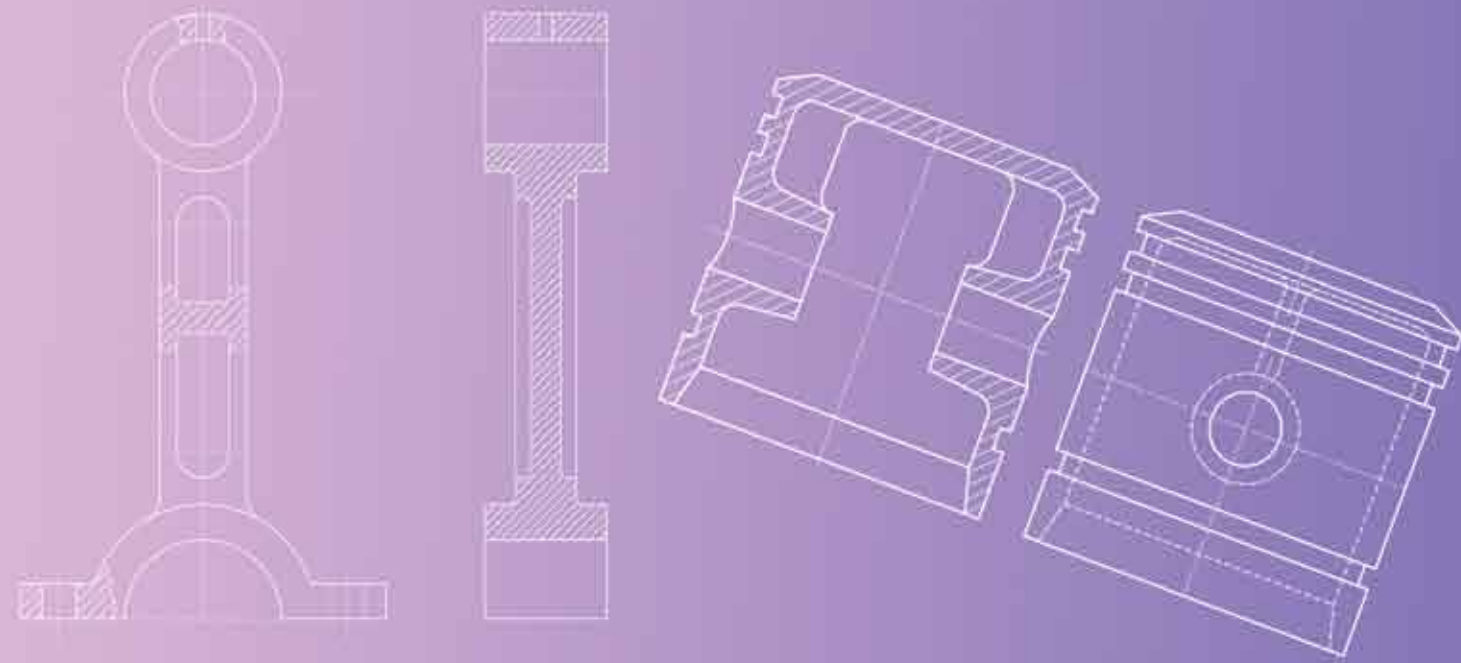




ميكانيك المركبات الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الأول

الصف الثاني عشر
الفرع الصناعي



ميكانيك المركبات

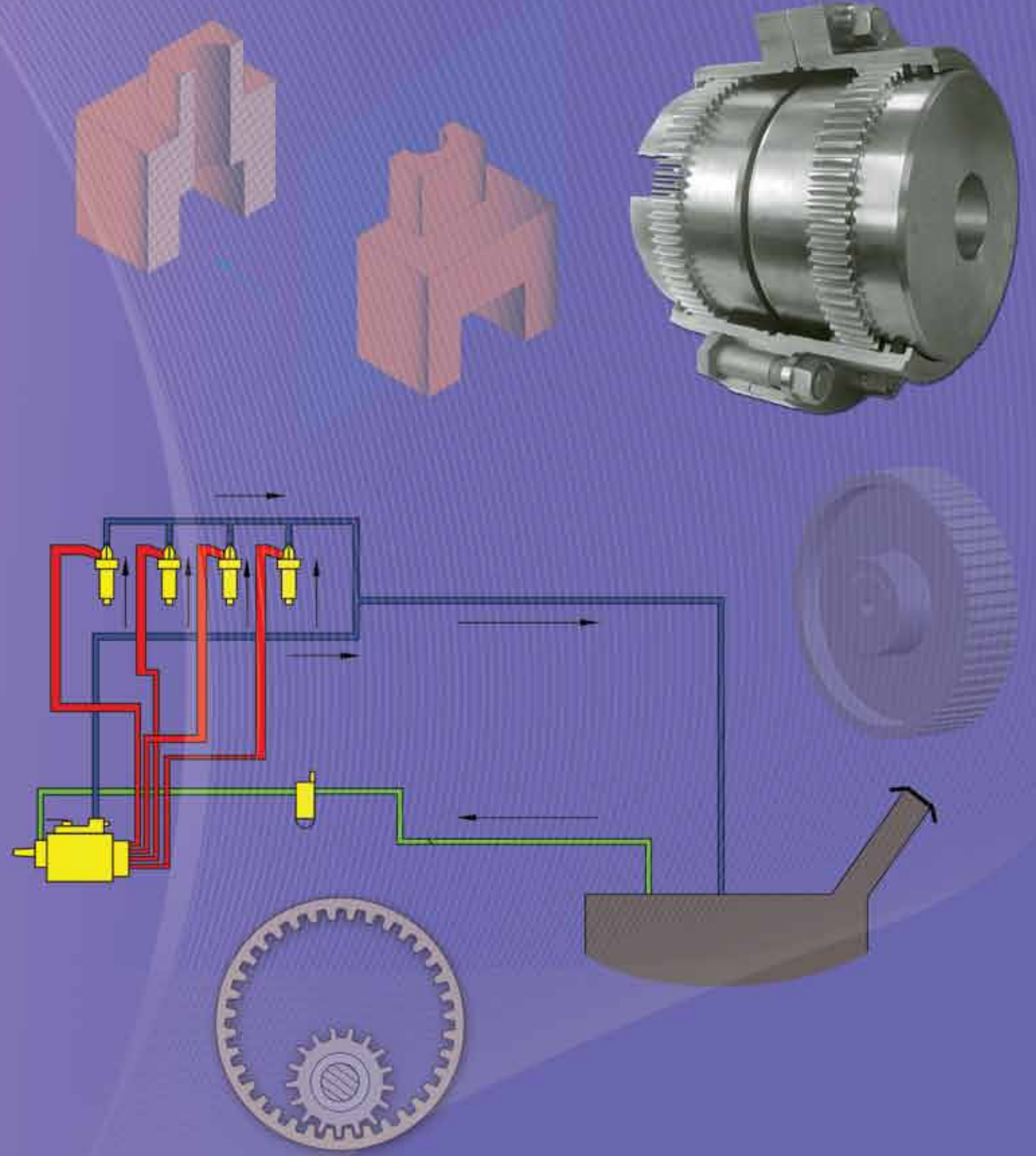
الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الأول

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

١٤٤٠ هـ / ٢٠١٩ م



مطبوعة



إدارة المناهج والكتب المدرسية

ميكانيك المركبات

الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الأول

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

تأليف

م. حمد عزات أحمر

م. حسام الدين مصطفى مهيدات أ. زياد ياسر دناوي

الناشر

وزارة التربية والتعليم

إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

هاتف: ٤٦١٧٣٠٤/٥-٨، فاكس: ٤٦٣٧٥٦٩، ص.ب: (١٩٣٠) الرمزالبريدي: ١١١١٨،

أو بوساطة البريد الإلكتروني: VocSubjects.Division@moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٣/١٩)، بتاريخ (٢٠١٣/٢/٢٦)، بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٣/٢٠١٤.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم عمّان - الأردن / ص.ب (١٩٣٠)

الفريق الوطني للإشراف على التأليف

م. عبد الحميد خلف الجفوت م. أحمد عثمان عقل
م. خليل يوسف صوّان

التحرير العلمي : م. خليل يوسف صوّان
التحرير اللغوي : ناصر علي محمد
التحرير الفني : نداء فؤاد أبوشنب
التصميم : مصطفى جمال مطلق
الرسوم : المؤلفون والمصمم
الإنتاج : سليمان أحمد الخلايلة

دقق الطباعة وراجعها : م. حمد عزات أحمر

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

(٢٠١٣/٦/١٨٨٠)

ISBN: 978-9957-84-463-9

١٤٣٤ هـ / ٢٠١٣ م

٢٠١٥ - ٢٠١٩ م

الطبعة الأولى

أعيدت طباعته

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	٥
إرشادات	٧
الوحدة الأولى ١ الرموز والمصطلحات الفنية	٩
أولاً : نقل الحركة بالتروس	١١
ثانياً : البراغي والصواميل	١٩
ثالثاً : الحلقات (الرونديلات)	٢٧
رابعاً : الخوابير	٢٨
خامساً : مسامير التبشيم (البراشيم)	٢٩
سادساً : الزنبركات (النوابض)	٣٠
سابعاً : القارنات (الوصلات)	٣٣
ثامناً : القوابض	٣٨
تاسعاً : نقل الحركة بالأقشطة والبكرات والجنازير	٤٠
عاشراً : التفاوت والتوافق	٤٧
التقويم الذاتي	٥٣
أسئلة الوحدة	٥٤
الوحدة الثانية ٢ نظرية الآلات	٥٧
أولاً : الحدبات	٥٩
ثانياً : العلاقة بين الضغط وحركة المكبس داخل الأسطوانة وزاوية دوران عمود المرفق	٦٩
ثالثاً : رسم المحركات رسماً تخطيطياً	٧١
رابعاً : أذرع التوجيه والعجلات في أثناء الدوران	٧٧
خامساً : قراءة الرسوم التخطيطية والنماذج الورقية (الكتالوجات)	٨١
التقويم الذاتي	٨٦
أسئلة الوحدة	٨٧
الوحدة الثالثة ٣ القطاعات	٩١
أولاً : مفهوم القطاعات وأهدافها	٩٣
ثانياً : خطوات القطع ودلالاتها وخطوط التهشير	٩٥

الموضوع	الصفحة
---------	--------

ثالثًا : شروط القطاعات ومصطلحاتها	٩٨
رابعًا : أنواع القطاعات	١٠٤
خامسًا : القطاعات في الأعمدة المصمتة والمجوّفة	١٢٢
سادسًا : تطبيقات وأمثلة على القطاعات الخاصّة بأجزاء المركبات	١٣٠
سابعًا : رسم المساقط في حالة القطاعات باستخدام برنامج (CAD)	١٥٦
التقويم الذاتي	١٦٦
أسئلة الوحدة	١٦٧
قائمة المصطلحات	١٨٠
قائمة المراجع	١٨٣

الحمد لله والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد،
يأتي هذا الكتاب استمراراً لعملية التطوير التي تنتهجها وزارة التربية والتعليم للارتقاء بالتعليم
ومسايرة التطور العلمي والتكنولوجي الذي يشهده العالم.

ويعدّ الرسم الصناعي وسيلة اتصال ولغة فنية بين الفنيين والمهندسين، وطريقة مهمة لتدوين
الأفكار وتوضيحها، ونقلها من واقع التصوّر والخيال إلى الواقع الملموس، وهو أوضح فهمًا
وأسهل إدراكًا من التعابير النصية.

وقد اعتمدنا في بناء هذا المستوى على بساطة اللغة والشرح الوافي، ليتمكن الطالب من
اكتساب المهارات والمعارف الخاصة بالرسم التخصصي في مجال ميكانيك المركبات من دون
إغفال الجانب التطبيقي؛ وذلك لتعميق الاتجاه الإيجابي لدى الطالب وتشجيعه على دراسة قطع
المركبات وفهم مكوناتها.

واعتمد هذا الكتاب على ما درسه الطالب في المستويين الأول والثاني؛ ليكون قادرًا على
تحقيق الأهداف العامة لمادة الرسم الصناعي واستكمالها، ول يتمكن من اكتساب المهارات اللازمة
لفهم الرموز والمصطلحات الفنية الخاصة بالرسم الصناعي التخصصي، ومعرفة التركيبات الآلية
والرسوم التخطيطية للمحركات وأنظمة عملها، والقدرة على قراءة نماذج المخططات
والرسوم.

واشتمل هذا المستوى على ثلاث وحدات دراسية، احتوت على كثير من الأمثلة والرسوم
التوضيحية والتمارين التطبيقية والمسائل المثيرة للتفكير التي تثرى الطالب، وتمكنه من الاستيعاب
والفهم، وفي ما يأتي ملخص لكل منها:

الوحدة الأولى: اشتملت على الرموز والمصطلحات الفنية الخاصة بنظم المركبات، من
تروس، وقارنات، وبراعي، وصواميل، وثقوب، وأعمدة، وزنبركات، وخوابير، ومواصفات
السيور والبكرات والجنازير والتفاوت والتوافق.

الوحدة الثانية: اشتملت على مفاهيم خاصة بنظرية الآلات، وتضمّنت الرسم التخطيطي للحدبات وأنواعها، ورسومًا تخطيطية للمحركات ودراسة أذرع التوجيه، وطريقة قراءة الرسوم التخطيطية والنماذج الورقية.

الوحدة الثالثة: عرضت كثيرًا من جوانب القطاعات وأنواعها؛ ليتمكن الطالب من فهم الأجزاء والوحدات الميكانيكية التي لا تبيّن المساقط العادية، وأُوليت القطاعات الخاصّة بأجزاء المركبات أهمية كبيرة، ورسمت المساقط والقطاعات باستخدام الحاسوب استكمالًا لما درسه الطالب في المستويين الأول والثاني.

وقد روعي في هذا الكتاب ما يأتي:

– اختيار أمثلة مناسبة وكافية تناسب موضوع الدرس، كقطع المحركات والمركبات؛ ليتمكن الطالب من فهم المادة الدراسية جيدًا.

– إيراد تمارين متنوعة وشاملة تراعي مستويات الطلاب والفروق الفردية بينهم.

– تقديم أنشطة متنوعة تناسب موضوع الدرس؛ ليتمكن الطالب من صقل معرفته وتنميتها.

– السلاسة والوضوح في أثناء عرض المادة التعليمية.

ونحن إذ نضع هذا الجهد المتواضع بين يدي طلبتنا الأعزاء وزملائنا المعلمين فإننا نرجو أن نكون قد أسهمنا في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة لهذا التخصص.

والله وليّ التوفيق

المؤلفون

إرشادات خاصة لمدرس المادة

- ١ - استخدام الوسائل التعليمية التي تناسب موضوع الدرس وتزيد من قدرة الطلبة على التخيل،
مثل:
- أ - نماذج حيّة من الواقع المهني، وقطع ميكانيكية من مشغل ميكانيك المركبات، ويمكن عمل قطاعات لها وتمييز مكان القطع بلون معين، أو رسم خطوط تهشير لها، وكذلك يمكن إحضار قطع من المشغل، ليشاهدها الطلاب وترسخ في عقولهم.
- ب - استخدام جهاز العرض الحديث (Data Show) لعرض رسوم مختلفة وتوضيحها باستخدام برامج الرسم المتخصصة.
- ج - تنزيل برنامج الرسم بالحاسوب (Auto CAD) على أجهزة مختبر الحاسوب، وتدريب الطلاب عليه، وبخاصة الجزء المطلوب منهم للمادة التعليمية، ويمكن للمعلم رسم نماذج متعددة ومجسمة باستخدام هذا البرنامج لقطع المركبات وعرضها أمام الطلبة.
- ٢ - متابعة المعلم المستمرة في أثناء تنفيذ الطلاب لرسومهم في المرسوم وإرشادهم إلى اتباع أفضل الأسس، ومناقشتهم، وبيان أخطائهم على لوحة الرسم تفادياً لتكرارها.
- ٣ - استخدام أسلوب التقويم المستمر والمتسلسل لجميع رسوم الطلاب، وتدوين النتائج في دفتر خاص، وملاحظة تقدّم الطلبة، ومعالجة الضعف عند أيّ منهم أولاً بأول، وتنمية الطلاب المتميزين بتمارين إضافية ذات مستوى متقدم.
- ٤ - إيلاء الواجبات البيتية أهمية كبيرة لتنمية مهاراتهم، ومناقشتهم فيها؛ حتى تتحقق الفائدة المرجوة من هذه الواجبات، ولحلّ أكبر قدر ممكن من تمارين الكتاب.
- ٥ - الاطلاع على أدلة الشركات الصانعة للمركبات، للتدرّب على قراءة الرسوم الخاصة بها وتفسيرها.
- ٦ - إعطاء أمثلة كافية كي يتمكن الطلبة من فهم المادة جيداً.

- ٧ - تكليف الطلبة تنفيذ أنشطة تثير تفكيرهم وتحفز قدراتهم، وتنمّي مواهبهم، وربط النتائج المستخلصة من الأنشطة بالمادة التعليمية.
- ٨ - التدرّج في شرح المادة التعليمية من السهل والبسيط إلى الأكثر دقة وتعقيداً، وتعزيز ذلك بالأمثلة والتمارين، حسب طبيعة الدرس، ومراعاة الفروق الفردية بين الطلاب.
- ٩ - حثّ الطلبة على الرجوع إلى ملحق المصطلحات الإنجليزية للمفردات الفنية في نهاية الكتاب، أو البحث في الشبكة العنكبوتية عمّا يلزم من معلومات.

الرموز والمصطلحات الفنية

الوحدة
الأولى



- ما أهميّة الرسم الرمزي لوسائل نقل الحركة وآلياتها؟
- ما أكثر ناقلات الحركة استخدامًا في الآليات والمركبات؟

الوحدة الأولى: الرموز والمصطلحات

تنقل الحركة أو القدرة في المحركات والآليات الميكانيكية بوساطة ناقلات الحركة على شكل تروس معشقة، أو أقشطة وجنازير، أو وصلات ميكانيكية وهيدرولية. ويعتمد نوع الناقلية وشكلها وتصميمها على طريقة نقل الحركة بين العمود القائد والعمود المقود في الآلة، وموضعها بين العمودين، والسرعة والعزم المطلوبين منها.

وتستخدم البراغي والصواميل وغيرها لوصل الناقلات والأجزاء الميكانيكية بعضها ببعض، ويمكن التعبير عن مختلف ناقلات الحركة الميكانيكية وأدوات الربط برسوم تخطيطية ومصطلحات فنية توضح عملها وارتباطها بالأجزاء والملحقات التابعة لها.

ويُتَوَقَّع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تبيّن أنواع التروس ومصطلحاتها.
- تعبّر عن التروس بالرسم الرمزي والاصطلاحي.
- توضح دلالات المصطلحات الفنية الخاصة بالبراغي والصواميل.
- ترسم البراغي والصواميل والبراشيم حسب المواصفات الدولية.
- تعدّد أنواع الزنبركات.
- ترسم رموز الزنبركات بأنواعها المختلفة.
- تذكر أنواع القارنات (وصلات الحركة).
- تعبّر عن القارنات بالرسم الرمزي.
- تبيّن التفاوت والتوافق الخاصّ بالأعمدة والثقوب.
- توضح مواصفات الأقشطة والبكرات والجنازير.
- تعبّر بالرسم الرمزي عن طريقة نقل الحركة في صندوق السرعات والجهاز التفاضلي.

التروس وسيلة من وسائل نقل الحركة، تستخدم في المعدات الصناعية ووسائل المواصلات والآلات الزراعية، وذلك لأهميتها في نقل قدرات كبيرة، وعدم تأثرها بدرجة الحرارة المحيطة، وصغر الحيز الذي تشغله، إلا أنها غير ملائمة لنقل الحركة بين الأعمدة المتباعدة بسبب كبر حجم التروس اللازمة لذلك.

١ أنواع التروس (Gears)

هنالك أنواع متعددة من التروس يختلف استخدام كل منها عن الآخر باختلاف شكل أسنانها، وفي ما يأتي أهم أنواعها:

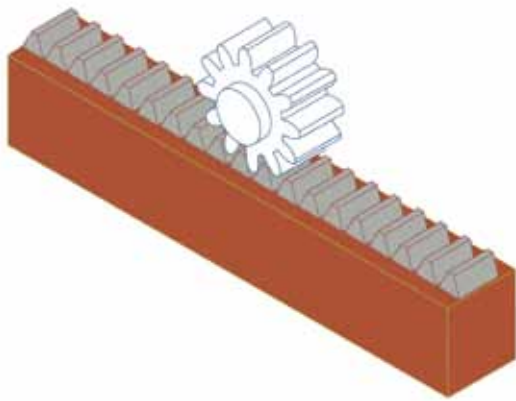


أ التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدلة):

هي ذات أسنان (Spur Gears)

توازي محوري العمودين، كما في الشكل (١-١)، وتعدّ من أكثر أنواع التروس استخداماً، وتُنقل الحركة الدائرية بين الأعمدة المتوازية عندما تكون هذه الأعمدة قريبة نسبياً بعضها من بعض، وتمتاز هذه التروس بسهولة تصنيعها، وعدم توليدها قوى دفع محورية. وتستخدم التروس ذات الأسنان المستقيمة مع الجريدة المسننة التي تتحرك حركة مستقيمة في أثناء دوران الترس، كما في الشكل (١-٢).

الشكل (١-١): تروس ذات أسنان مستقيمة.



الشكل (١-٢): ترس ذو أسنان مستقيمة مع جريدة مسننة.

ب التروس الحلزونية: هي تروس ذات أسنان

حلزونية (Helical Gears) مائلة بزاوية



الشكل (٣-١): التروس الحلزونية.



الشكل (٤-١): ترس حلزوني مزدوج.

على محور الترس، كما يوضح الشكل (٣-١)، وتستخدم في نقل الحركة الدائرية إلى الأعمدة المتوازية القريبة نسبيًا بعضها من بعض، وتمتاز هذه التروس بتعشيق هادئ؛ لأنَّ التعشيق فيها يحدث على نحو تدريجي، وتبقى سنٌّ واحدة في حالة تعشيق دائم، وهذا يؤدي إلى توزيع الحمل على أكبر مساحة ممكنة من سطوح الأسنان، ويُخفِّض أحمال الصدم؛ ولذلك يمكن استخدامها لسرعات دوران عالية. وفي أثناء التشغيل يُنتج الترس الحلزوني المفرد قوة دفع محورية يمكن التقليل منها بتصميم محاور عمود الدوران الخاص بالترس

تصميمًا جيدًا، أو باستخدام ترس حلزوني مزدوج، كما في الشكل (٤-١).

التروس المخروطية: تستخدم التروس المخروطية (Bevel Gears) لنقل القدرة بين عمودين غير متوازيين يتقاطعون محاورهما، وتمتاز بتوزيع الحمل على الأسنان بالتساوي في أثناء التشغيل. ويبين الشكل (٥-١) التروس المخروطية ذات الأسنان المستقيمة والحلزونية.



الشكل (٥-١): تروس مخروطية.

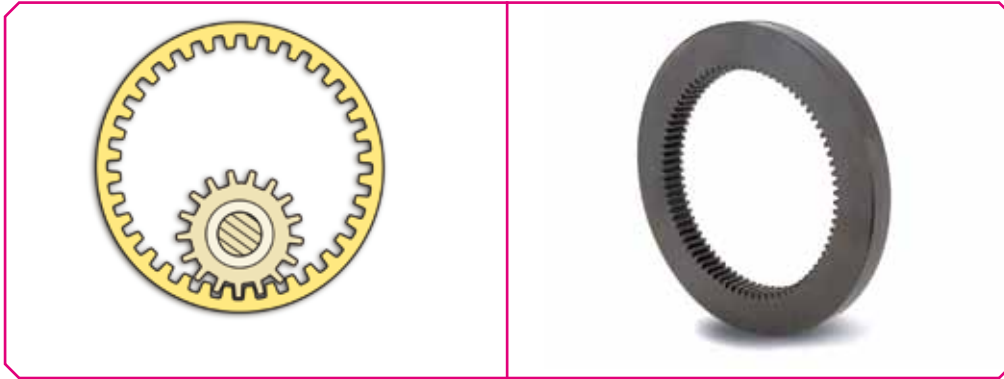


د التروس الدودية: تستخدم التروس الدودية (Worm Gears) لنقل القدرة بين عمودين غير متوازيين، أحدهما متعامد على الآخر، ولا يتقاطع محوراهما، كما في الشكل (٦-١)، وتمتاز بهدوء عملها، وصغر الحيز الذي تشغله.

الشكل (٦-١): التروس الدودية.

ه التروس ذات الأسنان الداخلية: تشبه أسنان التروس الداخلية في تصميمها

الأسنان المستقيمة والحلزونية، غير أنها تشكّل على السطح الداخلي لأسطوانة الترس، ويبين الشكل (٧-١) التروس ذات الأسنان الداخلية.



الشكل (٧-١): تروس ذات أسنان داخلية.

سؤال حدّد تطبيقاً عملياً لكل نوع من التروس المستخدمة في المركبة.

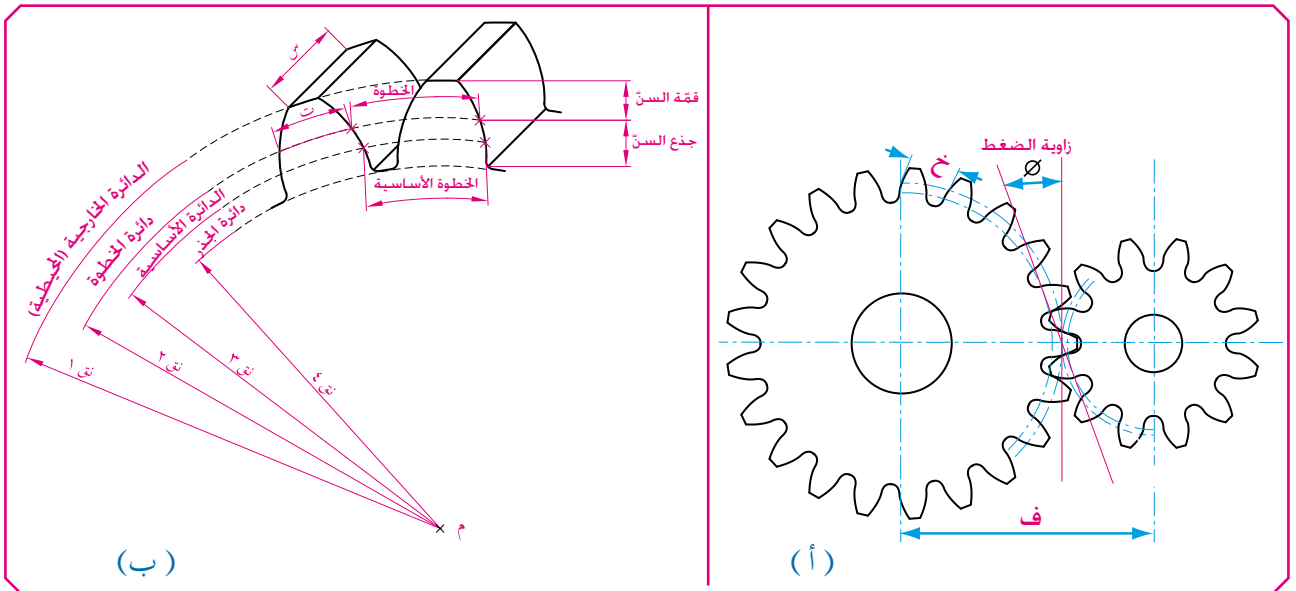
٢ المصطلحات الفنية للتروس

يمكن تمييز التروس حسب الغرض منها بعناصر أساسية تدخل في تصميم أسنان الترس، وبما أنّ عناصر التروس ذات الأسنان المستقيمة هي أساس الأنواع الأخرى، فإننا سنركز في هذا الشرح الموجز عليها.

ويبين الشكل (٨-١) العناصر الأساسية للتروس.

وفي ما يأتي إيضاح لهذه العناصر:

- أ) الدائرة المحيطية: هي الدائرة التي تحيط بقمم أسنان الترس.
- ب) الدائرة الأساسية: يبدأ عندها تشكيل منحنى السن الخارجي.
- ج) دائرة الخطوة: هي الدائرة الوهمية التي يحدث عندها أفضل تلامس بين سنّين ترسين معشّقين، وتنتقل عندها الحركة بين السنّين من دون انزلاق، وتؤخذ أغلب قياسات الترس من هذه الدائرة.
- د) دائرة الجذر: تتشكل على أسفل الفراغ بين الأسنان.
- هـ) الخطوة الدائرية (خ): هي المسافة الاسمية بين محوري سنّين متجاورين مقيسة على دائرة الخطوة.
- و) سمك السنّ (ت): هو سمك السن الواحدة للترس مقيسًا على دائرة الخطوة.
- ز) البعد المركزي (ف): هو المسافة بين مركزي ترسين معشّقين معًا.
- ح) عرض وجه السن (س): هو عرض السنّ الواحدة للترس مقيسًا باتجاه يوازي محور دوران عمود الترس.
- ط) قمة السن (ع_١): هي المسافة العمودية بين الدائرة المحيطية ودائرة الخطوة على محور السن.
- ي) جذع السن (ع_٢): هي المسافة العمودية بين دائرة الجذر ودائرة الخطوة على محور السن.
- ك) زاوية الضغط (ϕ): هي الزاوية المحصورة بين المماس المشترك لسطحي تماس دائرتي الأساس لترسين معشّقين والمماس المشترك لدائرتي الخطوة في الترسين.



الشكل (٨-١): العناصر الفنية الأساسية للترس.

٣ الرسم الرمزي والاصطلاحي للتروس

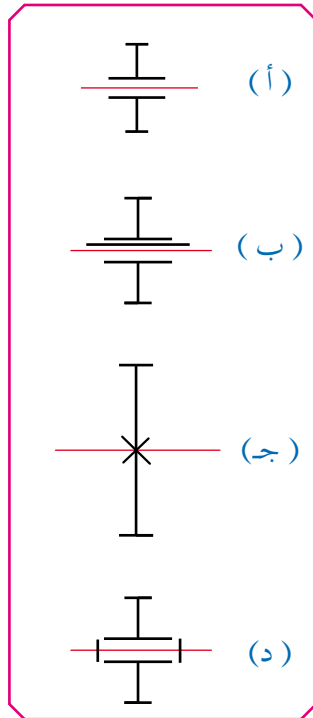
يمكن التعبير عن التروس برسوم تخطيطية توضح نوعها وطريقة ارتباطها بمحاور دورانها، بهدف تقديم رسم مبسط يساعد على فهم ميكانيكية الحركة التي تؤديها حسب موضعها في المعدات والآليات الميكانيكية. ويبين الجدول (١-١) الرسم الرمزي والاصطلاحي للتروس.

الجدول (١-١): رسم التروس بالرموز والرسم الاصطلاحي.

نوع الترس	الرسم الرمزي	الرسم الاصطلاحي
التروس ذات الأسنان المستقيمة أو الخلزونية		
التروس ذات الأسنان المستقيمة لمحاور متعامدة		
التروس الدودية		
التروس المخروطية		
تروس ذات أسنان مستقيمة مع جريدة مسننة		
تروس ذات أسنان داخلية		

٤ علاقة الترس بالمحور

الشكل (٩-١) اتصال الترس بمحور دورانه في الحالات الآتية:



الشكل (٩-١): اتصال الترس بمحور دورانه.

أ) الترس ينزلق ويدور (يكون حرًا في أثناء الدوران).

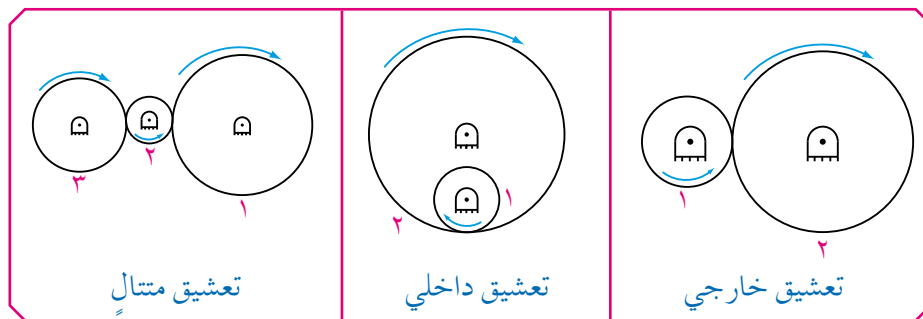
ب) الترس ينزلق ولا يدور (متحرك بلا دوران).

ج) الترس لا يدور ولا ينزلق (الترس ثابت مع محور دورانه).

د) الترس يدور فقط (دوران من غير انزلاق).

٥ تعشيق التروس في صندوق السرعات (Gear Box)

تعدّ التروس ذات الأسنان المستقيمة والحلزونية (المائلة) هي الأكثر استخدامًا في صندوق السرعات، وذلك لإمكانية استخدامها في نقل الحركة بقدرات عالية بين المحاور المتوازية. ويبين الشكل (١٠-١) حالات التعشيق الشائعة بين التروس.



الشكل (١٠-١): حالات التعشيق الشائعة للتروس.

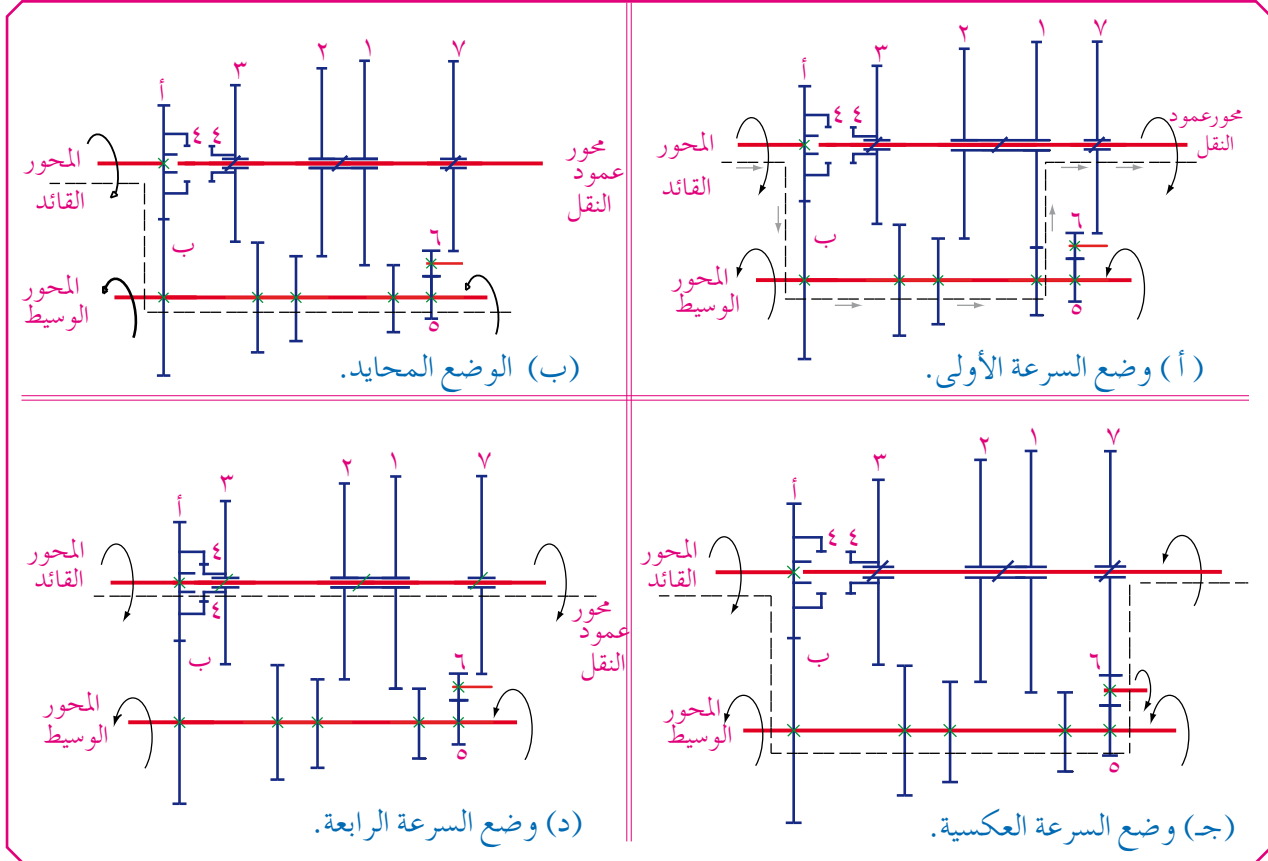
ويبين الشكل (١١-١) الرسم الرمزي لطريقة نقل الحركة بالانزلاق في صندوق ذي أربع سرعات، وهو في الأوضاع الآتية:

١ وضع السرعة الأولى.

ب الوضع المحايد.

ج وضع السرعة العكسية.

د وضع السرعة الرابعة.

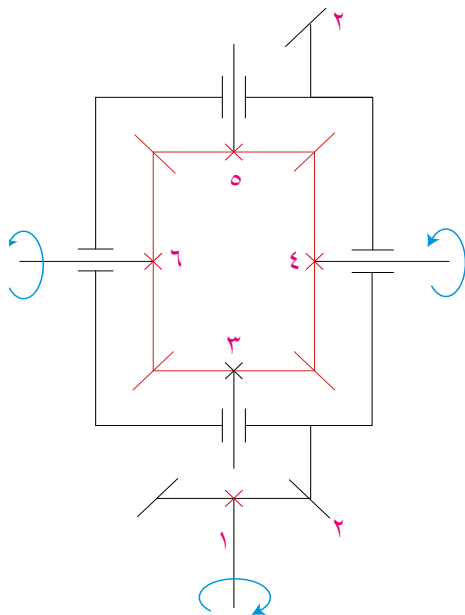


الشكل (١١-١): رسم رمزي لطريقة نقل الحركة بالانزلاق في صندوق ذي أربع سرعات.

٦ تشييق التروس في مجموعة التروس التفاضلية

تعدّ التروس ذات الأسنان المخروطية هي الأكثر استخدامًا في مجموعة التروس التفاضلية، وذلك لإمكانية استخدامها في نقل الحركة بقدرات عالية بين الأعمدة التي تكون محاورها متعامدة ومتقاطعة في الوقت نفسه.

ويبين الشكل (١٢-١) مجموعة التروس التفاضلية للمحور الخلفي في المركبة والرسم الرمزي لطريقة نقل الحركة فيها.



الرسم الرمزي لمجموعة التروس التفاضلية.



مجموعة التروس التفاضلية.

الشكل (١-١٢): رسم رمزي لمجموعة التروس التفاضلية.

تعدّ البراغي (Bolts) والصواميل من أكثر طرق وصل الأجزاء الميكانيكية بعضها ببعض وتجميعها في الآليات والمركبات، وذلك لسهولة تنفيذها وقابليتها لللفك، وستعرّف في هذا الجزء من الوحدة أنواع البراغي والصواميل ورموزها وكيفية رسمها.

١ أنواع البراغي

هناك أنواع متعددة من البراغي المسننة، أهمها:

١) البراغي العادية: تستعمل في ربط العناصر ذات الثقوب العادية غير المسننة، ويبين الشكل (١-١٣) بعض أنواعها.



الشكل (١-١٣): بعض أنواع البراغي العادية.

ب) براغي الرأس الحلقي (Cap Screws): هي براغي عادية تستخدم من دون صواميل لربط العناصر ذات الثقوب المسننة غير النافذة، ويبين الشكل (١-١٤) بعض أشكالها.



الشكل (١-١٤): أنواع براغي الرأس الحلقي.

ج) براغي الآلة (Machine Screws): تشبه براغي الرأس الحلقي، ولكن قياسها أصغر، وتستخدم لوصل العناصر الصغيرة والعناصر القليلة السمك بعضها ببعض، ولها أنواع كثيرة تصنف حسب أشكال رؤوسها، ويبين الشكل (١-١٥) بعضها.



الشكل (١-١٥): بعض أنواع براغي الآلة.

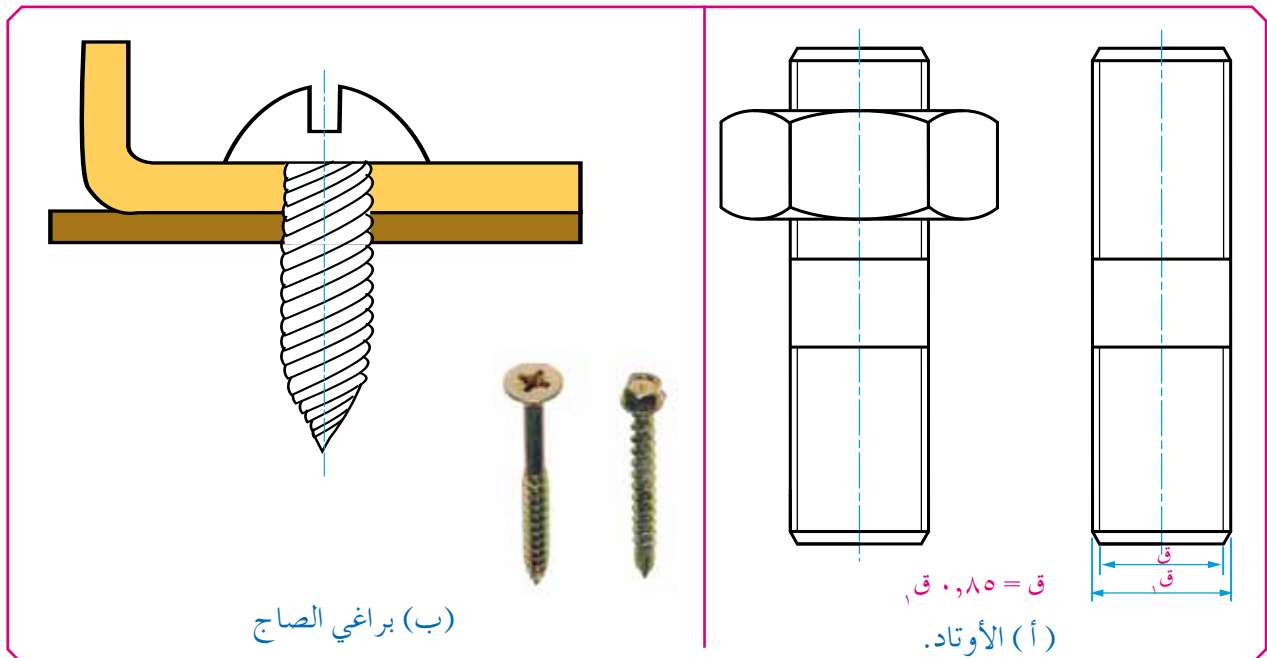
٥ براغي الضبط والتثبيت (Locking Device): تستخدم لضبط عنصر وفق وضع معين، وتثبيت عنصر بآخر، مثل تثبيت بكرة مع عمود، ولها أنواع وقياسات تختلف باختلاف أشكال رؤوسها ونهاياتها، ويبين الشكل (١-١٦) بعض أنواعها.



الشكل (١-١٦): بعض أنواع براغي الضبط والتثبيت.

٥ البراغي المسننة من الطرفين (الأوتاد) (Stud Bolts): تستعمل لوصل قطعتين معدنيتين إحداهما بالأخرى، بحيث يسنن ثقب داخل إحدى القطعتين، ويثبت أحد طرفي البرغي فيها، ثم توضع القطعة الأوسع فتحة، لكي توصل بصمولة من الطرف الآخر للبرغي. وهذه البراغي عديمة الرأس، كما يوضح الشكل (١-١٧/أ).

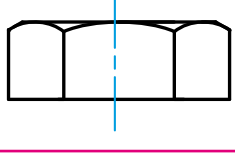
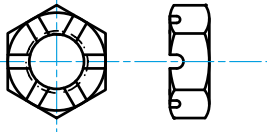
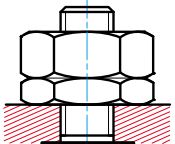
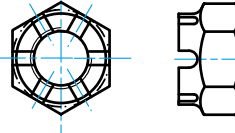
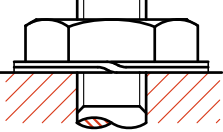
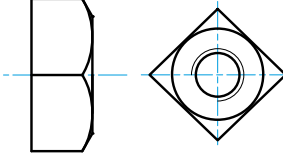
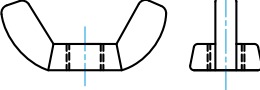
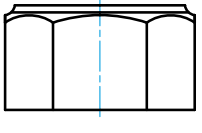
٥ براغي الصاج: تتميز براغي الصاج بأنها ذات خطوة كبيرة، وأن طرفها مسلوب، وغالبًا ما تكون مسننة على نحو كامل، وتتوافر بأشكال وحجوم مختلفة، كما في الشكل (١-١٧/ب).



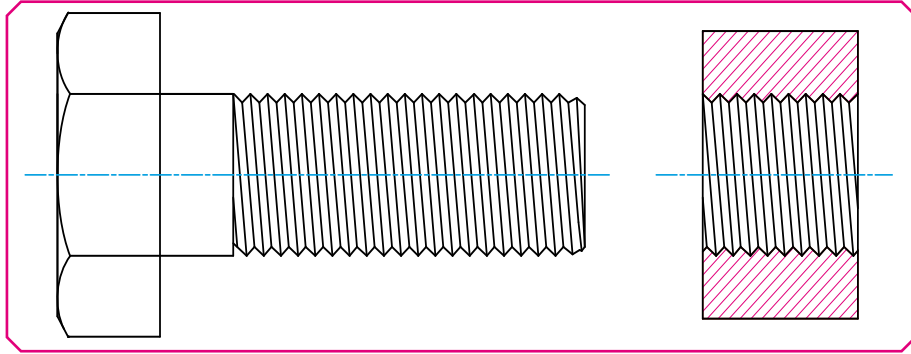
الشكل (١-١٧): الأوتاد وبراغي الصاج.

تستعمل الصواميل (NUTS) لإحكام البراغي وتثبيتها، وذلك لمنعها من الحركة والاهتزاز، ولها أشكال متعددة وأنواع مختلفة، ويبين الجدول (٢-١) بعضاً منها والرسم الاصطلاحي لكل نوع.

الجدول (٢-١): أنواع الصواميل ورسمها الاصطلاحي.

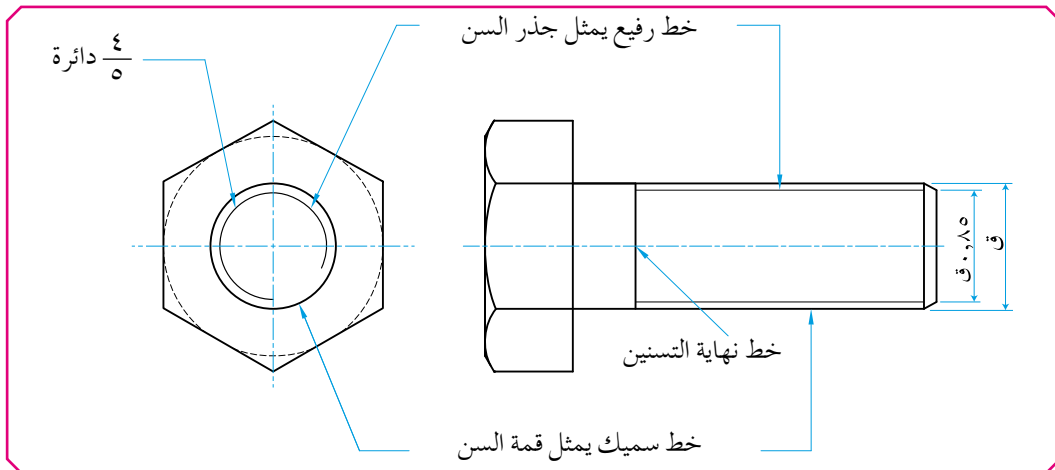
نوع الصّمولة	شكل الصّمولة	الرسم الهندسي
الصواميل السداسية القياسية (Hexagonal – Nut)		
الصواميل المشقوقة (Slotted – Nut)		
صواميل الزنق (القفل) (Lock – Nut)		
الصواميل البرجية (Castle – Nut)		
الصمولة ذات الإفلنجة (Flange – Nut)		
الصواميل المربعة (Squared – Nut)		
الصواميل المجنّحة أو الفراشة (Wing – Nut)		
صمولة ذات حشوة من النايلون (Nylon Insert Lock Nut)		

أ الرسم التفصيلي للبرغي والفتحة المسننة: تحتاج عملية رسم البراغي والصواميل والفتحات المسننة وفق شكلها الحقيقي إلى دقة وجه كبير بالطريقة اليدوية، مما يؤدي إلى ضياع الوقت، ولذلك اصطلح على رسمها على نحو مبسط، ليسهل أداء الرسم وقراءته. ويبين الشكل (١-١٨) المنظر الحقيقي لمسقط برغي وقطاع ذي فتحة مسننة.



الشكل (١-١٨): الرسم الحقيقي لأسنان برغي وقطاع ذي فتحة مسننة.

ب الرسم الاصطلاحي للبراغي والصواميل: يمكن تمثيل سنّ اللولب برسم القطر الأساسي للبرغي بخطين متوازيين سميكين ومتصلين، ورسم جذر سنّ البرغي بخطين آخرين رفيعين ومتصلين، وتمثل المسافة بينهما القطر الثانوي للبرغي الذي يرسم بنسبة (٠,٨٥) من قطر البرغي الأساسي، وفي المسقط الأمامي يمثل القطر الأساسي للبرغي بدائرة سميكة، ثم يمثل جذر السن (القطر الثانوي للبرغي) بدائرة تُرسم بخط رفيع ومتصل، أي دائرة غير مكتملة ($\frac{4}{5}$) الدائرة، كما في الشكل (١-١٩).



الشكل (١-١٩): الرسم الاصطلاحي لرسم البرغي.

وترسم رؤوس البراغي وصواميلها بإحدى الطريقتين الآتيتين:

١. الأبعاد الدقيقة التي في الجداول القياسية.

٢. الأبعاد التقريبية مأخوذة بالنسبة إلى القطر الخارجي لأسنان البرغي، وهذه الطريقة هي التي سنتعرفها في هذا الجزء من الوحدة، وذلك بدراسة الأشكال الآتية:

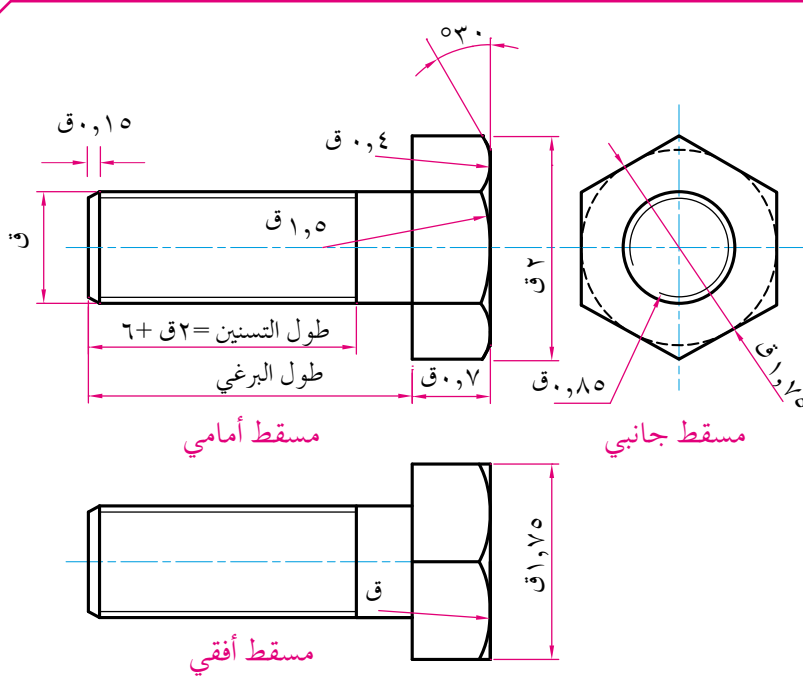
أ. الشكل (١-٢٠/أ)

الذي يبين أبعاد البرغي
المتري بدلالة قطره
(ق).

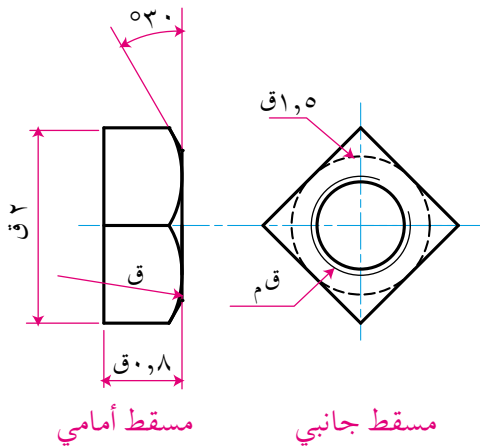
ب. الشكل (١-٢٠/ب)

الذي يبين أبعاد
الصمولة السداسية.

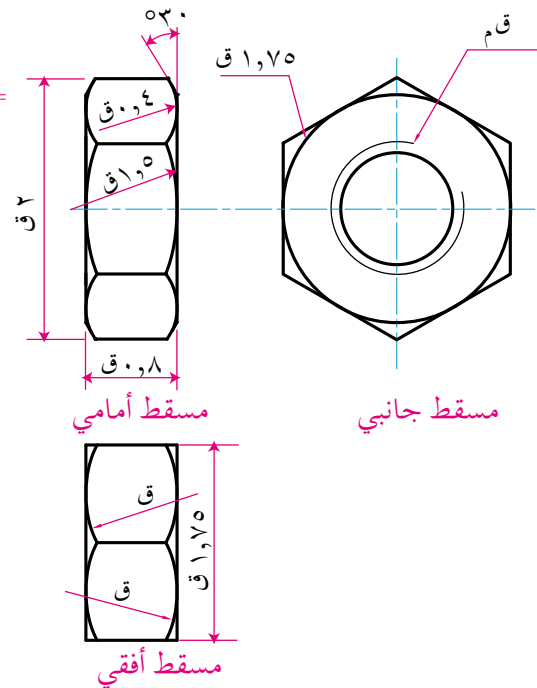
ج. الشكل (١-٢٠/ج) الذي
يبين أبعاد الصمولة
الرباعية.



(أ) أبعاد البرغي المتري بدلالة قطره.



(ج) أبعاد الصمولة الرباعية بدلالة قطر البرغي.

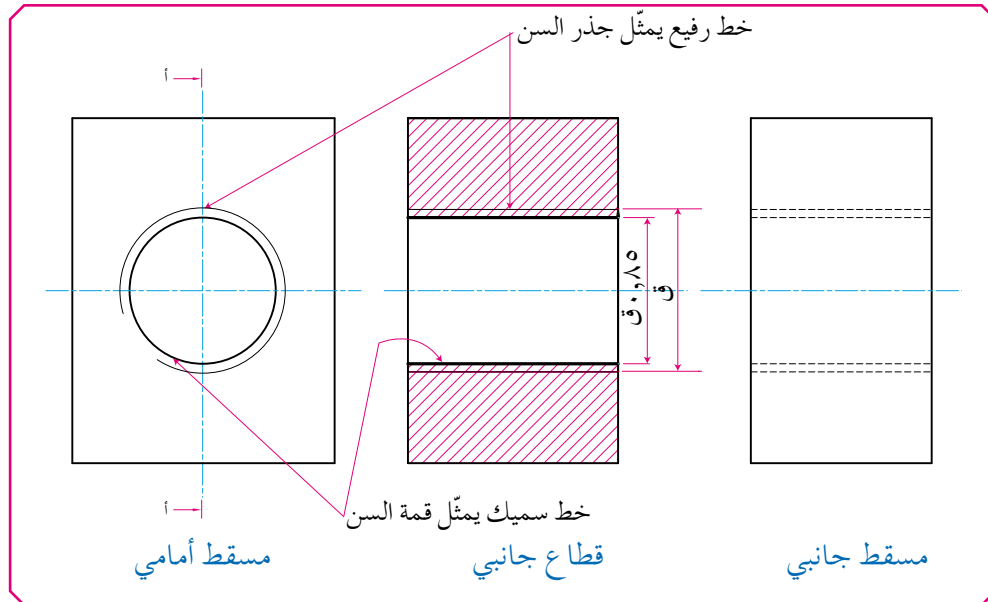


(ب) أبعاد الصمولة السداسية بدلالة قطر البرغي.

الشكل (١-٢٠): أبعاد البراغي والصواميل.

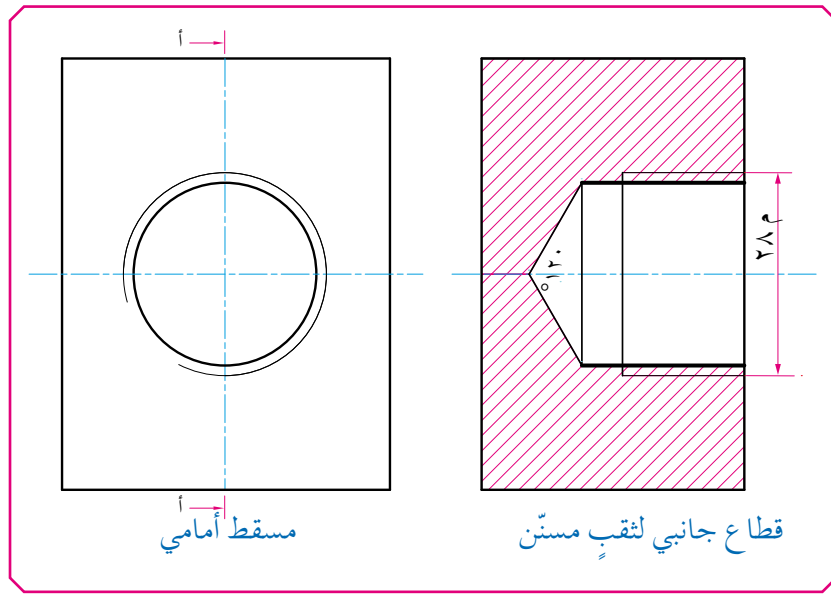
- ١- ارتفاع رأس البرغي هو (٧, ٠ ق).
- ٢- ارتفاع رأس الصمولة العالية هو (٨, ٠ ق)، وارتفاع رأس الصمولة الرفيعة هو (٥, ٠ ق).
- ٣- نصف قطر القوس الكبير في المسقط الأمامي للبرغي السداسي هو (نق = ١, ٥ ق)، ونصف قطر القوسين الطرفيين له (نق = ٤, ٠ ق)، ويكون طول رأس البرغي في هذه الحالة (٢ ق).
- ٤- نصف قطر قوسي المسقط الجانبي للبرغي السداسي يعادل قطر البرغي نفسه، ولا يوجد شطفة على هذا المسقط.

ج) الرسم الاصطلاحي لأسنان الفتحة المسننة: يبين الشكل (١-٢١) الرسم الاصطلاحي لمساقط أسنان الفتحة المسننة في حالة الثقوب النافذة.

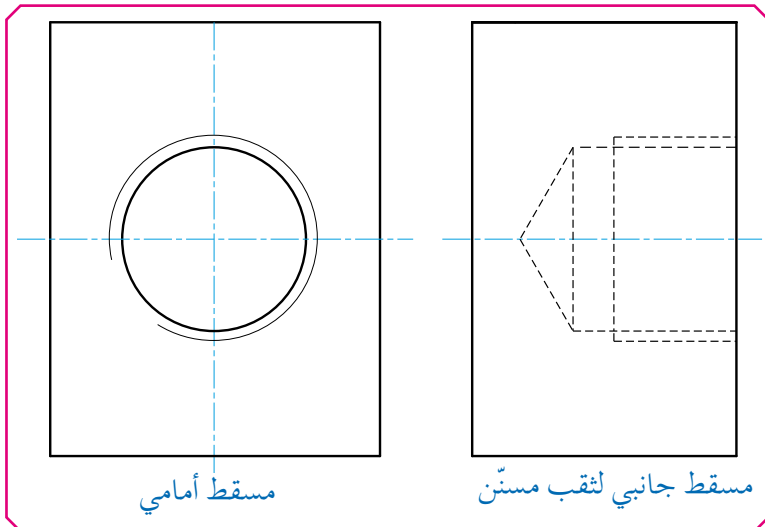


الشكل (١-٢١): تمثيل الفتحة المسننة للثقوب النافذة.

ويبين الشكل (١-٢٢) رسمًا اصطلاحيًا لأسنان الفتحة المسننة للثقوب غير النافذة في حالة القطاع.



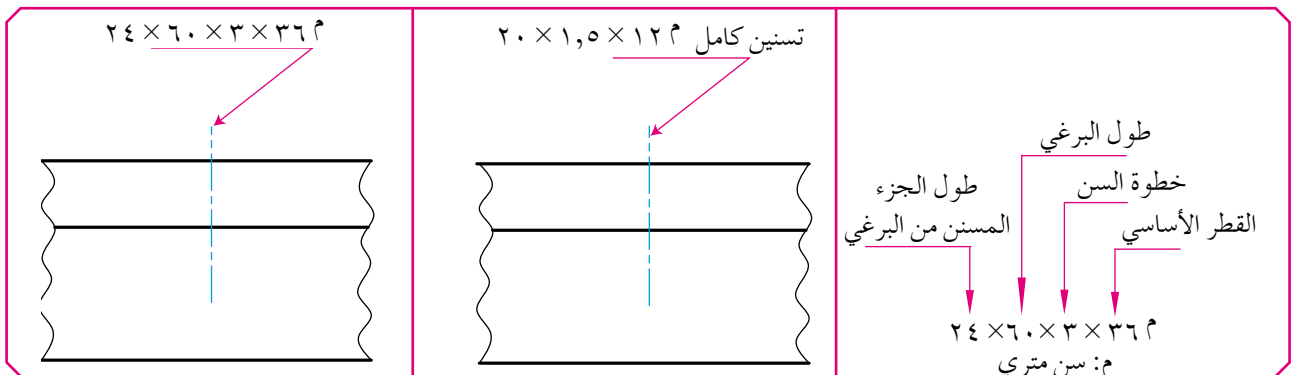
الشكل (٢٢-١): رسم الثقب غير النافذ في حالة القطاع.



ويبين الشكل (٢٣-١) الرسم الاصطلاحي لمساقط أسنان الفتحة المسننة لثقوب غير النافذة.

الشكل (٢٣-١): رسم الثقب غير النافذ في حالة المساقط.

ويبين الشكل (٢٤-١) الرموز المستخدمة للبراغي والثقوب.

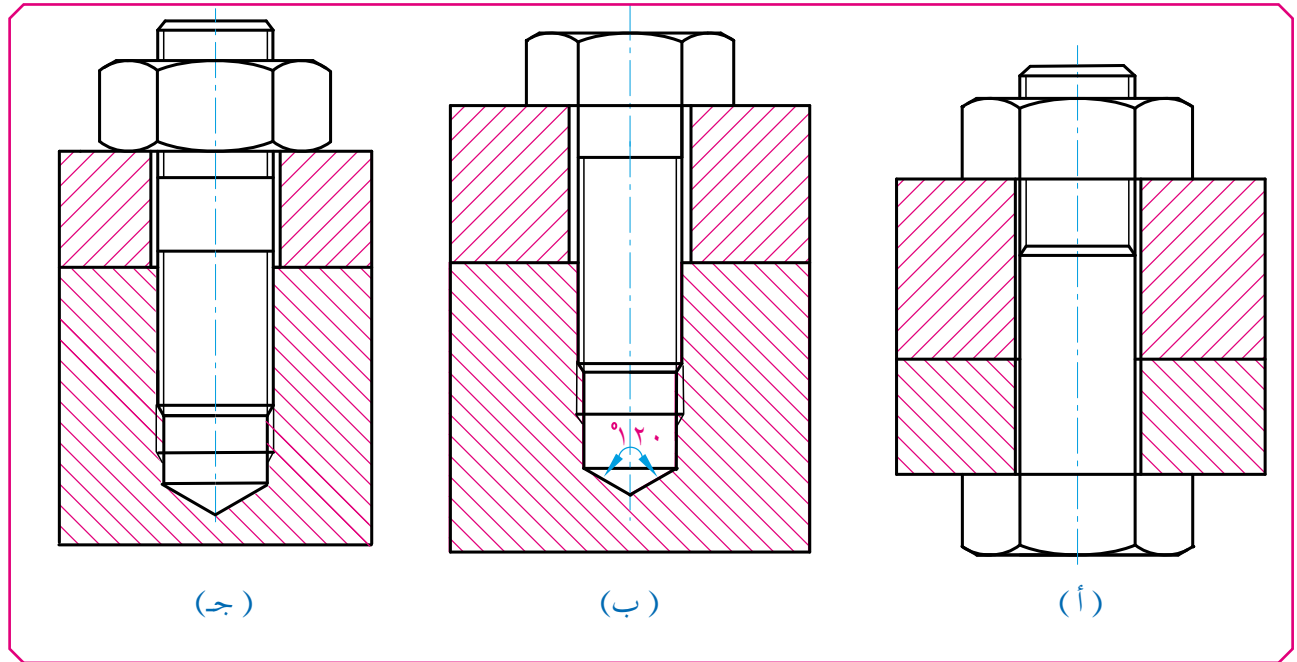


الشكل (٢٤-١): رسم البرغي والثقب المسنن في حالة الرسم المصغر.

٤ تطبيقات على رسم البراغي والصواميل

يبين الشكل (١-٢٥) تطبيقات عملية على رسم بعض عمليات الوصل بالبراغي والصواميل، إذ:

يبين الشكل (أ/١-٢٥) وصل القطع برغي وصمولة في حالة الثقوب النافذة من الجهتين، ويبين الشكل (ب/١-٢٥) وصل القطع برغي فقط في حالة الثقوب غير النافذة، أما الشكل (ج/١-٢٥) فيبين وصل القطع بالأوتاد.



الشكل (١-٢٥): الوصل بالبراغي والصواميل والأوتاد.

تذكّر

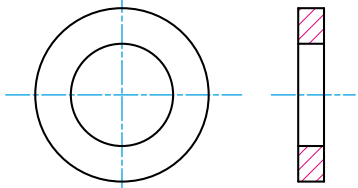
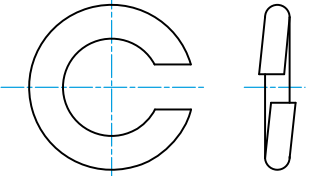
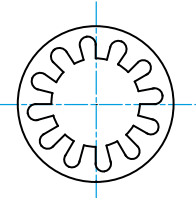
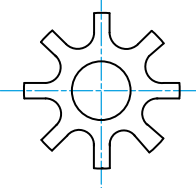
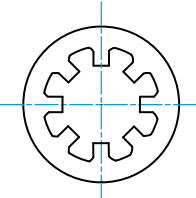
قطر فتحة البرغي غير المسننة = (من ١,١ إلى ١,٢) × قطر البرغي تقريباً، ويعتمد ذلك على نوع معدن البرغي والقطعة المراد تثبيتها، وحسب معامل التمدد للمعادن المستخدمة.

الحلقات (الرنديلات)

ثالثاً

الحلقة (WASHER) قطعة معدنية إضافية على شكل حلقة، تسمى في المشاغل الميكانيكية (رونديلا)، وتستخدم لحماية قطع مجموعة الربط الأساسية من التلف والكسر والارتخاء عندما تتعرض لضغط كبير، ولها أشكال عدّة، ويبين الجدول (٣-١) بعضها.

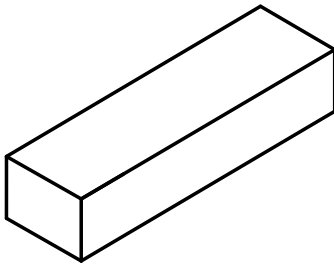
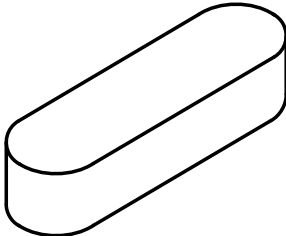
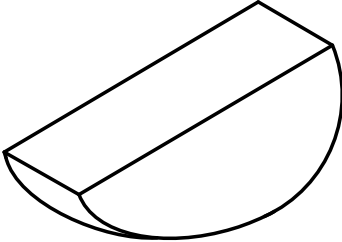
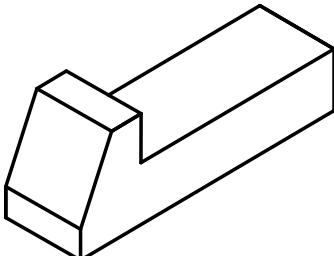
الجدول (٣-١): أشكال الحلقات المعدنية.

