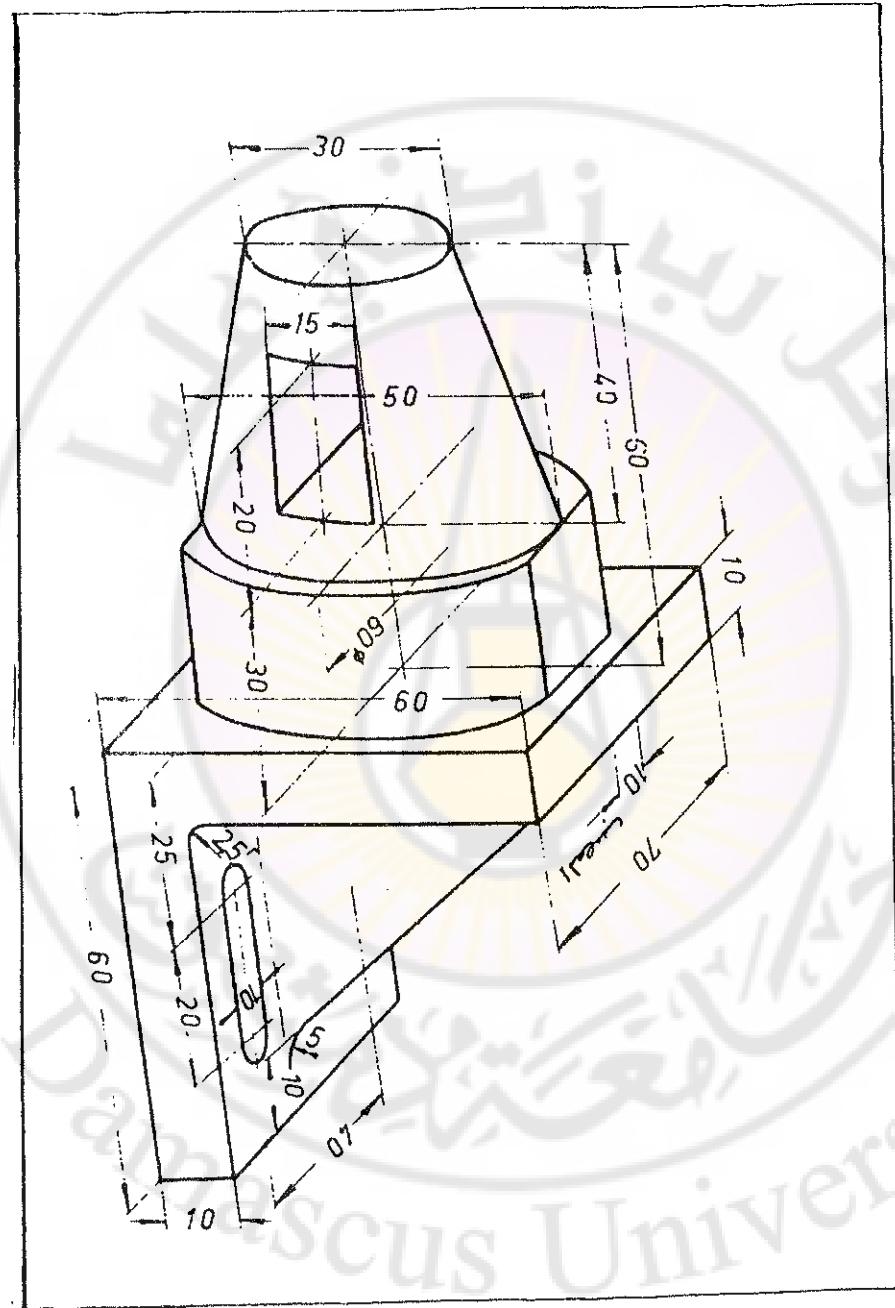


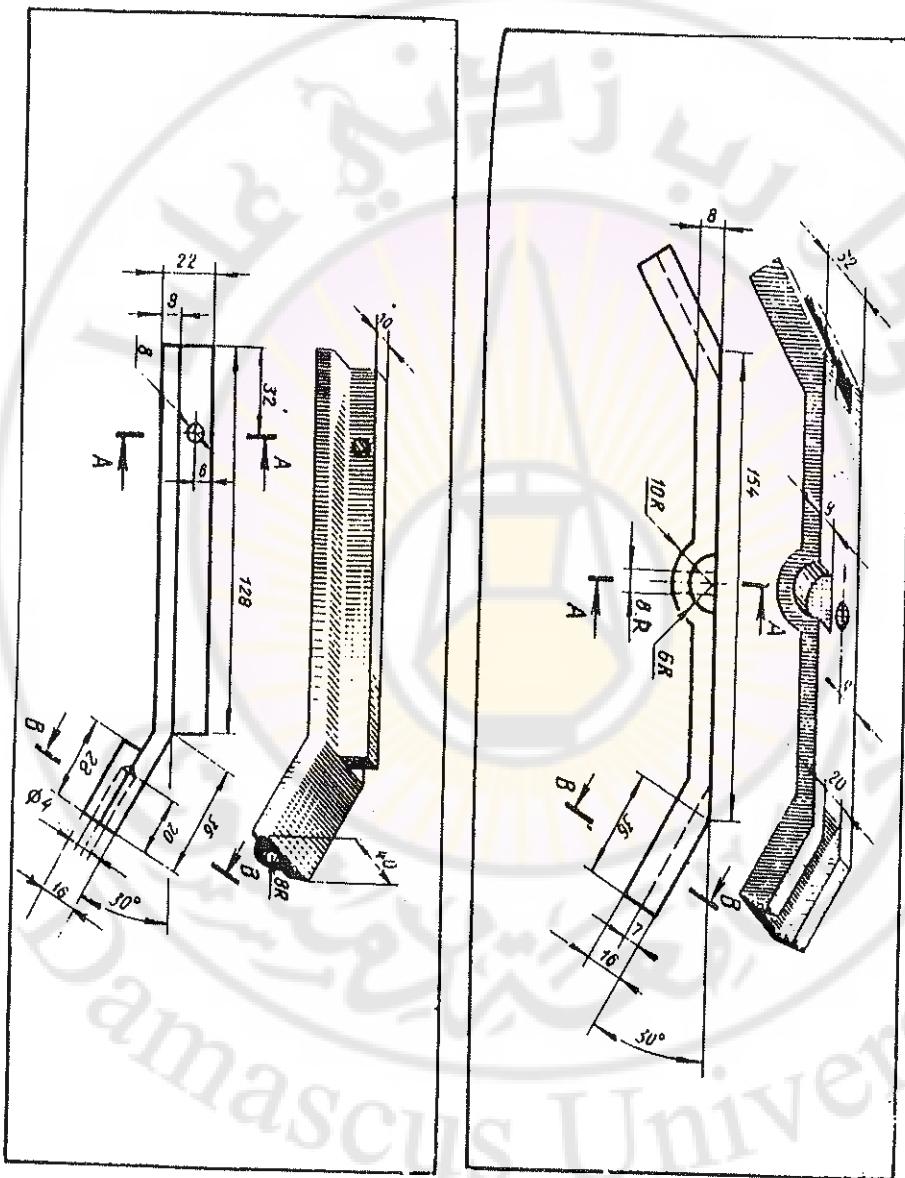


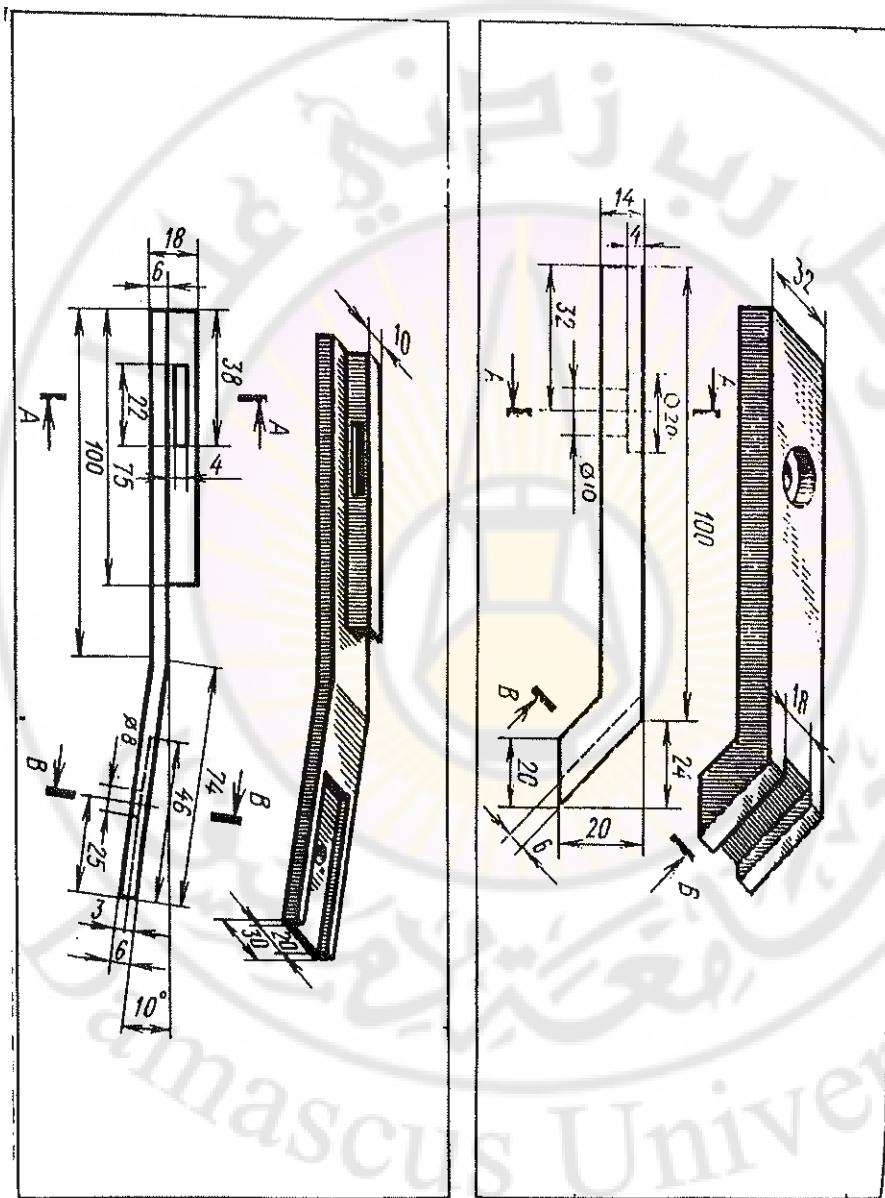


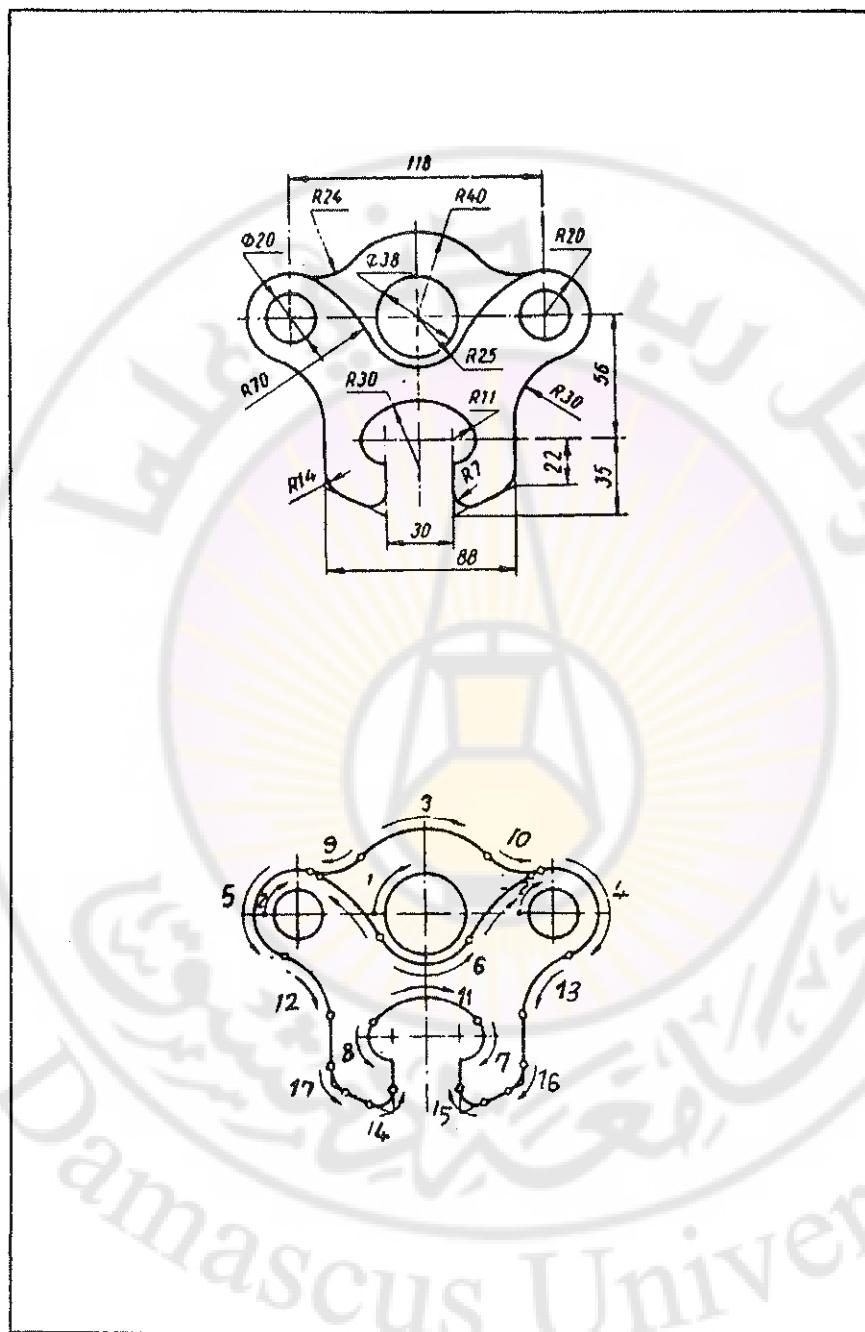


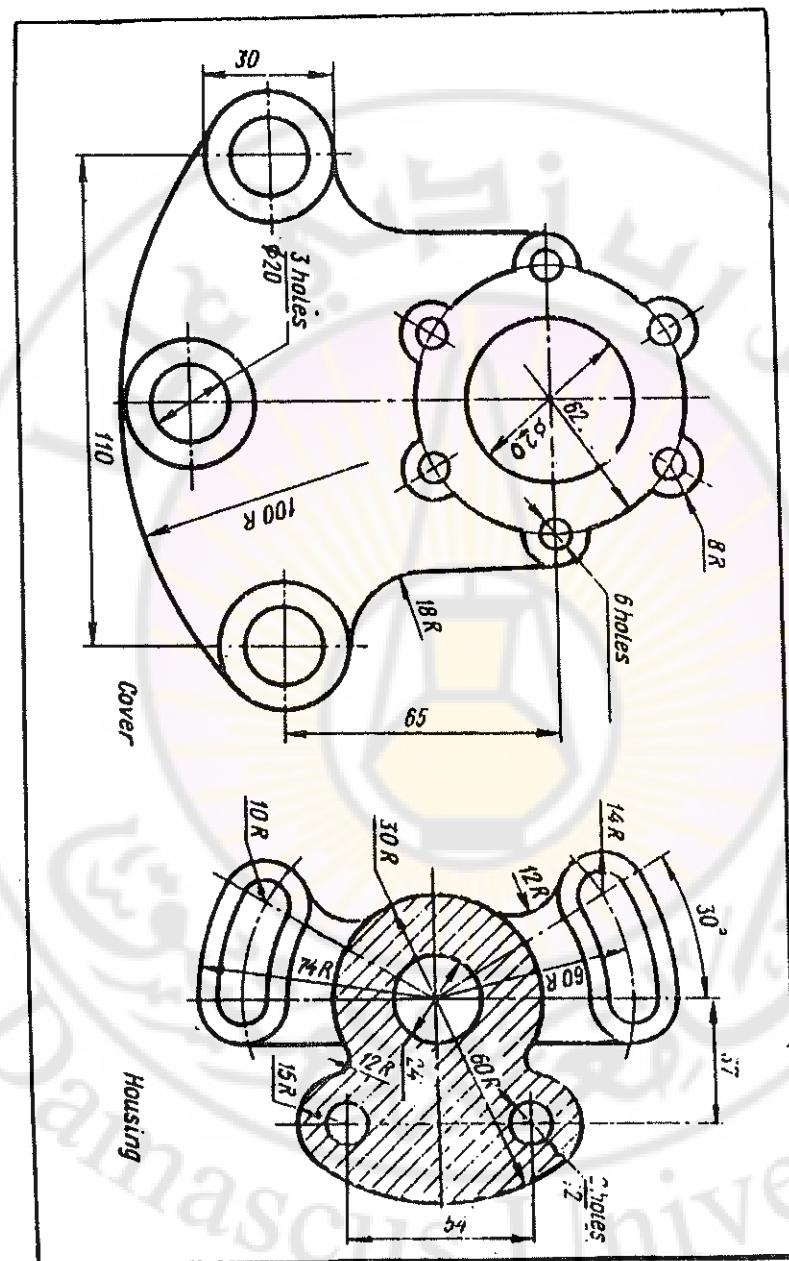


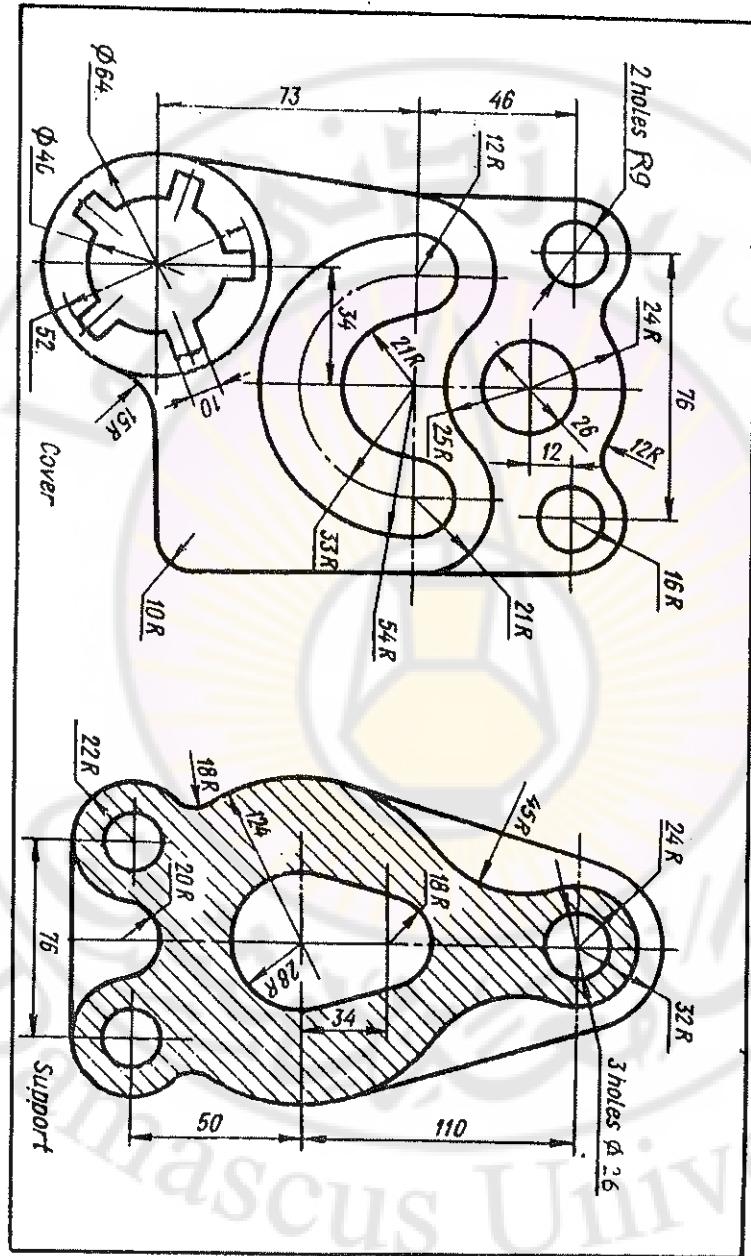


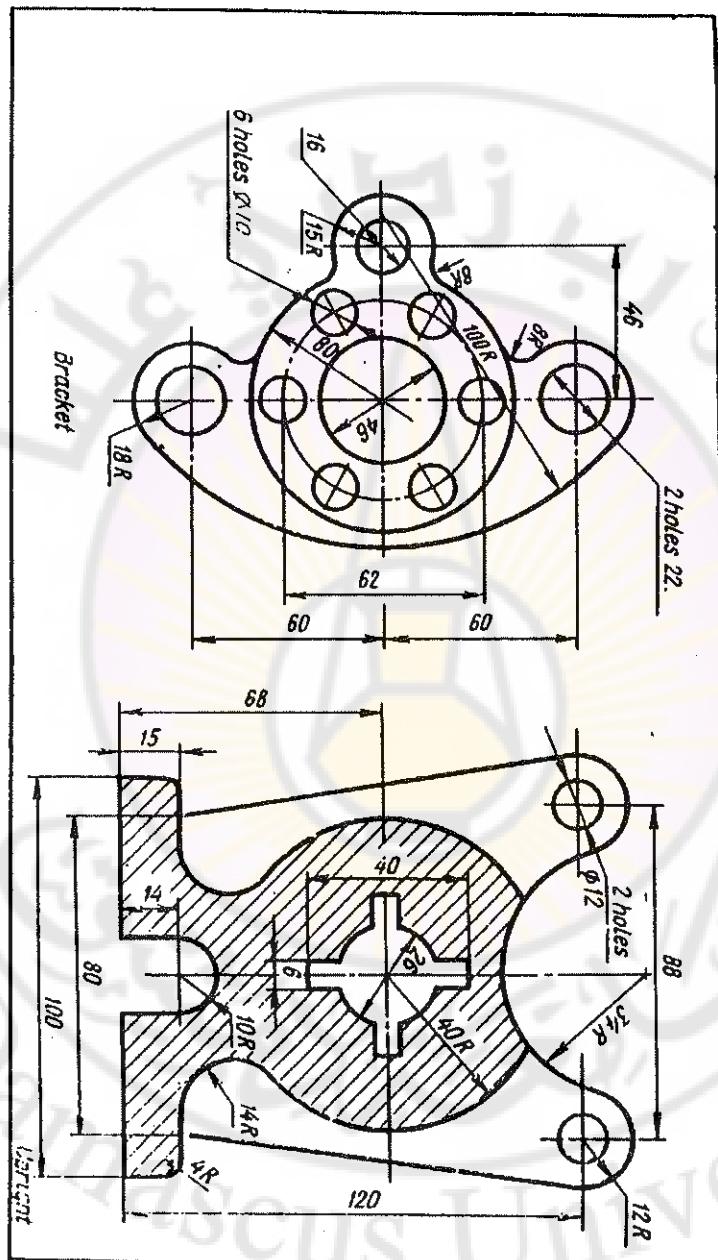


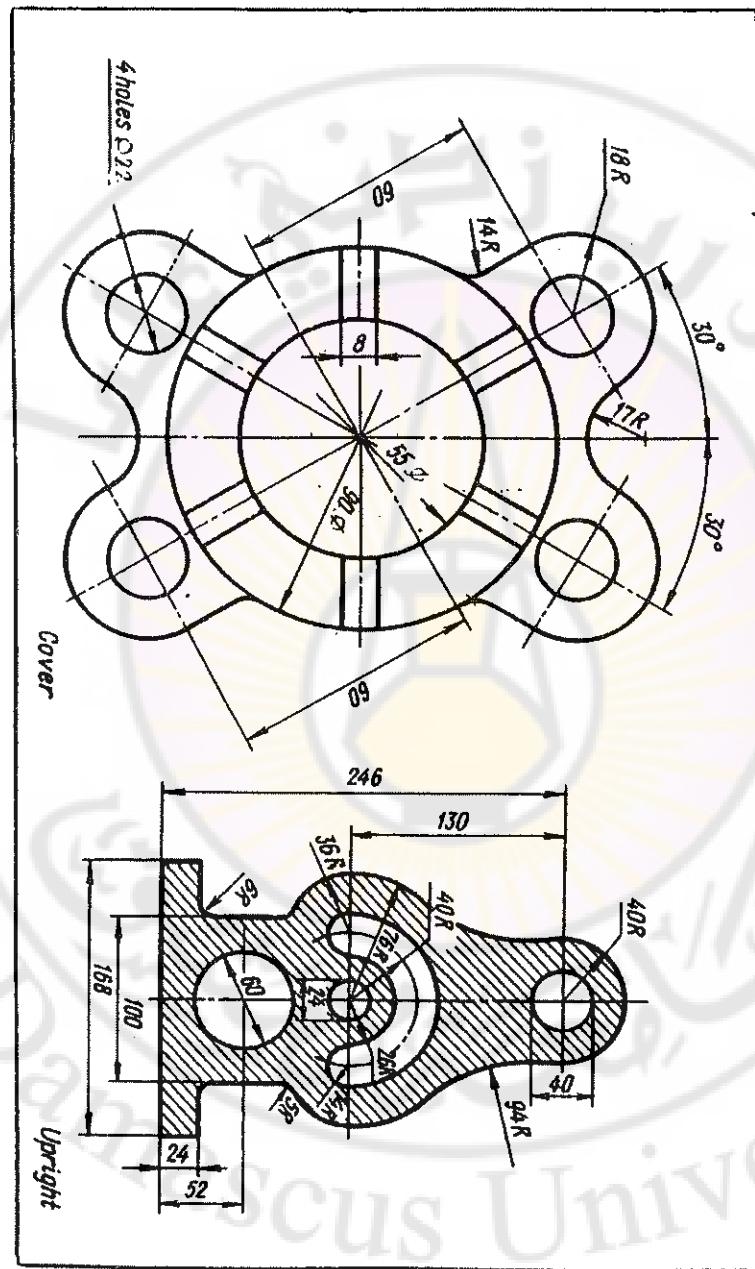




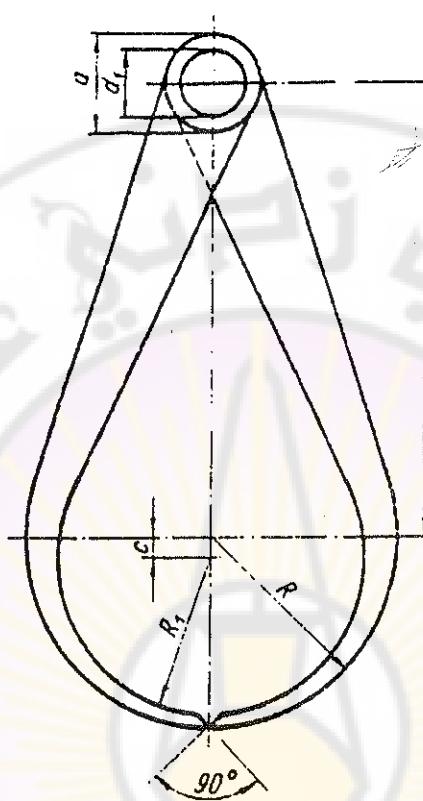




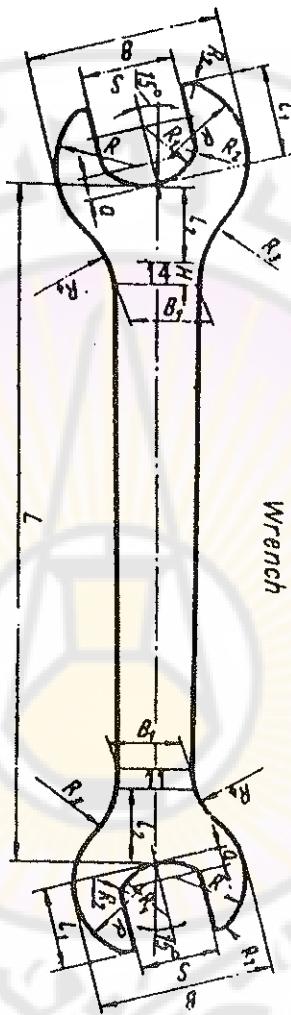




Caliper



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



Wrench

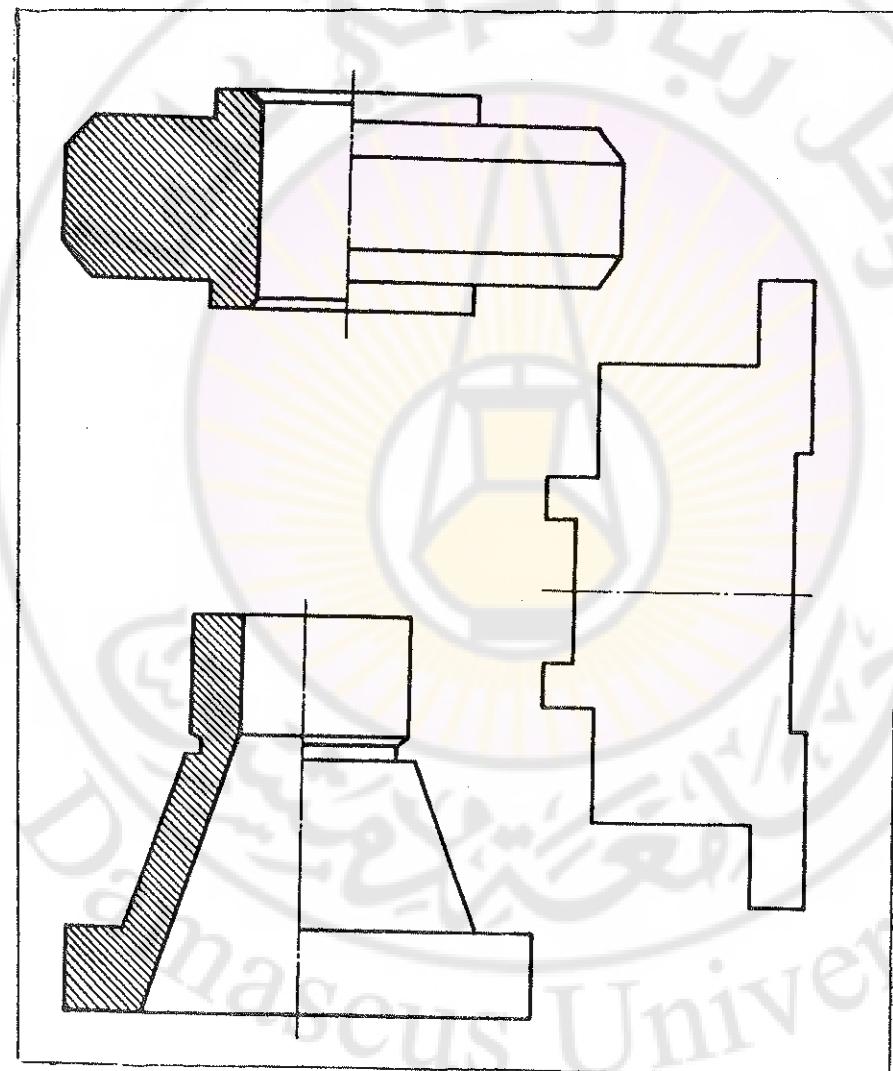
Exercise 10. Dimensions in mm

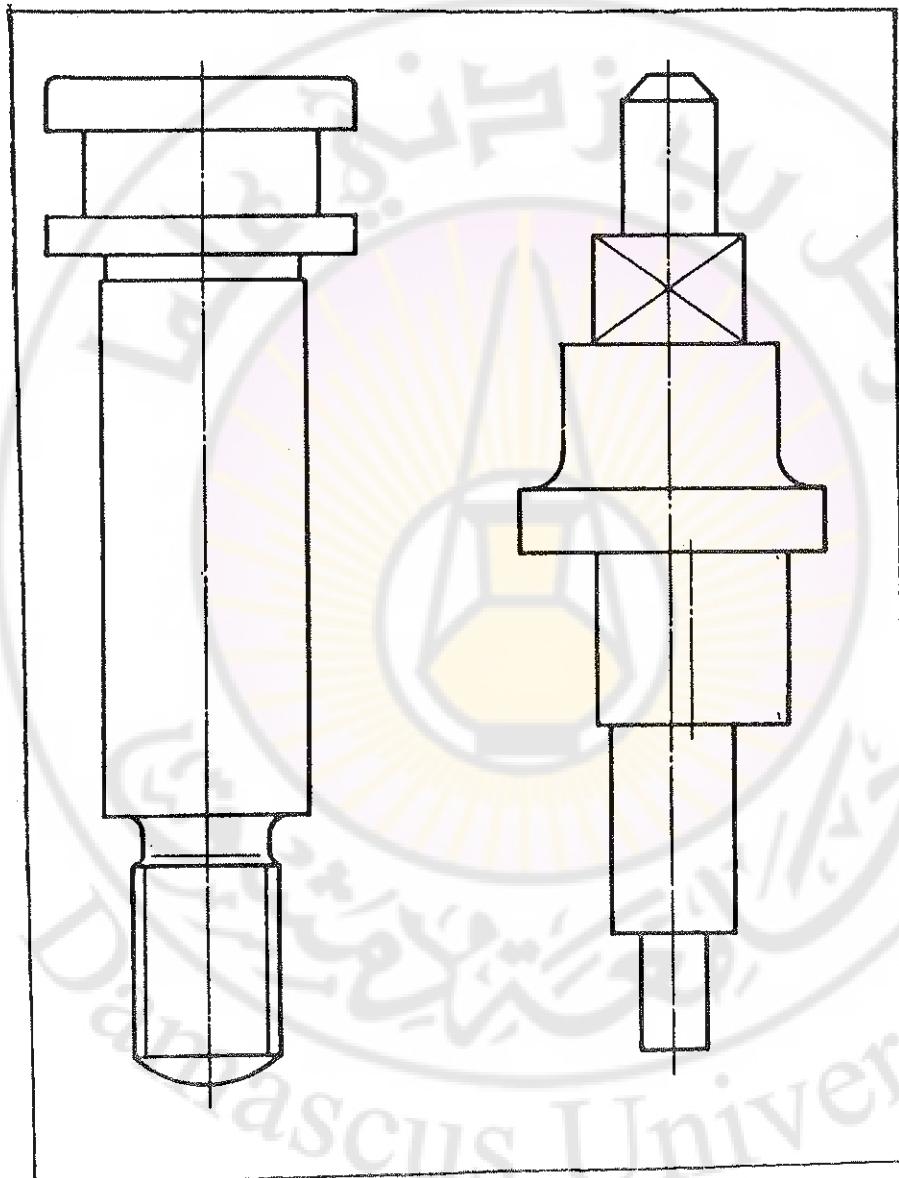
Exercise No.	Size of jaw	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>B</i> ₁	<i>l</i> ₁	<i>a</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ₁	<i>R</i> ₂	<i>R</i> ₃	<i>R</i> ₄	<i>l</i> ₂	<i>H</i>
1	17-19	135	35-40	16-18	17-19	4-4	16-18	13-14	1-1	16-22	16-18	20	5
2	17-22	150	35-46	16-20	17-21	4-4	16-20	13-15	1-1	16-35	16-20	20	5
3	22-24	170	46-50	20-22	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

