



إدارة المناهج والكتب المدرسية

اللحام وتشكيل المعادن

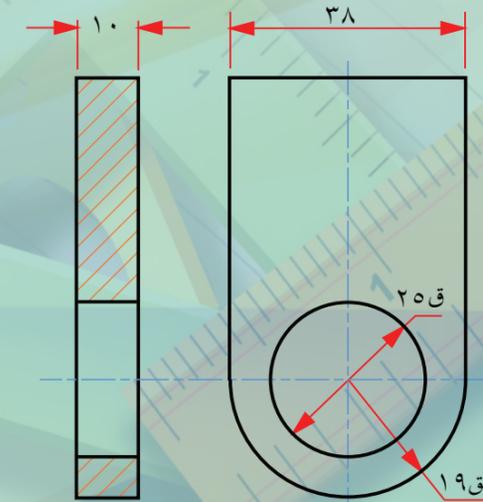
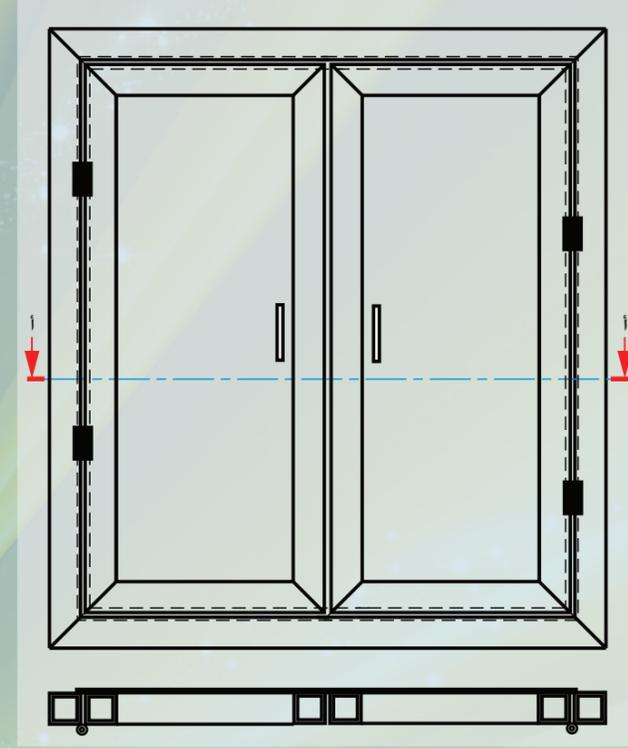
الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الثاني
الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي



اللحام وتشكيل المعادن الرسم الصناعي الفصل الدراسي الثاني الصف الثاني عشر الفرع الصناعي ١٤٤٠ هـ / ٢٠١٩ م



ISBN:978-9957-84-446-2



9 789957 844462



طباعة عمال المطابع
Printers Press



إدارة المناهج والكتب المدرسية

اللحام وتشكيل المعادن

الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الثاني

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

تأليف

م. تحسين "محمد يوسف" قفيشة

م. عبدالله محمد الهزايمة

م. حسني حسين الرفاتي

الناشر

وزارة التربية والتعليم

إدارة المناهج والكتب المدرسية

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

هاتف: 9-5/4617304 فاكس: 4637569 ص.ب. (1930) الرمز البريدي: 11118

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

قرّرت وزارة التربية والتعليم وتدريب هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٣/٢٢) تاريخ (٢٠١٣/٢/٢٦م)، بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٣/٢٠١٤م.

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

لجنة التوجيه والإشراف على التأليف

م. أحمد مصطفى حسن (رئيساً) أ. د. عصام صالح جلهم
د. هيثم محمود ناصر تليان م. خليل يوسف صوّان

التحرير العلمي : م. خليل يوسف صوّان
التحرير اللغوي : ناصر علي محمد
التحرير الفني : أحمد محمد صلاح
التصميم : هاني سلطي مقطش
الرسوم : المؤلفون/ المصمم/فايزة حداد
الإنتاج : سليمان أحمد الخلايلة

دقق الطباعة وراجعها : م. حمد عزات أحمر

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

٢٠١٢/٣/١١٨١

ISBN: 978- 9957- 84- 432- 5

٢٠١٣ / ١٤٣٤ هـ

٢٠١٩ - ٢٠١٥ م

الطبعة الأولى

أعيدت طباعته

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	٥
الوحدة الأولى: تقاطع الأشكال الهندسية	٧
أولاً : تقاطع الأشكال الهندسية	٩
ثانياً : تطبيقات على تقاطعات الأشكال الهندسية	١٣
التقويم الذاتي	٢٥
أسئلة الوحدة	٢٦
الوحدة الثانية: الأفراد	٣١
أولاً : أفراد الأشكال الهندسية	٣٣
ثانياً : أفراد الأشكال الهندسية البسيطة	٣٨
ثالثاً : أفراد الأشكال الهندسية الأكثر تعقيداً	٦٩
التقويم الذاتي	١٢٦
أسئلة الوحدة	١٢٧
الوحدة الثالثة: الرسم التجميعي	١٣٩
أولاً : الرسم التجميعي	١٤٢
ثانياً : العناصر الميكانيكية المستخدمة في الرسم التجميعي	١٥٧
ثالثاً : مقاطع الحديد المضغوط	١٧٨
رابعاً : قراءة الرسوم التنفيذية	١٨١
خامساً: مقاطع الألمنيوم المستخدمة للأبواب والشبابيك	١٨٦
التقويم الذاتي	١٩٦
أسئلة الوحدة	١٩٧
الوحدة الرابعة: الرسم التفصيلي	٢٠٧
أولاً : الرسم التفصيلي	٢٠٩
ثانياً : رموز التشغيل وعلاماته	٢١٣

قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع
٢١٧	ثالثاً : تطبيقات على الرسم التفصيلي
٢٢٩	التقويم الذاتي
٢٣٠	أسئلة الوحدة
٢٣٨	قائمة المصطلحات
٢٤١	قائمة المراجع

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

الزملاء الأعزاء/ أبناءنا الطلبة

استكمالاً لما بدأناه في المستويات السابقة، نضع بين أيديكم كتاب الرسم الصناعي/
تخصص اللحام وأشغال المعادن/ المستوى الرابع، وقد جاء وفق الإطار العام والتتجات العامة
والخاصة التي أقرها مجلس التربية.

ويتكوّن هذا الكتاب من أربع وحدات دراسية:

- الوحدة الأولى: اشتملت على مفهوم التقاطعات وأهميته وأساسيات عملية التقاطع، وتنفيذ عدد من التقاطعات بين أشكال هندسية متشابهة، مثل الأسطوانة والموشور، وتنفيذ تقاطعات بين أجسام هندسية مختلفة، مثل الأسطوانة والمخروط.
- الوحدة الثانية: ناقشت مفهوم الأفراد، وطرائقه وأسسها العامة، والعمليات الهندسية المستخدمة في أثناء تنفيذه، وإفراد الأشكال الهندسية البسيطة، مثل المكعب، والأسطوانة، والمخروط، والهرم، وإفراد الأشكال الأكثر تعقيداً، مثل الأكواع، ووصلات على شكل حرف (T)، والمدخنة، والنقاصات، ومحولة المقطع.
- الوحدة الثالثة: تضمّنت مفهوم الرسم التجميعي، والعناصر الميكانيكية المستخدمة في الرسم التجميعي، ومقاطع الحديد المضغوط، ومقاطع الألمنيوم المستخدمة في الأبواب والشبابيك، وقراءة الرسوم التنفيذية.
- الوحدة الرابعة: اشتملت على مفهوم الرسم التفصيلي، ورموز التشغيل، وعلاماته، وتطبيقات على الرسم التفصيلي.

وقد قُدّمت المادة الدراسية بأسلوب سلس وواضح، وشرحت شرحاً ملائماً لاستعدادات الطالب، وتضمّن الكتاب أمثلة متنوعة وأنشطة وتطبيقات وتمارين روعيت فيها الفروق

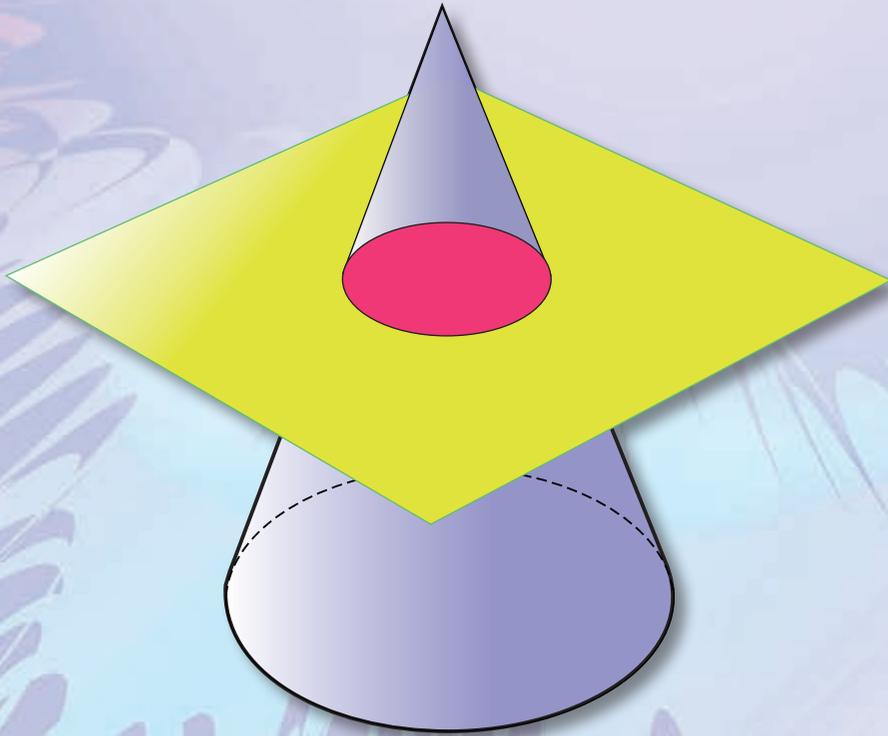
الفردية، وذلك لإتاحة المجال أمام الطالب لتحقيق التعلم الذاتي، وإثارة الدافعية لديه لممارسة دوره في البحث عن المعلومة وتفسيرها.

والله وليّ التوفيق

المؤلفون

الوحدة الأولى

تقاطع الأشكال الهندسيّة



● كيف تُرسم نقاط التقاطع بين المستوى والمخروط بدقة؟

● ما أهمية تقاطع الأشكال الهندسية لعملية الأفراد؟

تتكون المنتجات الموجودة في الأسواق من عدد من القطع، ولكي يُوصل بعضها ببعض لا بدّ من تحديد سطوح التقاطع بينها، ليظهر المنتج على النحو المطلوب، فإذا نظرت إلى الكرسي الذي تجلس عليه، أو المكتب، أو شباك الألمنيوم، أو السرير الذي تنام عليه فإنك تلاحظ دقّة القطع في كل جزء عند تلاقي سطوح التقاطع بين الأجزاء المكونة للمنتج.

ويجب تحديد سطوح التقاطع بين الأجسام، أو نقاط التقاطع بين الأشكال، ورسمها على الأوراق قبل بدء عملية الإنتاج؛ لكي تنفّذ بدقة عند تشكيل أحد أجزاء المنتج، وخصوصاً إذا كانت المنتجات هياكل من الصاج، كما في صندوق الحاسوب، وأبواب السيارات، وأنابيب الهواء.

ويندرج تقاطع الأشكال الهندسية الذي ستتعلمه في هذه الوحدة مع الأفراد الذي ستتعلمه في الوحدة التالية تحت مسمى الهندسة الوصفية، وهي العلم الذي يُعنى بوصف الأجسام والأشكال الثنائية والثلاثية بالرسم. وتكمن أهمية هذا العلم في ما يقدمه للعالم من مساعدات تعدّ أساسية في الصناعة وتطويرها، إذ إنّ عمل قوالب الأشكال المطلوب إنتاجها تصمّم وفق حسابات الأفراد والتقاطعات، ثم تشكّل الألواح المعدنية وفق الشكل المطلوب مع مراعاة النسب الموجودة للتشغيل والتشكيل.

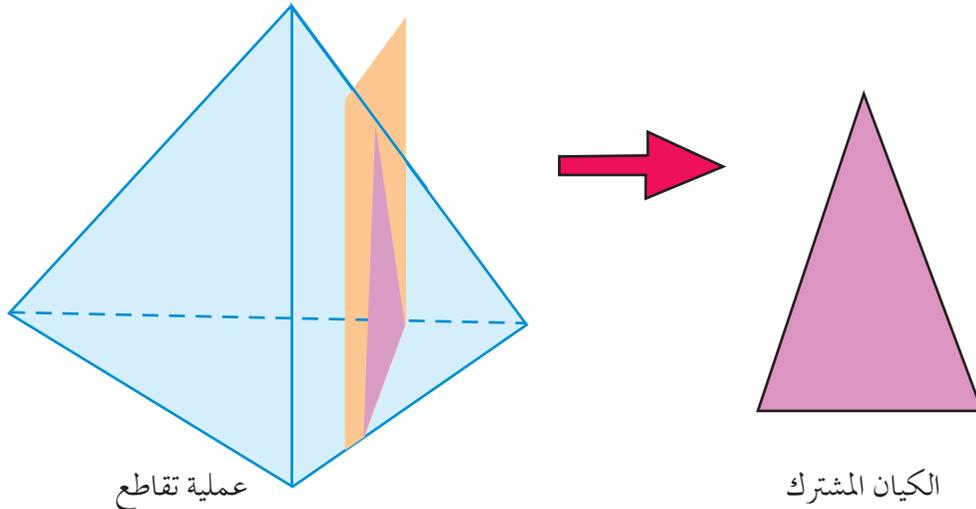
ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- توضّح مفهوم التقاطع.
- تبيّن أهمية التقاطع.
- تعدّد أسس عملية تنفيذ التقاطع.
- ترسم تقاطع المستوى مع الأسطوانة والموشور والمخروط والهرم.
- ترسم تقاطع أسطوانتين، محوراهما متعامدان وقطراهما متساويان.
- ترسم تقاطع أسطوانتين، محوراهما متعامدان وقطراهما غير متساويين.
- ترسم تقاطع أسطوانتين، محوراهما متقاطعان وغير متعامدين.
- ترسم تقاطع أسطوانة مع مخروط، محوراهما متقاطعان.
- ترسم تقاطع منشورين، مقطعاها متساويان.