نوع الحلقة	شكل الحلقة	الرسم الهندسي
حلقة عادية (Washers)		
حلقة زنبركية (Coil)		
حلقة الصحن (Dish)		
حلقة أسنان خارجية External Teeth Washer		
حلقة أسنان داخلية Internal Teeth Washer		

رابعًا الخوابير (Keys)

تستخدم لتثبيت العناصر الدوارة، مثل البكرات (Pulleys) والمسننات بمحاورها، وتصنع من الفولاذ لكي تتحمل الأحمال والإجهادات الناتجة من الدوران، ويبين الجدول (٤-١) أهم هذه خوابير وأكثرها استخدامًا.

الجدول (٤-١): بعض أنواع خوابير.

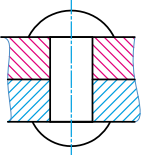
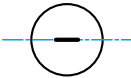
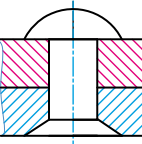
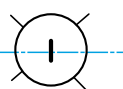
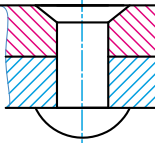
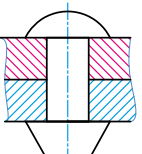
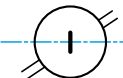
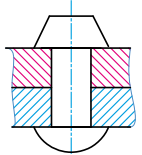
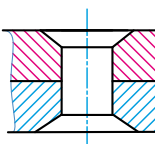
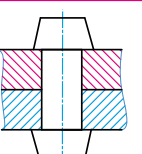
نوع الخابور	شكل الخابور	الرسم الهندسي
المربع (Square)		
المستدير الطرف (Round-End)		
نصف قرص (Woodruff)		
ذو الرأس (Gib-Head)		

مسامير التبرشيم (البراشيم) (Rivets)

خامسًا

تستعمل لوصل العناصر الرقيقة، مثل الصفائح المعدنية، وتصنع من موادّ عدّة، مثل الحديد الكرومي والألمنيوم والنحاس، ويختلف بعضها عن بعض في موادّها وأشكالها وقياساتها، ويبين الجدول (٥-١) الأشكال الحقيقية للبراشيم والرسم الاصطلاحي لها.

الجدول (٥-١): أشكال البراشيم واصطلاحاتها.

نوع مسمار التبرشيم	شكل مقطع وصلة البرشام	الرسم الرمزي
كروي من الأعلى ومن الأسفل		
كروي من الأعلى وغطاس من الأسفل		
غطاس من الأعلى وكروي من الأسفل		
كروي من الأعلى ومخروطي من الأسفل		
مخروطي من الأعلى وكروي من الأسفل		
غطاس من الأعلى ومن الأسفل		
مخروطي من الأعلى ومخروطي من الأسفل		

سادسًا الزنبركات (النوابض) (Springs)

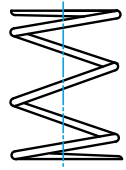
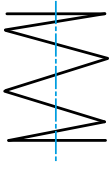
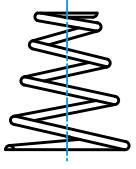
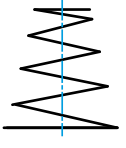
الزنبرك عنصر مرن ينحرف عن موضعه عند تأثير قوة عليه، ثم يعود عندما يزول تأثير هذه القوة إلى وضعه الطبيعي، ويستخدم في الآلات والأجهزة الميكانيكية لأغراض مختلفة، منها امتصاص الصدمات والاهتزازات، والتقليل من تأثيرها، وتخزين الطاقة، وأحيانًا لإنتاج الحركة، كما في زنبركات الساعات.

وتصنع الزنبركات من خليط من المواد مثل، الفولاذ والكروم والفاناديوم، والحديد، والنيكل، والكروم، والفولاذ الكربوني، والنحاس، والزنك، وغير ذلك. ولها أنواع تختلف في شكلها ووظيفتها، وتصنف حسب نوع تحميل القوى عليها، أو حسب شكلها وتركيبها. وستعرّف في هذا الجزء من الوحدة أهم الزنبركات وأكثرها استخدامًا في الآلات والأجهزة الميكانيكية.

١ زنبركات الضغط (Compression Springs)

هي زنبركات ذات ملف حلزوني مفتوح مخصصة لتحمل الضغوط المطبقة باتجاه محورها، وتمتلك قابلية للانضغاط، وهي ذات أشكال متنوعة، وأغلب زنبركات الانضغاط أسطوانية مستقيمة مصنوعة من سلك دائري المقطع، وهناك أشكال عديدة لها، مثل الزنبركات المخروطية، والزنبركات الأسطوانية. ويمكن أن تكون هذه الزنبركات يمينية أو يسارية الالتفاف، وترسم بطريقة الرسم الاصطلاحي أو الرمزي، كما يوضح الجدول (٦-١).

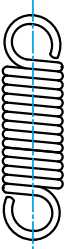
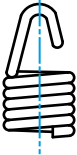
الجدول (٦-١): الرسم الاصطلاحي والرمزي لزنبركات الضغط.

نوع الزنبرك	شكل الزنبرك	الرسم الاصطلاحي	الرسم الرمزي
زنبرك ضغط أسطواني			
زنبرك ضغط مخروطي			

٢ زنبركات الشدّ (Extension Springs)

تستخدم لأنها تتحمّل قوى الشدّ، ولها أنواع كثيرة تختلف أشكالها وقياساتها، وتصنّف حسب شكل الخطاف فيها. ويبين الجدول (٧-١) الرسم الاصطلاحي والرمزي لبعض أنواع زنبركات الشدّ الأكثر شيوعاً في الاستخدامات الميكانيكية.

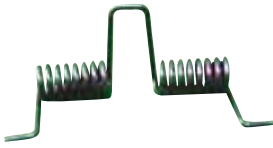
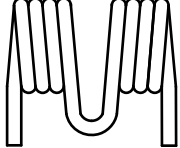
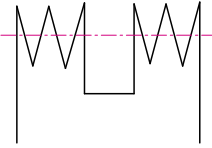
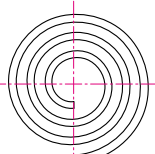
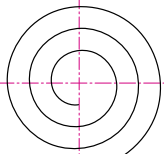
الجدول (٧-١): الرسم الاصطلاحي والرمزي لبعض أنواع زنبركات الشدّ.

نوع زنبرك الشد	شكل زنبرك الشد	الرسم الاصطلاحي	الرسم الرمزي
زنبرك شدّ أسطواني خطاف كامل			
زنبرك شدّ ذو خطاف على شكل حرف (V)			
زنبرك شدّ نصف خطاف مفتوح			

٣ زنبركات الليّ (الفتل) (Torsion Springs)

تستخدم لأنها تتحمّل الأحمال الناتجة من عزوم الليّ (عزم الدوران)، وتسمّى زنبركات الطاقة، وتكون حلزونية يمينية أو يسارية، وتستعمل في مفصلات الأبواب، وفي بعض أنظمة التعليق للمركبات عندما يتطلب الأمر تأمين عزم الدوران الناتج من تعرض المركبة لأحمال الدوران في بعض الظروف، ولها أشكال كثيرة ومتعددة. ويبين الجدول (٨-١) بعض أشكالها الشائعة الاستعمال والرسم الاصطلاحي والرمزي لها.

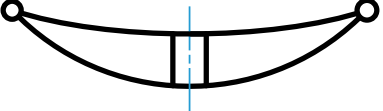
الجدول (٨-١): الرسم الاصطلاحي والرمزي لبعض أنواع زنبركات اللي.

نوع زنبرك اللي	شكل زنبرك اللي	الرسم الاصطلاحي	الرسم الرمزي
زنبرك ليّ أسطواني حلزوني.			
زنبرك ليّ لولبي			

٤ الزنبركات الورقية (الريش) (Leaf Springs)

يتكون الزنبرك الورقي من شرائح من الصلب بعضها متراصّ فوق بعض، بترتيب معين، ويستخدم على نحوٍ أساسي في أنظمة التعليق للسيارات والقطارات لامتصاص الصدمات، وتأمين المقاومة والاستقرار الكافيين لهما. ويبين الجدول (٩-١) الرسم الرمزي لأنواع الزنبركات الورقية.

الجدول (٩-١): الرسم الرمزي لأنواع الزنبركات الورقية.

نوع الزنبرك الورقي	شكل الزنبرك الورقي	الرسم الهندسي
زنبرك ورقي من دون عين		
زنبرك ورقيّ ذو عين طرفية		

نشاط (١-١)

ابحث باستخدام الشبكة العنكبوتية (الإنترنت) عن أنواع أخرى للزنبركات واستخدماتها وكيفية رسمها بالطريقة الرمزية.

سابعاً القارنات (الوصلات) (Coupling)

تستخدم قارنات نقل الحركة لوصل نهايتي عمودين معاً لنقل الحركة الدورانية بينهما في مسار مستقيم، مع إمكانية تغيير الزاوية بينهما في بعض الأنواع، وتعدّ القارنات وصلات دائمة، ولكنها تفكّ من أجل صيانتها أو صيانة الوحدات والأجزاء التي ترتبط بها، أو تنقل إليها الحركة. وتقسم القارنات إلى قارنات جاسئة (Rigid) وقارنات مرنة (Flexible).

١ القارنات الجاسئة

تصمّم القارنات الجاسئة من قطعة واحدة أو اثنتين، وتربط في نهايتي العمودين المراد وصلهما بوساطة خابور تثبيت وبراغي وصواميل، وهذه القارنات ليس لها مرونة؛ لذا تستخدم لربط الأعمدة المتقابلة على نحوٍ مستقيم. ومن أهم أنواعها:



(أ)

أ القارنة الجاسئة القرصية: تتكون من قرصين مثبتين بخابورين في نهايتي العمودين، في حين يوصل أحد القرصين بالآخر بمجموعة من البراغي والصواميل، كما في الشكل (١-٢٦/أ).



(ب)

ب القارنة الجاسئة ذات الجلبة: تتكون من أسطوانة مجوّفة (الجلبة) تثبت في نهايتي العمودين المراد وصلهما بخابور وتثبت ببراغي على الخابور لمنع إزاحته من مكانه، كما في الشكل (١-٢٦/ب).



(ج)

ج القارنة المضلعة: تشبه قارنة الجلبة، وهي مكونة من جزأين على شكل أسطوانة، ويُربط بهما العمودان المراد وصلهما، ثم يشدّ هذان الجزءان بالبراغي والصواميل، كما في الشكل (١-٢٦/ج)، وتمتاز هذه القارنة بقدرتها على نقل قدرات كبيرة، وبسهولة فكّها وتركيبها.

الشكل (١-٢٦/أ، ب، ج): أنواع قارنات جاسئة.

تستخدم القارنات المرنة لنقل القدرة والعزم من عمود إلى آخر عندما يكون العمودان غير متقابلين تمامًا، وكذلك عندما يراد تخفيض الأصوات والاهتزازات الناتجة من الحركة والدوران، وهناك أنواع كثيرة، منها:

أ القارنة ذات النجمة المطاطية: تتكون من جزأين فيهما نتوءان، أو أكثر، على شكل شبه منحرف، وتدخل هذه النتوءات في تجاويف مناظرة لها في القطعة (النجمة) المطاطية، كما في الشكل (١-٢٧).



الشكل (١-٢٧): القارنة ذات النجمة المطاطية.

ب القارنة ذات الدليل المنزلق: تتكون من

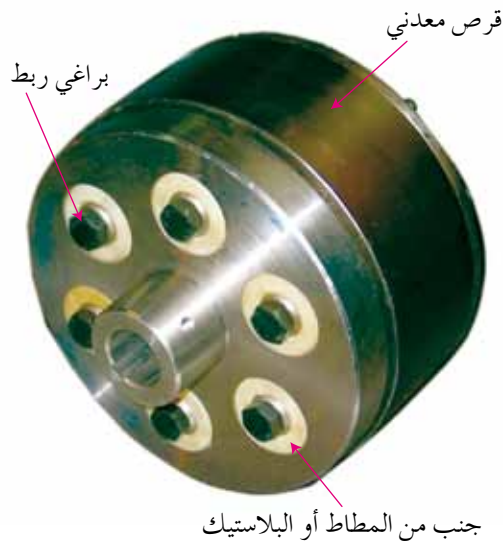
ثلاثة أقراص، أحدهما متصل بالعمود القائد، والثاني متصل بالعمود المقود، وكلاهما يحتوي على نتوء، والقرص الأوسط يتكون من مجرى (دليل) على كل جهة منه، بحيث يتعامد الدليلان أحدهما مع الآخر، ويدور القرص الأوسط حول مركزه بسرعة العمود القائد والمقود نفسها، مع السماح بانزلاق كل دليل داخل مجراه حسب الاتجاه المطلوب، كما يبين الشكل (١-٢٨). وتستخدم هذه القارنة لوصلة عمودين متوازيين يبعد أحدهما عن الآخر مسافة نصف قطر العمود، ويكونان متقاطعين بزاوية أقل من درجة واحدة.



الشكل (١-٢٨): قارنة ذات دليل منزلق.

نشاط (٢-١)

ارسم مسقطاً جانبياً للقرص الأوسط للقارنة ذات الدليل المنزلق.



الشكل (٢٩-١): قارنة قرصية مرنة.

ج القارنة القرصية المرنة: تتكون من قرصين مثبتين بخابورين في نهايتي العمودين، في حين يُربط القرصان معاً بمجموعة من البراغي والصواميل التي يوجد حولها جلب (بوكسات) من المطاط أو البلاستيك المقوى، لتخفيف من أثر الاهتزازات والأصوات الناتجة من الحركة والدوران، كما في الشكل (٢٩-١).

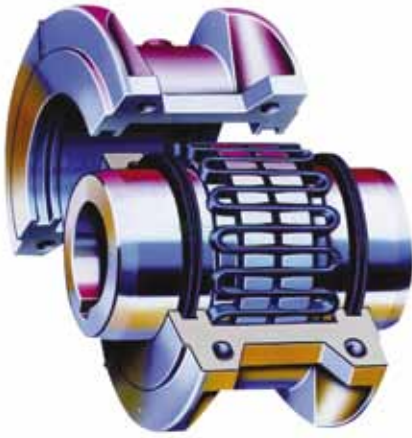


الشكل (٣٠-١): قارنة ذات قرص مرّن.

د القارنة ذات القرص المرّن: تتكون من قرصين مثبتين على الأعمدة بواسطة خوابير، وبينهما قرص مرّن، أحد أطرافه يربط القرص الأول، والطرف الثاني يربط القرص الآخر، والغرض من القرص المرّن الأوسط تقليل الاهتزازات، وتعويض عدم الدقة في استقامة الأعمدة. ويبين الشكل (٣٠-١) القارنة ذات القرص المرّن.

هـ

القارئة ذات الزنبرك: يصل بين جزأي الوصلة زنبرك فولاذي يتحمل اختلاف المحاذاة الجانبية، ويمتص الاهتزازات، كما في الشكل (٣١-١).



الشكل (٣١-١): قارئة ذات زنبرك.

و

القارئة المسننة: تتكون من أسطوانتين مسننتين جزئياً من الخارج، ومن غلافين لهما أسنان داخلية تصل الأسطوانتين بالعمودين المراد وصلهما، إما حشراً، وإما بوساطة خابور. أما الغلافان فيوصلان معاً من الخارج بوساطة براغي، ويعشقان من الداخل مع الأسطوانتين بوساطة الأسنان على طول المحيط، كما في الشكل (٣٢-١).



الشكل (٣٢-١): قارئة مسننة.

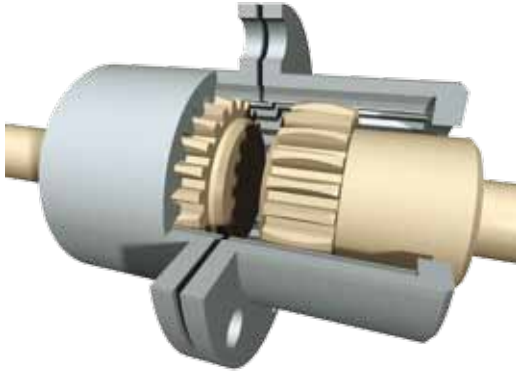
ز

القارئة العامة: غالباً ما تستخدم لوصل طرفي عمود نقل الحركة بصندوق السرعات ومجموعة النقل النهائي، وتزود مفاصلها بمحامل لتقليل الاحتكاك وتسهيل حركتها. وتسمح هذه الوصلة بنقل الحركة بين العمودين بسرعة زاوية ليست ثابتة، ويبين الشكل (٣٣-١) الوصلة العامة.



الشكل (٣٣-١): قارئة عامة.

ح القارنـة الترسية (Gear Coupling):



الشكل (٣٤-١): قارنـة ترسـية.

تتكون من وصلتين، تحتوي كلٌّ منهما على ترسين، أحدهما ذو أسنان خارجية، والآخر ذو أسنان داخلية مشكّلة على المحيط الداخلي لجزأي قرص التثبيت، وهذا القرص مصمّم بحيث يسمح بإزاحة زاوية بسيطة في أثناء الحركة والدوران تشبه حركة الوصلة العامة، كما في الشكل (٣٤-١).

ط القارنـة الهيدروليّة (Hydraulic Coupling):



الشكل (٣٥-١): قارنـة هيدروليّة.

تتكون من غلاف يحوي بداخله مضخة مثبتة على العمود القائد، وعنفة (توربين) مثبتة على العمود المقود، وزيت لنقل الحركة من المضخة إلى العنفة، وتستخدم في المركبات والآليات لنقل الحركة إلى صندوق السرعات الآلي. ويبين الشكل (٣٥-١) القارنـة الهيدروليّة.

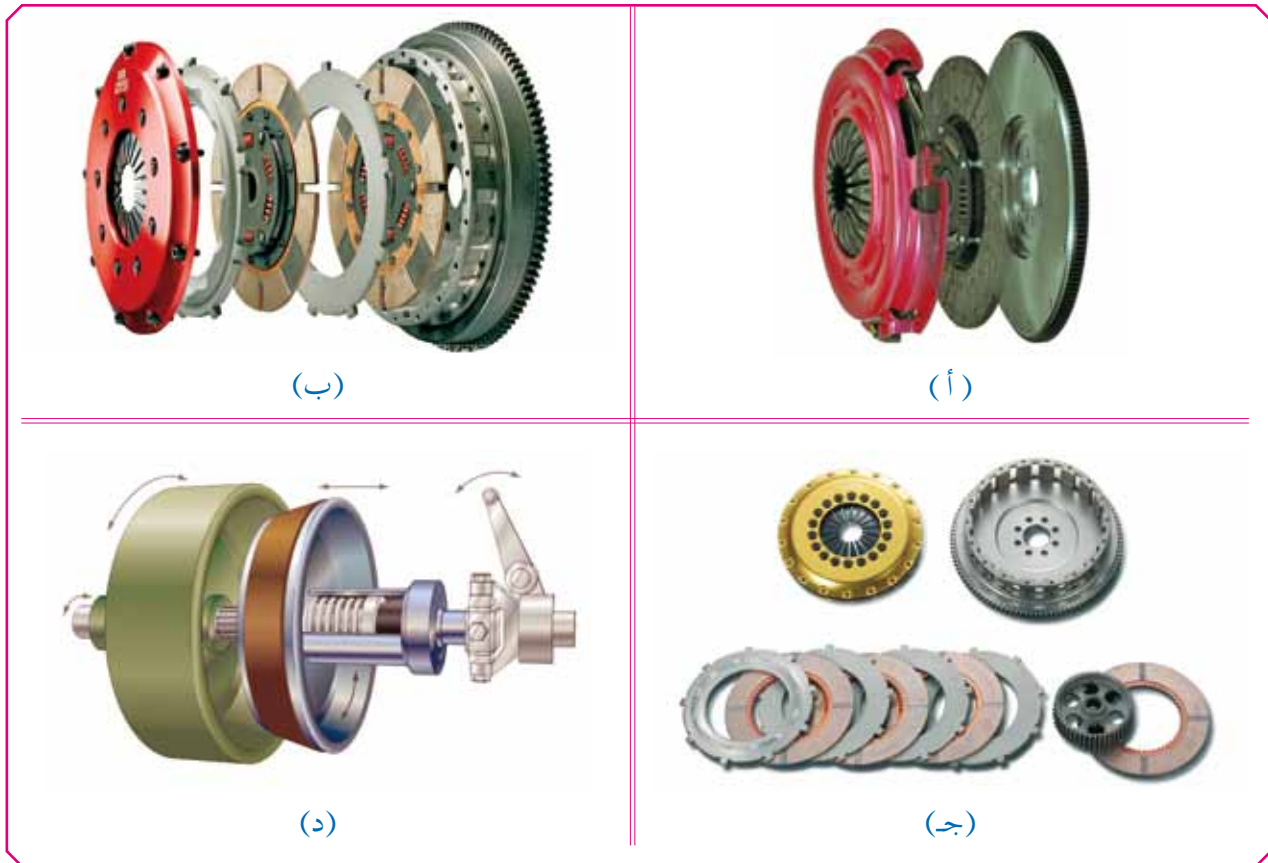
سؤال أين تستخدم القارنـة الهيدروليّة في المركبة؟

تستخدم في مختلف وسائل النقل وآلات التشغيل لوصل القدرة والحركة وفصلها بين الأعمدة في أثناء حركتها، حسب ظروف التشغيل، وتصنّف القوابض إلى أنواع عدّة، منها:

القوابض الاحتكاكية: تنقل الحركة والقدرة من عمود دائر إلى آخر ساكن عن طريق قوّة

الاحتكاك المتولدة بين سطوح الاحتكاك، ومن أهم هذه القوابض:

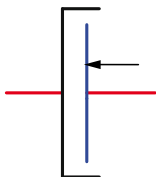
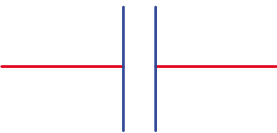
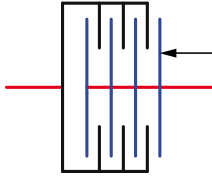
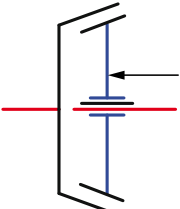
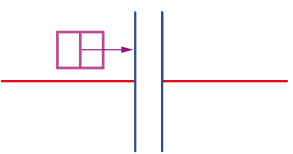
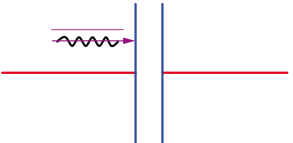
- القابض الاحتكاكي الأحادي القرص، كما في الشكل (أ/٣٦-١).
- القابض الاحتكاكي الثنائي الأقراص، كما في الشكل (ب/٣٦-١).
- القابض الاحتكاكي المتعدد الأقراص، كما في الشكل (ج/٣٦-١).
- القابض الاحتكاكي المخروطي، كما في الشكل (د/٣٦-١).



الشكل (٣٦-١): قوابض احتكاكية.

ويبين الجدول (١٠-١) الرسم الرمزي للقوابض والقارنات.

الجدول (١٠-١): الرسم الرمزي للقوابض والقارنات.

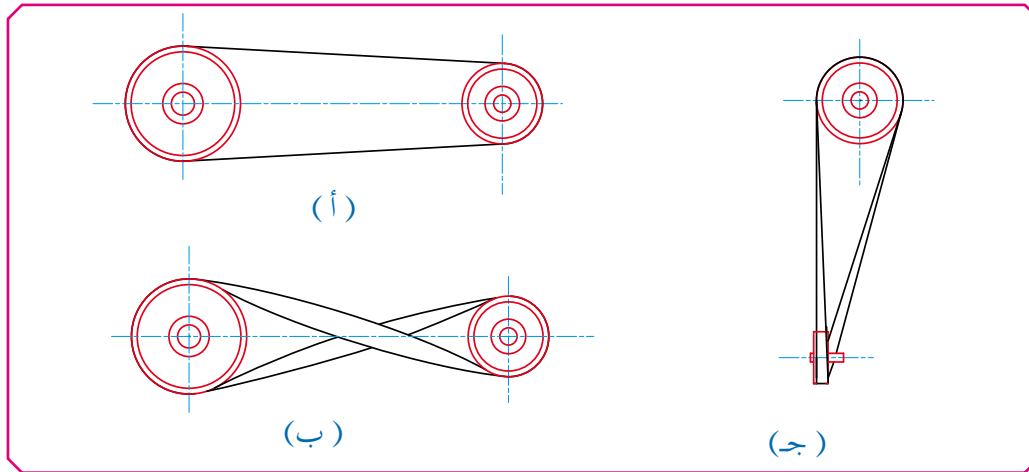
نوع القابض	الرسم الرمزي	نوع القارنة	الرسم الرمزي
قابض احتكاكي مفرد القرص		قارنة عامة لوصل الحركة (تعبير عام)	
قابض احتكاكي متعدد الأقراص		قارنة هوك	
قابض احتكاكي مخروطي		قارنة هيدروليكية	
		قارنة إلكترومغناطيسية	

تستخدم الأقشطة (السيور) والبكرات لنقل الحركة في الآلات ومعدات النقل ومحركات المركبات، وتتكون مجموعة الإدارة بالأقشطة من بكرة قائدة وبكرة أو بكرات مقودة وقشاط الإدارة، وتنقل الحركة عن طريق الاحتكاك بين الأقشطة والبكرات، وتتميز بنقل الحركة بمرونة، وعدم نقل الاهتزازات من بكرة إلى أخرى، وبإمكانية تباعد الأعمدة المقودة، ولكن لها عيوب، تتمثل في فقدان الحركة والطاقة بسبب الانزلاق، وفي ما يأتي تفصيل لكل نوع.

١ الأقشطة (Belts)

هناك أنواع مختلفة من أقشطة الإدارة، ولكن أكثرها شيوعًا الأقشطة الآتية:

❶ الأقشطة (السيور) المستوية (Flat Belts): هناك أشكال مختلفة للسيور المستوية مع البكرات تستخدم في مختلف الآلات في المؤسسات الصناعية، ويوضح الشكل (١-٣٧) الآتي أهمها:



الشكل (١-٣٧): سيور مستوية.

وفي ما يأتي توضيح دلالة كل شكل:

الشكل (١-٣٧/أ): سير مستوٍ مفتوح.

الشكل (١-٣٧/ب): سير مستوٍ متقاطع.

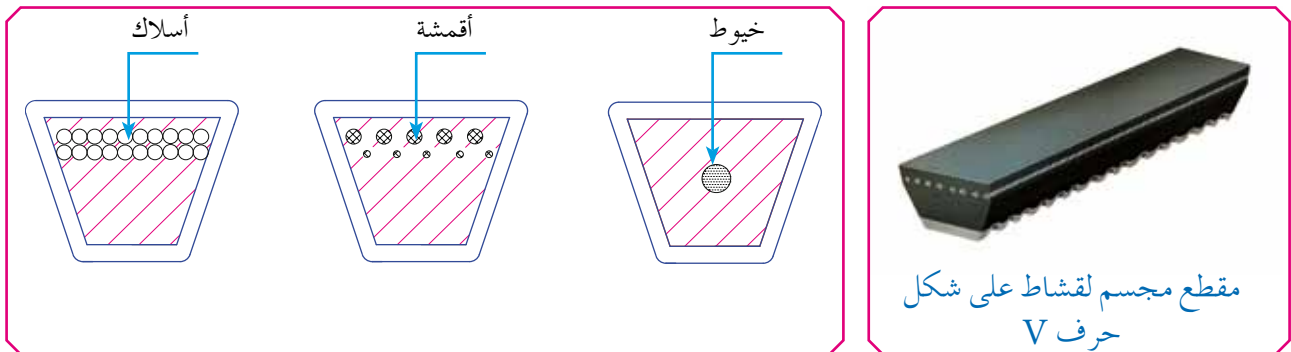
الشكل (١-٣٧/ج): سير مستوٍ نصف متقاطع.

وبيين الشكل (٣٨-١) أشكالاً مختلفة للسيور المستوية.

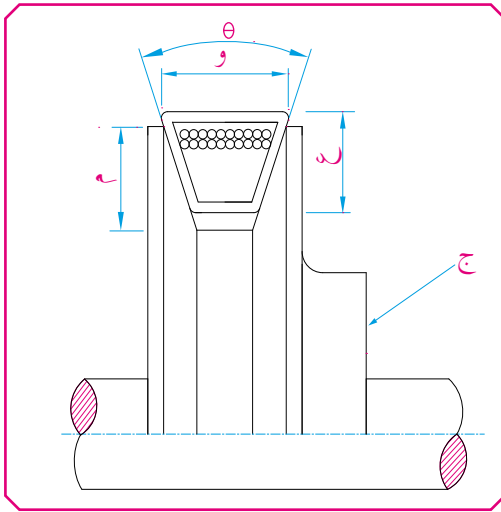


الشكل (٣٨-١): أشكال سيور مستوية.

ب الأقمشة التي على شكل حرف (V) (Vee Belts): تستخدم لنقل الحركة بين الأعمدة المتقاربة في مختلف آلات المعادن والآلات الزراعية ووسائل النقل، وتمتاز بأن انزلاقها أقل من الأقمشة المستوية، وأنها ذات تكلفة أقل، وأن معامل احتكاكها عالٍ، وكذلك قابليتها لتخفيض الصوت وامتصاص الصدمات. وتدعم الأقمشة من الداخل بوسائل تقوية؛ كالأسلاك أو الخيوط أو الأقمشة، انظر الشكل (٣٩-١).



الشكل (٣٩-١): مقاطع أقمشة على شكل حرف (V).



الشكل (٤٠-١): مقطع قشاط على شكل حرف (V) يلتف حول بكرة.

ويبين الشكل (٤٠-١) قشاطاً ذا مقطع على شكل حرف (V) يلتف حول بكرة لها المقطع نفسه وفي ما يأتي دلالة كل رمز وحرف في الشكل:

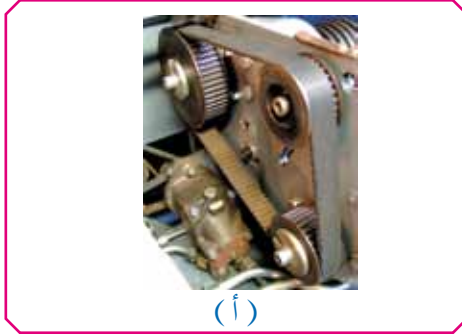
(ع): سمك القشاط.

(م): عمق أخدود البكرة.

(و): عرض القشاط.

(ج): البكرة.

(θ): زاوية الحرف لكل من القشاط والبكرة.



(أ)



(ب)

الشكل (٤١-١): أقشطة التوقيت.

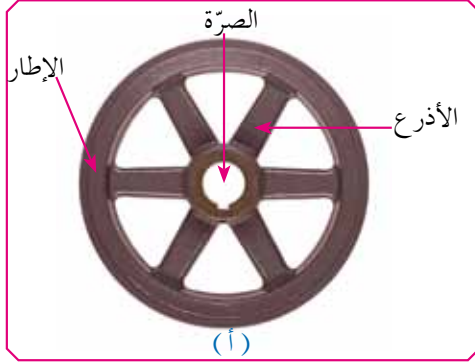
ج
الأقشطة المسننة (Toothed - Belts): تصنع من مواد جيدة تتميز بالمرونة ومقاومة الصداً والقدرة العالية على مقاومة الاستطالة، وتنقل القوى والحركة في أسرع وقت ممكن، وأكثر ما تستخدم في محركات المركبات، ومنها أقشطة التوقيت (Timing Belts)، كما في الشكل (٤١-١/أ)، وتتوافر هذه النوعية بأشكال متعددة، كما في الشكل (٤١-١/ب)، وهناك أقشطة مفرزة طولياً، كما في الشكل (٤٢-١).



الشكل (٤٢-١): أقشطة مفرزة طولياً.

٢ بكرات الأشرطة

البكرة (Pulley) عجلة تدور حول محورها، وتصنع من مواد لها قابلية احتكاك عالٍ بالأشرطة الملتفة حولها، وتقسّم إلى بكرات كبيرة وبكرات صغيرة، وتعدّ البكرات صغيرة إذا كان قطرها أقل من (٢٠٠) مم. وللبكرات أشكال وتصاميم مختلفة تعتمد على طريقة استخدامها والقدرة المنقولة بينها، ومنها:



أ البكرات ذات الأذرع: تتكون من الأجزاء المبينة في الشكل (١-٤٣/أ)، وغالبًا ما تكون الأذرع مستقيمة، وإذا كانت الأذرع مصنوعة بالسباكة الرملية يجب أن تكون منحنية، كما في الشكل (١-٤٣/ب)؛ حتى لا تتمزق عند انكماشها في أثناء الظروف الباردة.



ب بكرة على شكل حرف (V): تستخدم لمنع انزلاق القشاطر على محيطها، وتثبت مع محور دورانها بواسطة صمولة تثبيت وخابور أو براغي، وتكون ذات مجرى واحد أو أكثر، وفي بعض الاستخدامات تصمّم لنقل الحركة بسرعات

مختلفة، مثل البكرات المستخدمة في المقادح والمخارط، ويبيّن الشكل (١-٤٤) تصاميم مختلفة لبكرات على شكل حرف (V) على النحو الآتي:

- أ: بكرة ذات أقطار مختلفة.
- ب: بكرة ذات أربعة مجاري.
- ج: بكرة ذات مجرى واحد.



الشكل (١-٤٤): بكرات على شكل حرف (V).

يبين الشكل (١-٤٤/أ) بكرة ذات سرعات مختلفة، ويبين الشكل (١-٤٤/ب) بكرة ذات أربعة مجارٍ للأقشطة، أمّا الشكل (١-٤٤/ج) فيبين بكرة ذات مجرى واحد للقساط.

نشاط (٢-١)

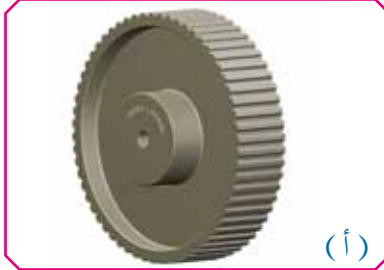
اطلب إلى مدرّسك أن يُريك بكرة المقدح في المشغل، وحدّد نوعها وعدد السرعات فيها.



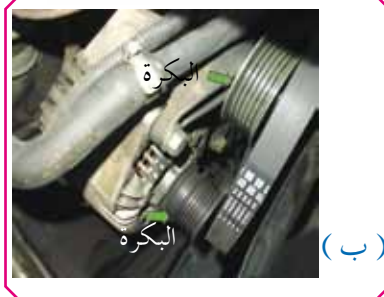
الشكل (١-٤٥): بكرة مستوية.

ج البكرة المستوية (Flat Pulley): تستخدم مع الأقشطة المستوية لنقل الحركة في التطبيقات العملية التي لا تحتاج إلى قدرات عالية، مثل آلات تصوير الورق وأجهزة الحاسوب، ويبين الشكل (١-٤٥) بكرة مستوية.

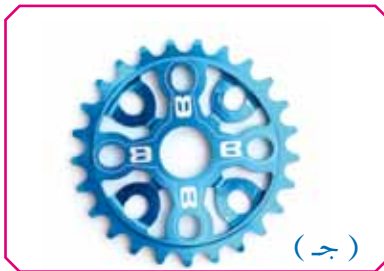
د البكرة المسننة (Toothed - Pulley): هناك ثلاثة أشكال لهذه البكرة، هي:



(أ)



(ب)



(ج)

١. بكرة ذات أسنان عرضية، كما في الشكل (١-٤٦/أ)، تستخدم مع الأقشطة المسننة لنقل الحركة بقدرات وسرعات عالية، وأكثر مجالات استخدامها في مجموعة التوقيت للمحركات الحرارية في المركبات، وغيرها.

٢. بكرة ذات أسنان طولية، كما في الشكل (١-٤٦/ب)، تستخدم مع الأقشطة المحززة (المفرزة) طولياً، وتمتاز بقلّة الاهتزاز والضجيج في أثناء الحركة، ويكثر استخدامها في المحركات للمولد ومضخة الماء.

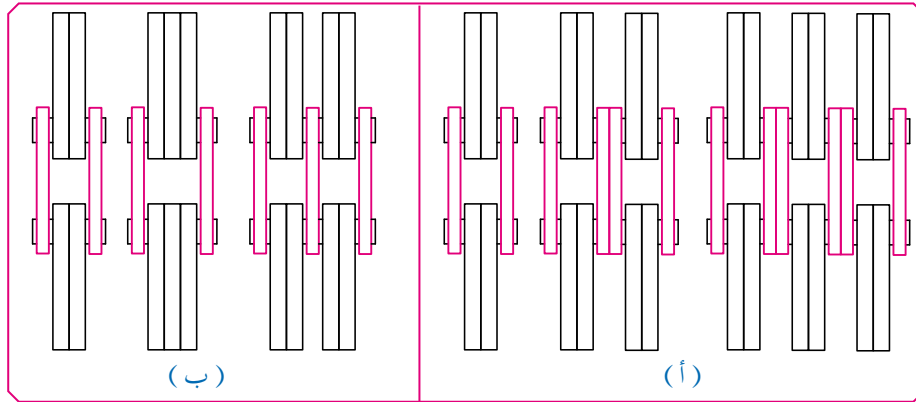
٣. البكرة النجمية (Sprocket - Pulley)، كما في الشكل (١-٤٦/ج)، تستخدم في حالة نقل الحركة بالجنائز، كما في الدراجات الهوائية.

الشكل (١-٤٦): بكرات مسننة.

٣ نقل الحركة بالجنائز

تتكون مجموعة نقل الحركة بالجنائز من بكرات نجمية (Sprocket – Pulley) وجنزير، إذ تنقل الحركة بالتعشيق بين حلقات الجنائز وأسنان البكرات النجمية. وتمتاز الجنائز بأنها تنقل الحركة من دون حدوث انزلاق بين الجنزير والبكرة النجمية؛ إلا أنّ لها عيوباً، أبرزها صدور ضجيج عالٍ، وأنها تحتاج إلى تزييت وتشحيم باستمرار. وهناك نوعان من جنائز نقل الحركة، هما:

١ الجنائز ذات الصفائح (الشرائحية) (Leaf Chain): تتكون من وصلات صفائحية ومسامير تربط الصفائح بعضها مع بعض، وتستخدم في آلات رفع المواد، مثل الرافعة الشوكية (Forklifts) والمصاعد، ويتوافر منها نوعان، حسب التصنيف الأمريكي، هما: جنائز الأحمال الخفيفة المبينة في الشكل (١-٤٧/أ)، وجنائز الأحمال الثقيلة المبينة في الشكل (١-٤٧/ب)، ولا يختلف بعضها عن بعض إلا في سمك الصفائح وعددها على عرض الجنزير. ويبين الشكل (١-٤٨) أشكال الجنائز ذات الصفائح.

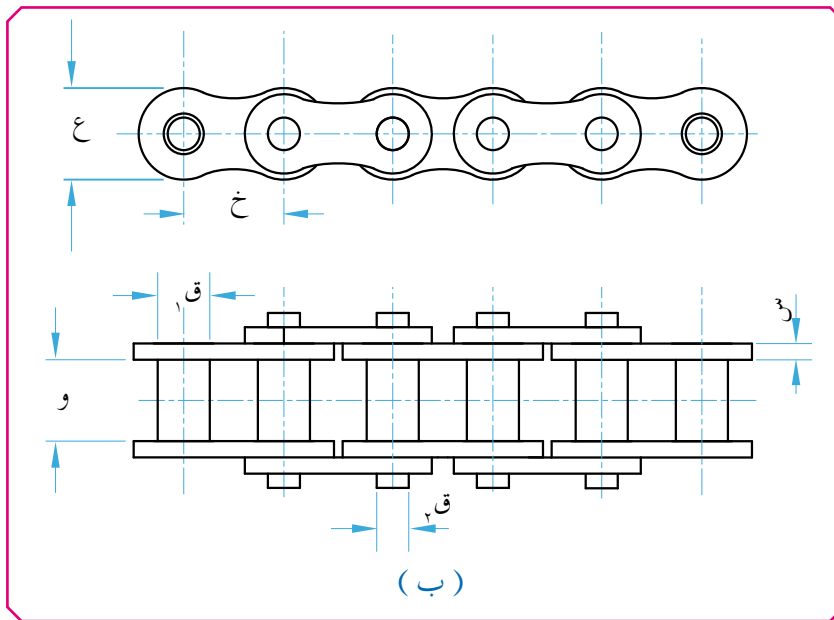


الشكل (١-٤٧): أنواع الجنائز ذات الصفائح.



الشكل (١-٤٨): أشكال الجنائز ذات الصفائح.

- ب) الجنازير ذات الأسطوانات الدوارة (Roller Chain): تتكون من مجموعة متتالية من الأسطوانات المرتبط بعضها ببعض بواسطة وصلات شرائحية، كما في الشكل (١-٤٩ أ)، ويكثر استخدام هذا النوع من الجنازير في نقل القدرة الميكانيكية في الآلات الصناعية والزراعية والدراجات النارية والهوائية.
- ويبين الشكل (١-٤٩ ب) مواصفات الجنازير وأبعاده، على النحو الآتي:
- (خ) خطوة الجنازير.
 - (ع) ارتفاع الشريحة المعدنية.
 - (و) عرض الأسطوانة الدحرجية.
 - (ق_١) قطر الأسطوانة الدحرجية.
 - (ق_٢) قطر مسمار التثبيت (Pin).
 - (س) سمك الشريحة المعدنية.

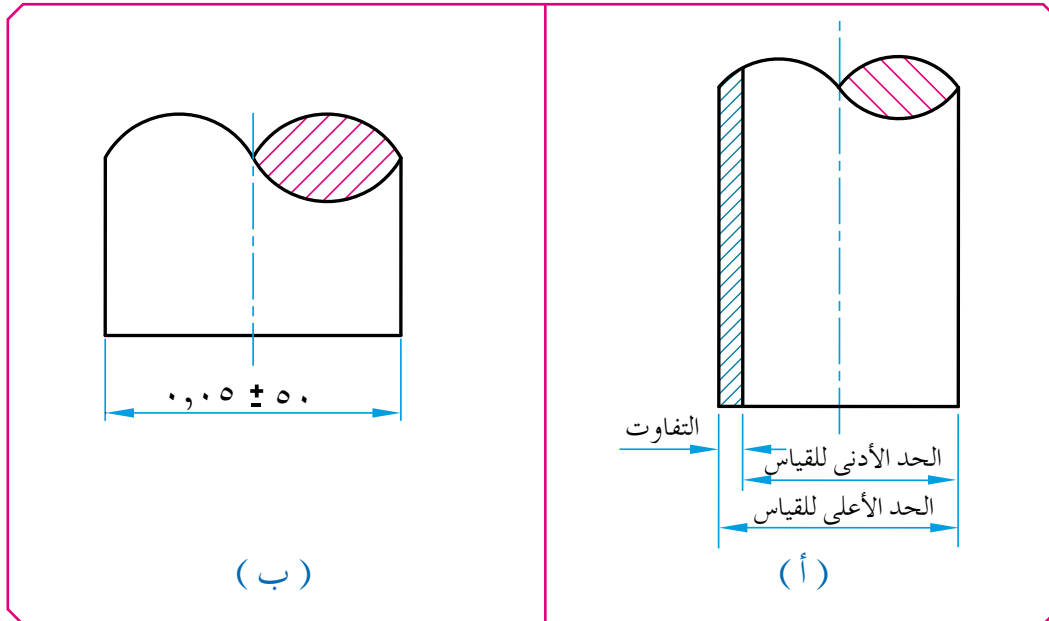


الشكل (١-٤٩): الجنازير ذات الأسطوانات الدوارة.

يساعد فهم التفاوت والتوافق الخاص بالأجزاء الميكانيكية المنتجة على فكها وتركيبها بسهولة ودقة، من دون تعريضها للتلف أو الكسر أو التشويه، وسنتطرق في هذا الجزء من الوحدة إلى التفاوت والتوافق المستخدم في الأعمدة والثقوب.

١. التفاوت

إذا أنتجنا أعمدة قطرها القياسي (٥٠) مم، مثلاً، ثم قسنا أقطارها بأدوات قياسية دقيقة، نجد أن بعضها قطره أقل من (٥٠) مم، وبعضها قطره أكبر من (٥٠) مم، وقليل منها قطره (٥٠) مم، وذلك يعود إلى عوامل عدّة أهمها ١- مهارة العامل ٢- دقة أداة القطع ٣- دقة الماكينة ٤- الاجهاد البدني للعامل. ولذلك لا بدّ من تحديد أدنى بعد وأعلى بعد مقبولين قبل تصنيع القطع الميكانيكية المتداخلة، وبخاصّة الأعمدة والثقوب، ويسمّى الفرق بين الحدّ الأعلى للقياس والحدّ الأدنى للقياس التفاوت، انظر الشكل (١-٥٠/أ)، ويكتب على الرسوم، كما في الشكل (١-٥٠/ب)، وذلك عندما تكون قيمة رمز التفاوت متساوية سلباً وإيجاباً يكتب كما في الشكل (ب)، فإذا افترضنا أن قيمة التفاوت المسموح به هي $(\pm 0,05)$ مم عند البعد الاسمي، فإنّ قيمة التفاوت الكلّي تكون (٠,١) مم.



الشكل (١-٥٠): التفاوت.

وفي ما يأتي أهم المفاهيم الأساسية حسب نظام الوحدات الدولي المتري (ISO) الخاصة بالتفاوت ومراتبها وقيمها وتوافقات الأعمدة والثقوب:

أ) البعد الاسمي (Nominal Size): هو القياس الأساسي من دون إضافة قيمة الخطأ، أو طرحه، ويستخدم للتعريف العام بالعنصر.

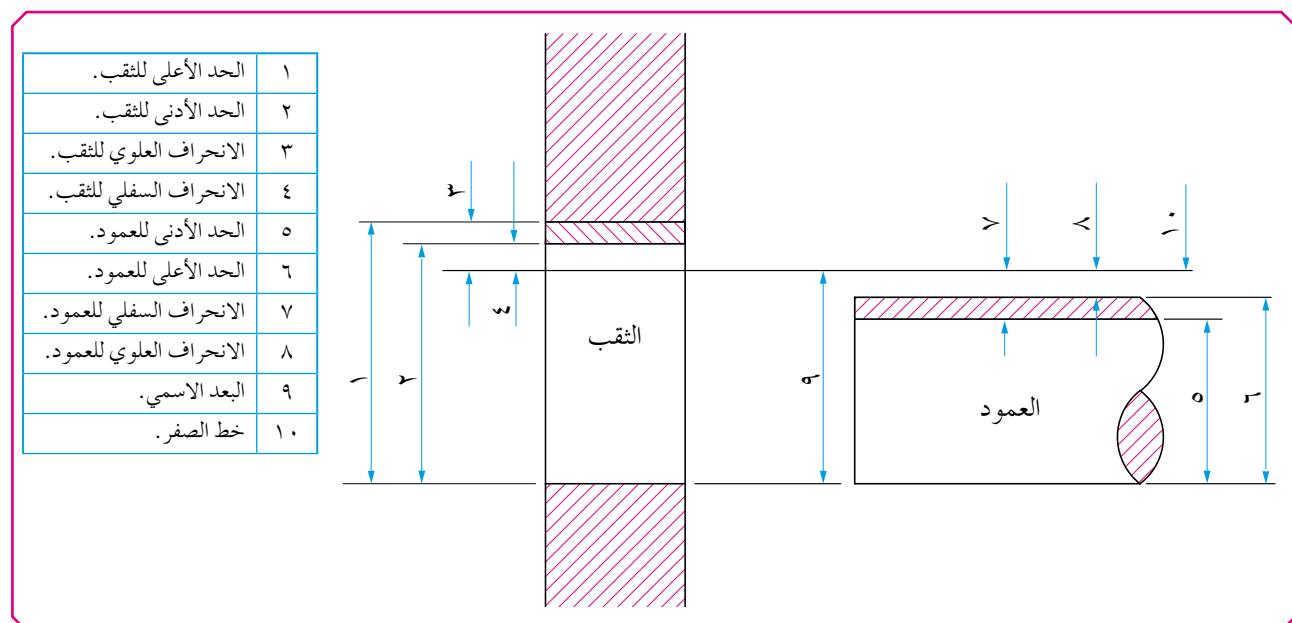
ب) التسامح (Allowance): هو الفرق بين الحد الأعلى لقطر العمود والحد الأدنى لقياس قطر الثقب، ويمكن أن يكون سالباً أو موجباً.

ج) الانحراف (Deviation): هو مقدار ابتعاد القياس الفعلي بعد تصنيع القطعة عن البعد الاسمي، وهناك نوعان من الانحراف:

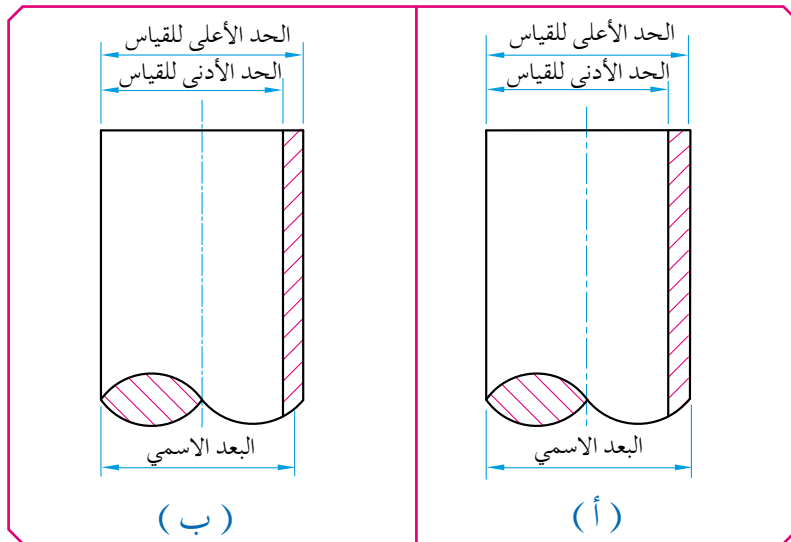
١. الانحراف العلوي (Upper Deviation): هو الفرق بين البعد الاسمي والحد الأعلى للقياس المسموح به.

٢. الانحراف السفلي (Lower Deviation): هو الفرق بين البعد الاسمي والحد الأدنى للقياس المسموح به.

د) خط الصفر (Zero Line) أو خط البعد الاسمي: هو الخط الذي ينعلم عنده الانحراف. ويبين الشكل (١-٥١) المفاهيم السابقة للأعمدة والثقوب.



الشكل (١-٥١): المفاهيم الخاصة بالانحراف وأنواعه.



الشكل (١-٥٢): اتجاه التفاوت.

وإذا كان التفاوت واقعاً على جهة واحدة فقط من خط الصفر يسمى وحيد الاتجاه (Unilateral)، كما في الشكل (١-٥٢/أ)، أمّا إذا كان واقعاً على طرفي خط الصفر فإنه يسمى ثنائي الاتجاه (Bilateral)، كما في الشكل (١-٥٢/ب).

وللتفاوت رُتبٌ تختلف حسب تشغيل القطع المنتجة والغرض من استخدامها، ويوجد عشرون رتبة يعبر عنها بأرقام، وكلما قلّ الرقم زادت دقة تصنيع المنتج، فالرتب من (١-٤) تستخدم في إنتاج القطع المستعملة في تصنيع أدوات القياس المخبرية، والرتب من (٥-٦) تستخدم في إنتاج أدوات القياس في الورش، والرتب من (٧-٨) تستخدم في إنتاج الآلات الدقيقة كمحركات الطائرات والعدد اليدوية، والرتب من (٨-٩) تستخدم في الأجزاء التي تدخل في صناعة محركات السيارات والآلات والمحركات والعدد التي تتطلب دقة عالية والرتب من (١٠-١٨) في المنتجات المدلفنة والمطروقات والأدوات الزراعية وآليات النقل.

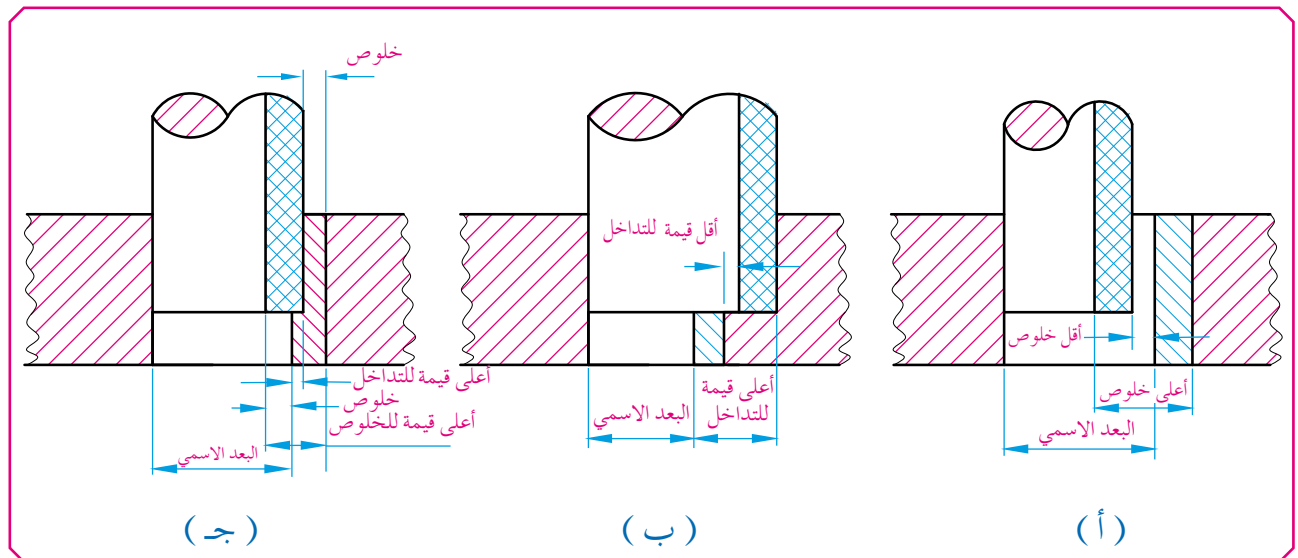
٢ التوافق

هو العلاقة بين عمود وثقب عند تركيبهما معاً، أو قابلية تركيب عمود داخل ثقب، وللتوافق رمز يتكون من حرفين، أحدهما يعني رمز تفاوت الثقب، والآخر يعني تفاوت العمود، فإذا أدخل عمود رمز تفاوته (n) داخل ثقب رمز تفاوته (H) فإنّ رمز التوافق يكتب (H-n)، وعند إدخال الأرقام الخاصة برتبة التفاوت لكل من العمود والثقب يكتب رمز التوافق (H₇-n₆). وللتوافق ثلاثة أنواع، هي:

١) توافق خلوصي (Clearance Fit): يكون فيه الحد الأعلى لقياس العمود أقل من الحد الأدنى لقياس الثقب، كما يبين الشكل (١-٥٣ أ)، وينقسم إلى توافق سهل الحركة، يبدأ من (H-a) إلى (H-f)، وتوافق انزلاقي (H-h).

ب) توافق تداخلي (Interference Fit): يكون فيه الحد الأعلى لقياس الثقب أقل من الحد الأدنى لقياس العمود، كما يبين الشكل (١-٥٣ ب). وهذا يعني تداخل مادتي العمود والثقب، ولذلك نحتاج إلى قوة وأدوات خاصة لإدخال العمود في الثقب، وفي هذا النوع يأخذ تفاوتات العمود الأحرف (p, r, s, t, u, v, x, y, z)، فكلما تقدم الحرف نحتاج إلى معدات ووسائل قوية لتنفيذ عمليات الفك والتركيب، مثل المكبس الهيدرولي، أو تسخين الجزء المدخول فيه، أو تبريد الجزء الداخل.

ج) توافق انتقالي (Transition Fit): هو وسط بين التوافق الخلوصي والتوافق التداخلي، كما في الشكل (١-٥٣ ج). وفي هذا النوع يمكن أن يكون قطر العمود أكبر أو أصغر من قطر ثقبه، ولذلك عند جميع الأعمدة والثقوب حسب هذا التوافق يمكن أن ينتج توافق خلوصي أو تداخلي، ويحتاج في أثناء الفك والتركيب إلى قوى دفع بسيطة باليد أو مطرقة يدوية، ويأخذ تفاوتات العمود الأحرف (j, k, m, n).

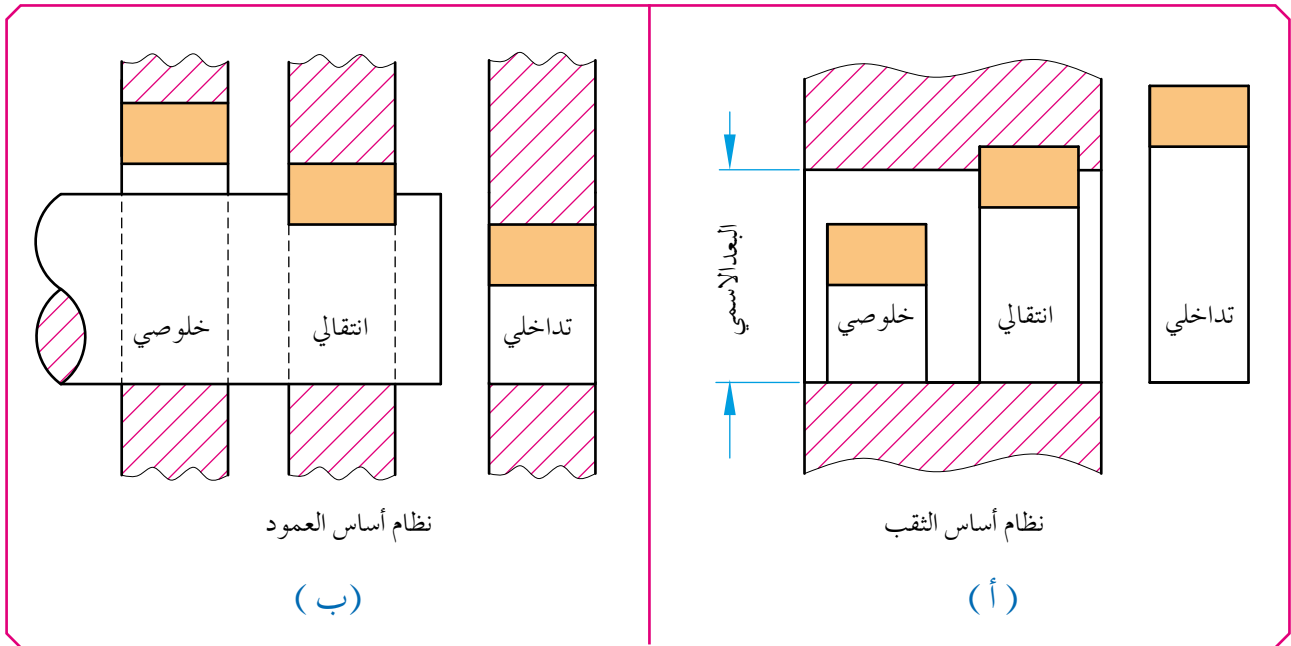


الشكل (١-٥٣): أنواع التوافق بين العمود والثقب.

هناك نظامان للتوافق، هما:

أ) نظام أساس الثقب (Basic Hole System): إذ يكون قياس الثقب ثابتاً، أمّا قياس العمود فيُغيّر ليلائم التوافق المطلوب، كما في الشكل (١-٥٤ أ)، ويعدّ هذا النظام سهل التصنيع والتجميع وأرخص تكلفة، وهو يعني استخدام ريشة لفتح الثقب أولاً، ثم تصنيع العمود الذي يناسبه.

ب) نظام أساس العمود (Basic Shaft System): إذ يُثبت مقياس العمود، ويغيّر قياس الثقب ليلائم التوافق المطلوب، كما في الشكل (١-٥٤ ب)، ولتصنيع الثقوب بدقة تستعمل ريش ثقب متنوعة وموسعات ثقوب، ممّا يؤدي إلى ارتفاع الكلفة، إلّا أنّ هذا النظام مفيد في حالة إنتاج عمود أو ثقب متدرج الأقطار.



الشكل (١-٥٤): نظام أساس العمود والثقب.

- ويكتب التوافق على الرسوم بالرموز، وذلك بتعيين ثلاثة عناصر للعمود والثقب، هي:
- أ - القطر الاسمي. (ق أو Ø).
 - ب - منطقة التفاوت (H، a، b، c).
 - ج - رتبة التفاوت (...، ٣، ٢، ١)، وهي دليل دقة التصنيع والإنتاج.



وبيّن الشكل (١-٥٦) طريقة كتابة قيم التفاوت على الثقوب والأعمدة بالأرقام، إذ يضاف الرقم العلوي حسب الإشارة التي تسبقه إلى القطر أو يطرح منه ليدل على الحد الأعلى لقياس العمود أو الثقب، وكذلك الرقم السفلي يضاف إلى القطر أو يطرح منه ليدل على الحد الأدنى لقياس العمود أو الثقب، وبذلك يمكن تحديد نوع التوافق، فمثلاً، لتحديد نوع التوافق في الشكل (١-٥٦) نحسب ما يأتي:



- ०५

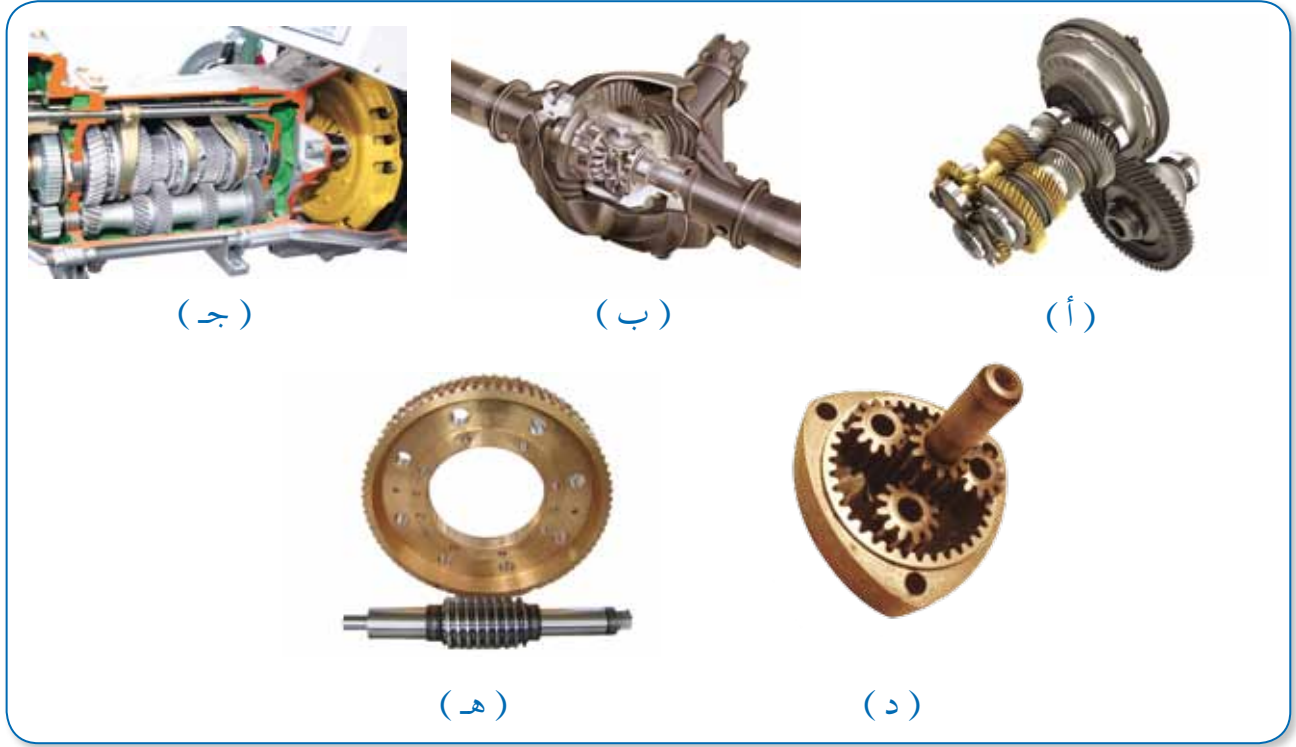
التقويم الداتي

يمكنني بعد دراسة هذه الوحدة أن:

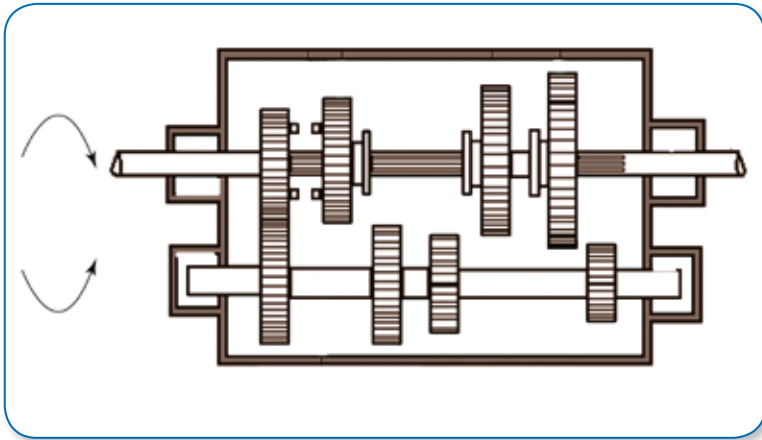
الرقم	معيار التقويم	جيد جدًا	جيد	مقبول
١	أبين أنواع التروس ومصطلحاتها.			
٢	أعبر عن التروس بالرسم الرمزي والاصطلاحي.			
٣	أعدّد أنواع البراغي والصواميل.			
٤	أوضح دلالة المصطلحات الفنية للبراغي والصواميل.			
٥	أرسم مساقط البراغي والصواميل.			
٦	أذكر أنواع الحلقات (WASHER) وأشكالها وأرسمها رسمًا هندسيًا.			
٧	أبين أنواع الخوابير (Keys) وأشكالها وطريقة رسمها هندسيًا.			
٨	أذكر أنواع مسامير التثبيت (البراكين) (Rivets) وأرسمها رسمًا هندسيًا رمزيًا.			
٩	أذكر أنواع القوابض (Clutches)، وأعبر عنها بالرسم الرمزي.			
١٠	أبين أنواع الزنبركات.			
١١	أعبر عن الزنبركات بالرسم الرمزي والاصطلاحي.			
١٢	أعدّد أنواع القارنات (وصلات الحركة).			
١٣	أعبر عن القارنات بالرسم الرمزي.			
١٤	أبين المقصود بالتفاوت والتوافق الخاص بالأعمدة والثقوب.			
١٥	أوضح أهمية التفاوت عند تجميع القطع الميكانيكية.			
١٦	أذكر مواصفات الأقشعة والبكرات والجنائزير.			
١٧	أعبر بالرسم الرمزي عن طريقة نقل الحركة في صندوق السرعات والجهاز التفاضلي.			

أسئلة الوحدة

١ - يبين الشكل (١-٥٧) مجموعة أجزاء ميكانيكية تستخدم لنقل الحركة، أشر إلى التروس المبينة في كل جهاز وحدد نوعها.



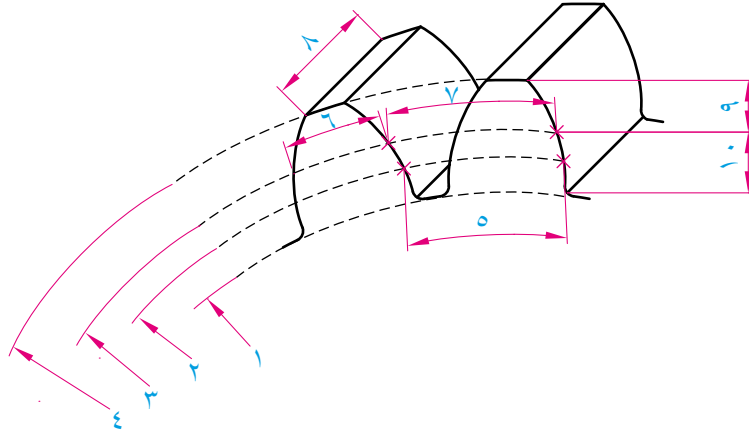
الشكل (١-٥٧): أجهزة ميكانيكية تستخدم لنقل الحركة.