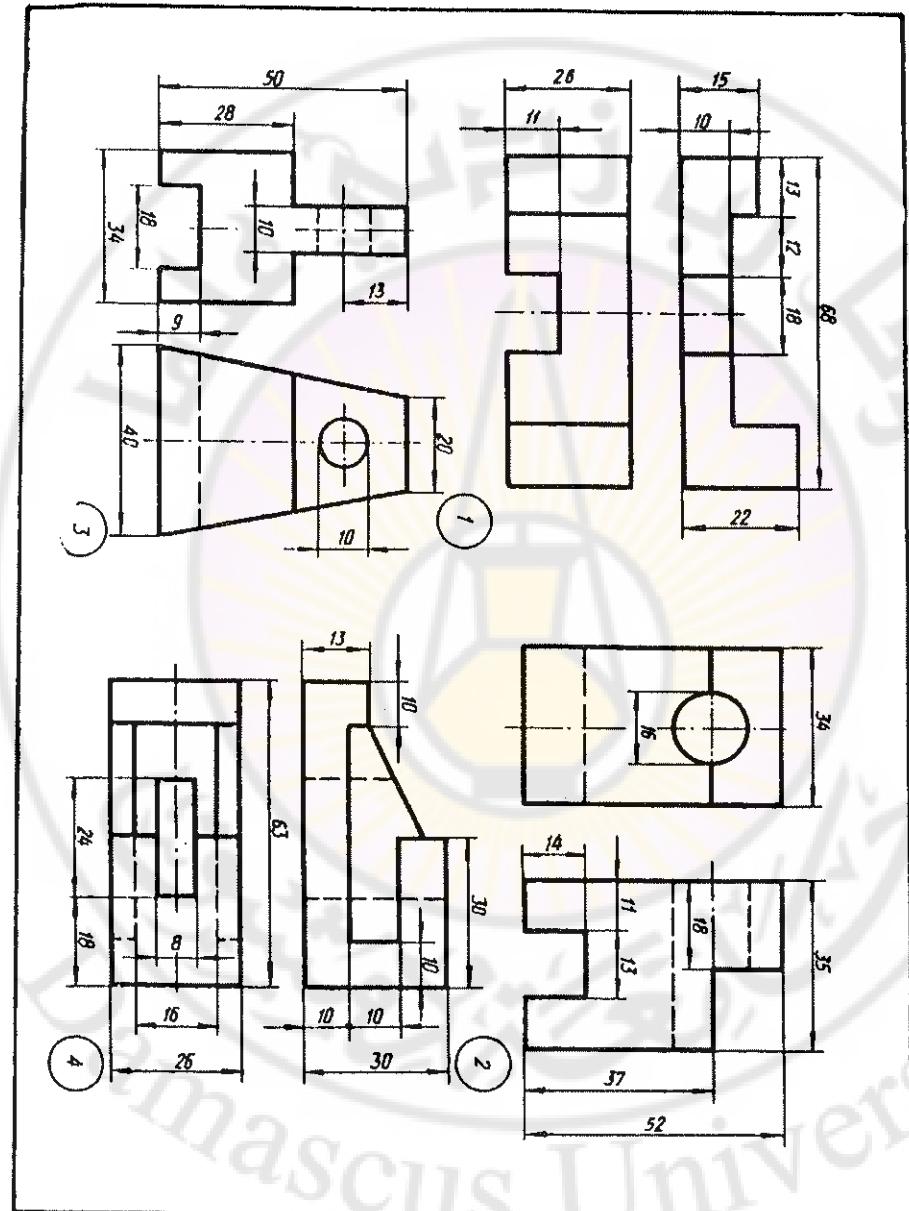
قارين

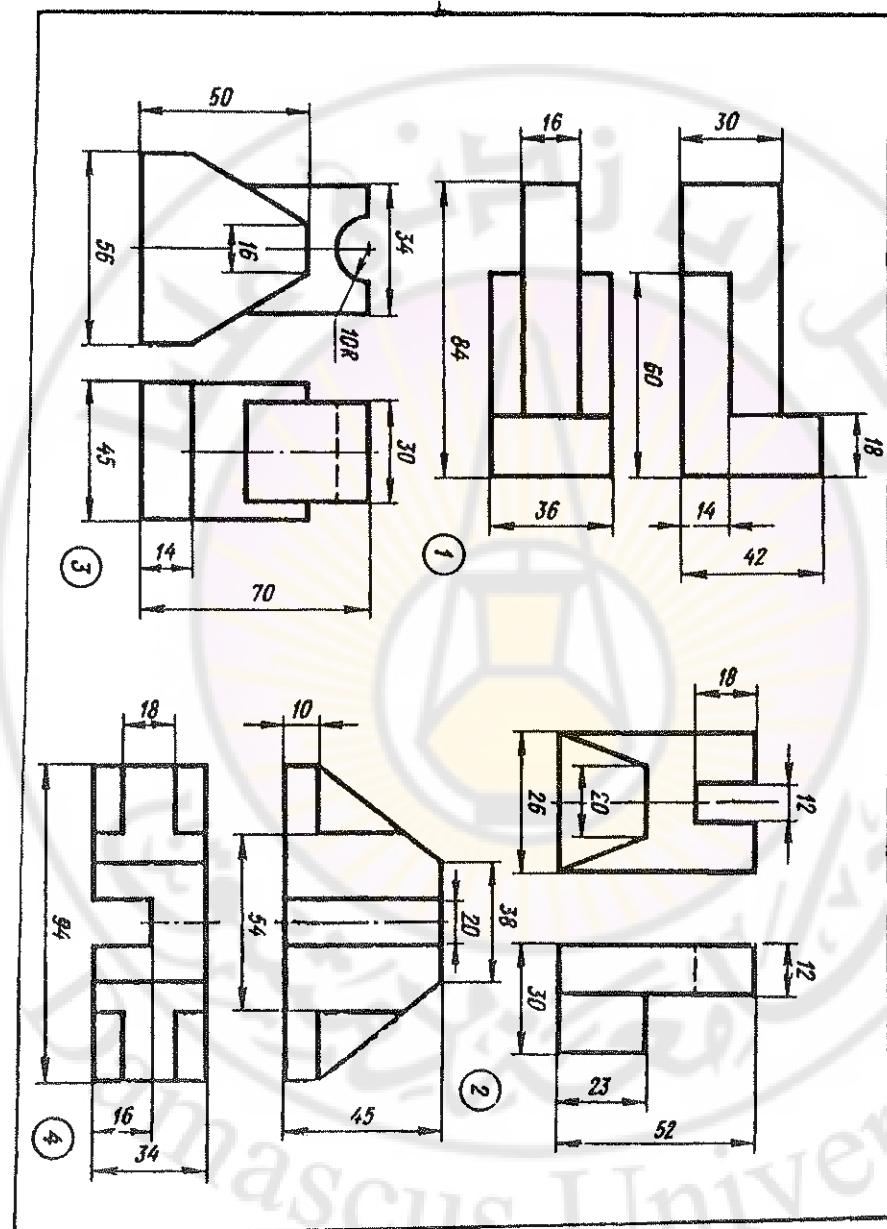
وضع الأبعاد

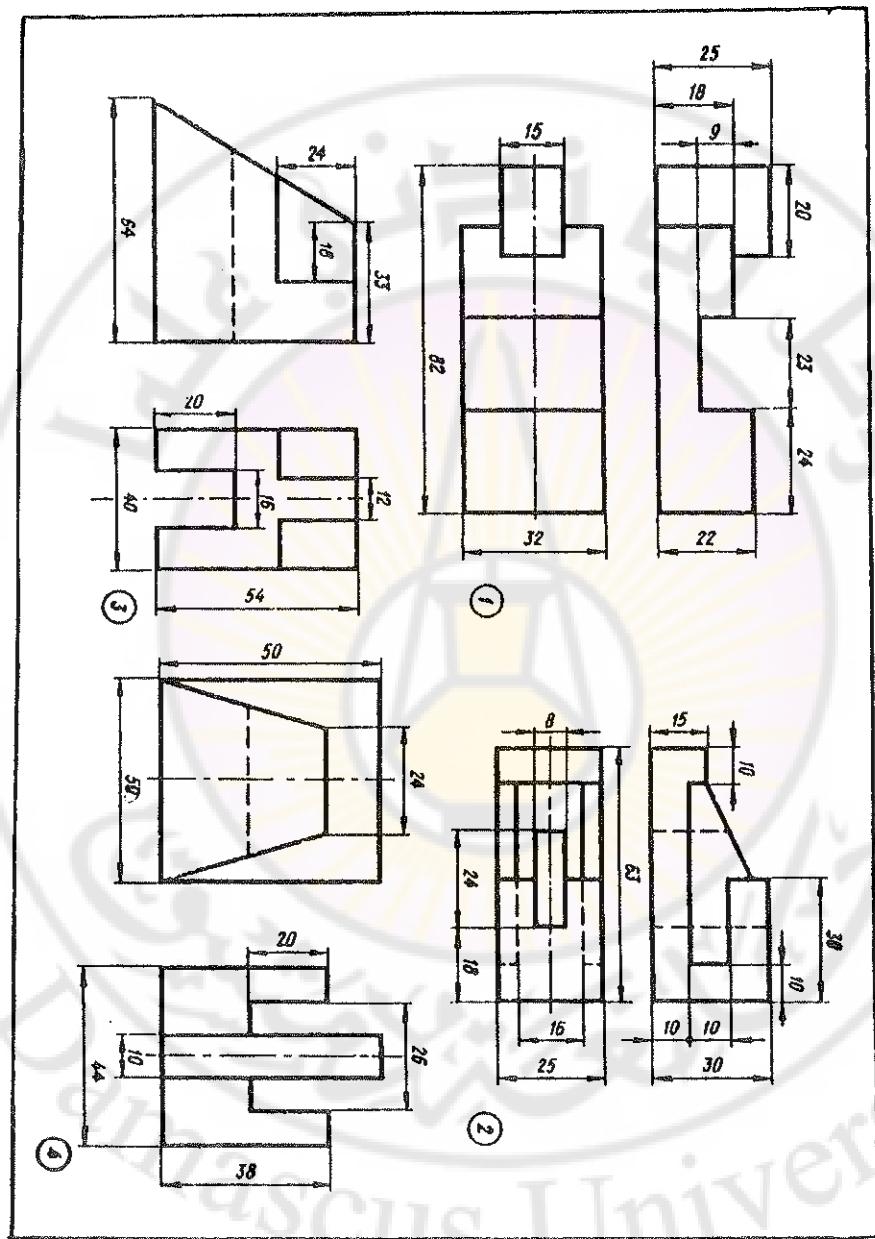
استنتاج المسقط الثالث

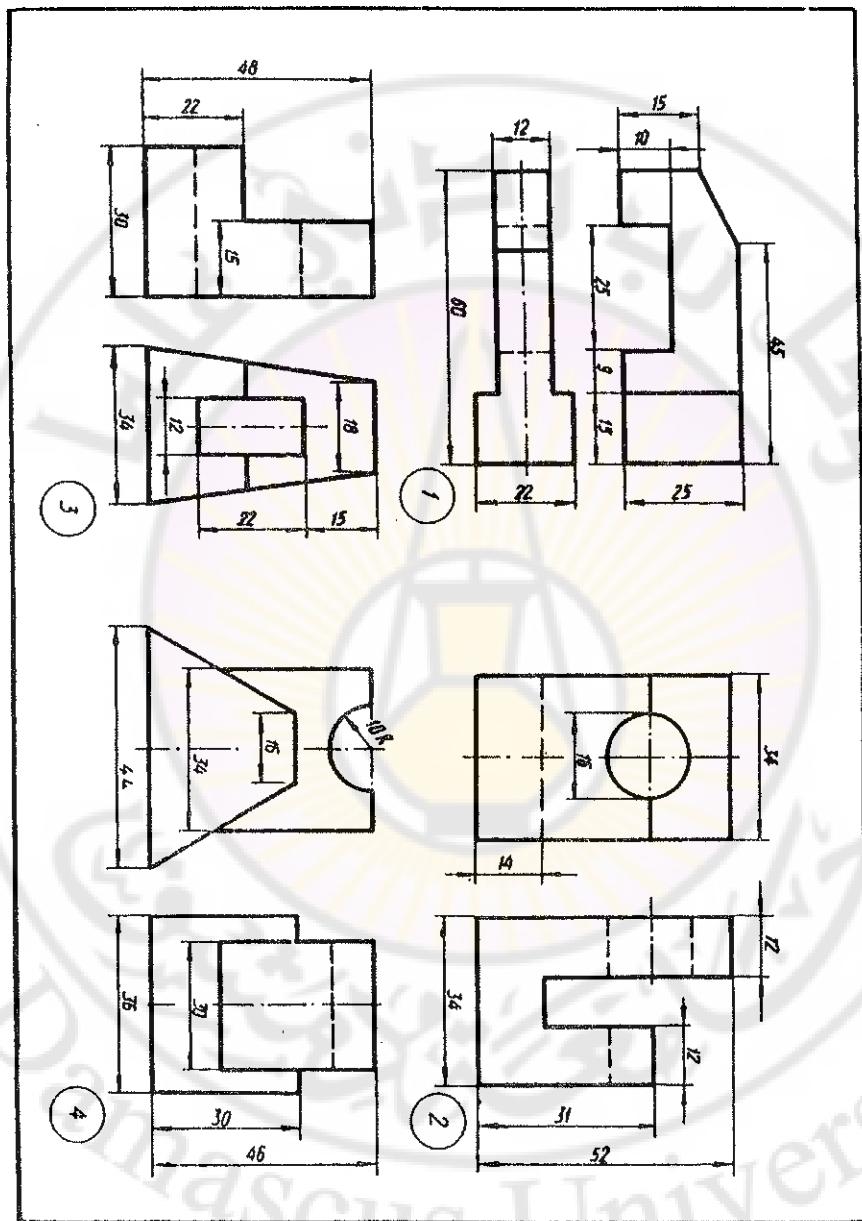


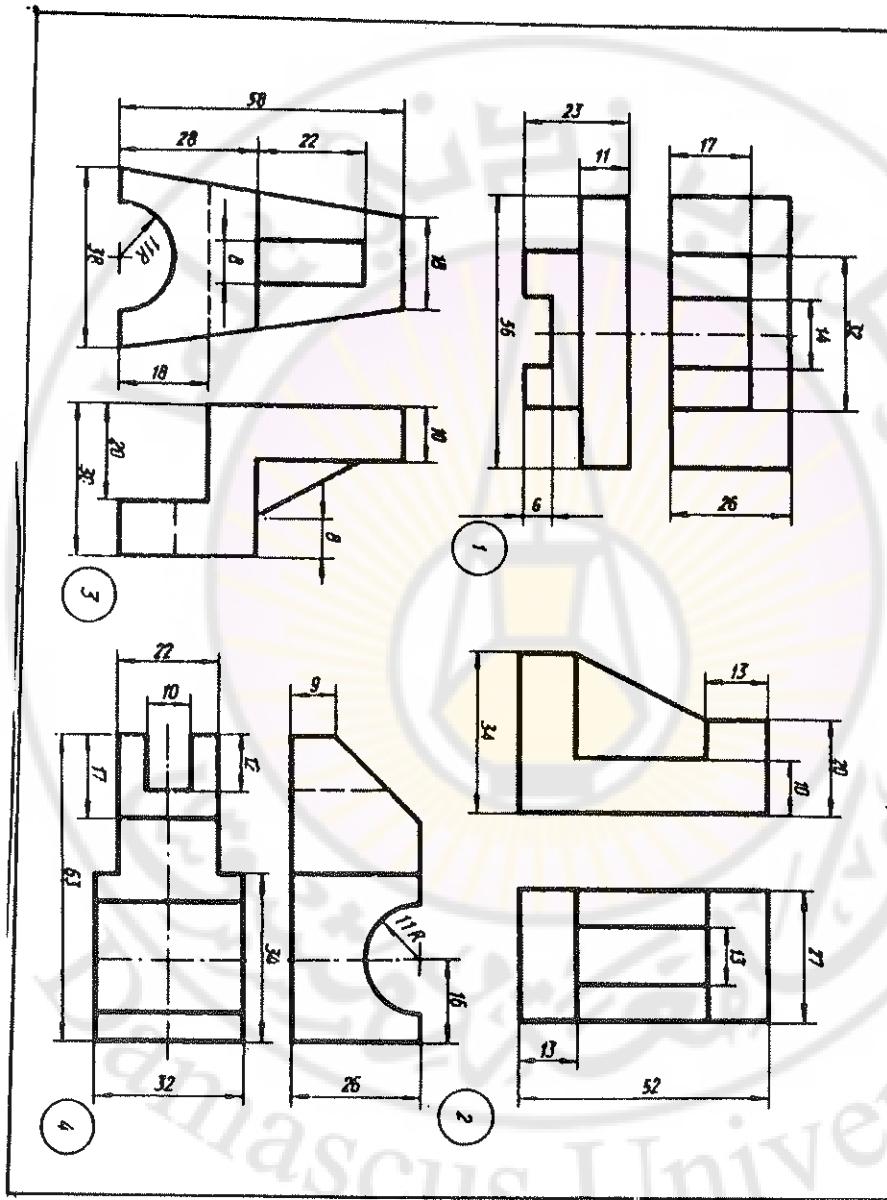


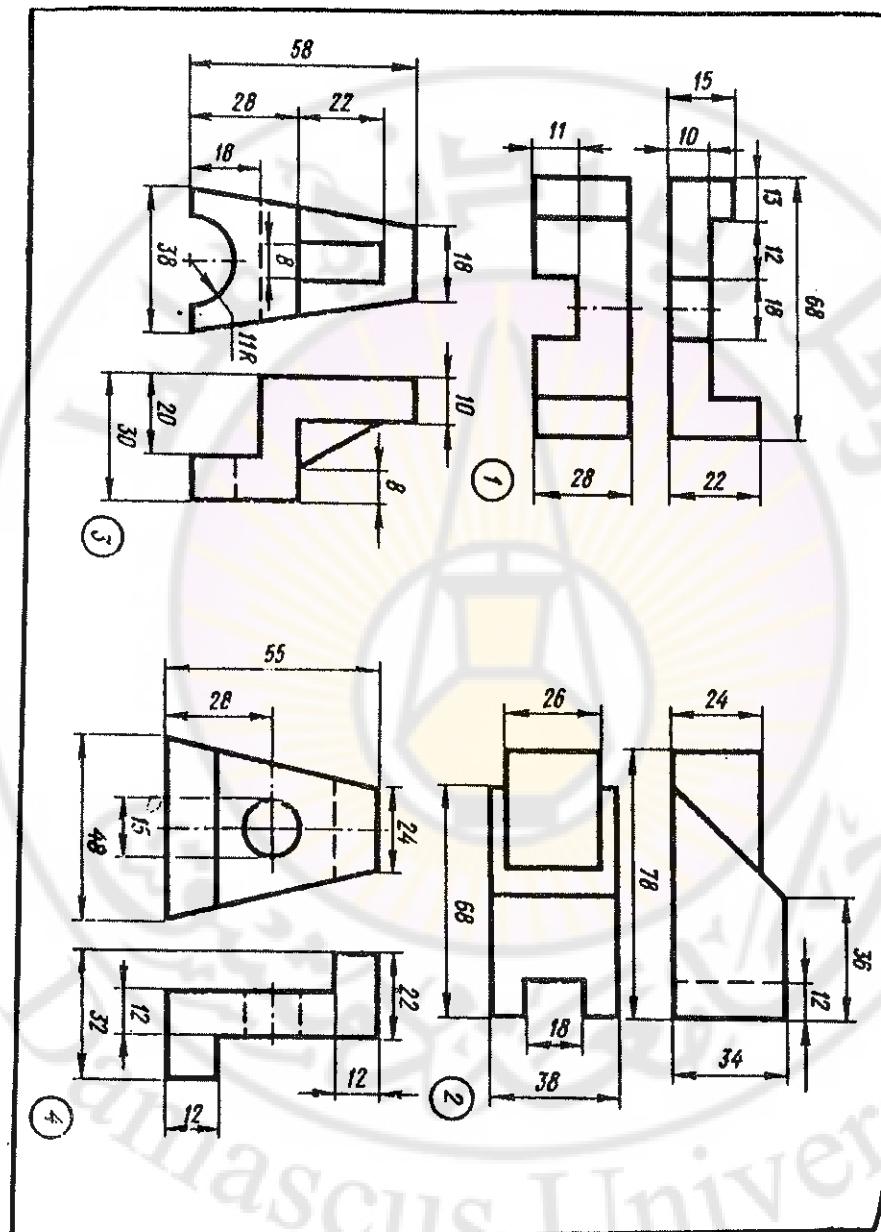


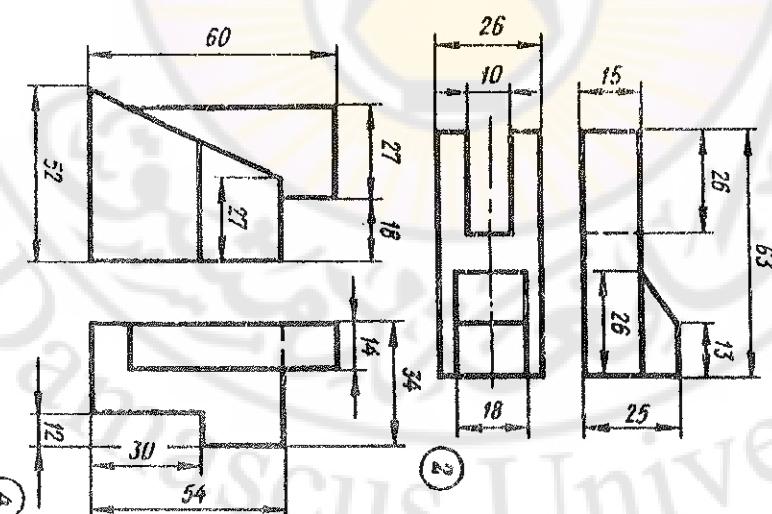
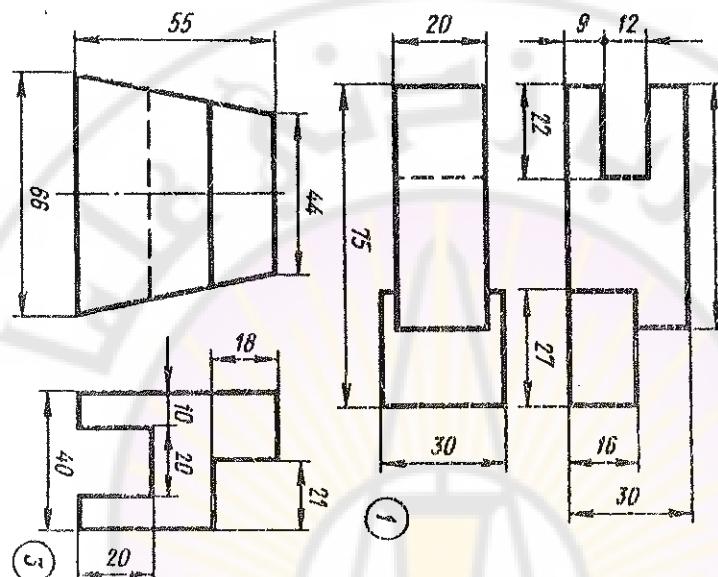