تعدّ التقاطعات أحد فروع الرسم الهندسي الذي ينفذ على ألواح الصاج والصفائح المعدنية قبل قصّها، وتشكيلها، وتجميعها وفق الشكل المطلوب، وتستخدم في كثير من التطبيقات الصناعية، مثل: التمديدات ومجري التوزيع في التكييف، والتدفئة، وصوامع الحبوب، ومصانع الأسمت، وشبكات الأنابيب في مصافي البترول.

١ مفهوم تقاطع الأشكال الهندسية

يشير مفهوم تقاطع الأجسام الهندسية (INTERSECTION OF SOLIDS) في الهندسة الوصفية إلى كيان مشترك (نقط، خط، خطوط، مستويات) بين كيانين، أو أكثر، يمكن أن يكون على المستوى نفسه أو في الفراغ، كما في الشكل (١-١) الذي يبين تقاطع المستوى مع الهرم الثلاثي ليظهر سطح التقاطع مثلث الشكل (الكيان المشترك).



عملية تقاطع

الكيان المشترك

الشكل (١-١): تقاطع الأجسام.

٢ أهمية التقاطعات

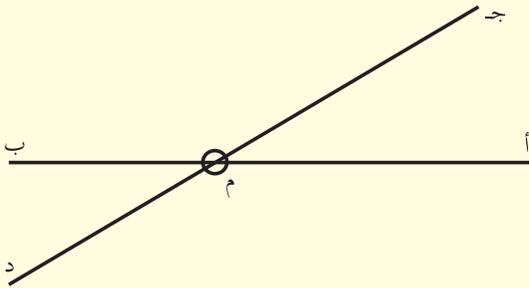
تقدّم التقاطعات معلومات وحسابات ضرورية لعملية التصميم، إذ إنّ وصل قطع أنابيب الهواء المستخدمة في التكييف، مثلاً، يتطلب معرفة جيدة بالتقاطع بين مكونات أجزاء هذه الأنابيب.

٣ أساسيات تنفيذ التقاطع

قبل البدء بتنفيذ التقاطعات على الأشكال الهندسية لا بدّ من معرفة تقاطع الخط مع الخط، وتقاطع الخط مع المستوى، وتقاطع المستوى مع المستوى.

أ - تقاطع خط مع خط:

مثال (١-١)

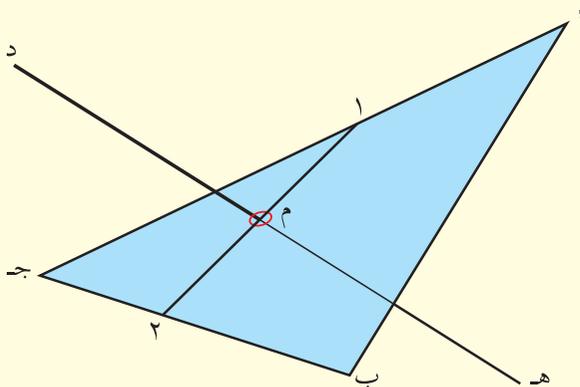


يشكّل التقاطع بين خطين نقطة، وذلك عندما تكون الزاوية بينهما أكبر من صفر، كما في الشكل (٢-١)، إذ تمثّل النقطة (م) تقاطع المستقيمين (أ ب) و (ج د).

الشكل (٢-١): تقاطع خط مع خط.

ب- تقاطع مستوى مع خط: المستوى سطح يمتدّ إلى ما لا نهاية في الاتجاهات جميعها، ويمثّل هندسيّاً بشكل رباعي أو أيّ منحنى مغلق، ويرمز إليه بأحد الأحرف، مثل: (س، ص، ع ...)، أو بثلاث نقاط عليه ليست على استقامة واحدة (أ، ب، ج)، ويسمى المستوى (أ ب ج)، وهو يضمّ مجموعة غير منتهية من النقاط.

مثال (٢-١)



الشكل (٣-١): تقاطع مستقيم مع مستوى.

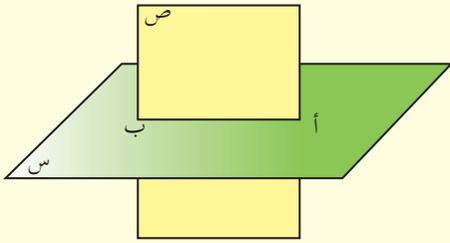
يبين الشكل (٣-١) المستوى (أ ب ج) والخط المستقيم (د ه)، ولتحديد نقطة التقائهما، أو تقاطعهما، نفذ ما يأتي:

- ١- حدّد النقطة (١) على المستقيم (أ ج).
 - ٢- حدّد النقطة (٢) على المستقيم (ب ج).
- صل بين النقطتين، فتكون م نقطة تقاطع الخط (٢ ١) مع المستقيم (د ه)، وهي تمثل نقطة تقاطع الخط (د ه) مع المستوى (أ ب ج).

ما شكل التقاطع إذا كان الخط المستقيم يلامس المستوى؟

ج- تقاطع مستوى مع مستوى متعامد

مثال (٣-١)

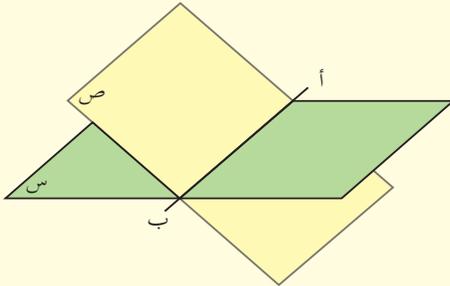


الشكل (٤-١): تقاطع المستويات المتعامدة.

يبين الشكل (٤-١) تقاطع المستوى (ص) مع المستوى (س)، ويكون التلاقي بين السطحين على شكل خط مستقيم (أ ب)، وتكون الزاوية بين المستويين قائمة، ويكون التقاطع متعامداً.

د - تقاطع مستوى مع مستوى مائل

مثال (٤-١)

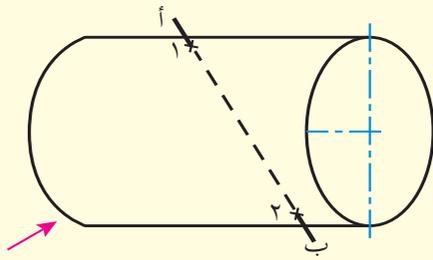


الشكل (٥-١): تقاطع المستوى مع مستوى.

يبين الشكل (٥-١) تقاطع المستوى (ص) مع المستوى (س)، ويمثل الخط المستقيم (أ ب) خط التقاطع، وتكون الزاوية بين المستويين غير قائمة.

هـ - تقاطع خط مستقيم مع أسطوانة قائمة

مثال (٥-١)



الشكل (٦-١): تقاطع المستقيم مع الأسطوانة.

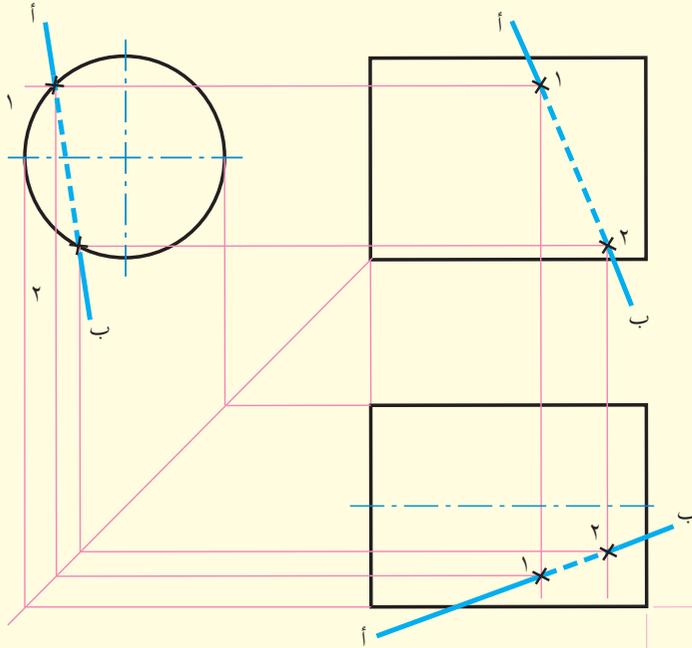
يخترق الخط المستقيم (أ ب) أسطوانة قائمة في النقطة (١) على محيطها، ويخرج من النقطة (٢) على سطحها الدائري، ولا يقطع محورها، كما في الشكل (٦-١). ارسم مساقطها الثلاثة، وبين مناطق التقاطع.

الحل

١- ارسم المسقطين الأمامي والجانبى للمستقيم والأسطوانة، كما في الشكل (٧-١).

٢- ارسم من النقطة (١) والنقطة (٢) في المسقط الأمامي خطين باتجاه المسقط الجانبى ليقطعا محيط الدائرة في النقطتين (١) و (٢)، كما في الشكل (٧-١).

٣- ارسم المسقط الأفقى للأسطوانة ونقطتي التقاطع بوساطة خطوط الإسقاط.



الشكل (٧-١): تقاطع المستقيم مع الأسطوانة في المساقط الثلاثة.

فكر

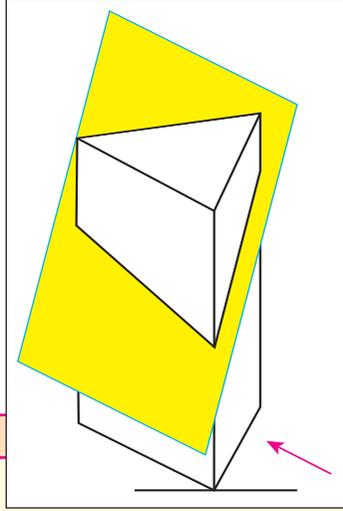
ما البعد بين أيّ نقطتين في المثال السابق إذا كان الخط المستقيم يمرّ بمحور الأسطوانة ويقطعه على نحوٍ متعامد؟

تمرين

يخترق مستقيم مخروطاً في النقطة (١) على محيطه، ويخرج من النقطة (٢) على سطحه الدائري، فإذا علمت بأن:

- الخط يمر بمحور المخروط على ارتفاع (٤) سم من قاعدته، ويقطعه على نحوٍ متعامد.
 - قطر قاعدة المخروط تساوي (٥) سم، وارتفاعه (٨) سم.
- فارسم المساقط الثلاثة، وبيّن نقاط التقاطع.

تتكون غالبية الأجسام الهندسية من تجميع عناصر عدّة، بعضها مع بعض، وكثيراً ما يتطلب التصميم تقاطع هذه العناصر. ولتصنيع العناصر المتقاطعة يجب أولاً رسمها، وتحديد نقاط تقاطعها بدقة، وستتعرف نقاط تقاطع المستوى مع الموشور والأسطوانة والمخروط والهرم، وكذلك تقاطع أسطوانتين، وتقاطع أسطوانة مع مخروط، وتحديد خطوط التلاقي بينها.



الشكل (٨-١): تقاطع مستوى مع موشور.

١ تقاطع مستوى مائل مع موشور ثلاثي

مثال (١-٦)

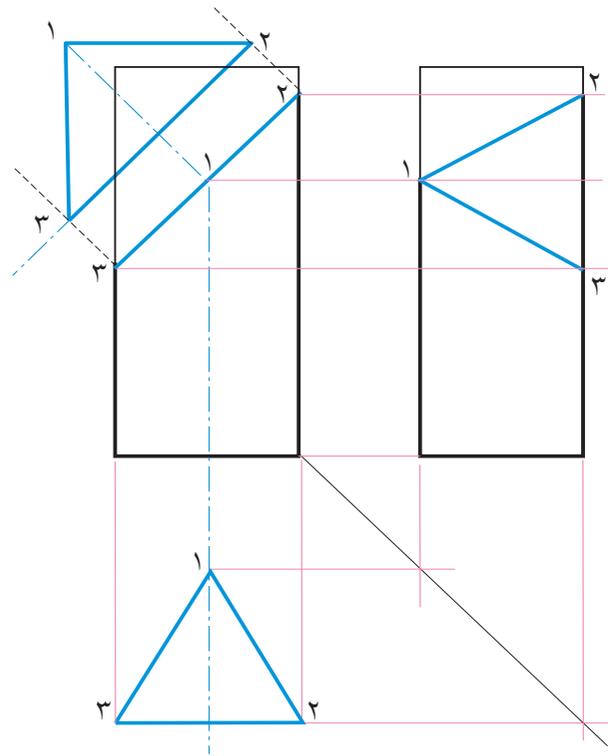
تأمل الموشور الثلاثي القائم المنتظم الذي تقاطع مع مستوى مائل، كما في الشكل (٨-١)، ثم ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة التقاطع.

الحل

١- ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للموشور، وارسم الخط الذي يمثل المستوى في المسقط الأمامي.