الشكل (١-٥٨): صندوق سرعات انزلاقي.

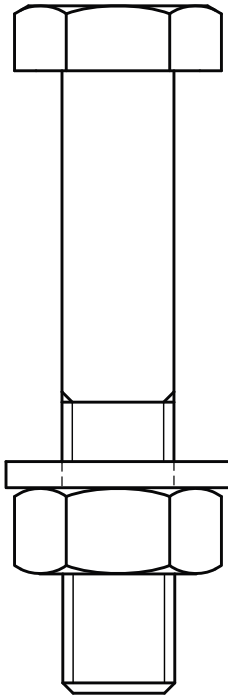
٢ - يبين الشكل (١-٥٨) أحد جوانب صندوق سرعات انزلاقي، ذي أربع سرعات أمامية في الوضع المحايد، عبّر عن السرعة الثالثة والثانية بالرسم الرمزي، وبمقياس رسم (١:٢) مبيّنًا اتجاه حركة أعمدة الدوران ومسار نقل القدرة بين التروس.

٣ - يبين الشكل (٥٩-١) مقطعاً لأسنان ترس مستقيم، ما دلالة المصطلحات التي تعبّر عنها الأرقام من (١-١٠).



الشكل (٥٩-١): أسنان ترس.

٤ - يبين الشكل (٦٠-١) رسمًا تخطيطيًا لبرغي سداسي مع صمولة سداسية وحلقة إحكام مبسطة، فإذا علمت أن قطر البرغي (١٠) مم، وطول ساقه (١٠٠) مم، وقطر حلقة الإحكام الداخلي (١١) مم، وقطرها الخارجي (٢٦) مم، وارتفاعها (٣) مم، ارسم المساقط الثلاثة للشكل حسب المقاييس الدولية.



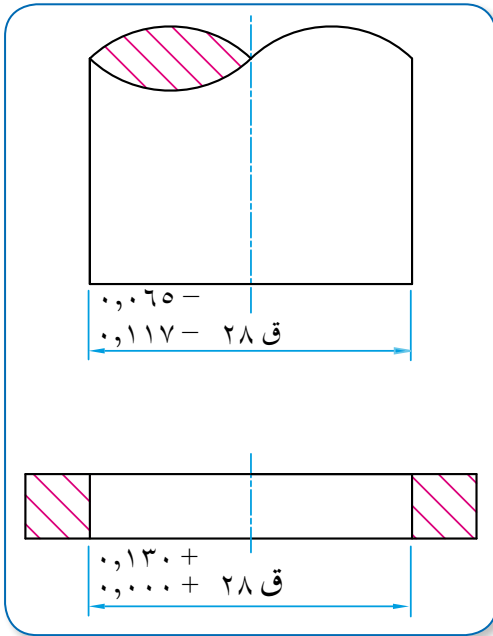
الشكل (٦٠-١): برغي سداسي مع صمولة.

٥ - عبّر بالرسم الرمزي والاصطلاحي عن كلِّ ممَّا يأتي:

- أ - التروس الدودية. ب - التروس المخروطية.
ج - زنبك شدّ حلزوني. د - زنبك ضغط مخروطي.
هـ - قارنة هيدروليّة. و - قابض احتكاكي متعدد الأقراص.

٦ - ارسم رسمًا كروكيًا (باليد الحرة) قطاعًا لبكرة مع قشاط على شكل حرف (V) مبينًا عليه كلاً من:

- أ - زاوية حرف السير. ب - عرض السير وسمكه.
ج - عمق أخدود البكرة.



الشكل (٦١-١): تفاوت الثقب والعمود.

٧ - بالعودة إلى جداول التفاوت وُجد أن مقدار

التفاوت عند القطر (٢٨) مم للثقب (H_{11}) هو:

٠,١٣٠ +

٠,٠٠٠ +

وقيمة التفاوت للعمود (d9) عند القطر (٢٨) مم هو:

٠,٠٦٥ -

- ٠,١١٧ ، كما هو موضح في الشكل (٦١-١).

حدّد نوع التوافق بين العمود والثقب.

٨ - ارسم ما يأتي:

أ - ثلاثة أنواع تبين وصل قطعتين باستخدام مسامير التبشيم ممثلة بالقطاع الأمامي، ثم بين رمز كلٍّ منها.

ب - عبّر بالرسم الرمزي عن علاقة الترس بمحور دورانه في الحالات الآتية:

١. الترس ثابت لا يدور ولا ينزلق. ٢. الترس يدور ولا ينزلق.

نظرية الآلات

الوحدة
الثانية



- ما الغرض من تنوع الحدبات المستخدمة في المحركات والآلات الميكانيكية؟
- ما أهمية دراسة منحنى الضغط والحجم لمحركات الاحتراق الداخلي؟

الوحدة الثانية: نظرية الآلات

تعتمد الأجزاء الميكانيكية بأشكالها المختلفة على مكان تركيبها وعلاقتها بالأجزاء الأخرى، وما يترتب على ذلك من وظائف لهذه الأجزاء؛ للحصول على الأهداف المطلوبة من المنظومة الميكانيكية.

ولذلك تجد لهذه الأجزاء الميكانيكية (الأعمدة والمحاور، والقارنات، واللّوالب، والتروس، والحدبات) أشكالاً مختلفة، منها الدائرية والأسطوانية والمستوية، وباختلاف أشكال هذه الأجزاء وتصاميمها، تختلف حركتها، فمنها الدائرية والترددية المستقيمة والزائجة، وكذلك المركزية واللامركزية، مما يتطلب استخدام طرق مختلفة لتركيب هذه الأجزاء، فقد تُركَّب منفردة، أو مجمعة بعضها مع بعض، وقد تُنقل الحركة من جزء إلى آخر بواسطة آلة ميكانيكية.

ومن أهم طرق نقل الحركة المستخدمة في الآلات والمحركات الميكانيكية الأقسطة والجنازير والتروس والقارنات والوصلات بأنواعها والحدبات والضغط الهيدرولي والقوى الحرارية كما مرّ بك في الوحدة الأولى.

ومن فوائد تنوع طرق نقل الحركة الحصول على نسب تخفيض مختلفة للسرعات، وتغيير اتجاه الحركة.

ويُتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تميّز أنواع الحدبات وتوابعها.
- ترسم الحدبة بطرق صحيحة.
- تحدد العلاقة بين حركة المكبس وزاوية عمود المرفق.
- ترسم أذرع التوجيه والعجلات مع المحاور الأمامي في أثناء الدوران.
- تميّز أشكال المحركات.
- ترسم المحركات رسمًا تخطيطيًا.

أولاً الحدبات

الحدبة (Cam) هي جزء ميكانيكي يتحرك على محور حركة دورانية غير مركزية، ويتكئ على سطحها تابع (Follower) يعمل على نقل الحركة وفقاً لشكل سطح الحدبة، ناقلاً الحركة إلى جزء ميكانيكي آخر يعمل على فتحه أو إغلاقه.

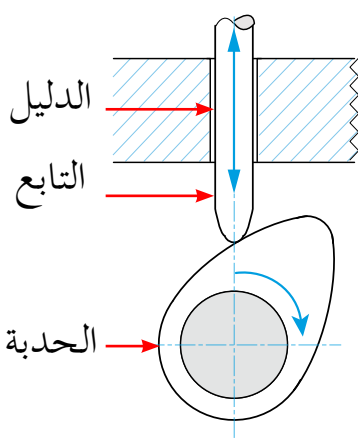
ومن تطبيقات الحدبات في محركات الاحتراق الداخلي فتح الصمامات وإغلاقها، وتشغيل مضخات الوقود الميكانيكية، وبعض مضخات الديزل.

ومن أهم أنواع الحدبات المستخدمة في الأنظمة الميكانيكية:

١ الحدبة الشعاعية (Radial Cam)

تعدّ الحدبة الشعاعية المركزية واللامركزية من أكثر أنواع الحدبات شيوعاً وانتشاراً في محركات الاحتراق الداخلي، وذلك لسهولة إنتاجها، وقلة تكاليفها، وإمكانية استخدام العديد من أنواع التتابع لنقل الحركة، مثل التابع المدب، وذو السطح المستوي، وذو القرص الدوار، كما في الجدول (٢-١).

الجدول (٢-١): اسم الحدبة وشكلها ورسمها الاصطلاحي.

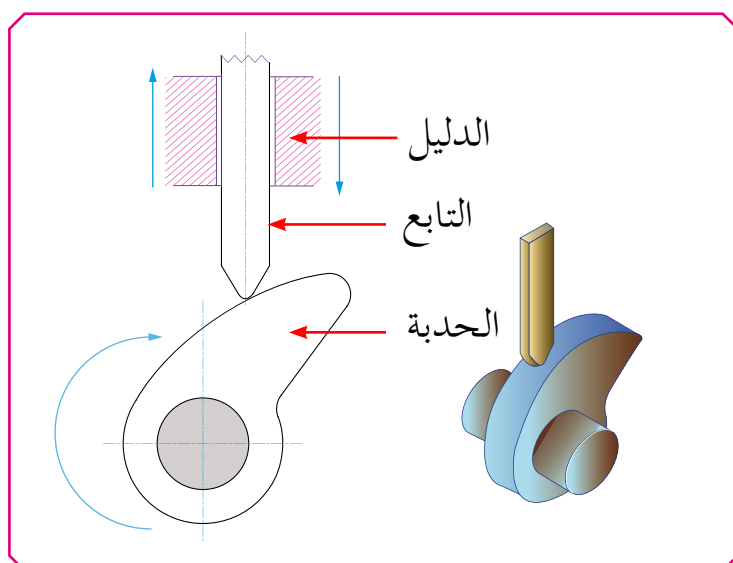
الرسم الاصطلاحي	شكل الحدبة	اسم الحدبة والتابع
		الحدبة الشعاعية والتابع المدب

اسم الحدة والتابع	شكل الحدة	الرسم الاصطلاحي
الحدبة الشعاعية والتابع ذو السطح المستوي		
الحدبة الشعاعية والتابع ذو القرص الدوار		

٢ الحدة الناتئة (Toe and Wiper Cam)

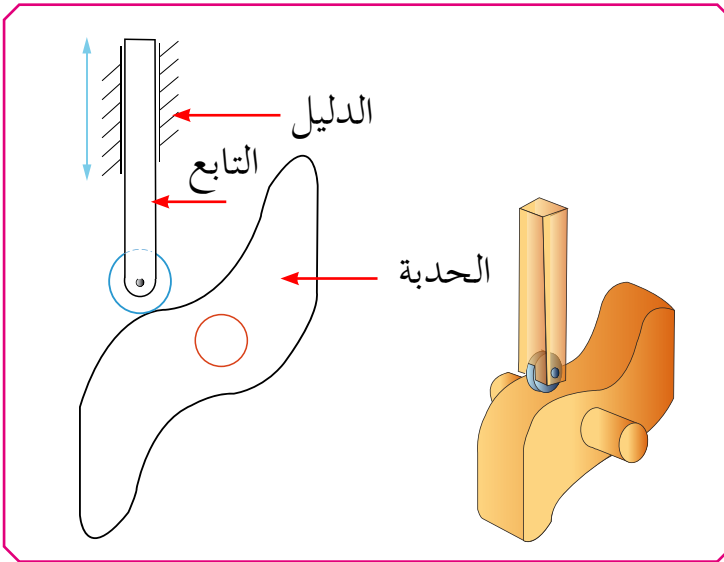
هناك نوعان من الحدبات الناتئة، هما:

أ حدة ذات نتوء واحد، كما في الشكل (١-٢).



الشكل (١-٢): حدة ذات نتوء واحد.

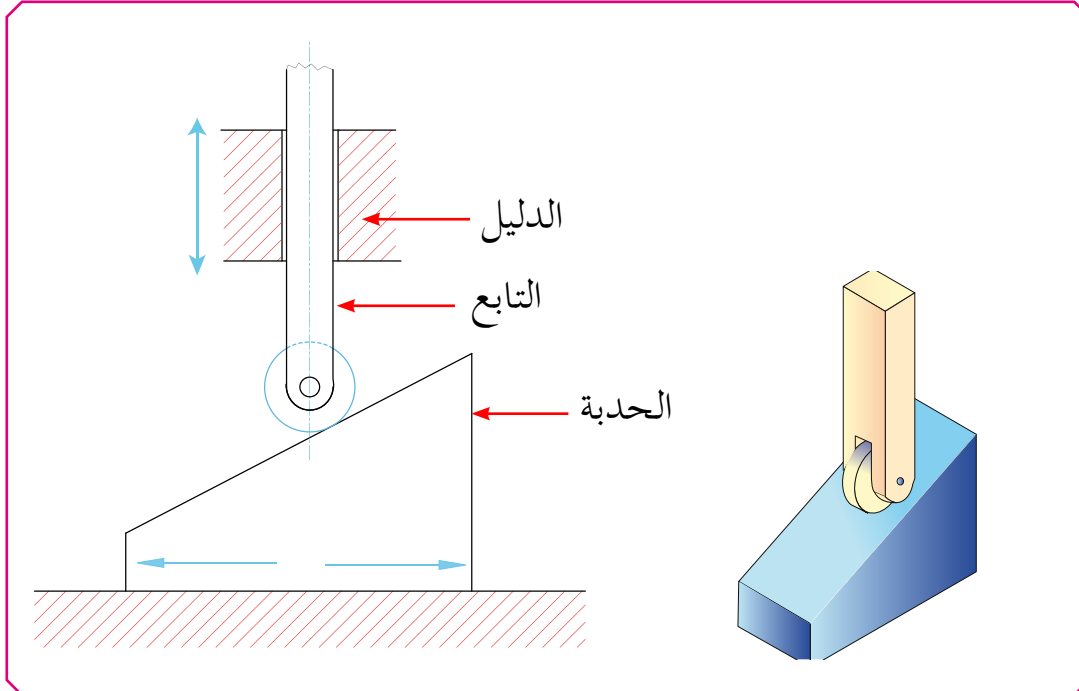
ب) **حدبة ذات نتوعين:** يبين الشكل (٢-٢) الحدبة، والتابع، واتجاه حركته الترددية، وتستخدم في مساحات زجاج السيارات.



الشكل (٢-٢): حدبة ذات نتوعين.

٣ **الحدبة الوتدية (Horizontal Cam)**

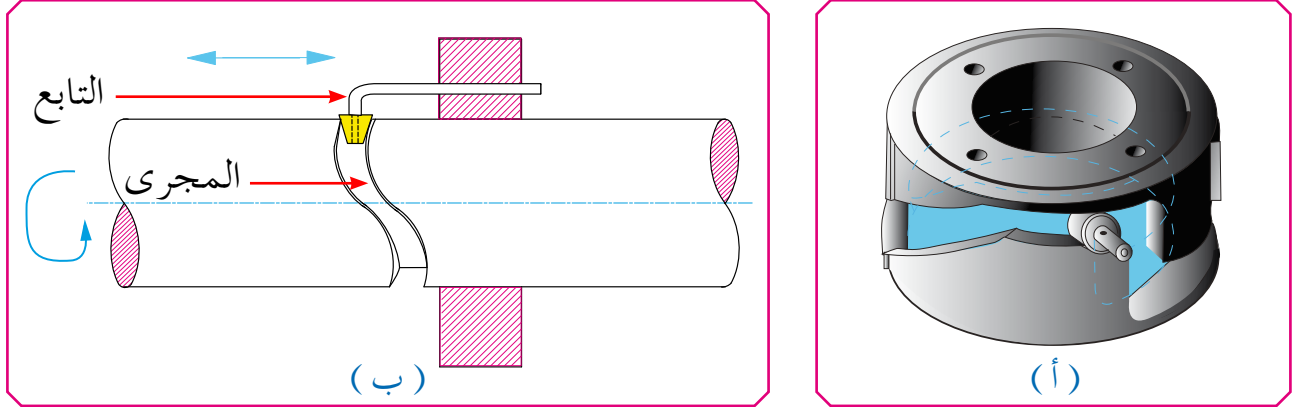
يتحرك هذا النوع من الحدبات حركة خطية ترددية، كما في الشكل (٣-٢) مبيّنًا التابع وحركته على وتد الحدبة، ويستخدم هذا النوع من الحدبات في آلات القطع.



الشكل (٣-٢): الحدبة الوتدية.

٤ الحدة الأسطوانية ذات المجرى (Cylindrical groove Cam)

يوجد على سطحها مجرى حلزوني يتحرك بداخله تابع له حركة ترددية، كما يبين الشكل (٤-٢).



الشكل (٤-٢): حدة أسطوانية.

نشاط (١-٢)

ابحث في المراجع المتوفرة في مكتبة المدرسة عن أنواع أخرى من الحدبات، وتعرّف طرق رسمها.

طريقة رسم الحدة الشعاعية

كما ذكر سابقاً، تستخدم الحدة الشعاعية في محركات الاحتراق الداخلي لفتح الصمامات وإغلاقها، وكما هو معروف، فإن صمامات الدخول والعدم لكل منها مدّة زمنية محددة للفتح والإغلاق، ممّا يعني اختلاف قياسات الحدة لكل من صمام العادم وصمام الدخول، ولكي ترسم الحدة الشعاعية لا بدّ من توافر المعطيات الآتية:

- أ) نوع التابع.
- ب) قطر عمود الحدبات.
- ج) قطر الحدة.
- د) زاوية الحدة.
- هـ) المسافة التي يتحركها التابع.

طريقة رسم الحدة ذات التابع المدبب

ارسم حدة صمام الدخول إذا علمت أن صمام الدخول يفتح قبل (ن.م.ع) بـ (١٦) درجة، ويغلق بعد (ن.م.س) بـ (٥٤) درجة، وقطر عمود الحدبات (٦٠) مم، وقطر الحدة (٧٠) مم، والتابع من النوع المدبب يتحرك (١٠) مم.

تذكر

يدور عمود الحدبات في المحركات الرباعية الدورة نصف عدد دورات عمود المرفق.

الحل

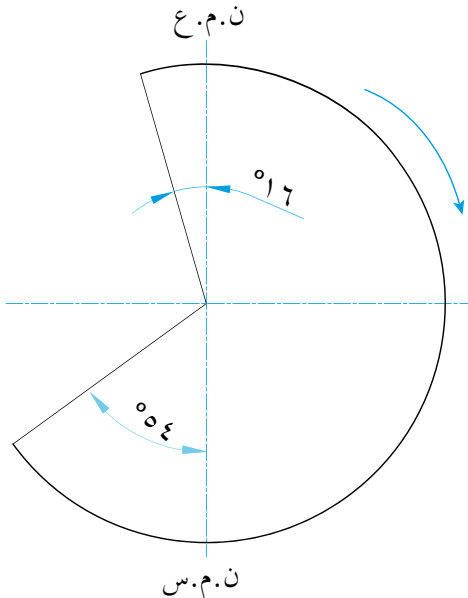
حساب زاوية الحدة كما يأتي:

مقدار فتح الصمام بالدرجات مقسومًا على ٢

زاوية الحدة لصمام الدخول =

مقدار فتح صمام الدخول قبل (ن.م.ع) + مشوار المكبس بالدرجات + مقدار غلق صمام الدخول بعد (ن.م.س)

$$\text{زاوية الحدة} = \frac{١٦ + ١٨٠ + ٥٤}{٢} = ١٢٥ \text{ درجة}$$



الشكل (٥-٢): دائرة توقيت فتح صمام الدخول وإغلاقه بالدرجات.

إذ يبين الشكل (٥-٢) دائرة توقيت فتح صمام الدخول وإغلاقه بالدرجات. وفي ما يأتي خطوات رسم الحدة:

١- نحدد نقطة مركز دائرة عمود الحدبات، ولتكن (م)، ونرسم خطي المركز المتعامدين.

٢- نرسم دائرة عمود الحدبات، وذلك بفتح الفرجاج بمقدار يساوي نصف قطر العمود، أي (٣٠) مم، وتثبيته في نقطة المركز المحددة (م).

طريقة رسم الحدة ذات التابع القرصي

ارسم حدة صمام العادم إذا كان الصمام يفتح قبل (ن.م.س) بـ (٦٧) درجة، ويغلق بعد (ن.م.ع) بـ (٣٣) درجة، وقطر عمود الحدبات (٧٢) مم، وقطر الحدة (٨٠) مم، والتابع القرصي يتحرك (٢٠) مم.

نحسب زاوية الحدة كما يأتي:

يقسم مقدار فتح الصمام بالدرجات على (٢).

زاوية الحدة لصمام العادم = ٢

$$\text{مقدار فتح صمام العادم قبل (ن.م.س) + مشوار المكبس بالدرجات + مقدار غلق صمام العادم بعد (ن.م.ع)} \\ \div 2 \\ \text{زاوية الحدة} = \frac{67 + 180 + 33}{2} = 140 \text{ درجة}$$

ويبين الشكل (٧-٢) دائرة توقيت فتح صمام العادم وإغلاقه بالدرجات.

وفي ما يأتي خطوات رسم الحدة:

١- نحدد نقطة مركز دائرة عمود الحدبات،

ولتكن (م)، ونرسم خطي المحور

المتعامدين.

٢- نرسم دائرة عمود الحدبات، وذلك بفتح

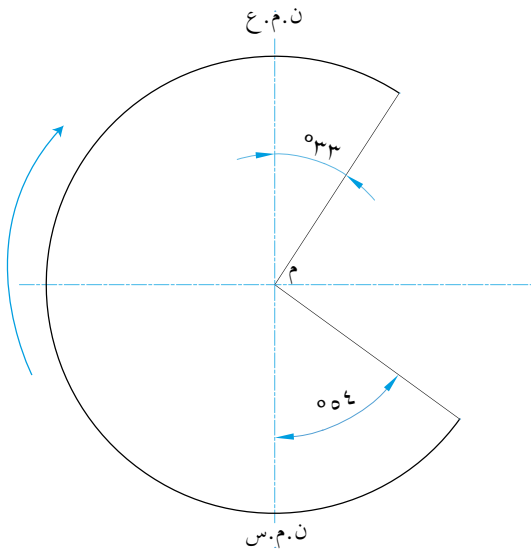
الفرجات بمقدار (٣٦) مم، وتثبيته في

نقطة المركز المحددة (م).

٣- نرسم دائرة الحدة، وذلك بفتح الفرجار

بمقدار (٤٠) مم، وتثبيته في نقطة مركز

عمود الحدبات (م).



الشكل (٧-٢): دائرة توقيت فتح صمام العادم وإغلاقه بالدرجات.

- ٤ - نرسم زاوية الحدة البالغ مقدارها (١٤٠) درجة من نقطة المركز (م).
- ٥ - نجمع نصف قطر الحدة إلى المسافة التي يتحركها التابع ونقسمها على (٢):
$$\frac{٤٠ + ٢٠}{٢} = ٣٠$$
وهي مسافة ن م المبينة في الشكل (٢-٨).
- ٦ - نحدد المسافة (٣٠) مم من المركز (م) إلى النقطة (ن)، بحيث تكون م ن (٣٠) مم.
- ٧ - نفتح الفرجار فتحة تساوي (٣٠) مم، ونثبتها في النقطة (ن)، ونرسم قوسًا يقطع خط المحور على امتداد (م ن) في النقطة (ج).
- ٨ - نحدّد نقطة تقاطع دائرة الحدة مع خط المحور، ولتكن (ه).

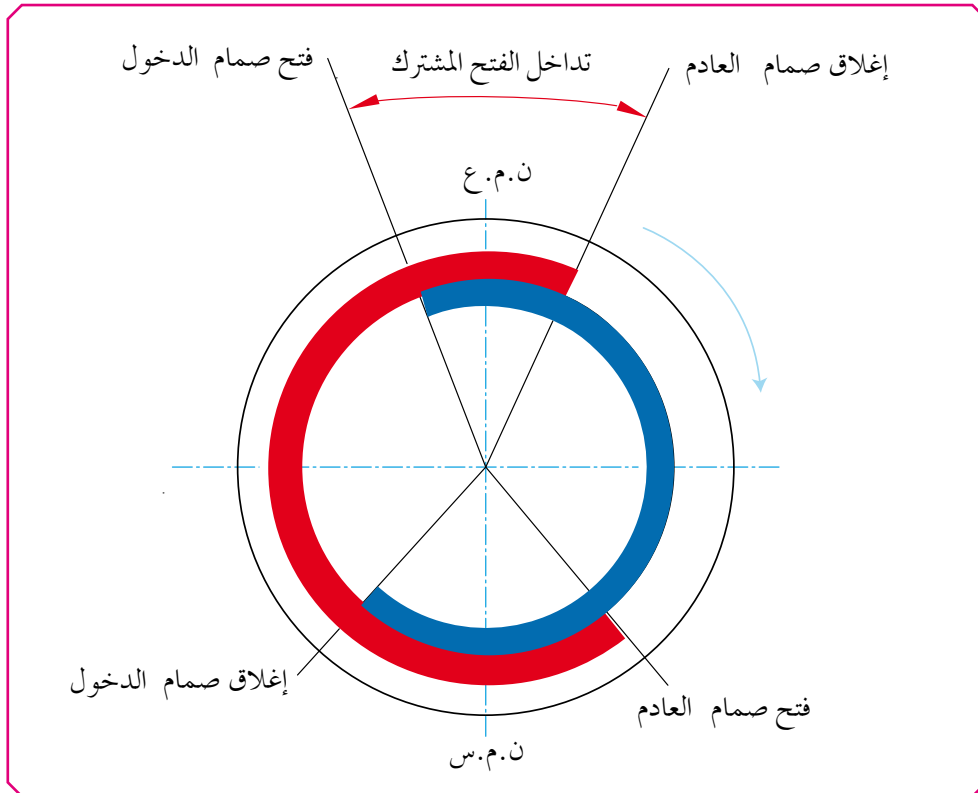
- ٩ - من النقطة (أ) ارسم مماسًا للقوس المقطوع في النقطة (ج).
- ١٠ - من النقطة (ب) ارسم مماسًا للقوس المقطوع في النقطة (ج).
- ١١ - نحصل على الحدة المبينة في الشكل (٢-٨).

الشكل (٢-٨): حدة شعاعية ذات تابع قرصي.

دائرة توقيت الصمامات (Valve Timing)

بعد دراستك مبدأ عمل المحرك، عرفت أنّ المزيج يدخل غرفة الاحتراق عن طريق صمام الدخول، وبعد احتراقه يخرج عن طريق صمام العادم، وهذا يعني أنّ هناك توقيتًا لكلا الصمامين لإتمام الأشواط الأربعة، وأنّ الصمامات تفتح وتغلق عن طريق حركات عمود الحدبات، وأنّ عمود الحدبات يستمد حركته من عمود المرفق، وبما أنّ عمود الحدبات يدور دورة واحدة كلما دار عمود المرفق دورتين، فإنّ تصميم الحدبات وتركيبها على عمود الحدبات يحقق الغرض من توقيت المحرك لضبط فتح الصمامات وإغلاقها في الوقت المناسب، وبمقدار الدرجات المطلوبة.

ويبين الشكل (٩-٢) دائرة توقيت الصمامات لمحرك رباعي الدورة، إذ تظهر بداية فتح صمام الدخول وإغلاقه وبداية فتح صمام العادم وإغلاقه، ومقدار تداخل الفتح المشترك لصمامي الدخول والعادم (OVERLAP).



الشكل (٩-٢): دائرة توقيت الصمامات لمحرك رباعي الدورة.

محرك بنزين رباعي الدورة ذو أربع أسطوانات يفتح فيه صمام الدخول قبل (ن.م.ع) بـ (١٦) درجة، ويغلق بعد النقطة (ن.م.س) بـ (٥٤) درجة، ويفتح صمام العادم قبل (ن.م.س) بـ (٦٠) درجة، ويغلق بعد (ن.م.ع) بـ (١٨) درجة.

- ارسم دائرة توقيت الصمامات للمحرك.
- أوجد مقدار فتح صمام الدخول بالدرجات.
- أوجد مقدار فتح صمام العادم بالدرجات.
- أوجد مقدار زاوية الفتح المشترك.

الحل

نرسم دائرة توقيت الصمامات، كما في الشكل (٢-١٠).

١- مقدار فتح صمام الدخول بالدرجات =

زاوية فتح الصمام قبل (ن.م.ع) + مشوار المكبس من (ن.م.ع) إلى (ن.م.س) بالدرجات + زاوية إغلاق الصمام بعد (ن.م.س).

$$٢٥٠ = ٥٤ + ١٨٠ + ١٦ \text{ درجة}$$

٢- مقدار فتح صمام العادم بالدرجات =

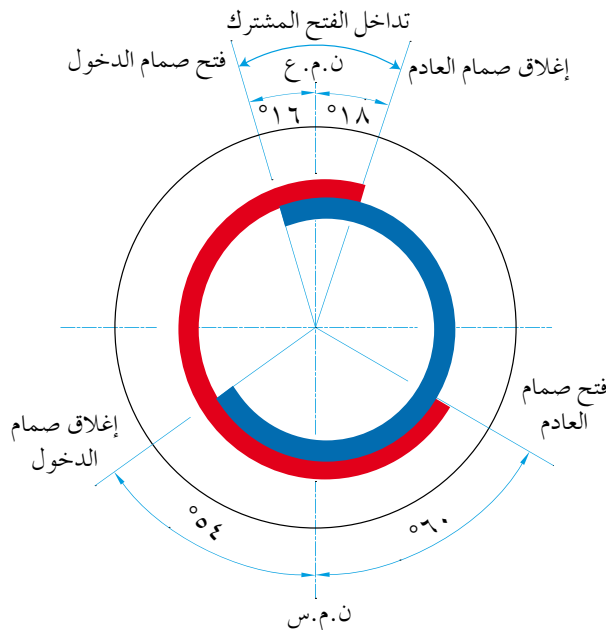
زاوية فتح الصمام قبل (ن.م.س) + مشوار المكبس من (ن.م.ع) إلى (ن.م.س) بالدرجات + زاوية إغلاق الصمام بعد (ن.م.ع).

$$٢٥٨ = ١٨ + ١٨٠ + ٦٠ \text{ درجة.}$$

٣- مقدار زاوية الفتح المشترك =

زاوية فتح صمام الدخول قبل (ن.م.ع) + زاوية غلق صمام العادم بعد (ن.م.ع)

$$١٦ \text{ درجة} + ١٨ \text{ درجة} = ٣٤ \text{ درجة.}$$

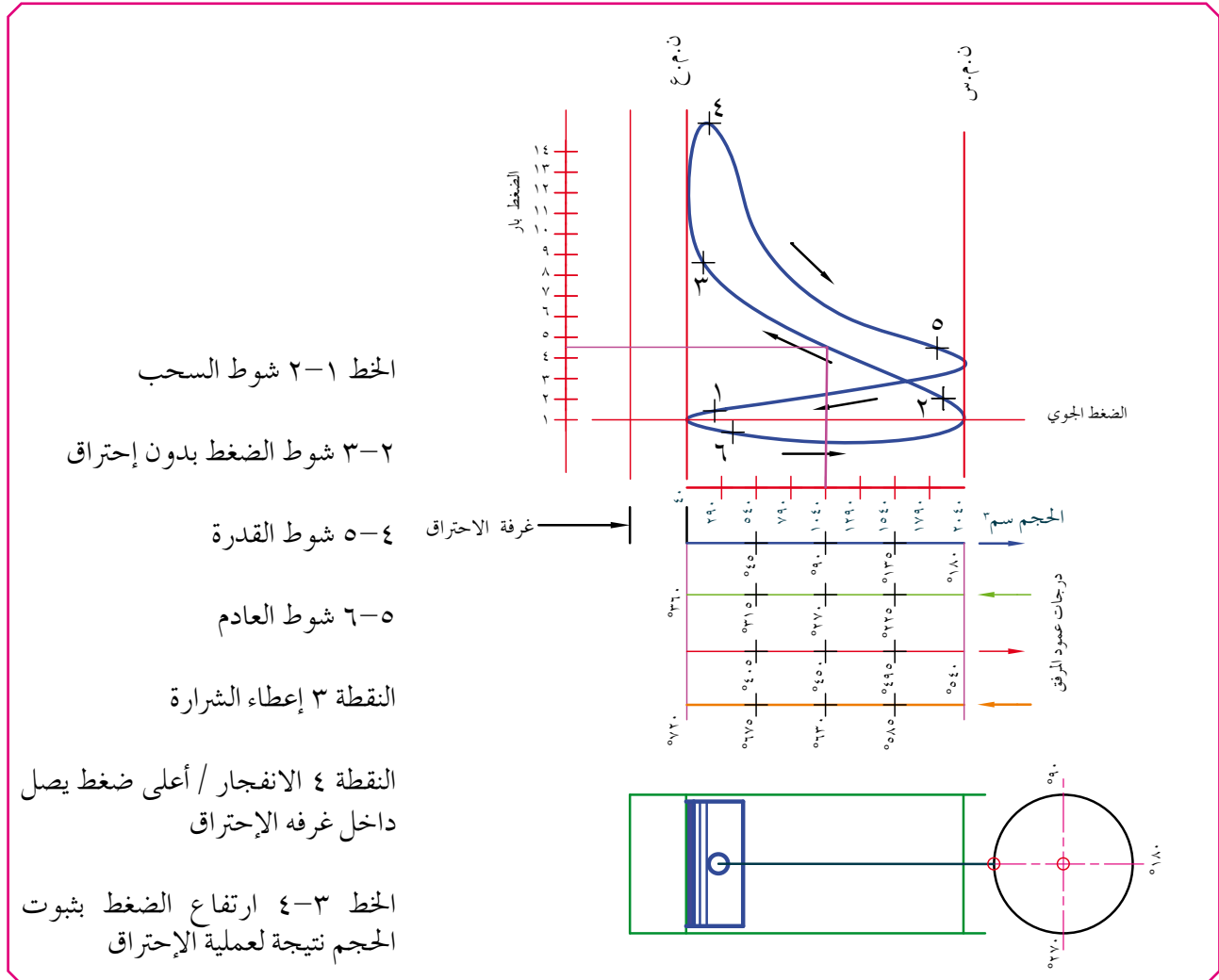


الشكل (٢-١٠): دائرة توقيت الصمامات.

ثانيًا

العلاقة بين الضغط وحركة المكبس داخل الأسطوانة وزاوية دوران عمود المرفق

يبين الشكل (١١-٢) منحنى الضغط والحجم لمحركات البنزين الرباعية الدورة، إذ يبين المنحنى مقدار الضغط والحجم داخل الأسطوانة عند أي درجة من درجات عمود المرفق، ويمكن تحديد الشوط داخل الأسطوانة.



الشكل (١١-٢): العلاقة بين الضغط والحجم وحركة المكبس داخل الأسطوانة وزاوية دوران عمود المرفق.

نشاط (٢-٢)

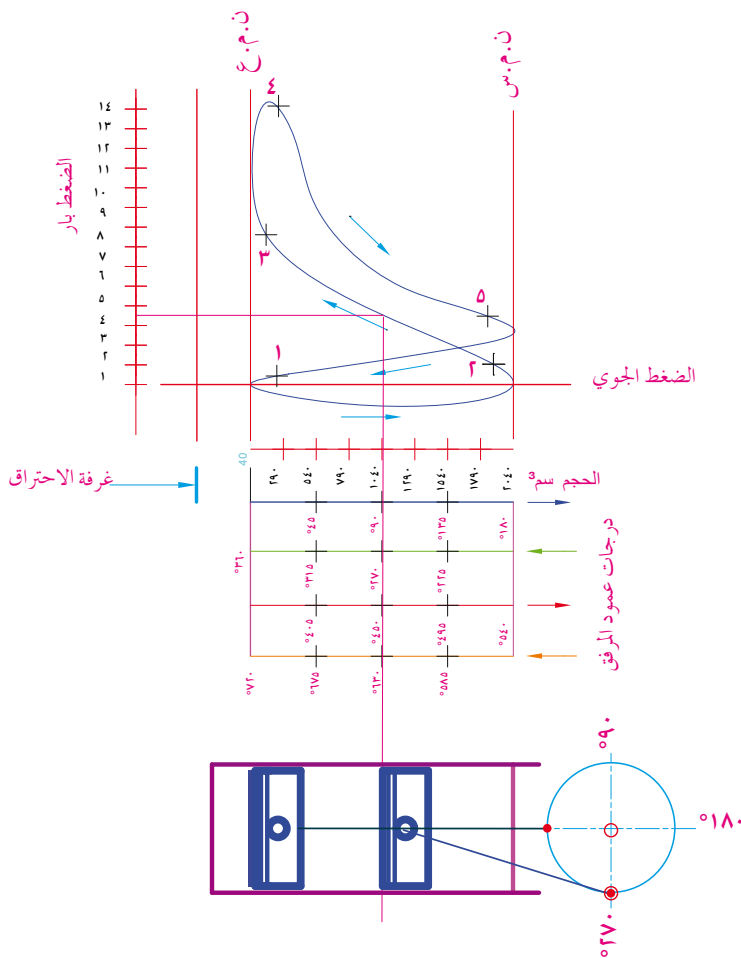
مستعينًا بالشبكة العنكبوتية (الإنترنت) والمراجع المتوافرة لديك، ابحث في العلاقة بين الضغط والحجم لمحركات ذات ساعات مختلفة.

تأمل الشكل (٢-١٢) الذي يبيّن العلاقة بين الضغط والحجم وحركة المكبس داخل الأسطوانة وزاوية دوران عمود المرفق، ثم نفّذ ما يأتي:

- ارسم منحنى الضغط والحجم.
- أوجد قيمة الضغط والحجم إذا دار عمود المرفق (270°) وتحديد على منحنى الضغط والحجم.
- سمّ الشوط عند الدرجة (270°) من درجات عمود المرفق.

الحل

قيمة الضغط والحجم عند الدرجة (270°) من درجات عمود المرفق:
مشوار المكبس من (ن.م.ع) إلى (ن.م.س) = 180° ، وبعد 90° من درجات عمود المرفق،



الشكل (٢-١٢): العلاقة بين الضغط والحجم وحركة المكبس داخل الأسطوانة وزاوية دوران عمود المرفق.

يكون المكبس في وضع

صعود ($270^\circ = 90^\circ + 180^\circ$).

ارسم خطاً عمودياً من الدرجة

(270°) حتى يقطع المنحنى، ومن

نقطة التقاطع ارسم خطاً أفقياً حتى

يقطع محور الضغط، ثم دوّن القراءة

(٤,٥) بار، ودوّن الحجم البالغ

(١٠,٤٠) سم³.

ويكون المكبس في شوط الضغط

عند الدرجة (270°). علماً بأن

الأرقام على الرسم تمثل ما يأتي:

١- فتح صمام الدخول.

٢- إغلاق صمام الدخول.

٣- إعطاء الشرارة.

في المثال السابق: أوجد قيمة الضغط والحجم لحظة الانفجار عند النقطة (٣) على المنحنى.

الرسم التخطيطي للمحركات (Schematic drawing engine)

لمحركات الاحتراق الداخلي المستخدمة في المركبات والآليات المختلفة تصاميم وأشكال متنوعة تعتمد على الغاية من استخدام المركبة، فمنها المركبات الصغيرة، والكبيرة، وأخرى تستخدم في الإنشاءات، والصناعة، والآليات الزراعية.

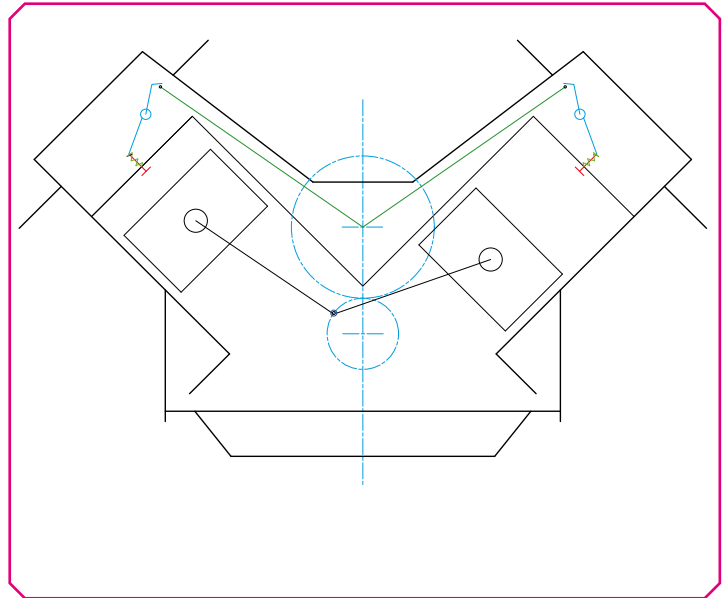
وعند تصميم أشكال المحركات تعتمد الشركات الصانعة على عوامل عدّة، أهمها الحيز الذي سيشغله المحرك في المركبة، والقدرة المطلوبة من المحرك لتشغيلها، ومن أهم أشكال المحركات:

١ المحرك على شكل (V)

يستخدم هذا النوع من المحركات إذا كان عدد أسطوانات المحرك ست أسطوانات فأكثر، ويمتاز هذا النوع من المحركات بقدرة عالية، وصغر الحيز الذي يشغله. ويبين الشكل (٢-١٣) رسماً تخطيطياً لمحرك على شكل حرف (V)، أمّا الشكل (٢-١٤) فيبين صورة له.

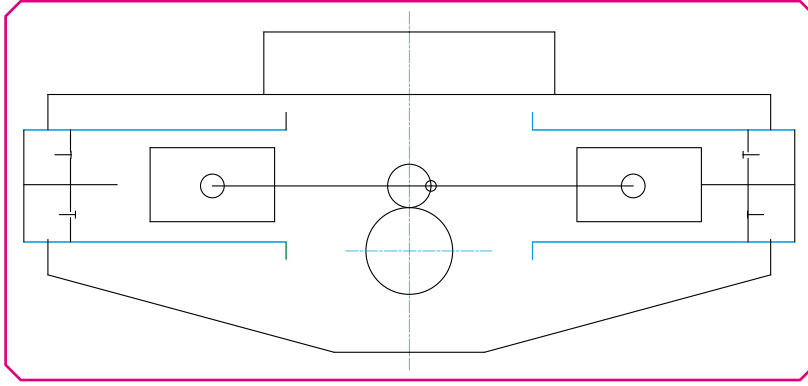


الشكل (٢-١٤): صورة محرك على شكل حرف (V).

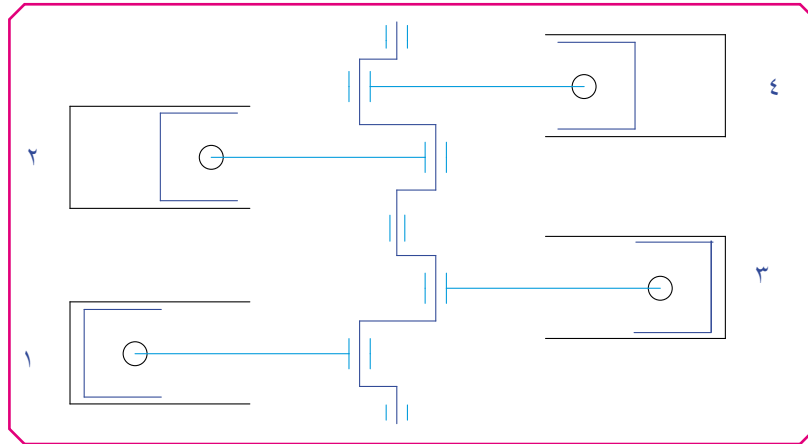


الشكل (٢-١٣): رسم تخطيطي لمحرك على شكل حرف (V).

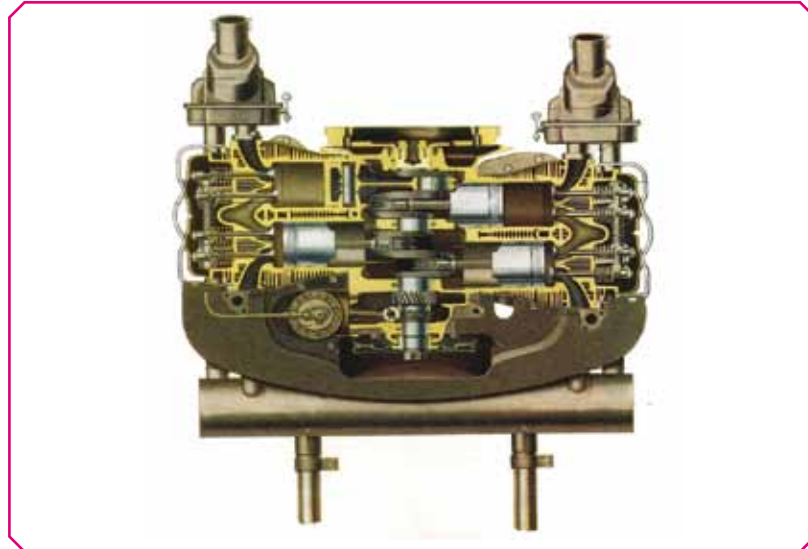
٢ المحرك الأفقي (Horizontal opposite engine)



الشكل (١٥-٢): المسقط الأمامي للمحرك الأفقي.



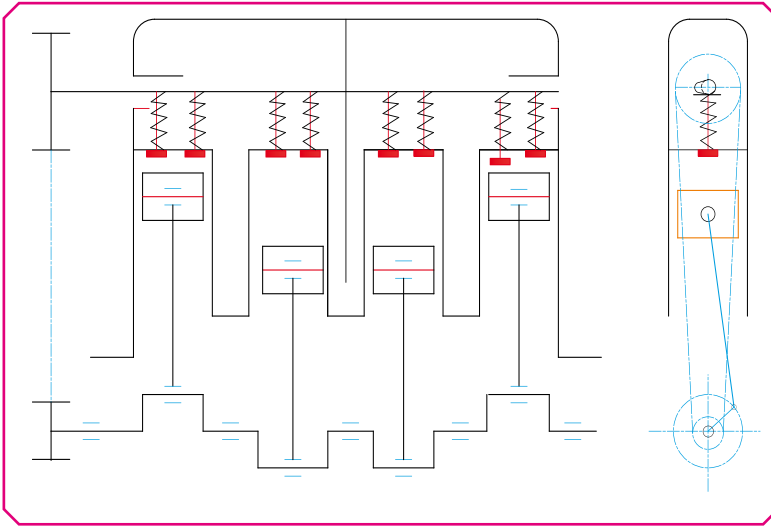
الشكل (١٦-٢): المسقط الأفقي لمحرك ذي أربع أسطوانات في الوضع الأفقي.



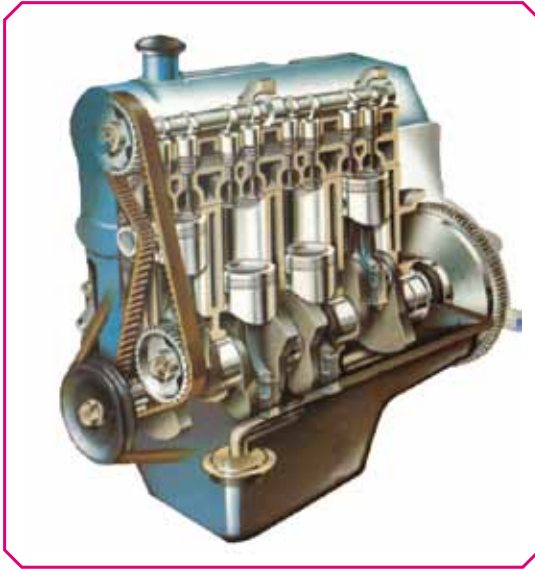
الشكل (١٧-٢): مقطع أفقي لمحرك ذي أربع أسطوانات في الوضع الأفقي.

يمتاز هذا النوع من المحركات بارتفاعه القليل نسبياً، ممّا يفيد في إعطاء سعة أفضل داخل المركبة وراحة أكثر للركاب، ومن أكثر المركبات التي يستخدم فيها هذا النوع من المحركات (فوكس فاجن) التي تبرّد بالهواء. ويبين الشكل (١٥-٢) المسقط الأمامي لمحرك ذي أربع أسطوانات في الوضع الأفقي، أمّا الشكل (١٦-٢) فيبين المسقط الأفقي له، ويبيّن الشكل (١٧-٢) صورة مقطع أفقي لمحرك ذي (٤) أسطوانات في الوضع الأفقي.

٣ محرك ترددي مستقيم (Reciprocating engine)



الشكل (٢-١٨): رسم تخطيطي لمحرك ترددي مستقيم ذي عمود حذبات مفرد في رأس المحرك.



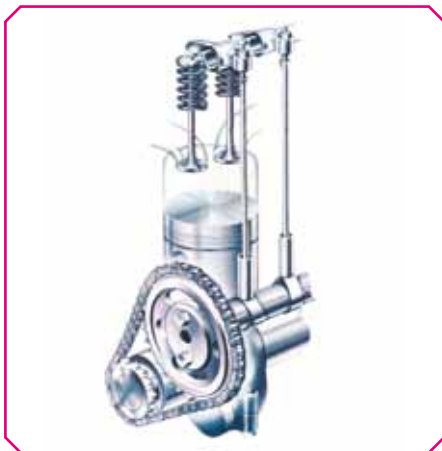
الشكل (٢-١٩): مقطع طولي لمحرك ترددي مستقيم ذي عمود حذبات مفرد في رأس المحرك.

يعدّ هذا النوع من المحركات الأكثر شيوعاً واستخداماً في سيارات الركوب ذات الأربع أسطوانات، ولهذا النوع تصاميم مختلفة، منها:

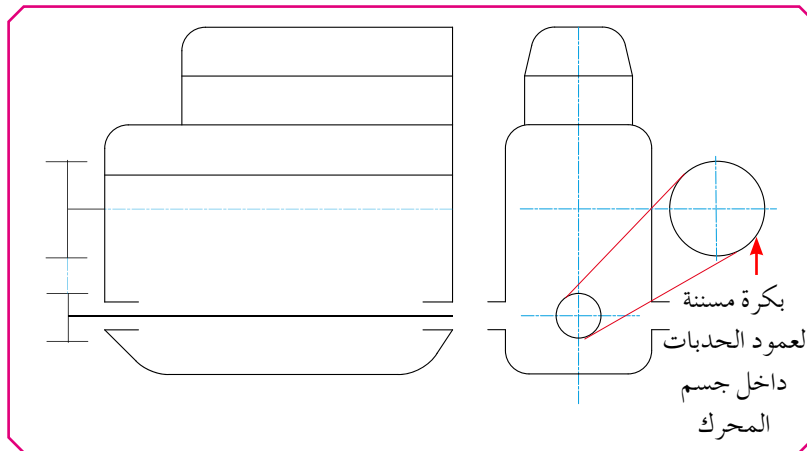
١ محرك ترددي مستقيم

ذو عمود حذبات مفرد في رأس المحرك، كما في الشكل (٢-١٨)، ويبين الشكل (٢-١٩) مقطعاً طويلاً لمحرك ترددي مستقيم ذي عمود حذبات مفرد في رأس المحرك.

ب محرك ترددي مستقيم ذو عمود حذبات مفرد في جسم المحرك، كما في الشكل (٢-٢٠)، ويبين الشكل (٢-٢١) صورة محرك ترددي مستقيم ذي عمود حذبات مفرد في جسم المحرك.

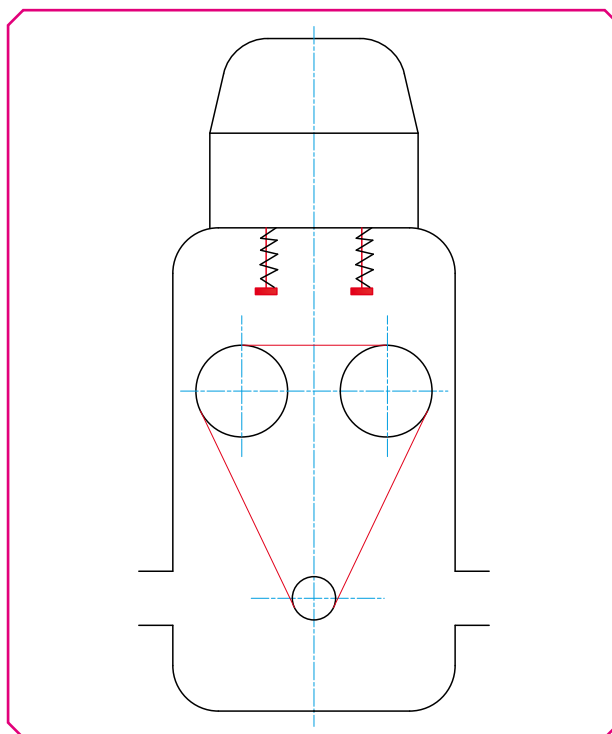


الشكل (٢-٢١): صورة محرك ترددي مستقيم ذي عمود حذبات مفرد في جسم المحرك.



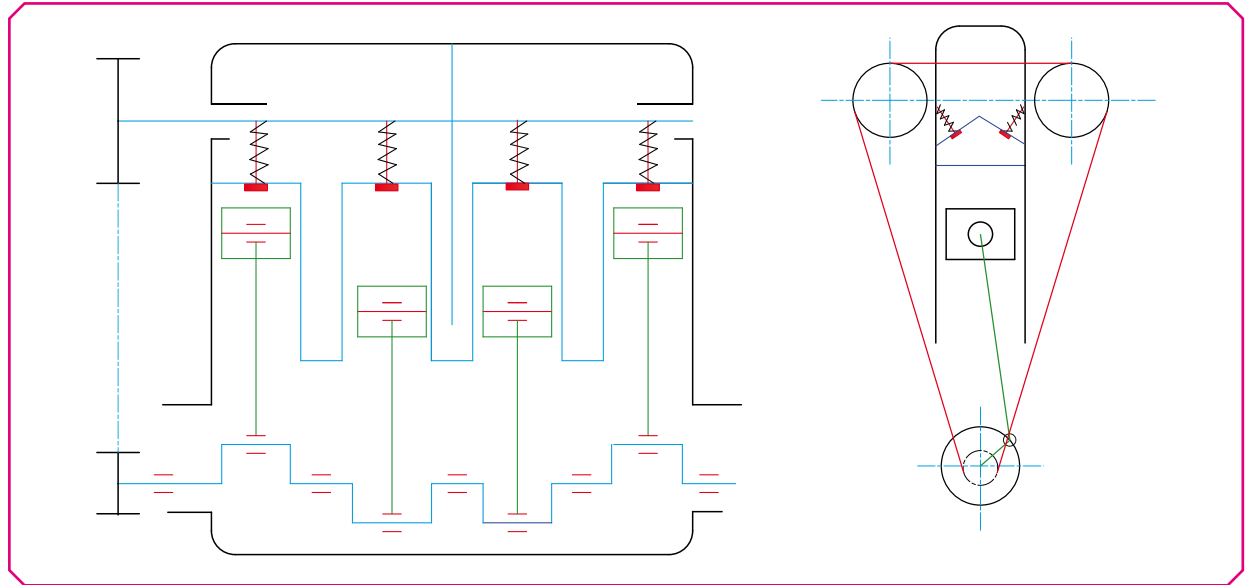
الشكل (٢-٢٠): رسم تخطيطي لمحرك ترددي مستقيم ذي عمود حذبات مفرد في جسم المحرك.

ج) محرك ترددي مستقيم ذو عمودي حذبات في جسم المحرك، كما هو مبين في الشكل (٢-٢٢).



الشكل (٢-٢٢): رسم تخطيطي لمحرك ترددي مستقيم ذي عمود حذبات في جسم المحرك.

٥ محرك ترددي مستقيم ذو عمودَي حِدَبَات في رأس المحرك. ويبين الشكل (٢-٢٣) رسمًا تخطيطيًا للمسقط الأمامي والجانبى لمحرك ترددي ذي عمودَي حِدَبَات في رأس المحرك، ويبين الشكل (٢-٢٤) مقطعًا لمحرك ترددي له عمودا حِدَبَات في رأس المحرك.



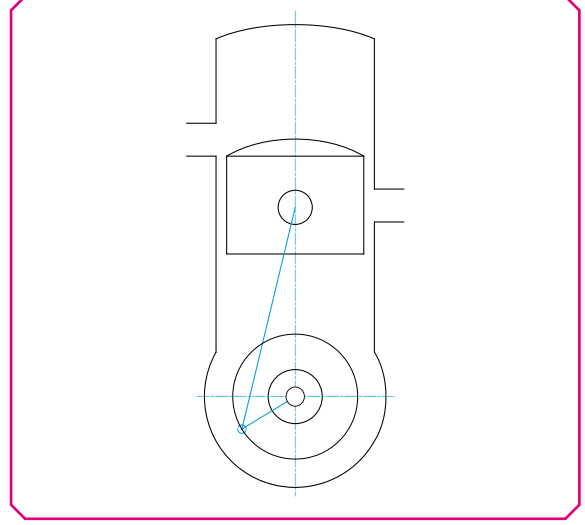
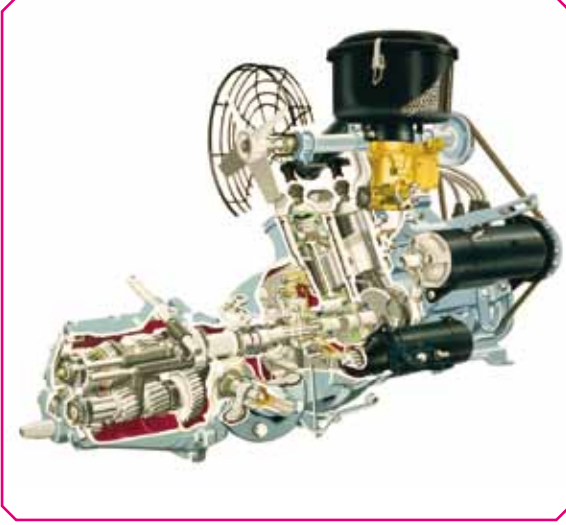
الشكل (٢-٢٣): رسم تخطيطي لمحرك ترددي له عمودا حِدَبَات في رأس المحرك.



الشكل (٢-٢٤): مقطع لمحرك ترددي له عمودا حِدَبَات في رأس المحرك.

٤ محرك ثنائي الأشواط (Double Stroke Engine)

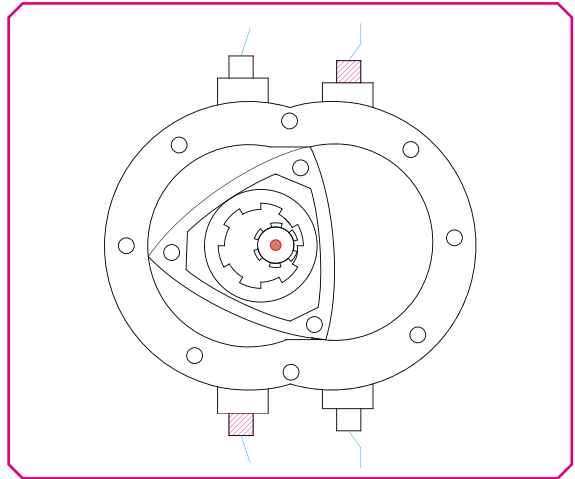
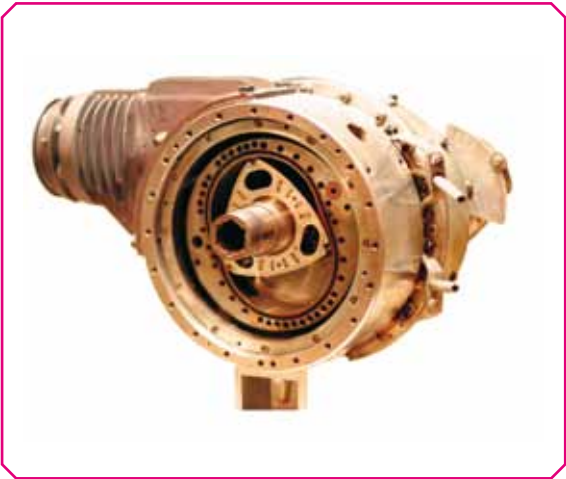
يستخدم هذا النوع من المحركات في محركات البنزين الصغيرة في السيارات والدرجات النارية، وفي بعض محركات الديزل في نطاق محدود، وغالبًا ما يوجد من دون عمود حداث، كما في الشكل (٢-٢٥)، إذ يوجد له فتحات دخول وخروج بدلاً من الصمامات، ويبين الشكل (٢-٢٦) مقطعاً لمحرك ثنائي الدورة.



الشكل (٢-٢٥): رسم تخطيطي لمحرك ثنائي الدورة. الشكل (٢-٢٦): مقطع لمحرك ثنائي الدورة.

٥ محرك فانكل (Wankle Engine)

يختلف هذا النوع من المحركات عن الأنواع السابقة من المحركات، وذلك باستخدام المكبس الدوار، إذ يبين الشكل (٢-٢٧) رسماً تخطيطياً له، أما الشكل (٢-٢٨) فيبين صورة محرك فانكل ذي مكبس دوار.



الشكل (٢-٢٧): رسم تخطيطي لمحرك فانكل. الشكل (٢-٢٨): محرك فانكل ذو مكبس دوار.

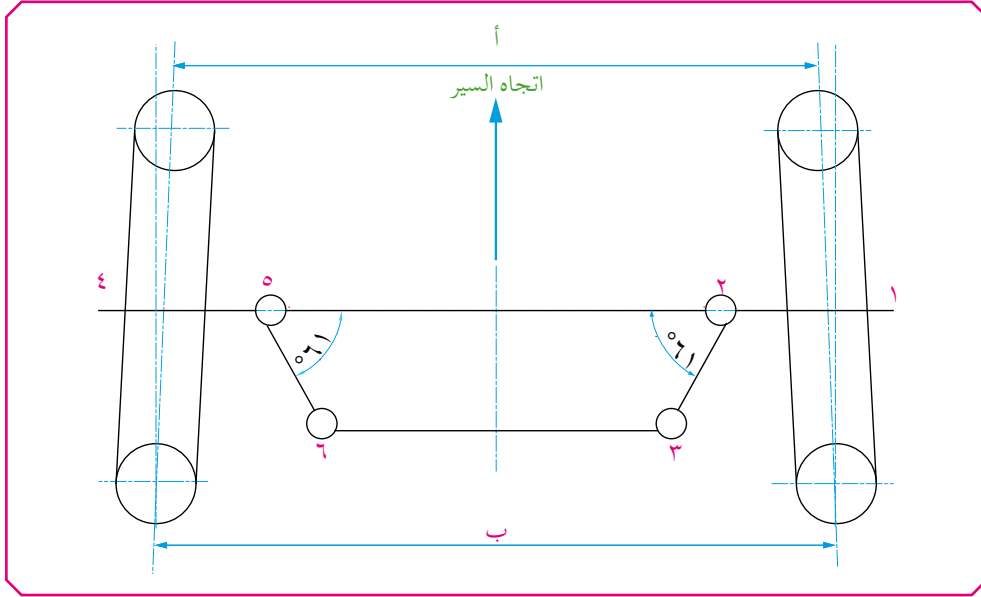
أذرع التوجيه والعجلات في أثناء الدوران

رابعًا

تعدّ هندسة العجلات الأمامية من الأمور المهمة في المركبة؛ لأنها تضمن سلامتها في الظروف المختلفة، كالسير المستقيم، أو الدوران إلى اليمين، أو إلى اليسار، وعلى المنعطفات. وسنركز في هذا الجزء على رسم زوايا أذرع التوجيه والعجلات في الحالات المختلفة.

١ الوضع المستقيم للعجلات وأذرع التوجيه والمركبة متوقفة

يبين الشكل (٢-٢٩) وضع العجلات وأذرع التوجيه في حالة الاستقامة، وتظهر في هذه الحالة إحدى عناصر هندسة العجلات الأمامية، وهي لَمّ المقدمة (Toe - In).

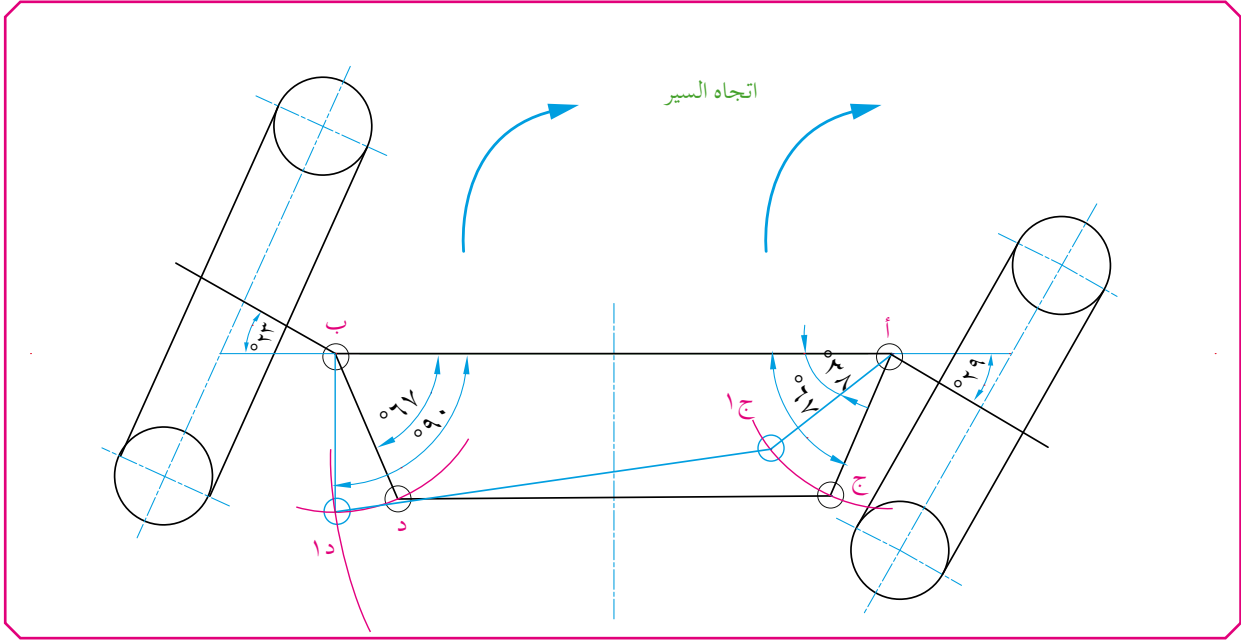


الشكل (٢-٢٩): وضع العجلات وأذرع التوجيه في حالة الاستقامة.

وكما هو مبين في الشكل السابق، نلاحظ أنّ المسافة بين مركزي العجلات الخلفية أكبر من المسافة بين مركزي العجلات الأمامية، وهي تتراوح عادة بين (٢-٥) ملم.

٢ وضع أذرع التوجيه والعجلات في حالة الدوران إلى اليمين

يبين الشكل (٢-٣٠) وضع أذرع التوجيه والعجلات في حالة الدوران إلى اليمين، وزوايا أذرع التوجيه الأمامية البالغة (67°) لكلٍّ منهما، وفي حالة الدوران إلى اليمين (29°)، يصبح وضع الأذرع والعجلات كما في الشكل (٢-٣٠):



الشكل (٢-٣٠): وضع أذرع التوجيه والعجلات في حالة الدوران إلى اليمين.

ولرسم وضع الأذرع والعجلات في حالة الدوران نتبع الخطوات الآتية:

- ١ نعتد العجل الأيمن مرجعًا للرسم.
- ٢ نفتح الفرجار بمقدار طول الذراع (أج)، ونثبته في النقطة (أ)، ونرسم قوسًا.
- ٣ نعتد الخط (أ ب) مرجعًا، ونرسم زاوية الدوران إلى اليمين بمقدار ($67^\circ - 29^\circ = 38^\circ$)، بحيث تقطع القوس في النقطة (ج).
- ٤ نفتح الفرجار بمقدار طول الذراع (ج د) ونثبته في النقطة (ج)، ونرسم قوسًا.
- ٥ نفتح الفرجار بمقدار طول الذراع (ب د)، ونرسم قوسًا يقطع القوس السابق في النقطة (د)، ثم نصل بخط بين (ج) و (د) وكذلك بين (ب) و (د).
- ٦ نقيس الزاوية (أ ب د)؛ نجدها (90°)
- ٧ زاوية دوران العجل الأيسر هي: ($90^\circ - 67^\circ = 23^\circ$).