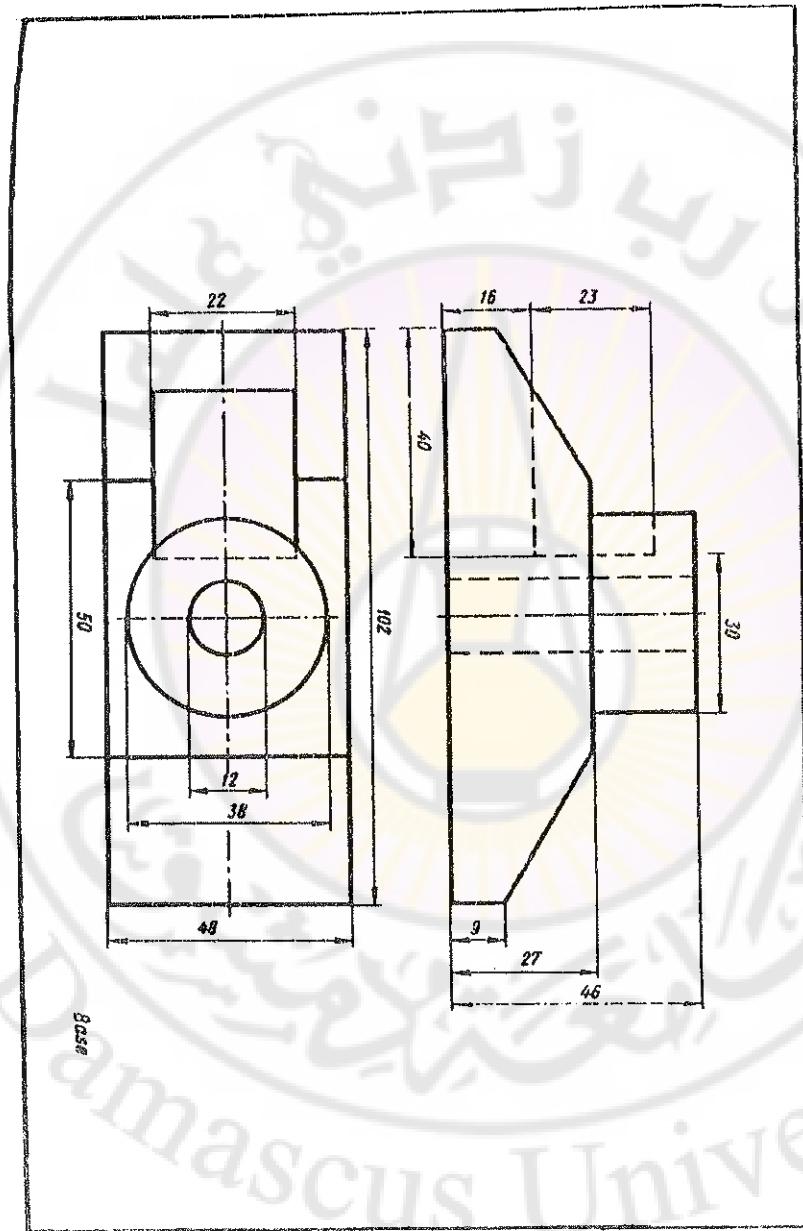


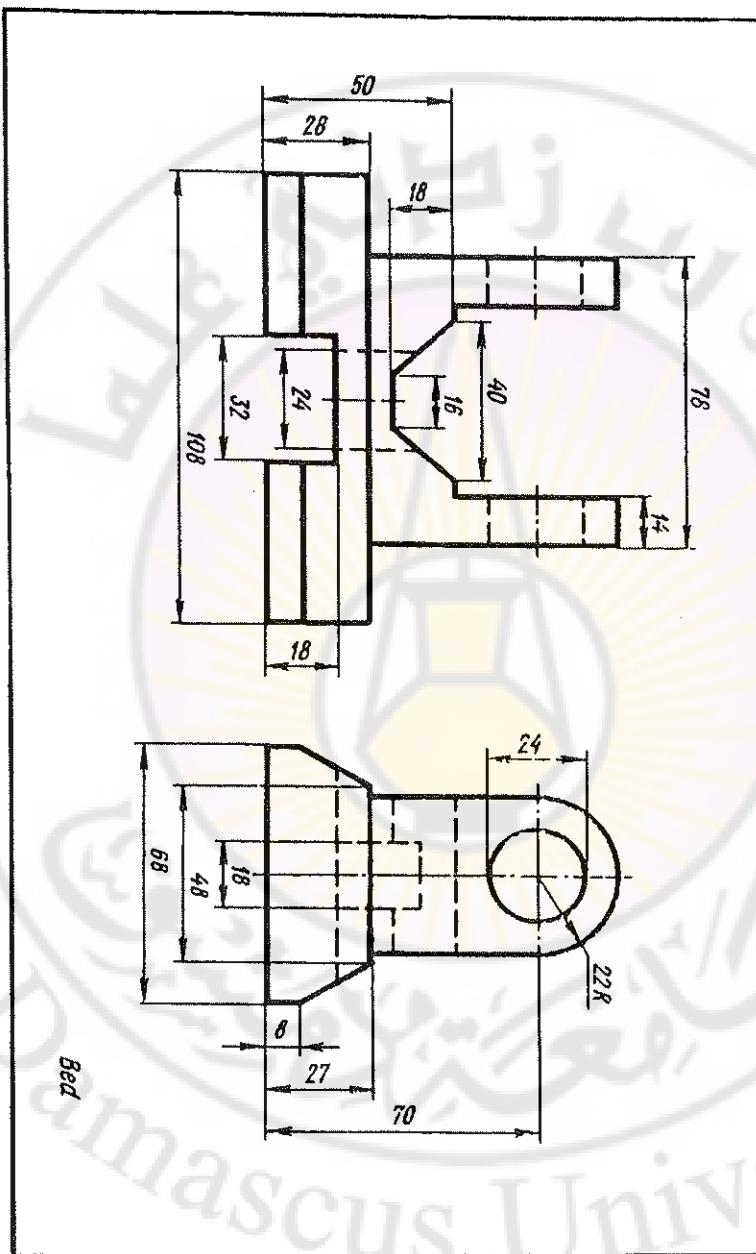


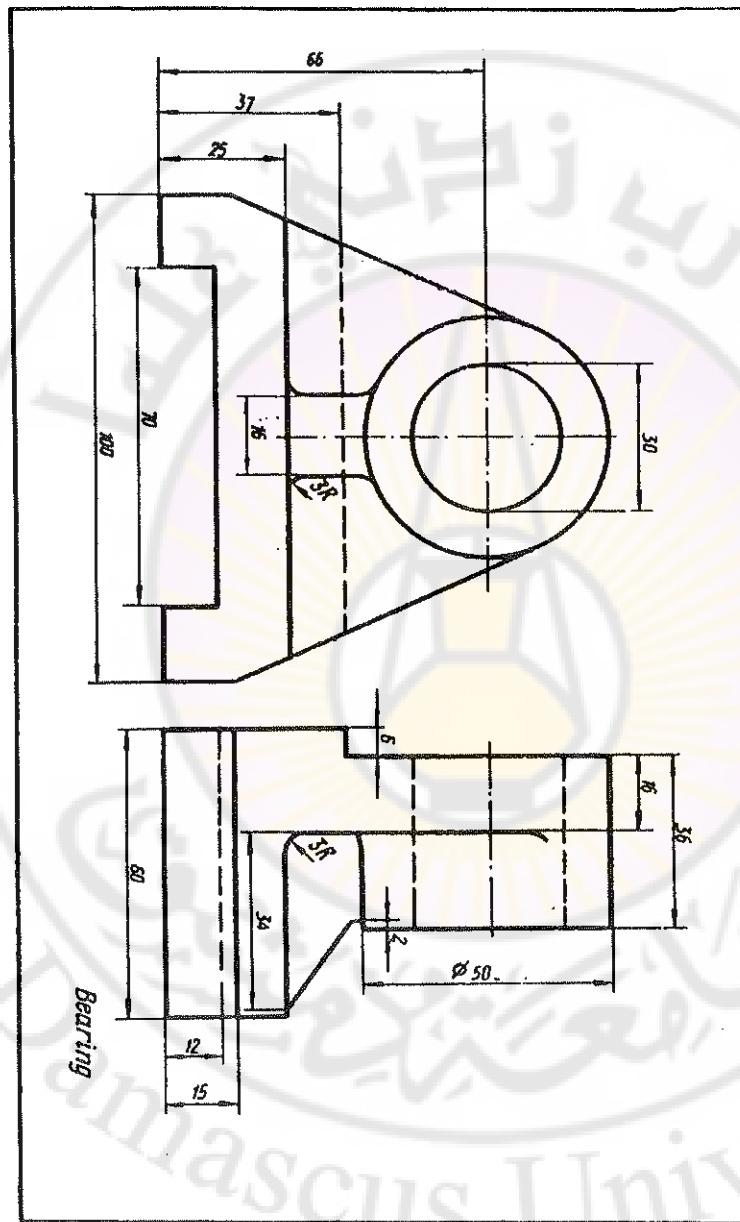


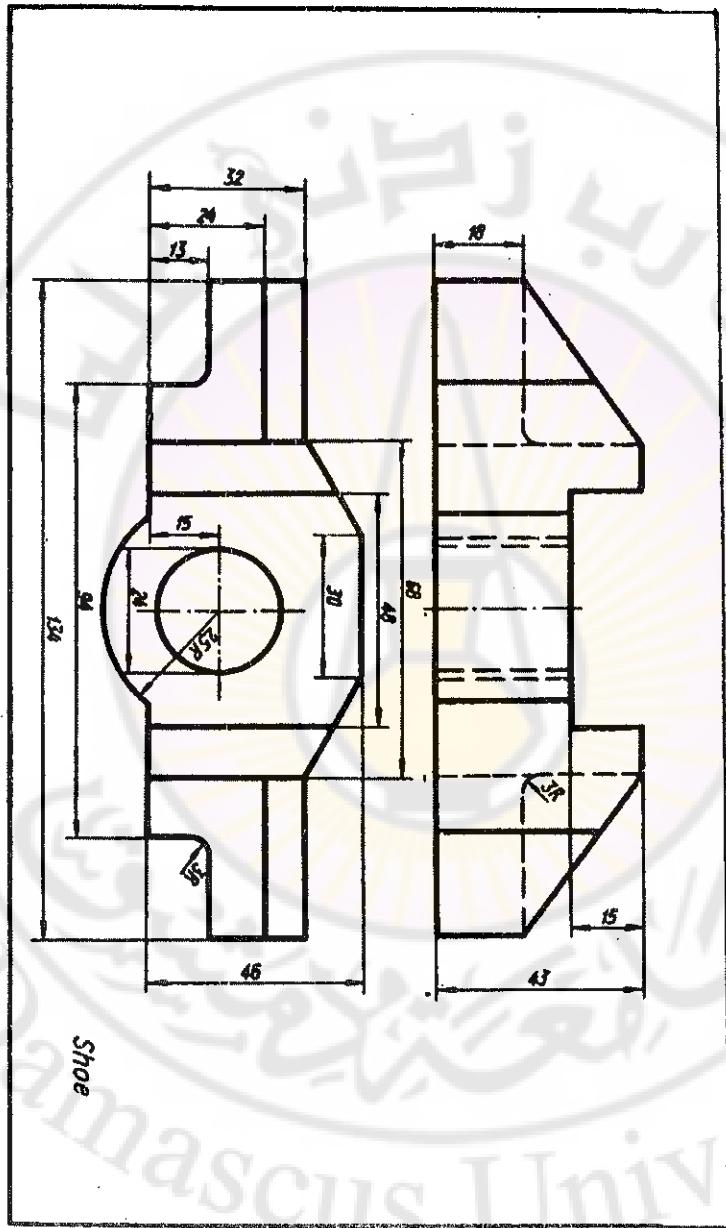


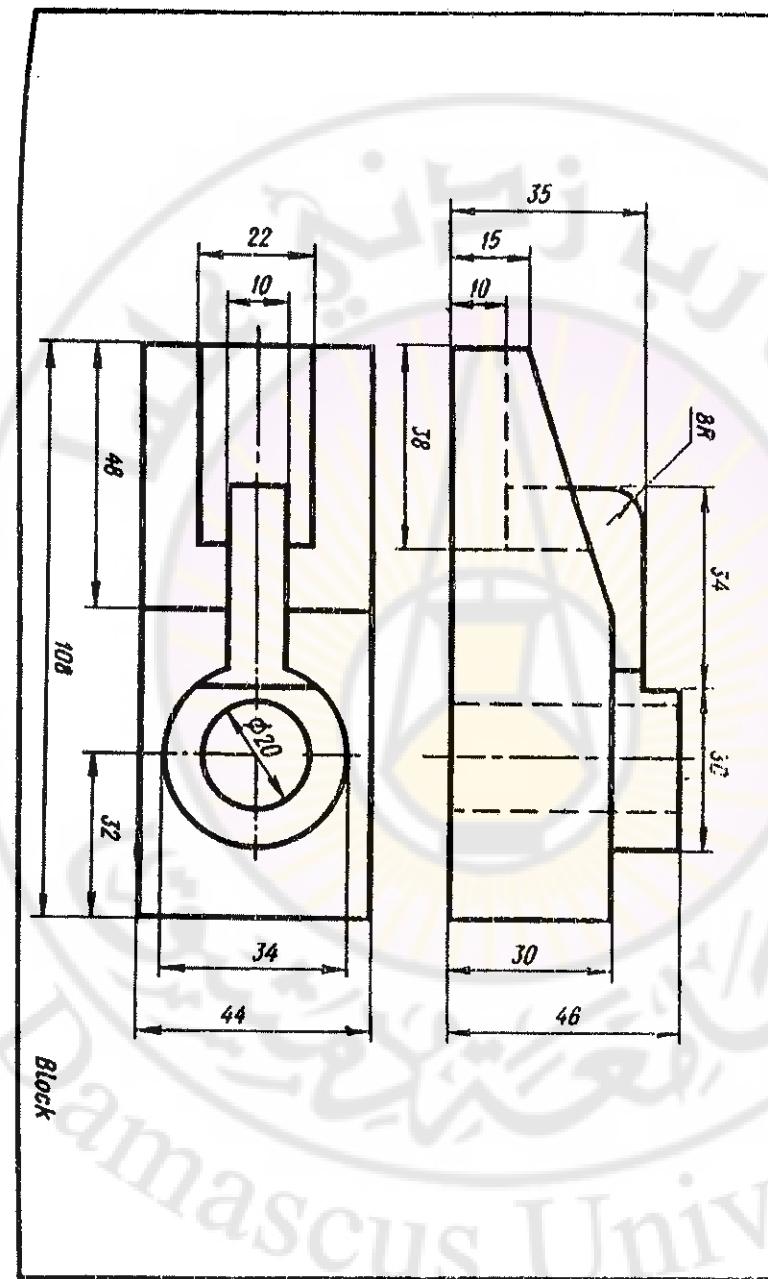


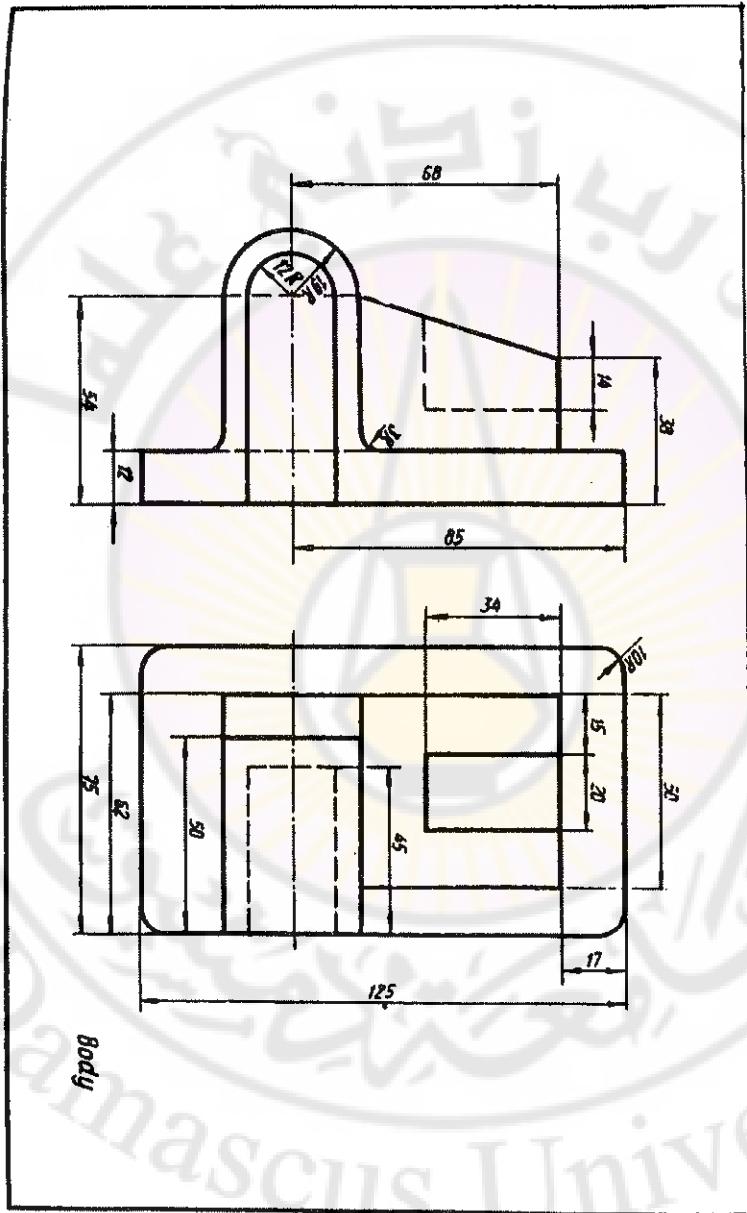








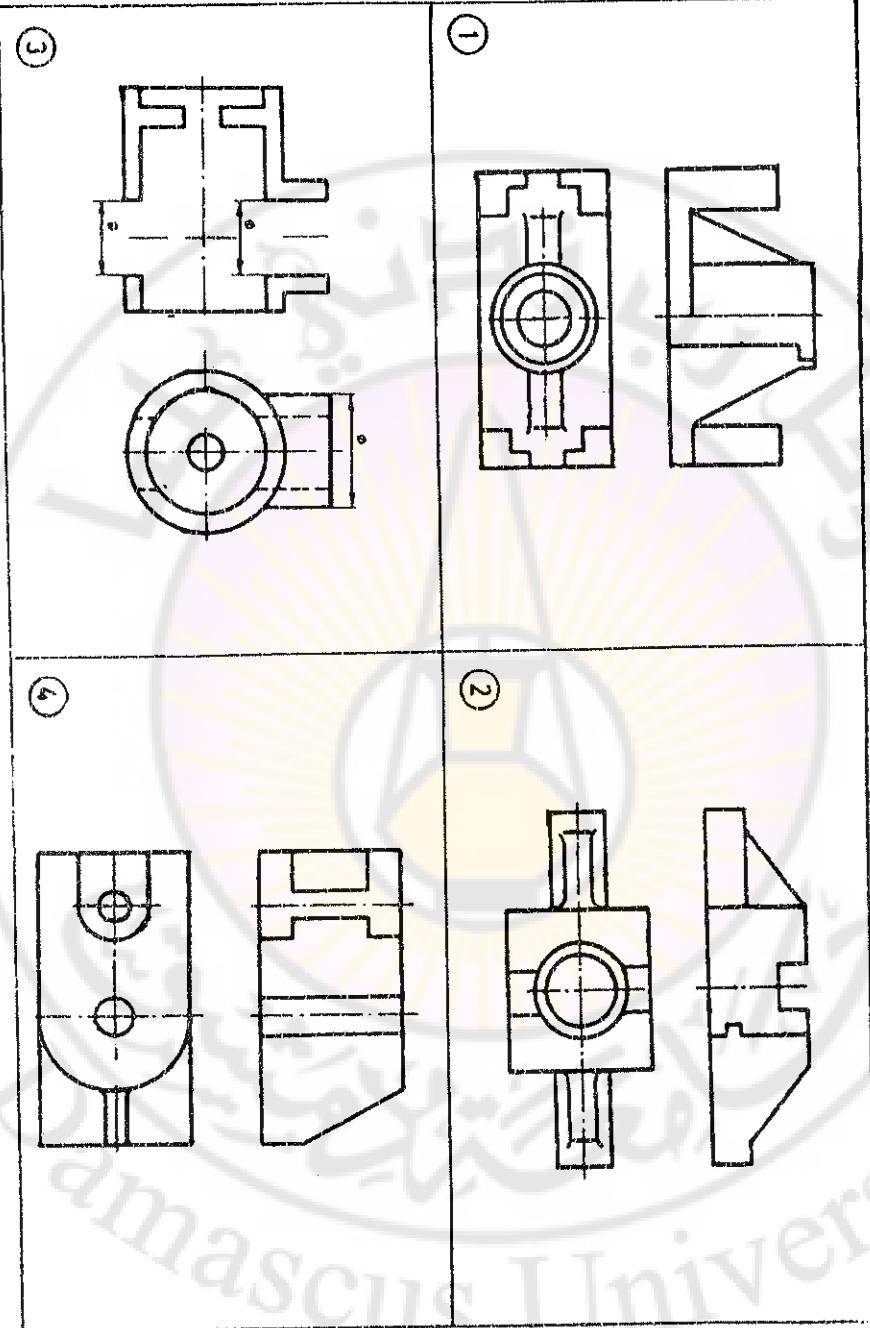




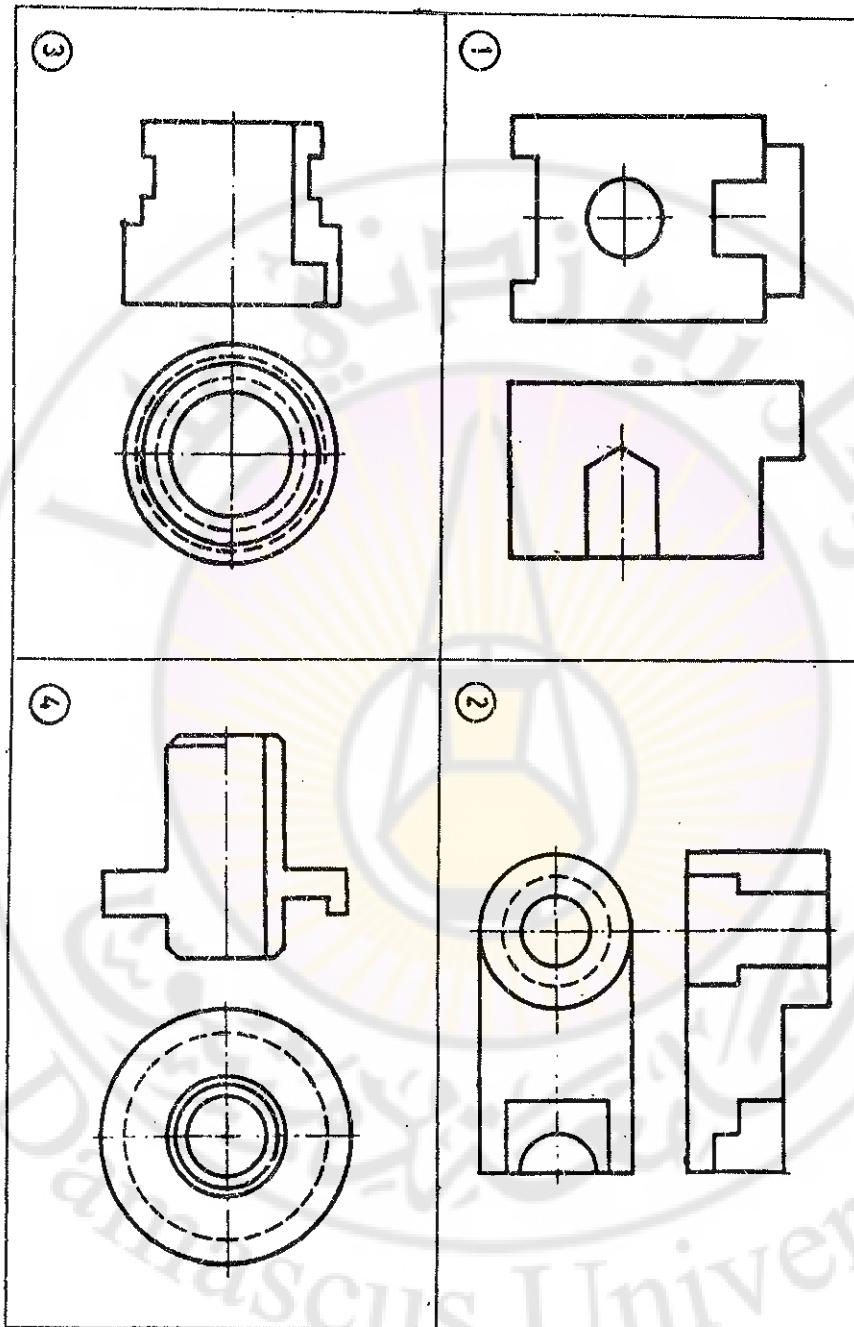
تقارين

- القطاعات

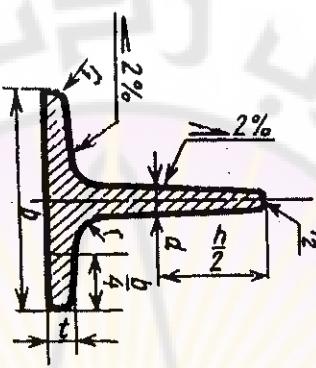
- القطاعات واستنتاج المسقط الثالث



SECTIONING PROBLEMS

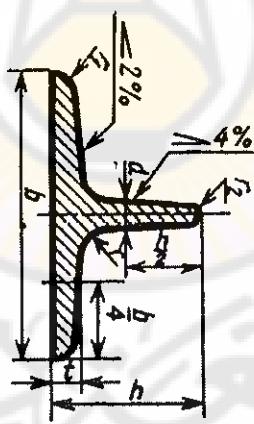


High tee



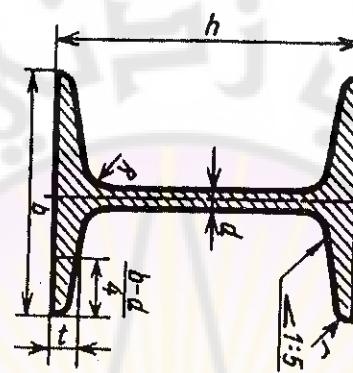
Exercise No.	Dimensions in mm				
	$a = b - d + e$	r	r_1	t_1	t_2