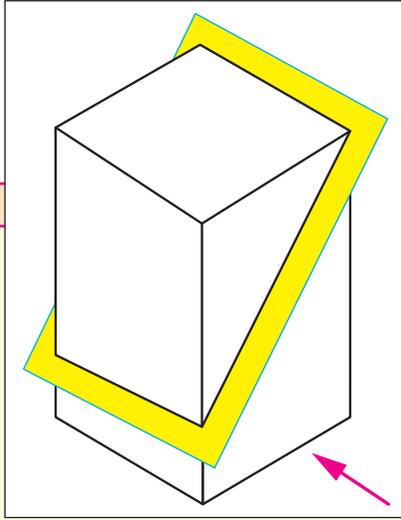
٢- رقم رؤوس الموشور في المسقط الأفقي (المثلث الشكل) بالأرقام (١، ٢، ٣)، ثم ارفع أعمدة من النقاط إلى المسقط الأمامي، لكي تقاطع مع الخط الذي يمثل مستوى القطع.

٣- ارسم المسقط الجانبي، وأسقط عليه النقاط التي تمثل مستوى التقاطع، ثم صل بينها.



الشكل (٩-١): منطقة التقاطع.

٤- لرسم شكل التقاطع الحقيقي، ارفع من نقاط التقاطع في المسقط الأمامي أعمدة، ثم ارسم خطًا يوازي خط القطع، وحدد النقطتين (٢) و(٣)، ثم حدّد ارتفاع النقطة (١) من المسقط الأفقي، كما في الشكل (٩-١).



الشكل (١٠-١): تقاطع مستوى مع موشور رباعي.

٢ تقاطع مستوى مائل مع موشور رباعي

مثال (٧-١)

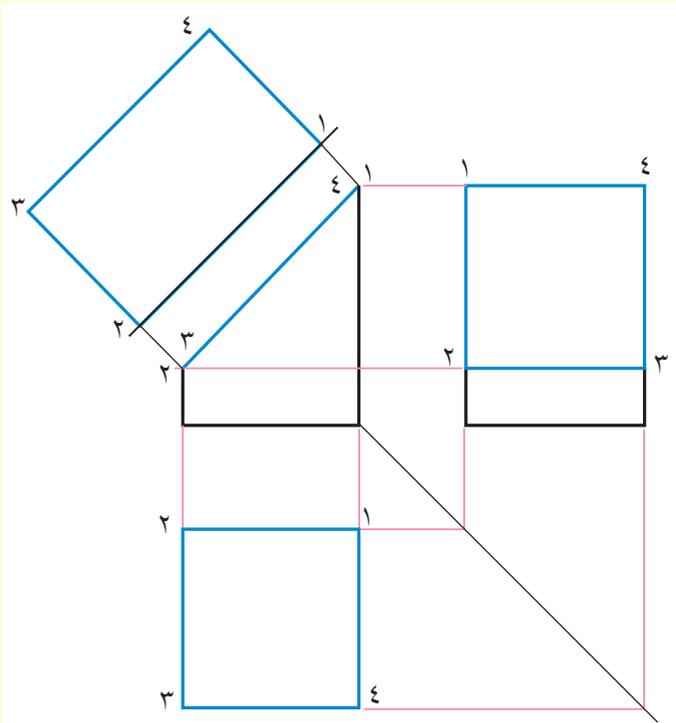
تأمل الموشور الرباعي القائم المنتظم الذي تقاطع مع مستوى مائل، كما في الشكل (١٠-١)، ثم ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة التقاطع.

الحل

١- ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للموشور الرباعي، وارسم الخط الذي يمثل المستوى في المسقط الأمامي.

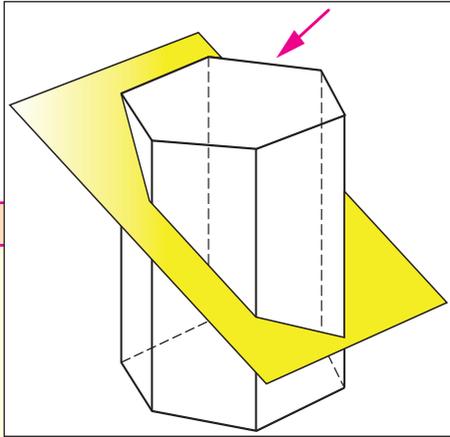
٢- رقم رؤوس الموشور في المسقط الأفقي (المربع الشكل) بالأرقام (١، ٢، ٣، ٤)، ثم ارفع أعمدة من النقاط إلى المسقط الأمامي، لكي يتقاطع مع الخط الذي يمثل مستوى التقاطع.

٣- ارسم المسقط الجانبي، وأسقط عليه النقاط التي تمثل مستوى القطع من المسقط الأمامي، وكذلك أسقط النقاط من المسقط الأفقي، حيث تتقاطع هذه النقاط، ثم صل بينها، فينتج شكل مستوى القطع على المسقط الجانبي.



الشكل (١١-١): منطقة التقاطع.

- ٤- لرسم شكل التقاطع الحقيقي في المسقط الأمامي، ارفع من نقاط التقاطع أعمدة، ثم ارسم خطًا يوازي خط القطع وحدد النقطتين (١) و (٢)، ثم حدّد النقطة (٤) والنقطة (٣) بنقل البعد (٤-١) والبعد (٣-٢) من المسقط الأفقي.
- ٥- صل بين النقاط لتحصل على شكل التقاطع، كما في الشكل (١١-١).



الشكل (١٢-١): تقاطع مستوى مع موشور سداسي.

٣ تقاطع مستوى مائل مع موشور سداسي

مثال (١-٨)

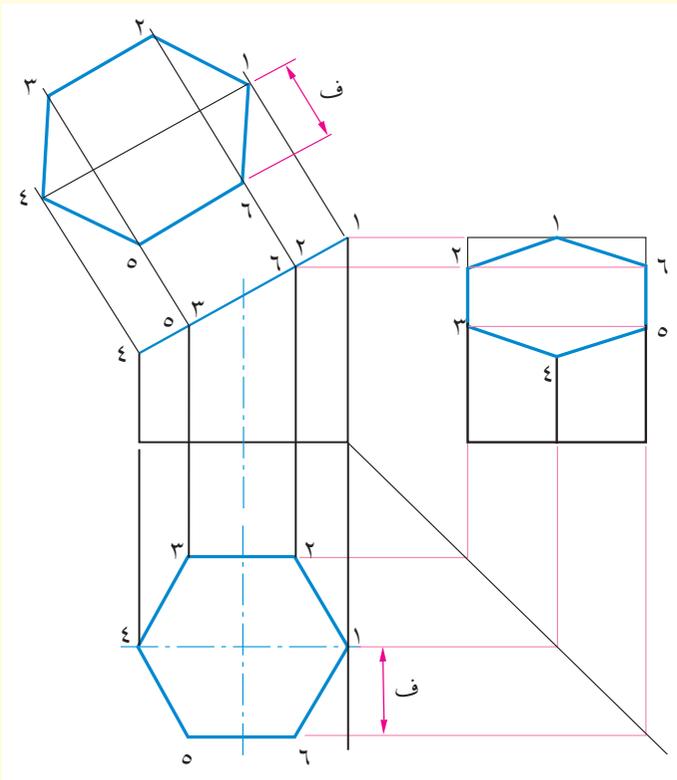
تأمل الشكل (١٢-١) الذي يمثّل موشورًا سداسيًا منتظمًا قطع بمستوى مائل، ثم ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة القطع.

الحل

١- ارسم المسقطين الأمامي والأفقي لهذا الموشور، ثم ارسم أثر مستوى القطع في المسقط الأمامي.

٢- رقم رؤوس الموشور في المسقط الأفقي (السداسي الشكل) بالأرقام (١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦)، ثم ارفع أعمدة من النقاط إلى المسقط الأمامي لكي تتقاطع مع الخط الذي يمثّل مستوى القطع.

٣- ارسم المسقط الجانبي، وأسقط عليه النقاط التي تمثّل مستوى القطع من المسقط الأمامي، وكذلك أسقط النقاط من المسقط الأفقي، لكي تتقاطع، ثم صل بينها.

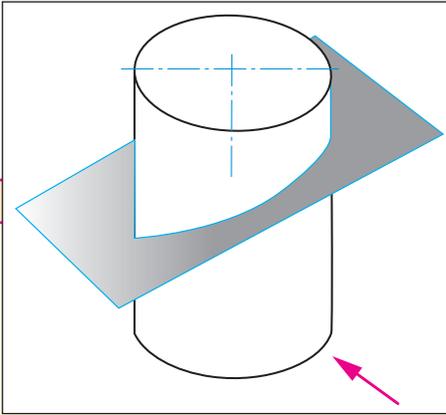


الشكل (١٣-١): منطقة التقاطع.

٤- لرسم شكل القطع الحقيقي على مستوى القطع في المسقط الأمامي ارفع من نقاط التقاطع أعمدة، ثم ارسم خطًا يوازي خط القطع، وحدد عليه النقطتين (٦،٥)، ثم ارسم مستقيمًا يوازي الخط السابق ويبعد عنه المسافة (ف)، وحدد عليه النقطتين (٤،١)، ثم ارسم مستقيمًا يوازيه ويبعد عنه المسافة (ف)، وحدد عليه النقطتين (٣،٢)، ثم صل النقاط بخطوط مستقيمة، فينتج الشكل الحقيقي للقطع، كما في الشكل (١٣-١).

٤ تقاطع مستوى مائل مع أسطوانة

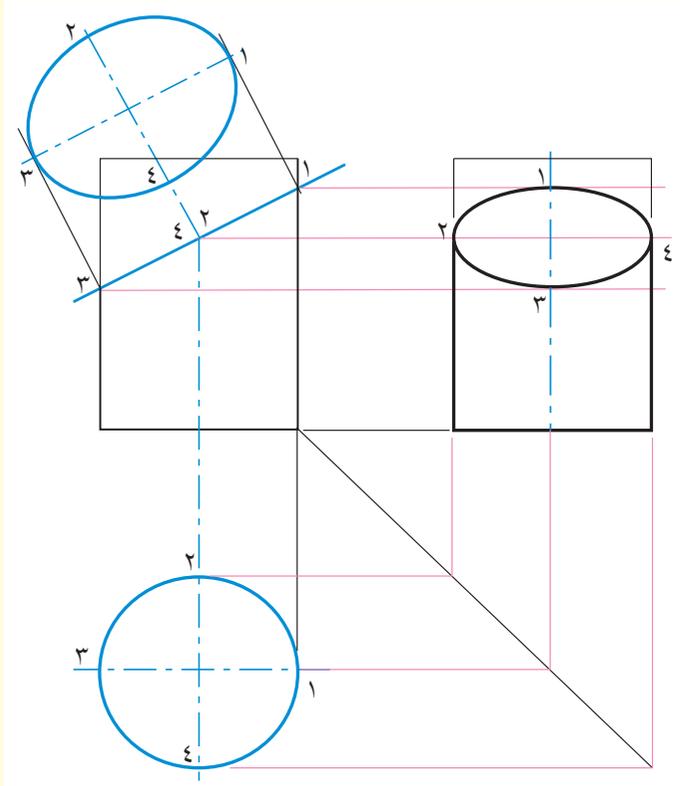
مثال (٩-١)



الشكل (١٤-١): تقاطع مستوى مع أسطوانة.

تأمل الشكل (١٤-١) الذي يمثّل أسطوانة دائرية قائمة قطعت بمسوى قَطْع مائل على محورها، ثم ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة القطع.

الحل

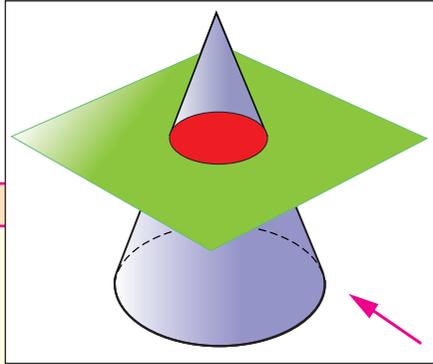


الشكل (١٥-١): منطقة التقاطع.

١- ارسم المسقط الجانبي موضحًا عليه شكل القَطْع الذي ينتج من تلاقي نقاط تقسيم الدائرة في المسقط الأفقي مع إسقاطاتها في المسقط الأمامي.

٢- لرسم شكل القطع الحقيقي على المسقط الأمامي ارسم خطًا يوازي خط القطع بحيث يبعد عنه مسافة مناسبة، ثم ارفع أعمدة من النقاط على خط القطع لتتلاقى مع الخط الذي رُسم، وحدد النقطتين (١) و (٣)، ويمكن تحديد النقطتين (٢) و (٤)، بقياس المسافة بينهما في المسقط

الأفقي، ونقلها إلى الشكل الحقيقي في المسقط الأمامي.
 ٣- صل بين النقاط (١) و (٢) و (٣) و (٤) بخطوط منحنية لينتج الشكل الحقيقي المطلوب،
 كما في الشكل (١٥-١).



الشكل (١٦-١): تقاطع مستوى مع مخروط على نحو متعامد.

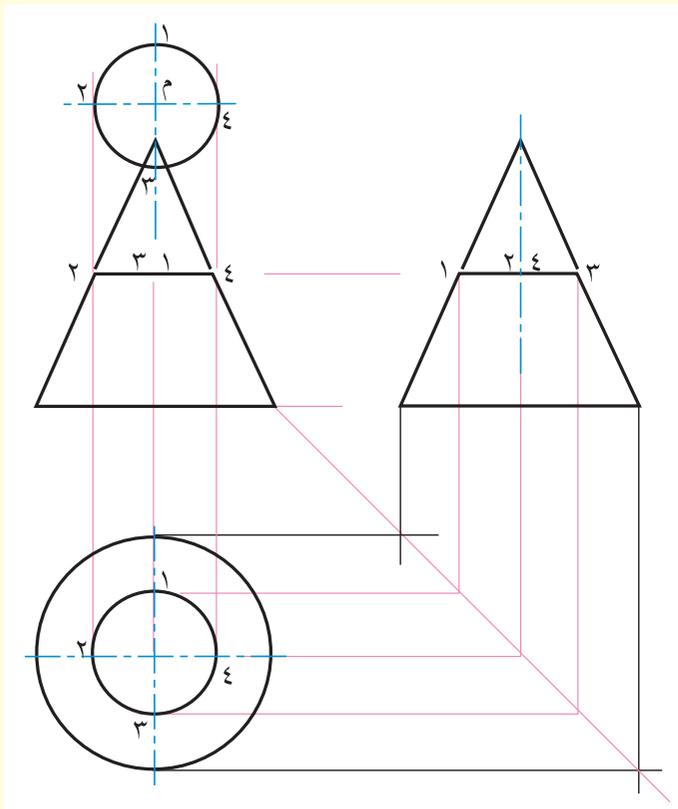
٥ تقاطع مستوى أفقي مع مخروط قائم

مثال (١٠-١)

تأمل الشكل (١٦-١) الذي يمثّل مخروطًا قائمًا قُطع بمستوى موازٍ لقاعدته، ثم ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة القطع.