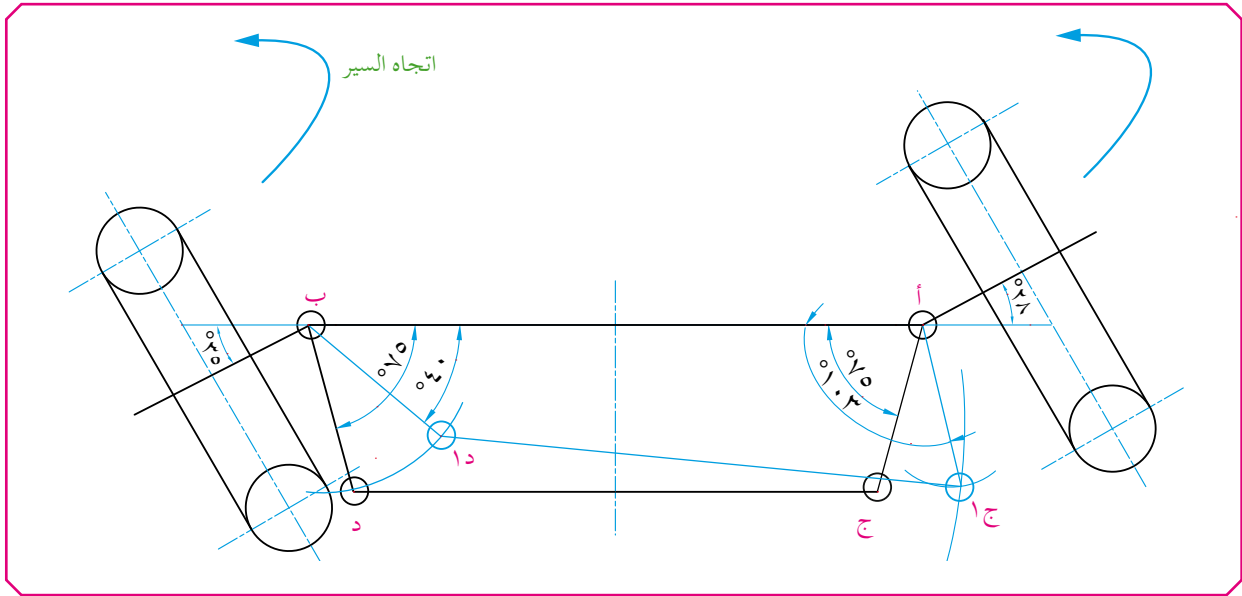
ح) يصبح وضع الأذرع الجديد (أ ج ، د ، ب).

ط) لرسم وضع العجل الأيمن بعد دورانه، نرسم زاوية الدوران التي يبلغ مقدارها (°٢٩) من نقطة مركز العجل أسفل خط المحور.

ي) لرسم وضع العجل الأيسر بعد دورانه نرسم زاوية الدوران التي يبلغ مقدارها (°٢٣) من نقطة مركز العجل أعلى خط المحور.

٣ وضع أذرع التوجيه والعجلات في حالة الدوران إلى اليسار

يبين الشكل (٢-٣١) وضع أذرع التوجيه والعجلات في الوضع المستقيم وزوايا أذرع التوجيه الأمامية (°٧٥) لكل منهما، وفي حالة الدوران إلى اليسار (°٣٥)، فيصبح وضع الأذرع والعجلات كما يأتي:



الشكل (٢-٣١): وضع أذرع التوجيه والعجلات في حالة الدوران إلى اليسار.

ولرسم وضع الأذرع والعجلات في حالة الدوران نتبع الخطوات الآتية:

أ) نعتد العجل الأيسر مرجعاً للرسم.

ب) نفتح الفرجار بمقدار طول الذراع (ب د)، ونثبته في النقطة (ب) ونرسم قوساً.

ج) نعتد الخط (أ ب) مرجعاً، ونرسم زاوية الدوران إلى اليسار بمقدار (°٣٥-°٧٥=°٤٠) بحيث تقطع القوس في النقطة (د).

- د) نفتح الفرجار بمقدار طول الذراع (ج_د)، ونثبتته في النقطة (د_د)، ونرسم قوسًا.
- هـ) نفتح الفرجار بمقدار طول الذراع (أ_ج)، ونرسم قوسًا يقطع القوس السابق في النقطة (ج_أ).
- و) نقيس الزاوية (ب أ ج ١) نجدها (١٠٣°)، وتكون العجلة اليمنى قد دارت (١٠٣° - ٧٥° = ٢٨°).
- ز) لرسم وضع العجل الأيسر بعد دورانه نرسم زاوية الدوران التي يبلغ مقدارها (٣٥°) من نقطة مركز العجل أسفل خط المحور.
- ح) لرسم وضع العجل الأيمن بعد دورانه نرسم زاوية الدوران التي يبلغ مقدارها (٢٨°) من نقطة مركز العجل أعلى خط المحور.

قراءة الرسوم التخطيطية والنماذج الورقية (الكتالوجات)

خامسًا

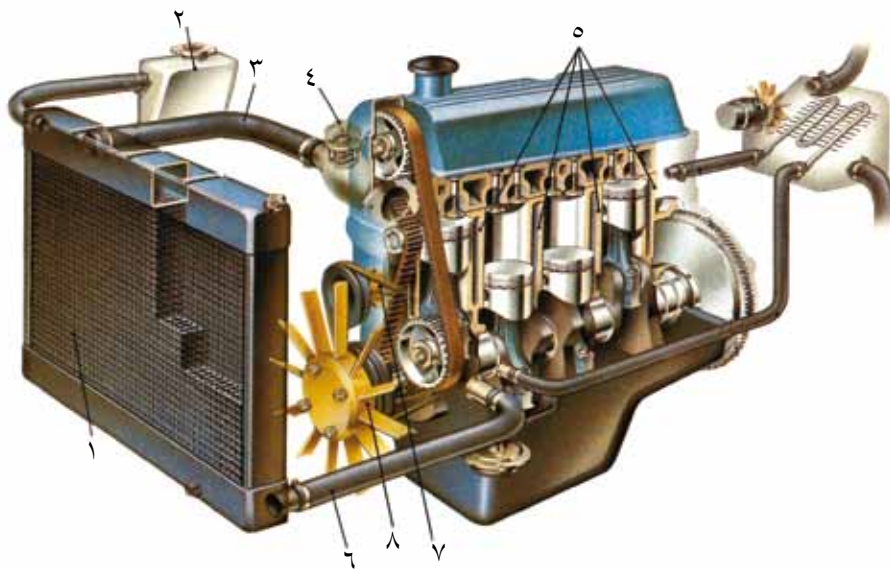
تعدّ قراءة الرسوم والمخططات للدوائر والأنظمة الميكانيكية من الأمور المهمة والرئيسة للفنيين والدارسين في مختلف المجالات الهندسية؛ لأنها تمكنهم من دراسة الرسوم ومعرفة الأجزاء الرئيسة، ومبدأ عملها، وطرق فكّها وتركيبها، والصيانة اللازمة لها، ومعرفة أرقام الأجزاء ورموزها من أجل تبديلها عند الحاجة.

١ دائرة التبريد

يبين الشكل (٢-٣٢) دائرة التبريد لمحرك احتراق داخلي يبرّد بالماء، ويبين الجدول الآتي الأجزاء الرئيسة للدائرة.

الجدول (٢-٣): أجزاء دورة التبريد لمحرك يبرّد بالماء.

الرقم	اسم الجزء	الرقم	اسم الجزء
١	المشع	٥	الجيوب المائية
٢	خزان التمدد	٦	الخرطوم السفلي
٣	الخرطوم العلوي	٧	مضخة الماء
٤	منظم درجة الحرارة	٨	مروحة التبريد

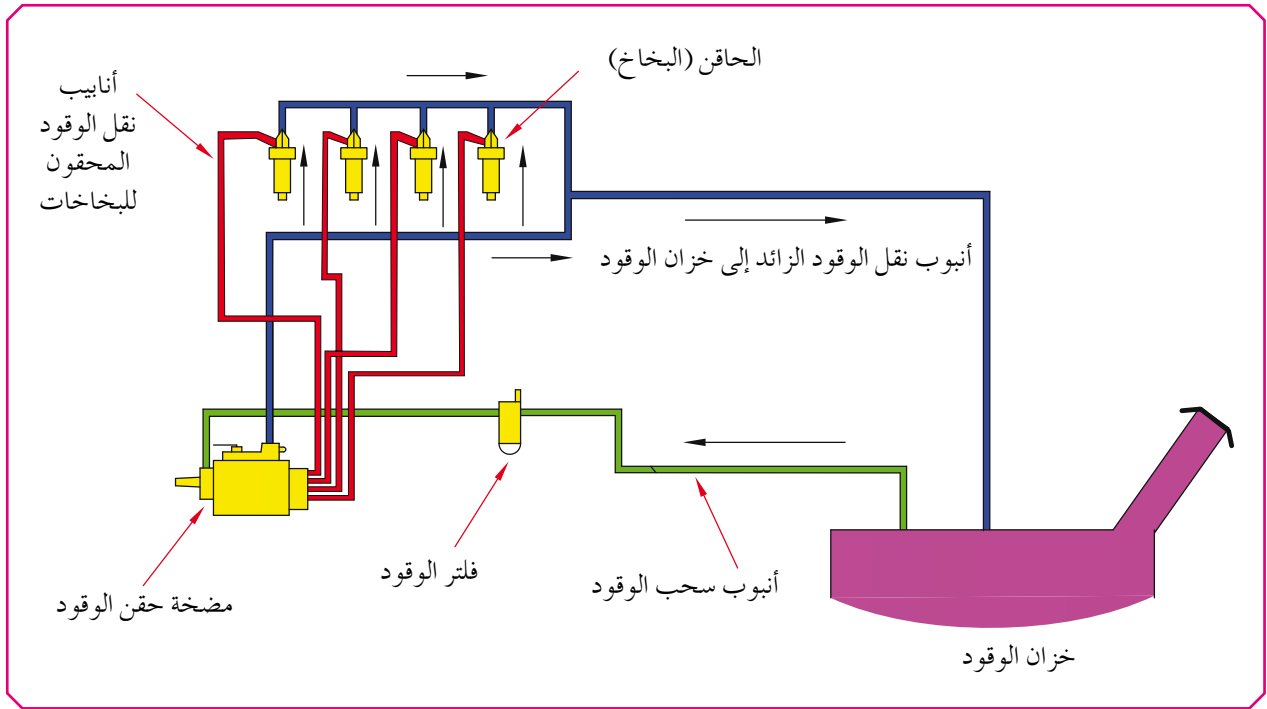


الشكل (٢-٣٢): دورة التبريد لمحرك يبرّد بالماء.

٢ دائرة حقن الوقود

تأمل الشكل (٢-٣٣) الذي يبين مخططاً لدائرة حقن وقود الديزل مبيّناً عليها الأجزاء الرئيسية، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- ماذا يعني خط الوقود الممثل باللون الأخضر؟
- ماذا يعني خط الوقود الممثل باللون الأزرق؟
- ماذا يعني خط الوقود الممثل باللون الأحمر؟

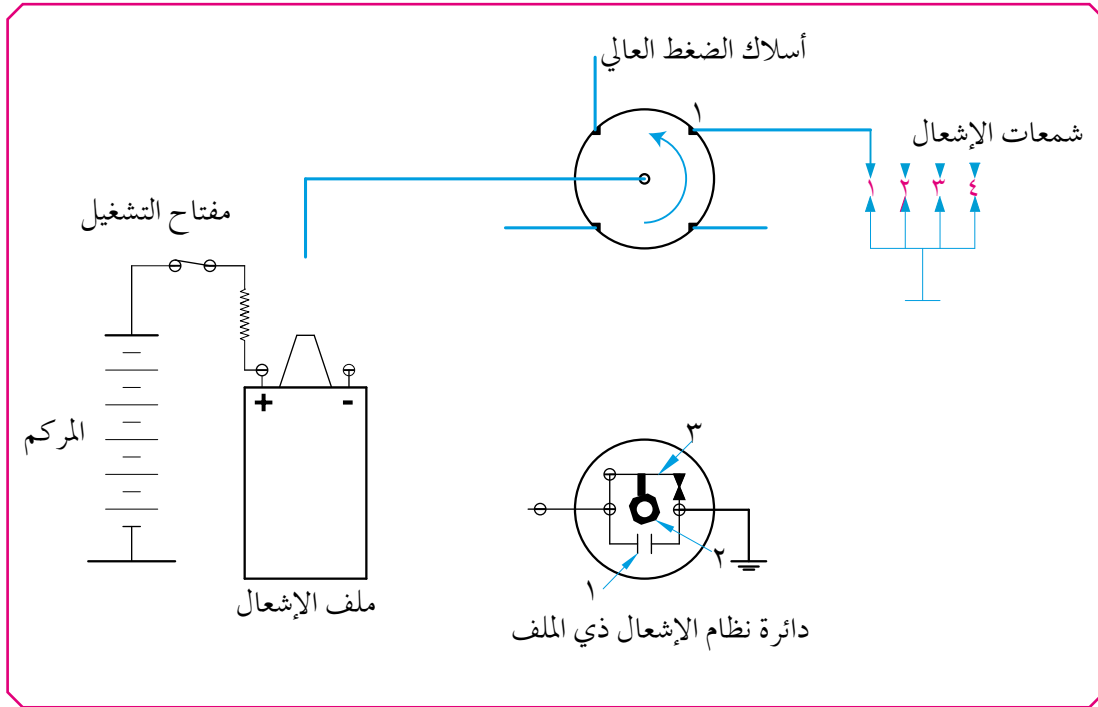


الشكل (٢-٣٣): مخطط لدائرة حقن وقود.

٣ نظام الإشعال ذو الملف

تأمل الشكل (٢-٣٤) الذي يبين مخططاً لنظام الإشعال ذي الملف، ثم أجب عما يأتي:

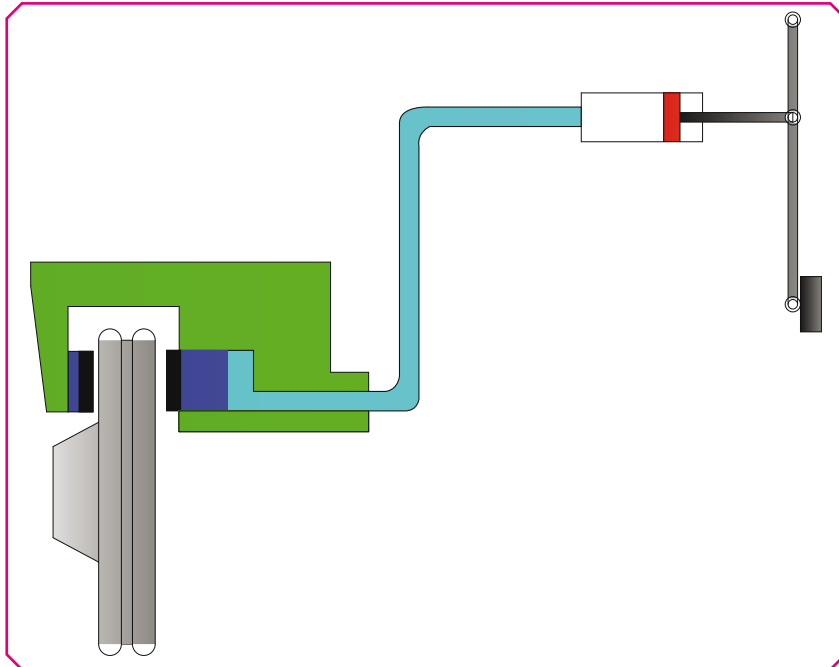
- اذكر أسماء أجزاء الموزع.
- اذكر مسميات الأجزاء (١) و (٢) و (٣).
- أكمل رسم الدائرة علماً بأن تقسيمة الإشعال هي: (١، ٣، ٤، ٢).
- ارسم الملفات التي داخل ملف الإشعال رسماً تخطيطياً مبيّناً ميزات كل منها.



الشكل (٢-٣٤): مخطط لنظام الإشعال ذي الملف.

٤

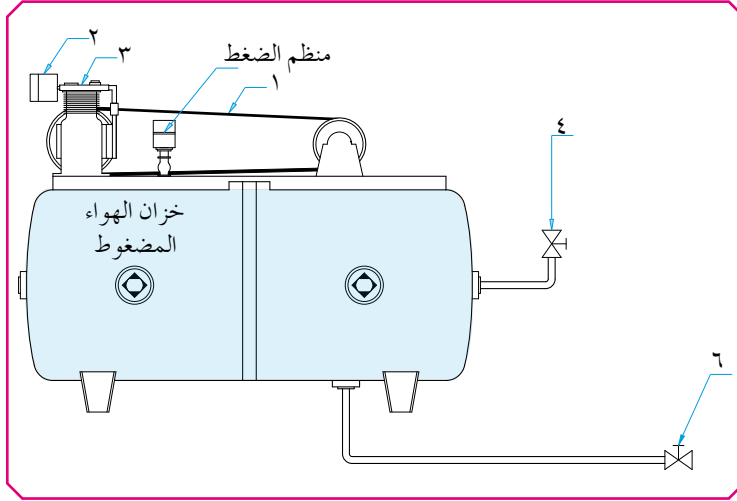
تأمل الشكل (٢-٣٥) الذي يبين مخططاً لدائرة فرامل عجلة المركبة، ثم ارسم هذا المخطط كما هو في الشكل، واكتب عليه أسماء الأجزاء.



الشكل (٢-٣٥): مخطط لدائرة فرامل عجلة المركبة.

٥ ضاغط الهواء (Air compressor)

ضاغط الهواء: هناك أنواع كثيرة من ضاغطات الهواء، ولكنها جميعًا تؤدي مهمة واحدة، هي رفع ضغط الهواء، وذلك بسحب الهواء الجوي عن طريق فلتر.



الشكل (٣٦-٢): ضاغط هواء.

تأمل الشكل (٣٦-٢) الذي يبين ضاغط هواء، ثم أجب عما يأتي:

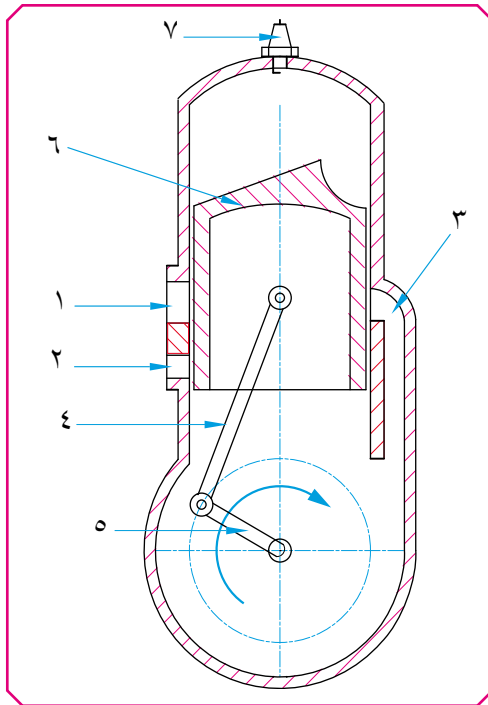
- اذكر أسماء الأجزاء المرقمة.
- وضح مجالات استخدام ضاغط الهواء لمشاغل ميكانيك المركبات.
- ارسم هذه الضاغطه بمقياس رسم مناسب.

٦ محرك ثنائي الدورة (two stroke engine)

تأمل الشكل (٣٧-٢) الذي يبين مقطعًا تخطيطيًا لمحرك ثنائي الدورة، ثم أجب عما يأتي:

- اذكر أسماء الأجزاء المشار إليها بالأرقام.
- ارسم رسمًا تخطيطيًا بمقياس رسم مناسب ما يأتي:

- المحرك عندما يكون المكبس في النقطة الميتة العليا.
- المحرك عندما يكون المكبس في النقطة الميتة السفلى.

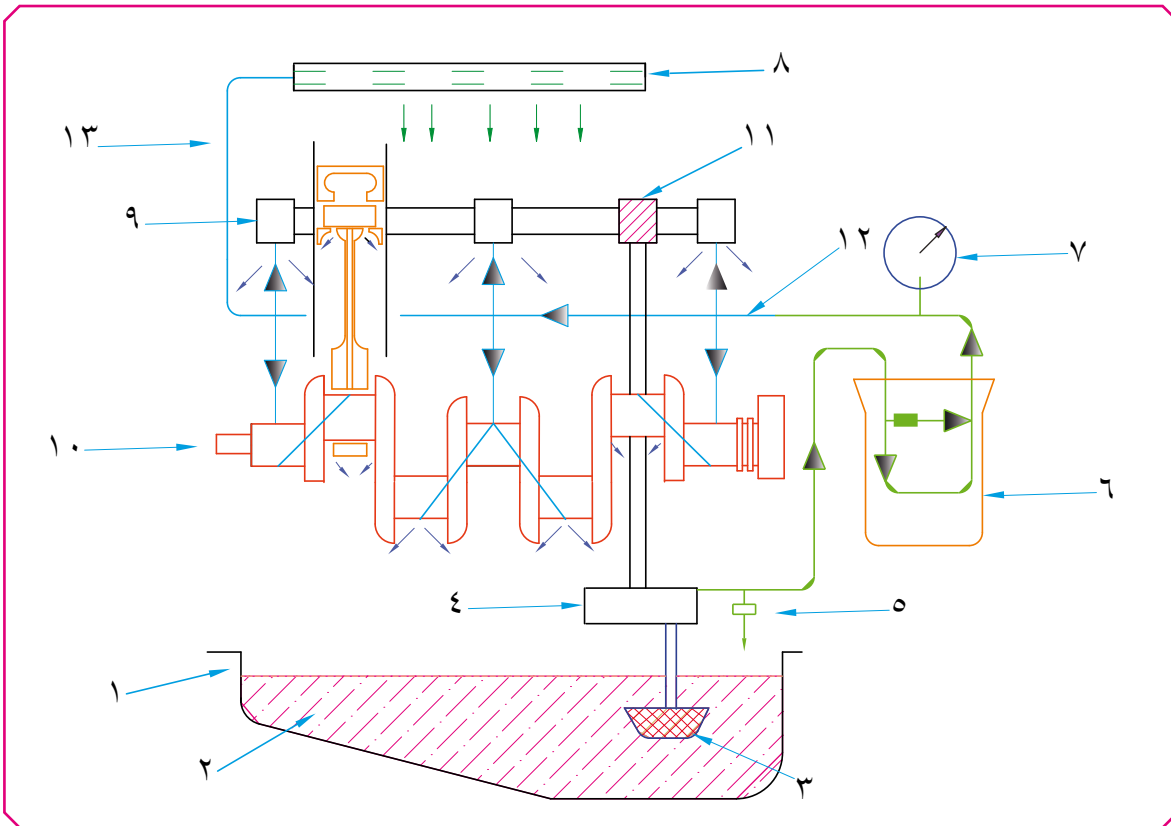


الشكل (٣٧-٢): مقطع تخطيطي لمحرك ثنائي الدورة.

يبين الشكل (٣٨-٢) رسمًا تخطيطيًا لدورة التزيت، ويبين الجدول الآتي أجزائها.

الجدول (٣-٢): أجزاء دورة التزيت.

الرقم	اسم الجزء	الرقم	اسم الجزء
١	وعاء الزيت (الكرتير)	٨	عمود أذرع الأرجحة
٢	زيت التزيت	٩	عمود الكامات ومحامله
٣	المصفاة الأولية	١٠	عمود المرفق ومحامله
٤	مضخة الزيت	١١	مسنن إدارة مضخة الزيت
٥	صمام تنظيم الضغط	١٢	المسار الرئيس لخط الزيت
٦	مصفاة تنقية الزيت	١٣	أنابيب تغذية للتزيت
٧	مبين مقياس الضغط		



الشكل (٣٨-٢): مخطط دورة التزيت للمحرك.

التقويم الذاتي

يمكنني بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	مقياس التقويم	جيد جدًا	جيد	مقبول
١	أميز أنواع الحدبات وتوابعها.			
٢	أرسم الحدبة ذات التابع المدب.			
٣	أرسم الحدبة ذات التابع القرصي.			
٤	أبين اسم الحدبة وشكلها والتابع وأرسمها رسمًا هندسيًا.			
٥	أحدد العلاقة بين حركة المكبس وزاوية عمود المرفق.			
٦	أرسم أذرع توجيه العجلات في أثناء السير المستقيم.			
٧	أرسم أذرع التوجيه والعجلات مع المحور الأمامي في أثناء الدوران.			
٨	أميز أشكال المحركات.			
٩	أرسم تخطيطيًا أشكال المحركات.			
١٠	أرسم دائرة توقيت الصمامات (Valve Timing).			
١١	أرسم دورة المحرك الرباعي الأشواط على مخطط الضغط، والحجم وزاوية عمود المرفق.			
١٢	أقرأ الرسوم التخطيطية والنماذج الورقية (الكتالوجات).			

أسئلة الوحدة

- ١ - ارسم حذبة صمام الدخول إذا كان صمام الدخول يفتح قبل (ن.م.ع) ب (٢١) درجة، ويغلق بعد (ن.م.س) ب (٥٩) درجة، وقطر عمود الحدبات (٧٠) ملم، وقطر الحذبة (٩٠) ملم، والتابع من النوع المدبب ويتحرك (١٤) ملم.
- ٢ - ارسم حذبة صمام الدخول إذا كان صمام الدخول يفتح قبل (ن.م.ع) ب (١٨) درجة، ويغلق بعد (ن.م.س) ب (٦٢) درجة، وقطر عمود الحدبات (٨٠) ملم، وقطر الحذبة (٩٠) ملم، والتابع من النوع القرصي ويتحرك (١٨) ملم.
- ٣ - ارسم حذبة صمام العادم إذا كان صمام العادم يفتح قبل (ن.م.س) ب (٦٤) درجة، ويغلق بعد (ن.م.ع) ب (٣٦) درجة، وقطر عمود الحدبات (٧٦) ملم، وقطر الحذبة (٩٠) ملم، والتابع من النوع القرصي ويتحرك (٢٢) ملم.
- ٤ - ارسم حذبة صمام العادم إذا كان صمام العادم يفتح قبل (ن.م.س) ب (٨٢) درجة، ويغلق بعد (ن.م.ع) ب (٣٨) درجة، وقطر عمود الحدبات (٦٠) ملم، وقطر الحذبة (٧٠) ملم، والتابع من النوع القرصي ويتحرك (٢١) ملم.
- ٥ - محرك بنزين رباعي الدورة، ذو أربع أسطوانات يفتح فيه صمام الدخول قبل (ن.م.ع) ب (١٨) درجة، ويغلق بعد النقطة (ن.م.س) ب (٥٠) درجة، ويفتح صمام العادم قبل (ن.م.س) ب (٥٦) درجة، ويغلق بعد (ن.م.ع) ب (١٦) درجة:
 - أ - ارسم دائرة توقيت الصمامات لهذا المحرك.
 - ب - أوجد مقدار فتح صمام الدخول بالدرجات.
 - ج - أوجد مقدار فتح صمام العادم بالدرجات.
 - د - أوجد مقدار زاوية الفتح المشترك (التداخل).

٦ - ارسم مخطط الضغط والحجم لمحرك بنزين رباعي الدورة مبيّنًا العناصر الرئيسة الآتية:

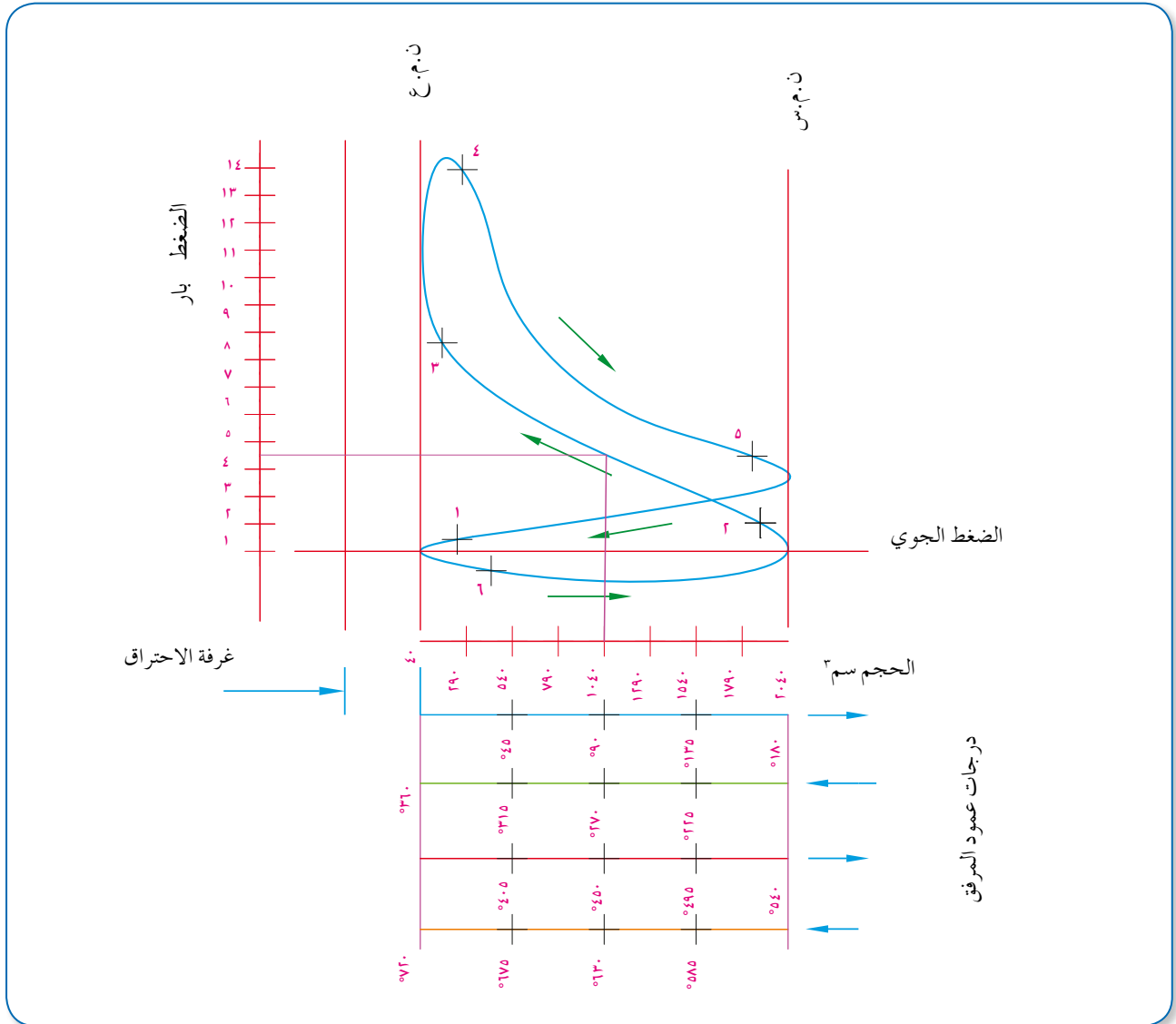
أ - النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى.

ب - محورا الحجم والضغط.

ج - الأشواط الأربعة على المنحنى.

د - خط الضغط الجوي.

٧ - يبين الشكل (٣٩-٢) منحنى الضغط والحجم لمحرك بنزين رباعي الدورة، أوجد قيمة الضغط والحجم إذا دار عمود المرفق (٤٥٠°).



الشكل (٣٩-٢): منحنى الضغط والحجم لمحرك بنزين رباعي الدورة.

٨ - ارسم رسماً تخطيطياً كلاً من المحركات الآتية:

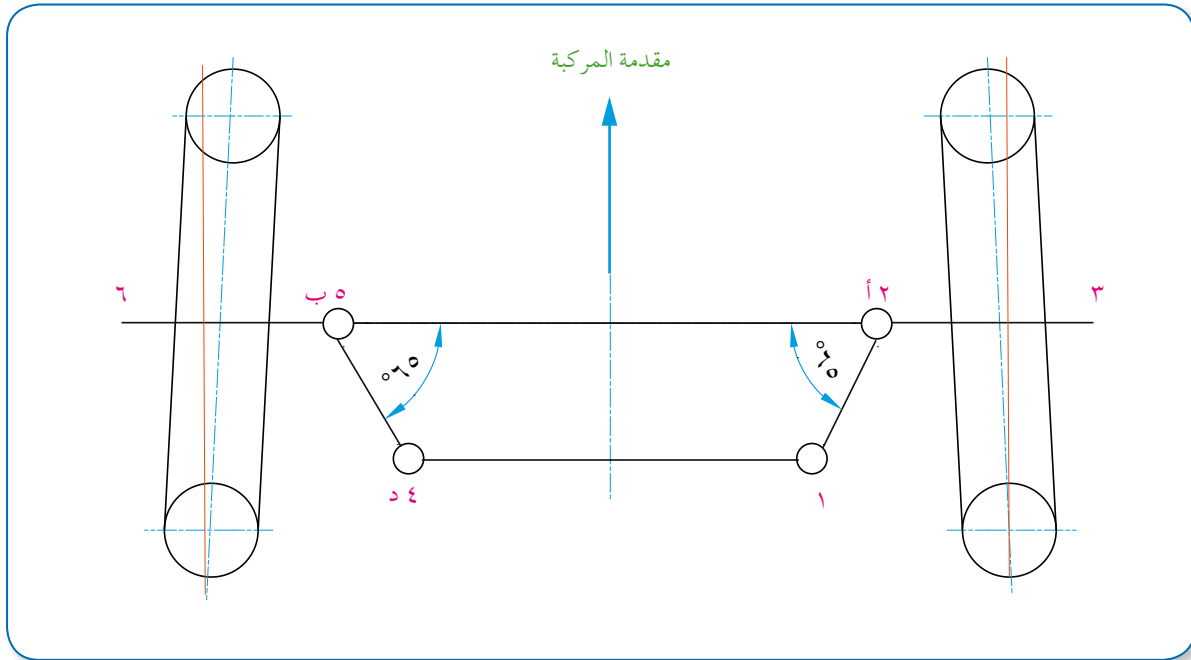
أ - محرّك على شكل حرف (V).

ب - مسقط أفقي لمحرك أفقي.

ج - محرّك ثنائي الدورة.

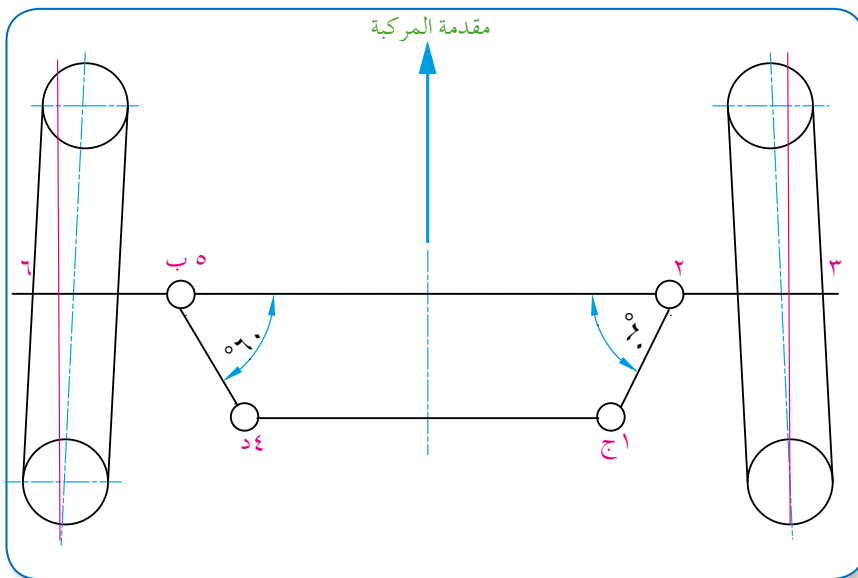
د - محرّك فانكل.

٩ - يبين الشكل (٢-٤٠) أذرع التوجيه في وضع السير المستقيم والمركبة متوقفة، ارسم أذرع التوجيه والعجلات في حالة الدوران إلى اليمين بمقدار (٢٥°).



الشكل (٢-٤٠): أذرع التوجيه في وضع السير المستقيم.

١٠- يبين الشكل (٢-٤١) أذرع التوجيه في الوضع المستقيم والمركبة متوقفة، ارسم أذرع التوجيه ووضع العجلات في حالة الدوران إلى اليسار بمقدار (٢٢°).



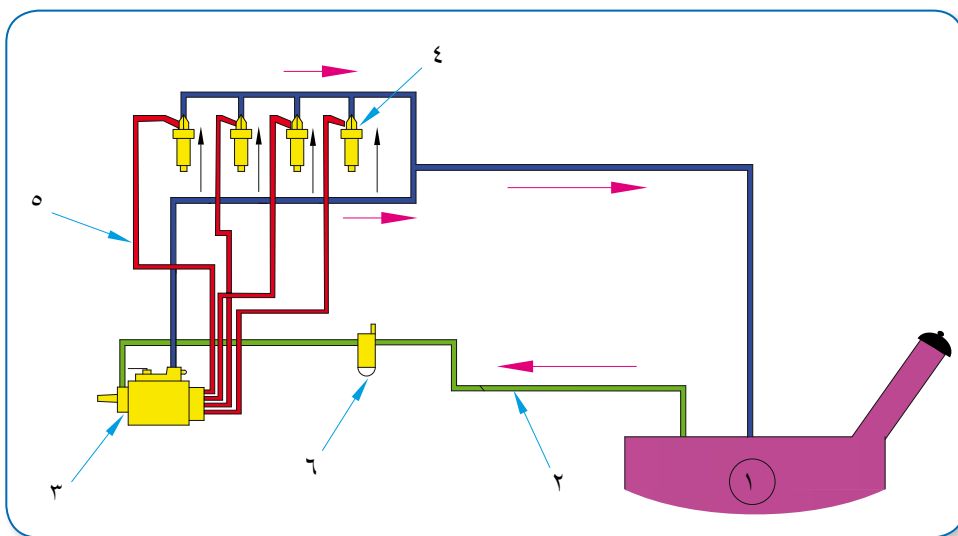
الشكل (٢-٤١): أذرع التوجيه في وضع السير المستقيم والمركبة متوقفة.

١١- يبين الشكل (٢-٤٢) رسمًا تخطيطيًا لإحدى دوائر المحرك، ادرس الشكل جيدًا، ثم أجب عما يأتي:

أ - ما اسم الدائرة التي يمثلها الشكل؟

ب - سَمِّ الأجزاء المشار إليها بالأرقام.

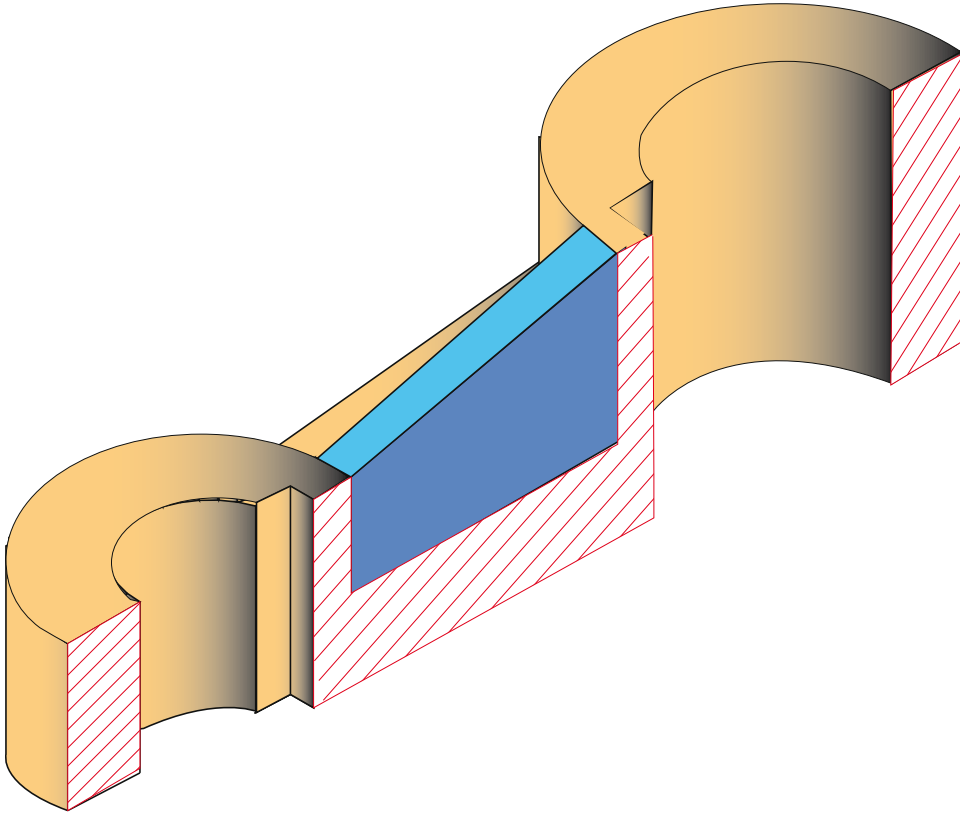
ج- ماذا يعنى كلُّ من الخطوط ذات اللون الأحمر والأخضر والأزرق؟



الشكل (٢-٤٢): رسم تخطيطي لإحدى دوائر المحرك.

القَطَاعَات

الوحدة
الثالثة



- كيف يمكن لقطاعات المساقط أن تنمّي التفكير والتخيّل؟
- كيف يمكن لقطاعات المساقط أن تسهم في دراسة تفاصيل أجزاء قطع المحرك والمركبة؟
- ما أهمية دراسة القطاعات والمساقط في فهم أجزاء المحرك وعمل المركبة؟

الوحدة الثالثة: القطاعات

تهدف هذه الوحدة إلى إكساب الطالب المهارات الأساسية والرئيسية اللازمة لفهم عمل الأجزاء الميكانيكية، وتخيّلها وشرح أهمية القطاعات، وفائدتها في توضيح الأجزاء المخفية، والتخلص من الخطوط المتشابكة التي تعوّق فهم الرسوم، والتدرّب على رسم القطاعات لأجزاء ميكانيكية، لها علاقة مباشرة بالمحرك والمركبة. وتشمل هذه الوحدة مفاهيم خاصة بالقطاعات سبق أن درستّها، ولكن لأهميتها وارتباطها بمفاهيم جديدة لا بدّ من سردها على نحوٍ متكامل.

ويُتوقَّع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- توضّح مفهوم القطاعات وأهدافها.
- تميّز خطوط القطع ودلالاتها وخطوط التهشير.
- تذكر شروط القطاعات ومصطلحاتها.
- تعدّد قواعد تهشير الأجزاء الميكانيكية والأجزاء المصطلح على عدم تهشيرها عالميًا.
- تحدّد أنواع القطاعات في الرسوم.
- ترسم القطاعات المختلفة.

سبق أن درست في كتاب الرسم الصناعي في العام الماضي مبادئ القطاعات، وعرفت أنّ القطاع هو إزالة جزء من جسم لإظهار جزء أو أجزاء مخفية، وأنّ الأجزاء الظاهرة لجسم ترسم بخطوط متصلة، وترسم الخطوط المخفية بخطوط متقطعة، ولكن هناك أجسام معقدة تحوي كثيرًا من الفتحات والثقوب والانحناءات، وعند رسم هذه الأجسام على شكل منظور أو مساقط تتداخل خطوطها المتقطعة، ويصعب تمييزها، وفهم رسومها، ولذلك تستخدم القطاعات لإظهار تفاصيل الأجسام على نحو أكثر وضوحًا وبساطة.

القطاع هو إزالة جزء من جسم لإظهار جزء أو أجزاء مخفية، وذلك لزيادة إيضاح الرسوم وإظهار محتوياتها الداخلية المخفية خلفها.

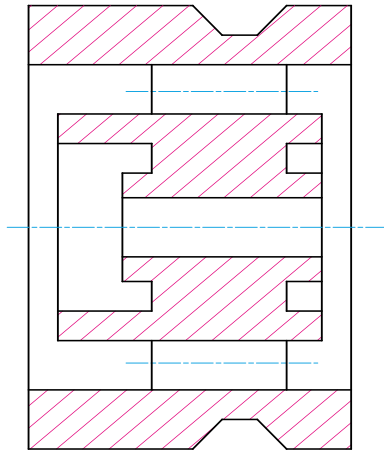
تذكر

تقطع الأجسام بمستويات قطع وهمية، وسمّيت وهمية؛ لأنها لا تُقطع بالفعل، بل من أجل تخيل محتوياتها الداخلية، وتسمّى السطوح الناتجة من عمليات القطع الوهمية بالقطاعات (Sections).

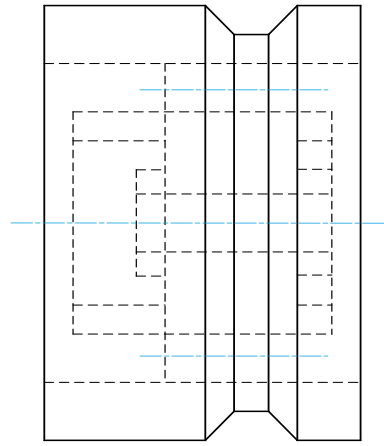
ترسم القطاعات لتحقيق الأهداف الآتية:

- بيان الأجزاء المخفية كلها أو معظمها لمساقط الأجسام التي تحتوي تفاصيل كثيرة.
- تسهيل قراءة الرسوم ودراستها بالتخلص من الخطوط المتقطعة أو المتشابكة التي تظهر في المساقط العادية.

انظر الشكل (٣-١) الذي يبين مسقطًا لبكرة تظهر فيها خطوط متقطعة متشابكة، فإذا قُطع المسقط قطاعًا كاملاً فإنّ الأجزاء الداخلية تظهر، كما في الشكل (٣-٢)، ويلاحظ أنّ عملية القطع أدت إلى التخلص من الخطوط المتقطعة التي كان يصعب بسببها قراءة الرسم، فأصبحت الأجزاء الداخلية واضحة.



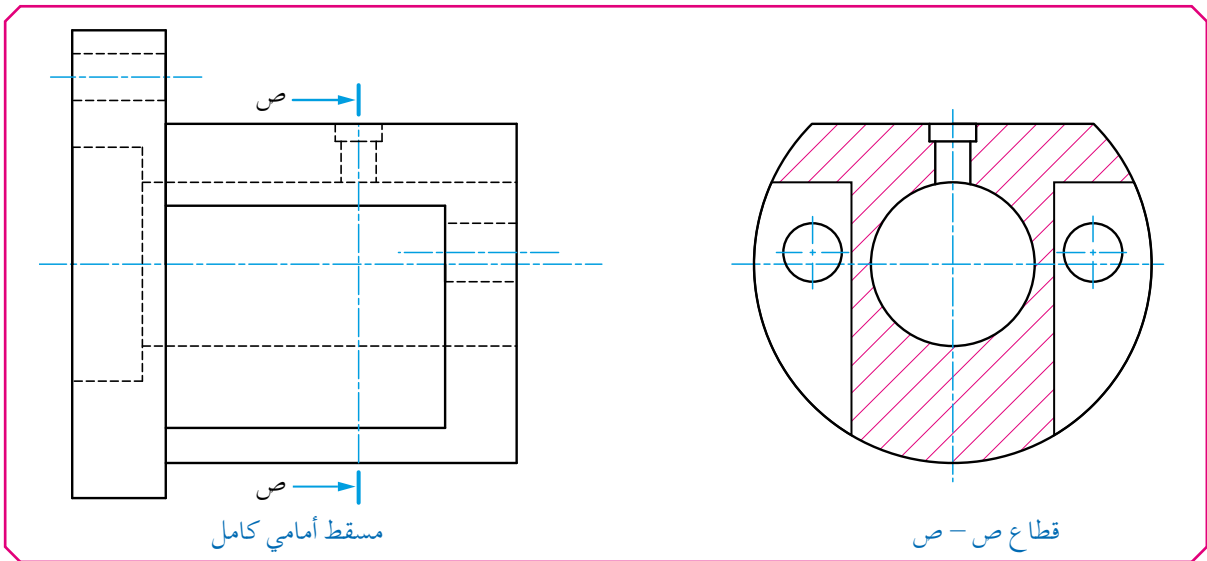
قطاع جانبي



المسقط الجانبي.

الشكل (١-٣): مسقط جانبي كامل. الشكل (٢-٣): قطاع جانبي كامل.

■ التقليل من المساقط اللازمة لتوضيح الجزء المراد، ويبين الشكل (٣-٣) مسقطاً أمامياً كاملاً وقطاعاً جانبياً لقطعة تدعيم مجرى برغيّ مسنّن (ص - ص).

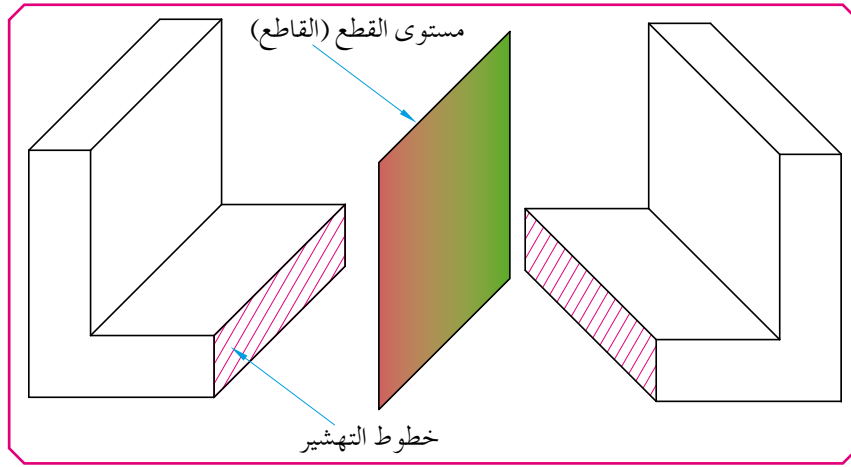


الشكل (٣-٣): مسقط أمامي كامل وقطاع جانبي (ص-ص) لقطعة تدعيم مجرى برغيّ مسنّن.

تستخدم في القطاعات خطوط ذات دلالات ومعنى لتشير إلى اتجاهات القطع، وتُبين مستوياتها، ولتمييزها عن بقية السطوح التي مرّت بها مستويات القطع، وفي ما يأتي توضيح كل منها:

١ مستوى القطع

يقطع الجسم بمستوى قطع وهمي (Cutting Plane)، كما هو مبين في الشكل (٣-٤)، ويسمى السطح الناتج من القطع قطاعًا (Section)، ولتمييزه عن غيره يُرسم عليه خطوط مائلة تسمى خطوط التهشير (Hatching Lines)، وتسمى عملية رسم هذه الخطوط التهشير (Hatching).



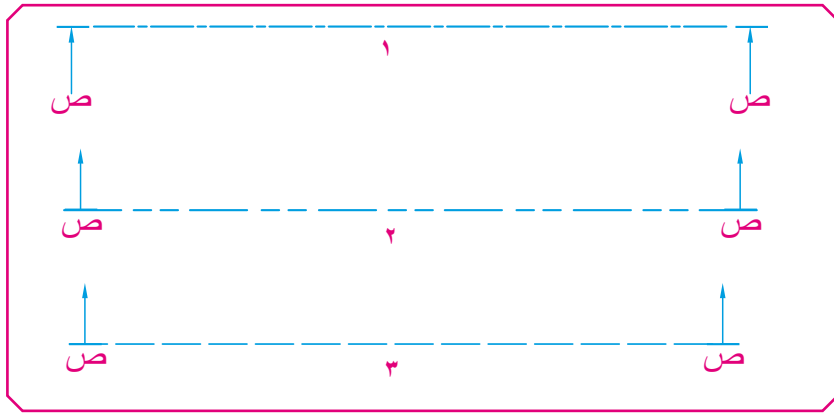
الشكل (٣-٤): مستوى القطع وخطوط التهشير.

يعدّ المستوى القاطع بمنزلة منشار يمرّ بالجسم المراد معرفة تفاصيله الداخلية، إذ يترك آثارًا عند مرور المستوى القاطع على السطوح والأجزاء المقطوعة، وقد اتفق على تمثيل هذه الآثار في الرسم الهندسي بخطوط تميل بزاوية (٤٥°) على المستوى الأفقي يمينًا أو شمالًا.

٢ خط مستوى القطع (Cutting plane Line)

هو خط يمثل حافة مستوى القطع، ويشترط فيه ما يأتي:

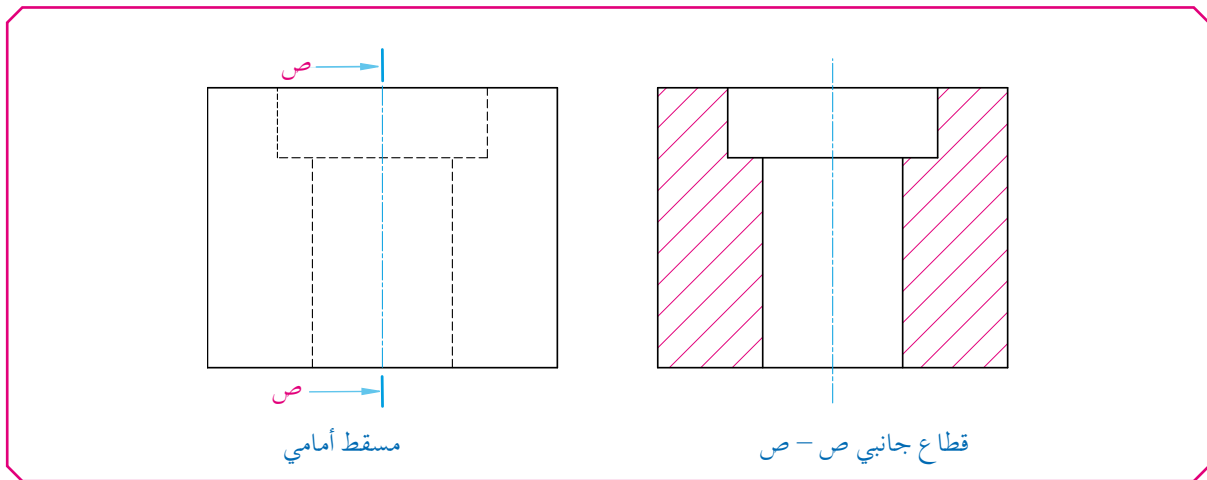
- أ يرسم على المسقط المجاور لمسقط القطع لبيان مكان مرور مستوى القطع.
- ب يرسم بأشكال مختلفة أبرزها خط محوري ينتهي من طرفيه بخط سميك عليه سهم يشير إلى اتجاه إسقاط القطع.
- ج يسمّى بحروف توضع عند رؤوس الأسهم، ومثلها تحت مسقط القطع.



الشكل (٣-٥): أشكال خط مستوى القطع.

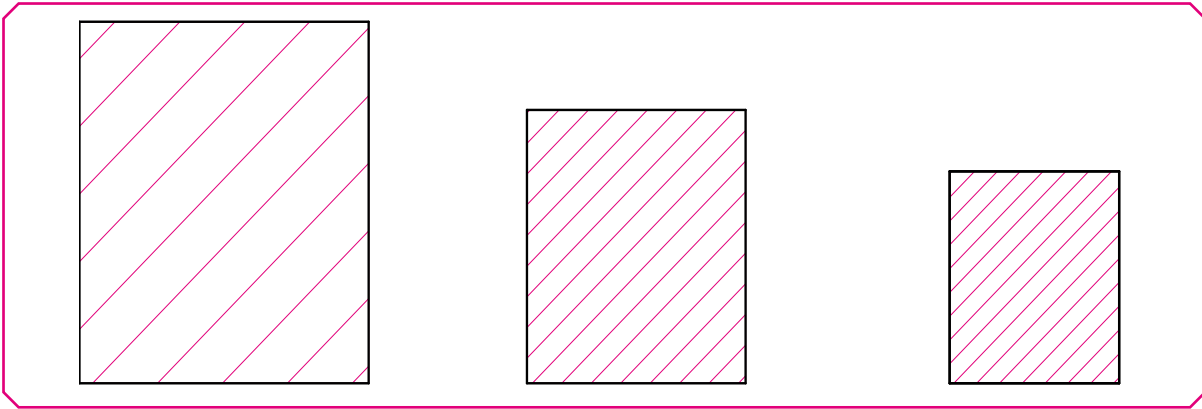
وسوف نستخدم في هذا الكتاب النوع الأول من أنواع خطوط مستوى القطع الموضحة في الشكل (٣-٥) الذي يبين ثلاثة أنواع لخطوط القطع تستعمل لبيان مستوى القطع واتجاهه.

ويبين الشكل (٣-٦) مسقطاً عليه خط القطع واتجاهه والقطاع الناتج.



الشكل (٣-٦): المسقط والقطاع الناتج بعد عملية القطع.

ترسم خطوط التهشير بخطوط مستقيمة متصلة مائلة بزاوية (45°) على سطح المقطع، بحيث تكون المسافات الموجودة بين خطوطها متساوية، ويتوقف مقدار هذه المسافات على المساحات المقطوعة، فكلما زادت المساحات المقطوعة زادت المسافات بين خطوط التهشير، والعكس صحيح، وفي الأغلب تتراوح بين (٢-٤) ملم، ويبين الشكل (٣-٧) نماذج لاختلاف البعد بين خطوط التهشير باختلاف مساحات الأجزاء المقطوعة.

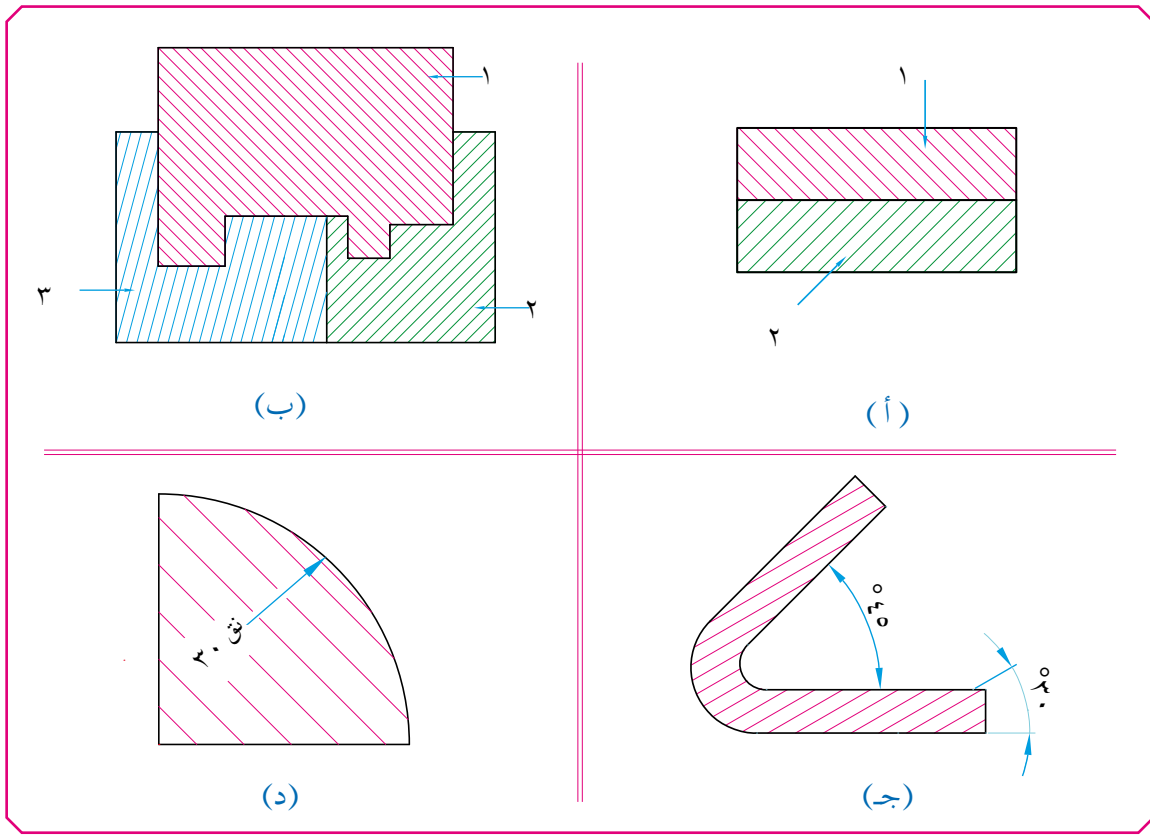


الشكل (٣-٧): اختلاف البعد بين خطوط التهشير باختلاف مساحات الأجزاء المقطوعة.

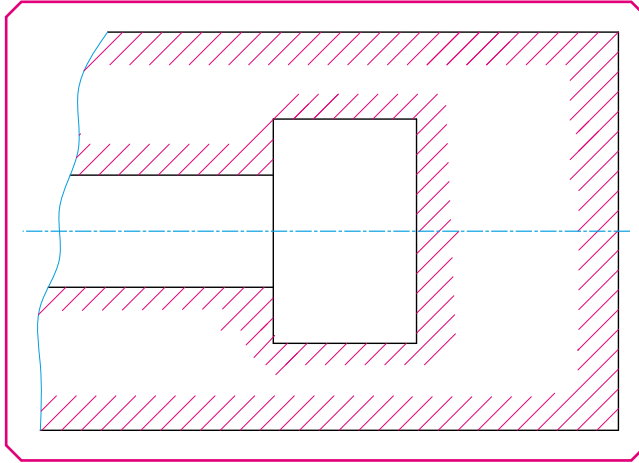
١ التهشير

يستعمل التهشير في القطاعات لبيان السطوح المقطوعة التي مرّ خلالها خط القطع ، كما عرفت ذلك من قبل ، وهناك قواعد عامة للتهشير يجب مراعاتها، منها:

- أ خطوط تهشير المعادن تكون مستقيمة ومتصلة وخفيفة ومتوازية مقارنة بخطوط الجسم الظاهرة.
- ب تميل بزوايا مقدارها (٥٤°) ويبعد بعضها عن بعض (٢-٤) مم، وقد تصل إلى (٨) ملم، بحسب مساحة السطح المراد تهشيرها، فكلما صغرت المساحة صغرت المسافة، والعكس صحيح، كما مرّ سابقاً.
- ج يكون التهشير مختلف الاتجاه في حالة وجود قطعتين متجاورتين، كما في الشكل (٣-٨/أ).
- د عند قطع جسم مؤلف من أجزاء عدّة يُهشّر كلّ جزء بخطوط تهشير مختلفة عن خطوط العناصر الأخرى، إمّا بالمسافات بينها، وإمّا بزوايا ميلها، وإمّا بكليهما معاً، كما يبين الشكل (٣-٨/ب).
- هـ يجب ألا تتعامد أو تتوازي مع خطوط محيط المقطع، وعند ذلك تستخدم زاوية أخرى للتهشير، كما في الشكل (٣-٨/ج).
- و في حالة كتابة بُعد في مكان مهشّر يترك مكانه خالياً من التهشير، كما في الشكل (٣-٨/د).



الشكل (٣-٨): حالات تهشير القطع المعدنية.

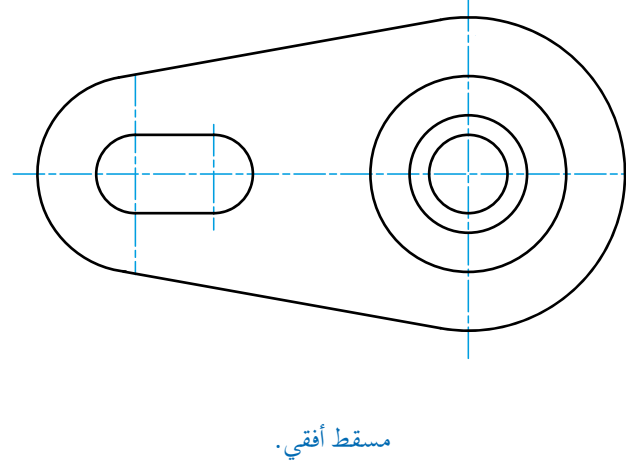
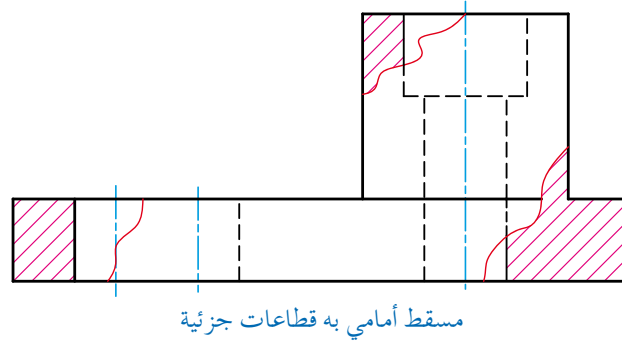


الشكل (٣-٩): التهشير الطرفي.

ز إذا كان سطح المقطع كبيراً فلا يلزم تهشيرَه بأكمله، بل يُكتفى برسم خطوط التهشير على جوانبه فقط، ويسمى عندئذ التهشير الطرفي (Outline Sectioning)، كما هو مبين في الشكل (٣-٩).

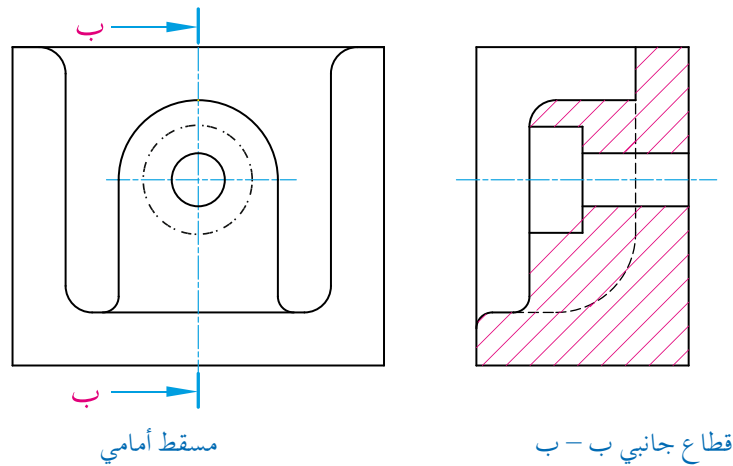
ح عند قطع جسم واحد مقاطع عدة في المنطقة نفسها، أو في مناطق

متفرقة يجب أن تكون خطوط تهشير هذه المناطق متجانسة، وأن يكون لها الميل والبعد نفسه وكأنها لمنطقة واحدة، كما هو مبين في الشكل (٣-١٠).