11	50	6	6	3	1.5
12	50	7	3.5	2	1.5
13	70	3	3	2	1.5
14	90	9	4.5	2	1.5
15	90	10	5	2.5	1.5
16	100	11	5.5	3	1.5

Tee

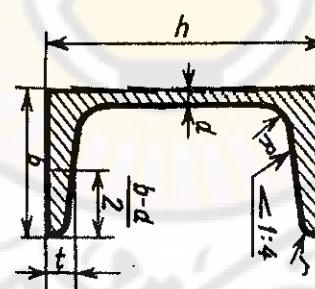


Bar- code No.	Dimensions in mm				
	b	d	$d - e$	r	t_1
17	60	30	5.5	5.5	3
18	70	25	6	6	3
19	50	40	7	7	3.5
20	90	45	8	8	4

I-beam

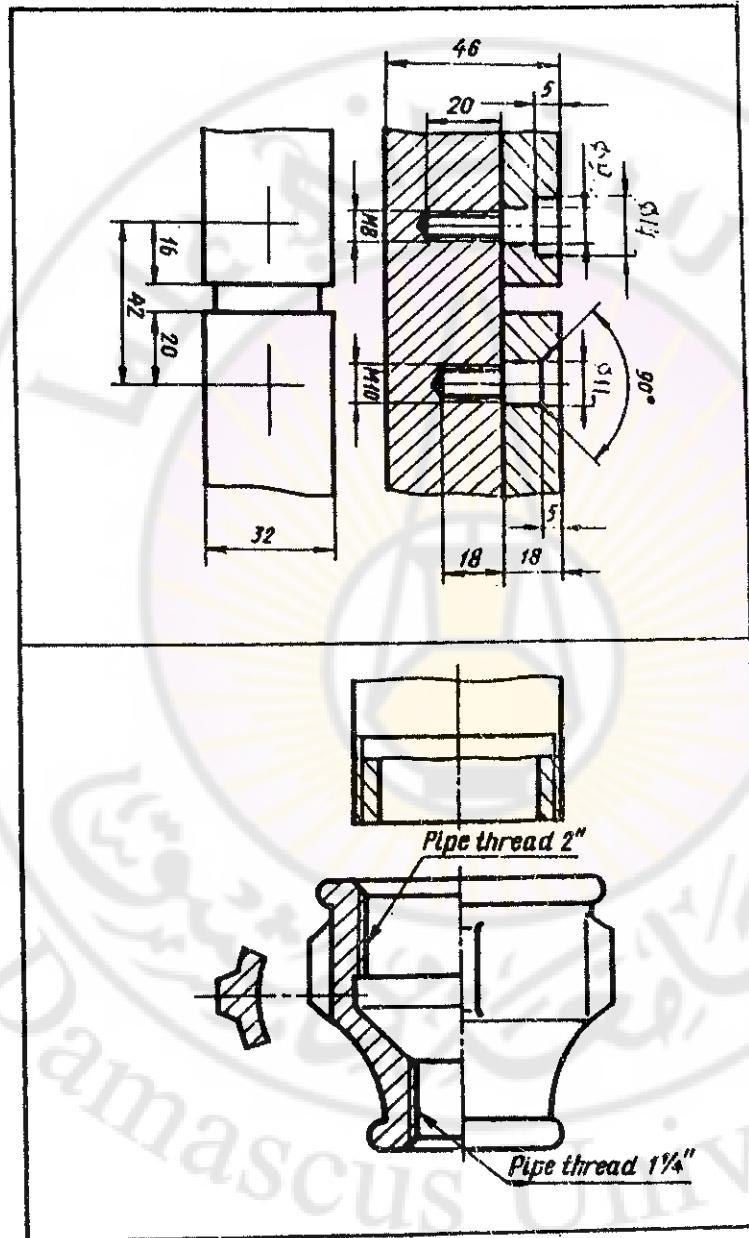


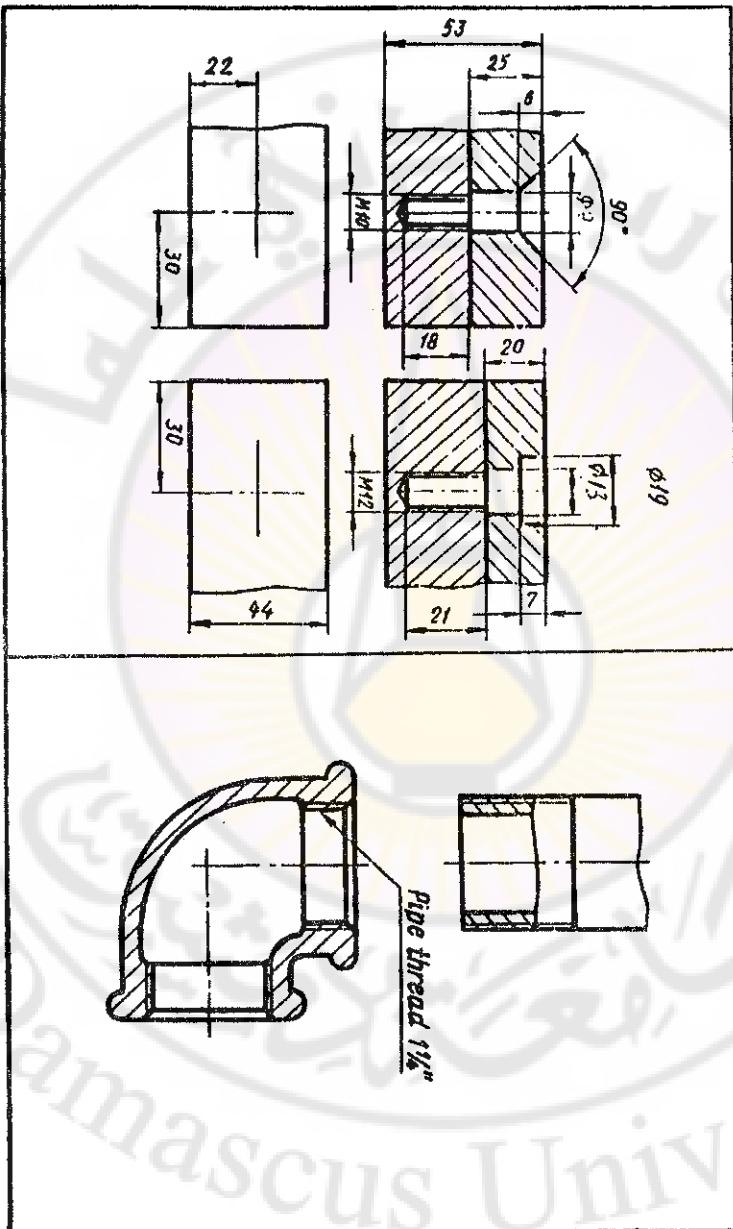
Channel

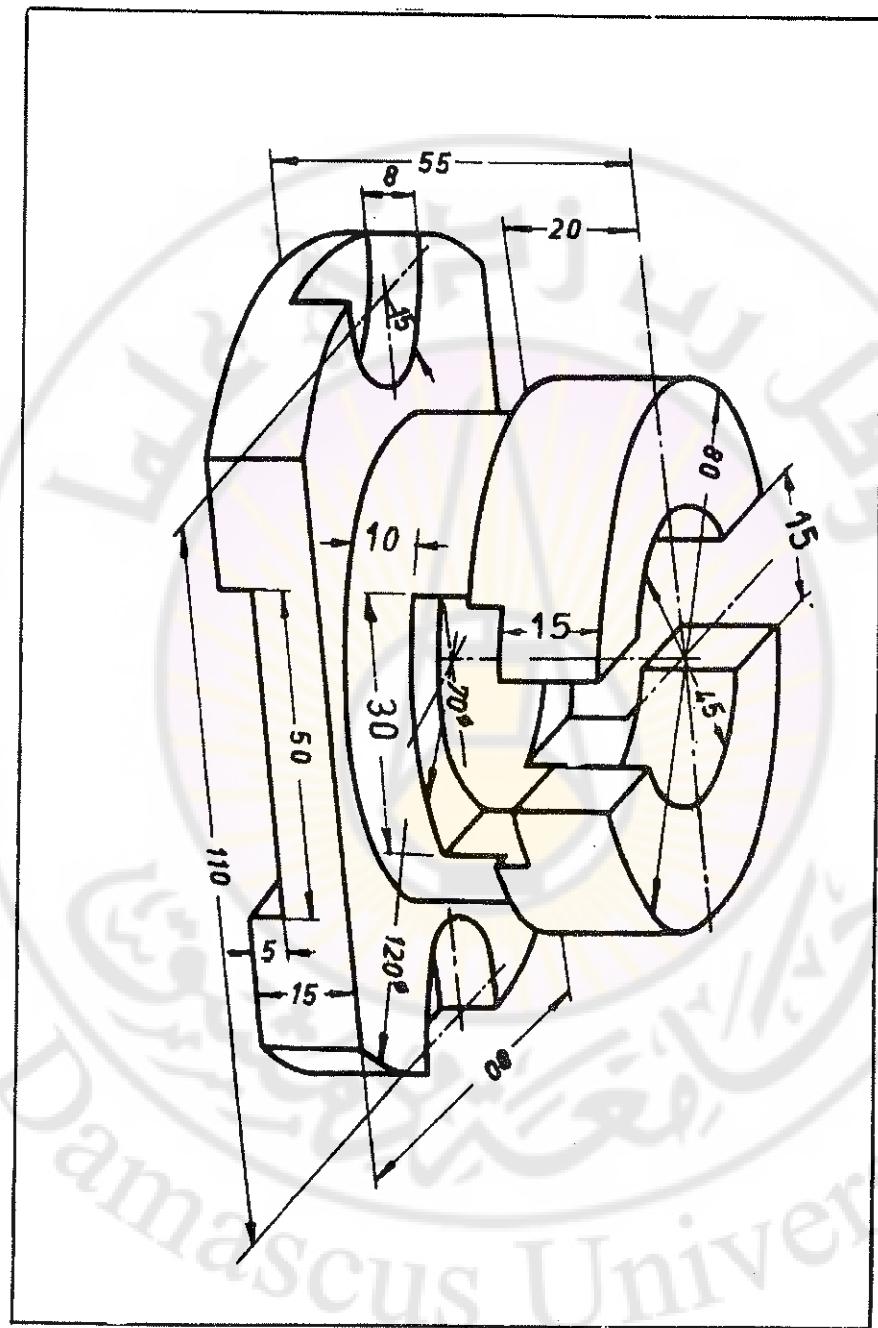


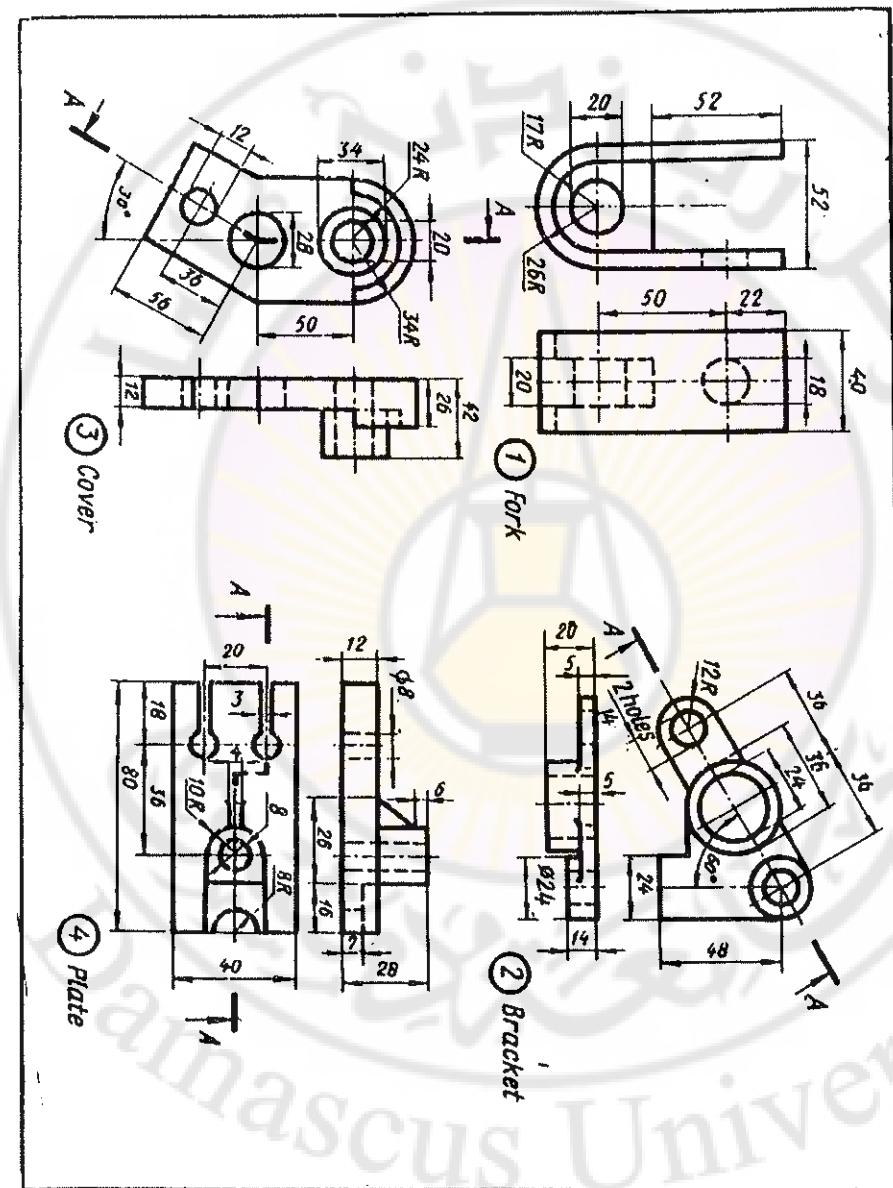
Eisen Nr.	Dimensions in mm				
	a	b	d	t	R
1	100	70	4.5	7.2	3.0
2	120	75	5.0	7.5	3.0
3	140	82	5.0	7.5	3.0
4	160	90	5.0	7.7	3.5
5	180	95	5.0	8.0	3.5