الحل

١- ارسم المسقطين الأمامي والأفقي مبينًا خط القطع في المسقط الأمامي، بحيث يظهر القطع في المسقط الأفقي دائرة منتظمة؛ لأنّ القطع يوازي القاعدة.



الشكل (١٧-١): منطقة التقاطع.

٢- قسّم الدائرة في المسقط الأفقي حسب تقاطع محوريها مع المحيط، ورقّمها بالأرقام (١، ٢، ٣، ٤)، ثم أسقط الأرقام على المسقط الأمامي.
 ٣- ارسم المسقط الجانبي، ثم أسقط الأرقام من المسقطين الأمامي والأفقي لإظهار خط القطع.

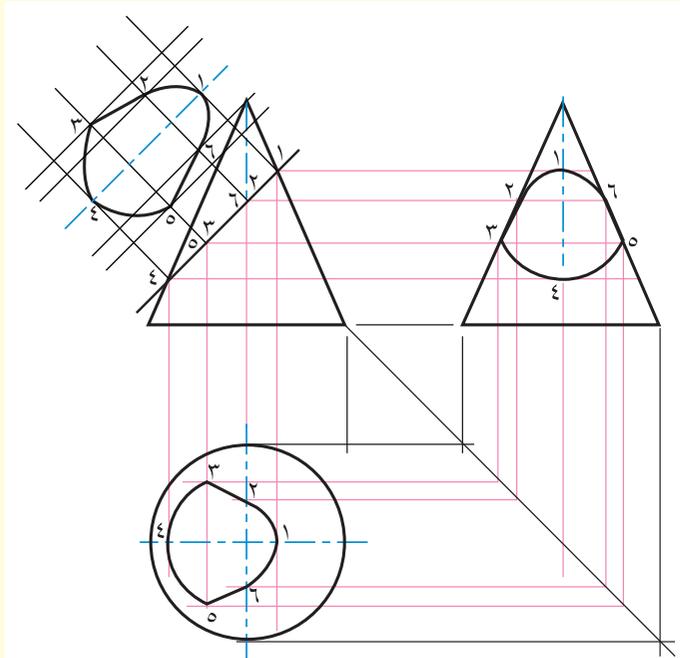
٤- لرسم شكل القطع الحقيقي ارسم خطًا يوازي خط القطع، ويقطع المحور العمودي في النقطة (م)، ثم ارفع أعمدة النقاط على خط القطع، وحدد النقطتين (٢) و (٤). ولتحديد النقطتين (١) و (٣) افتح الفرجار

بمقدار المسافة بين النقطتين (١-٣) من المسقط الأفقي، ثم ارسم دائرة تمس النقاط الأربعة، فتكون هي الشكل الحقيقي للقطع، كما في الشكل (١-١٧).

٦ تقاطع مستوى مائل مع مخروط قائم

مثال (١-١١)

تأمل الشكل (١-١٨) الذي يمثل مخروطًا قائمًا قطع بمستوى مائل على قاعدته، ثم:



الشكل (١-١٨): نقاط التقاطع.

١- بين شكل القطع في المساقط الثلاثة.

٢- ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة التقاطع.

الحل

١- ارسم المساقط الثلاثة كاملة: الأمامي، والأفقي، والجانبى، مبيّنًا خط القطع في المسقط الأمامي.

٢- حدّد النقطتين (١) و (٤) وأسقطهما على المسقطين الأفقي والجانبى، ثم حدّد النقطتين (٢) و (٦)، والنقطتين (٣) و (٥) وأسقطهما على المسقط الجانبى، ثم أسقط النقاط (٢) و (٦)

و (٣) و (٥) من المسقطين الأمامي والجانبى على المسقط الأفقي.

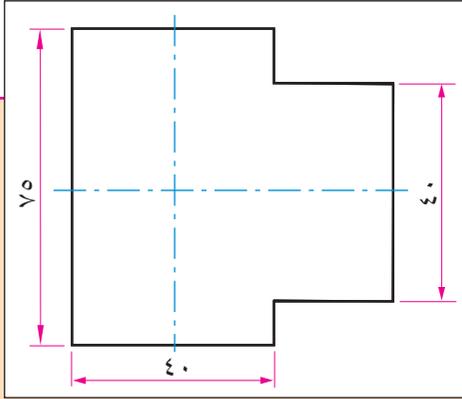
٣- صل النقاط التي حصلت عليها بخطوط منحنية لينتج شكل القطع في كلٍّ من المسقطين.

٤- لرسم الشكل الحقيقي للقطع على المسقط الأمامي ارسم خطًا يوازي خط القطع، ويبعد عنه مسافة محددة، ثم أقم أعمدة من النقاط على خط القطع لتلتقي بالخط الذي رُسم، وحدّد عليه النقطتين (١) و (٤)، ثم انقل الأبعاد من المسقط الأفقي إلى الشكل الحقيقي على المسقط الأمامي.

٥- بعد تحديد مواقع النقاط جميعها صل بينها بخطوط منحنية، فيكون الشكل الناتج هو شكل القطع الحقيقي المطلوب، انظر الشكل (١-١٨).

٧ تقاطع أسطوانتين متعامدتين ومتساويتي القطر

مثال (١-١٢)



الشكل (١-١٩): أسطوانتان متقاطعتان.

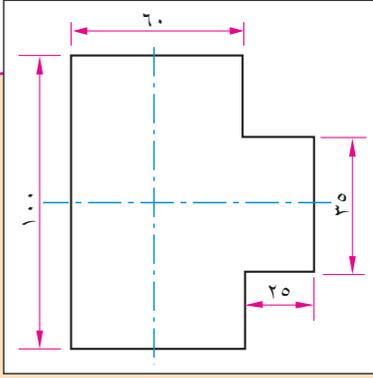
تأمل الشكل (١-١٩) الذي يبين أسطوانتين قائمتين متقاطعتين، متساويتي القطر، متعامدتي المحور، ثم ارسم المساقط الثلاثة، وبين خطوط التلاقي.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<ul style="list-style-type: none"> ارسم المسقطين الأمامي والأفقي. ارسم نصف دائرة على نهاية الأسطوانة الأفقية في المسقط الأمامي، وقسمها إلى (٦) أقسام متساوية، ورقمها. قسّم الدائرة في المسقط الأفقي إلى أقسام متساوية، عددها (١٢)، ثم رقمها، كما في الشكل (١). 	<p>الشكل (١).</p>
٢	<ul style="list-style-type: none"> أسقط نقاط التقسيم بحسب الأرقام من نصف الدائرة إلى الأسطوانة العمودية. أسقط نقاط التقسيم من الدائرة في المسقط الأفقي على الأسطوانة العمودية في المسقط الأمامي. حدّد نقاط التلاقي الناتجة من التقاء خطوط الإسقاط الأفقية والعمودية. صل النقاط بعضها ببعض بخطوط مستقيمة، فيكون الخط الناتج هو شكل التقاطع بين الأسطوانتين، انظر الشكل (٢). 	<p>الشكل (٢).</p>

٨ تقاطع أسطوانتين متعامدتين غير متساويتي القطر

مثال (١-١٣)



الشكل (١-٢٠): أسطوانتان متقاطعتان.

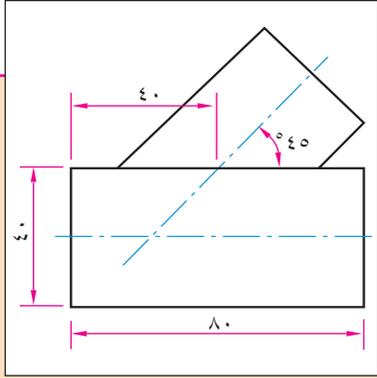
تأمل الشكل (١-٢٠) الذي يبين أسطوانتين قائمتين، متقاطعتين، متعامدتي المحور، غير متساويتي القطر، ثم ارسم المساقط الثلاثة، وبين خطوط التلاقي.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	ارسم المساقط الثلاثة للأسطوانتين، كما في الشكل (١).	
٢	<p>قسّم الدائرة في المسقط الجانبي إلى (١٢) قسماً، ثم رقمها، وارسم خطوطاً أفقية من نقاط التقسيم باتجاه المسقط الأمامي.</p> <p>ارسم نصف دائرة على طرف الأسطوانة في المسقط الأفقي، ثم قسّمها إلى (٦) أقسام متساوية، ثم رقمها، وأقم أعمدة من نقاط التقسيم إلى المسقط الأمامي.</p> <p>حدّد نقاط التقاطع المتلاقية من المسقطين، وبحسب الأرقام.</p> <p>صل بين النقاط بخطوط منحنية، فيكون الخط الناتج هو خط التلاقي بين الأسطوانتين، انظر الشكل (٢).</p>	

٩ تقاطع أسطوانتين متساويتي القطر وغير متعامدتي المحاور

مثال (١-١٤)



تأمل الشكل (١-٢١) الذي يبين أسطوانتين قائمتين، متقاطعتين، متساويتي القطر، غير متعامدتي المحاور، ثم ارسم مساقطهما الثلاثة، مبيناً عليها حدود التقاطع.

الحل

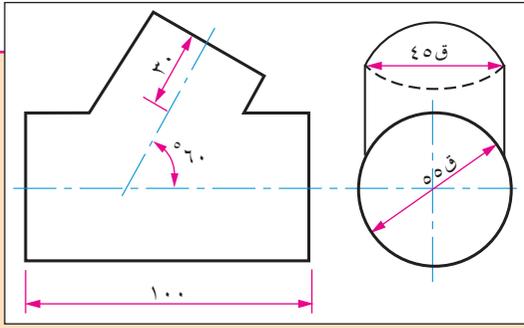
الشكل (١-٢١): تقاطع أسطوانتين.

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<p>ارسم المسقطين الأمامي والجانبى حسب الأبعاد المعطاة، ثم المسقط الأفقي حسب الإسقاطات.</p> <p>ارسم مقطع الأسطوانة المائلة في المسقطين الجانبى والأفقي، وذلك بإسقاط نقاط محاور الأسطوانة (١) و(٢) و(٣) و(٤) و(٥) و(٦) على كل من المسقطين، وحدد نقاط التقاطع للأرقام المتشابهة في كل مسقط، ثم صل بين هذه النقاط بخطوط منحنية لينتج الشكل البيضويّ والقوس الذي يمثل مقطع الأسطوانة المائلة في كلا المسقطين، انظر الشكل (١).</p>	<p>الشكل (١).</p>
٢	<p>لتحديد خطوط التلاقي بين الأسطوانتين قسّم الدائرة في المسقط الجانبى إلى عدد من الأقسام ولتكن (١٢) قسمًا، ثم ارسم نصف دائرة على الأسطوانة المائلة، وقسمها كما قسّمت الدائرة في المسقط الجانبى، ثم رقم هذه الأقسام وأسقطها من المسقط الجانبى ومن الأسطوانة المائلة في المسقط الأمامى حتى يتقاطع بعضها مع بعض.</p> <p>حدّد نقاط التلاقي، ثم صل بينها بخطوط مستقيمة، فيكون الخط الناتج هو خط التقاطع بين الأسطوانتين، انظر الشكل (٢).</p>	<p>الشكل (٢).</p>

تقاطع أسطوانتين غير متعامدتي المحاور وغير متساويتي القطر

١٠

مثال (١-١٥)



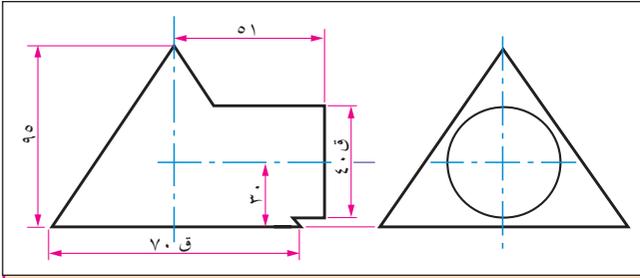
الشكل (١-٢٢): تقاطع أسطوانتين.

تأمّل الشكل (١-٢٢) الذي يبين أسطوانتين قائمتين متقاطعتين، غير متساويتي القطر، ثم ارسم المساقط الثلاث، وبيّن خطوط التلاقي.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<p>١ - ارسم المسقطين الأمامي والجانبى حسب الأبعاد المعطاة، ثم المسقط الأفقي حسب الإسقاطات.</p> <p>٢ - ارسم مقطع الأسطوانة المائلة في المسقطين الجانبى والأفقي، وذلك بإسقاط نقاط محاور الأسطوانة (١) و (٢) و (٣) و (٤) على كلٍّ من المسقطين، وحدد نقاط التقاطع للأرقام المتشابهة في كل مسقط، ثم صل بين هذه النقاط بخطوط منحنية لينتج الشكل البيضوي الذي يمثل مقطع الأسطوانة المائلة في كلا المسقطين، كما في الشكل (١).</p>	<p>الشكل (١).</p>
٢	<p>١ - لتحديد خطوط التلاقي بين الأسطوانتين، قسّم الدائرة في المسقط الجانبى إلى عدد من الأقسام ولتكن (١٢) قسمًا، ثم ارسم نصف دائرة على الأسطوانة المائلة، وقسمها كما قسّمت الدائرة في المسقط الجانبى، ورقم هذه الأقسام، ثم أسقطها من المسقط الجانبى ومن الأسطوانة المائلة في المسقط الأمامي حتى يتقاطع بعضها مع بعض.</p> <p>٢ - حدّد نقاط التلاقي، ثم صل بينها بخطوط مستقيمة، فيكون الخط الناتج هو خط التقاطع بين الأسطوانتين، كما في الشكل (٢).</p>	<p>الشكل (٢).</p>

مثال (١-١٦)



الشكل (١-٢٣): تقاطع مخروط وأسطوانة.