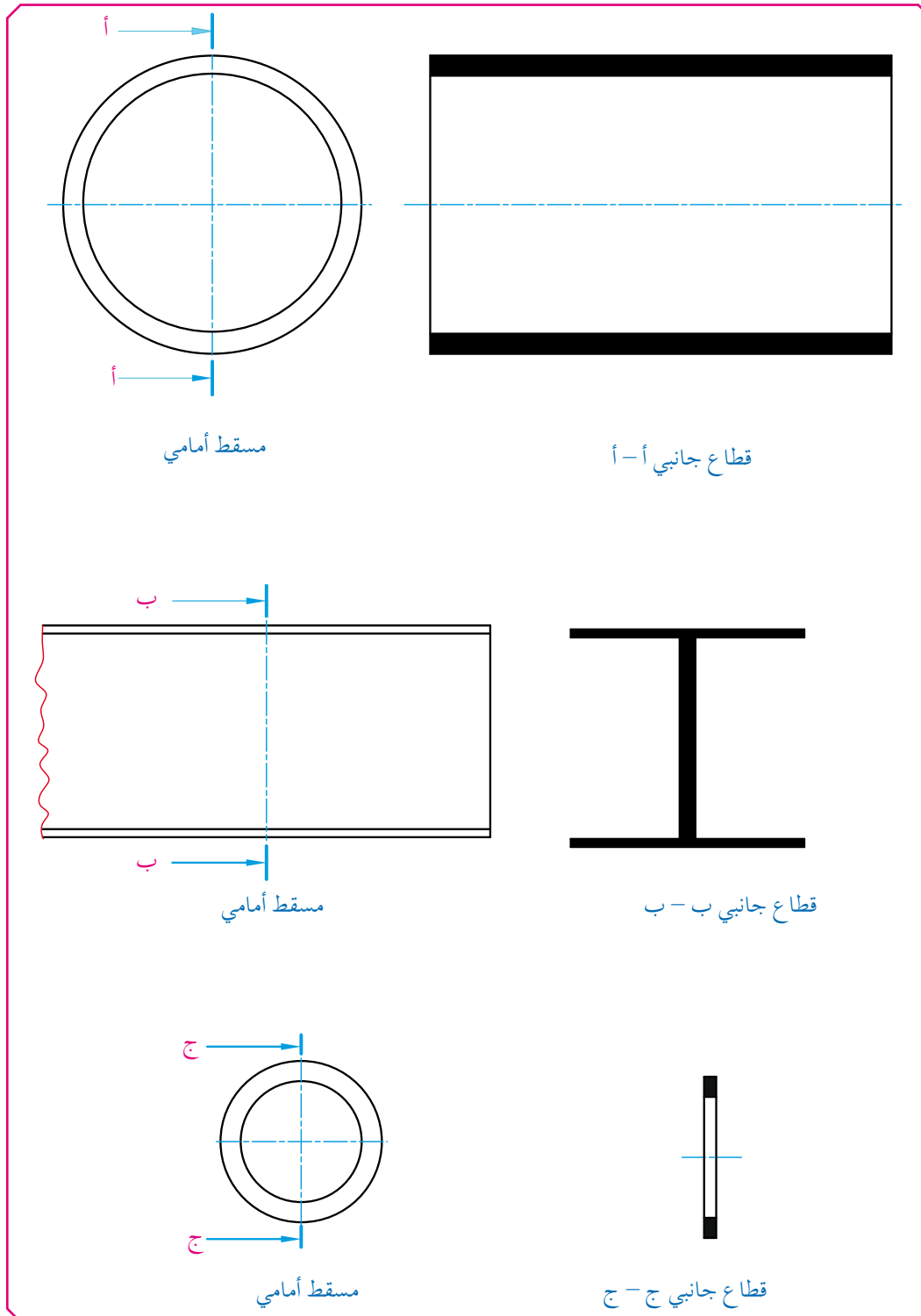
الشكل (٣-١٠): التهشير الجزئي المتعدد.

ط لا ترسم على السطوح المقطوعة خطوط متقطعة للمعالم المخفية إلا عند الضرورة، كما هو مبين في الشكل (٣-١١).



الشكل (٣-١١): خطوط متقطعة وخطوط التهشير.

ي تهشير مقاطع الأجسام الرقيقة (المقاطع الضيقة)، مثل قضبان الفولاذ العيارية (SHAPES)، والحلقات (الرونديلات) (WASHERS) والصفائح (SHEETS) والأنابيب ذات الجدران الرقيقة بتسويد مقطعها كله، كما في الشكل (٣-١٢).

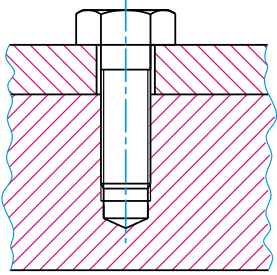
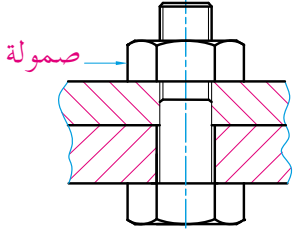
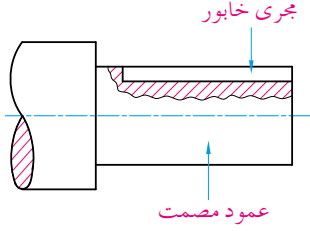
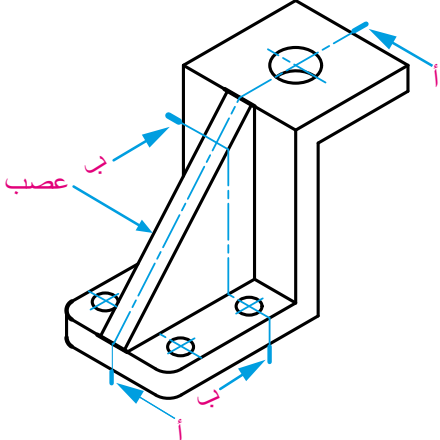
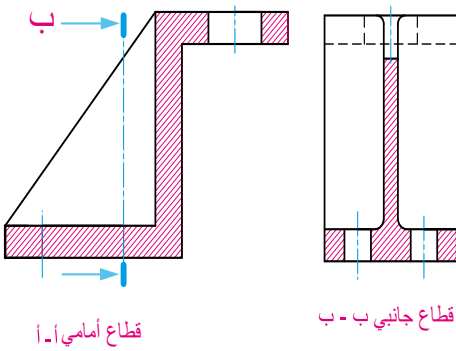


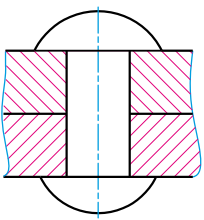
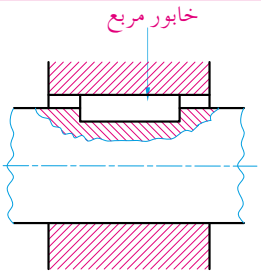
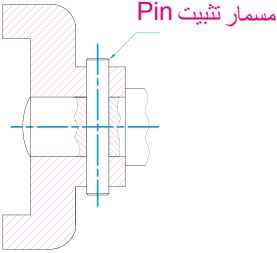
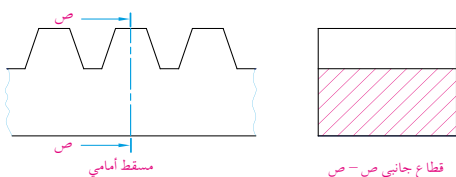
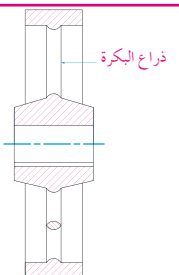
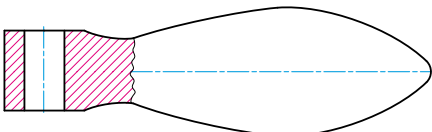
الشكل (٣-١٢): تهشير المناطق الرقيقة.

٢ الأجزاء الميكانيكية التي لا تهشّر

توجد قطع ميكانيكية اصطلاح دوليًا على عدم قطعها أو تهشيرها؛ لأنها لا تحتوي على تفاصيل بداخلها، ويبيّن الجدول (٣-١) هذه القطع.

الجدول (٣-١): القطع التي لا تقطع ولا تُهشّر.

نوع القطعة	الشكل الحقيقي	الرسم في حالة القطع
البراغي غير المجوّفة		
الصواميل		
الأعمدة المصمتة، إذا كانت تحتوي على مجرى للخابور، أو خابور، فإنّها تهشّر جزئيًا حول مجرى الخابور.		
الأعصاب لا تهشّر إذا كان مستوى خط القطع يوازي سطح العصب، كما في القطاع (أ-أ)، أمّا إذا كان مستوى خط القطع عموديًا على العصب فتهشّر، كما يوضح القطاع (ب-ب).		

نوع القطعة	الشكل الحقيقي	الرسم في حالة القطاع
مسامير البرشام.		
الخوابير.		
مسامير التثبيت.		
أسنان التروس.		
أذرع البكرات.		
أيادي البكرات.		

أنواع القطاعات (Types of Sections)

رابعًا

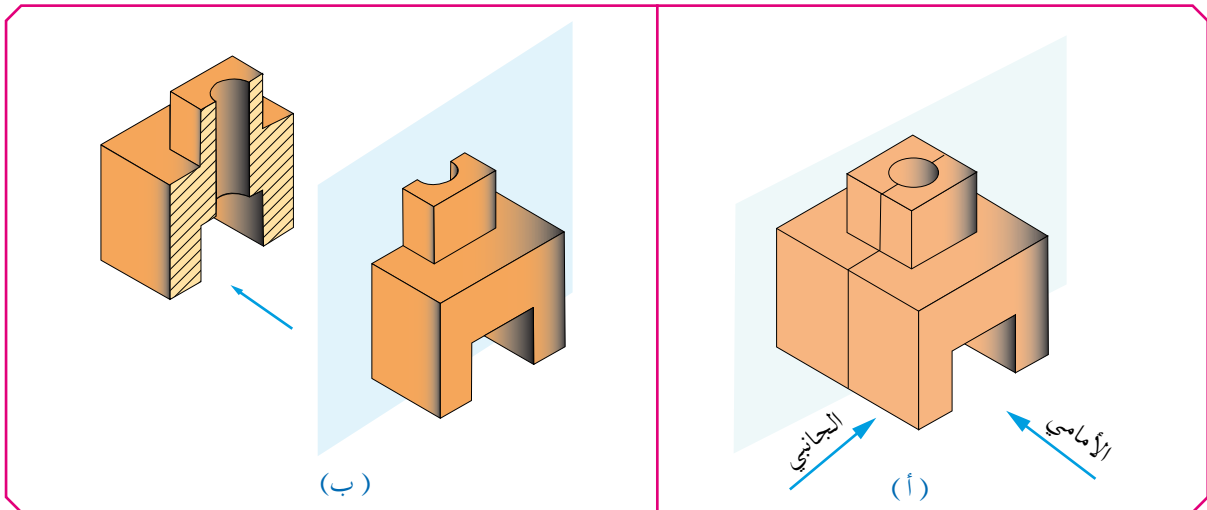
تحتوي الأجسام الهندسية بداخلها تفاصيل وأجزاء مهمة غير مرئية، ولذلك يجب توضيحها بعمل قطاعات لها، إذ يمكن تخيل أجزائها الداخلية بعد نزع الأجزاء المقطوعة منها، ثم ترسم بعد قطعها.

وتوجد أنواع مختلفة للقطاعات يمكن تمييز بعضها عن بعض بالنظر إلى مستوى القطع، وهذه القطاعات هي:

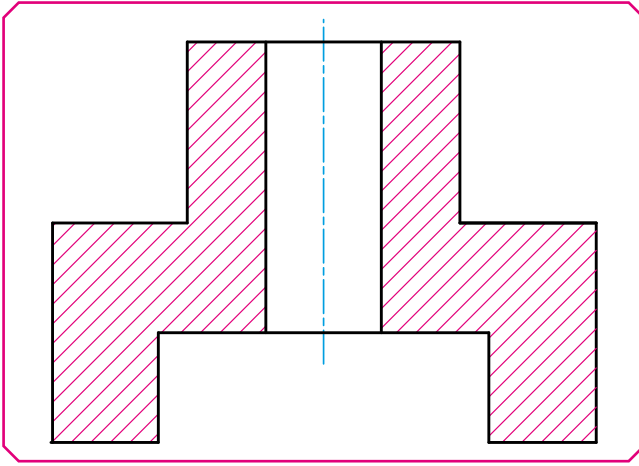
١) القطاع الكامل الموازي للمستويات الأساسية (Full Section)

نعني بالقطاع الكامل حالة القطع التي يكون فيها مستوى القطع موازيًا لأحد مستويات الجسم الأساسية، وهي الأمامي والجانبى والأفقي.

❶ القطاع الأمامي الكامل: هو القطاع الذي ينتج من مستوى قاطع عمودي على مستوى الجسم الأفقي وموازٍ للمستوى الأمامي، ويقطع الجسم من بداية طرفه إلى الطرف المقابل، كما يظهر في الشكل (٣-١٣)، ويظهر خط القطع الدال على المستوى القاطع في هذه الحالة على المسقط الأفقي، أو المسقط الجانبي للجسم. ويظهر في الجسم الموضح في الشكل (٣-١٣/أ) مرور مستوى القطع بمحور تماثل الجسم، وينتج من ذلك نصفان متماثلان، كما في الشكل (٣-١٣/ب).



الشكل (٣-١٣): قطاع أمامي كامل.

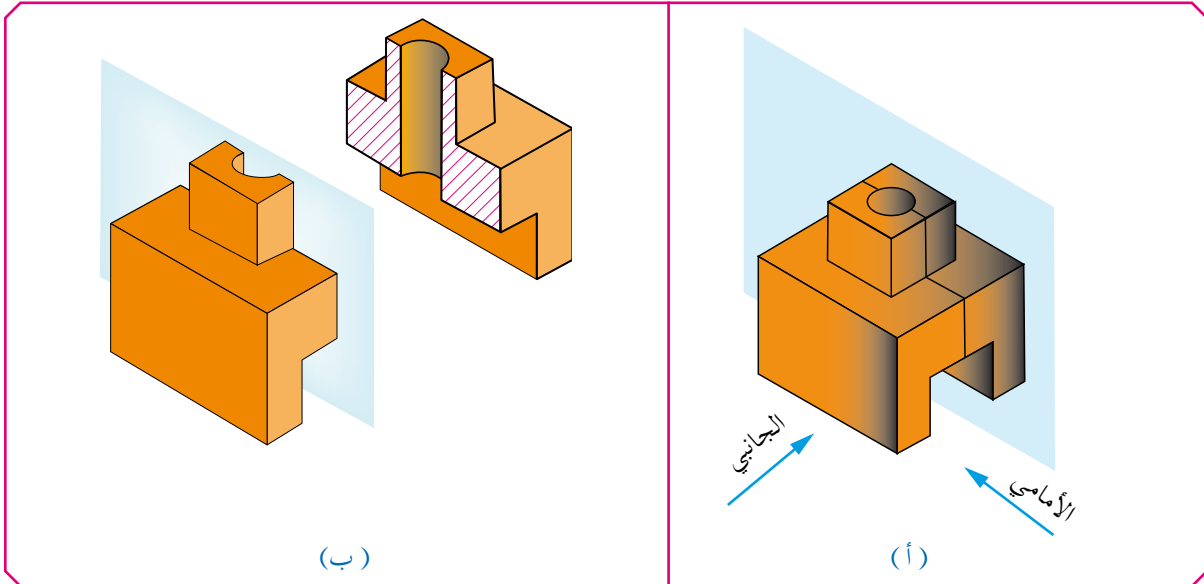


وبالنظر إليه باتجاه السهم يرسم الجزء المقطوع مع خطوطه جميعها، وتضاف خطوط التهشير في السطح الذي مرّ عليه مستوى القطع. وعادة ما تكون السطوح غير المهشّرة هي التجاويف بمختلف أشكالها وأنواعها سواء أكانت على هيئة ثقب أو مجارٍ

الشكل (٣-١٤): قطاع أمامي كامل للجسم المقطوع.

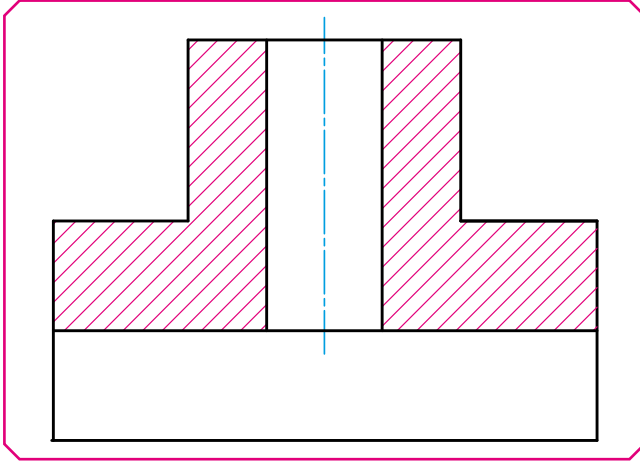
أو غير ذلك. ويبين الشكل (٣-١٤) قطاع المسقط الأمامي، ويسمى المسقط المرئي قطاعاً أمامياً بعد إجراء عملية القطع، وتهشّر الأجزاء المصمتة التي مر بها مستوى القطع.

ب) القطاع الجانبي الكامل (Side Full Section): هو القطاع الذي ينتج من مستوى قاطع عمودي على مستوى الجسم الأفقي وموازٍ للمستوى الجانبي، ويقطع الجسم من بداية طرفه إلى الطرف المقابل، كما يظهر في الشكل (٣-١٥)، ويظهر خط مستوى القطع في هذه الحالة إمّا على المسقط الأفقي، وإمّا على المسقط الأمامي للجسم.



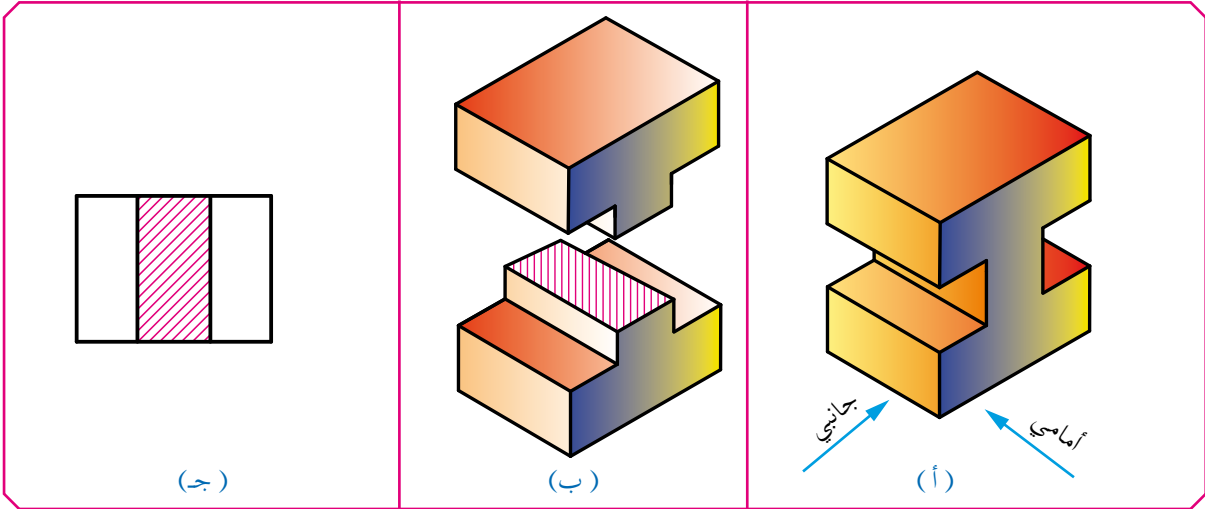
الشكل (٣-١٥): قطاع جانبي كامل.

ويبين الشكل (٣-١٦) قطاعاً جانبياً للجسم الذي قطع في الشكل السابق.



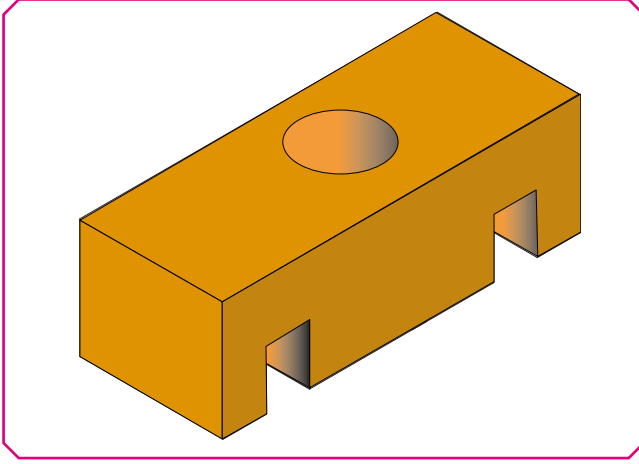
الشكل (٣-١٦): قطاع جانبي كامل.

ج) القطاع الأفقي الكامل (Full Plan Section): هو القطاع الذي ينتج عندما يكون المستوى القاطع موازياً لمستوى الجسم الأفقي، ويظهر خط مستوى القطع في هذه الحالة إما على المسقط الجانبي وإما على المسقط الأمامي للجسم. ويظهر الشكل (٣-١٧/أ) مجسماً قبل إجراء القطع له، وعند قطعه بمستوى موازٍ للمستوى الأفقي للجسم يبقى الجزء السفلي الميّن في الشكل (٣-١٧/ب). أما الشكل (٣-١٧/ج) فيبين المسقط الناتج بعد القطع، وهو الذي نسمّيه في هذه الحالة القطاع الأفقي.



الشكل (٣-١٧): قطاع أفقي كامل.

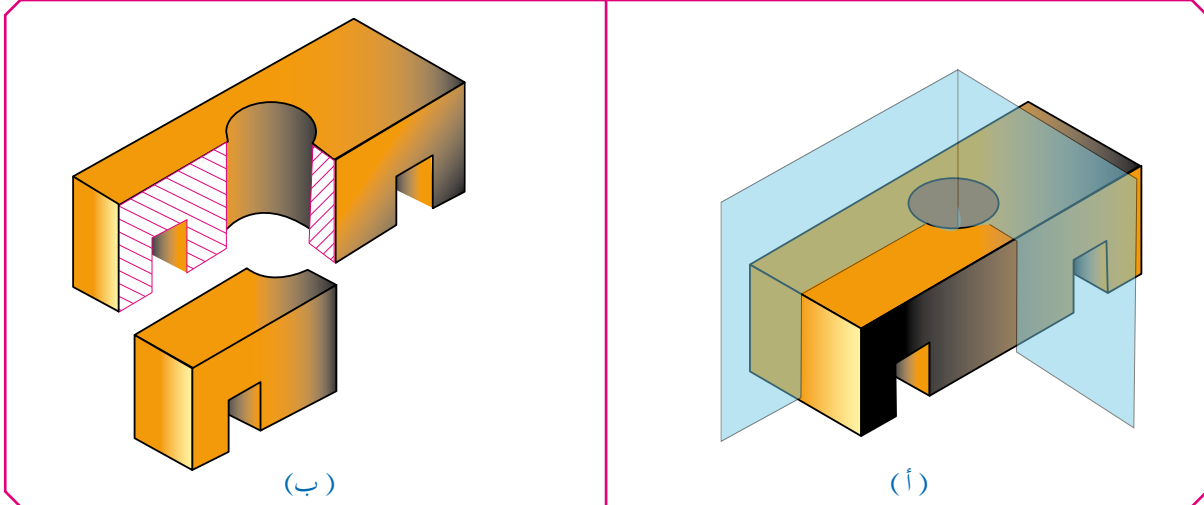
٢ نصف القطع الموازي للمستويات الأساسية (Half Section)



الشكل (١٨-٣): الجسم قبل قطعه.

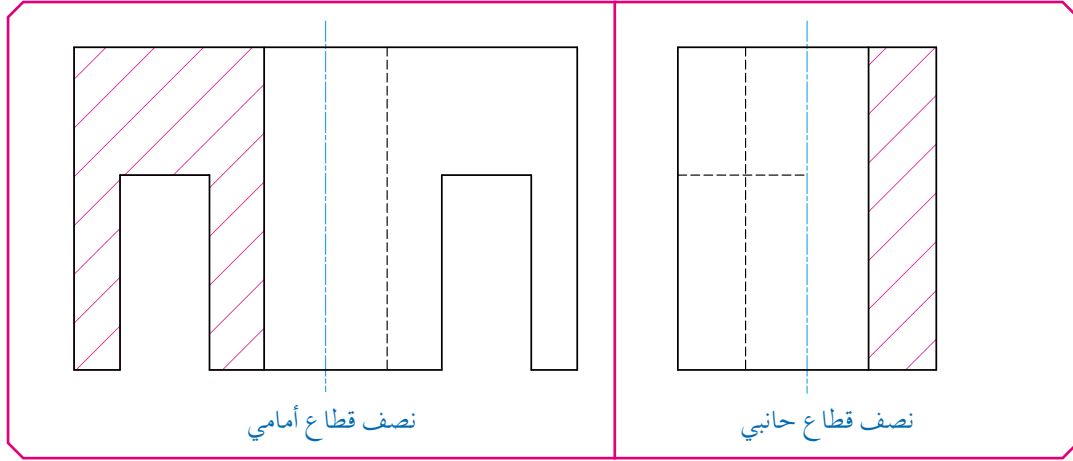
يستخدم هذا النوع من القطاعات في الأجسام المتماثلة، وعندما يكون من الضروري إظهار أجزاء الجسم الخارجية والداخلية معاً، ويبين الشكل (١٨-٣) الجسم قبل إجراء أي قطع له. ويُفصل بين نصف القطع وبقية الجسم إمّا بخطّ محوري وإمّا بخطّ مستمر، ويمكن أن يكون نصف القطاع للمستوى الأمامي أو المستوى الجانبي أو المستوى الأفقي.

يبين الشكل (١٩-٣ أ) مرور مستوى القطع من منتصف الجسم إذا نظرنا باتجاه مستواه الأمامي أو الجانبي، فإننا نتخيل قطع ربع الجسم فقط، كما هو مبين في الشكل (١٩-٣ ب).



الشكل (١٩-٣): نصف القطاع للمجسم.

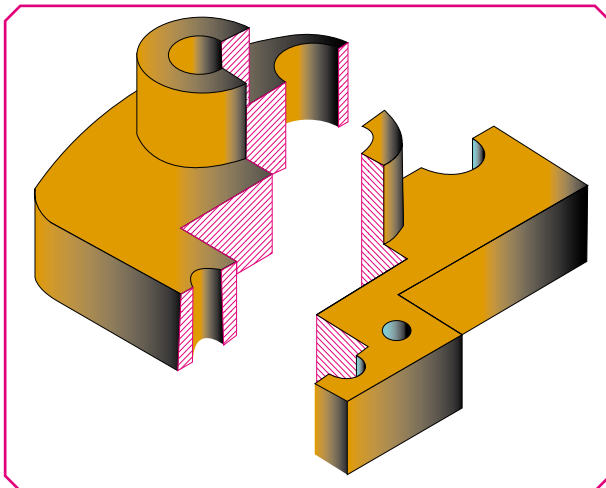
ينتج من القطع للشكل السابق نصف قطاع أمامي أيسر ونصف قطاع جانبي أيمن، كما هو مبين في الشكل (٣-٢٠).



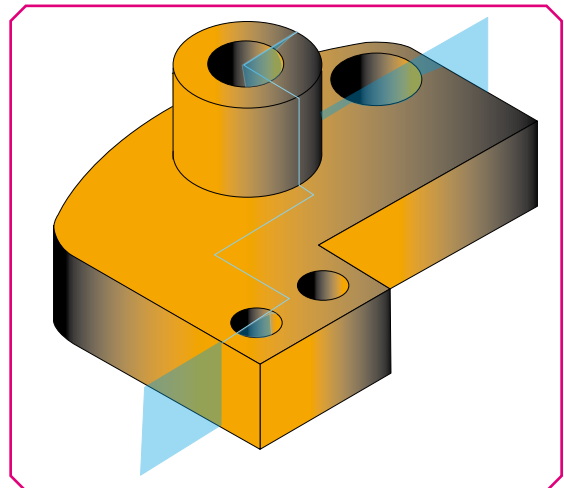
الشكل (٣-٢٠): نصف قطاع أمامي أيسر ونصف قطاع جانبي أيمن.

٣ القطع المتنقل (Offset Section)

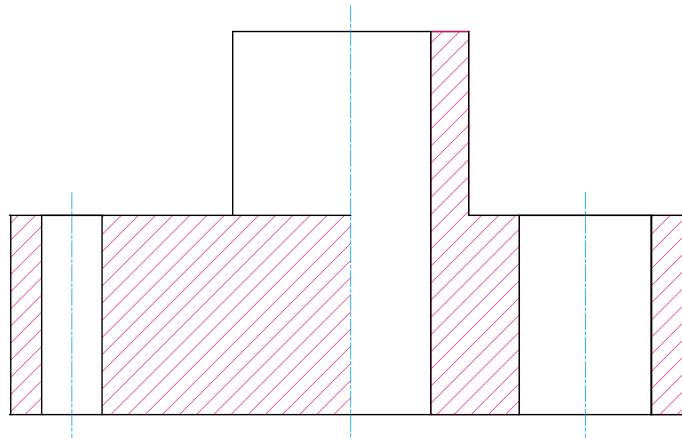
في هذا النوع من القطاعات يكون محور القطع متغير الاتجاهات، ويمرّ بمستويات عدّة، وذلك لإظهار أجزاء داخلية، كما في الشكل (٣-٢١)، وعند تخيل إزالة الجزء المقطوع يبقى الجزء الخلفي، كما هو مبين في الشكل (٣-٢٢)، وبذلك يمكن رسم المسقط المرئي للجسم المقطوع، كما هو متبع عند رسم أحد القطاعات الكاملة، إذ ترسم مستويات القطع المتنقلة وكأنها في مستوى واحد، ويُلجأ إلى مثل هذا النوع من القطاعات للحصول على أكبر إيضاح ممكن، كما في الشكل (٣-٢٣).



الشكل (٣-٢٢): الجسم المقطوع بمستوى القطع المتنقل.

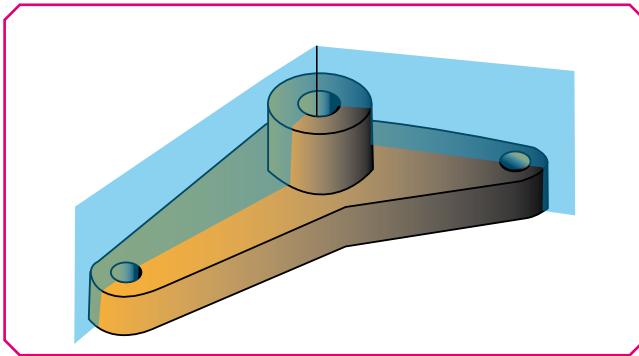


الشكل (٣-٢١): المستوى القاطع للقطع المتنقل.



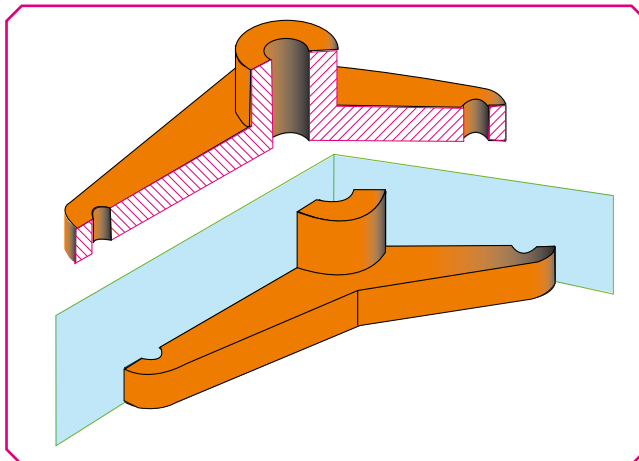
الشكل (٢٣-٣): قطاع متنقل أمامي.

٤ قطاع المحاذاة (Aligned Sections)



الشكل (٢٤-٣): جسم يمرّ به مستوى قاطع محاذٍ لمحوره.

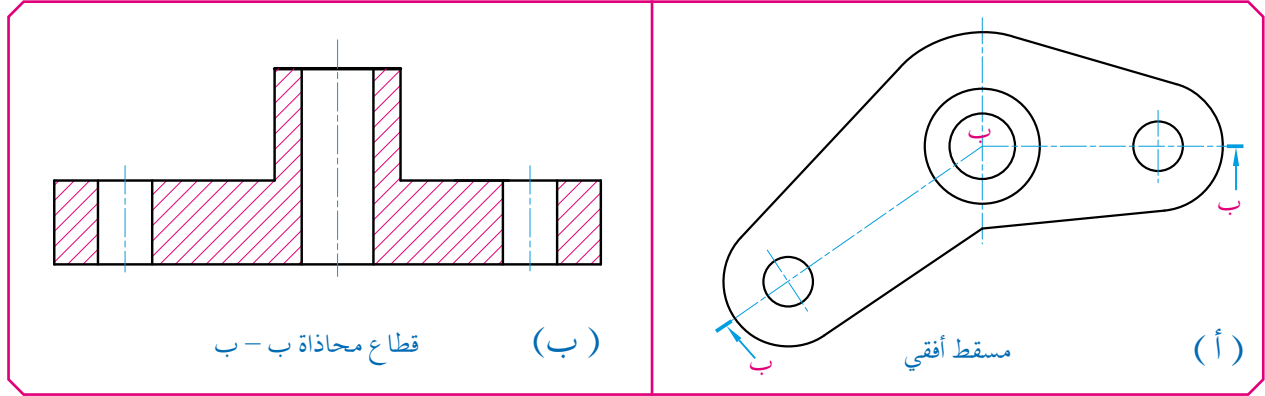
يستخدم هذا النوع من القطاعات عندما يكون محور القطع غير مستقيم، ويتغيّر اتجاه المستوى بزاوية بالنسبة إلى المحور الرئيس، وكذلك عندما تكون الأجزاء المراد إظهارها غير واقعة على خط محوري مستقيم. ويبين الشكل (٢٤-٣) جسمًا يمرّ به مستوى قاطع على زاوية.



الشكل (٢٥-٣): الجسم بعد مرور مستوى القطع به وفصله.

ويبين الشكل (٢٥-٣) الجسم السابق بعد مرور مستوى القطع به، وقد فصل إلى جزأين متماثلين، وفي هذا القطاع يُتخيّل الجزء الذي على زاوية وكأنه أصبح بمحاذاة الجزء الرئيس.

ويبين الشكل (٣-٢٦/أ) المسقط الأفقي للشكل السابق، ويبين الشكل (٣-٢٦/ب) قطاع محاذاة، فقد حاذى المستوى المائل على زاوية الجزء الأيمن للجسم، فظهر القطع كأنه حدث بمستوى واحد.



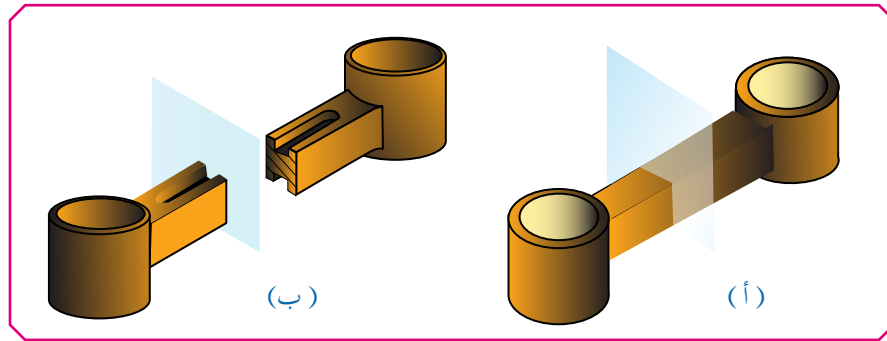
الشكل (٣-٢٦): قطاع محاذاة.

٥ القطع المدار (Revolved Section)

هناك أجسام وأجزاء ميكانيكية، مثل الأعمدة الطولية وأعصاب أذرع التوصيل، لها أشكال وتصاميم مختلفة، وتُظهر وتُوضح بالقطاع المدار، وعادة ما نلجأ إلى مثل هذا النوع من القطاعات عندما نرغب في عمل قطاع في جزء محدد من الجسم.

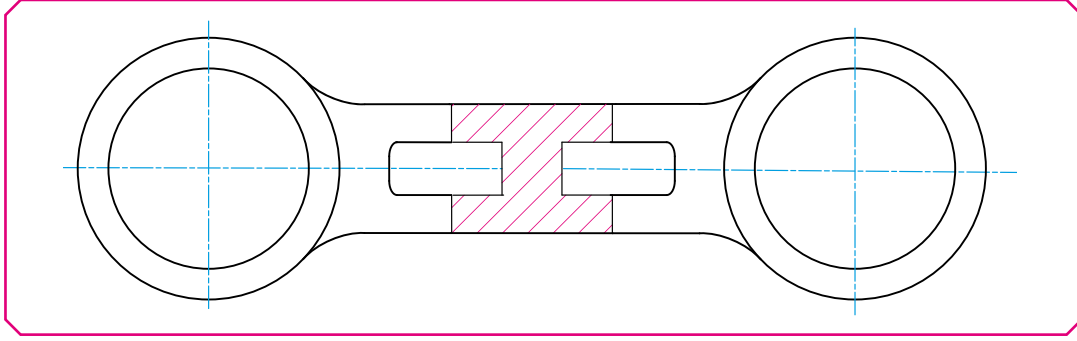
ويوضح القطاع المدار شكل الجزء المراد قطعه، ويدار بزاوية (٩٠°)، ويرسم شكل المقطع فوق المسقط، أو في الجزء الفارغ الموجود في وسط الجزء المقطوع، وترسم حدوده الخارجية بخطوط رفيعة.

ويوضح الشكل (٣-٢٧) ذراعاً ذا نهايتين، إذ يظهر المستوى القاطع في منطقة وسط الذراع، كما في الشكل (٣-٢٧/أ)، وقد قُطع الذراع بالمستوى القاطع، كما يظهر في الشكل (٣-٢٧/ب) بهدف بيان طبيعة شكل مقطع جسم الذراع.



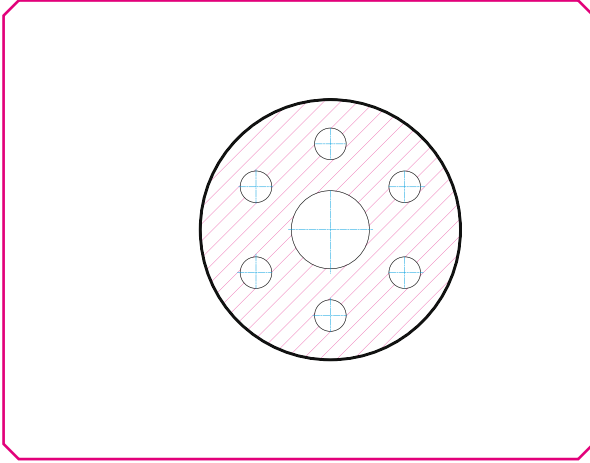
الشكل (٣-٢٧): المستوى القاطع والقطاع المدار.

ويوضح الشكل (٢-٢٨) قطاعاً مداراً على الذراع بزواوية (٩٠°).

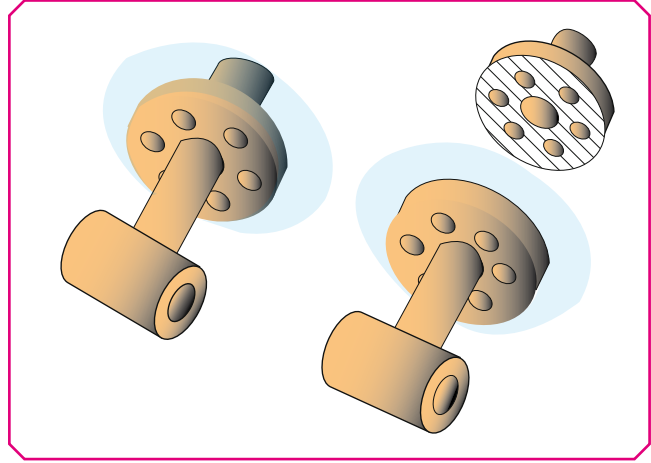


الشكل (٢٨-٣): قطاع مدار على الذراع.

٦ القطاع المزال (Removed Section)



الشكل (٣-٣٠): قطاع مزال (أ-أ).



الشكل (٢٩-٣): قطاع مزال.

يُرسَم هذا النوع من القطاعات لتوضيح جزء معين من الجسم بعد قطعة، ويرسم هذا الجزء منفصلاً باتجاه مواز لمستوى القطع أو في أي موضع آخر مناسب، ويُلبَّأ غالباً إلى هذا النوع من القطاعات عندما يكون هناك عدم تماثل في الجسم أو جزء منه، أو إذا صمِّم على زاوية تختلف عن مستوى الجسم، أو يكون مكان القطع ذا حيِّز صغير، ويحتاج إلى توضيح أكثر.

ويبين الشكل (٢٩-٣) مجسماً قُطع جزءٌ منه لتوضيحه، إذ يظهر الجزء المقطوع منفصلاً عن الجسم.

ويوضح الشكل (٣-٣٠) قطاعاً مزالاً للجسم الذي وُصف سابقاً.

وعند رسم القطاعات المزالة يُراعى ما يأتي:

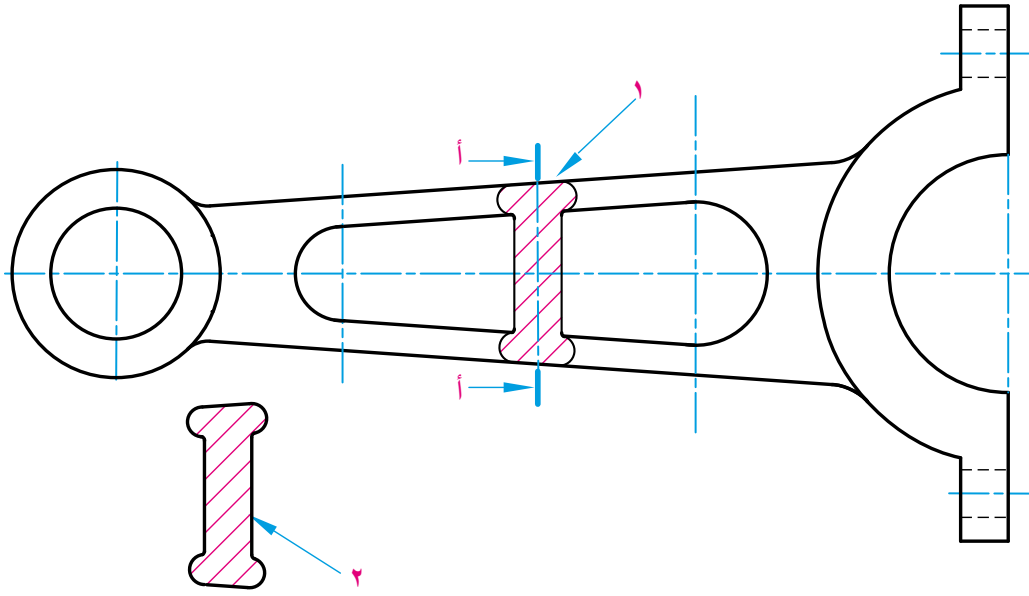
أ رسم الحدود الخارجية للمقاطع المزالة بخطوط سميكة.

ب تسمية القطاع المزال لربطه بمستوى القطع المحدد على الجسم.

١-٣

مثال

تأمل الشكل (٣-٣١) الذي يبين ذراع توصيل لمحرك، ثم ارسم ما يأتي:
■ قطاع مدار. ■ قطاع مزال.



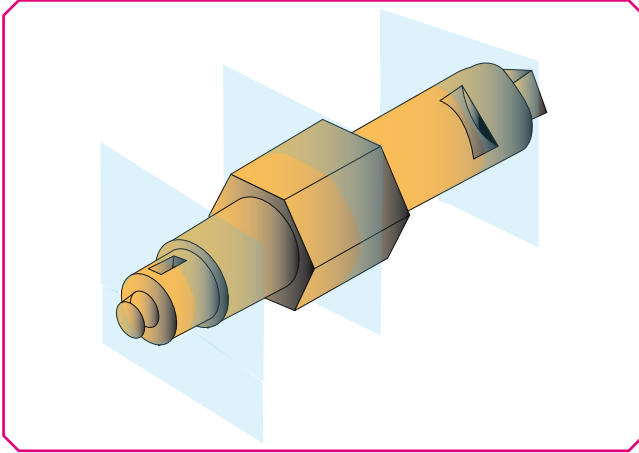
الشكل (٣-٣١): ذراع توصيل.

الحل

تبين المقاطع المرقمة (١، ٢) في الشكل (٣-٣١) رسمًا للمقاطع الآتية:

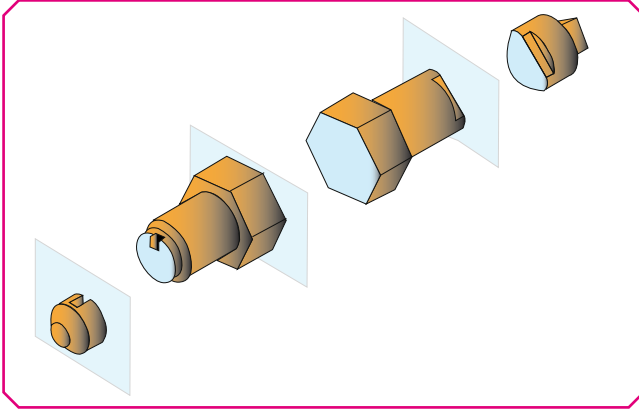
المقطع رقم (١): قطاع مدار.

المقطع رقم (٢): قطاع مزال.



الشكل (٣-٣٢): مستويات القطع المتعاقبة لأحد الأعمدة.

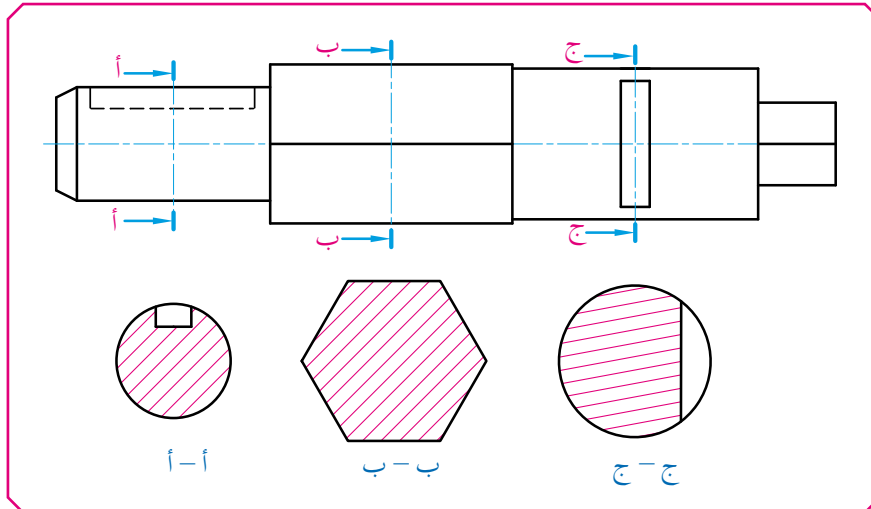
هي شكل من أشكال القطاعات المزالة، قطعت على أجزاء مختلفة من الجسم، ويبين الشكل (٣-٣٢) مستويات القطع في أماكن مختلفة لأحد الأعمدة؛ لبيان شكل المقطع، ويسمى كل مقطع بأحرف أبجدية، وترسم هذه المقاطع بخطوط سميكة.



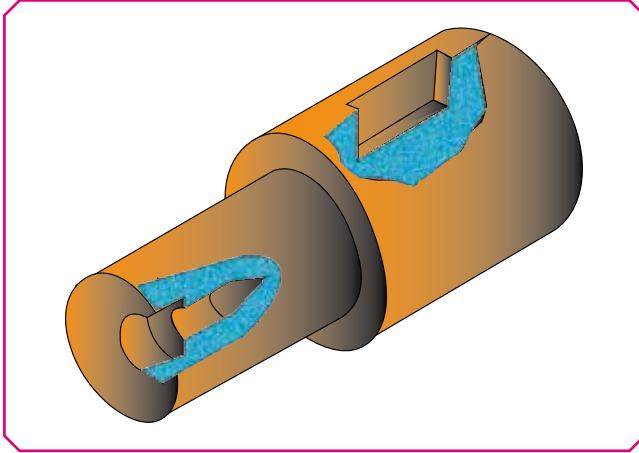
الشكل (٣-٣٣): أشكال المقاطع للعمود بعد مرور مستويات القطع بها.

ويظهر الشكل (٣-٣٣) أشكال المقاطع للعمود بعد مرور مستويات القطع بها.

وتسمى القطاعات المتعاقبة بأحرف أبجدية، كما هو مبين في الشكل (٣-٣٤).



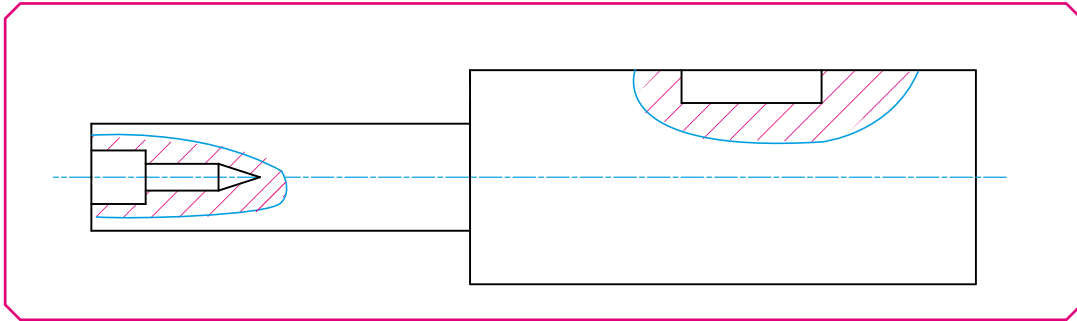
الشكل (٣-٣٤): مقاطع متعاقبة في العمود.



الشكل (٣-٣٥): قطاع جزئي في منطقتين مختلفتين للعمود.

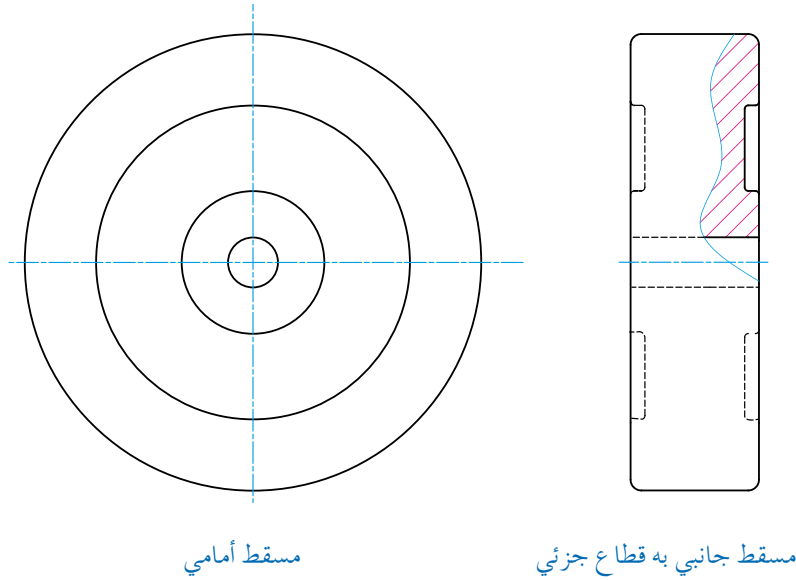
تُقطع القطاعات الجزئية للأجزاء الميكانيكية لإظهار تفاصيل محددة بمنطقة القطع، أو لتوضيح أجزاء داخلية، وغالبًا ما يكون معظمها مصمّمًا، ولا داعي لقطع الجسم بأكمله، وتحدّد منطقة القطع الجزئي بخطّ يدوي رفيع يسمّى خط الكسر، ويرسم على المسقط نفسه، إذ يهشّر مكان القطع الجزئي فقط، كما هو مبين في الشكل (٣-٣٥).

ويبين الشكل (٣-٣٦) المسقط الأمامي للعمود، وقد ظهر فيه قطاع جزئي في منطقتين مختلفتين.



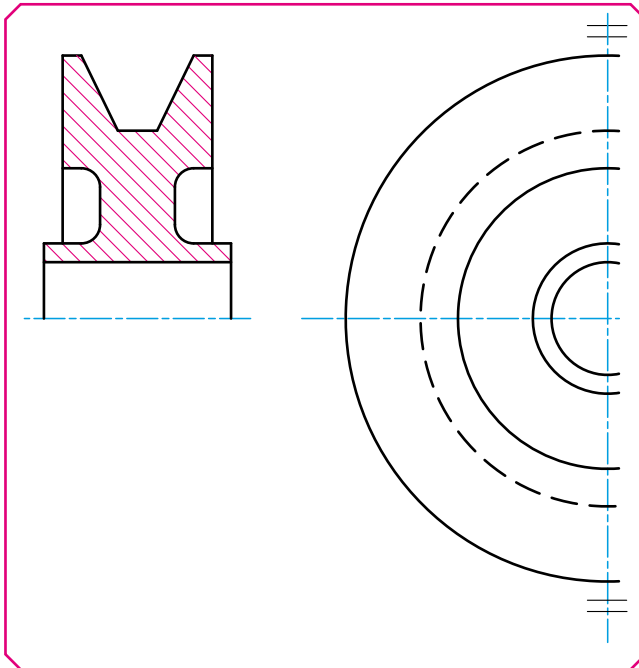
الشكل (٣-٣٦): مسقط أمامي يظهر قطاعًا جزئيًا في منطقتين مختلفتين.

يبين الشكل (٣٧-٣) المسقطين الأمامي والجانبى لبكرة رُسِمَ قطاع جزئي في مسقطها الجانبى .



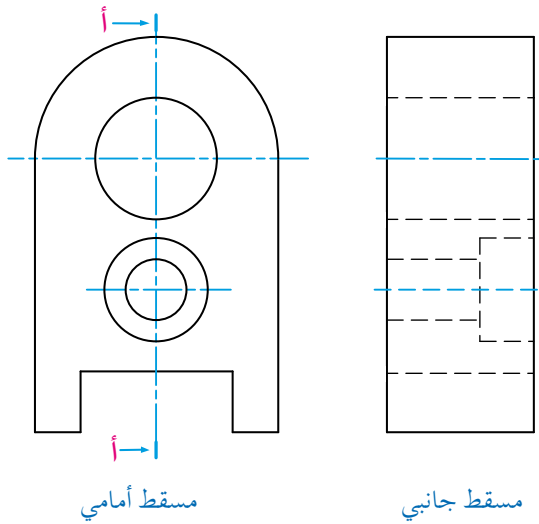
الشكل (٣٧-١): قطاع جزئي في مسقط جانبي لبكرة.

٩ القطاعات في حالة التماثل التام (Symmetrical Section)



يبين الشكل (٣٨-٣) قطاعاً للنصف العلوي لبكرة، إذا اكتُفي برسم نصف القطاع في نصف الجزء المتماثل على جانبي خط المحور من دون رسم نصفه الثاني بسبب التماثل، وتوفيراً للوقت، وتعذر رسم القطاع بأكمله على الورق، واكتُفي برسم نصف المسقط أيضاً، كما يبين الشكل نفسه.

الشكل (٣٨-٣): قطاع لنصف البكرة العلوي في حالة التماثل التام.



الشكل (٣-٣٩): مسقط أمامي وآخر جانبي
لجسم هندسي.

تأمل الشكل (٣-٣٩) الذي يبين مسقطاً أمامياً
وآخر جانبيًا لجسم هندسي، ثم ارسم ما يأتي:

■ مسقط أمامي كامل.

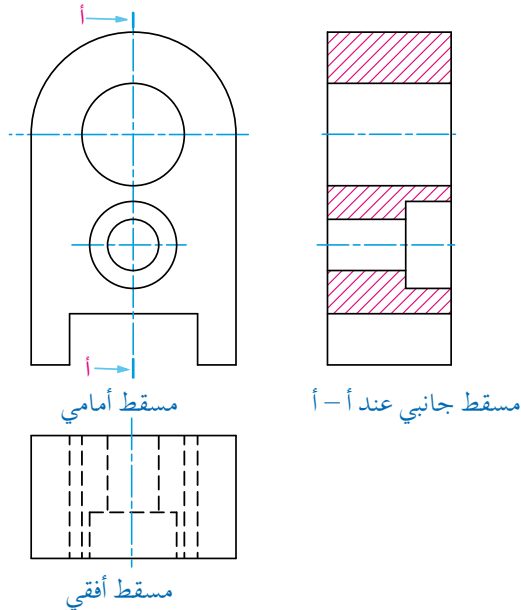
■ قطاع جانبي (أ-أ).

■ مسقط أفقي كامل.

فكّر

استنتج العلاقة بين المساقط الثلاثة.

الحل



الشكل (٣-٤٠): القطاع الجانبي والمسقطان
الأمامي والأفقي.

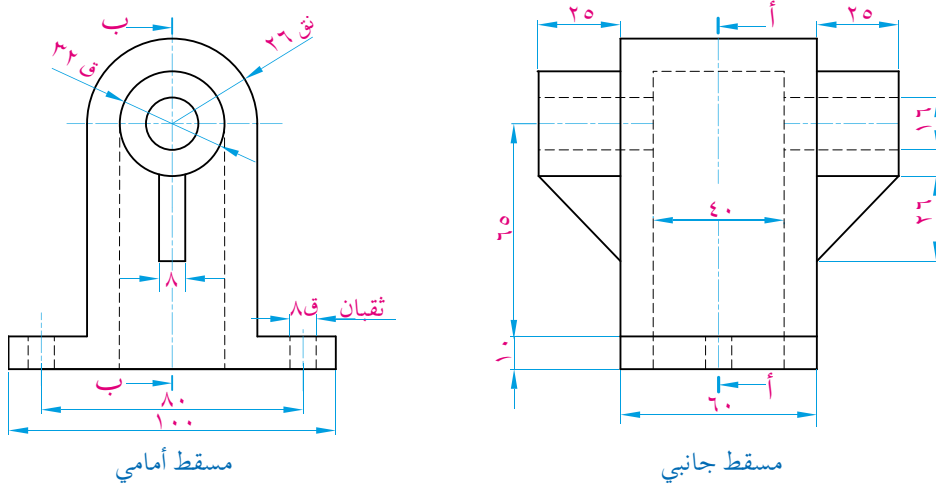
يبين الشكل (٣-٤٠) الخطوات الآتية:

١- رسم المسقط الأمامي، كما هو في الشكل،
وكما تعلمت سابقاً.

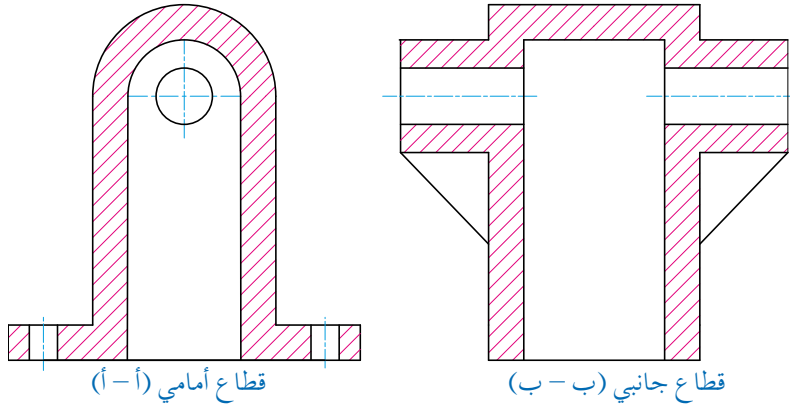
٢- خط القطع (أ-أ) مرّ بالثقب العلوي والثقب
السفلي وبالمجرى السفلي، فأصبحت الخطوط
المتقطعة خطوطاً متصلة واضحة.

٣- هسّرت المناطق المصمته التي مر بها خط القطع،
ولم تهسّر في المناطق غير المقطوعة أو الفراغ.

تأمل الشكل (٤١-٣) الذي يبين مسقطاً أمامياً وآخر جانبيًا لحامل محور، ثم ارسم ما يأتي:
 ■ قطاع أمامي كامل (أ-أ).
 ■ قطاع جانبي (ب-ب).



الشكل (٤١-٣): مسقط أمامي وآخر جانبي لحامل محور.



الشكل (٤٢-٣): قطاع أمامي وآخر جانبي لحامل المحور.

ندرس المثال بدقة، لمعرفة العلاقة بين مكوناته، وبالنسبة إلى القطاع الأمامي، فإن مرور مستوى القطع (أ-أ) الذي يقطع هذا الجسم من طرفيه يبين لنا أن مرور مستوى القطع من وسط التجويف الداخلي قد أظهر هذه الخطوط، وتحولت من خطوط متقطعة إلى خطوط متصلة، وأن العصب والدائرة (ق٣٢) اختفت خلف القطاع، وأن المنطقة المصمتة التي مرّ بها مستوى القطع قد هُشّرت.

بالنسبة إلى القطاع الجانبي الظاهر فإن مرور مستوى القطع (ب - ب) الذي يقطع هذا الجسم من طرفيه يُظهر لنا مرور مستوى القطع بما يأتي:

- وسط الأسطوانتين الجانبيتين اللتين يبلغ قطر كلٍّ منهما (٣٢ ق) وبداخلهما أسطوانتان، قطر كلٍّ منهما (١٦ ق)، وقد ظهرت الخطوط المخفية وأصبحت متصلة، وحُدِّدت مناطق التهشير بينهما، أما الثقوب في الأسطوانتين الجانبيتين فإنهما لا تهشَّران لأنهما فارغ.
- العصبان على كل جانب، غير مهشرين بحسب قواعد التهشير.
- الثقب في القاعدة السفلية وقع خلف القطع، أما التجويف الذي في وسط الجسم فإنه فارغ، ولذلك لا يهشِّر.

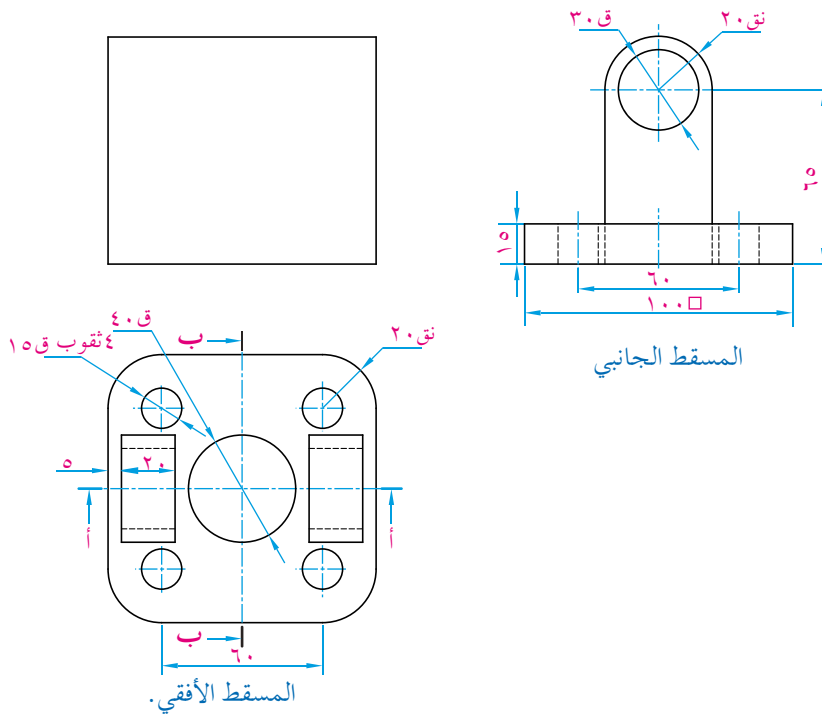
فكّر

استنتج المسقط الأفقي للمثال السابق.

٥-٣

مثال

تأمل الشكل (٤٣-٣) الذي يبين مسقطاً جانبياً وآخر أفقياً لشوكة مفصلية (Yoke Joint)، ثم ارسماً ما يأتي:



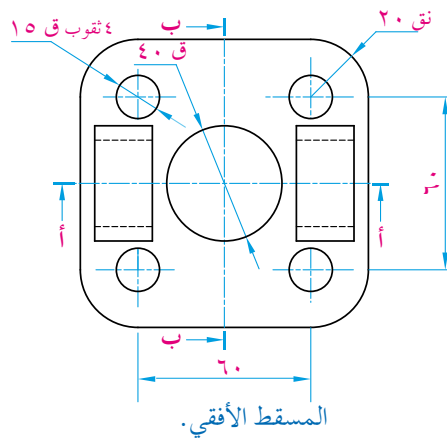
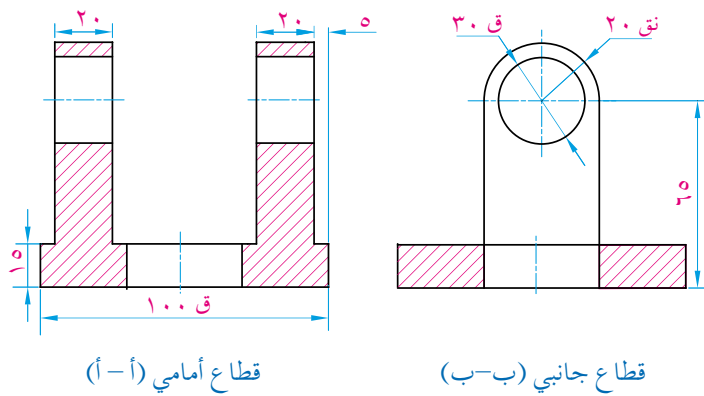
- قطاع أمامي كامل (أ - أ).
- قطاع جانبي كامل (ب - ب).

الشكل (٤٣-٣): مسقط جانبي وآخر أفقي لشوكة وصلة مفصلية.

ادرس المسقطين المبينين بتمعن، ثم استنتج المسقط الأمامي، وتخيل مرور مستوى القطع (أ - أ) من بداية الشوكة إلى نهايتها الذي يظهر الخطوط المخفية ويحدد مناطق التهشير، فقد مرّ القطع من قاعدة الشوكة المربعة الشكل ومن الثقب ذي القطر (٤٠) مم، ولم يمرّ من الثقوب الصغيرة التي يبلغ قطر كلّ منها (١٥) مم ومرّ مستوى القطع من ذراعي الشوكة التي يوجد في كلّ منهما ثقب القطر (٣٠) مم. نستنتج من ذلك أنّ الأجزاء التي مرّ بها مستوى القطع سوف تهشّر باستثناء الثقوب، كما في الشكل (٤٤-٣) الذي يبين القطاع الأمامي.

أمّا بالنسبة إلى القطاع الجانبي فإنّ مسقطه موجود، ولذلك فإنّ رسم قطاع له سيكون سهلاً. ويمرّ مستوى القطع في القاعدة المربعة التي تحوي ثقباً في وسطها القطر (٤٠) مم، وأربع ثقوب صغيرة قطر كلّ منها (١٥) مم، إذ يمرّ مستوى القطع من الثقب الأوسط الكبير ذي القطر (٤٠) مم، وتختفي الثقوب الأربعة الصغيرة من القطاع لعدم مرور مستوى القطع فيها.

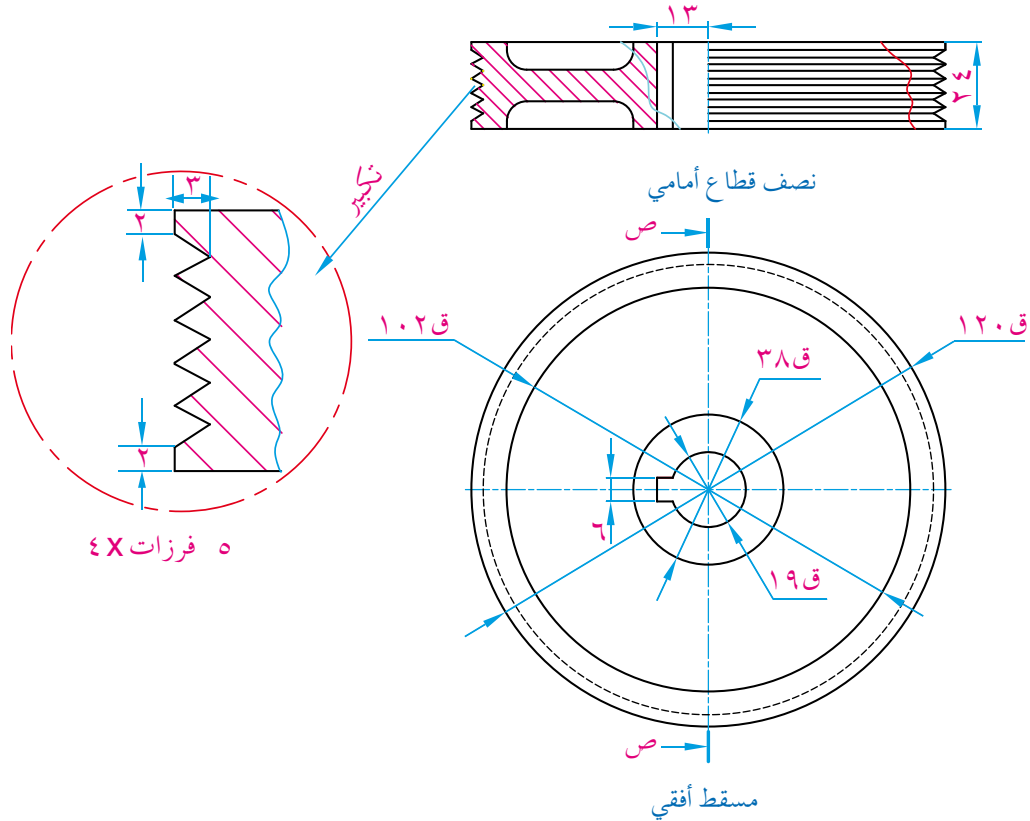
ولا يمرّ مستوى القطع في أذرع الشوكة، ولهذا لا تهشّر، كما هو مبين في الشكل (٤٤-٣).