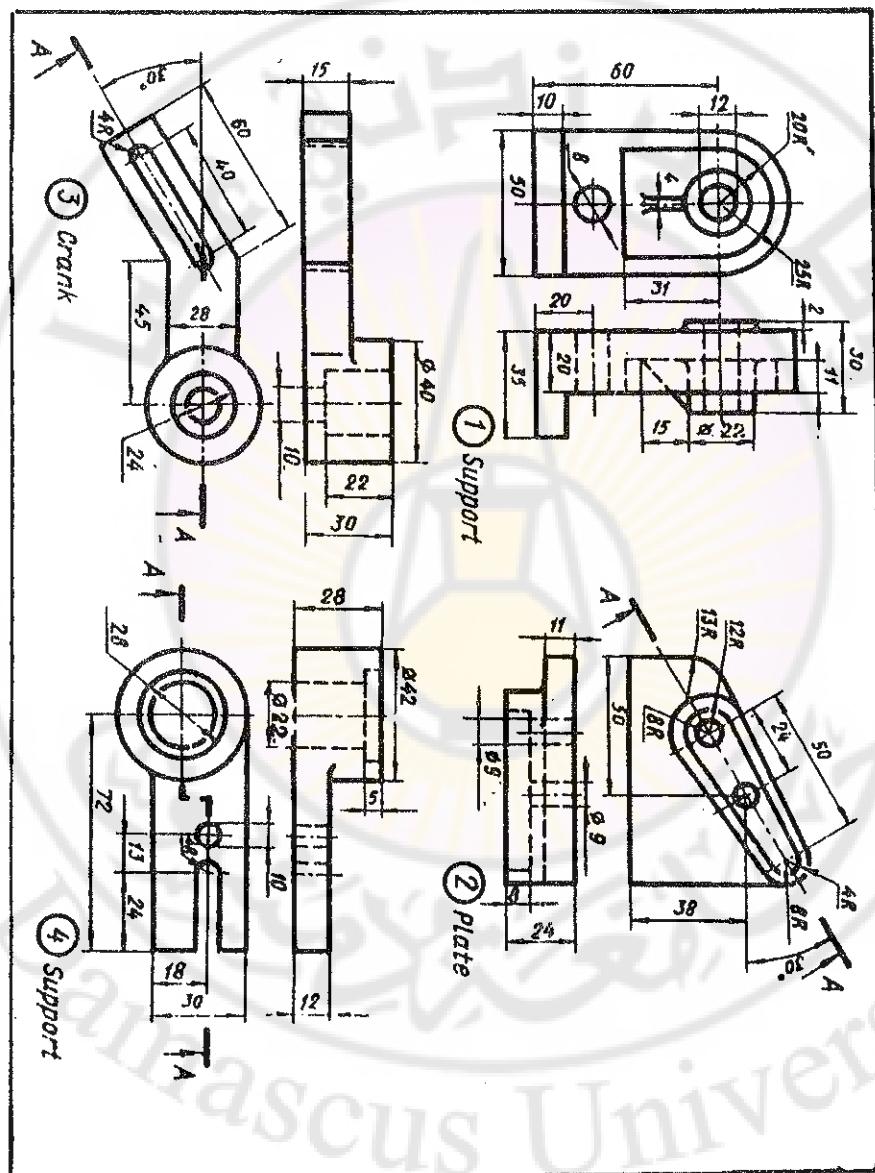
Eisen Nr.	Dimensions in mm				
	a	b	d	t	R
6	90	37	4.5	7.0	1.0
7	85	40	4.8	7.5	1.5
8	90	43	5.0	8.0	2.0
9	100	48	5.3	8.5	2.5
10	120	53	5.3	9.0	3.0

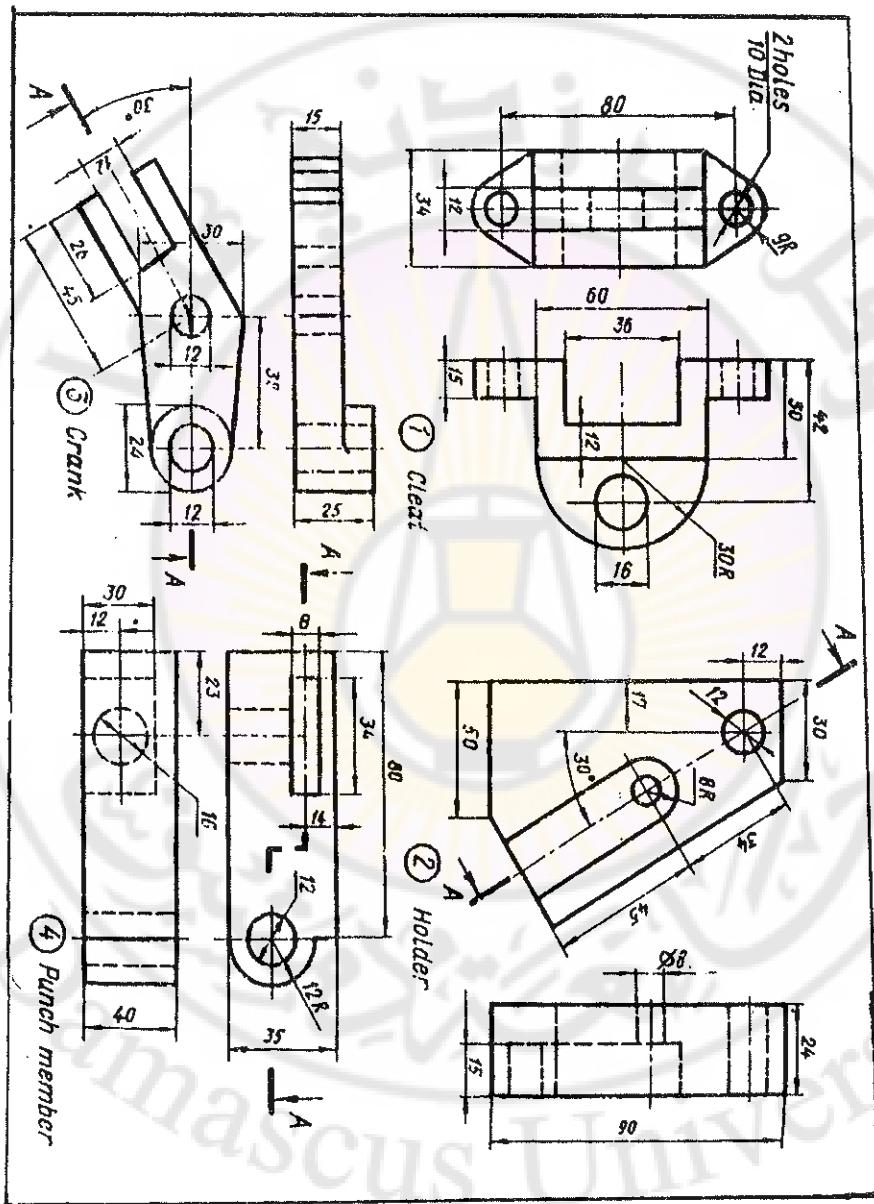


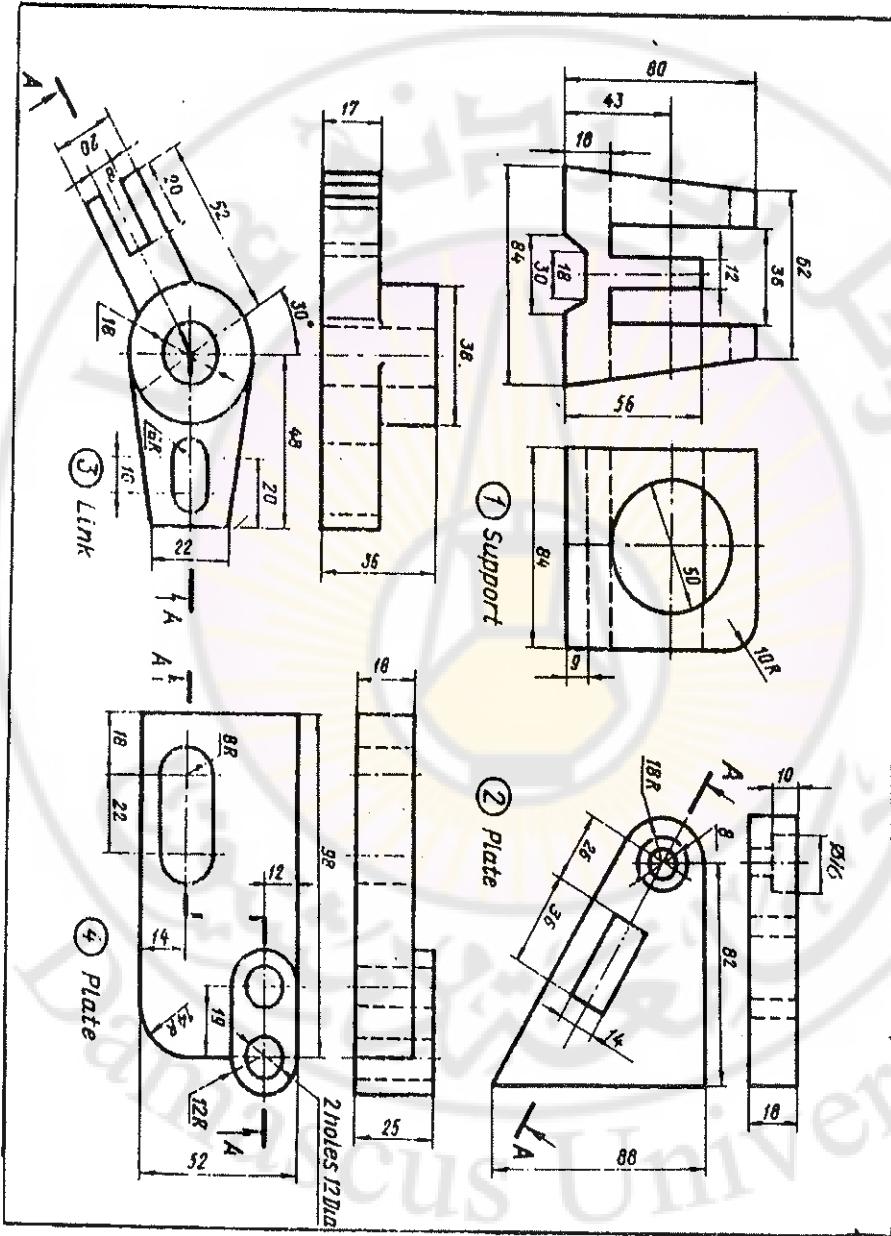


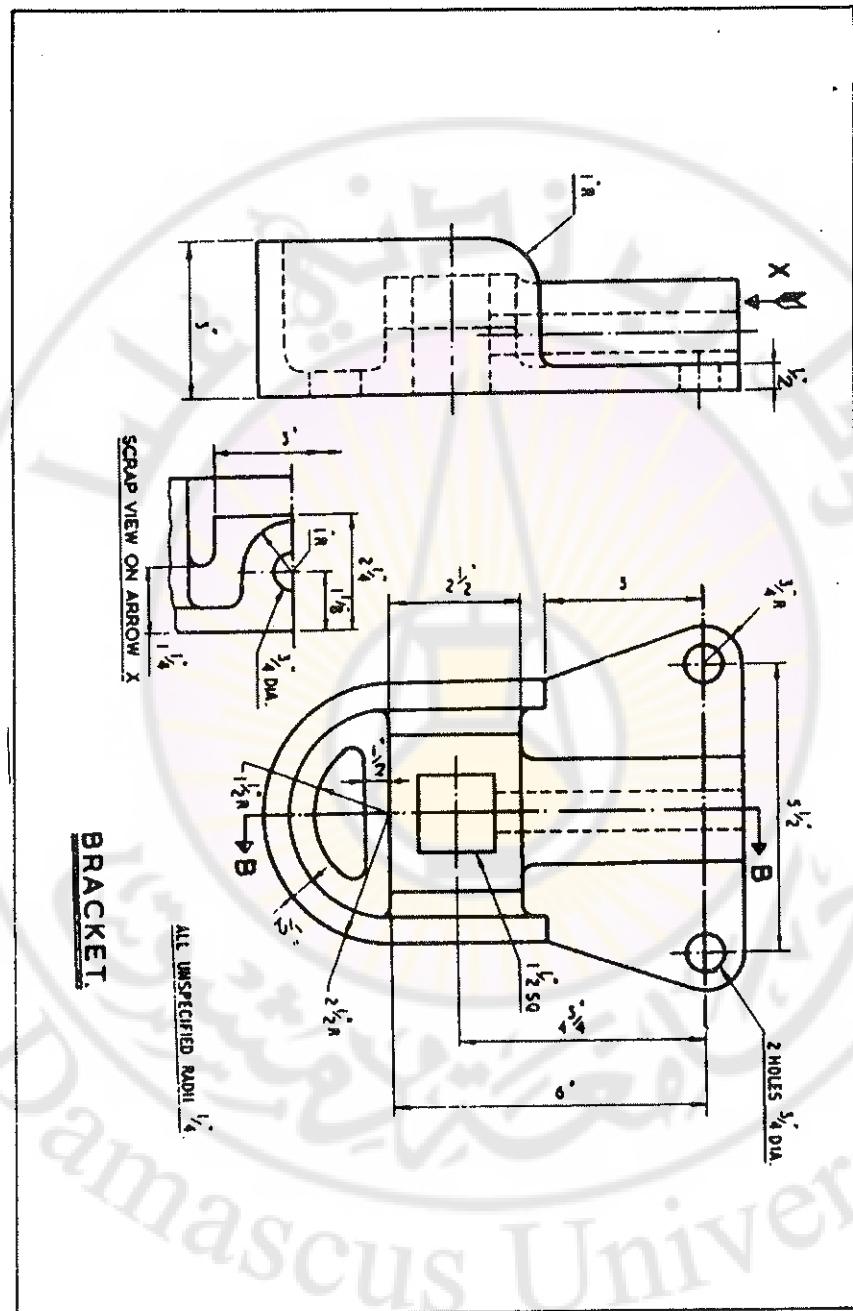


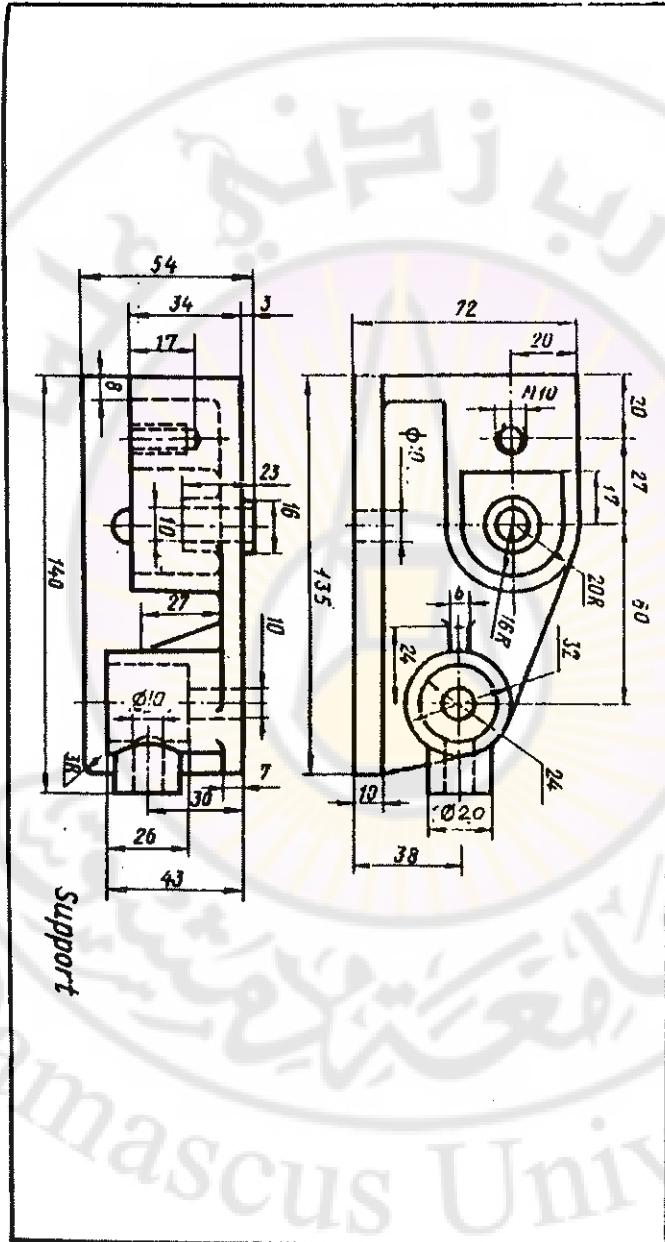


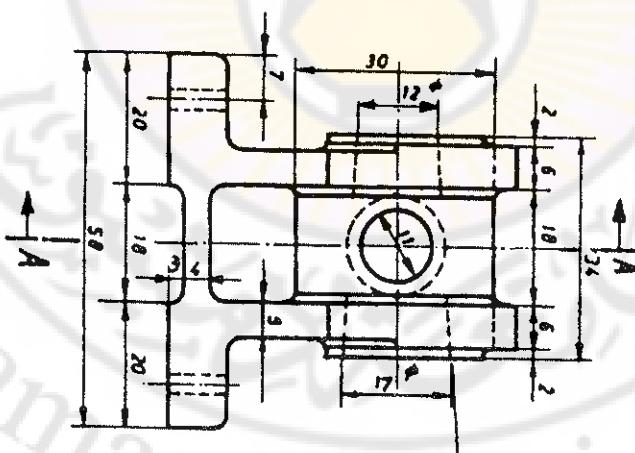
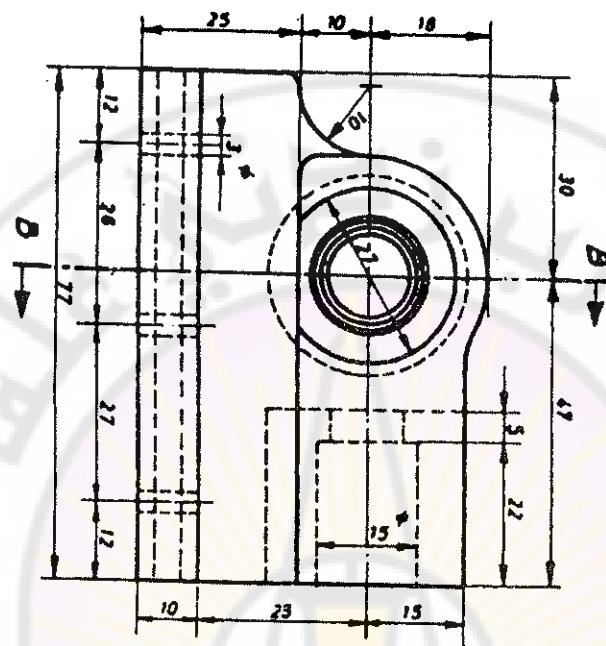