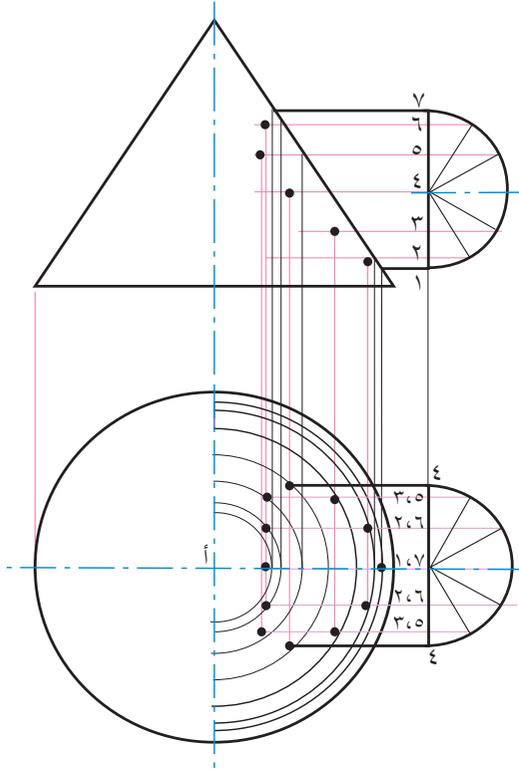
تأمل الشكل (١-٢٣) الذي يبين مخروطاً وأسطوانة قائمين، محوراهما متقاطعان ومتعامدان، ثم بين حدود التلاقي بين السطحين الناتج من التقاطع.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<p>١ - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي.</p> <p>٢ - ارسم نصف دائرة على نهاية الأسطوانة في كل من المسقطين الأمامي والأفقي وقسمها إلى (٦) أقسام متساوية، ورقمها من (١-٧)، ثم أسقط الأرقام على راسم المخروط في المسقط الأمامي، ومن نقاط التلاقي أنزل أعمدة على المسقط الأفقي لتقطع خط محور الأسطوانة.</p> <p>٣ - افتح الفرجار، وثبته في النقطة (أ) في المسقط الأفقي، وارسم نصف دائرة محيطها في كل نقطة على المحور، كما في الشكل (١).</p>	<p>الشكل (١).</p>

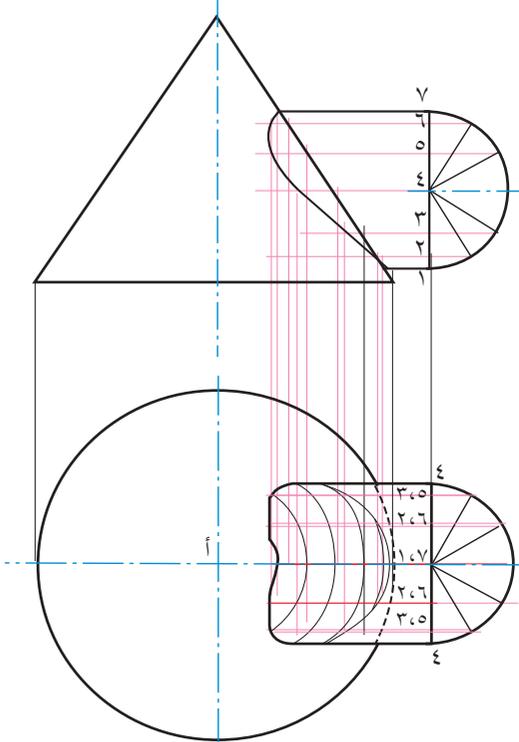
٢ - أسقط خطوطاً أفقية من أقسام الدائرة في المسقط الأفقي حتى تقطع أنصاف الدوائر المرسومة.

- ارفع منها أعمدة إلى المسقط الأمامي لتقاطع مع الأرقام نفسها، وحدد نقاط التقاطع في كل من المسقطين الأمامي والأفقي، كما في الشكل (٢).



الشكل (٢).

٣ - صل بين نقاط التقاطع في المسقطين الأمامي والأفقي بخطوط منحنية لتحصل على خط التلاقي الناتج من تقاطع الأسطوانة والمخروط، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

التقويم الذاتي

أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	عناصر الأداء	ممتاز	جيد	ضعيف
١	أوضح مفهوم التقاطع.			
٢	أبين أهمية التقاطع.			
٣	أعددت أسس عملية تنفيذ التقاطع.			
٤	أرسم تقاطع المستوى المتعامد على محور الأسطوانة.			
٥	أرسم تقاطع المستوى المائل مع محور الأسطوانة.			
٦	أرسم تقاطع المستوى المتعامد على محور الموشور.			
٧	أرسم تقاطع المستوى المائل على محور الموشور.			
٨	أرسم تقاطع المستوى المتعامد على محور المخروط.			
٩	أرسم تقاطع المستوى المائل على محور المخروط.			
١٠	أرسم تقاطع أسطوانتين متساويتي القطر، ومحوراهما متعامدان.			
١١	أرسم تقاطع أسطوانتين غير متساويتي القطر، ومحوراهما متعامدان.			
١٢	أرسم تقاطع أسطوانتين متساويتي القطر، ومحوراهما غير متعامدين.			
١٣	أرسم تقاطع أسطوانتين غير متساويتي القطر، ومحوراهما غير متعامدين.			
١٤	أرسم تقاطع أسطوانة مع مخروط، محوراهما متقاطعان.			

أ - المستقيمان (أ ب) و (ج د)، طول كل منهما (٦٥) مم، وضح بالرسم حالاتهما الآتية:

- ١ . إذا لم يتقاطعا.
- ٢ . إذا تقاطعا وبينهما زاوية.
- ٣ . إذا كانا متقاطعين ومتعامدين.

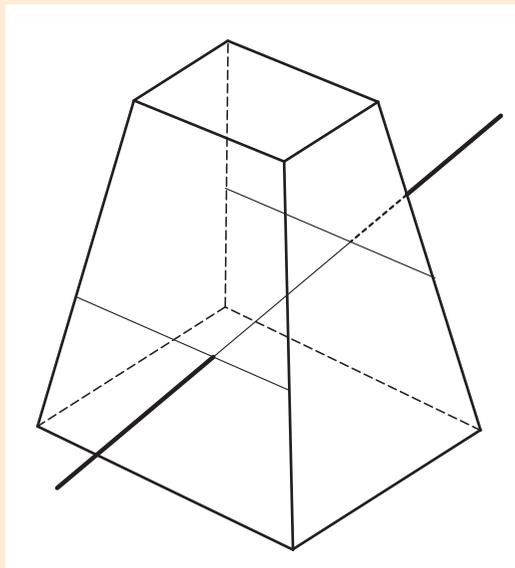
ب- ارسم المستوى (أ ب ج د)، والمستقيم (هـ و)، ثم بين ما يأتي:

- ١ . تقاطع المستقيم مع المستوى بزاوية (على نحو مائل).
- ٢ . تقاطع المستقيم مع المستوى على نحو عمودي.

ج- المستويات (هـ و ز ح) و (أ ب ج د)، بين بالرسم حالتيهما الآتيتين:

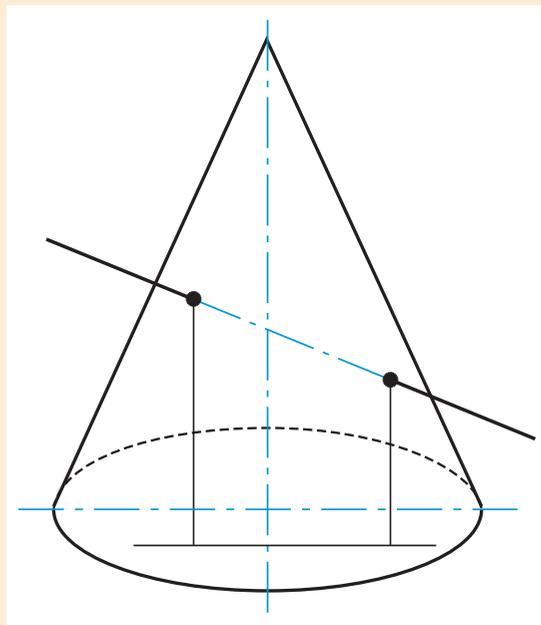
- ١ . عندما يتقاطعان بزاوية مائلة.
- ٢ . عندما يتقاطعان ويكونان متعامدين.

٢ - تأمل الشكل (١-٢٤) الذي يبين مستقيماً يقطع هرمًا رباعياً ناقصاً، ثم ارسم المساقط الثلاثة للهرم مبيناً عليها شكل التقاطع مع المستقيم لكل مسقط.



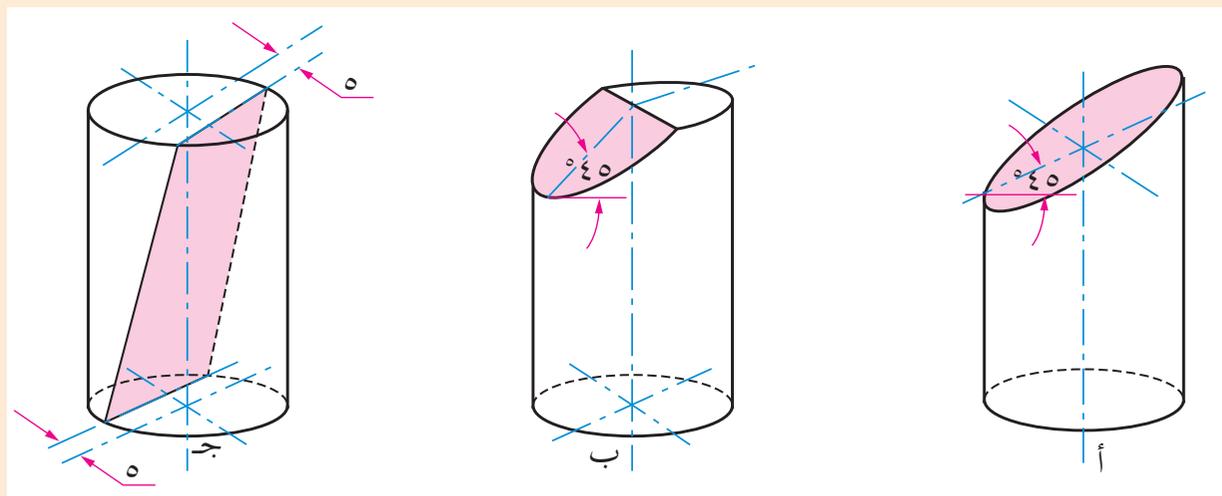
الشكل (١-٢٤): المستقيم مع الهرم الرباعي الناقص.

- ٣ - تأمل الشكل (٢٥-١) الذي يبيّن تقاطع خط مستقيم مع مخروط قائم، قطر قاعدته (٥٠) مم، وارتفاعه (٨٠) مم، ثم ارسم المساقط الثلاثة للمستقيم والمخروط مبيّناً نقاط التقاطع لكلّ مسقط.



الشكل (٢٥-١): المستقيم مع المخروط القائم.

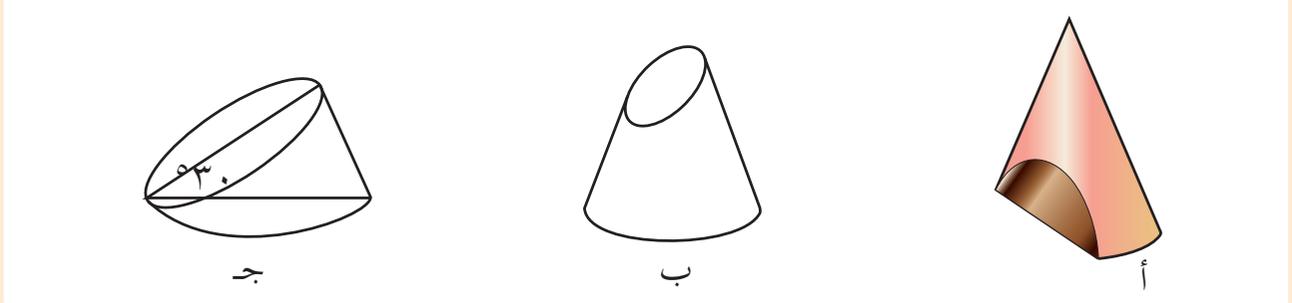
- ٤ - يبيّن الشكل (٢٦-١) ثلاث أسطوانات قائمة، قطر كلّ منها (٤٠) مم، وارتفاعها (٦٠) مم، قطعت بمستويات مختلفة، ارسم الأشكال الحقيقية لمناطق القطع.



الشكل (٢٦-١): أسطوانات قائمة مقطوعة.