الشكل (٤٤-٣): قطاع جانبي وآخر أمامي لشوكة وصلة مفصلية.

تأمل الشكل (٤٥-٣) الذي يبين نصف قطاع أمامي ومسقطاً أفقيًا لبكرة مفرزة، ثم ارسم ما يأتي:

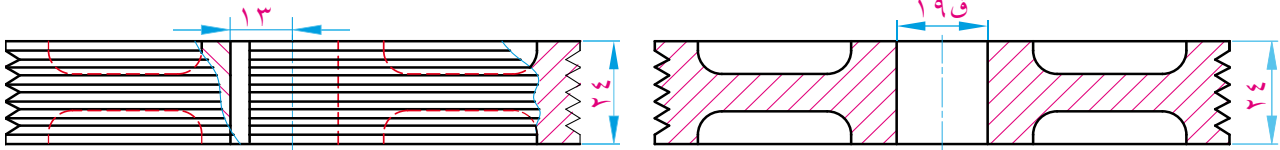
- قطاع جانبي كامل عند محور التماثل (ص - ص).
- مسقط أمامي يتضمن قطاعًا جزئيًا في منطقتين: الأولى منطقة التسنين، والآخرى منطقة الخابور، وقد يُبين في الشكل خط الكسر.



الشكل (٤٥-٣): نصف قطاع أمامي ومسقط أفقي لبكرة مفرزة.

الحل

يبين الشكل (٤٦-٣) قطاعًا جانبيًا كاملاً، فقد مرّ مستوى القطع عند (ص - ص) من محور التماثل للبكرة، وأظهر مستوى القطع الخطوط المخفية، وهُشِّرت الأجزاء المصمتة للبكرة، أما الثقب والتجويف الدائري على جانبي البكرة فإنهما فراغان، ولذلك لا يهشران. وحوّل نصف القطاع الأمامي إلى مسقط، وأجري له قطع جزئي في منطقة الخابور وأخرى في جهة من مناطق الفرزات المخفية، أما التجويفان العلوي والسفلي فإنهما غير ظاهرين، ويُدلّ عليهما بخطوط متقطعة في المسقط الأمامي.



مسقط أمامي يتضمن قطاعين جزئيين

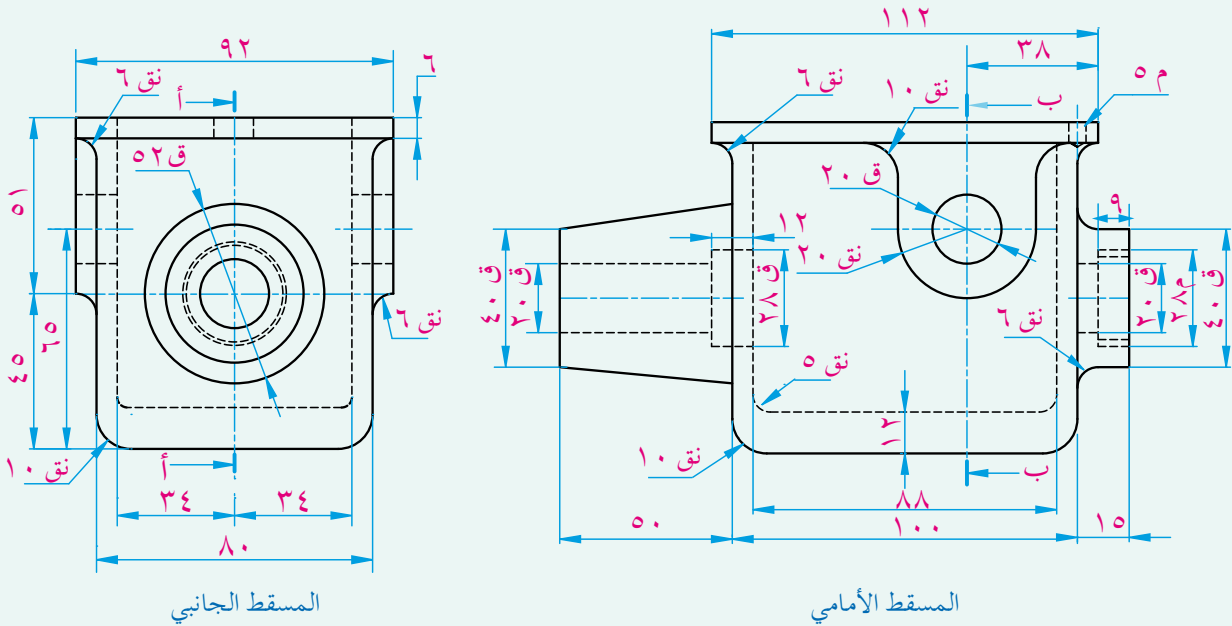
قطاع جانبي كامل

الشكل (٤٦-٣): مسقط أمامي يتضمن قطاعاً جزئياً وقطاعاً جانبياً لبكرة مفرزة.

نشاط (١-٢)

تأمل الشكل (٤٧-٣) الذي يبين المسقطين الأمامي والجانبى لغلاف صندوق تروس نظام التوجيه، ثم ارسم ما يأتي:

- قطاع أمامي (أ - أ).
- قطاع جانبي (ب - ب).
- مسقط أفقي كامل.



الشكل (٤٧-٣): المسقطان الأمامي والجانبى لغلاف صندوق تروس نظام التوجيه.

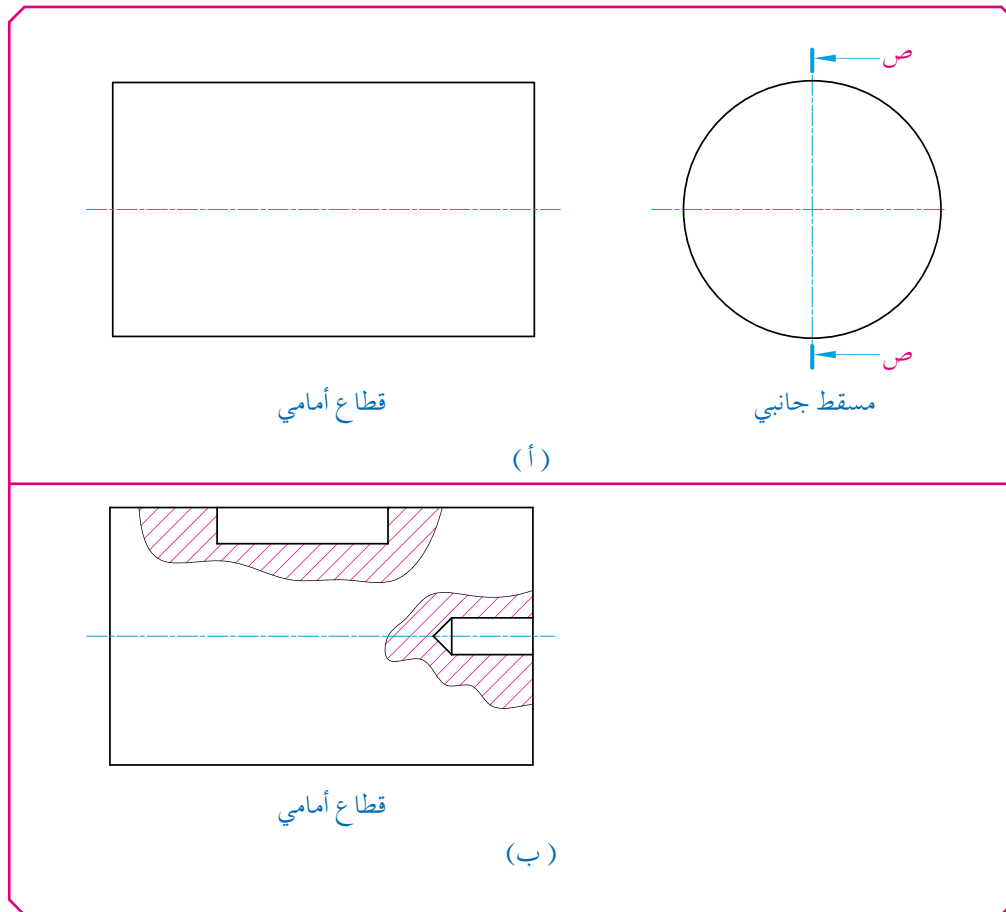
خامسًا القطاعات في الأعمدة المصمتة والمجوّفة

(Drawing "S" break for solid and tubing shaft)

تعلمت أنّ هناك بعض العناصر الهندسية اصطُح على عدم قطعها وتهشيرها، ومن هذه العناصر الأعمدة المصمتة حتى لو مرّ مستوى القطع من خلالها موازيًا لمحورها، ما لم تكن بها خوابير أو ثقوب أو تجاويف، وتقطع وتهشّر إذا كان مستوى قطعها عموديًا على محورها.

١ رسم القطاعات للأعمدة المصمتة

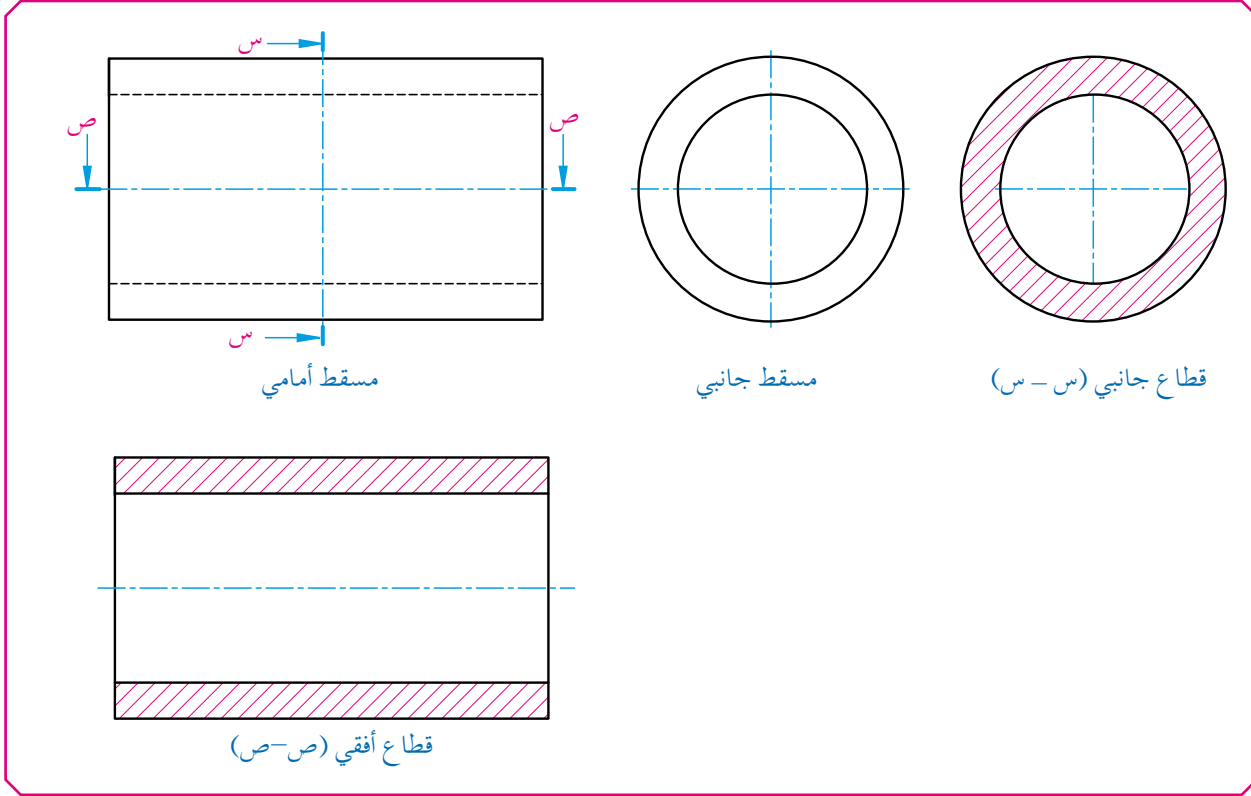
لا تهشّر الأعمدة المصمتة عند مرور مستوى القطع موازيًا لمحورها، كما هو مبين في الشكل (٣-٤٨ أ)، وفي حالة وجود أجزاء غير واضحة بداخلها، يؤخذ قطاع جزئي للمنطقة الموجود بداخلها هذه الأجزاء، كما هو مبين في الشكل (٣-٤٨ ب).



الشكل (٣-٤٨): القطاعات في الأعمدة المصمتة.

٢ رسم القطاعات للأعمدة المجوّفة

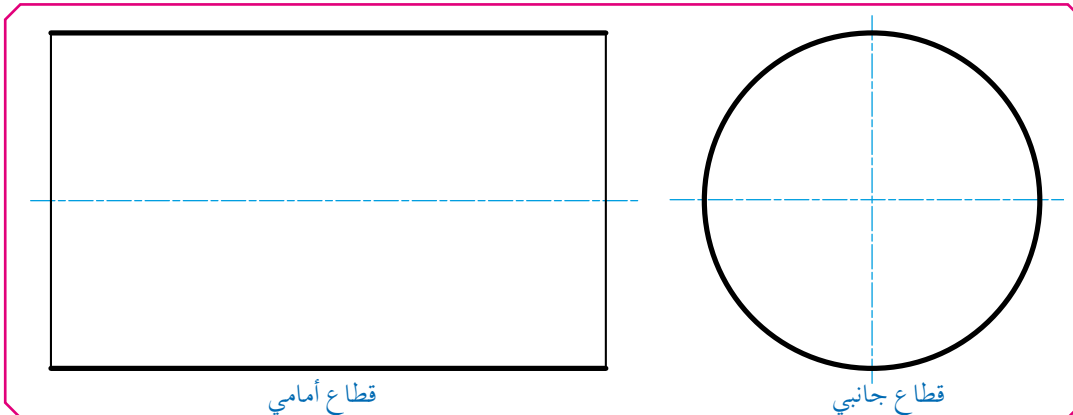
عند رسم قطاعات للأعمدة المجوّفة فإنها تهشّر كبقية القطاعات، ويبين الشكل (٣-٤٩) المسقط الأمامي والجانبى والقطاع الأفقى والجانبى لعمود مجوّف.



الشكل (٣-٤٩): قطاعان لعمود مجوّف.

٣ رسم القطاعات للأنابيب

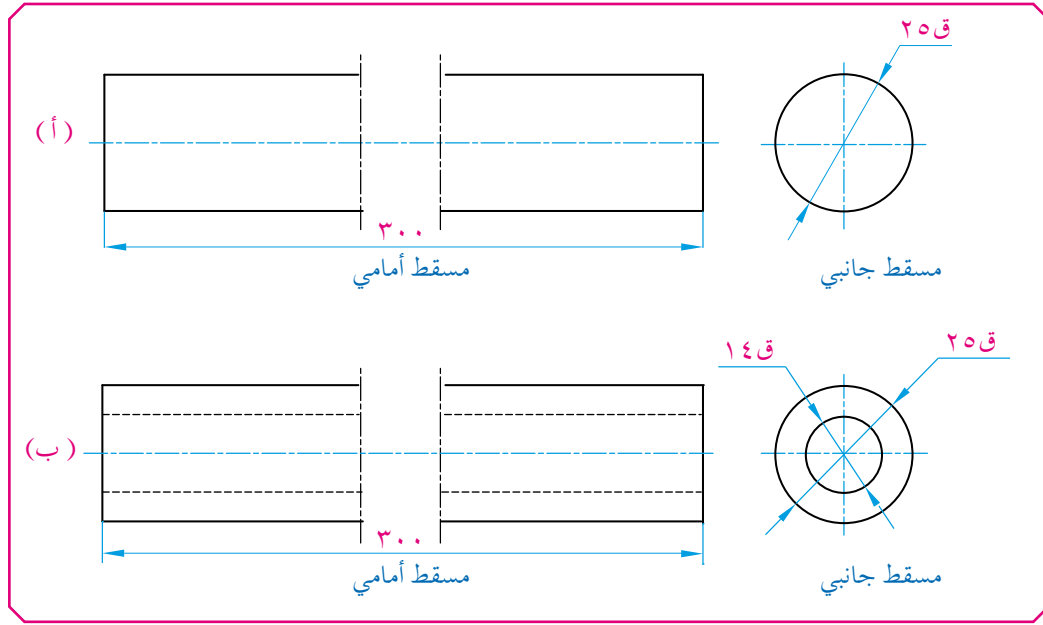
يرسم القطاع للأنابيب أو الأعمدة المجوّفة ذات الجدران الرقيقة أو الجلب بتسميك الحدّ الذي مرّ منه مستوى القطع (تسوיד مقطّعها)، كما هو مبين في الشكل (٣-٥٠).



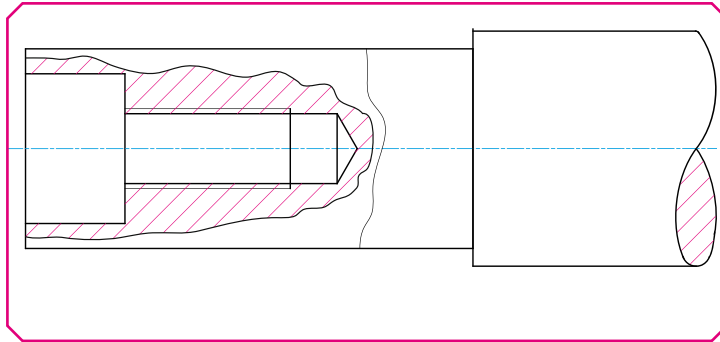
الشكل (٣-٥٠): قطاع للأنابيب المجوّفة ذات الجدران الرقيقة.

٤ رسم خطوط الكسر (القطع) للمشغولات الهندسية (Breaking Line)

١ رسم خط الكسر للمشغولات الطويلة: تُرسم خطوط الكسر للأجسام الهندسية ذات الأبعاد الطويلة لتوفير مساحة الرسم، أو لتعذر رسمها بطولها الحقيقي، وتسمى الكسر الاصطلاحي، إذ ترسم خطوط كسر يدوية حرة رفيعة غير منتظمة، ويبين الشكل (٣-٥١/أ) خطوط الكسر لعمود مصمت في المسقط الأمامي، ويبين الشكل (٣-٥١/ب) خطوط الكسر لعمود مجوّف في المسقط الأمامي، علماً بأن الأبعاد المكتوبة يجب أن تكون دائماً هي الأبعاد الحقيقية للطول.



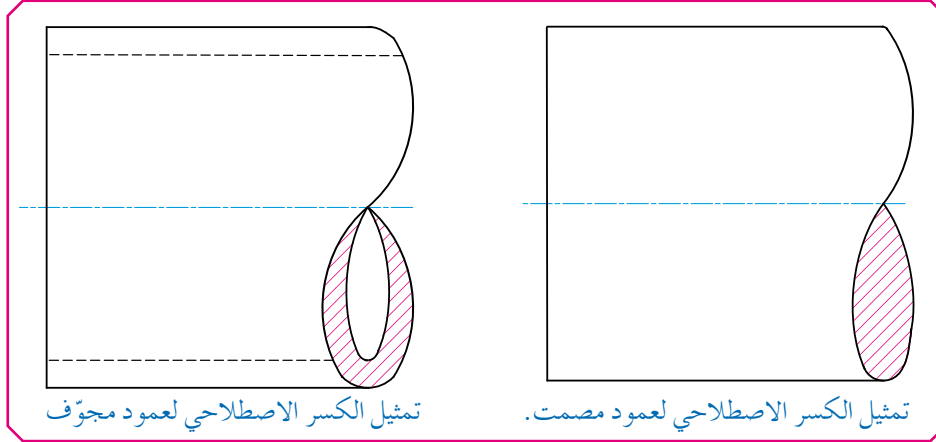
الشكل (٣-٥١): تمثيل خطوط الكسر في الأعمدة المصمتة والمجوفة.



الشكل (٣-٥٢): خط الكسر حدّ فاصل بين الأجزاء المقطوعة وغير المقطوعة.

ويمكن أن يكون خط الكسر العادي حدّاً فاصلاً بين الجزء المقطوع من المشغولة والجزء غير المقطوع منها، كما هو مبين في الشكل (٣-٥٢)، ويمكن رسمه خطّاً رقيقاً متعرجاً باليد الحرة.

ويمكن رسم خطوط الكسر للأعمدة الأسطوانية الدائرية المصمتة برسم شكل تقصير، مرّة من الأعلى ومرّة من الأسفل، وكذلك الأعمدة المجوفة (الأنبوبية)، إلّا أنّ شكل التقصير يكون مزدوجاً، وفي كلا الحالتين يسمّى هذا الكسر المرسوم بهذه الطريقة الكسر الاصطلاحي الأسطواني والأنبوبي، كما هو مبين في الشكل (٣-٥٣).



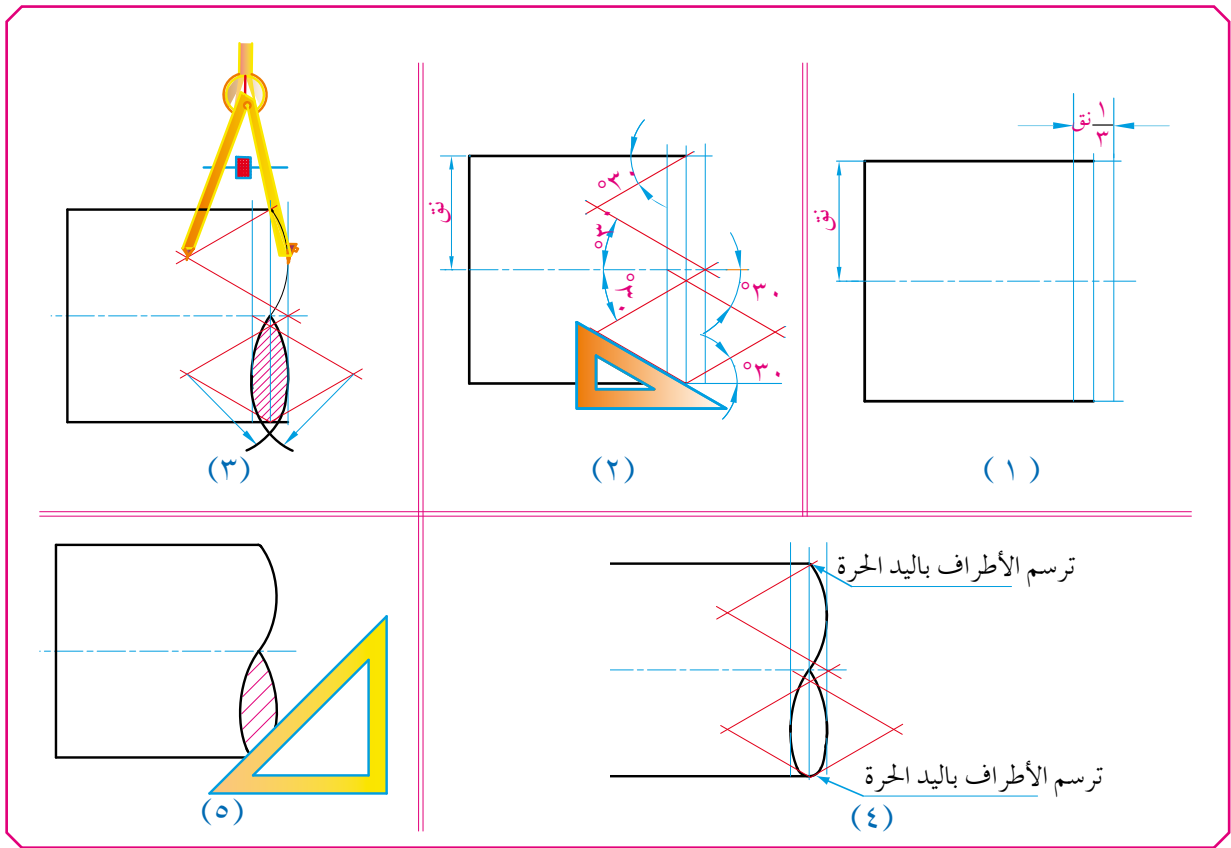
الشكل (٣-٥٣): تمثيل الكسر الأسطواني للأعمدة المصمتة والمجوفة.

ب رسم موضع الكسر للأعمدة الأسطوانية المصمتة والمجوفة (S-Breaks for Solid and

Tubing Shaft): يمكن رسم موضع الكسر باستعمال الأدوات الهندسية، كما يأتي:

١. رسم خطوط الكسر للأعمدة الأسطوانية الدائرية المصمتة: يبين الشكل (٣-٥٤)

خطوات رسم الكسر للأعمدة المصمتة، ويمكن رسم الكسر الاصطلاحي من طرف واحد أو من طرفين متقابلين، ويراعى وضع القياس الحقيقي لطول العمود، كما سبق ذكره ويُراعى رسم الأطراف والأقواس الداخلية باليد الحرة، أو باستخدام شبلونة المنحنيات.

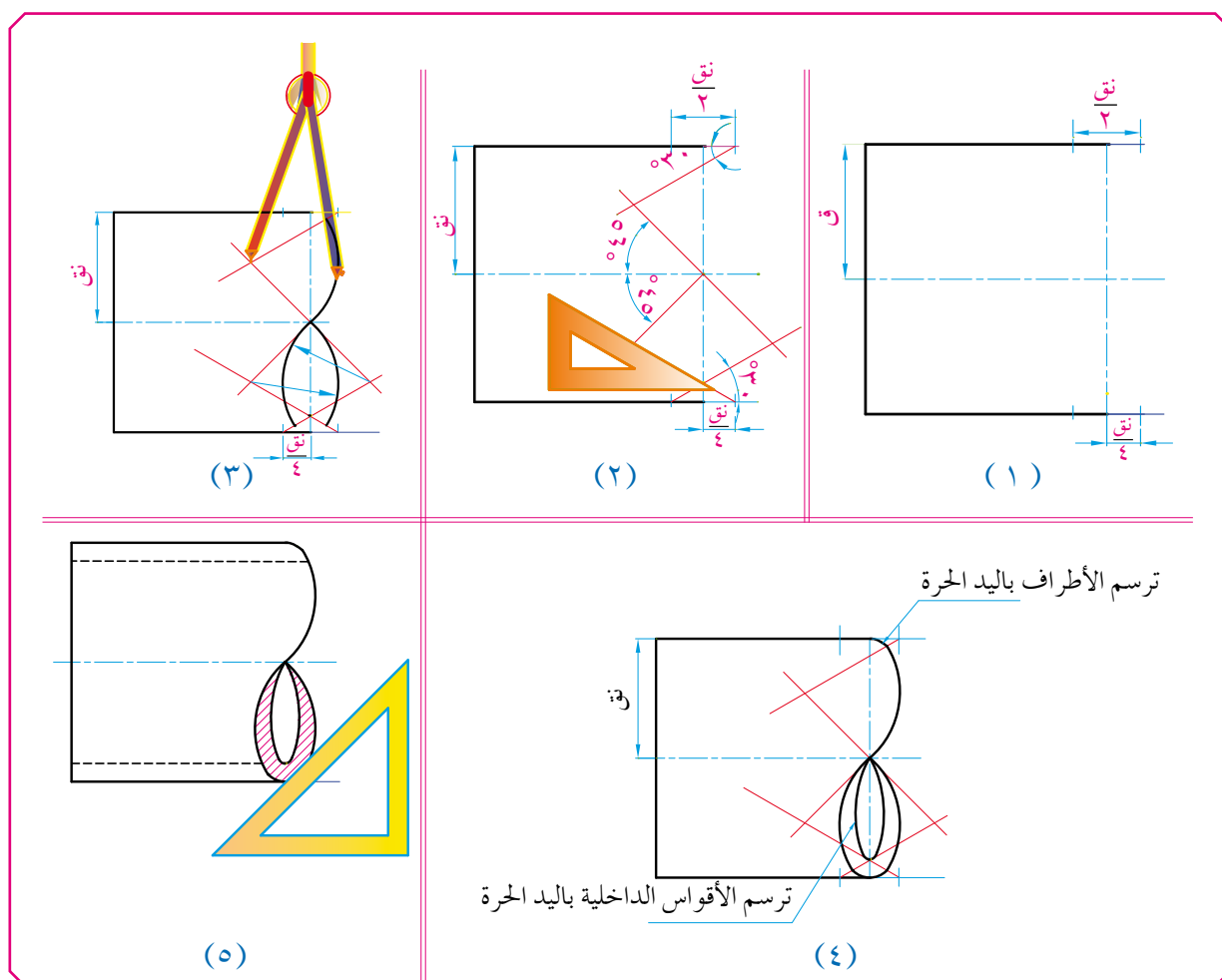


الشكل (٣-٥٤): خطوات رسم الكسر للأعمدة المصمتة.

٢. رسم خطوط الكسر (القطع) للأجسام الأسطوانية الدائرية المجوفة: يوضح الشكل (٣-٥٥) خطوات رسم الكسر (القطع) للأعمدة المجوفة، كما هو الحال في الأعمدة المصمتة، ولكن مع تغيير زوايا الرسم. ويمكن رسم التجايف من طرف واحد أو من طرفين متقابلين، ولكن يراعى وضع القياس الحقيقي لطول العمود، كما هو الحال في الأعمدة المصمتة، كما مرّ سابقاً. وترسم النهايات للأقواس باليد الحرة، أو باستعمال المنحنيات.

عند رسم الكسر الاصطلاحي لعمود مجوّف يراعى ما يأتي:

- أ . أن يكون سمك الأقواس والأطراف للتجاويف مماثلاً لسمك خطوط رسم العمود.
- ب . رسم نهاية الأقواس (الأطراف) بشبْلونة المنحنيات، إذا أمكن، أو باليد الحرة، وكذلك رسم التجايف الداخلية للأعمدة المجوفة.
- ج . في حالة رسم التجايف الداخلية يكون طرف القوس مع امتداد الخط الداخلي للعمود، كما هو مبين في الشكل (٣-٥٥).

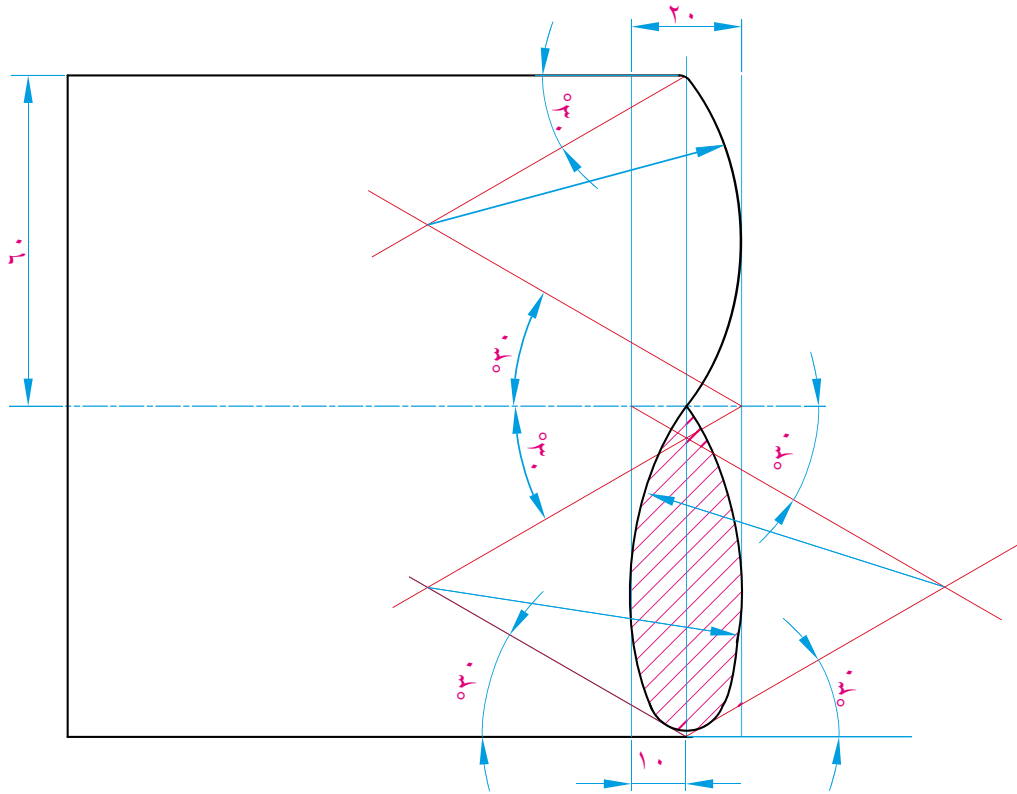


الشكل (٣-٥٥): خطوات رسم الكسر للأعمدة المجوفة.

ارسم خطوط الكسر الاصطلاحية من طرف واحد لعمود مصمت إذا علمت أن قطر العمود (١٢٠) ملم مبيّنًا الخطوات والقياسات على الرسم.

الحل

بالعودة إلى خطوات رسم الكسر الاصطلاحي لعمود مصمت التي درستها، وبما أن قطر العمود معلوم فإن نصف قطر العمود يساوي (نق = ٦٠) وثلاث نصف القطر (لث نق) أي (٢٠) مم، ثم نقسم المسافة (٢٠) مم إلى قسمين، (١٠) مم لكل منهما، فيصبح لدينا ثلاثة خطوط عمودية متوازية، المسافة بين كل خطين عموديين (١٠) مم؛ ولذا نستخدم مثلث الرسم الذي زاويته (٣٠) درجة لرسم الخطوط المائلة بهذه الدرجة، كما هو موضح في الشكل (٣-٥٦)، ثم ترسم الأطراف للأقواس باليد الحرة أو بشبونة المنحنيات، ونهشر الكسر الاصطلاحي باستخدام مثلث زاويته (٤٥) درجة.



الشكل (٣-٥٦): رسم الكسر لعمود مصمت.

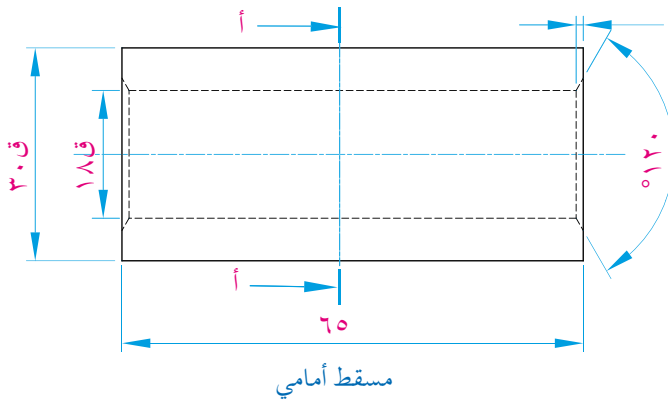
تطبيقات وأمثلة على القطاعات (خاصة بأجزاء المركبات)

سادسًا

سنركز في هذا الجزء من الوحدة على حالات القطع للأجزاء الميكانيكية الخاصة بالمركبات وسوف نتعرف رسم قطاعات ومساقط مختلفة لقطع ميكانيكية.

٩-٣

مثال



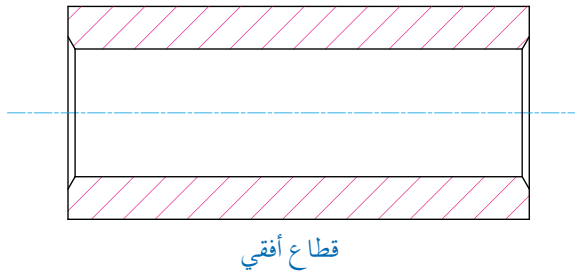
مسمار المكبس (Piston Pin)

يبين الشكل (٥٨-٣) مسقطاً
أمامياً وقطاعاً أفقياً.

ارسم ما يأتي:

■ القطاع الجانبي (أ - أ).

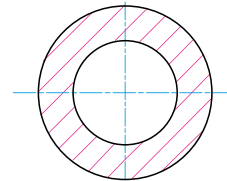
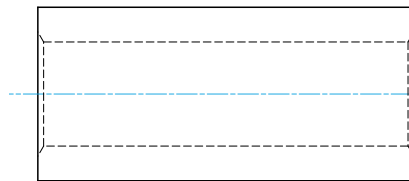
■ المسقط الأفقي.



الشكل (٥٨-٣): مسقط أمامي وقطاع أفقي.

الحل

يبين الشكل (٥٩-٣) القطاع الجانبي الذي نتج بمرور مستوى القطع (أ - أ)، والمسقط الأفقي.



مسقط أفقي

قطاع جانبي (أ - أ)

الشكل (٥٩-٣): مسقط أفقي وقطاع جانبي (أ - أ).

قرص زنبرك الصمام (Spring Retainer)

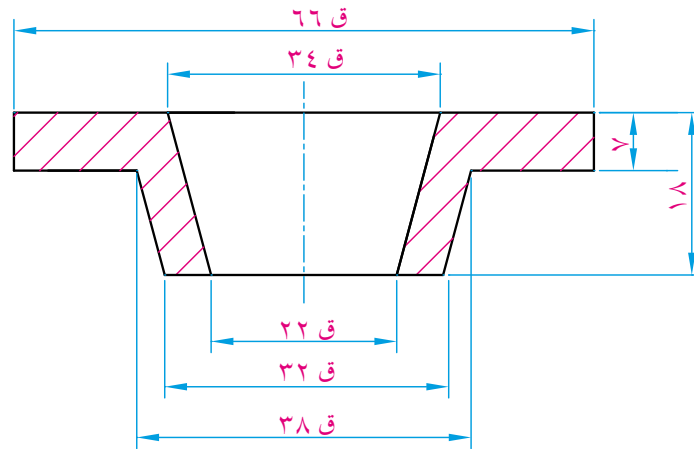
يبين الشكل (٦٠-٣) قطاعاً أمامياً لهذا القرص، ويمكن أن يوجد بأشكال تصميمية أخرى وقياسات مختلفة.

ارسم ما يأتي:

■ مسقط أمامي.

■ مسقط أفقي.

■ نصف قطاع جانبي.

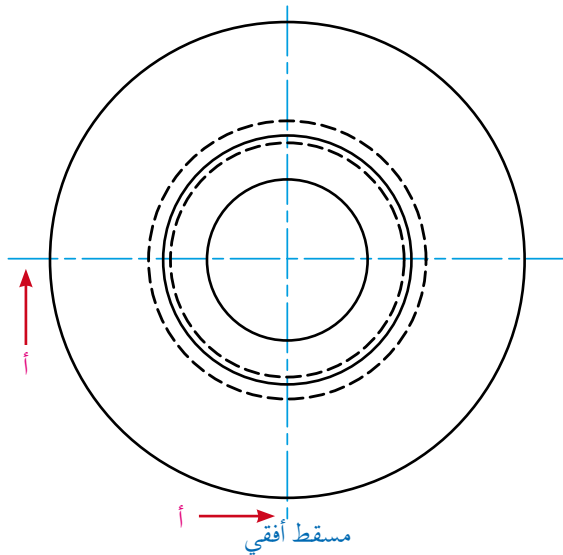
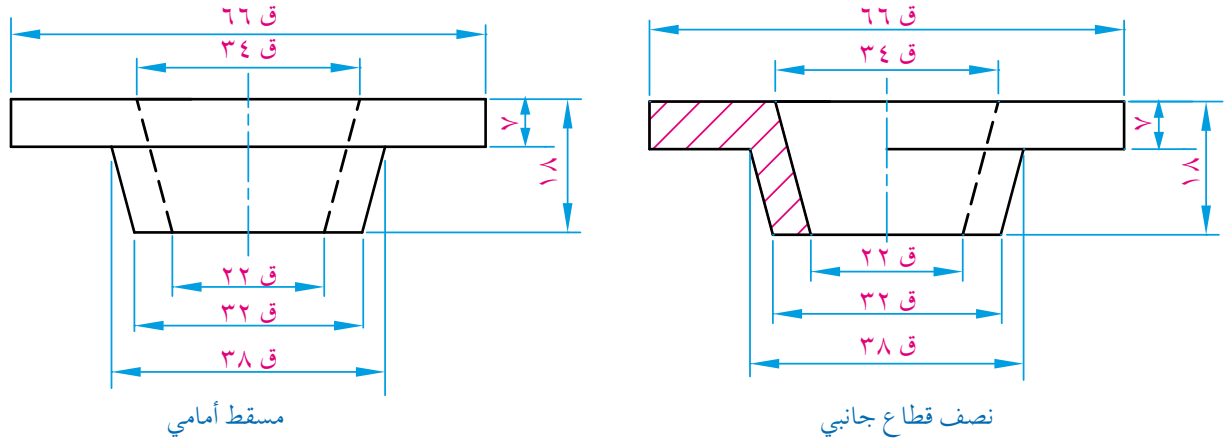


قطاع أمامي

الشكل (٦٠-٣): قطاع أمامي لقرص زنبرك الصمام.

بما أن القرص أسطوانى الشكل ومنظم فإن مسقطه الأمامى والجانبى متشابهان، ومسقطه الأفقى دوائر مختلفة الأقطار. إذن ترسم الدوائر التى يمكن مشاهدتها متصلة، أما الدوائر التى لا يمكن مشاهدتها فترسم بخطوط متقطعة.

ولرسم المسقط الأمامى نحول الخطين الداخليين من خطوط متصلة إلى خطوط متقطعة؛ لأنهما يصبحان غير مرئيين ونجعل الخط الثانى الذى يبعد عن الخط الأول مسافة (٧) مم خطأ واحداً متصلاً.



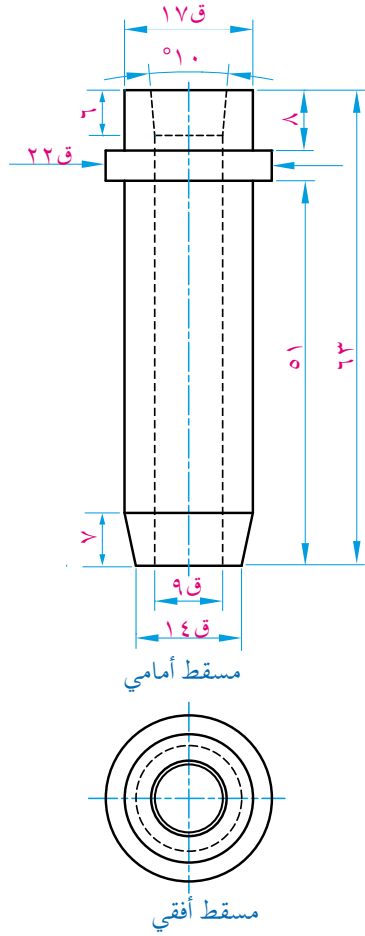
الشكل (٣-٦١): مسقط أمامى وأفقى ونصف قطاع جانبي.

ملاحظة: نصف القطاع الجانبى هو مسقط نصفه قطاع ونصفه الآخر مسقط من محور التماثل.



تأمل الشكل (٣-٦٢) الذي يبين قطاعاً أمامياً للدليل صمام محرك، ثم ارسم ما يأتي:

- مسقط أمامي للدليل الصمام.
- مسقط أفقي للدليل الصمام.



١- نرسم المسقط الأمامي للدليل، كما هو مبين في الشكل (٣-٦٣)، بحيث تكون الخطوط الداخلية متقطعة؛ لأنها مخفية.

٢- نرسم المسقط الأفقي على شكل دوائر، لأن الدليل جسم أسطواني، وعند النظر إليه من الأعلى نرى مجموعة من الدوائر تمثل الأقطار المختلفة للدليل، وما يظهر منها يُرسم متصلًا وما لا يرى يرسم متقطعًا.

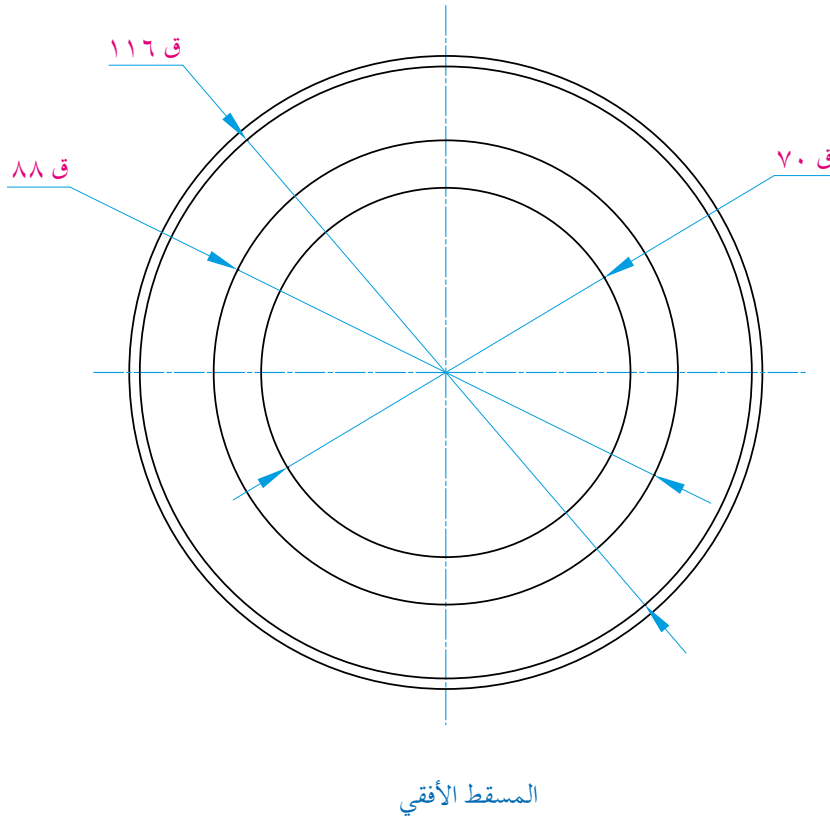
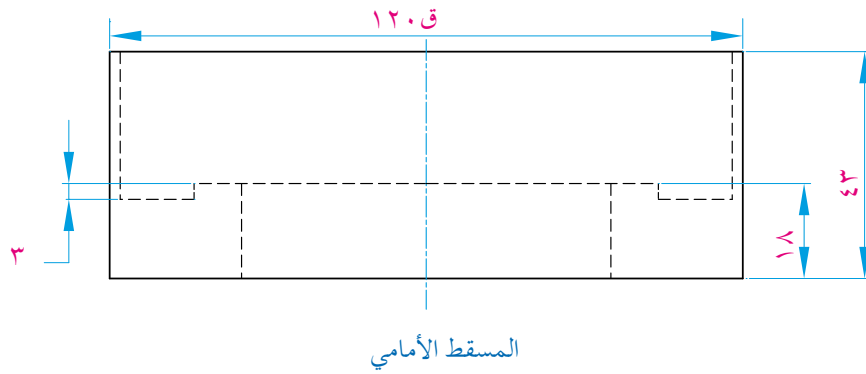
الشكل (٣-٦٣): مسقط أمامي وأفقي لدليل الصمام.

العازل المطاطي لقاعدة زنبرك التعليق (Suspension Spring Rupper Insulator)

يبين الشكل (٦٤-٣) المسقطين الأمامي والأفقي للعازل المطاطي الذي يستخدم أسفل الزنبرك الحلزوني في أنظمة التعليق للمركبات.

ارسم:

■ قطاعاً أمامياً كاملاً عند محور التماثل.



الشكل (٦٤-٣): المسقط الأمامي والأفقي للعازل المطاطي لزنبرك التعليق.

الحل



قطاع أمامي

الشكل (٦٥-٣): قطاع أمامي للمصد المطاطي لزنبرك التعليق.

في هذا التمرين نرسم القطاع الأمامي للعازل المطاطي، كما هو في الشكل (٦٥-٣)؛ لأنّ مستوى القطع مرّ من محور التماثل، ولذلك يهشّر الجزء المطاطي الذي مرّ منه مستوى القطع.

تذكّر

تهشّر المواد المطاطية في حالة القطاع بزاوية (٤٥°) باتجاهين متعاكسين.

نشاط (٢-٣)

ناقش مع معلمك أهمية وجود العازل المطاطي أسفل الزنبرك الحلزوني لنظام التعليق.

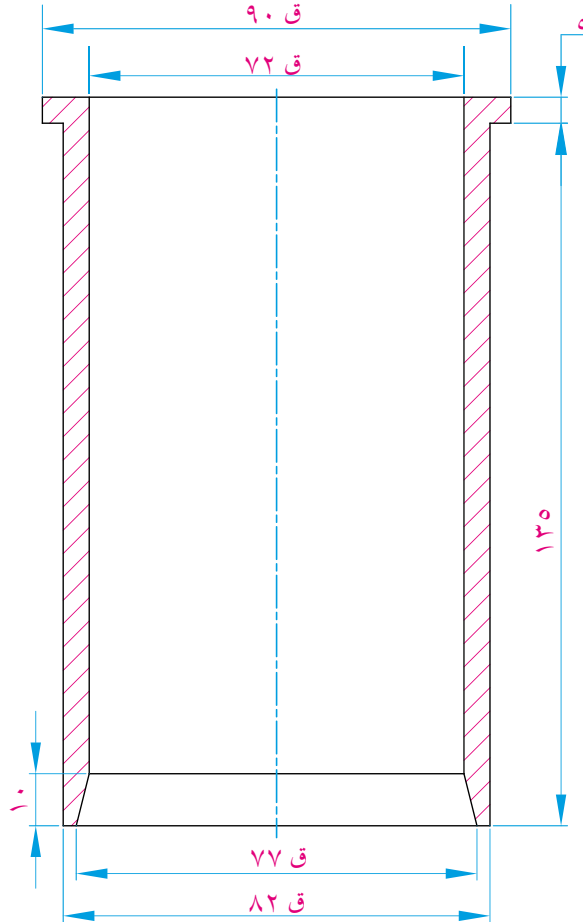
جلب القمصان الجافة (Dry Cylinder Sleeve)

هي نوع من أنواع الجلب التي تتركب في كتلة الأسطوانات، وتسمى عادة جلب الأسطوانات، أو قمصانها، وتحدد أبعادها بالقطر الداخلي، والقطر الخارجي، والطول الكلي، والسمك.

تأمل الشكل (٦٦-٣) الذي يبين قطاعاً أمامياً لجلب جافة، ثم ارسم:

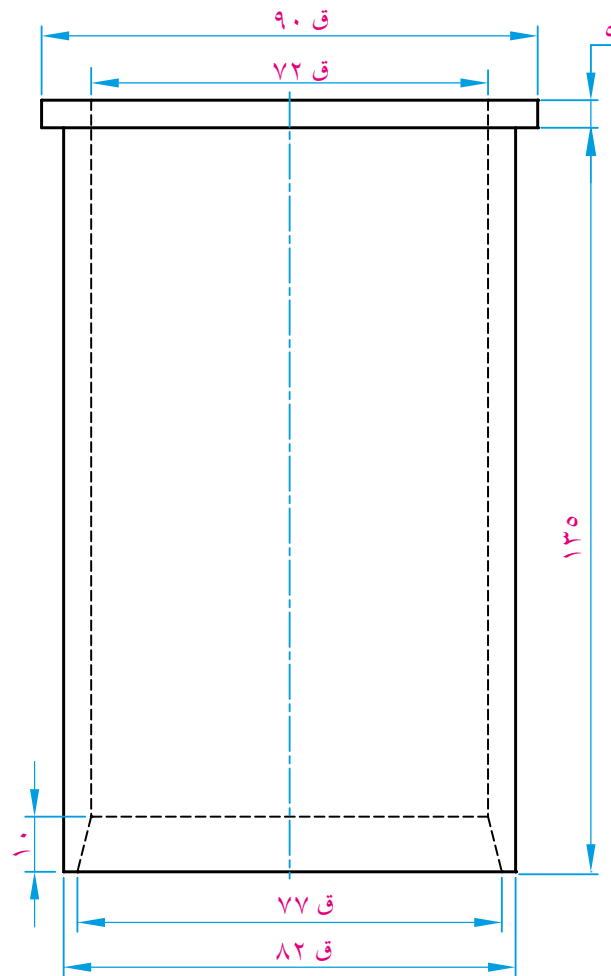
■ مسقطاً جانبياً لهذه الجلبة.

■ مسقطاً أفقياً لها.



الشكل (٦٦-٣): قطاع أمامي لجلب جافة.

- ١- بما أن الجلبة أسطوانية وقائمة في هذا الوضع فإن مسقطها الأمامي والجانبى متشابهان، وعند تحويل القطاع إلى مسقط فإن الخطوط الداخلية تصبح غير مرئية، ولذلك ترسم مخفية، أي متقطعة.
- ٢- نصل الخط الثانى للشفة ذات القطر (٩٠) مم كما يظهر فى الشكل.
- ٣- بما أن الجلبة أسطوانية وقائمة فإن مسقطها الأفقى مجموعة دوائر تمثل أقطار الجلبة، إذن يرسم الظاهر منها متصلاً والمخفى متقطعاً، ويبين الشكل (٣-٦٧) المسقط الجانبى للجلبة.
- ٤- استنتج المسقط الأفقى.



الشكل (٣-٦٧): مسقط جانبى للجلبة.

جلب القمصان المبتلة (Wet Cylinder Sleeve)

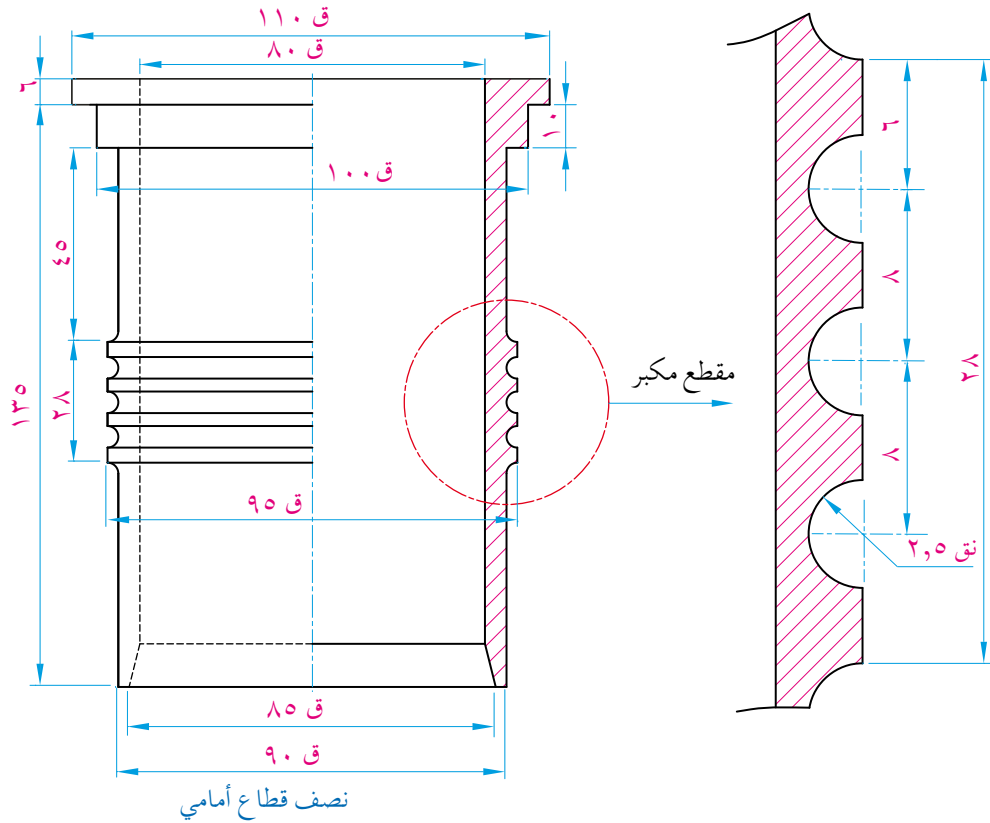
هي نوع آخر من أنواع الجلب تركب في كتلة الأسطوانات، وتسمى جلب الأسطوانات، أو قمصانها، ويحدد أبعادها الفنية بالقطر الداخلي، والقطر الخارجي للشفة، وارتفاعها، وسمكها، وبعد مجاري تركيب الأطواق المطاطية على سطحها الخارجي.

تأمل الشكل (٦٨-٣) الذي يبين نصف قطاع أمامي لجلبه مبتلة، ثم ارسم:

■ مسقطاً أمامياً.

■ قطاعاً جانبياً لهذه الجلبة عند محور التماثل.

■ مسقطاً أفقياً.



الشكل (٦٨-٣): نصف قطاع أمامي لجلبه مبتلة.

نشاط (٣-٣)

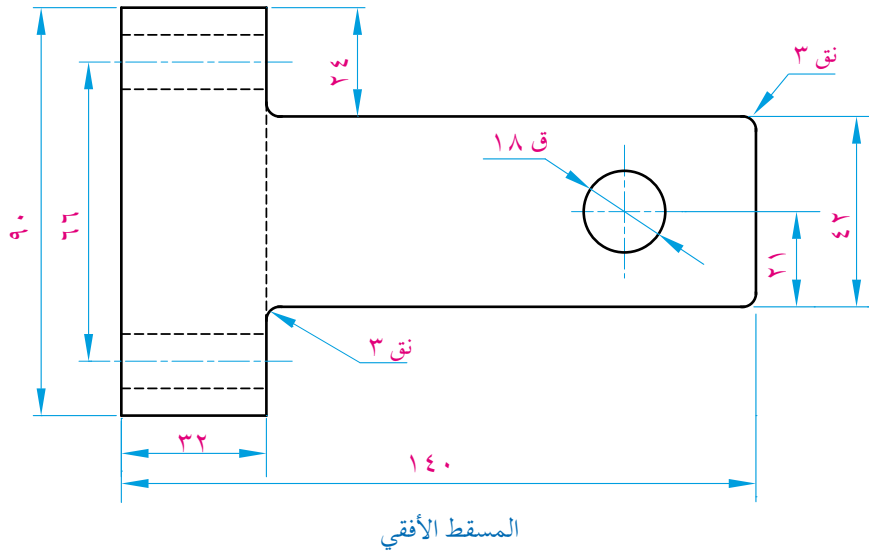
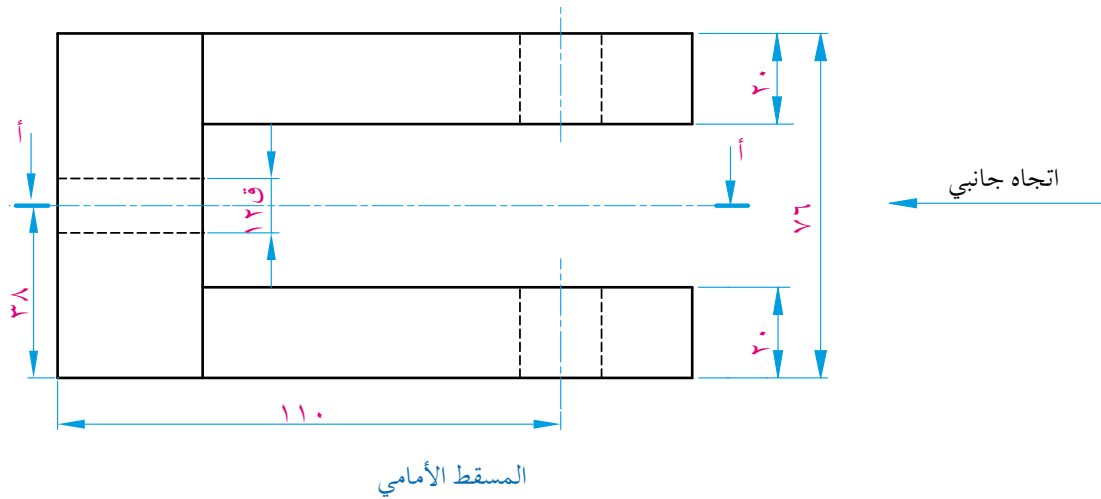
- ناقش مع معلمك أوجه الاختلاف بين الجلب الجافة والمبتلة.
- بين أهمية الأطواق المطاطية المركبة على السطح الخارجي للجلبه المبتلة.

تُستخدم وصلات الجرّ لجرّ المقطورات الملحقة بالمركبات، وتختلف هذه المقطورات من حيث حجمها أو شكلها أو الغرض المصممة من أجله، وكذلك تختلف وصلات الجرّ في تصاميمها وأشكالها، إلا أنّ وظيفتها تبقى واحدة.

تأمل الشكل (٣-٦٩) الذي يبين المسقطين الأمامي والأفقي لإحدى أنواع وصلات الجرّ، ثم:

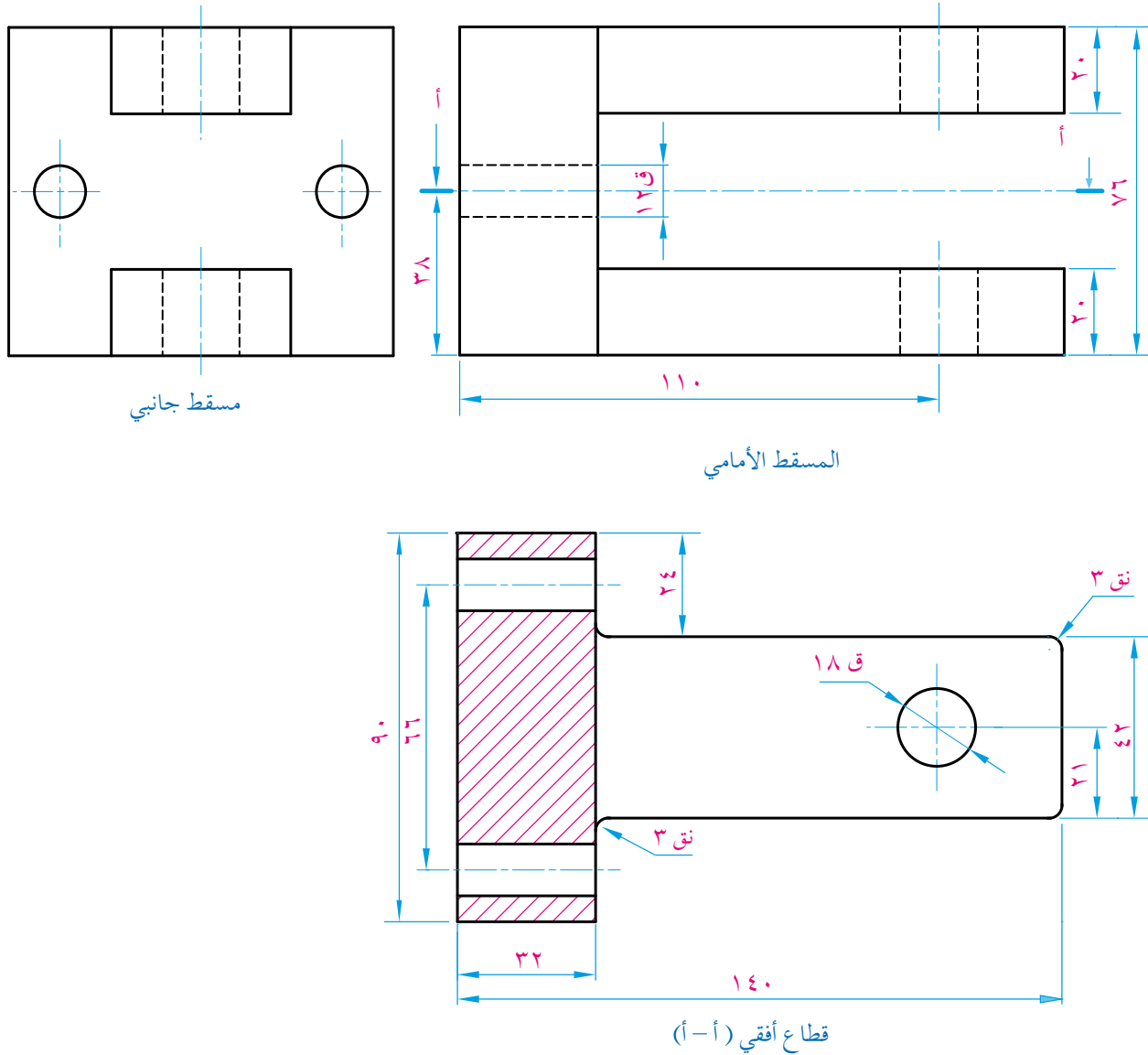
■ ارسم القطاع الأفقي عند مستوى القطع (أ - أ).

■ استنتج المسقط الجانبي.



الشكل (٣-٦٩): المسقط الأمامي والأفقي لوصلة الجرّ.

- ١- لرسم القطاع الأفقي نتخيل مرور مستوى القطع (أ - أ)، كما هو موضح في الشكل (٣-٦٩) في المستوى الأمامي، إذ يمرّ مستوى القطع في منطقتين، الأولى التي يبلغ عرضها (٣٢) مم، وهي مصمتة، وتحتوي ثقبين، قطر كلّ منهما (١٢) مم، ولذلك تهشّر باستثناء الثقبين، أمّا المنطقة الثانية فهي منطقة فراغ بين فكي الشوكة، وفي هذه الحالة لا تهشّر، كما هو معروف.
- ٢- لاستنتاج المسقط الجانبي عُدّ إلى الأسس التي درستها سابقاً.
- ٣- يرسم المسقطان الأمامي والجانبي والقطاع الأفقي لوصلة الجرّ كما في الشكل (٣-٧٠).



الشكل (٣-٧٠): المسقطان الأمامي والجانبي والقطاع الأفقي لوصلة الجرّ.

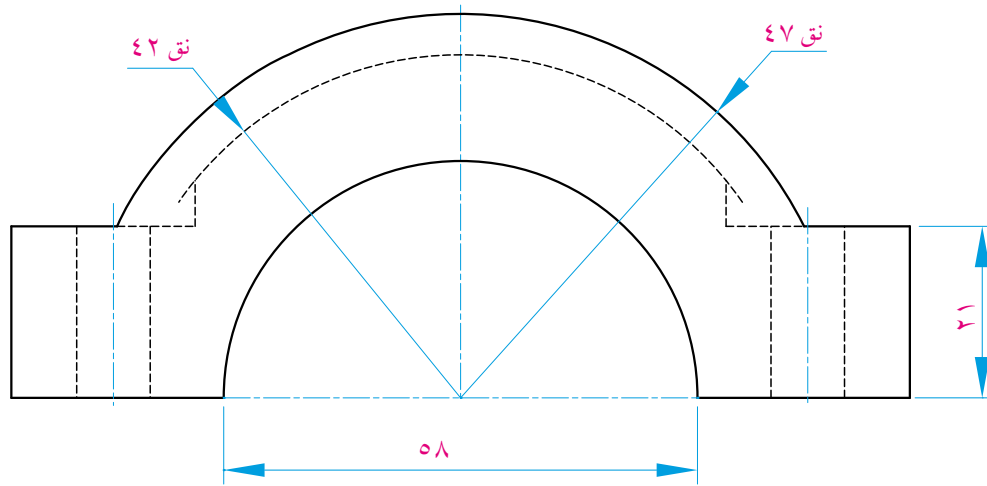
تمرين (١)

غطاء ذراع التوصيل (Connecting Rod Cap)

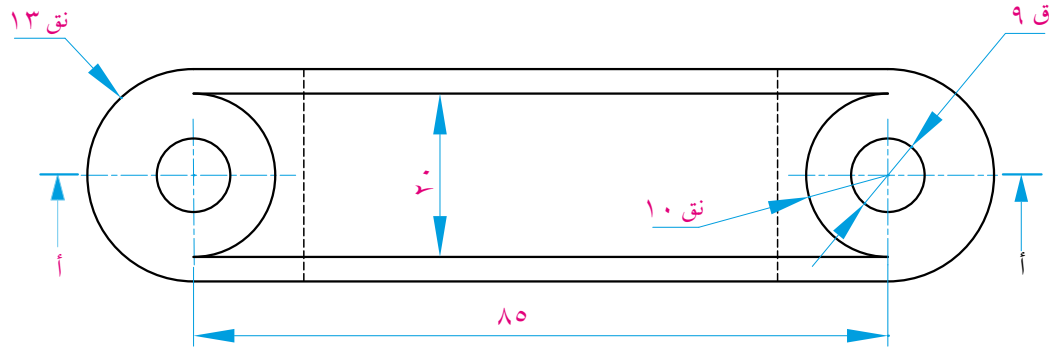
تأمل الشكل (٣-٧١) الذي يبين المسقطين الأمامي والأفقي لغطاء النهاية الكبرى لذراع التوصيل، ثم أجب عما يأتي:

■ ارسم قطاعاً أمامياً (أ - أ').