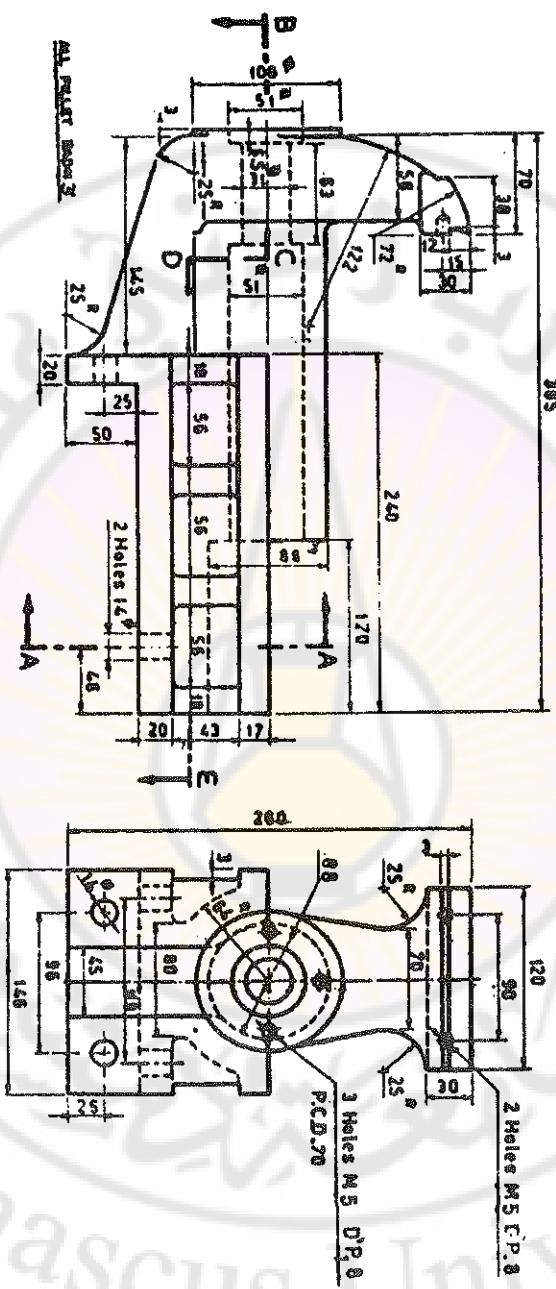


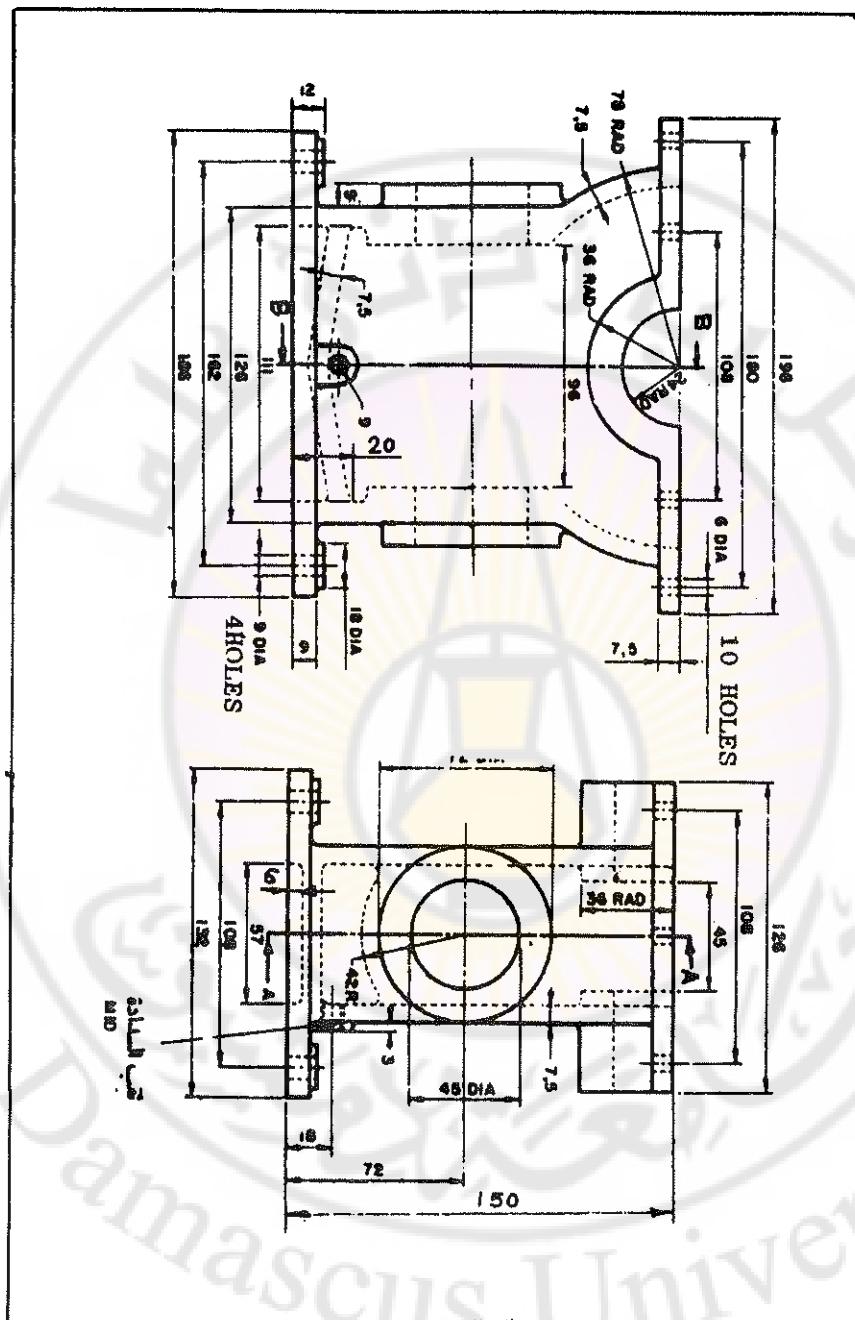


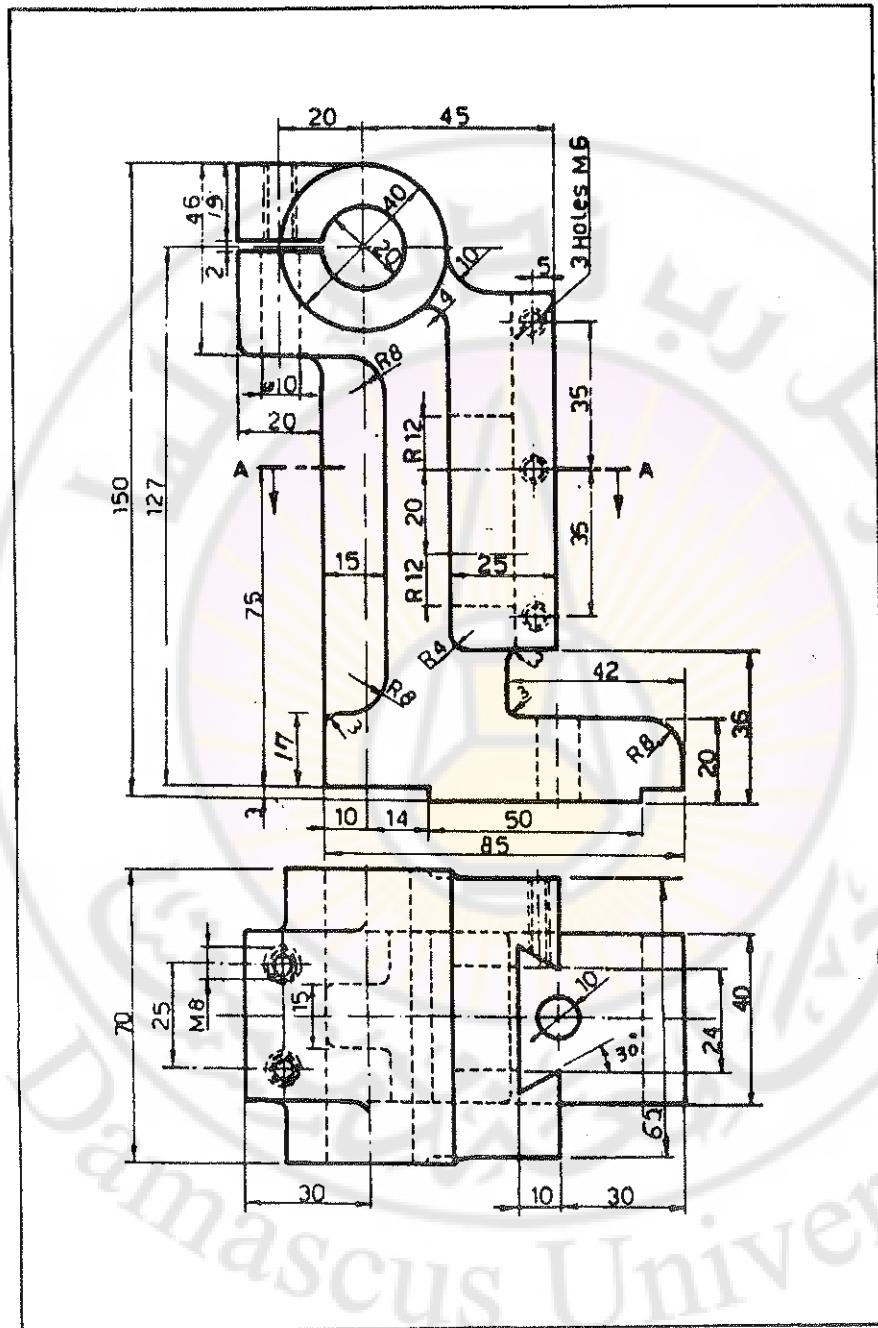


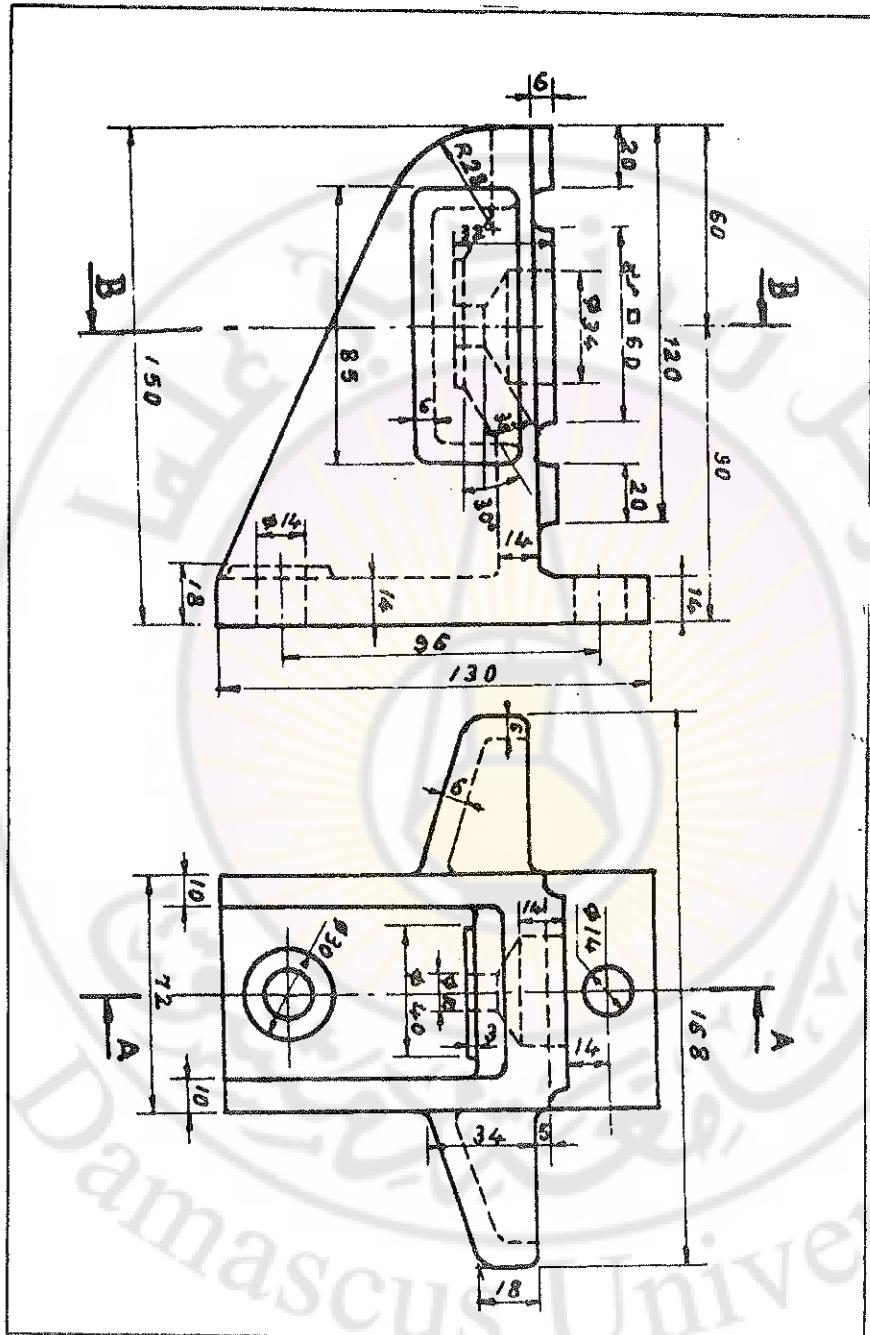


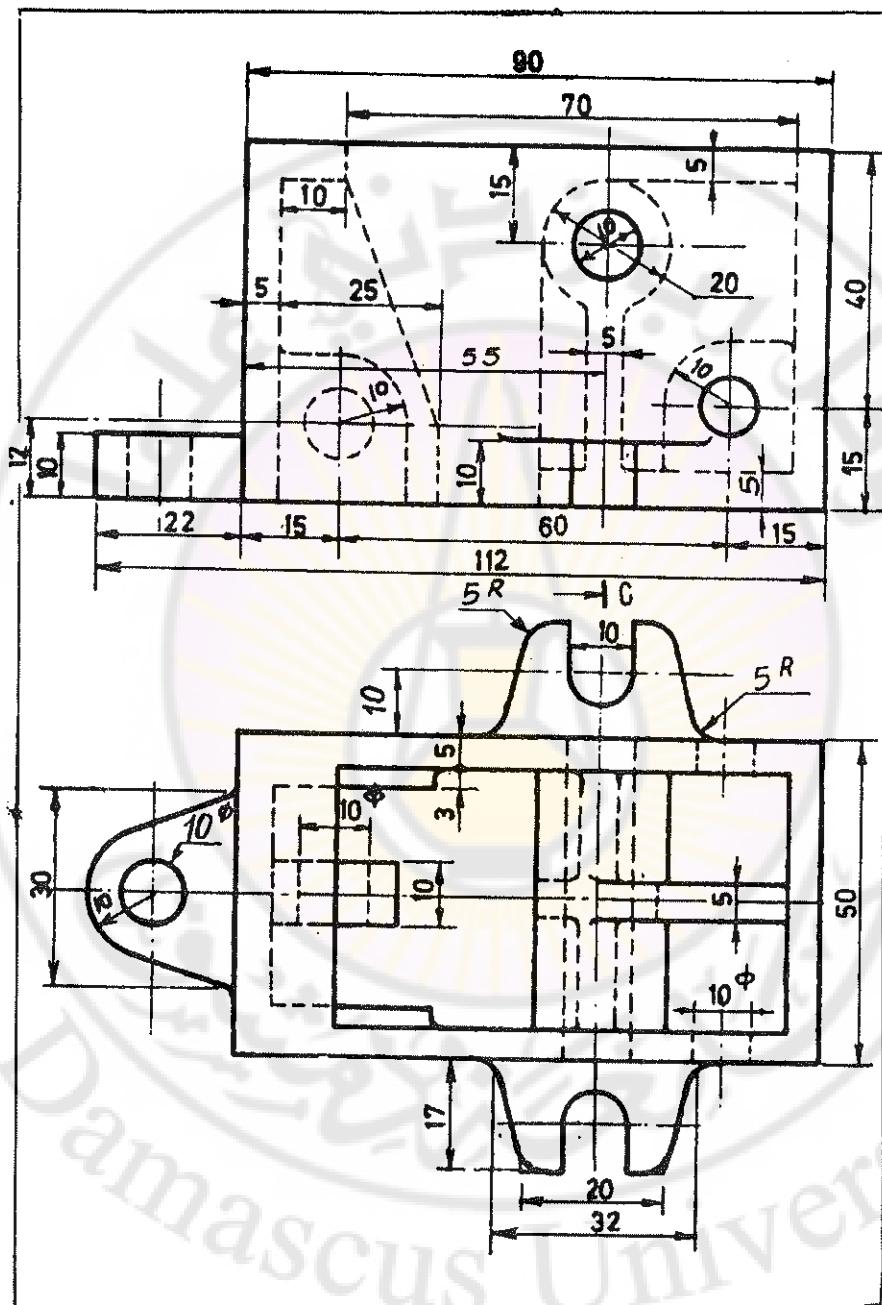


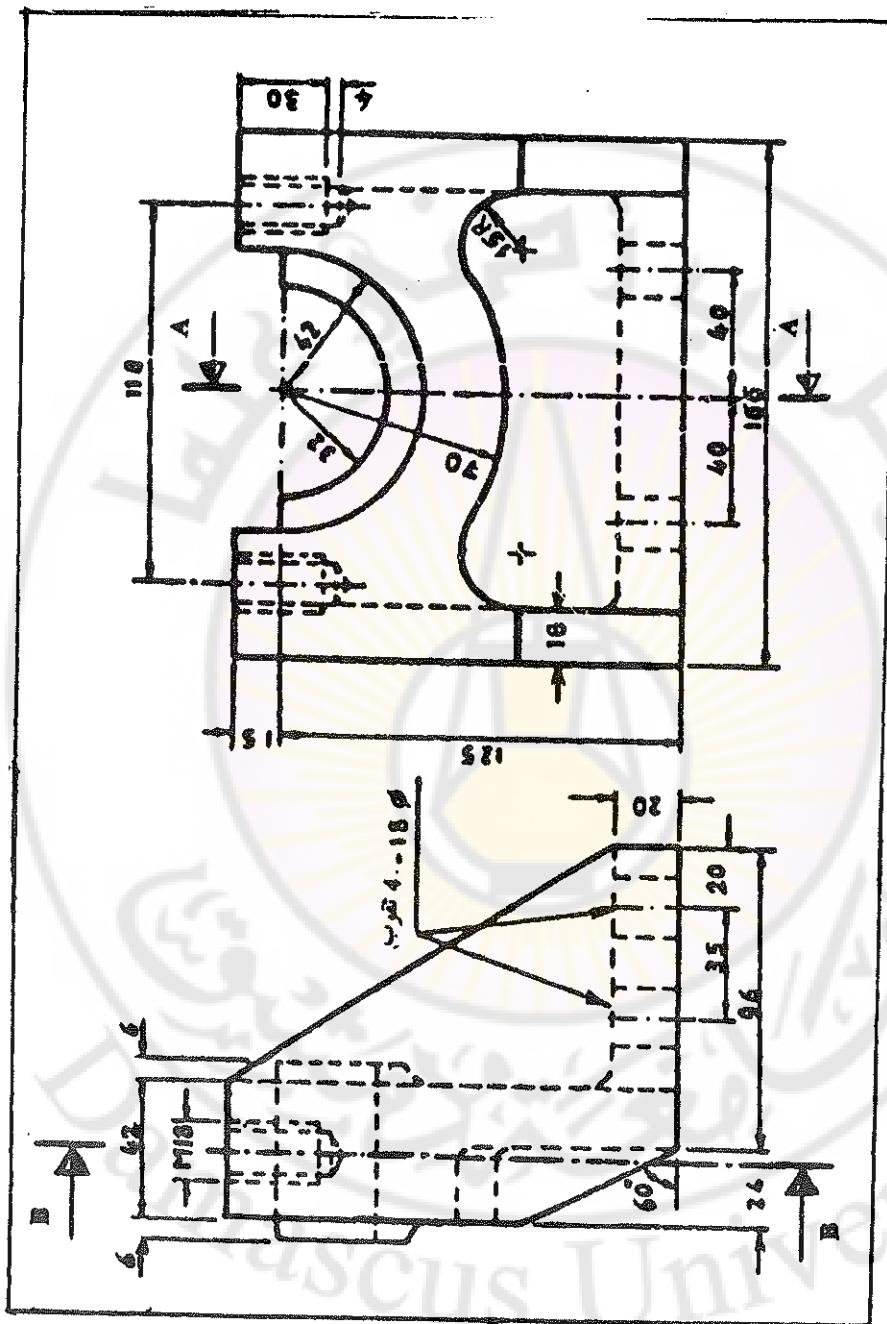


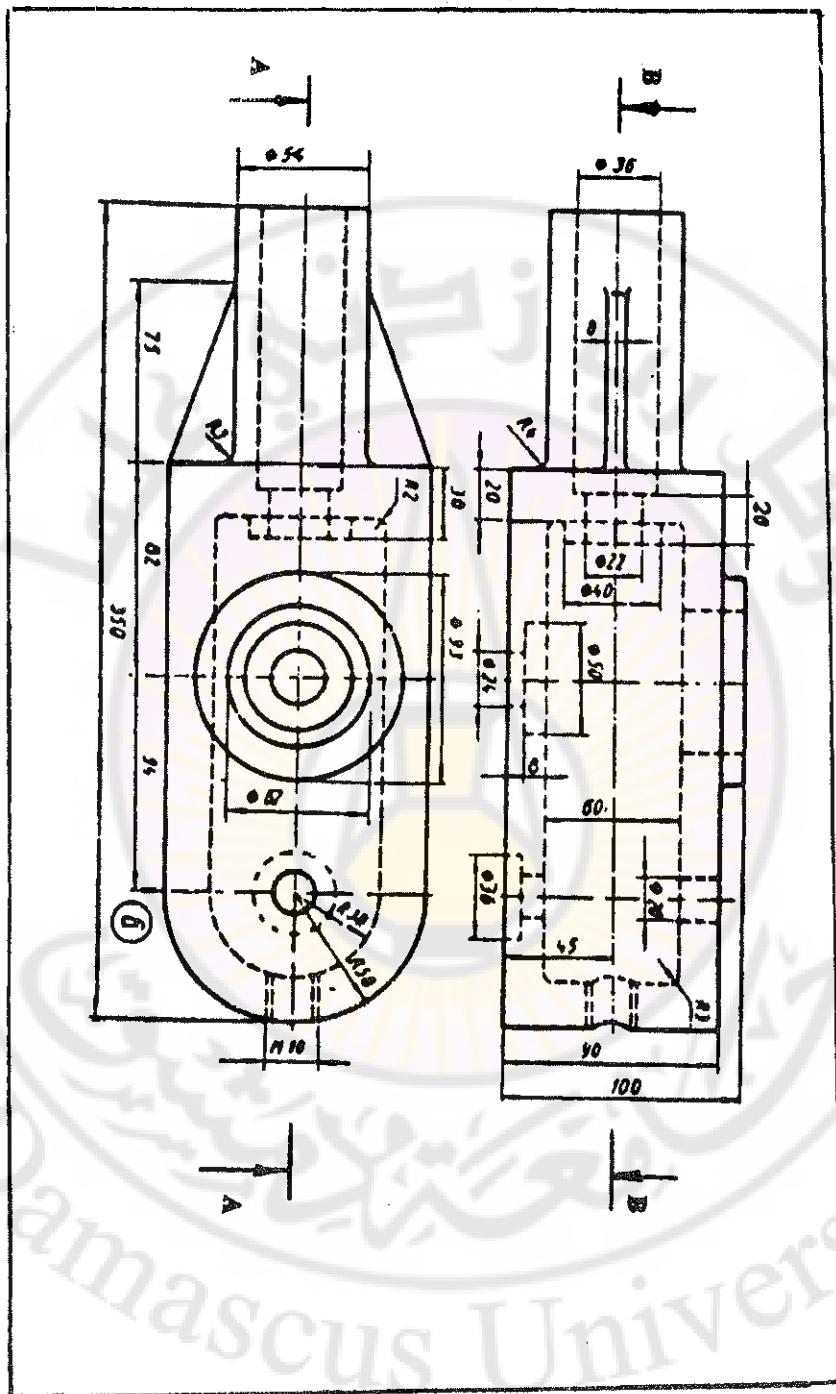


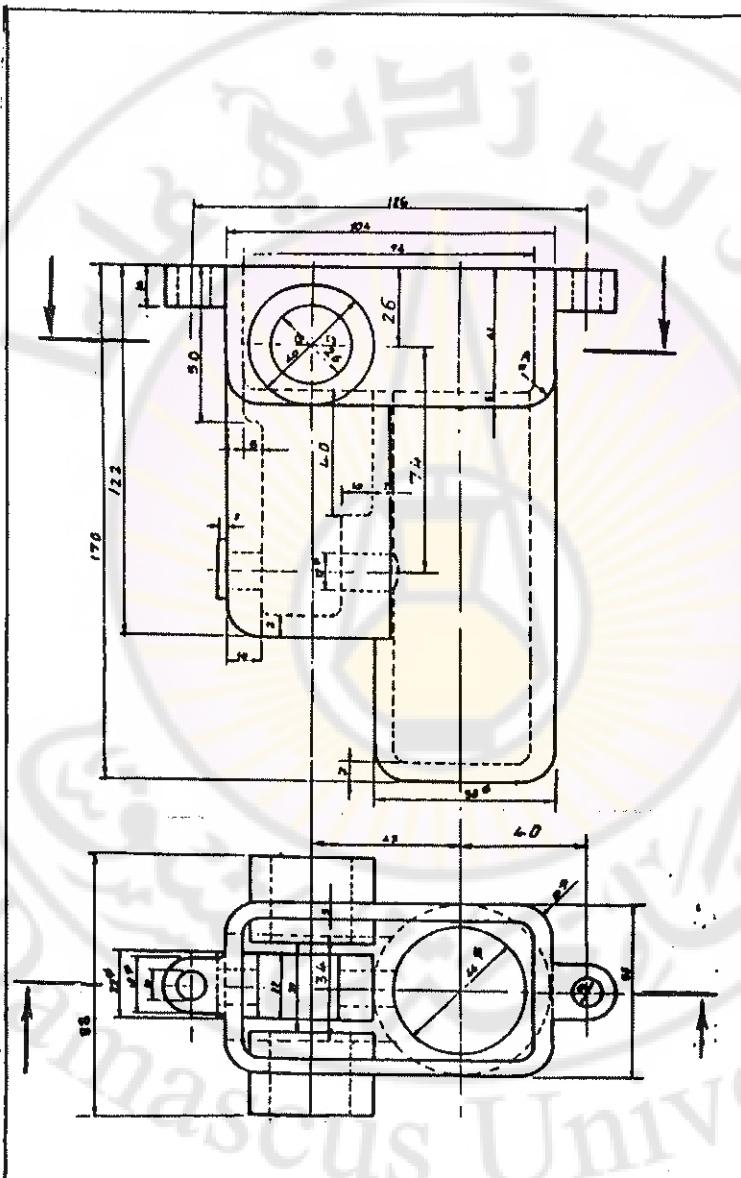


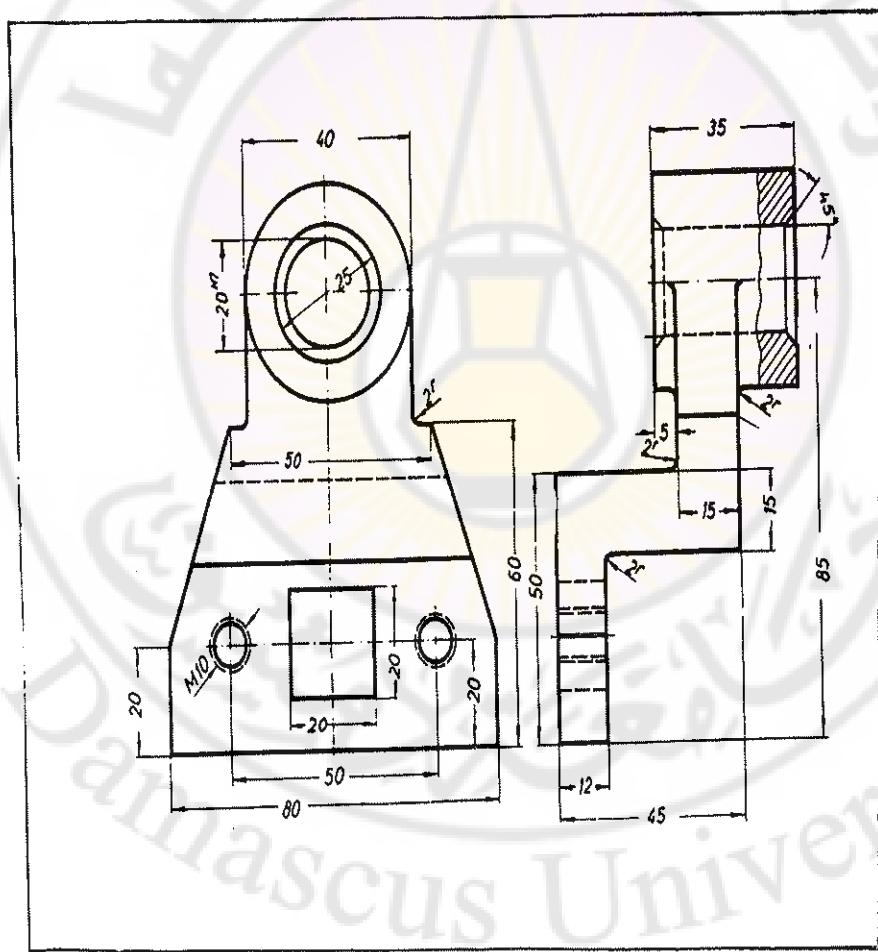


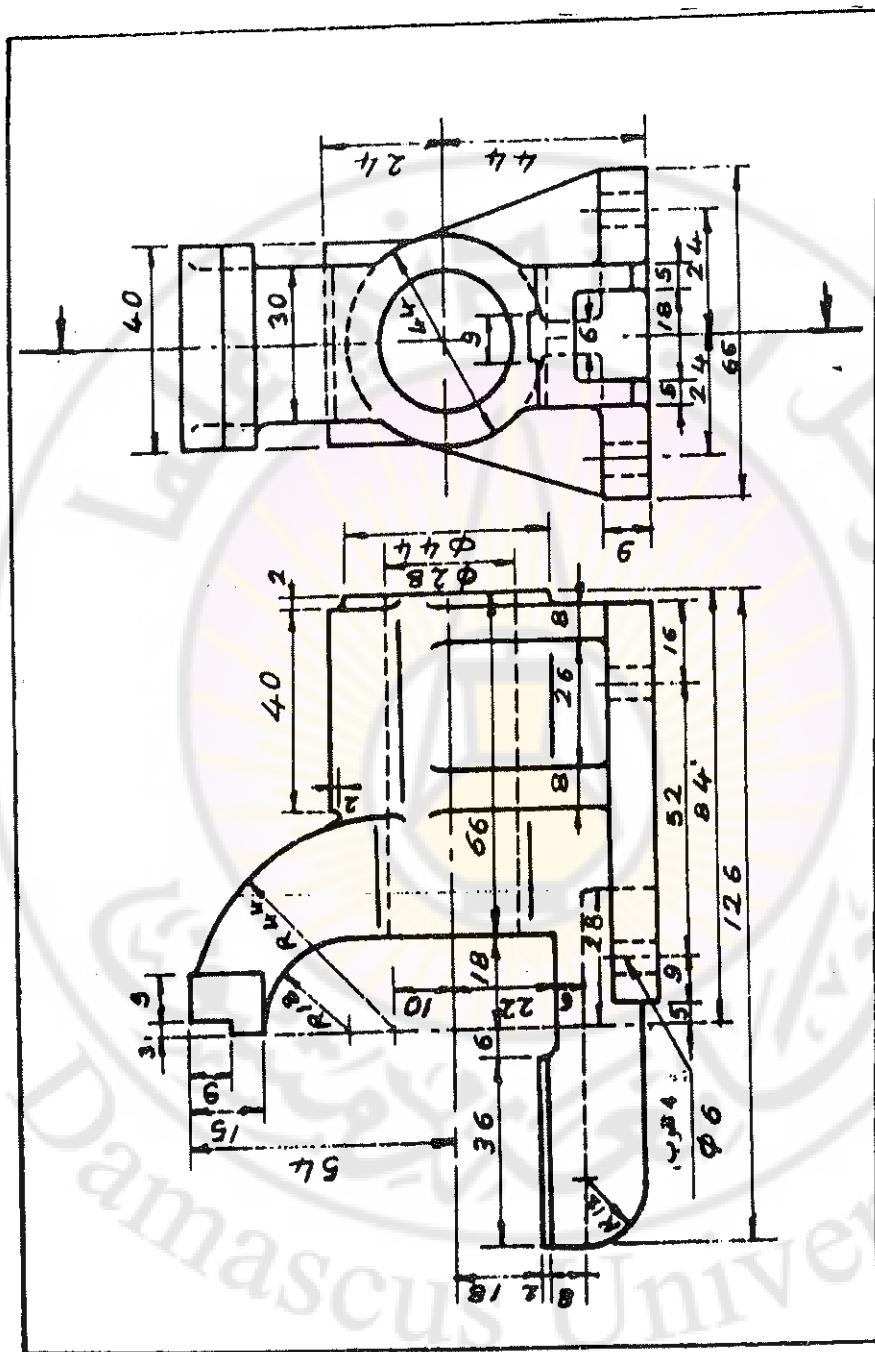


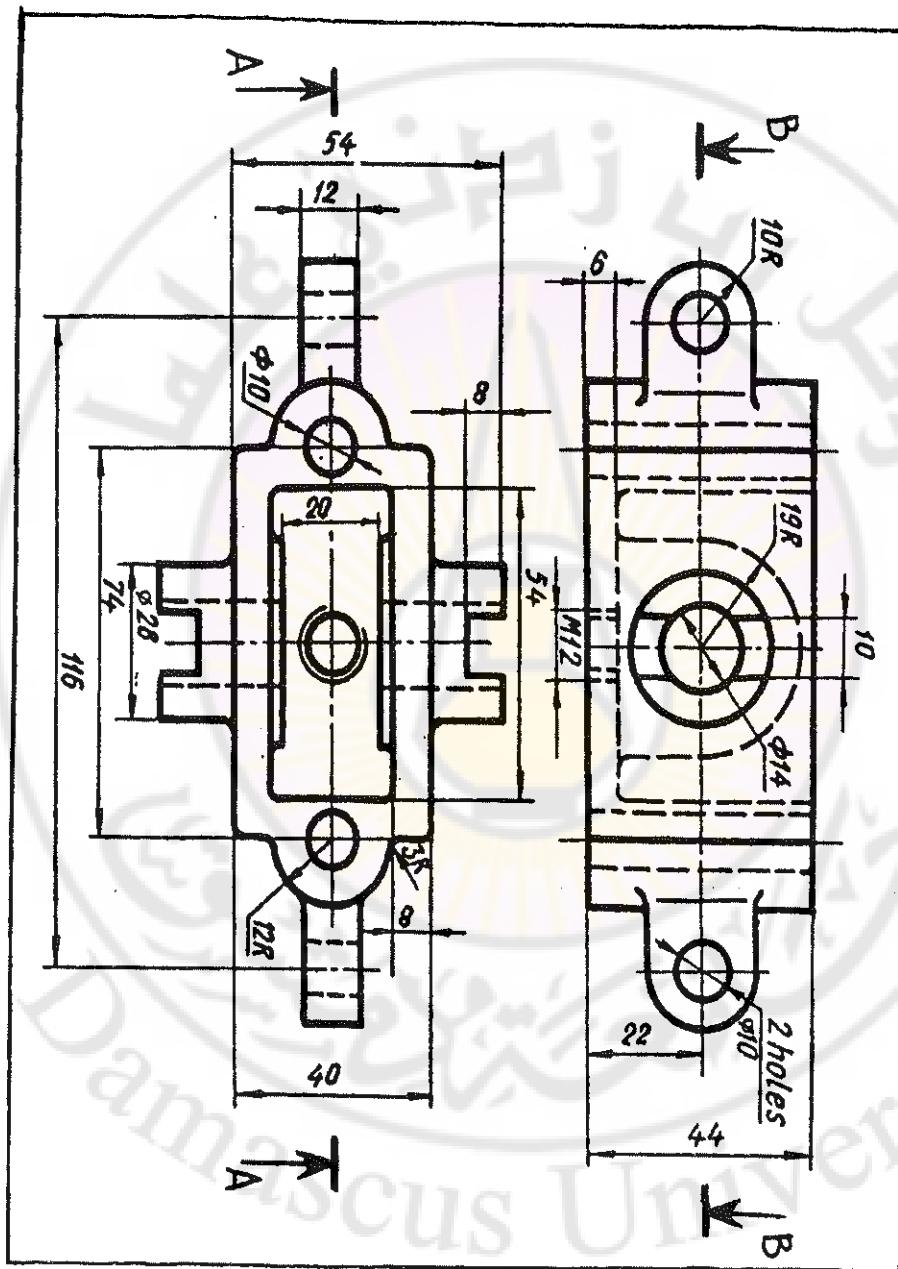


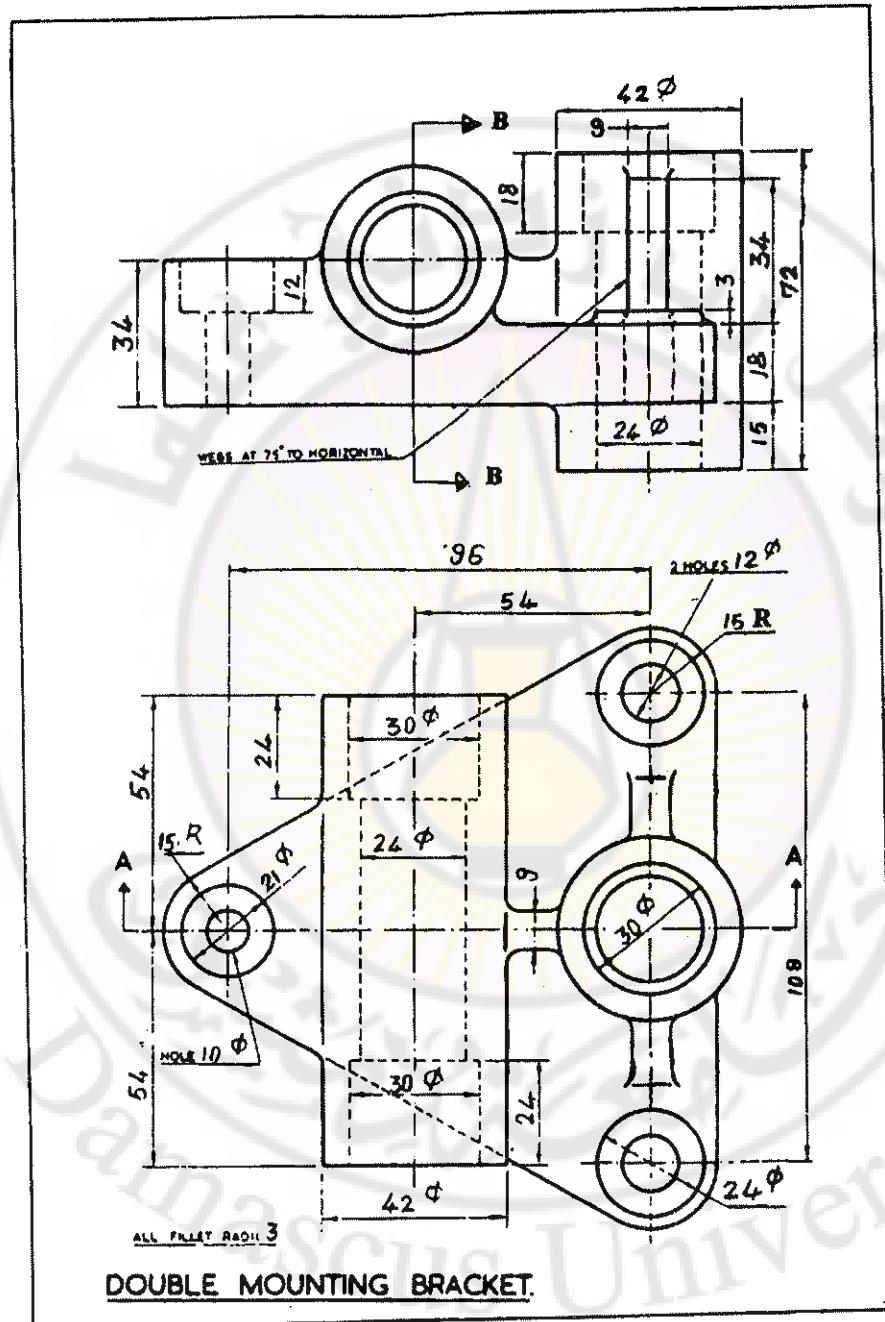


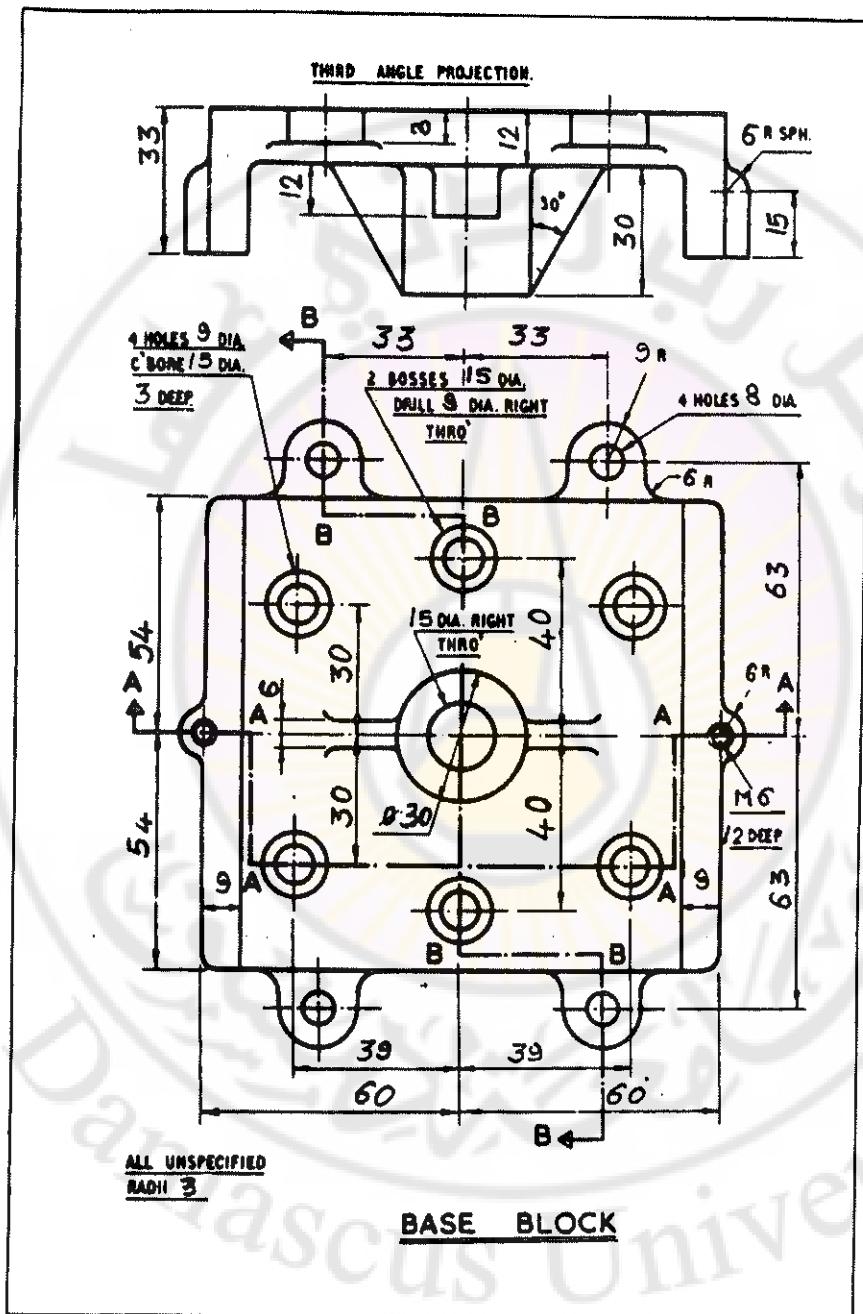


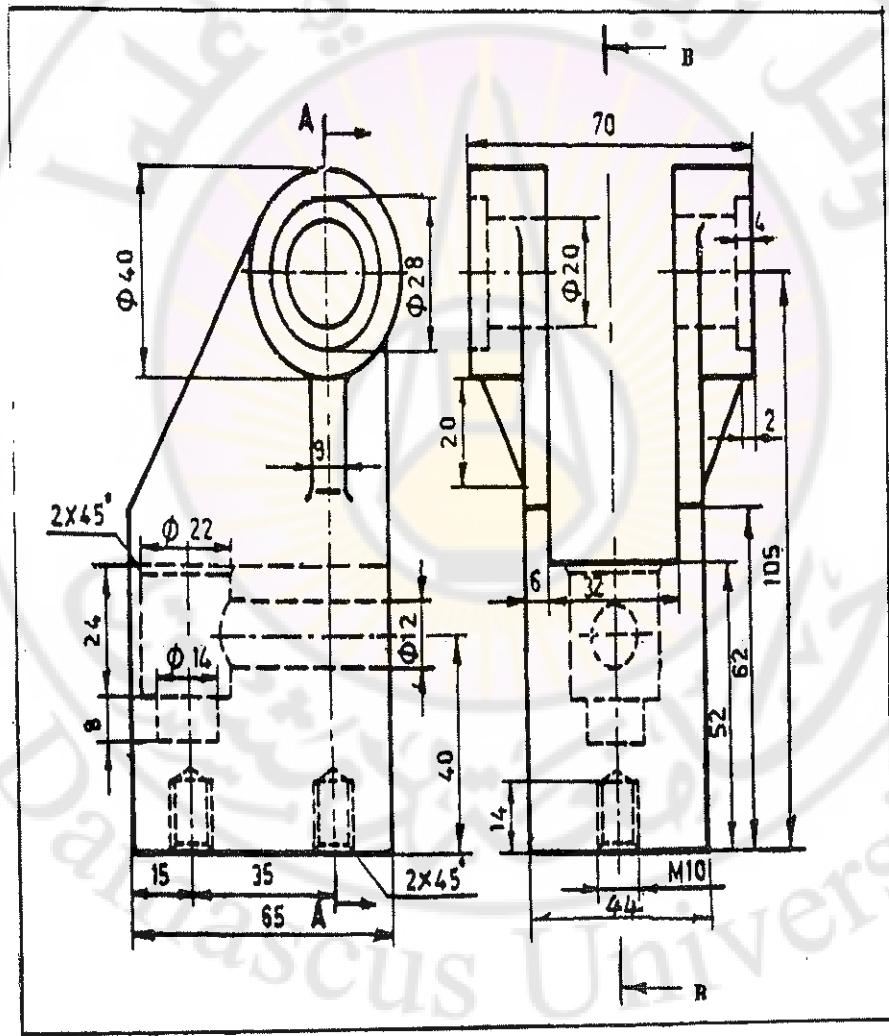


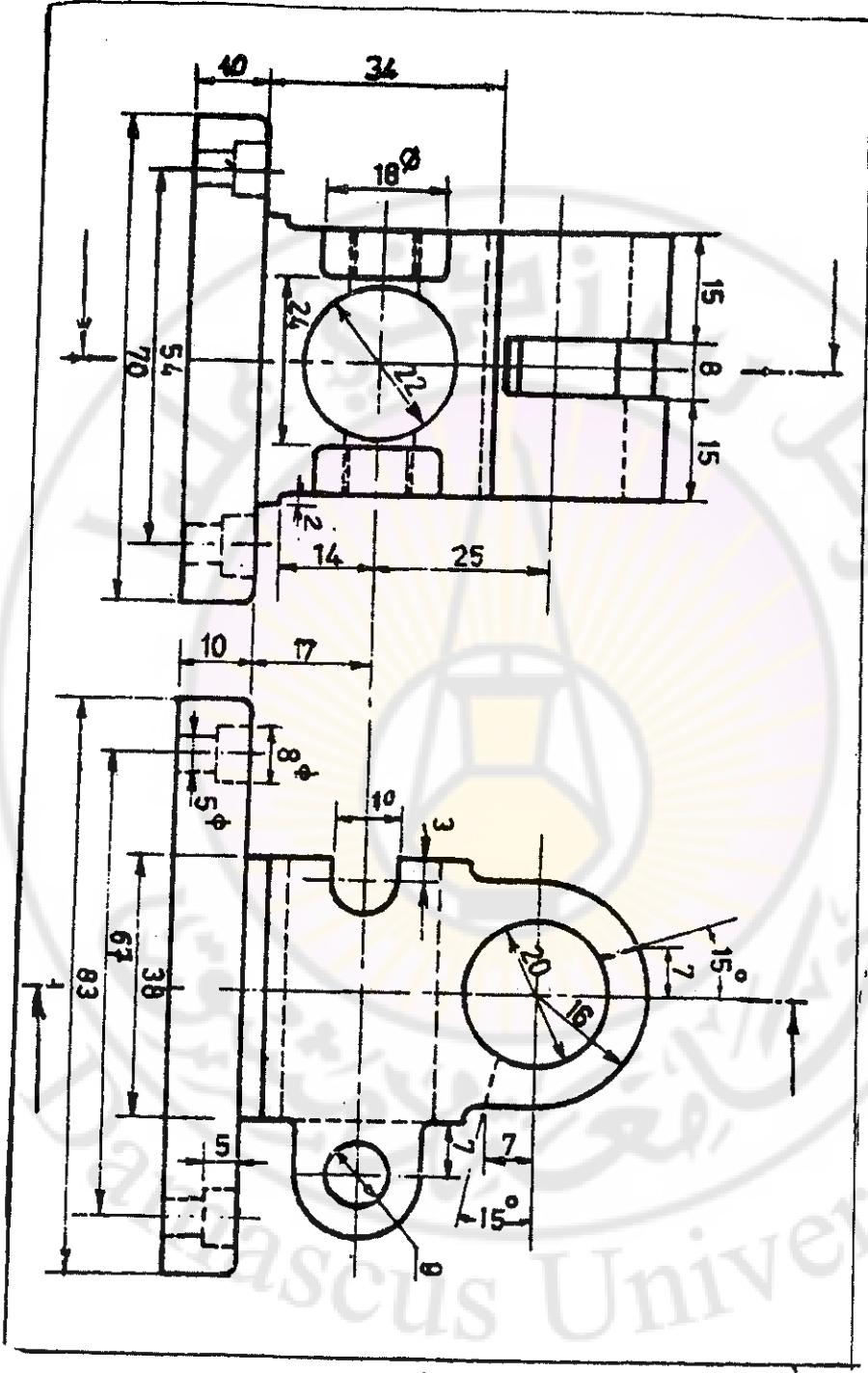


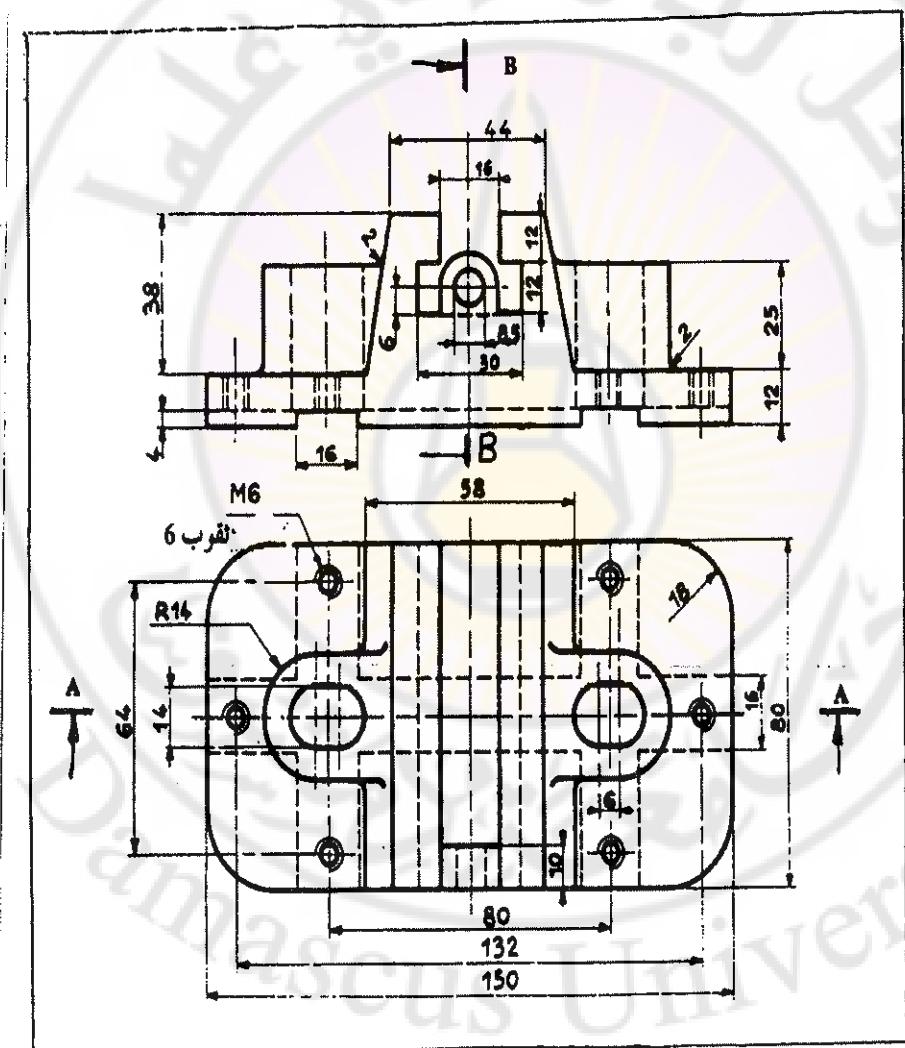


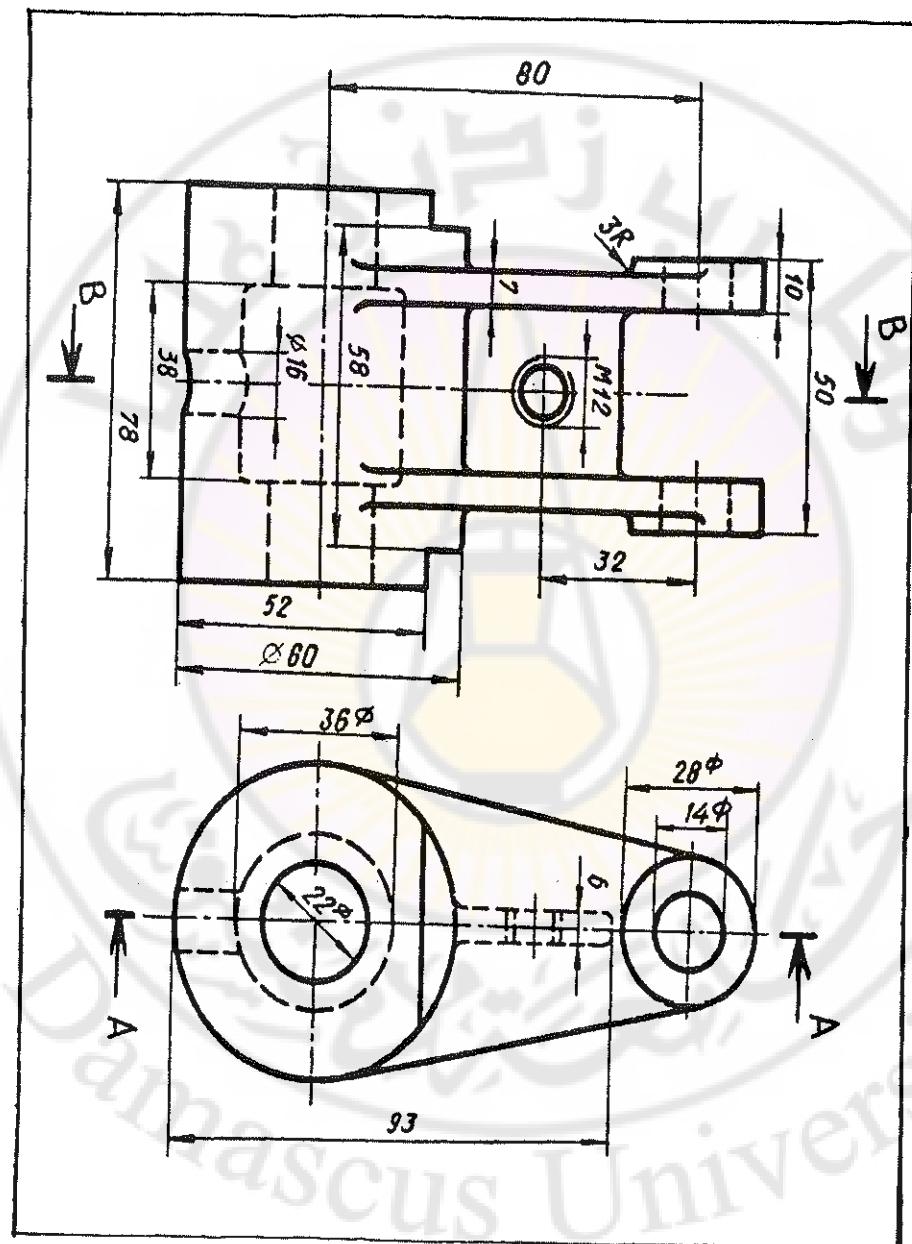


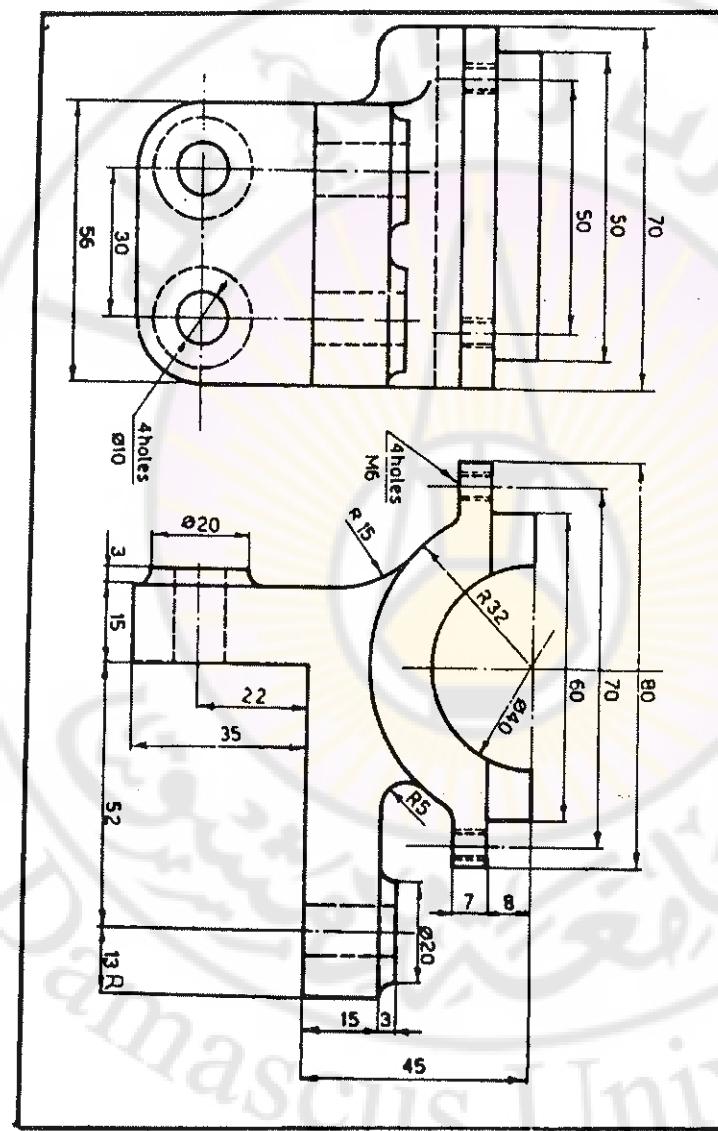


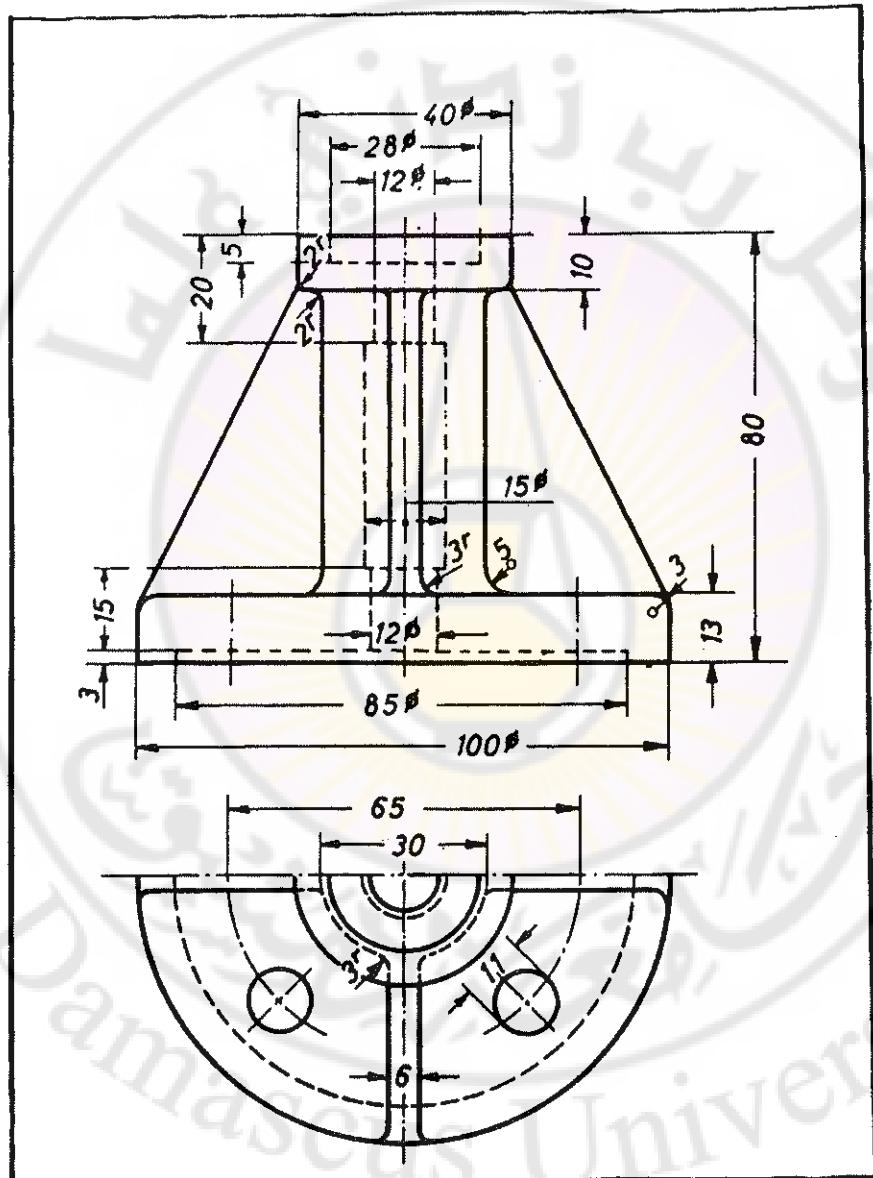


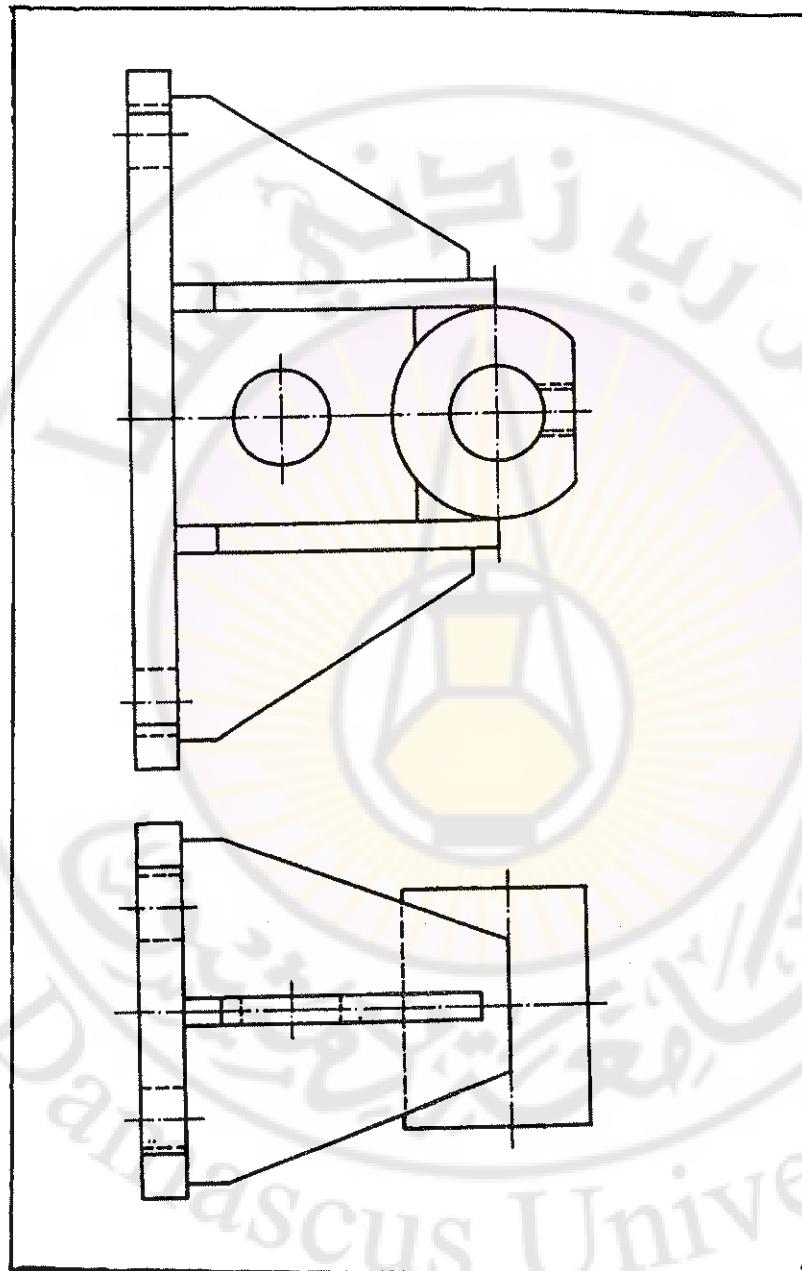


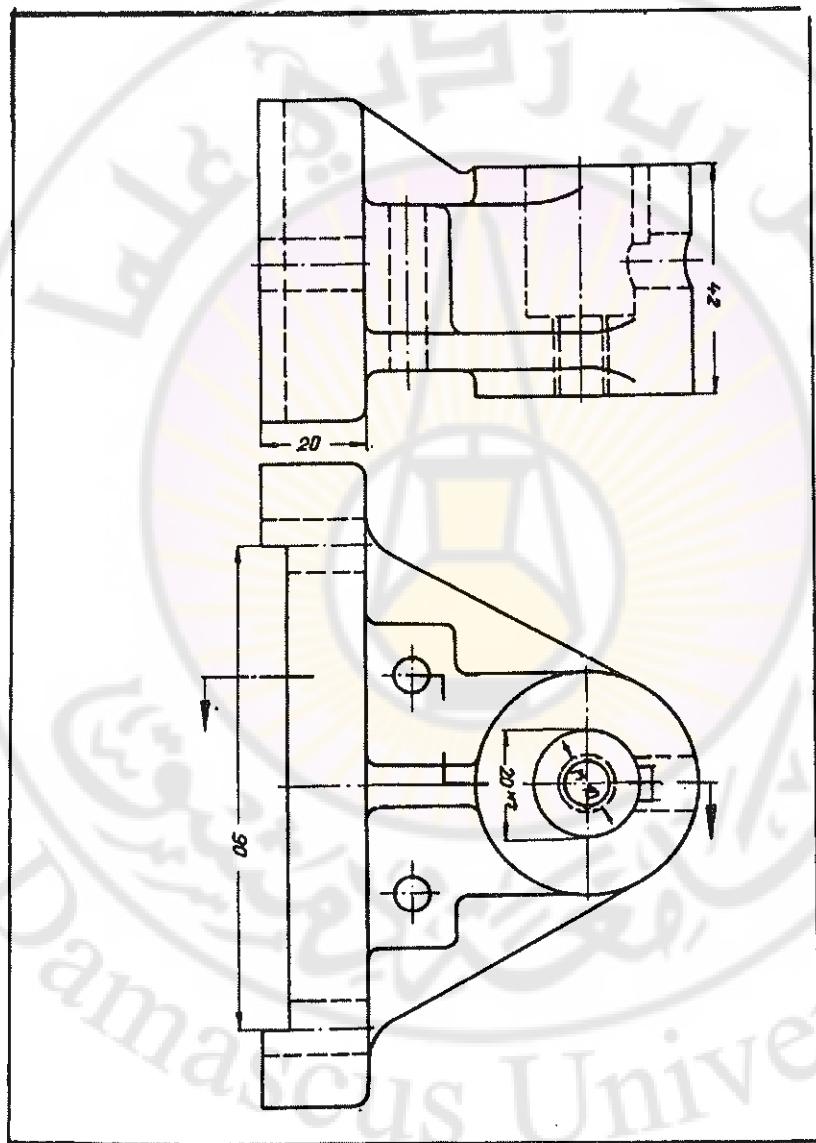












المراجع العلمية

- 1 - الرسم الهندسي (1): د. نزيه أبو صالح، د. نبيل مقدسى، أ. غالب جرموكلى - جامعة دمشق، 1980.