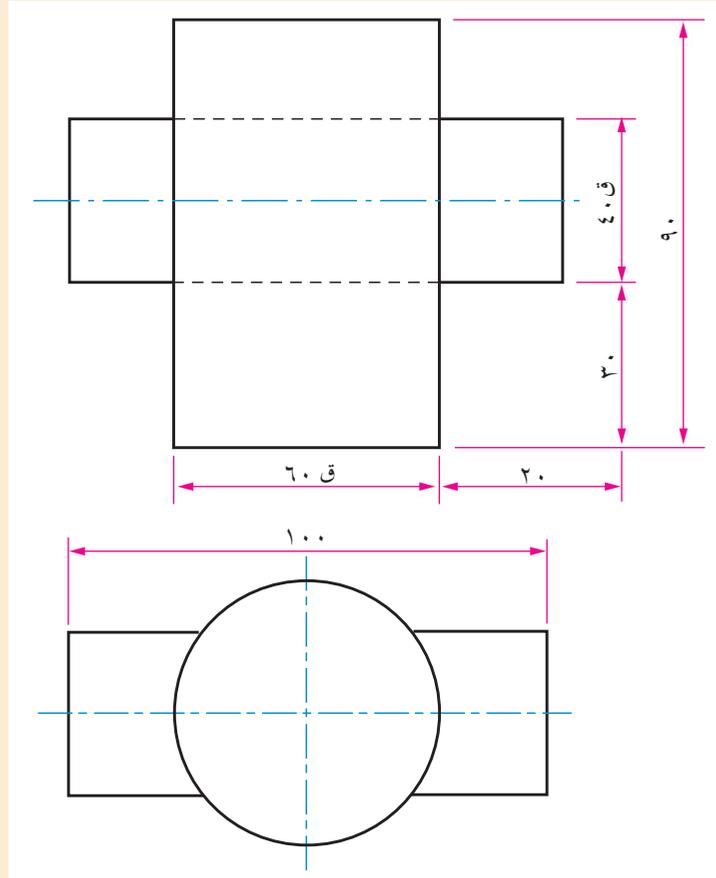


٥ - يبيّن الشكل (٢٧-١) ثلاثة مخاريط قائمة، قطر قاعدة كلّ منها (٥٠) مم، وارتفاعها (٧٠) مم، قُطع كلّ مخروط بمستوى قاطع، ارسم الأشكال الحقيقية لمناطق التقاطع.

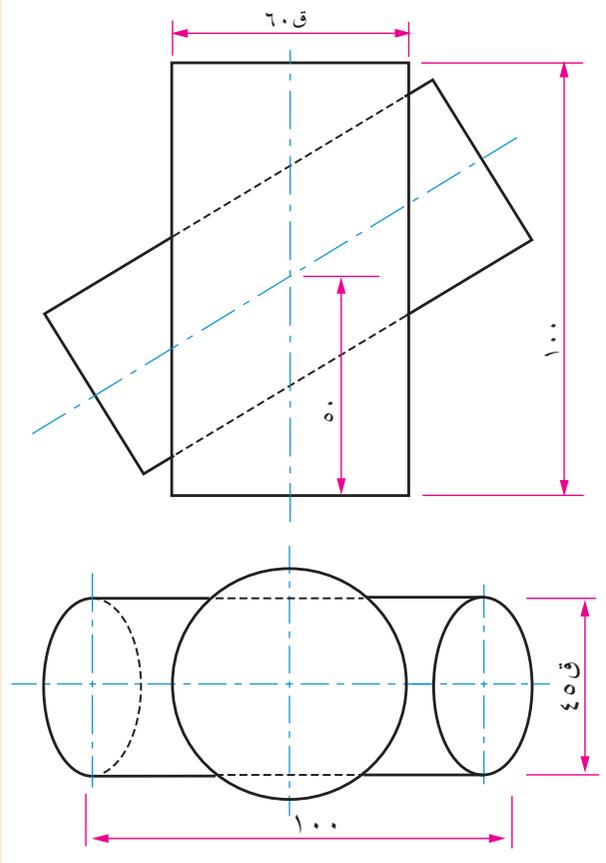


الشكل (٢٧-١): مخاريط قائمة مقطوعة.

٦ - يبيّن الشكل (٢٨-١) المسقطين الأمامي والأفقي لأسطوانتين متقاطعتين، محوراهما متعامدان، حسب الأبعاد، ارسم المساقط الثلاثة، وبيّن حدود تقاطعها.



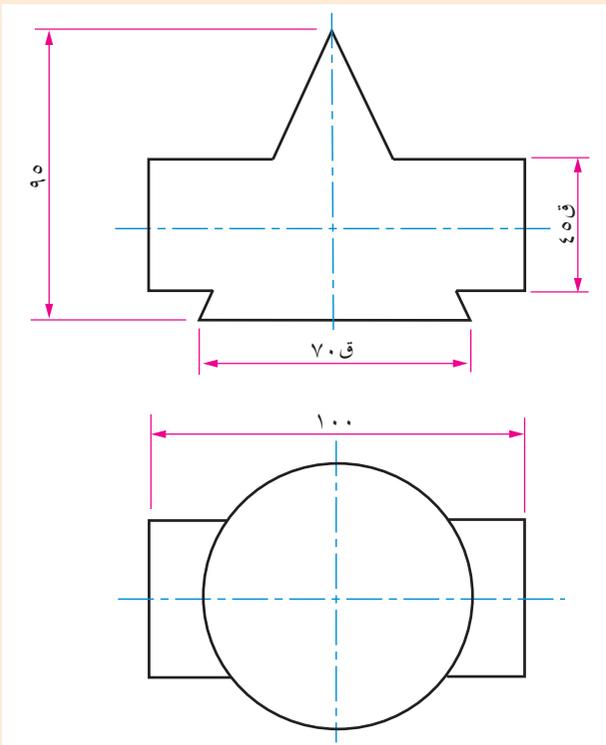
الشكل (٢٨-١): تقاطع أسطوانتين.



الشكل (٢٩-١): تقاطع أسطوانتين.

٧ - يبيّن الشكل (٢٩-١) المسقطين الأمامي والأفقي لأسطوانتين متقاطعتين، محاورهما غير متعامدة، وتميلان بزاوية (30°) ، حسب الأبعاد المعطاة.

ارسم المساقط الثلاثة، وبيّن حدود تقاطعها.

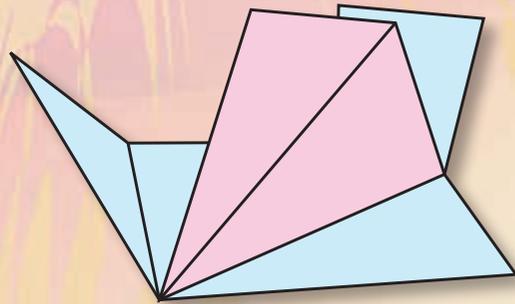
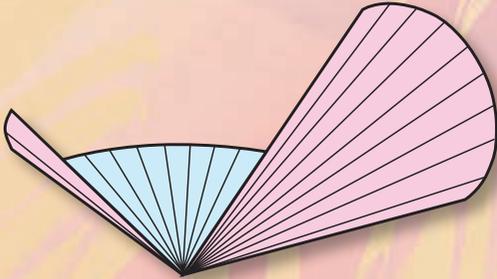
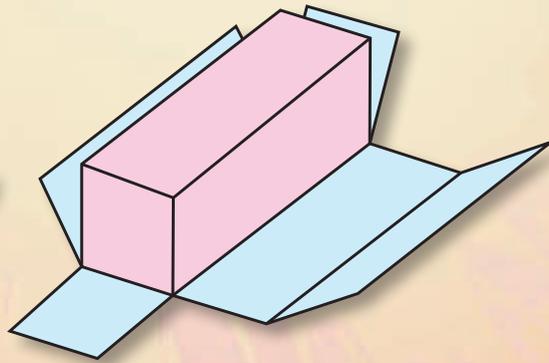
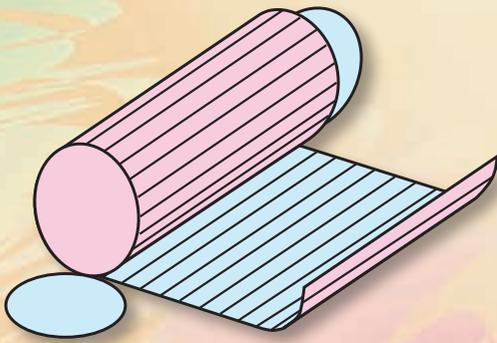


الشكل (٣٠-١): تقاطع أسطوانة ومخروط.

٨ - يبيّن الشكل (٣٠-١) المسقطين الأمامي والأفقي لمخروط وأسطوانة متقاطعتين، محاورهما متعامدة، حسب الأبعاد المعطاة، ارسم المساقط الثلاثة، وبيّن مناطق التقاطع.

الوحدة الثانية

الإفراد



ما الطريقة التي استخدمت لإفراد الأشكال الهندسية المبينة في الشكل؟

هل يمكن إفراد شكل هندسي محدد بأكثر من طريقة؟

يختصّ الأفراد بتشكيل الصاج وتصنيعه على شكل مجسمات وأشكال هندسية، مثل: المخروط، والأسطوانة، والهرم، والموشور، والمضلعات. وتعدّ الأفرادات أحد فروع الرسم الهندسي الذي ينفذ على ألواح الصاج والصفائح المعدنية، ثم يقصّ ويشكّل بحسب الشكل المطلوب، وتستخدم في كثير من التطبيقات الصناعية، مثل: التمديدات ومجاري التوزيع في التكييف والتدفئة وصوامع الحبوب ومصانع الأسمت وشبكات الأنابيب في مصافي البترول وغيرها، وستتعرف في هذه الوحدة المحاور الآتية:

- مفهوم الأفراد والطرائق والعمليات الهندسية الضرورية لتنفيذه.
- أفراد السطوح والأشكال الهندسية البسيطة.
- أفراد الأشكال الهندسية الأكثر تعقيداً.

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- توضّح عملية أفراد السطوح.
- تحدّد طرائق أفراد الأشكال الهندسية.
- تحدّد الأسس العامة لتنفيذ الأفراد.
- تذكر بعض العمليات الهندسية المستخدمة في الأفراد.
- تعدّد خطوات تنفيذ الأفراد لكلّ طريقة من طرائق الأفراد.
- تبيّن مفهوم الأفراد البسيط.
- تنفذ الأفراد البسيط على المكعب ومتوازي المستطيلات والنقاصات.
- ترسم أفراد المضلع والدائرة.
- توضّح مفهوم الأفراد الموازي.
- تنفذ الأفراد القطري على المخروط والهرم.
- توضّح الأفراد بطريقة التقسيم إلى مثلثات.
- تنفذ الأفراد بطريقة التقسيم إلى مثلثات على محولة المقطع.

لرسم الهندسي دور مهمّ في تشكيل الصاج والصفائح المعدنية التي تحتاج عند إنتاجها وتشكيلها إلى القيام بعملية إفراد هندسية لمختلف السطوح المنتظمة وغير المنتظمة. ولكي يتسنى تخطيط مختلف الأشكال والإفرادات ورسمها بطريقة صحيحة ودقيقة، يجب معرفة مفهوم الإفراد وطرق إفراد السطوح الهندسية، والأسس المتبعة عند التنفيذ، وبعض العمليات الهندسية التي تسهّل ذلك.

١ مفهوم الإفراد

تعتمد فكرة الإفراد (development) على تخيل أنّ المجسمات الهندسية ذات سطوح خارجية تغلّف الجسم، وقلبها فارغ، ثم بعد ذلك نتخيل قطع المجسم من أحرفه، ثم إفراده لتكون جميع سطوحه في مستوى واحد فقط.

٢ طرائق الإفراد

ينفّذ الإفراد عملياً بطرائق هندسية متعددة، وفي ما يأتي الطرائق التي تستعمل لإفراد السطوح المختلفة:

- أ - الإفراد البسيط أو المستقيم (straight line development).
 - ب - الإفراد الموازي (parallel line development).
 - ج - الإفراد القطري (radial line development).
 - د - الإفراد بطريقة التقسيم إلى مثلثات (triangulation development).
- وستعرّف هذه الطرائق والأشكال الهندسية في هذه الوحدة.

٣ أسس تنفيذ الإفراد

تختلف خطوات تنفيذ إفراد السطوح الهندسية بحسب الطريقة المتبعة وشكل السطح المراد إفراده، ولكن هناك خطوات وأسس عامة مشتركة بين طرائق الإفراد المختلفة، وفي ما يأتي الأسس العامة التي يجب مراعاتها عند عمل الإفراد:

- أ - رسم المسقط الأمامي الذي يبيّن الأطوال الحقيقية والارتفاع الحقيقي للجسم.

- ب- رسم المسقط الأفقي للجسم بمقياس الرسم نفسه.
- ج- استخدام الأطوال الحقيقية للخطوط والرواسم للسطوح.
- د - تقسيم المسقط الأفقي إلى عدد من الأقسام المتساوية إذا كان دائرياً، مع مراعاة أنه كلما زادت الأقسام كان الأفراد أكثر دقة.
- هـ- يبدأ الترقيم وينتهي بالرقم نفسه، وذلك على الخط الأساسي للأفراد.
- و - استعمال الخطوط المتوازية في الرسم، وتحديد النقاط المطلوبة من تقاطع تلك الخطوط مع الخطوط أو الأعمدة المتوازية الأخرى المقامة من نقاط التقسيم.
- ز - استعمال العدد وأدوات الرسم الهندسية والقياسية، والشبلونات المناسبة لرسم المنحنيات.

٤ العمليات الهندسية

في أثناء تنفيذ عملية الأفراد ستحتاج إلى استخدام الفرجار لتطبيق بعض العمليات الهندسية، مثل: تنصيف الخط المستقيم وتقسيمه إلى أي عدد من الأجزاء المتساوية، وتنصيف الزاوية، إذ إن تطبيق هذه العمليات الهندسية سيوفر كثيراً من الوقت والجهد المبذول في القياس، ويزيد سرعة إنجاز الأفراد المطلوب.