■ استنتج المسقط الجانبي.



المسقط الأمامي



المسقط الأفقي

الشكل (٣-٧١): المسقطان الأمامي والأفقي لغطاء ذراع التوصيل.

تمرين (٢)

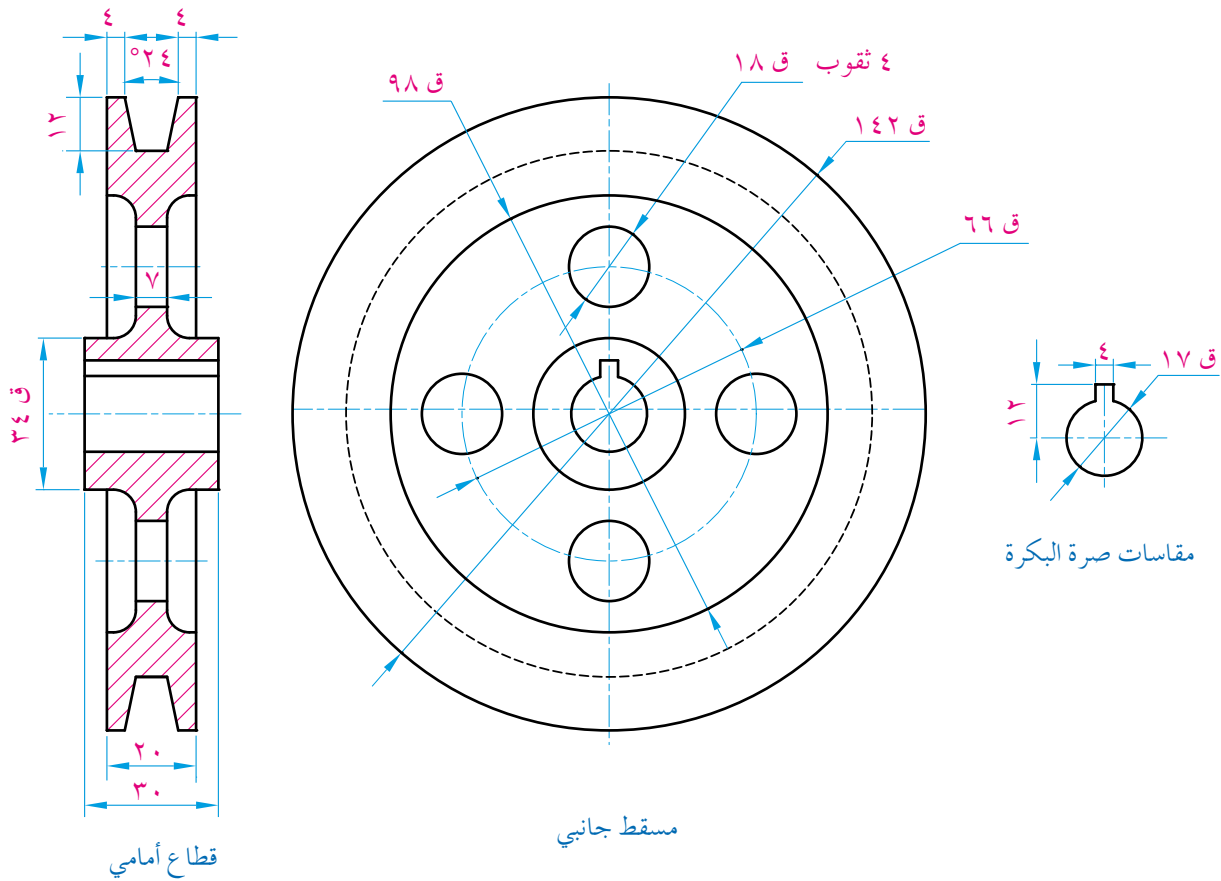
بكرة ذات مقطع على شكل حرف (V) (Vee-belt Pulley)

تستخدم في المحركات أنواع متعددة من البكرات، منها ما هو مركب على مقدمة عمود المرفق، ومنها ما يستعمل لتشغيل أجهزة أخرى، مثل مولد الكهرباء ومضخة الماء، وغير ذلك، وتختلف البكرات من حيث قياساتها، وتشكيله سطحها، والمكان المخصص لتركيبها، ونوع الحزام الذي يركب عليها.

تأمل الشكل (٣-٧٢) الذي يبين القطاع الأمامي والمسقط الجانبي لبكرة حزام على شكل حرف (V)، ثم ارسم ما يأتي:

■ نصف قطاع أمامي علوي.

■ مسقط جانبي.



الشكل (٣-٧٢): القطاع الأمامي والمسقط الجانبي لبكرة حزام على شكل حرف (V).

نشاط (٣-٤)

ابحث في مراجع الرسم الصناعي والهندسي في مكتبة مدرستك عن أنواع أخرى للبكرات التي تركب عليها سيور ذات سطح مستوٍ وأخرى ذات فرزات، ثم ارسم ما يأتي:

- المسقط الأمامي لهذه البكرات.
- قطاعها الأمامي عند محور التماثل.

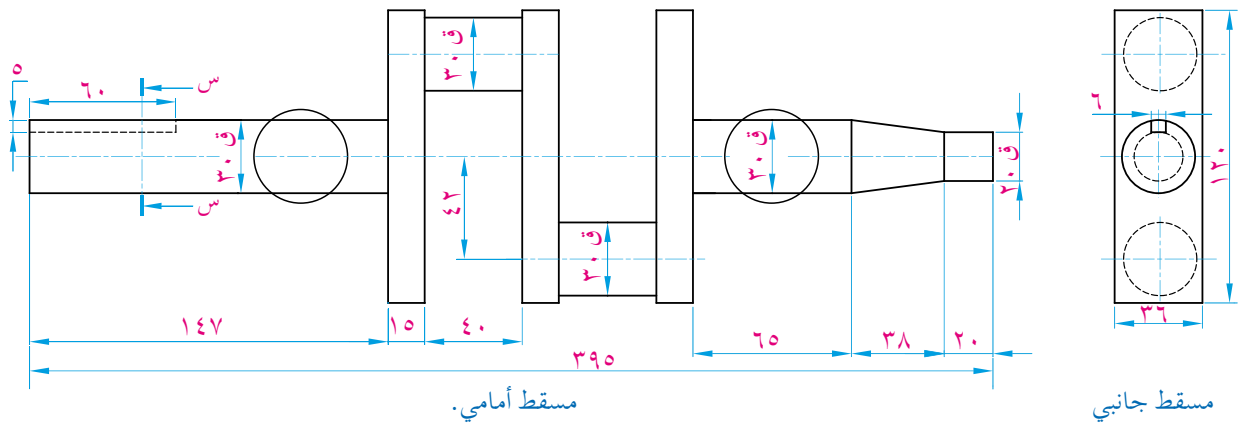
ملاحظة: لرسم المسقط الأمامي والقطاع الأمامي في النشاط السابق افترض أن الأشكال دائرية في وضع عمودي على مستوى أفقي لمسقط البكرة، كما في الشكل (٣-٧٢).

عمود مرفقي بسيط (Simple Crank Shaft)

تأمل الشكل (٧٣-٣) الذي يبين عموداً مرفقياً بسيطاً لمحرك ذي أسطوانتين، ثم أجب عما يأتي:

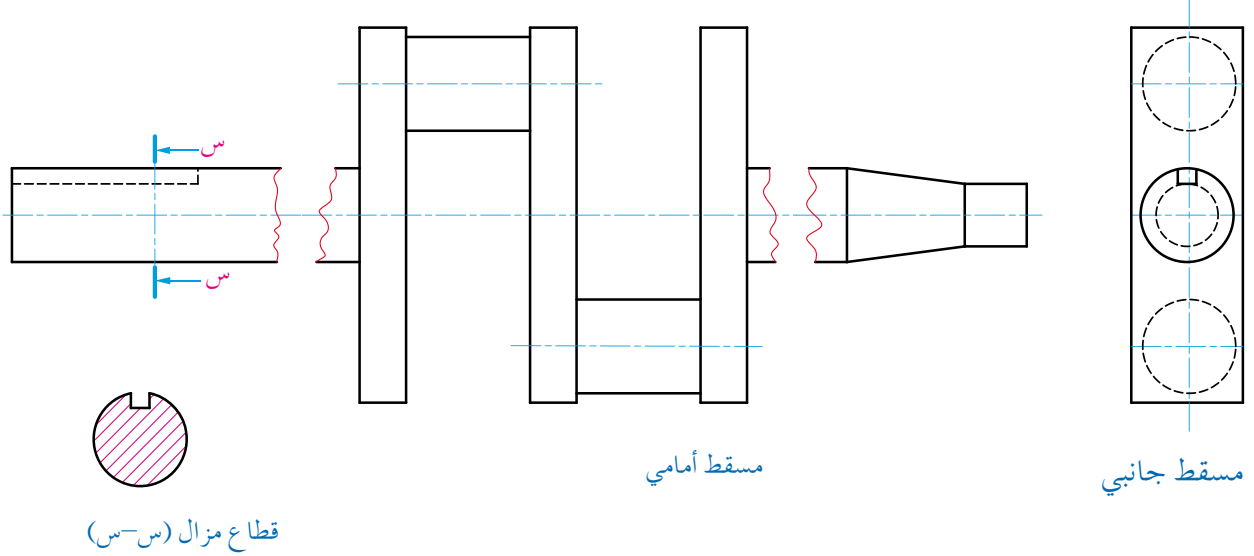
■ ارسم المسقط الأمامي بمقياس رسم (١ : ٢) مستخدماً خطي كسر لتقصير مسافة طول العمود في المناطق المشار إليها بالدوائر.

■ ارسم قطاعاً مزالاً (س - س).



الشكل (٧٣-٣): المسقطان الأمامي والجانبى لعمود مرفقي بسيط لمحرك ذي أسطوانتين.

- ١- نرسم المسقط الأمامي، كما هو، ونرسم خط كسر يدوياً لتقصير مسافة عمود المرفق الطولية، ومن منطقة تحديد خط الكسر المرسوم على الشكل الأمامي نقصر طول عمود المرفق بتحديد خطي الكسر على المنطقتين المشار إليهما بخط الكسر، كما هو مبين في الشكل (٣-٧٤).
- ٢- لرسم القطاع المزال نتبع مسار مستوى القطع المشار إليه (س - س) على المسقط الأمامي، فنجد أنه يقطع الجزء الذي قطره (٣٠) مم الذي يوجد به مجرى للخابور، ولذلك لا يهشّر هذا المجرى، أمّا بقية المساحة التي يمر منها مستوى القطع فتَهشّر.



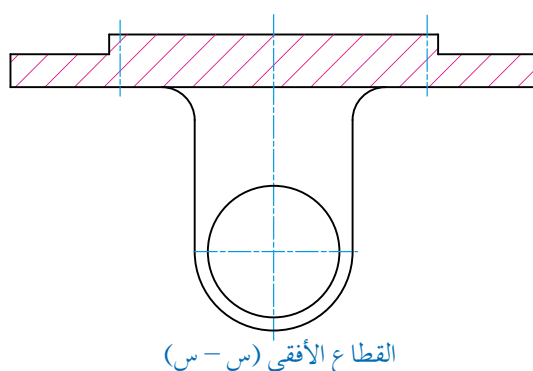
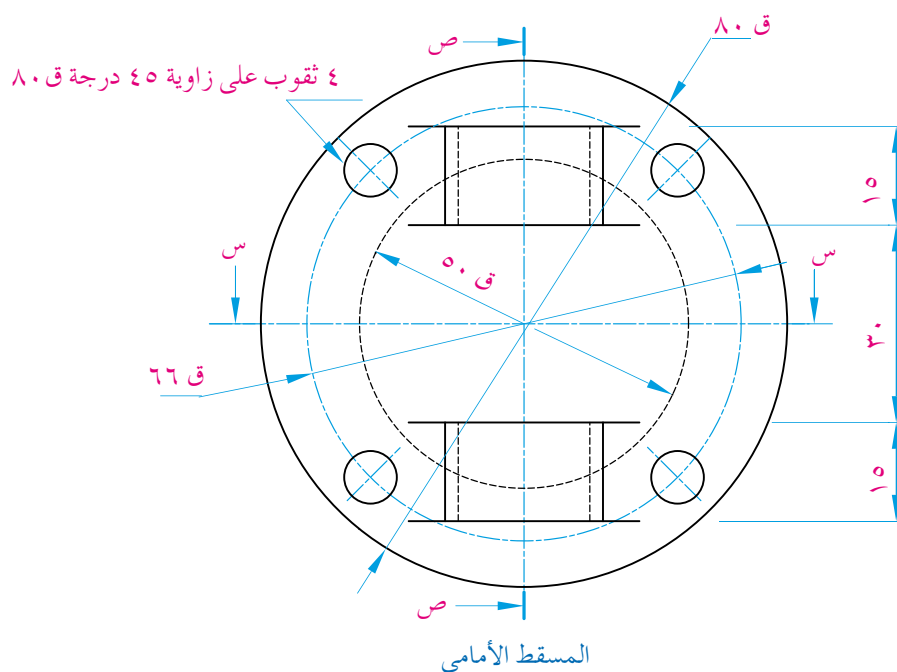
الشكل (٣-٧٤): المسقطان الأمامي والجانبي مع قطاع مزال وخطوط كسر.

تأمل الشكل (٣-٧٥) الذي يبيّن مسقطاً أمامياً ومسقطاً أفقيّاً لشوكة وصلة مفصلية تستخدم في أعمدة جرّ المركبات، ثم ارسم ما يأتي:

■ مسقط أمامي كامل. ■ قطاع جانبي (ص - ص). ■ قطاع أفقي (س - س).



- ١- ادرس المسقطين بتمعّن، ثم ارسـم المسقط الأمامي، حسب القياسات المعطاة.
- ٢- تخيّل المسقط الجانبي، واستنتجه حسب الأسس التي تعلمتها سابقاً.
- سوف ترى أنّ مستوى القطع (ص-ص) يقطع الشوكة من طرفها وجسمها، وكذلك فإنّ مرور مستوى القطع يظهر الخطوط المخفية، ويحدد مناطق التهشير.
- ٣- نلاحظ أنّ مستوى القطع (س-س) يقطع الشوكة، ويمرّ من طرفيها، ولذلك ظهرت الخطوط المخفية، وحدّدت مناطق التهشير، ونلاحظ الثقوب الأربعة الصغيرة التي يبلغ قطر كلّ منها (٨) مم قد اختفت من القطاع، لعدم مرور مستوى القطع فيها، وكذلك فإنّ مرور مستوى القطع بين طرفي الشوكة العلوي والسفلي مرّ من منطقة فراغ، ولذلك لا يهشّر، أمّا الجزء الذي مر به مستوى القطع فيهِشّر، وهو قاعدة الشوكة المفصلية الدائرية الشكل، كما هو مبين في الشكل (٣-٧٦).



■ يترك القطاع الجانبي
للطالب لاستنتاجه.

الشكل (٣-٧٦): مسقط أمامي وقطاع أفقي لشوكة وصلة مفصليّة.

ذراع التوصيل (Connecting Rod)

هي وصلة لها نهايتان مجوّفتان، نهاية صغرى وأخرى كبرى، وتتمثل وظيفتها في نقل الحركة من المكبس إلى عمود المرفق.

تأمل الشكل (٧٧-٣) الذي يبين مسقطاً أمامياً وجانبياً لذراع التوصيل، ثم ارسم بمقياس رسم ١:٢ ما يأتي:

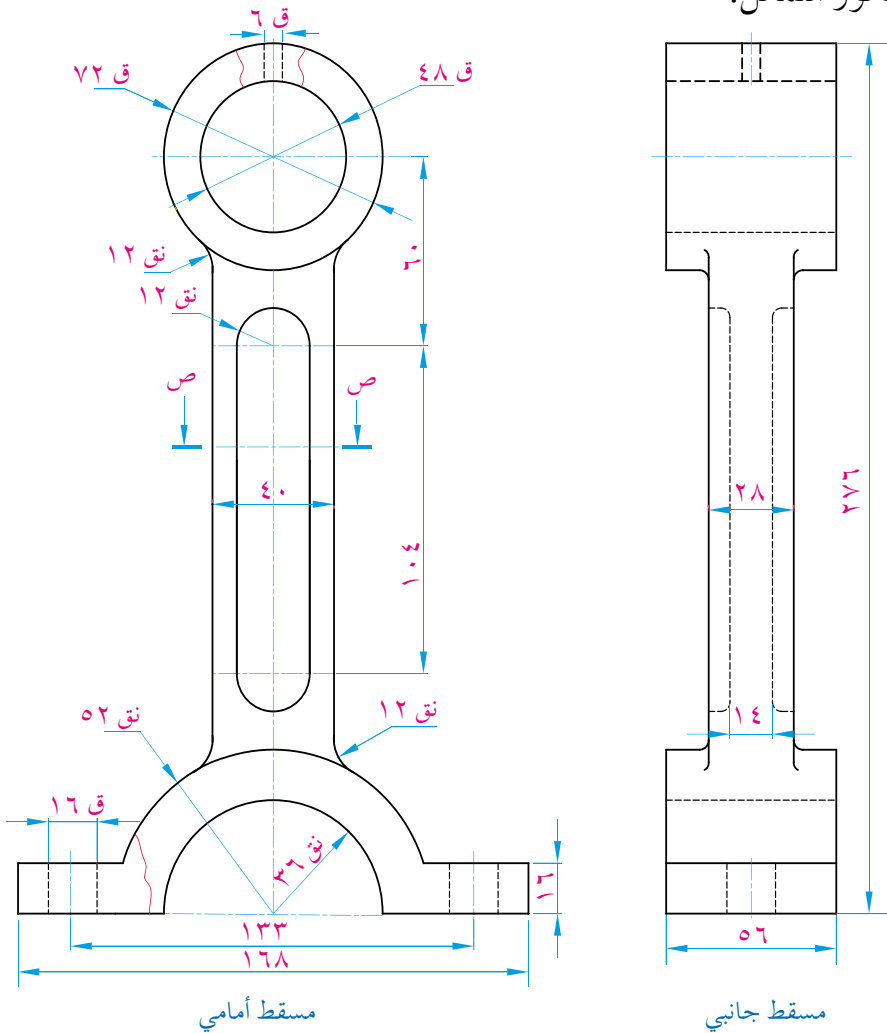
■ مسقط أمامي يتضمن:

أ - قطاعاً مداراً على مستوى القطع (ص-ص).

ب - قطاعاً جزئياً على المناطق المحددة بخط الكسر.

■ قطاع جانبي كامل عند محور التماثل.

■ مسقط أفقي.



الشكل (٧٧-٣): مسقط أمامي وجانبي لذراع توصيل.

نرسم المسقط الأمامي والقطاع الجانبي والجزئيات الأخرى كما في الشكل (٣-٧٨).
نلاحظ من الشكل الذي رُسم ما يأتي:

١- المسقط الأمامي وعليه القطاع المدار، وكذلك القطاع الجزئي على النهاية الصغرى للذراع حول ثقب التزيت، بالإضافة إلى القطاع الجزئي على الجهة اليسرى للنهاية الكبرى للذراع وقد ظهرت منطقة الثقب الذي قطره (١٦) مم.

٢- مستوى القطع الجانبي الكامل للذراع التوصيل عند محور التماثل، وأن المناطق التي مرّ منها قد هُشّرت باستثناء ما يأتي:

أ - ثقب التزيت للذراع توصيل.

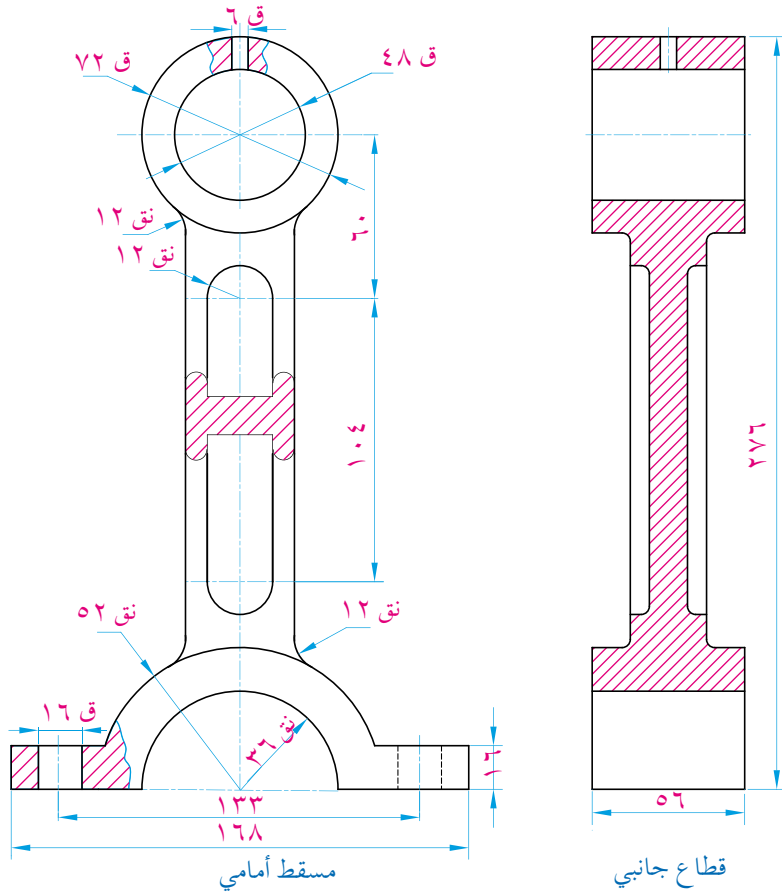
ب - الثقب ذو القطر (٤٨) مم للنهاية الصغرى.

ج - الفراغ الجانبي (التجويف) على جانبي ذراع التوصيل.

د - النصف الدائري للنهاية الكبرى للذراع التوصيل.

٣- هناك منطقة عصب في المسقط الأمامي، حدّها.

٤- ارسم المسقط الأفقي للذراع.



الشكل (٣-٧٨): مسقط أمامي يحتوي قطاعين جزئيين وقطاعاً مداراً وقطاعاً جانبياً.

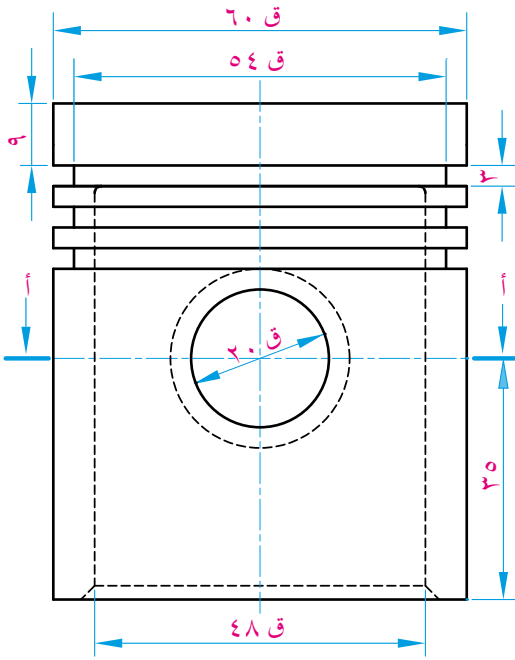
المكبس (Piston)

هو الجزء الذي يقع عليه ضغط الغازات الناتجة من الاحتراق ليتحرك داخل الأسطوانة حركة ترددية مستقيمة، ويختلف تصاميم المكابس باختلاف تصاميم المحركات من حيث السعة، والحجم، ونوع الوقود، والغرض من استخدامات المحرك.

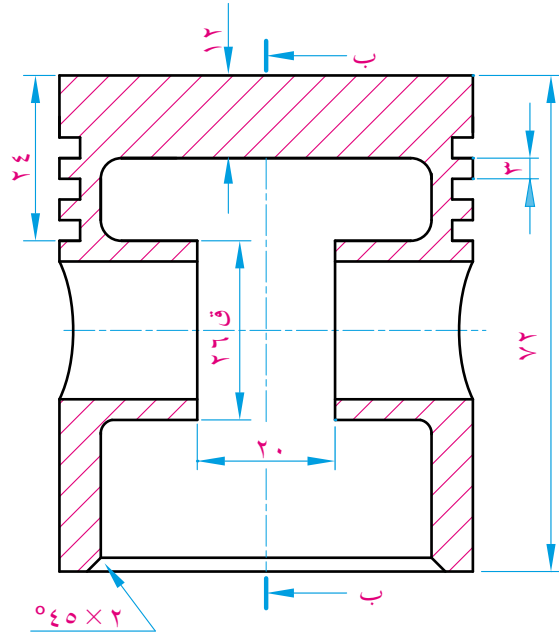
تأمل الشكل (٧٩-٣) الذي يبين مسقطاً أمامياً وقطاعاً جانبياً لمكبس المحرك، ثم ارسم ما يأتي:

■ قطاع أمامي (ب - ب).

■ نصف قطاع جانبي أيمن عند محور التماثل.



مسقط أمامي

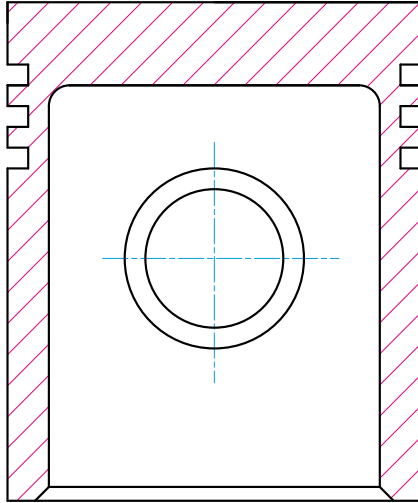


قطاع جانبي

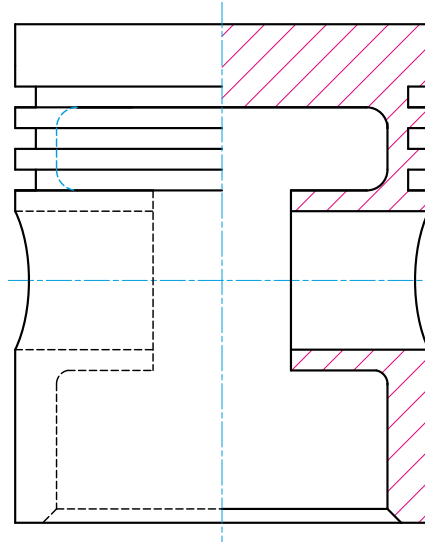
الشكل (٧٩-٣): مسقط أمامي وقطاع جانبي للمكبس.

يبين الشكل (٨٠-٣) قطاعاً أمامياً ونصف قطاع جانبي للمكبس، إذ مرّ مستوى القطع من طرف المكبس إلى الطرف الآخر، فظهرت الخطوط المخفية وأصبحت متصلة، أمّا التجويف الداخلي والثقوب فإنها فراع، ولذلك لا تهشّر. أمّا القطاع الجانبي فقد حوّل نصفه الأيسر إلى مسقط، وحوّلت الخطوط المتصلة إلى خطوط متقطعة؛ لأنها أصبحت غير مرئية، وأظهرت خطوط حلقات المكبس؛ لأنها أصبحت مرئية بعد تحويل نصف القطاع إلى مسقط. ■ استنتج القطاع الأفقي للمكبس (أ - أ).

ملاحظة: أنصاف الأقطار التي لم تذكر قيمها يكون نصف قطرها (نق) ٣ مم.



قطاع أمامي (ب - ب)

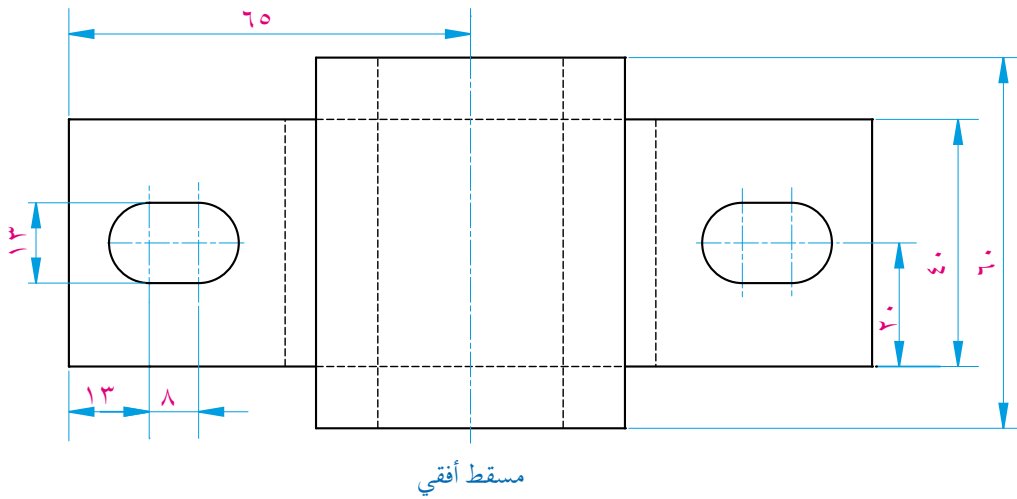
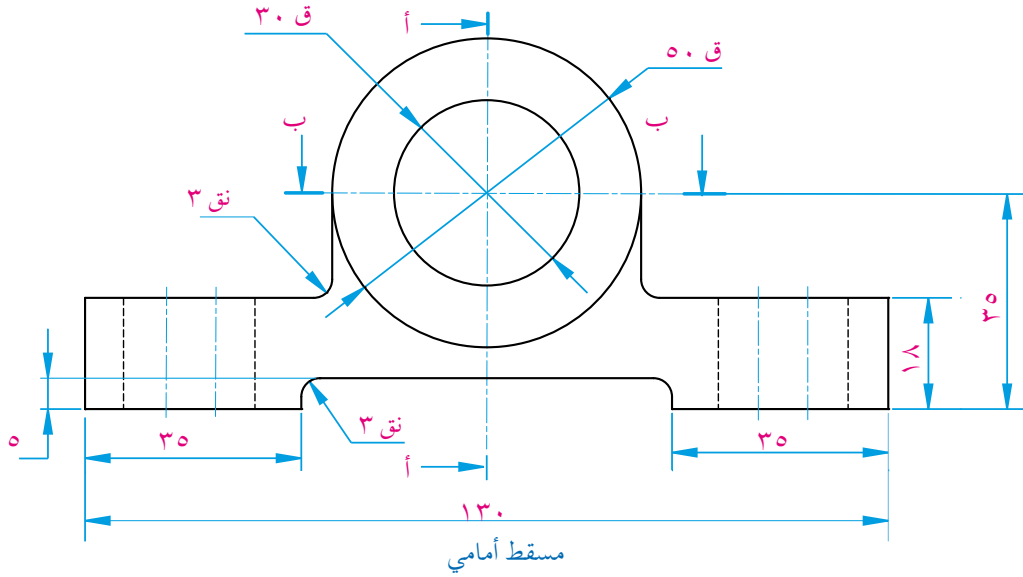


نصف قطاع جانبي أيمن

الشكل (٨٠-٣): قطاع أمامي ونصف قطاع جانبي أيمن للمكبس.

كرسي محور (محمل) (Bearing Bracket)

تأمل الشكل (٨١-٣) الذي يبين كرسي محور يدور بداخله عمود إدارة، ثم ارسم ما يأتي:
 ■ المسقط الأمامي المعطى.
 ■ قطاع أفقي (ب - ب).
 استنتج القطاع الجانبي باتجاه (أ - أ).



الشكل (٨١-٣): مسقط أمامي وأفقي لكرسي محور.

نشاط (٥-٣)

عمود الإدارة (Propeller Shaft)

ينقل عمود الإدارة الحركة من صندوق التروس إلى مجموعة النقل النهائي (التروس التفاضلية)، ويمكن أن يكون قطعة واحدة أو أكثر، وتستخدم مجموعة دعم وارتكاز في منتصف العمود تقريباً عندما يكون طويلاً.

تأمل الشكل (٨٣-٣) الذي يبين المسطتين الأمامي والأفقي لعمود نقل حركة، ثم ارسم ما يأتي:

■ المسقط الأمامي وعليه قطاع جزئي في المنطقة المحددة.

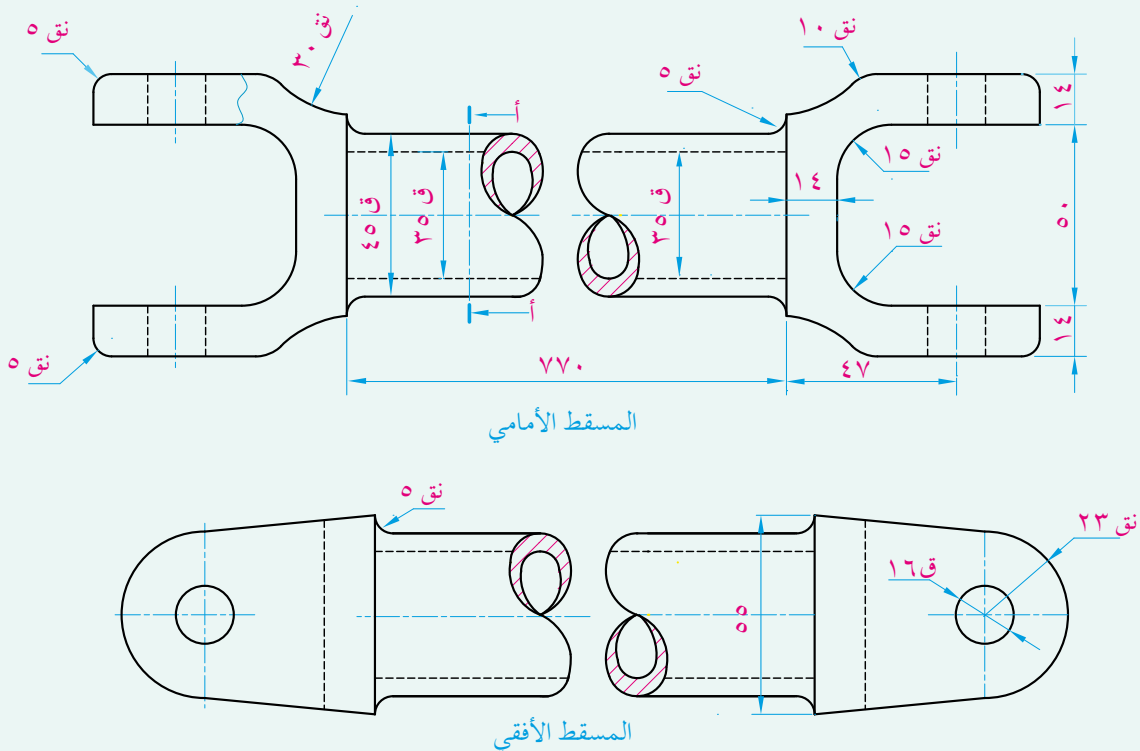
■ قطاع مزال (أ - أ).

■ مسقط أفقي كامل.

وينبغي مراعاة ما يأتي:

- رسم الكسر الاصطلاحي لتقصير طول العمود.

- الأبعاد جميعها بالمليمترات.



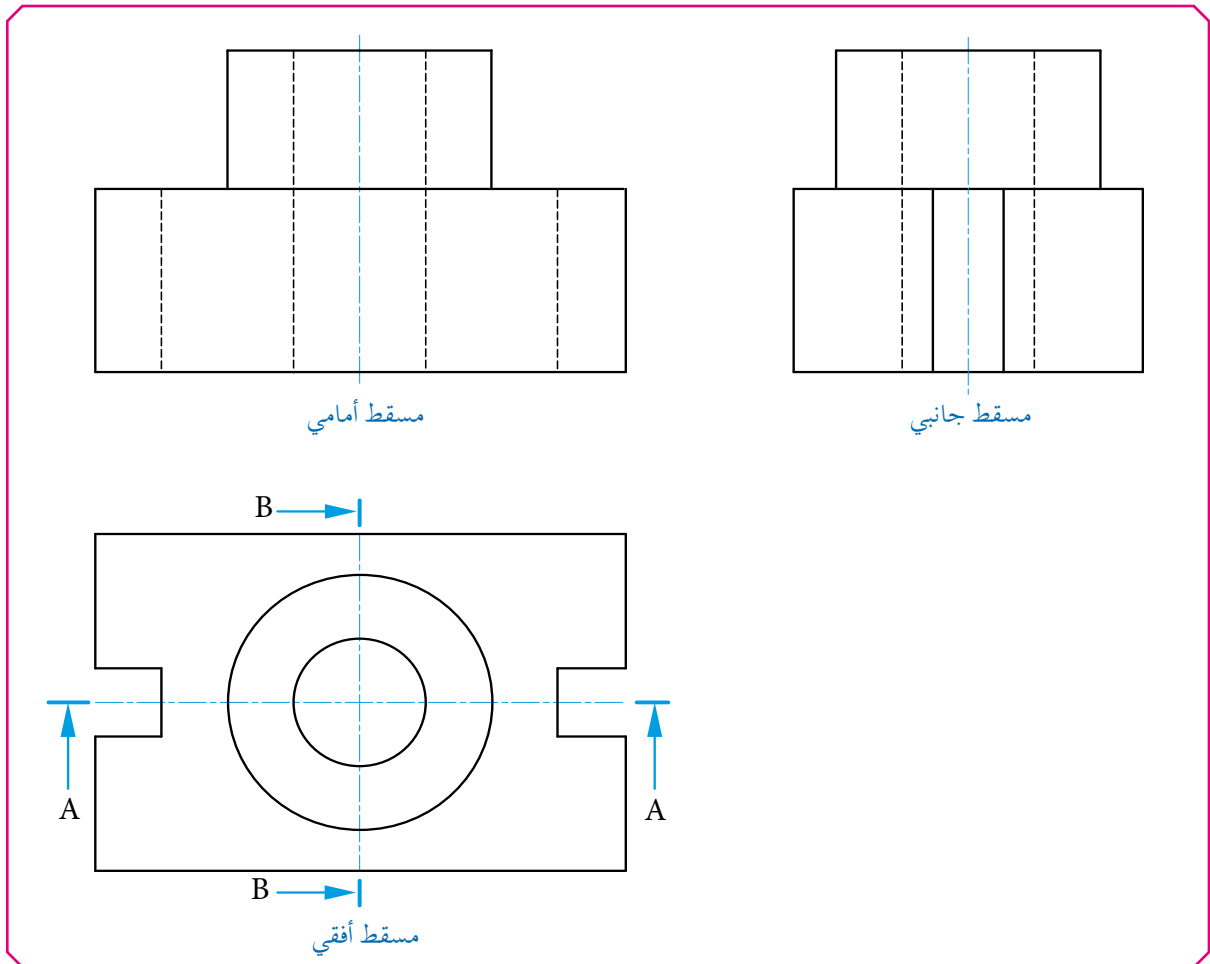
الشكل (٨٣-٣): مسقط أمامي وأفقي لعمود نقل الحركة.

رسم المساقط في حالة القطاعات باستخدام برنامج (CAD)

سابعًا

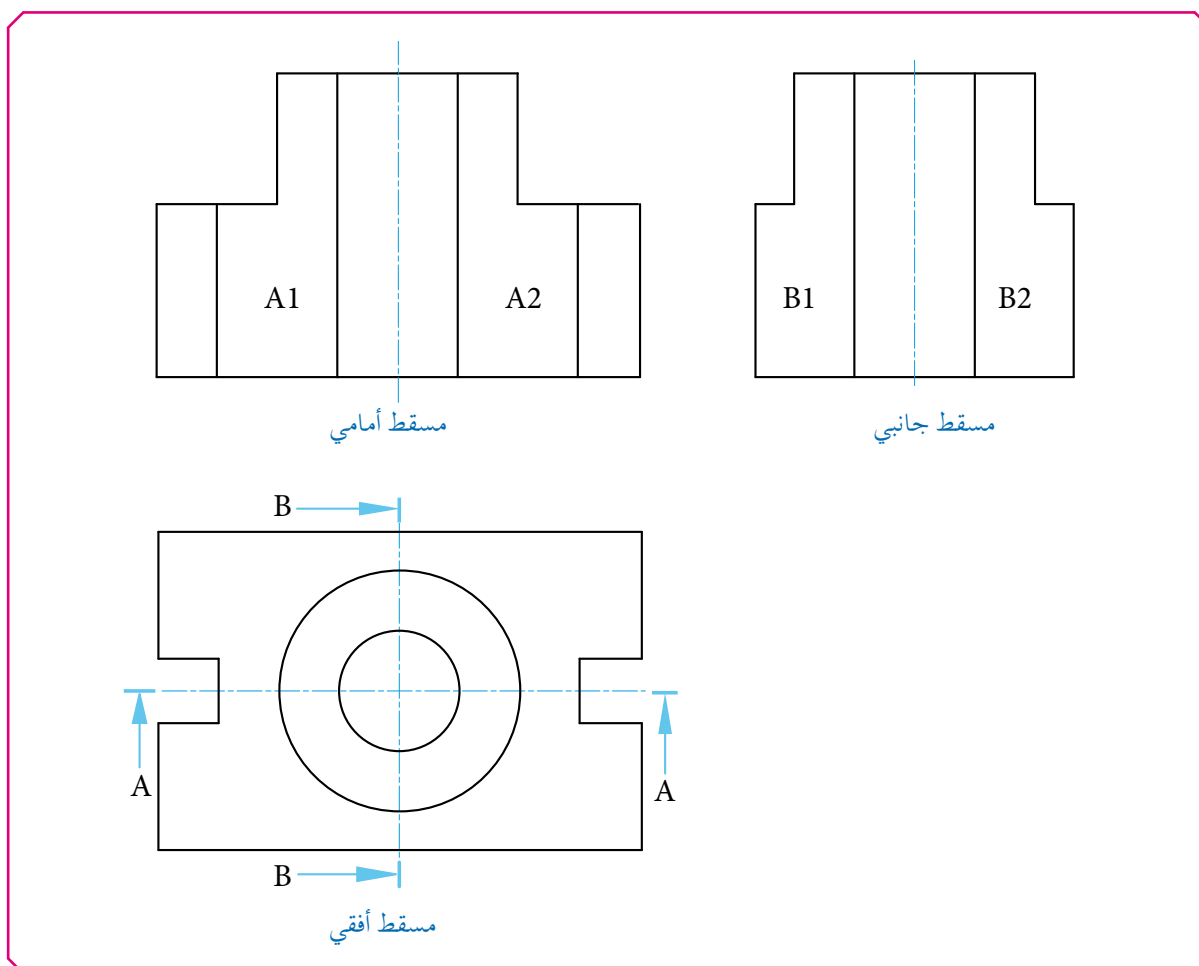
تعلمت في المستويين الأول والثاني أوامر الرسم الهندسي (CAD) لرسم المساقط والأشكال الهندسية، ويمكن رسم القطاعات وتوضيح الأشكال الداخلية للأجسام باستخدام برنامج الأتوكاد، وستتعلم في هذا المستوى استخدام أوامر القطاعات والتهشير في حال رسم القطاعات للمساقط.

تأمل الشكل (٣-٨٤) الذي يبين المساقط الثلاثة لجسم هندسي، ثم ارسم قطاعًا أماميًا وقطاعًا جانبيًا اعتمادًا على محاور مستوى القطع المبين على المسقط الأفقي، باستخدام برنامج الرسم الهندسي.



الشكل (٣-٨٤): المساقط الثلاثة لجسم هندسي.

تُرسَم المساقط في حالة القطع بحيث تُظهر الأجزاء المخفية، ونلاحظ أنه بعد القطع تحول الخطوط المتقطعة إلى خطوط متصلة كما هو مبين في الشكل (٣-٨٥).



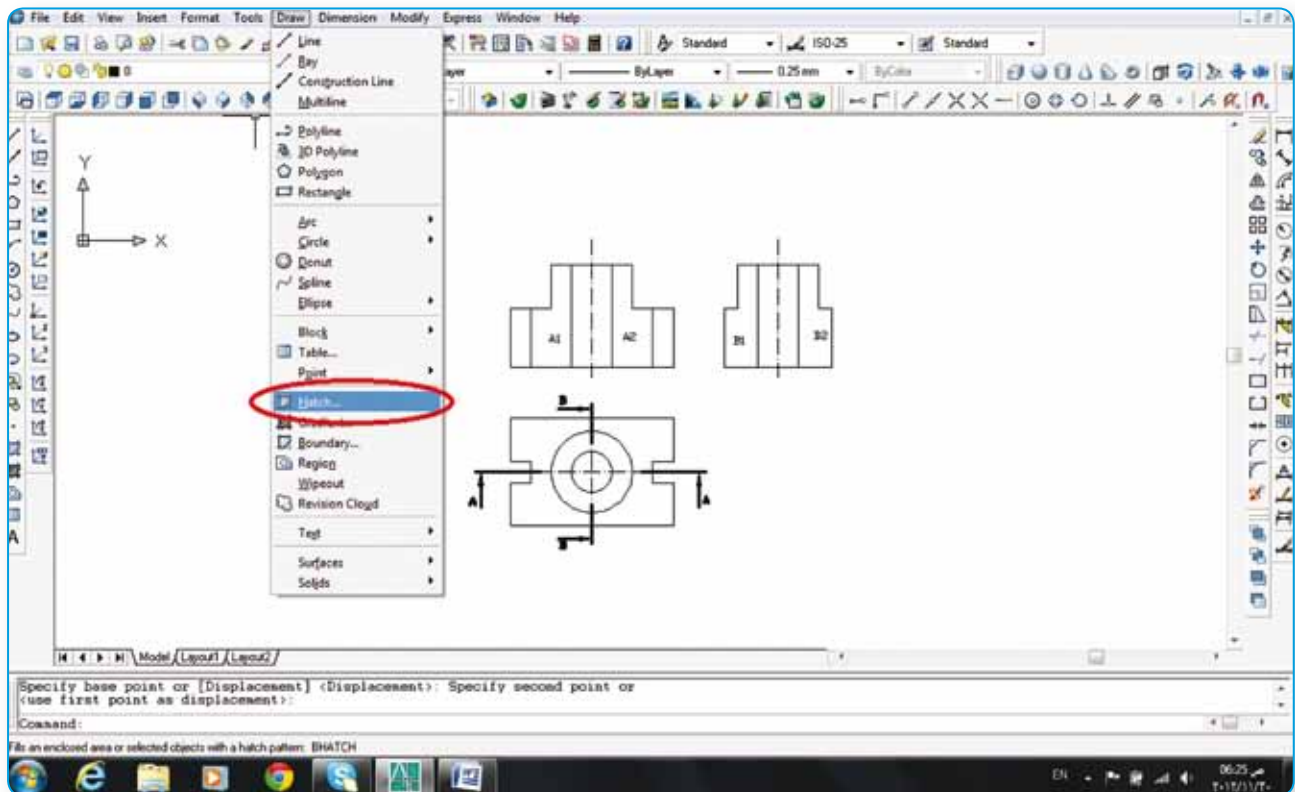
الشكل (٣-٨٥): تحويل المسططين الأمامي والجانبي لقطع.

عند مرور مستوى القطع (A - A) ومستوى القطع (B - B)، كما هو مبين في الشكل (٣-٨٥) تظهر الخطوط المخفية، إذ تتحول إلى خطوط متصلة، ولا يجوز أن يقطع خط متصل منطقة التهشير، بل يجب مسح ذلك الخط بحيث تصبح مساحات التهشير هي (A1، A2، B1، B2)، كما هو مبين في الشكل (٣-٨٥).

نلاحظ مناطق القطع في المسطط الأمامي هي (A1، A2) ومناطق القطع في المسطط الجانبي (B1، B2)، ويجب أن نتأكد من أن منطقة القطع التي ستهشّر مغلقة.

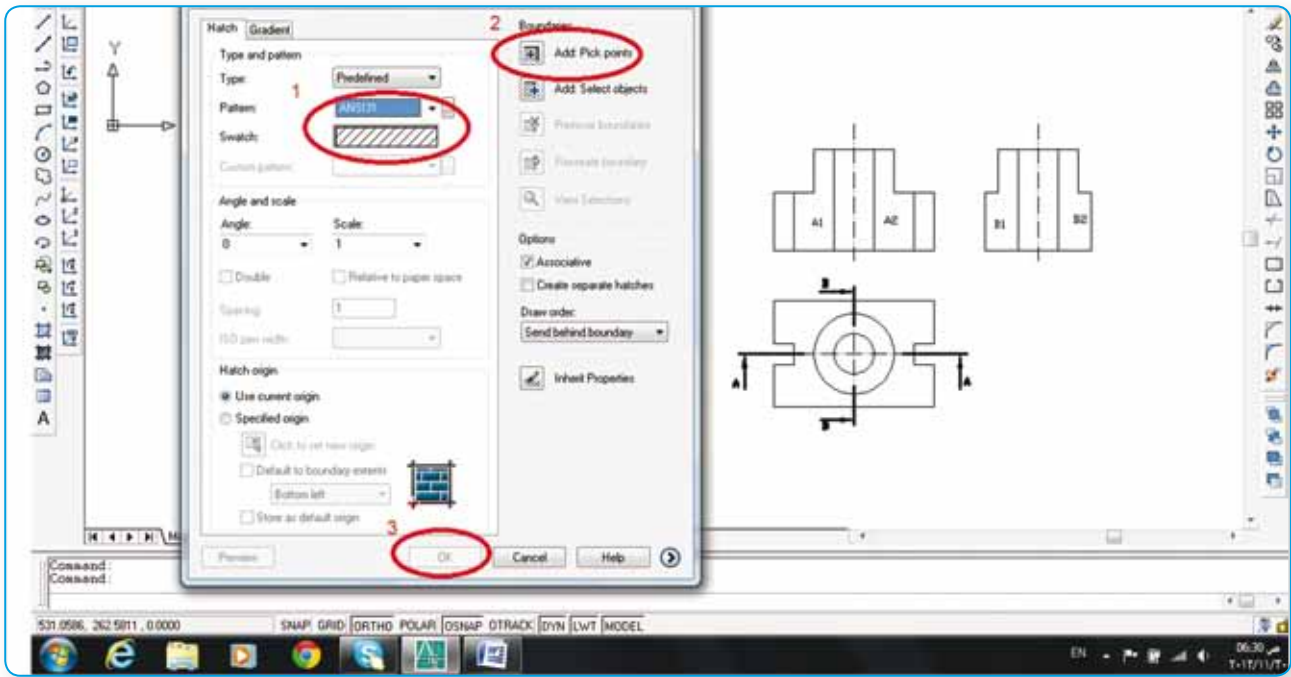
خطوات الرسم

- ١- افتح برمجية الأتوكاد.
- ٢- ارسـم المساقط الثلاثة للجسم الهندسي، كما تعلمت سابقاً.
- ٣- حوّل الخطوط المخفية إلى خطوط متصلة، وامسح الخطوط التي تقطع منطقة التهشير، كما هو مبين في الشكل (٨٦-٣).
- ٤- من قائمة (Draw) نقر على الأمر (Hatch)، كما هو مبين في الشكل (٨٦-٣).



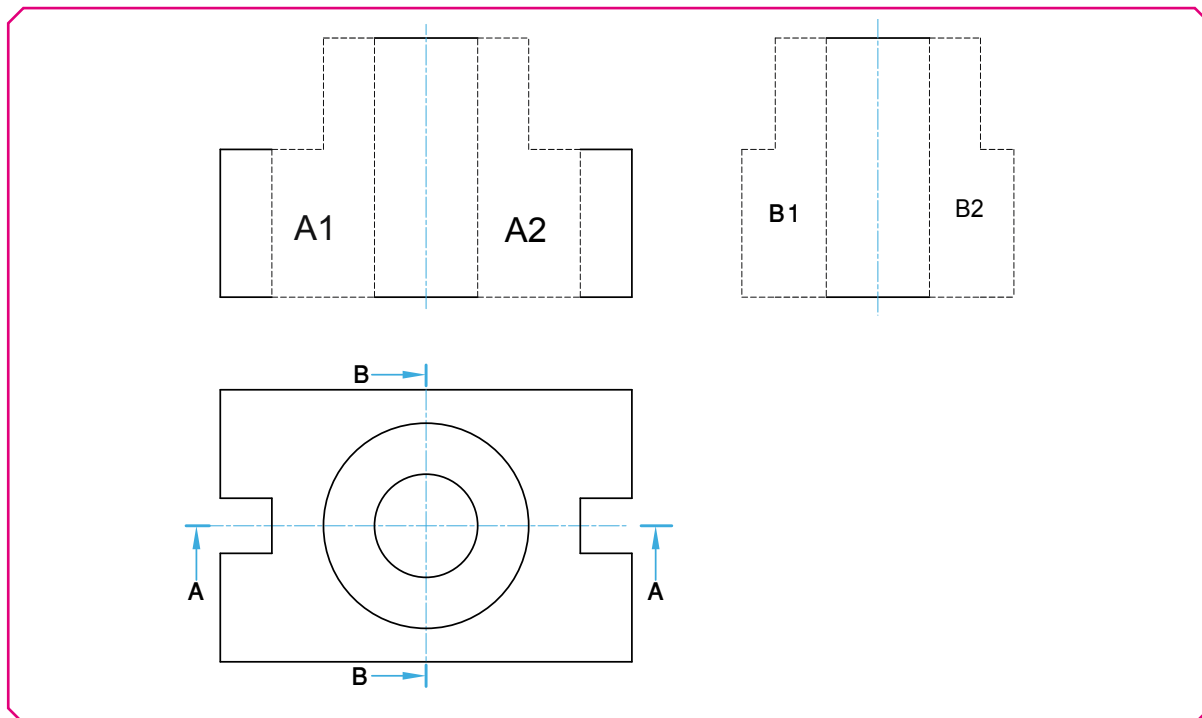
الشكل (٨٦-٣): إظهار أمر التهشير (Hatch) على شاشة الأتوكاد.

- بعد النقر على الأمر (Hatch) تظهر الشاشة المبينة في الشكل (٨٧-٣)، التي تحوي خصائص متعلقة بأمر التهشير، مثل: نوع التهشير، وزاويته، ولون خطّه، ومقياس الرسم، وبعد اختيارنا للمتغيرات السابقة التي تناسب رسمتنا نحدد منطقة التهشير.
- ٥- نضغط على (Add: Pick point) من شاشة الأمر (Hatch)، فعندئذٍ تختفي هذه الشاشة، ويتحول المؤشر (Crosshairs) إلى (+).



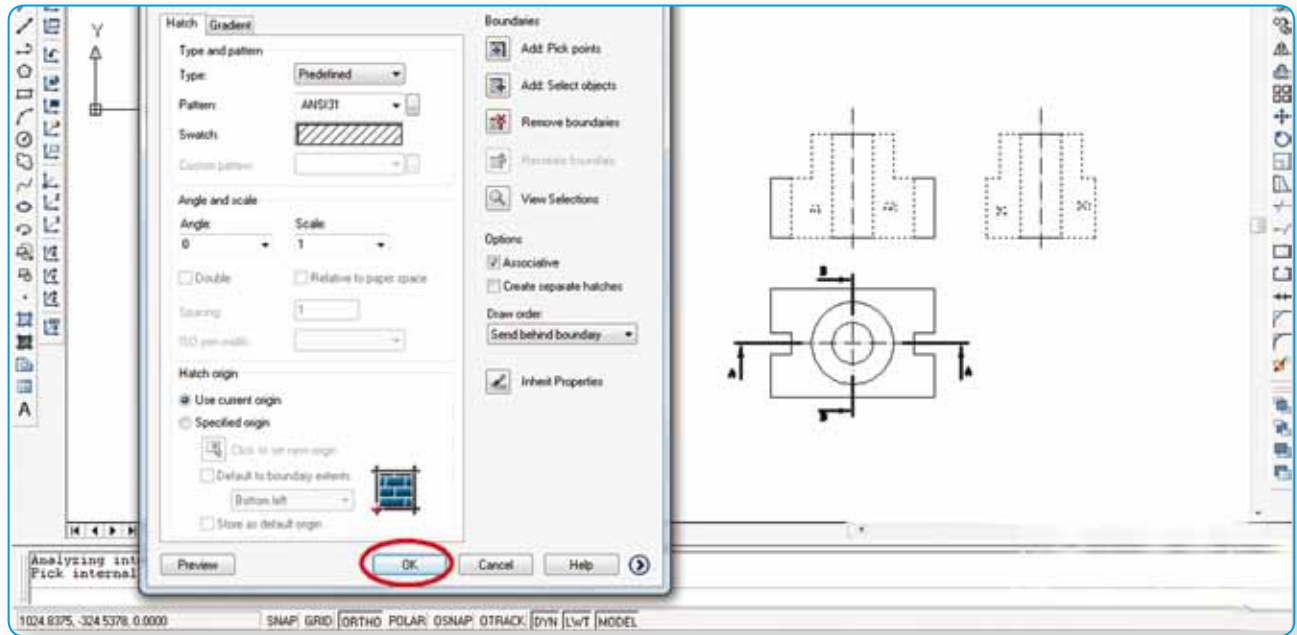
الشكل (٣-٨٧): أمر التهشير (Hatch) على شاشة الأتوكاد.

٦- نذهب إلى مناطق القطع، وننقر (Click) داخل حيز القطع، فتظهر المساحات المراد تهشيرها، وقد تحوّلت الخطوط حول هذه المساحات إلى خطوط متقطعة رفيعة، كما في الشكل (٣-٨٨).



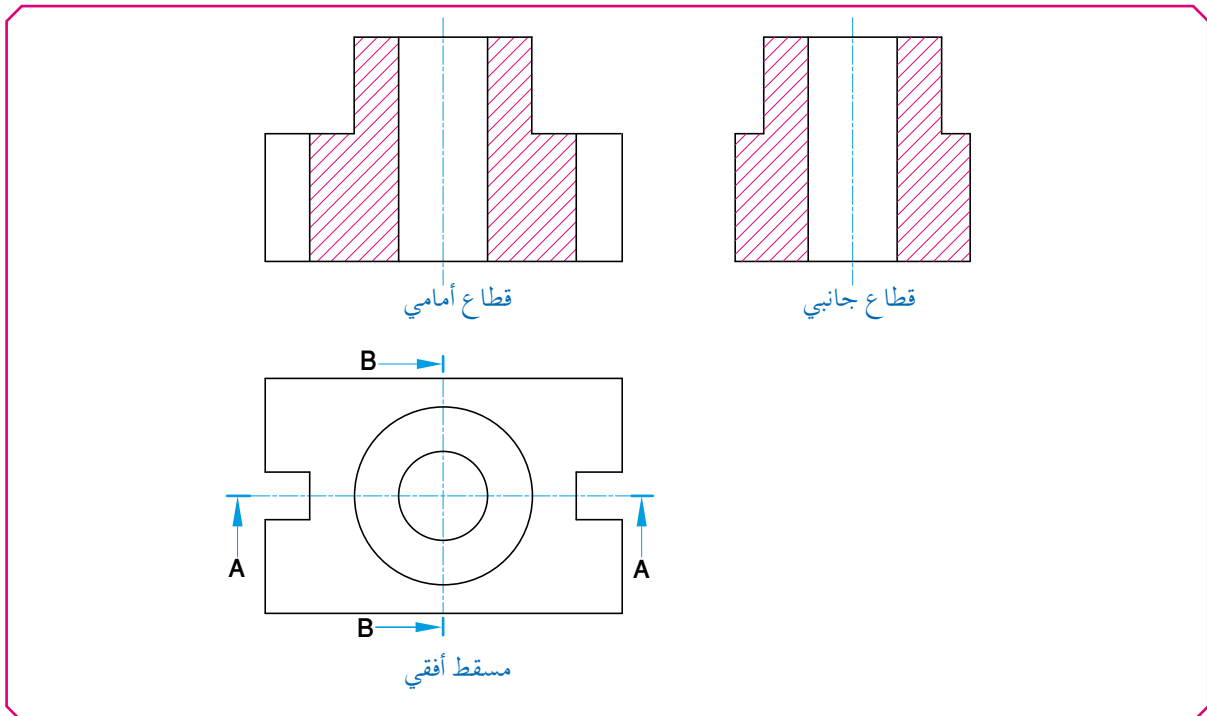
الشكل (٣-٨٨): المساحات المراد تهشيرها محاطة بخطوط متقطعة.

٧- بعد النقر في مناطق التهشير ننقر على الجانب الأيمن، (Right Click) ثم تضغط على (Enter) فتظهر الشاشة (Hatch) المبينة في الشكل (٣-٨٩).



الشكل (٣-٨٩): ظهور شاشة أمر التهشير (Hatch) على شاشة الأتوكاد.

٨- ننقر على زر موافق (Ok) كما في الشكل (٣-٨٩) فتظهر قطاعات المساقط، كما هو في الشكل (٣-٩٠) ثم اكتب اسمي القطاعين والمسقط أسفل كل منها كما في الشكل.



الشكل (٣-٩٠): قطاع أمامي وجانبي بعد إنهاء أمر التهشير.

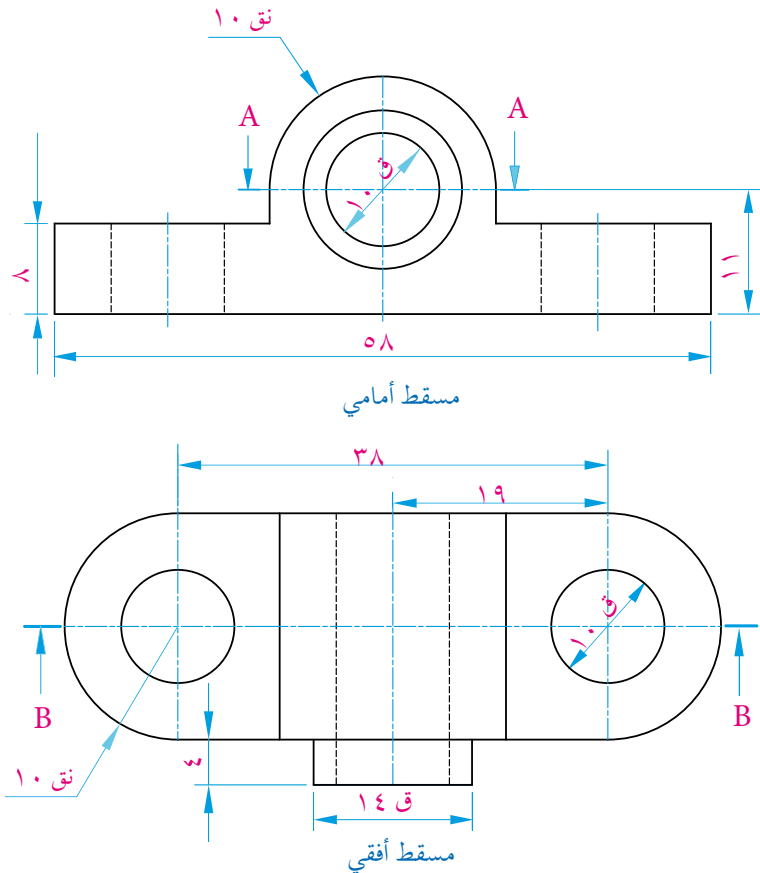
- ١- يمكن التحكم في مقياس الرسم (Scale) لمساحات التهشير تكبيرًا أو تصغيرًا، حسب المساحات المراد تهشيرها من شاشة أمر التهشير (Hatch).
- ٢- يمكن تغيير زاوية التهشير لمساحات التهشير من شاشة أمر التهشير (Hatch من Angle).
- ٣- يمكن تهشير مساحات القطاعات جميعها للمساقط في آنٍ واحد أو تهشير كل مساحة قطع وحدها، كما تراه مناسبًا، أو حسب طبيعة المناطق المراد تهشيرها.

٢١-٣

مثال

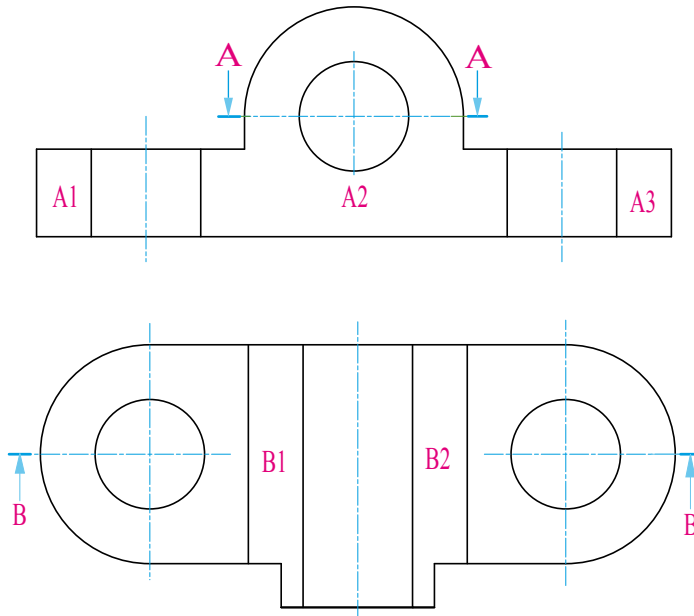
تأمل الشكل (٩١-٣) الذي يبين المسقطين الأمامي والأفقي لمحمل عمود محور، ثم ارسم ما يأتي مستخدمًا برمجة الأتوكاد.

■ قطاع أمامي (B - B). ■ قطاع أفقي (A - A).



الشكل (٩١-٣): المسقطان الأمامي والأفقي لمحمل عمود محور.

- ١- نفتح برمجية الأتوكاد.
- ٢- نرسم المسقطين الأمامي والأفقي، كما هو مرسوم في الشكل (٣-٩١).
- ٣- لرسم القطاع الأمامي نتخيل مرور مستوى القطع (B - B) على المسقط الأفقي.
- ٤- تصبح الخطوط المخفية ظاهرة ومتصلة بعد مرور مستوى القطع؛ كما هو مبين في الشكل (٣-٩٢).
- ٥- نلاحظ أن مناطق القطع في المسقط الأمامي هي (A1، A2، A3)، وهي مساحات تهشّر، أمّا الثقب فلا تهشّر.

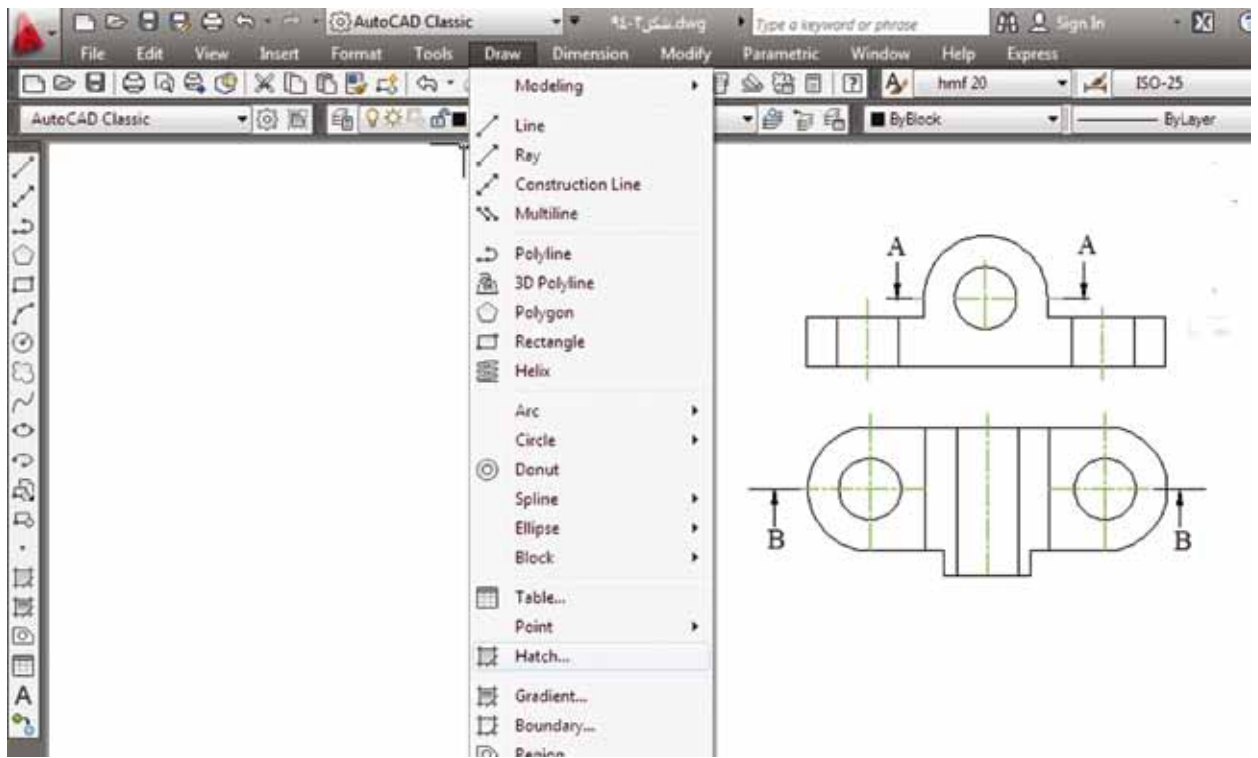


الشكل (٣-٩٢): محمل عمود محور.