- 2 - الرسم الصناعي ورسم الآلات: م. صلاح الدين الأشرم - دار سمير أميس - دمشق 1965.
- 3 - الرسم الهندسي: إيفور فيشنيلوسكى - مير - موسكو - 1984.
- 4 - الرسم الفنى للهندسة الميكانيكية: أوتو براوكى، هانس هايدورن. هامبورغ، 1985.
- 5 - تكنولوجيا الرسم الهندسى: فيرت وفاندر ويللجين - المملكة المتحدة - 1980.
- 6 - مجموعة تمارين في الرسم الهندسى: باخانوف يو.ن - موسكو - 1990.
- 7 - الرسم الهندسى: دوجينين ن. س. ، تشوفيكوف ن.ت - موسكو 1990.
- 8 - الرسم الهندسى: باكولوبوف س.ك. ، فونيف أ.ف - موسكو، 1986.
- 9 - تمارين في رسم الآلات: باكولوبوف س.ك. ، موينوف أ.ف - موسكو، 1986.
- 10 - الرسم التقنى - غيسيك، ميشيل، مينير، هيل، دوكدون - شركة ماكملان - المملكة المتحدة 1986.
- 11 - الرسم الكهربائي والمخططات: أليكساندروفاك.ك، كوزمن ي.غ - موسكو 1990.
- 12 - حداول فستران: شيلو أ. - جورج فستران - برلين 1969.
- 13 - نظام التمديدات الكهربائية: نقابة المهندسين - 1995.

محتوى الكتاب

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

89	5- إرشادات في اختيار وضع الجسم في الفراغ	
95	6- اصطلاحات هندسية	
99	الباب الرابع: إعداد الرسوم الهندسية	
99	- مدخل	
99	2- أسس الرسم والإخراج	