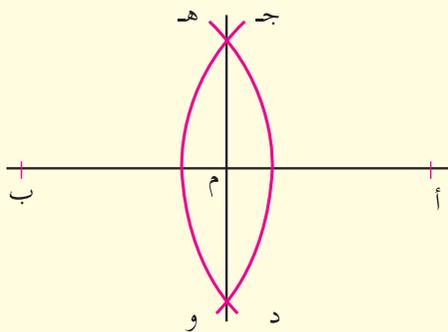
أ - تنصيف الخط المستقيم: ينصف الخط المستقيم بالرسم، بدلاً من القياس، وذلك لدقته.

مثال (٢-١)

نصف الخط المستقيم (أ ب) المبين في الشكل (٢-١).

الحل

١- ثبت الفرجار في (أ)، وافتحه فتحة أكبر من نصف طول الخط (أ ب) بقليل، ثم ارسم القوس (ج د) ليقطع هذا الخط.



٢- ثبت الفرجار في (ب)، وبالفتحة نفسها ارسم القوس (هـ و).

٣- صل بخط بين نقطتي تقاطع القوسين السابقين، لكي يقطع المستقيم (أ ب) في النقطة (م) التي هي نقطة المنتصف.

الشكل (٢-١): تنصيف الخط المستقيم.

تمرين (١-٢)

ارسم الخط المستقيم (أ ب) ثم قسمه بالفرجار إلى أربعة أقسام متساوية، مستخدمًا طريقة تنصيف الخط المستقيم.

فكر

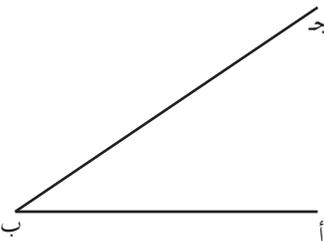
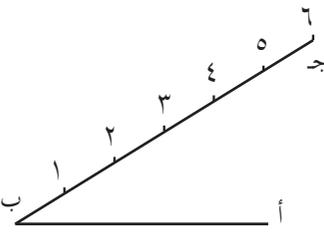
هل يمكن تقسيم الخط المستقيم (أ ب) إلى (٦) أقسام متساوية بالطريقة نفسها؟ لماذا؟

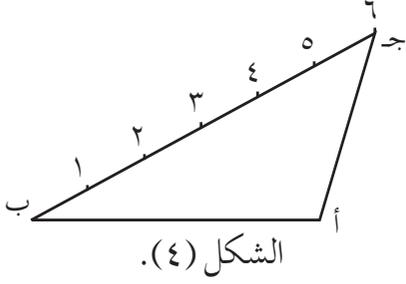
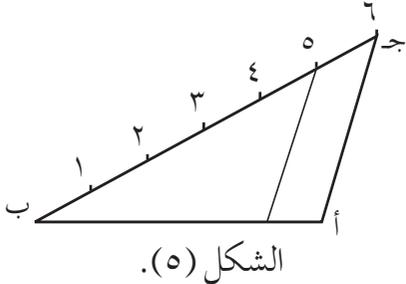
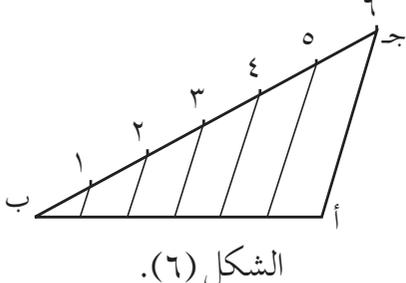
ب- تقسيم الخط المستقيم إلى أي عدد من الأجزاء: يبين المثال الآتي تقسيم الخط المستقيم إلى عدد محدد من الأجزاء.

مثال (٢-٢)

قسّم الخط المستقيم (أ ب) إلى (٦) أجزاء متساوية.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	ارسم الخط المستقيم (أ ب) المطلوب تقسيمه، كما في الشكل (١).	 <p>الشكل (١).</p>
٢	- ارسم من النقطة (ب) الخط المستقيم (ب ج) على أي زاوية، كما في الشكل (٢).	 <p>الشكل (٢).</p>
٣	- قسّم المستقيم (ب ج) إلى (٦) أقسام متساوية باستخدام فتحة الفرجار، كما في الشكل (٣).	 <p>الشكل (٣).</p>

	<p>٤ - صل النقطة (٦) بالنقطة (أ) لتحصل على الخط (أ٦)، كما في الشكل (٤).</p>	<p>٤</p>
	<p>٥ - من النقطة (٥) ارسم خطًا يوازي الخط (أ٦)، ويقطع المستقيم (أب)، كما في الشكل (٥).</p>	<p>٥</p>
	<p>٦ - أكمل رسم بقية المستقيمت من النقاط (٤) و (٣) و (٢) و (١)، على أن تكون متوازية، فتحصل على المستقيم (أب) مقسمًا إلى (٦) أقسام متساوية، كما في الشكل (٦).</p>	<p>٦</p>

تمرين (٢-٢)

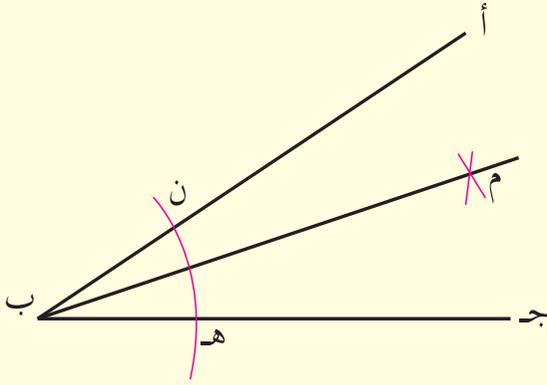
(أب) خط مستقيم، طوله (١٢٠) مم، قسّم هذا الخط إلى (١٠) أقسام متساوية.

ج- تنصيف الزاوية: يبيّن المثال الآتي طريقة تنصيف الزاوية.

مثال (٢-٣)

نصّف الزاوية (أ ب ج).

الحل



الشكل (٢-٢): تنصيف الزاوية الحادة.

١- ارسم قوسًا بالفرجار يقطع ضلعي الزاوية في النقطتين (ن) و (هـ)، كما في الشكل (٢-٢).

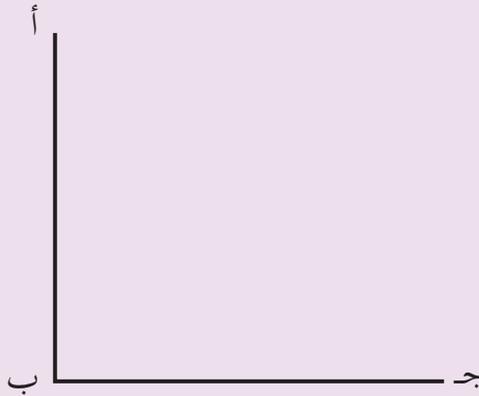
٢- ثبتت الفرجار في كلّ من النقطتين (ن) و (هـ)، وبنصف قطر مناسب ارسم قوسين، ليتقاطعا في النقطة (م).

٣- صل بين النقطتين (ب) و (م)، فيكون (ب م) هو منتصف الزاوية.

تمرين (٢-٣)

يبيّن الشكل (٢-٣) الزاوية القائمة (أ ب ج).

قسّم الزاوية إلى أربعة أقسام متساوية، وذلك باستخدام الفرجار.



الشكل (٢-٣): الزاوية القائمة.

ثانيًا أفراد الأشكال الهندسية البسيطة

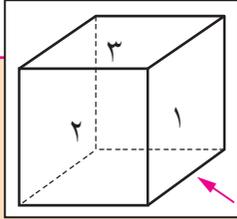
يمكن أفراد الأشكال الهندسية البسيطة، مثل: المكعب (cube)، ومتوازي المستطيلات (parallel rectangles)، والأسطوانة (cylinder)، والموشور (prism)، والهرم (pyramid)، والمخروط (cone) بطريقة محدّدة من طرائق الأفراد، أو يمكن أفراد الشكل نفسه بأكثر من طريقة وستعتمد أسهل الطرائق لأفراد الأشكال الهندسية.

١ الأفراد البسيط أو المستقيم

يستخدم الأفراد البسيط للأشكال الهندسية ذات السطوح المستوية، مثل: المكعب، ومتوازي المستطيلات، والموشور، والنقاصات، ويجب معرفة الأبعاد الحقيقية للسطوح، لكي تفرد بطريقة متعاقبة. وللمصطلحين الرئيسيين الآتين دور مهمّ في تنفيذ عملية الأفراد:

أ - **الطول الحقيقي**: إذ يجب معرفة الأطوال الحقيقية للسطوح، وذلك برسم المساقط أو استنتاج الأطوال الحقيقية، ورسم السطح بأبعاده الحقيقية بالاستعانة بالمساقط (كما في أفراد النقاصات).

ب- **السطوح المتساوية**: السطوح المتساوية الأبعاد (المتطابقة) عند الأفراد وفق ترتيبها في الشكل الهندسي.



الشكل (٤-٢): أفراد المكعب.

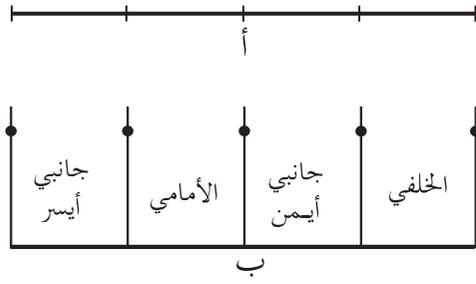
مثال (٤-٢)

ارسم أفراد المكعب المبين في الشكل (٤-٢).

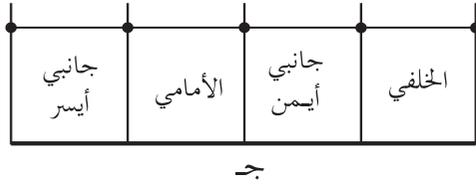
الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	ارسم المساقط الثلاثة للمكعب، حسب اتجاه النظر إلى المنظور، كما في الشكل (١).	<p>الشكل (١).</p>

٢ - ارسم خطّ الإفراد، كما في الشكل (أ/٢).



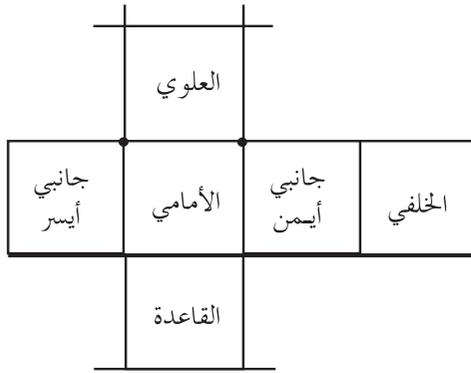
- قسّم خطّ الإفراد إلى (٤) أقسام متساوية، كلّ منها يساوي طول ضلع المكعب، كما في الشكل (أ/٢).



- أقم أعمدة من نقاط التقسيم، ثم حدّد ارتفاع المكعب، كما في الشكل (ب/٢).

الشكل (٢).

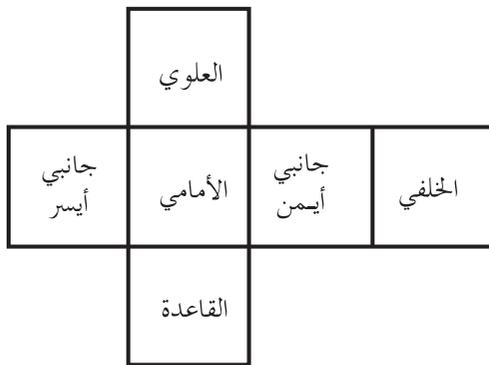
- ارسم خطّ يوازي خط الإفراد، كما في الشكل (ج/٢).



الشكل (٣).

٣ - ارسم مربعاً فوق المربع الذي يمثّل الوجه الأمامي، ليكون الغطاء العلوي للمكعب.

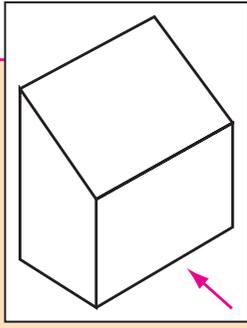
- ارسم مربعاً أسفل المربع الذي يمثّل الوجه الأمامي، ليكون قاعدة للمكعب، كما في الشكل (٣).



الشكل (٤).

٤ - اثن الأوجه عند خطوط الثني المبينة في الشكل (٤)، ثم صل الحافات ليتّج المكعب المطلوب.

مثال (٥-٢)



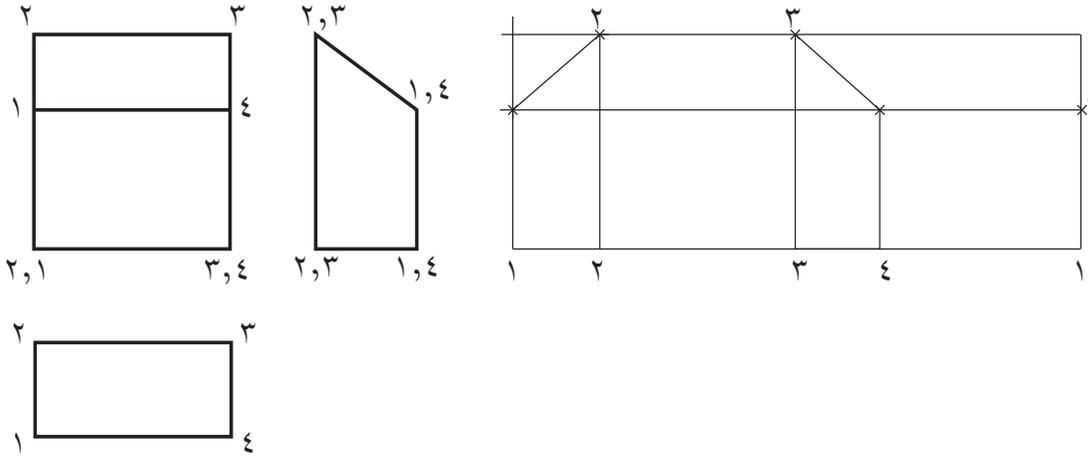
تأمل الشكل (٥-٢) الذي يبين موشورًا رباعيًا مقطوعًا مكونًا من قاعدة وأربعة جوانب، ثم ارسم إفراد الموشور.