عند مرور مستوى القطع (A - A) على المسقط الأمامي، نلاحظ ظهور الخطوط المخفية للأسطوانة الداخلية وتصبح متصلة، كما في الشكل (٣-٩٢) على المسقط الأفقي، أمّا مناطق القطع فهي (B1، B2)، وهي التي تهشّر، أمّا القاعدة السفلى لحامل المحور فلا تهشّر؛ لأنّ مستوى القطع لا يمرّ خلالها، ويجب أن

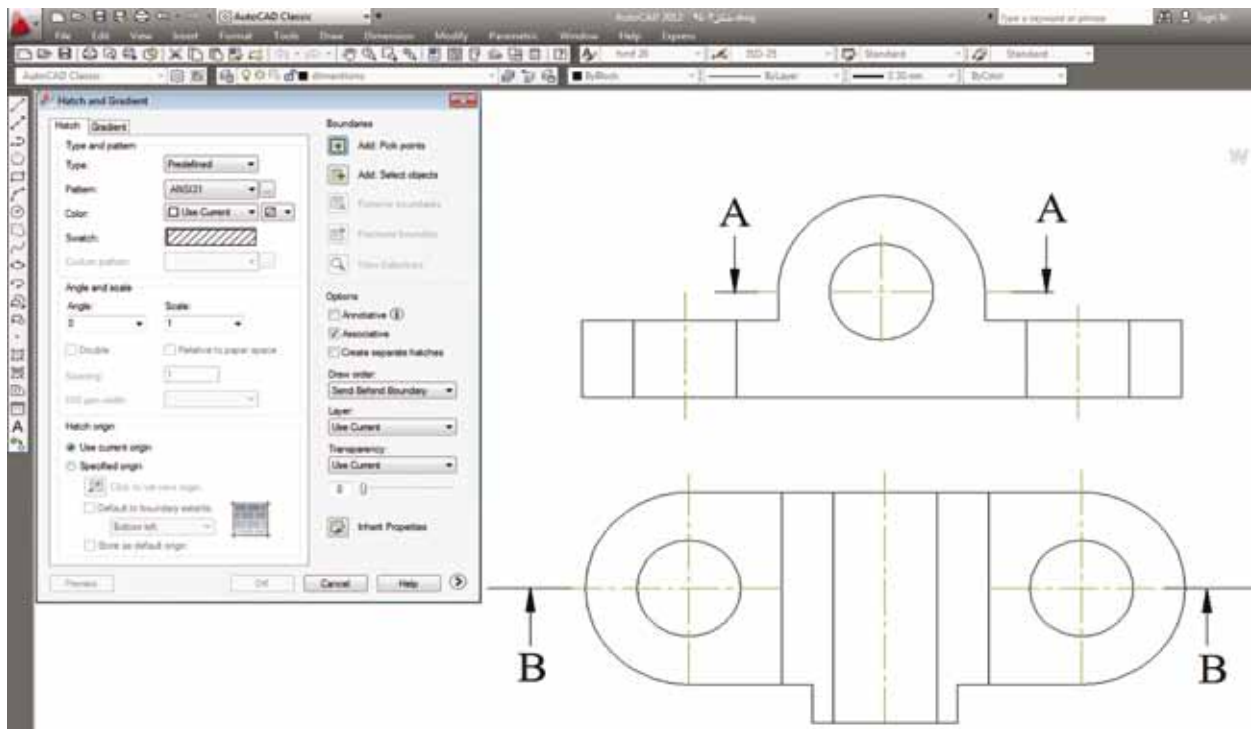
تتأكد من أن منطقة القطع المراد تهشيرها مغلقة تمامًا.

- ٦- بعد أن حددنا المساحات التي تهشّر نستخدم أمر التهشير (Hatch).
- ٧- من قائمة (Draw) نقر على الأمر (Hatch)، كما هو مبين في الشكل (٣-٩٣).



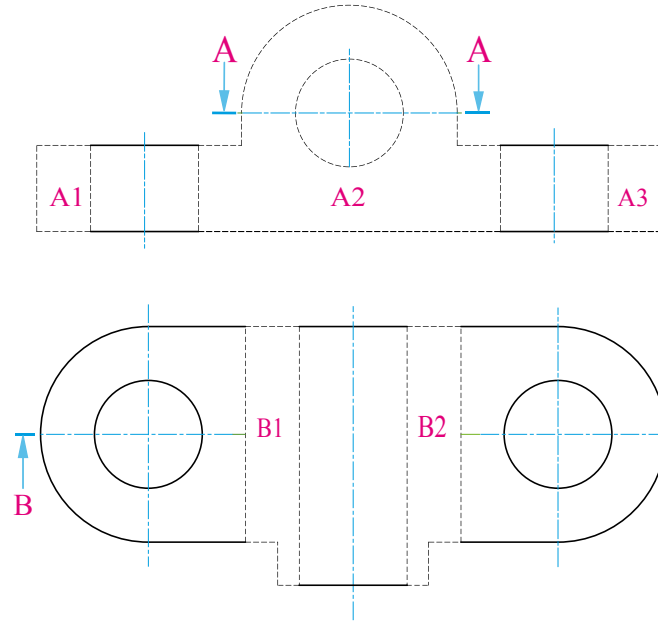
الشكل (٣-٩٣): إظهار أمر التهشير (Hatch) على شاشة الأتوكاد.

٨- نضغط على (Add: Pick point) من شاشة الأمر (Hatch and Gradient) الظاهرة في الشكل (٣-٩٤)، فعندئذ تختفي هذه الشاشة ويتحول المؤشر Crosshairs إلى + .



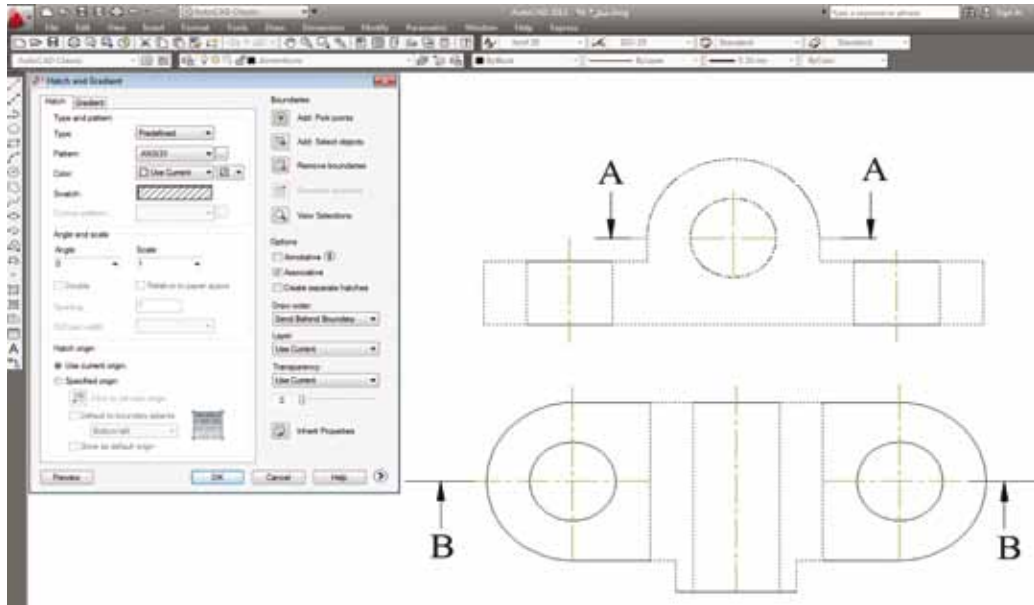
الشكل (٣-٩٤): إظهار شاشة التهشير (Hatch) على شاشة الأتوكاد.

٩ - نذهب إلى مناطق القطع، وننقر داخل حيّز القطع، فتظهر المساحات المراد تهشيرها، إذ تتحول الخطوط حول هذه المساحات إلى خطوط متقطعة رفيعة، كما في الشكل (٣-٩٥).



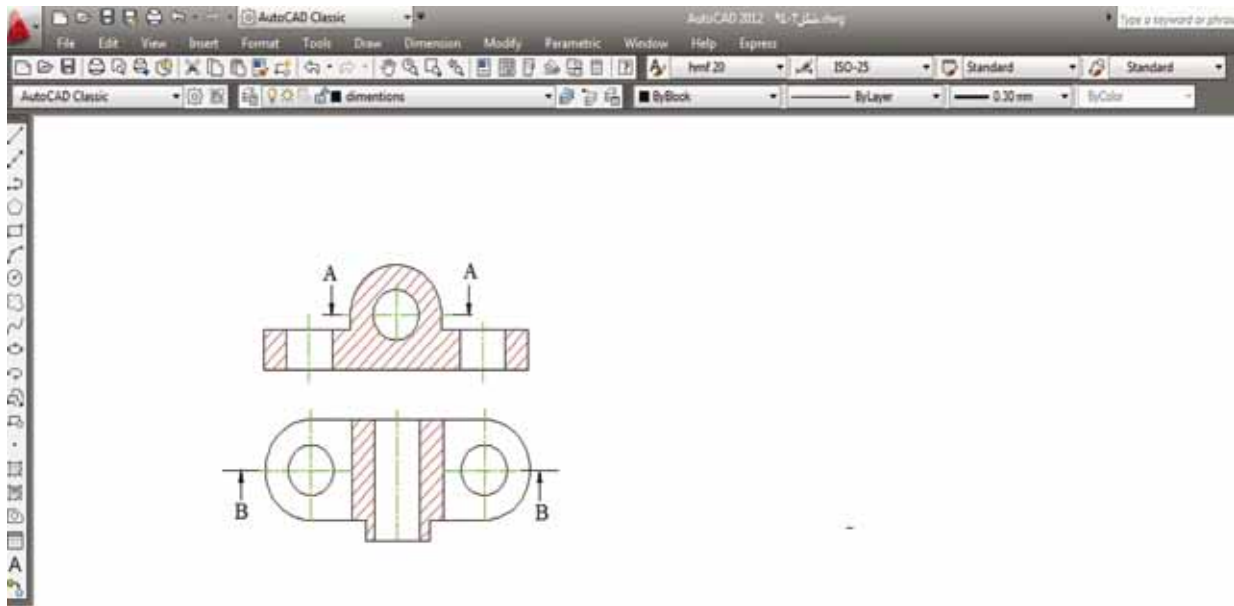
الشكل (٣-٩٥): تحويل الخطوط حول المساحات المراد تهشيرها إلى خطوط متقطعة رفيعة. وتظهر مناطق المساحات المراد تهشيرها، وهي (A1، A2، A3) على المسقط الأمامي و(B1، B2) على المسقط الأفقي.

١٠ - بعد النقر على مناطق التهشير ننقر على يمين الفأرة (Right Click)، ثم نضغط على إدخال (Enter)، فتظهر شاشة أمر التهشير (Hatch) كما في الشكل (٣-٩٦).



الشكل (٣-٩٦): شاشة التهشير (Hatch) ظاهرة والأمر (Ok) مُفعّل.

١١- ننقر على زر موافق (Ok)، كما في الشكل (٣-٩٦)، عندئذٍ تظهر مقاطعات المساقط، كما هو في الشكل (٣-٩٧).



الشكل (٣-٩٧): قطاع أمامي وأفقي لحامل المحور.

نشاط (٢-٦)

استنتج المسقط الجانبي لحامل المحور المبين في الشكل (٣-٩١)، وارسمه مستخدماً برمجية الأتوكاد.

التقويم الداتي

يمكنني بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	مقياس التقويم	جيد جدًا	جيد	مقبول
١	أوضح مفهوم القطاعات وأهدافها.			
٢	أحدد مستويات القطع.			
٣	أرسم خط القطع وأبين اتجاهه.			
٤	أرسم خطوط التهشير وأبين مواصفاتها.			
٥	أطبق قواعد التهشير عند تنفيذ الرسومات على نحو صحيح.			
٦	أميز خط التقطع وأبين دلالاته.			
٧	أبين تأثير الخط المتقطع في رسم القطاع.			
٨	أقرأ القطاعات.			
٩	أحدد الأجزاء التي لا تهشّر عند قطعها وأرسمها.			
١٠	أعدد أنواع القطاعات.			
١١	أميز بين أنواع القطاعات.			
١٢	أرسم القطع المسننة.			
١٣	أوضح دلالة رموز القطع في الأجزاء الطويلة.			
١٤	أستخدم أمر التهشير للأجزاء المقطوعة في برمجية الأوتوكاد.			
١٥	أرسم المساقط في حالة القطاعات لقطع ميكانيكية باستخدام برنامج CAD.			
١٦	أحدد العلاقة بين المسقط والقطاع.			
١٧	أرسم المساقط والقطاعات اللازمة بأنواعها المختلفة.			
١٨	أرسم القطاعات للأعمدة المصمتة والمجوفة.			
١٩	أرسم مساقط وقطاعات لأجزاء ميكانيكية خاصة بالمركبات وأنظمتها.			
٢٠	أرسم قطاعًا لمواد ذات سمك قليل.			

أسئلة الوحدة

- ١ - تستخدم القطاعات في الرسم الصناعي لتحقيق عدد من الأهداف، وضح هذه الأهداف.
- ٢ - ارسم أنواع خطوط القطع، وبيّن مواصفاتها.
- ٣ - عدّد خمسًا من القطع أو الأجزاء الميكانيكية التي اصطلح على عدم تهشيرها.
- ٤ - ضع علامة (✓) أما العبارة الصحيحة، وإشارة (X) أمام العبارة الخاطئة:
 - (أ) - تهدف القطاعات الهندسية إلى توضيح بعض التفاصيل الداخلية للجسم.
 - (ب) - يرسم القطاع المزال موازيًا لمستوى القطع فقط.
 - (ج) - تمثّل المناطق المقطوعة من الجسم بخطوط تهشير سميكة مائلة بزاوية (٤٥).
 - (د) - لا يشترط في القطاع الكامل مرور مستوى القطع بمنتصف الجسم.
 - (هـ) - في القطاع النصفى يُقطع نصف الجسم لنحصل على نصف مسقطه مقطوعًا.
 - (و) - يرسم خطّ القطع للقطاع الجزئي بخطّ يدوي متعرج.
 - (ز) - تعدّ القطاعات التوضيحية المتعاقبة قطاعات مزالة متعددة.
 - (ح) - ترسم على السطوح المقطوعة خطوط متقطعة للمعالم المخفية خلف القطاع.
- ٥ - اختر الإجابة الصحيحة من الإجابات الواردة أسفل كلّ سؤال في ما يأتي:

(١) يمثّل المستوى القاطع بخطّ مستقيم:

- أ - ذي سهمين عند نهايته.
- ب - مشابه لخطّ المحاور.
- ج - ذي حرفين عند نهايته.
- د - جميع ما ذكر.

(٢) عند رسم قطاع مزال لأحد الأشكال فإنه يرسم في:

- أ - المسقط نفسه.
- ب - أيّ مكان على لوحة الرسم.
- ج - المسقط الأمامي.
- د - مسقط مجاور.

(٣) لكي نرسم القطاع النصفى فإننا نتخيل:

- أ - ربع الجسم.
ب - ثلاثة أرباع الجسم.
ج - نصف الجسم.
د - كامل الجسم بأكمله.

(٤) عند تهشير قطعتين متجاورتين فإنّ خطوط التهشير ترسم بـ:

- أ - اتجاهين مختلفين.
ب - الاتجاه نفسه.
ج - التعامد.
د - تباعدات مختلفة.

(٥) عند رسم خطوط تهشير لقطعة مائلة بزاوية (٥٤°) فإنّ خطوط التهشير ترسم بـ:

- أ - الاتجاه نفسه.
ب - اتجاه متعامد.
ج - زاوية مختلفة.
د - اتجاه أفقي.

(٦) من الممكن أن تكون مستويات القطع:

- أ - مائلة أو متعرجة.
ب - مستقيمة.
ج - منكسرة.
د - جميع ما ذكر.

(٧) مقاطع الأجسام الرقيقة (المقاطع الضيقة):

- أ - تُهشَّر بخطوط مائلة بزاوية (٥٤°).
ب - تُهشَّر بتسويد مقطوعها.
ج - لا تهشَّر.
د - تهشَّر بخطوط عمودية.

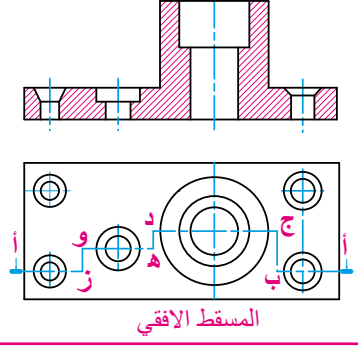
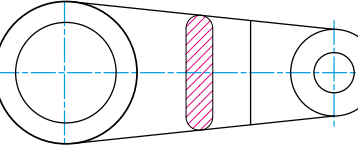
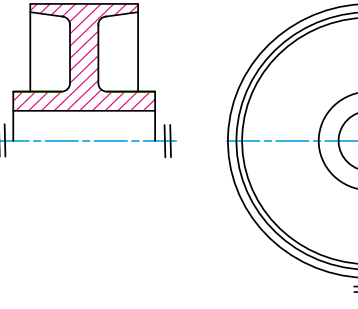
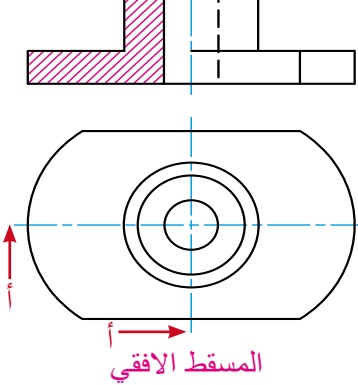
(٨) إذا كان سطح المقطع كبيراً فلا يلزم تهشير بأكمله، بل يكفي برسم خطوط التهشير على جوانبه فقط، ويسمى هذا النوع من التهشير:

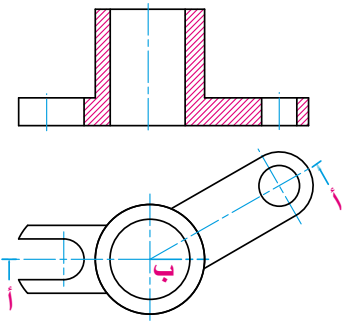
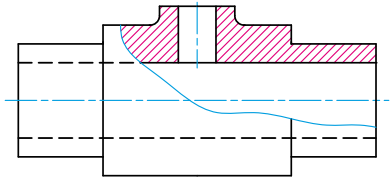
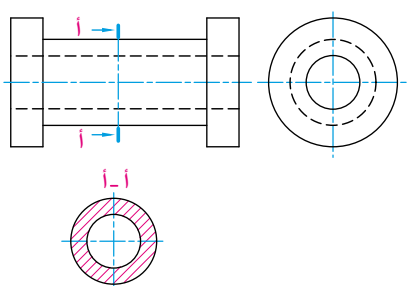
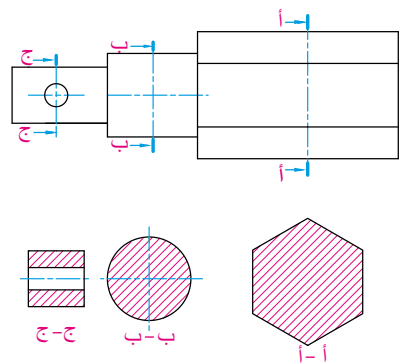
- أ - الطرفي.
ب - المتعكس.
ج - التسويد.
د - مستوى القطع.

٦ - وضح أوجه الاختلاف بين المقاطع المزالة والمقاطع المدارة.

٧ - تأمل الجدول (٢-٣) الذي يبين أشكالاً لأنواع من القطاعات، ثم حدّد اسم القطاع ومجالات استخدامه.

الجدول (٢-٣): أشكال أنواع القطاعات.

الرقم	اسم القطاع	مجالات استخدام القطاع	شكل القطاع
١			 المسقط الافقي
٢			
٣			
٤			 المسقط الافقي

شكل القطاع	مجالات استخدام القطاع	اسم القطاع	الرقم
			٥
			٦
			٧
			٨

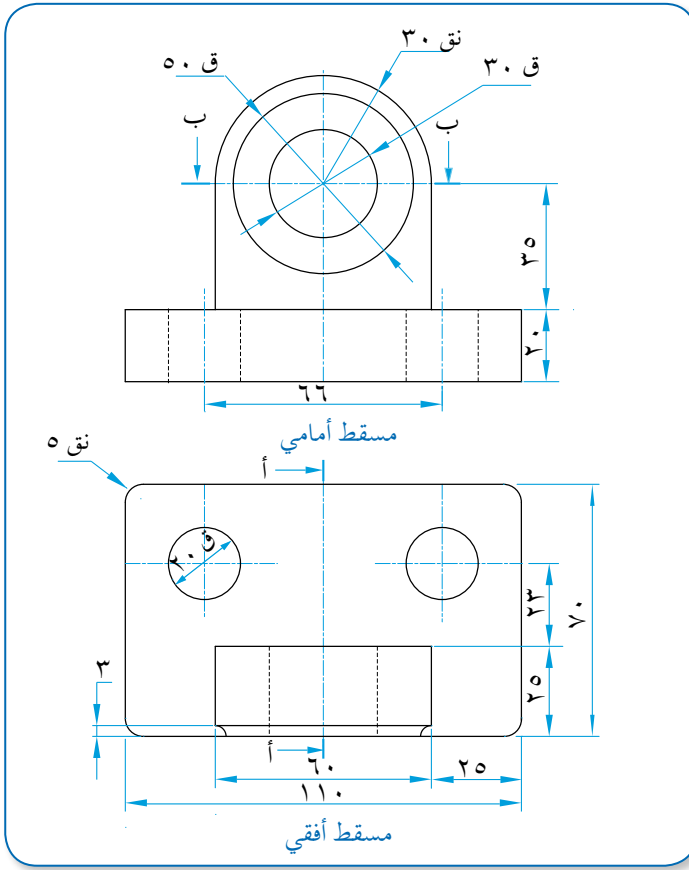
٨ - يبين الشكل (٩٨-٣) المسططين

الأمامي والأفقي لحامل محور.

ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي:

أ - قطاع جانبي كامل
(أ - أ).

ب - قطاع أفقي كامل
(ب - ب).



الشكل (٩٨-٣): المسططان الأمامي والأفقي لحامل محور.

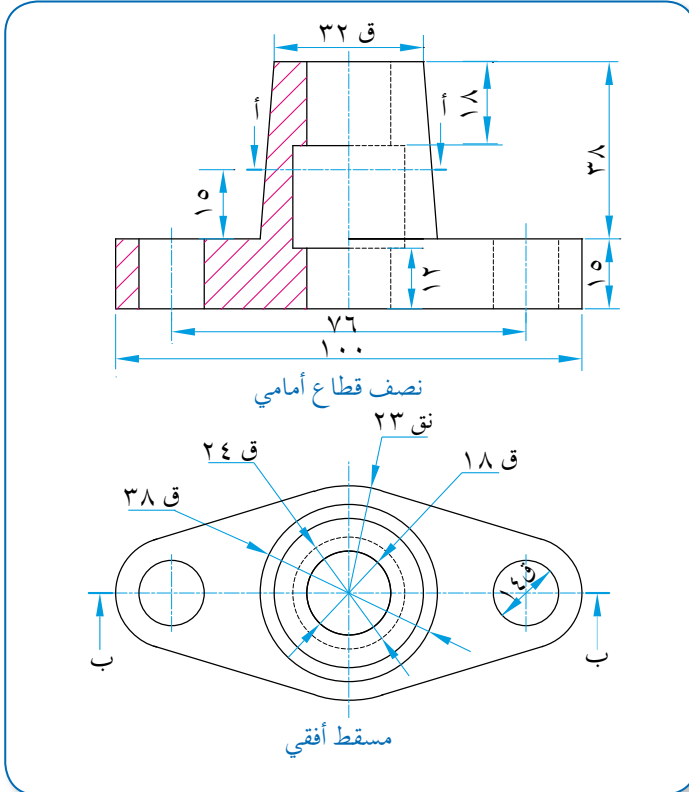
٩ - يبين الشكل (٩٩-٣) نصف قطاع

أمامي ومسقطاً أفقيًا لفلنجة، ارسم

بمقياس رسم (١:١) ما يأتي:

أ - قطاع أفقي كامل (أ - أ).

ب - قطاع أمامي كامل
(ب - ب).



الشكل (٩٩-٣): نصف قطاع أمامي ومسقط أفقي لفلنجة.

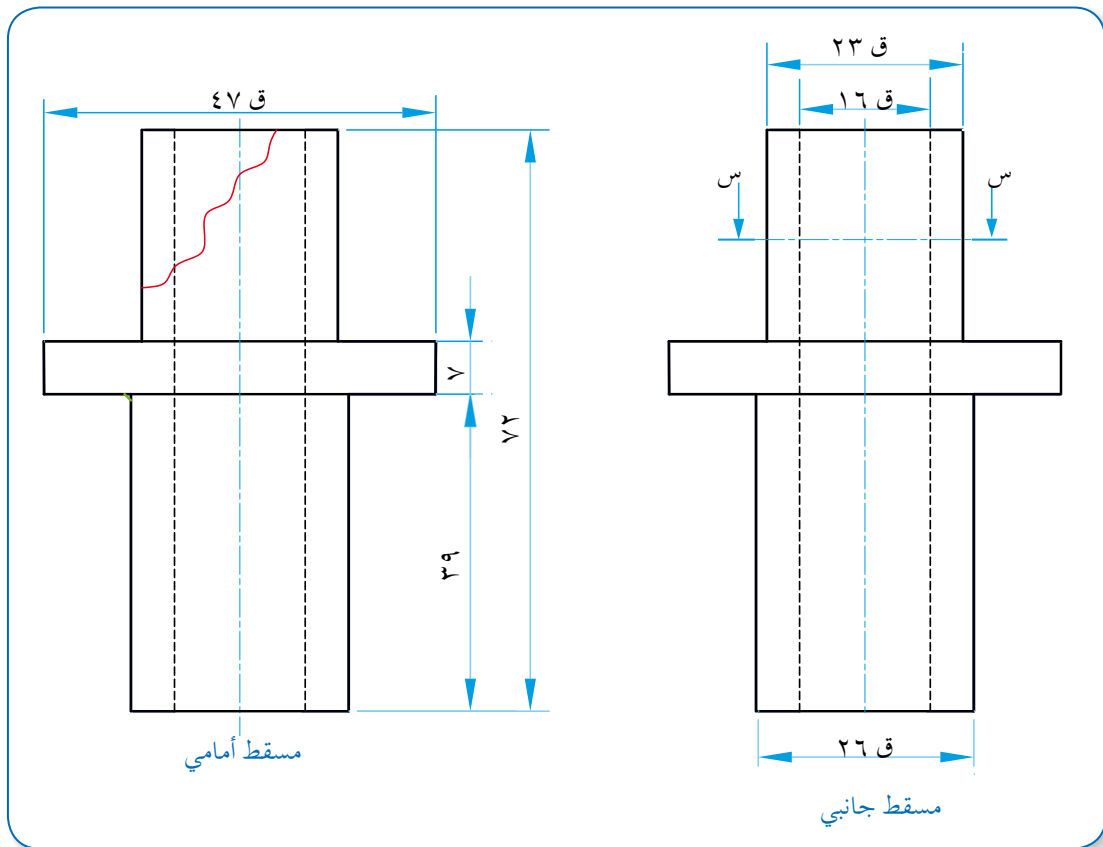
١٠- تأمل الشكل (٣-١٠٠) الذي يبين مسقطاً أمامياً ومسقطاً جانبياً لدليل صمام، ثم ارسم بمقياس رسم (١ : ١) ما يأتي:

أ - المسقط الأمامي وعليه القطاع الجزئي المحدد.

ب - قطاع جانبي كامل من محور التماثل.

ج - المسقط الأفقي.

د - قطاع مزال (س - س).



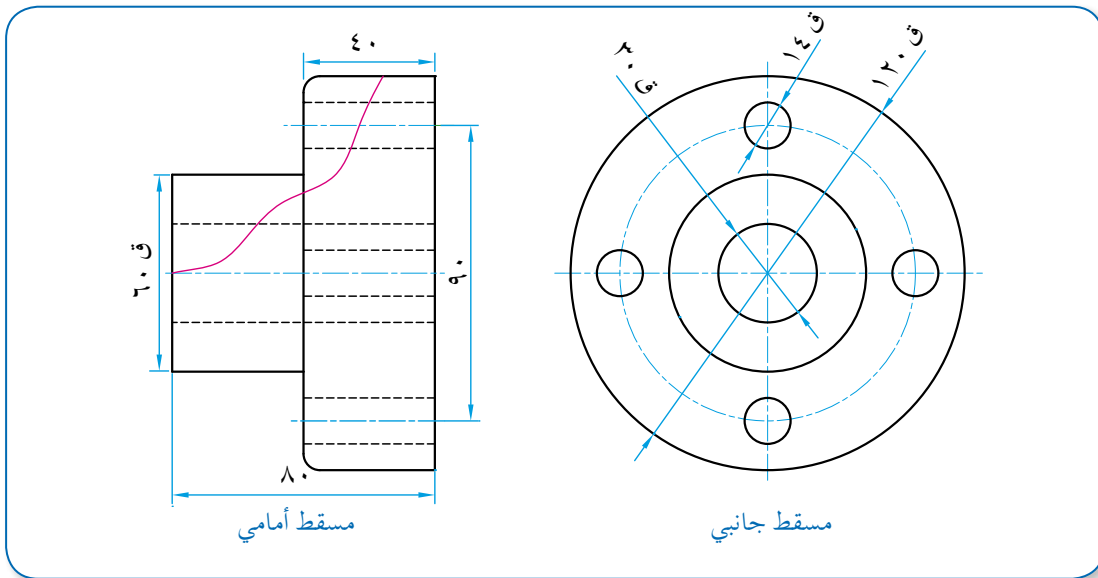
الشكل (٣-١٠٠): مسقط أمامي ومسقط جانبي لدليل الصمام.

١١- تأمل الشكل (٣-١٠١) الذي يبين مسقطاً أمامياً ومسقطاً جانبياً لفلنجة، ارسم ما يأتي بمقياس رسم (١ : ١) مستخدماً برمجية الأتوكاد:

أ - مسقط أمامي وعليه قطاع جزئي، كما هو محدد.

ب - مسقط جانبي.

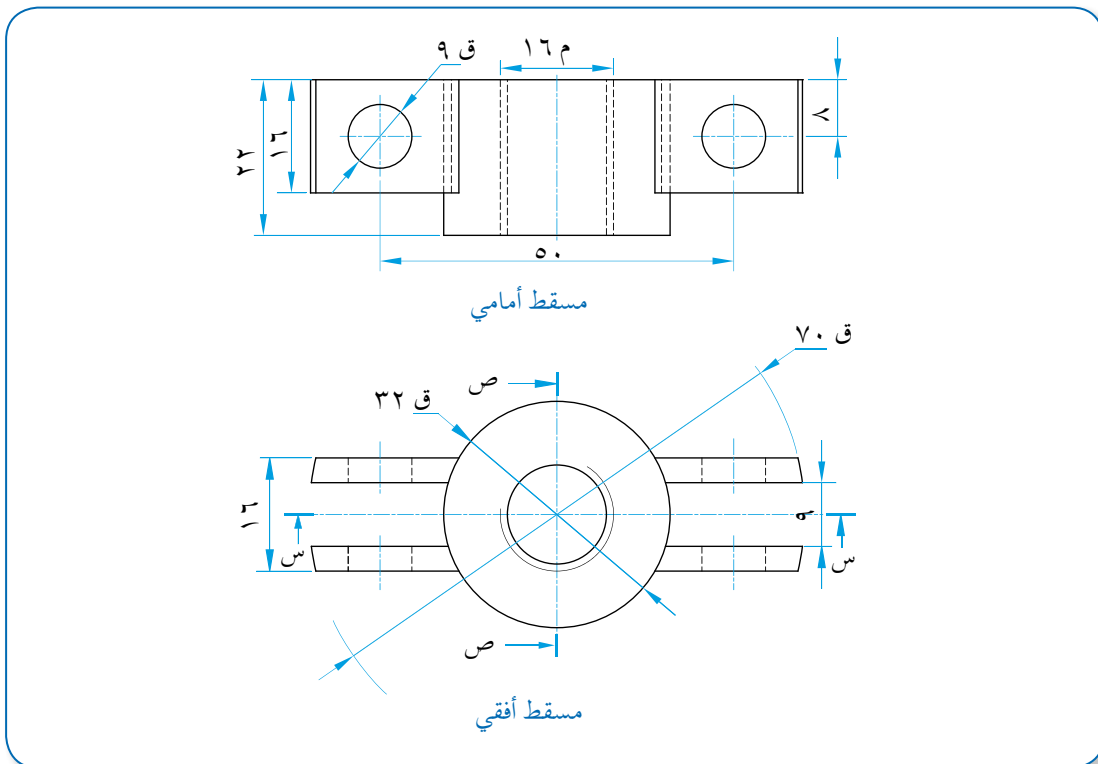
ج - استنتج المسقط الأفقي.



الشكل (٣-١٠١): مسقط أمامي ومسقط جانبي لفلنجة.

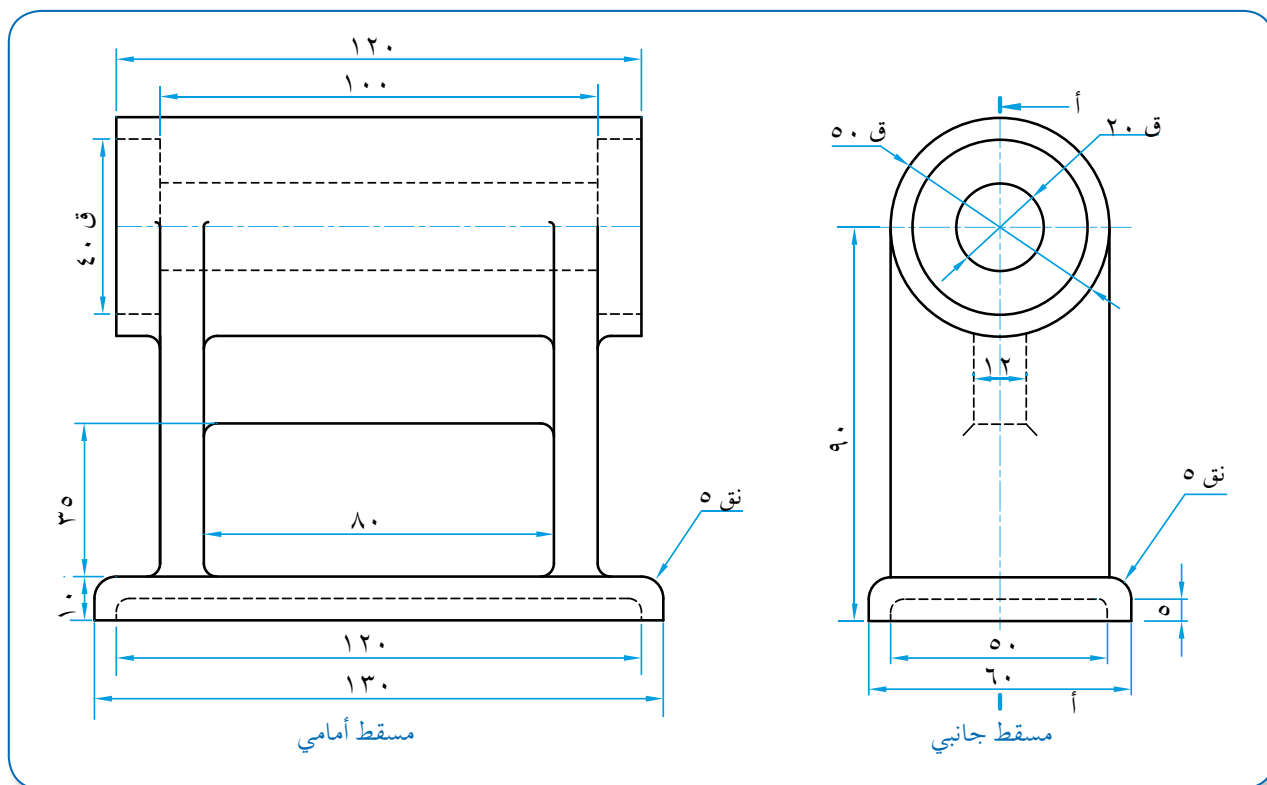
١٢- تأمل الشكل (٣-١٠٢) الذي يبين مسقطاً أمامياً ومسقطاً أفقياً لجسم ساحة، ثم ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي:

- أ - قطاع أمامي (س - س).
 ب - قطاع جانبي (ص - ص).
 ج - المسقط الأفقي المعطى.



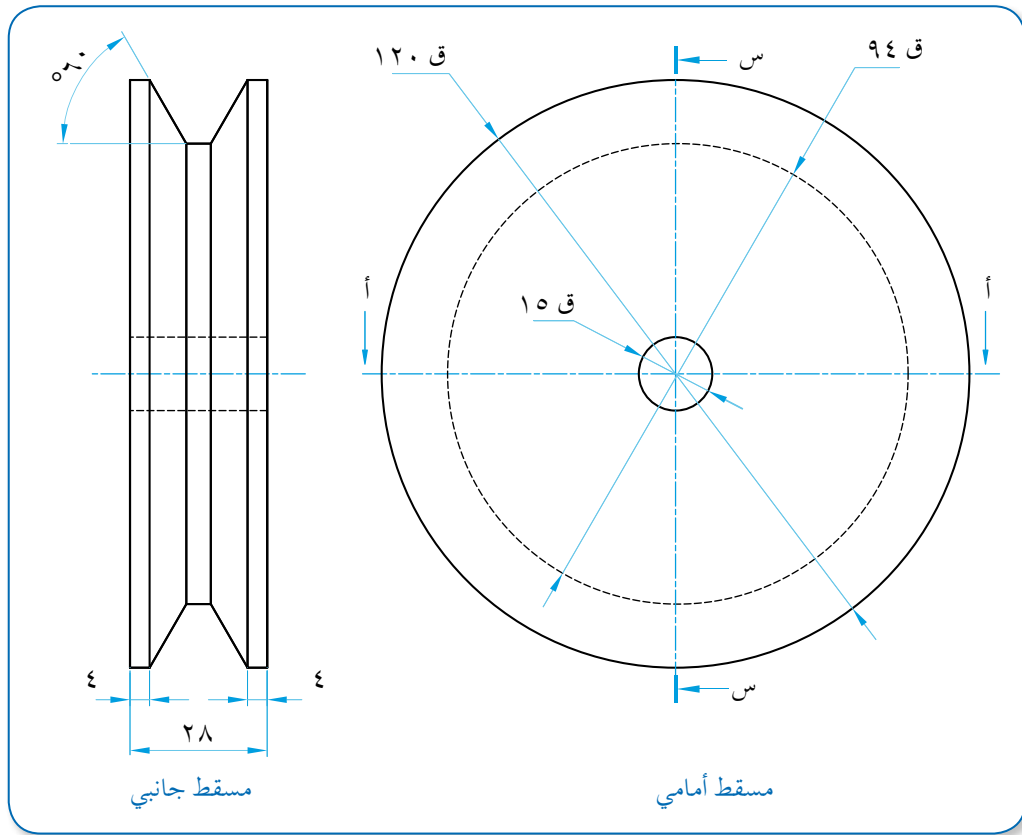
الشكل (٣-١٠٢): مسقط أمامي ومسقط أفقي لجسم ساحة.

- ١٣- تأمل الشكل (١٠٣-٣) الذي يبين المسططين الأمامي والجانبى، لمحمل مزدوج (Double Ended Bearing)، ثم ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي:
- أ - قطاع أمامي كامل (أ - أ). ب - مسقط جانبي كامل.
- ج - استنتج المسقط الأفقي.



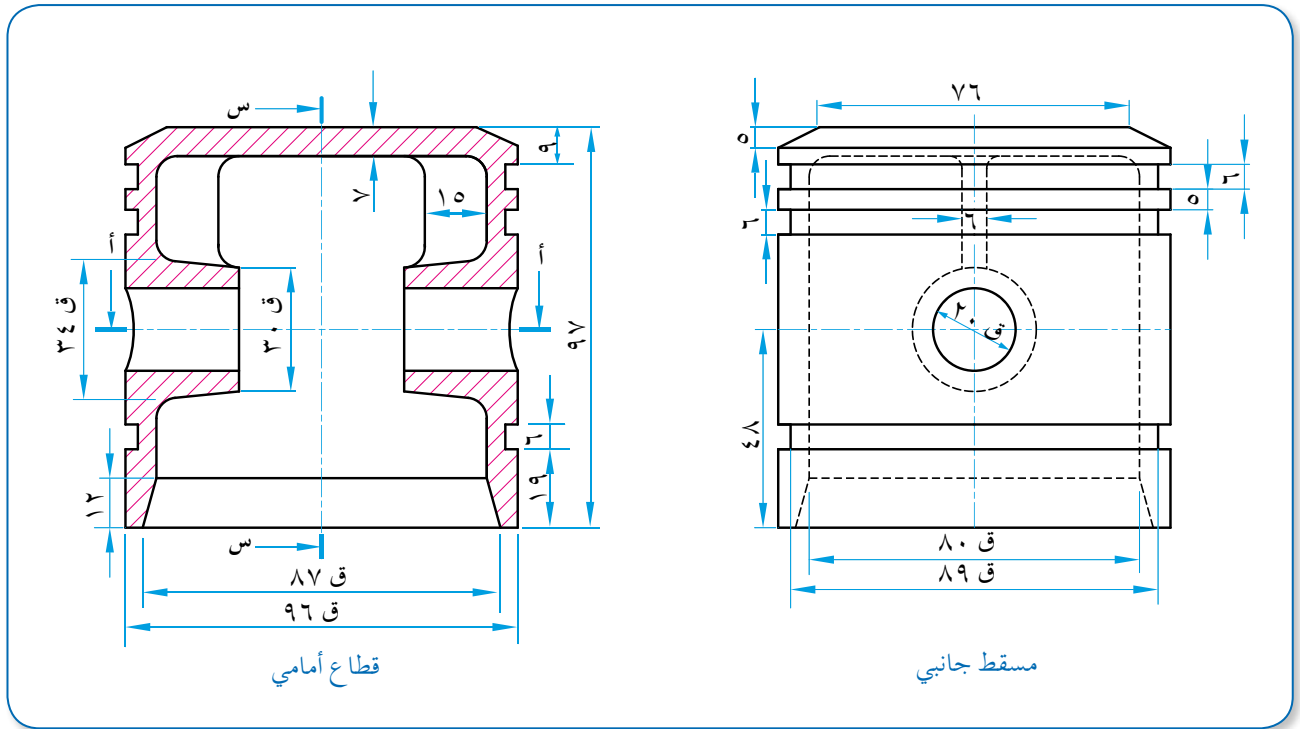
الشكل (١٠٣-٣): مسقط أمامي ومسقط جانبي لمحمل مزدوج.

- ١٤- تأمل الشكل (١٠٤-٣) الذي يبين المسططين الأمامي والجانبى لبكرة، ثم ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي:
- أ - قطاع جانبي كامل (س - س). ب - مسقط أمامي كامل.



الشكل (٣-١٠٤): المسططان الأمامي والجانبي لبكرة.

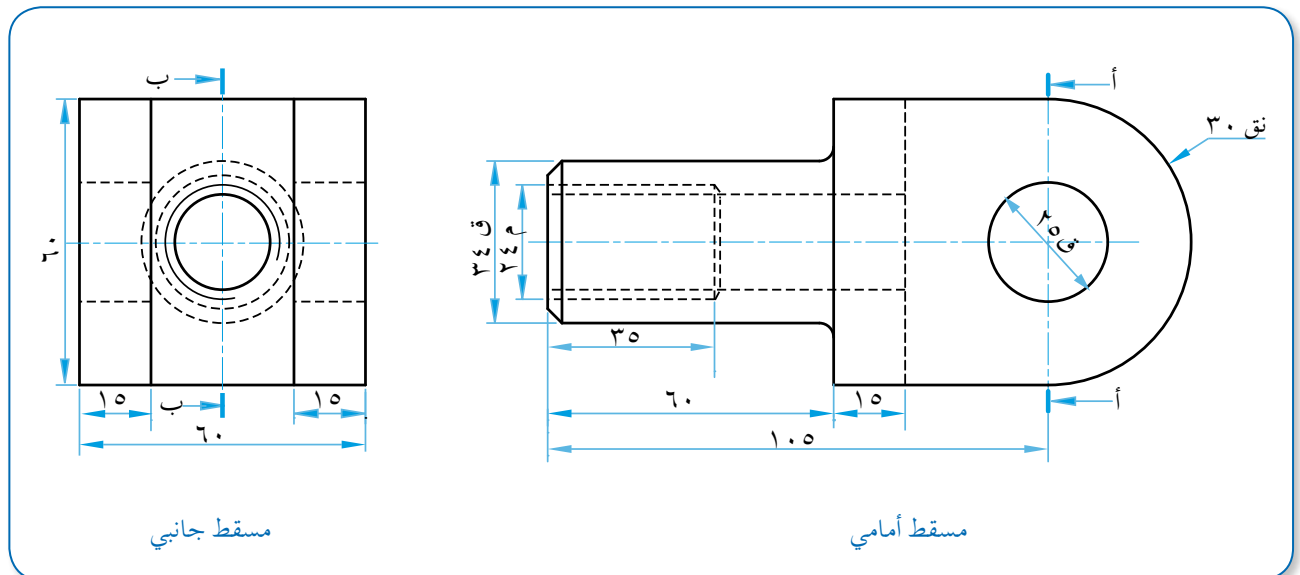
- ١٥- تأمل الشكل (٣-١٠٥) الذي يبين المسطط الجانبي والقطاع الأمامي، لمكبس محرك، ثم ارسم بمقياس رسم (١ : ١) ما يأتي:
- أ - قطاع جانبي كامل (س - س).
- ب - قطاع أفقي (أ - أ).
- ملاحظة: جميع أنصاف الأقطار غير المذكورة نق لها (٥) مم.



الشكل (٣-١٠٥): المسقط الجانبي والقطاع الأمامي لمكبس.

١٦- يبين الشكل (٣-١٠٦) المسقطين الأمامي والجانبي، لشوكة جرّ، ارسم بمقياس رسم (١ : ١) ما يأتي:

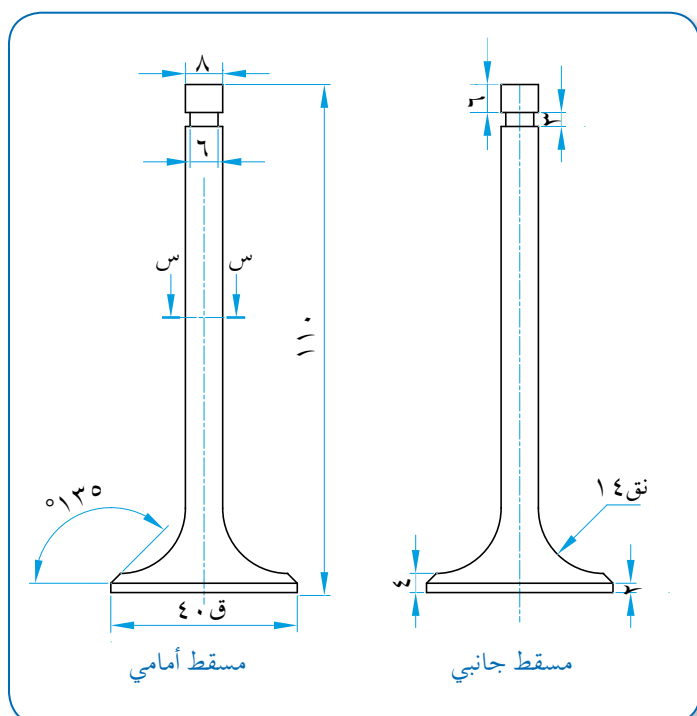
أ - قطاع أمامي كامل (ب - ب). ب - قطاع جانبي (أ - أ).
ج - مسقط أفقي.



الشكل (٣-١٠٦): المسقط الأمامي والجانبي لشوكة جرّ.

١٧- تأمل الشكل (٣-١٠٧) الذي يبين المسططين الأمامي والجانبى لصمام، ثم ارسم بمقياس رسم (١ : ١) ما يأتي:

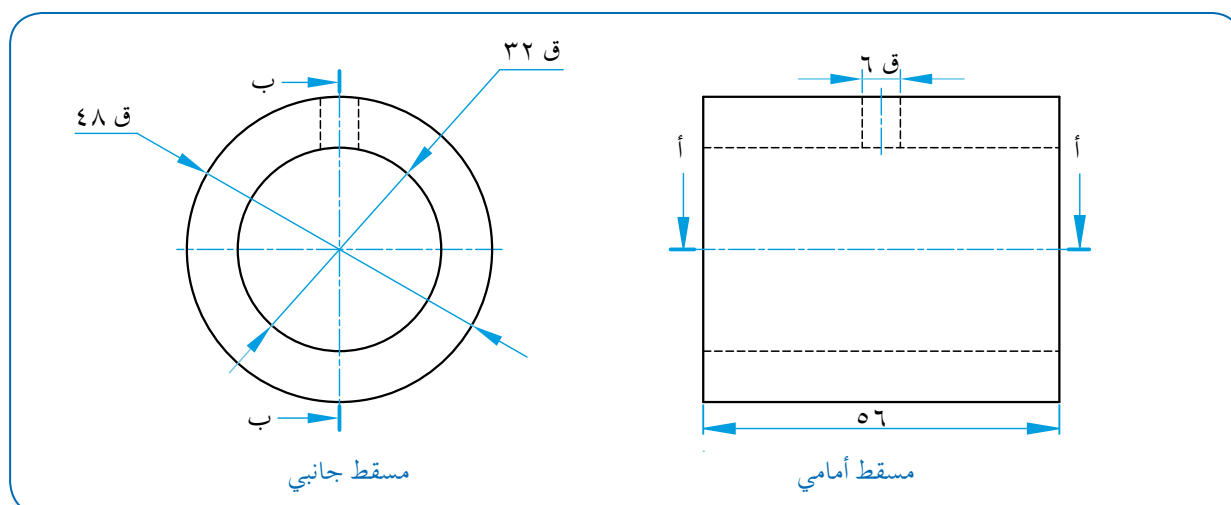
- أ - قطاع مُزال (س - س).
- ب - مسقط أمامي كامل.
- ج - استنتج المسقط الأفقي.



الشكل (٣-١٠٧): المسططان الأمامي والجانبى لصمام.

١٨- تأمل الشكل (٣-١٠٨) الذي يبين المسططين الأمامي والجانبى لجلبة، ثم ارسم بمقياس رسم (١ : ١) ما يأتي:

- أ - قطاع أمامي (ب - ب).
- ب - قطاع أفقي كامل (أ - أ).
- ج - مسقط جانبي.



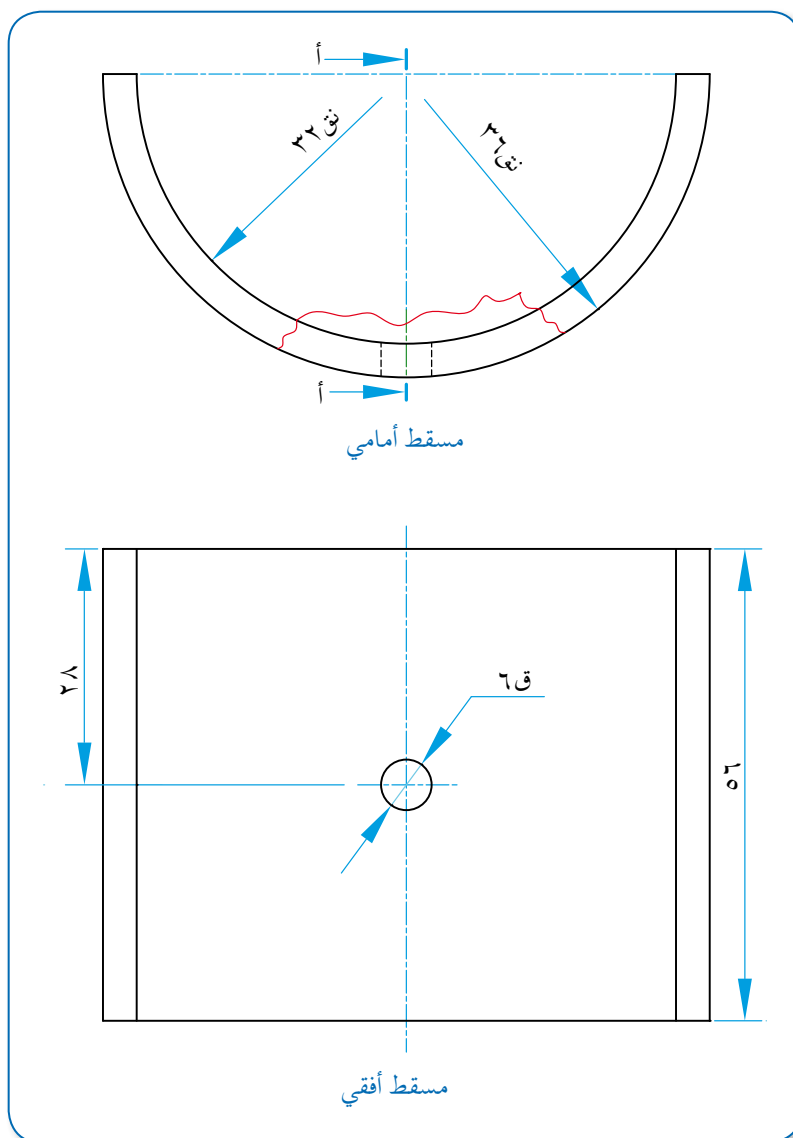
الشكل (٣-١٠٨): المسططان الأمامي والجانبى لجلبة.

١٩- تأمل الشكل (٣-١٠٩) المسقطين الأمامي والأفقي لبطانة احتكاك عمود مرفق، ثم ارسم بمقياس رسم (١ : ١) ما يأتي:

أ - مسقط أمامي وعليه قطاع جزئي، كما هو محدد على المسقط.

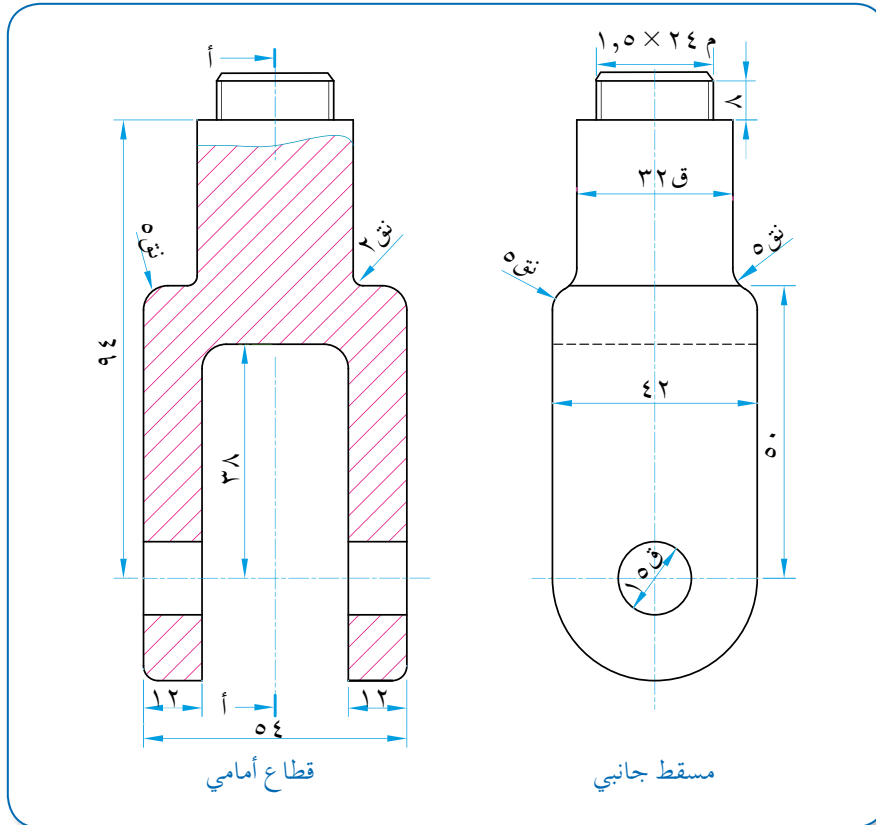
ب - قطاع جانبي (أ - أ).

ج - المسقط الأفقي.



الشكل (٣-١٠٩): المسقطان الأمامي والأفقي لبطانة احتكاك.

- ٢٠- تأمل الشكل (١١٠-٣) الذي يبين المسقط الجانبي والقطاع الأمامي، لحامل بكرة، ثم ارسم بمقياس رسم (١ : ١) ما يأتي:
- أ - مسقط أمامي.
- ب- قطاع جانبي (أ- أ).
- ج - مسقط أفقي.



الشكل (١١٠-٣): المسقط الجانبي والقطاع الأمامي لحامل بكرة.

قائمة المصطلحات

Crank Shaft Bearing	كرسي عمود مرفق
Cutting Line	خط مستوى القطع
Cutting Plane	مستوى قاطع
Cylinder	أسطوانة
Cylindrical end Cam	حدبة طرف أسطوانية
Cylindrical Groove Cam	حدبة أسطوانية
Dedendum	جذر السن
Dedendum Circle	دائرة جذر السن
Deviation	انحراف
Double Ended Bearing	محمل ثنائي الطرف
Double Stroke Engine	محرك ثنائي الأشواط
Drawbar Joint	شوكة جرّ
Drawbar Joint	عمود الجرّ
Drawing Break for Solid Shaft	قطاعات الأعمدة المصمتة
Drawing Break for Tubing Shaft	قطاعات الأعمدة المجوفة
Dry Cylinder sleeve	الجلب الجافة
Dry Shaft	عمود الإدارة (نقل الحركة)
Exhaust Stroke	شوط العادم
Exhaust Valve	صمام العادم
Exhaust Valve Cam	حدبة صمام العادم
Face Cam	حدبة ذات الوجه
Fiber Insert Nut	صمولة بتيل نايلون
Fit	توافق
Fit Screw	برغي متداخل
Flat Belts	الأقشطة المستوية
Flat Pulley	الطارة المستوية
Follower	تابع
Fork	شوكة

Aligned Section	قطاع المحاذاة
Allowance	تسامح
Base	قاعدة
Bearing	كرسي محور (محمل)
Bearing Bush	جلبة محمل
Bearing Cap	غطاء محمل
Bearing Support	حامل كرسي محور
Belts	الأقشطة
Bevel Gear	ترس مخروطي
Bolt	برغي عادي (ذو خلوص)
Breaking Line	خطوط الكسر
Broken Line	خط مكسر
Cam	الحدبة
Cam	حدبة (كامة)
Cam Shaft	عمود الحدبات
Cam Shaft Bearing	كرسي عمود كامات
Castle - Nuts	صواميل برجية
Clearance	خلوص
Clearance Fit	توافق خلوصي
Clutches	قوابض
Coil Spring	خطوة
Compression Springs	زنبركات الضغط
Compression Stroke	شوط الضغط
Connecting Rod	ذراع التوصيل
Connecting Rod Cap	غطاء ذراع التوصيل
Coupling	وصلة فلنجة (ازدواج)
Computer ideal design	الرسم بمساعدة الحاسوب
Cover	غطاء
Crank Shaft	عمود المرفق

Light Duty Knuckle Joint	وصلة جر خفيف
Locking Nuts	صواميل إحكام
Lower Deviation	انحراف سفلي
Nominal Size	بعد اسمي
Nuts	صواميل
Offset Section	قطاع متنقل
Outline Sectioning	التهشير الطرقي
Partial Section	قطاع جزئي
Piston	مكبس
Piston Pin	مسمار الكبس
Pitch	خط القطع
Pitch Circle	دائرة الخطوة
Pivot bush	جلبة ارتكاز
Puller	ساحبة
Pulley	بكرة
Pulley Support	حامل بكرة
Pump Body	جسم المضخة
Rack	جريدة مسننة
Radial Cam	الحدبة الشعاعية
Radial Cam	حدبة شعاعية
Reciprocating Engine	محرك ترددي
Reciprocating Motion	حلقات (رنديلات)
Removed Section	قطاع مزال
Revolved Section	قطاع مدار
Rivets	برايشيم
Root	قاعد السن (جذر)
Schematic Drawing	الرسم التخطيطي

Free – Hand Line	خط يدوي
Friction Drive	إدارة بالاحتكاك
Full Section	قطاع كامل
Gear Box	صندوق السرعات
Gear drive	إدارة بالتروس
Gears	تروس
Guide	دليل
Half Section	نصف قطاع
Hatching	التهشير
Hatching Lines	خطوط التهشير
Heavy Duty Knuckle Joint	وصلة جر ثقيل
Helical Gear	ترس لولبي
Herring bone Gear	ترس لولبي مزدوج
Hexagon – Head bolt	برغي ذو رأس مسدس
Hexagon Nut	صمولة مسدسة
Hidden Line in Section	خطوط مخفية في القطاعات
Hole Basic System	نظام أساس الثقب
Hollow Shaft	عمود أجوف
Horizontal Cam	حدبة وتدية
Horizontal Opposite Engine	المحرك الأفقي
Inlet Valve	صمام الدخول
Inlet Valve Cam	حدبة صمام الدخول
Interference Fit	توافق تداخلي
Internal Threads	التسنيين الداخلي
Joint	وصلة
Keys	خوابير
Leaf Springs	زنبركات ورقية

Symmetrical Section	قطاع التماثل التام
Tapped holes	ثقوب مسننة
Theory of Machines	نظرية آلات
Thread	سن (قلاووظ)
Toe & Wiper Cam	حدبة نائثة
Toe-in	لَمّ المقدمة
Tolerance	تفاوت
Toothed – Belts	الأقشطة المسننة
Toothed – Pulley	طارة ذات أسنان عرضية
Torsion Springs	زنبركات اللي (الفتل)
Transition Fit	توافق انتقالي
Universal Coupling «Hook» Joint	وصلة مطلقة (وصلة هوك)
Upper Deviation	انحراف علوي
Valve Guide	دليل الصمام
Valve Timing	توقيت الصمامات
V-Belt Drive System	نقل الحركة ببكرة ذات سيور على شكل حرف (V)
Vee – Belts	سيور على شكل حرف V
Vee-belt pulley	بكرة ذات حزام مقطوعها على شكل حرف (V)
V-Typing Engine	محرك على شكل حرف (V)
Wankle Engine	محرك وانكل (ذو المكبس الدوار)
Washers	حلقة زنبركية
Web	عصب
Wet Cylinder sleeve	الجلب المبتلة
Worm Gears	تروس دودية
Yoke Joint	شوكة مفصلية

Schematic Drawing Engine	الرسم التخطيطي للمحركات
Screws and Bolts	براغي
Section	قطاع
Section Stroke	شوط السحب
Sectional Elevation	قطاع أمامي
Sectional Plan	قطاع أفقي
Sectional Side View	قطاع جانبي
Self – Locking Nuts	صواميل إحكام ذاتية
Set Screw	برغي زنق (ضغط)
Set-Screwed Nut	صمولة مشقوقة
Shaft Basic System	نظام أساس العمود
Shaft Support	حامل عمود
Sheets	صفائح
Sleeve	جلبة
Spiral Gear	ترس حلزوني
Springs	نوابض
Sprocket – Pulley	الطارة النجمية
Spur Gear	ترس عدل
Square – Head bolt	برغي ذو رأس مربع
Square Nuts	صمولة مربعة
Steel – Rubber Bonded Coupling	وصلة مرنة
Stroke	شوط
Stud	برغي مسنن الطرفين
Successive Section	قطاعات متعاقبة
Support	قاعدة ارتكاز (مرتكز)
Swivel Pulley	بكرة دورانية
Symmetrical	متماثل
Symmetrical axis	محور التماثل

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

- ١ - زعموط، محمود صالح، المرجع في الرسم الهندسي، دار الشروق للنشر، ٢٠٠١ م.
- ٢ - أحمد زكي ومحمود سليم، الرسم الهندسي، مجموعة النيل العربية، ط ١، ٢٠٠٥ م.
- ٣ - مركز المناهج والكتب المدرسية، رسم الميكانيك، وزارة التربية والتعليم العالي، فلسطين، ٢٠٠٥ م.
- ٤ - فالح، كريم عباس، الرسم الصناعي، المعهد التقني، الناصرية، قسم الميكانيك، ٢٠٠٨ م.
- ٥ - العوبلي، عوض خليل وآخرون، الرسم الصناعي للآليات والمركبات، وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٢ م.
- ٦ - الإدارة العامة لتصميم وتصوير المناهج، الرسم الفني، ميكانيكا إنتاج، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، ٢٠٠٨ م.
- ٧ - الرسم الفني لتبريد وتكييف الهواء، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، ٢٠٠٨ م.
- ٨ - الرسم الفني للمركبات الآلية، للمعاهد الثانوية الصناعية، ج ٣، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، ط ١، ١٩٩٣ م.
- ٩ - د. لوتجين - ج. روس - ف. شوسلر، الرسم الفني للمركبات الآلية، ج ١، الصف الأول، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، ط ٢، ١٩٨٥ م.
- ١٠ - أوتو براوكي وهانس هايدورن، الرسم الفني للهندسة الميكانيكية، الصف الأول والثاني والثالث، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، هاندفرك أوندرتشينك، هامبورغ ألمانيا الاتحادية، ط ٢، ١٩٨٥ م.

- 1- Cecil Jensen Jay D. Helsel Dennis R. Short **Engineering drawing and Design** McGraw-Hill Higher Education Seventh Edition, 2008.
- 2- V. Lakshminarayanan, M.L.Mathur, **A Text Book Of Machine Drawing**, 9 Edition, 1995.
- 3- Frederick E. Giesecke and other's, **Technical Drawing**, Prentic Hall Upper Saddle River, NJ 07458 Eleventh Edition.
- 4- Cecil H. Jensen Jayd. Helsel, **Interpreting Engineering Drawings**, Thomson Delmar Learning, Seventh Edition.
- 5- Gary R. Berto line and other's **Fundamentals of Graphics Communication**, McGraw-Hill International Edition Sixth Edition 2011.
- 6- S. Bland, **Graded Exercises in Technical Drawing**, ELBS Edition First Published 1990 Longman Group UK Ltd.

٧ - أندريه شيفاليه، دليل الرسام والمصمم الصناعي، هاشيت تكنيك، ٢٠٠٤م.

٨ - إلكسندر دافيدفيتش باتيسنيكف وآخرون، الرسم الصناعي للمرحلة المتوسطة، منشورات اللجنة الحكومية، الاتحاد السوفيتي، ١٩٧٦م.

٩ - لاون شتاين بلومينيو، الرسم المتخصص للسيارات، الجزء الثاني، هيلموت ديهملو، ١٩٧٢م.

١٠ - لاون شتاين بلومينيو، الرسم المتخصص للسيارات، الجزء الثالث، هيلمون يهملو، ١٩٧٢م.

تَمَّ بِحَمْدِ اللَّهِ تَعَالَى