102	3- مقاييس 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- ثبيت الرسوم الهندسية (التجبير)	
116	الباب الخامس: الأبعاد والبيانات	
116	- مدخل وتعريف	
117	2- أسس وقواعد كتابة الأبعاد	
117	1- طرائق وأسس وضع الخطوط	
121	2- تنظيم الأسهم	
123	3- طرائق كتابة الأرقام (وضع الأبعاد)	
128	3- أبعاد الدوائر والأقواس	
136	4- اعتمادات واصطلاحات	
139	5- تعليمات وإرشادات	
141	الباب السادس: استنتاج المسقط الثالث (المسقط الغائب)	
141	- مدخل	

الباب السابع:

141	- طريقة الاستنتاج
146	- المنظور الهندسي
146	- مدخل
147	- الإسقاط المنظوري
149	- الإسقاط المتساوي
149	- إنشاء المنظور
153	- إنشاء المساقط المنظورية للدائرة
163	- وضع الأبعاد على المنظور
163	- القطاعات في المنظور
165	القطاعات الهندسية
165	- مدخل وتعريف
165	- خطوط قطع الأجسام
167	- خطوط القطع
169	- تصنیف القطاعات
172	- القطاعات المتعلقة باتجاه وطول القطع
180	- حالات وأصطلاحات

المقاطع الهندسية

186	- أنواع المقاطع
187	- قواعد رسم المقاطع
190	- تسمية القطاعات والمقاطع (الترميز)

اللوالب والثقوب المقلوبة

199	- مدخل
199	- التجميع الموقت
202	- أشكال الأسنان

الباب الثامن:

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