الشكل (٥-٢): موشور رباعي.

الحل

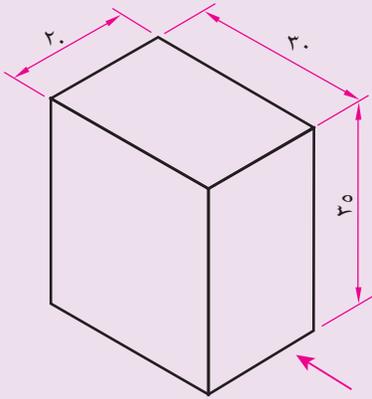
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<p>١ - ارسم المساقط الثلاثة للموشور الرباعي.</p> <p>٢ - رقم رؤوس الموشور في المسقط الأفقي بالأرقام (١، ٢، ٣، ٤)، ثم أسقطها على كلٍّ من المسقطين الأمامي والجانبى، كما في الشكل (١).</p>	<p>الشكل (١).</p>
٢	<p>١ - ارسم خط الإفراد الذي يمثل قاعدة الموشور، ثم قسّم عليه الأبعاد من المسقط الأفقي (١-٢، ٢-٣، ٣-٤، ٤-١).</p> <p>٢ - أقم أعمدة من نقاط التقسيم على خط الأفراد.</p> <p>٣ - أسقط خطوطاً أفقية من النقاط التي على المسقط الجانبي إلى الأعمدة المقامة على خط الإفراد، وحدد نقاط التقاطع، كما في الشكل (٢).</p>	<p>الشكل (٢).</p>

٣ صل بين نقاط التقاطع بخطوط مستقيمة، فيكون الشكل الناتج هو أفراد الشكل الهندسي المطلوب، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

تمرين (٢-٤)



الشكل (٢-٤): متوازي مستطيلات.

يبيّن الشكل (٢-٤) متوازي مستطيلات، ارسم أفرادها حسب القياسات المبينة على الرسم، علمًا بأنّ الأبعاد بالمليمترات.

نشاط إثرائي

نقذ باستخدام ورق مقوى المثال (٢-٤). بمقياس رسم مناسب، ثم اثن الأوجه، وألصقها.

٢ الأفراد الموازي



يستخدم الأفراد الموازي للأشكال الهندسية المكونة من مجموعة من الخطوط المتوازية، ولها شكل المقطع نفسه، مثل الأسطوانة التي تتألف من عدد كبير من خطوط الطول المتوازية، وشكل مقطوعها دائري.

ومن أهمّ الأجسام التي تُفرد بهذه الطريقة الأسطوانة والموشور والأكواع والوصلات على شكل حرف (T).

أمّا الخطوات الرئيسة التي تُتبع في تنفيذ الإفراد فهي:

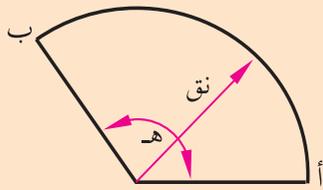
- رسم المسقط الأمامي والأفقي للجسم المراد إفراد سطحه.
- رسم خط الإفراد الأساسي، وهو خط عمودي على خطوط الجسم المتوازية المرسومة.
- تقسيم الخط الأساسي إلى أجزاء وعناصر متساوية، بحسب تقسيم المسقط الأفقي.
- تعيين الأطوال الحقيقية للأجزاء برسم الخطوط المتوازية من المسقط الأمامي، ثم وصل نقاط الأجزاء للحصول على إفراد السطح المطلوب.

ويمكن إفراد الموشور بطريقتين، هما: الإفراد المستقيم، والإفراد الموازي، وقد اختيرت طريقة الإفراد الموازي لبساطتها في عملية الإفراد.

وهنالك بعض الأمور الأساسية التي يجب إتقانها لتنفيذ الإفراد الموازي، مثل: إفراد الأشكال البسيطة (القوس)، و (الحلقة الدائرية)، و (الأشكال المضلّعة).

- أ - إفراد القوس والحلقة الدائرية: يفرد القوس بطريقتين، هما: الطريقة الدقيقة والطريقة التقريبية.
- ١ . الطريقة الدقيقة: تعتمد الطريقة الدقيقة (ACCURATE METHOD) على حساب طول القوس المراد إفراده، وتستخدم في رسم إفراد الأقواس المنتظمة.

مثال (٦-٢)



الشكل (٦-٢/أ): القوس.

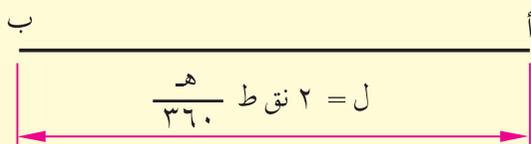
تأمّل القوس (أ ب) المبين في الشكل (٦-٢/أ)، ونصف قطره (نق)، وزاويته (هـ)، ثم ارسم إفراده.

الحل

١ - احسب طول القوس من العلاقة (ل = ٢ نق ط $\frac{\text{هـ}}{٣٦٠}$).

٢ - ارسم خطًا مستقيمًا طوله (ل)، فيكون هو

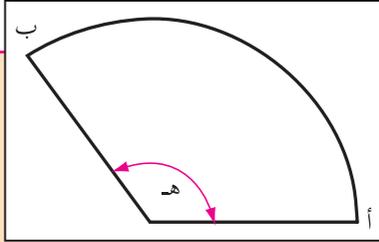
الإفراد المطلوب، كما في الشكل (٦-٢/ب).



الشكل (٦-٢/ب): إفراد القوس.

٢ . الطريقة التقريبية: تستخدم الطريقة التقريبية (APPROXIMATE METHOD) لإفراد الأقواس والمنحنيات المنتظمة جميعها، حينما يصعب إفرادها بالطريقة الدقيقة، أو عندما تكون الدقة غير مطلوبة. وتعتمد هذه الطريقة على تقسيم المنحنى أو القوس إلى أجزاء صغيرة، ثم يقاس طول كل وتر منها، ويرسم مستقيم طوله يماثل طول أوتارها جميعاً.

مثال (٧-٢)



الشكل (٨-٢): إفراد القوس.

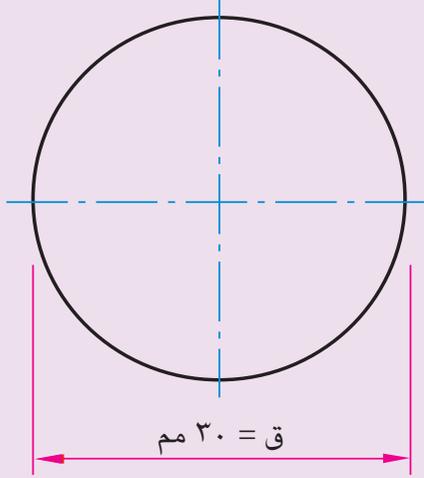
تأمل القوس (أ ب) المبين في الشكل (٨-٢)، ثم ارسم إفراده.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	١ - قسّم القوس إلى أجزاء صغيرة بطريقة تنصيف الزوايا، مثلاً، ثم رقم الأجزاء بـ (١، ٢، ٣)، كما في الشكل (١).	<p>الشكل (١).</p>
٢	٢ - صل بين نقاط تقسيم المنحنى لتحصل على الأوتار (ل١) و(ل٢) و(ل٣) و(ل٤)، كما في الشكل (أ/٢)، ثم ارسم مستقيماً طوله يساوي مجموع أطوال الأوتار (ل = ل١ + ل٢ + ل٣ + ل٤)، فيكون هذا المستقيم هو الإفراد المطلوب، كما في الشكل (ب/٢).	<p>الشكل (٢).</p>

- ما العلاقة بين الطريقة التقريبية لإفراد القوس وإفراد المضلع؟
- ما أهميّة تقسيم القوس إلى عدد أكبر من الأجزاء الصغيرة؟

تمرين (٥-٢)



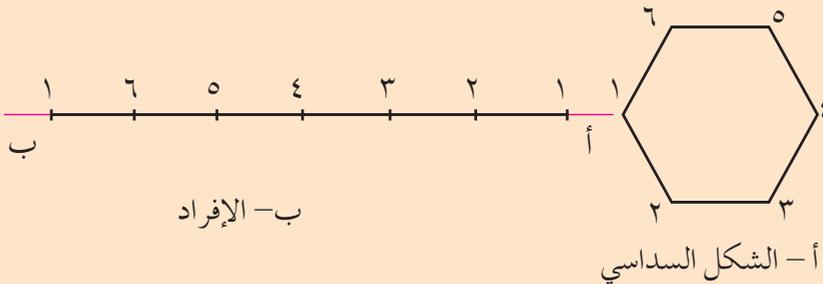
الشكل (٩-٢): إفراد الدائرة.

تأمّل الحلقة الدائرية المبينة في الشكل (٩-٢)، التي يساوي قطرها (٣٠) مم، ثم ارسم إفرادها بالطريقة الدقيقة.

ب- إفراد المضلعات المستوية (POLYGONS DEVELOPMENT): تفرد المضلعات المستوية، مثل: المثلث والرباعي والخماسي وغيرها برسم خط مستقيم طوله يساوي مجموع أطوال أضلاع المضلع.

مثال (٨-٢)

تأمّل الشكل (١٠-٢/أ) الذي يبيّن شكلاً سداسياً، ثم ارسم إفراده.



الشكل (١٠-٢): إفراد الشكل السداسي.

الحل

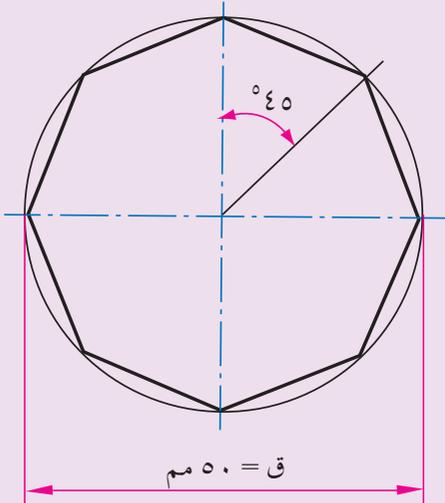
١ - رقم رؤوس الشكل السداسي (١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦).

٢ - ارسم المستقيم (أ ب) الذي يمثل خط الإفراد، وحدد عليه النقطة (١)، كما في الشكل (٢-١٠/ب).

٣ - انقل المسافة (٢-١) من الشكل السداسي إلى خط الإفراد بالفرجار، ثم المسافة (٢-٣) ثم المسافات الأخرى، وبذلك يكون الخط المستقيم الناتج الذي يبدأ بالنقطة (١) وينتهي بالنقطة (١)، وهو إفراد الشكل السداسي.

تمرين (٦-٢)

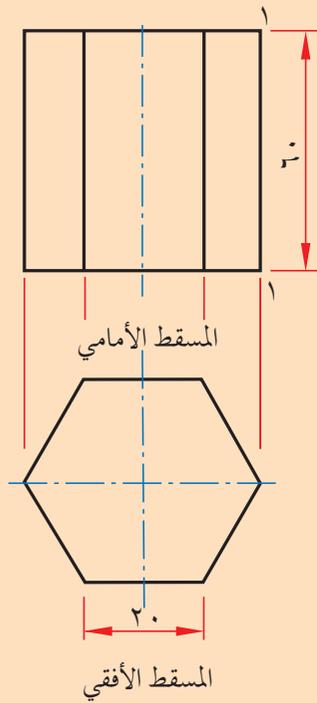
يبين الشكل (١١-٢) مضلعًا ثمانية، ارسم إفراده.



الشكل (١١-٢): المضلع الثماني.

صور الإفراد الموازي

أ - إفراد الموشور القائم والمقطوع: الموشور مجسم هندسي منتظم الشكل، له أوجه جانبية، كلٌّ منها على شكل مستطيل، وله قاعدة سفلية وأخرى علوية، وبحسب عدد أضلاع القاعدة يصنّف الموشور، فهناك الموشور الثلاثي والرباعي والموشور الخماسي والموشور السداسي، وغير ذلك، وقد يكون قائمًا أو مائلًا.



الشكل (١٢-٢): مساقط الموشور.

يبين الشكل (١٢-٢) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لموشور سداسي قائم ذي قاعدة سفلية، ومفتوح من الأعلى، طول ضلع قاعدته (٢٠) مم، وارتفاعه (٦٠) مم.

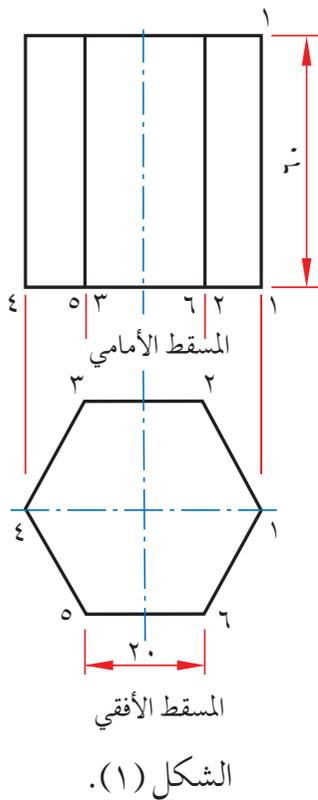
ارسم أفراد هذا الموشور بمقياس رسم (١:١)، علمًا بأن خط الوصل هو (١-١).

الحل

الرسوم التوضيحية

خطوات العمل

الرقم

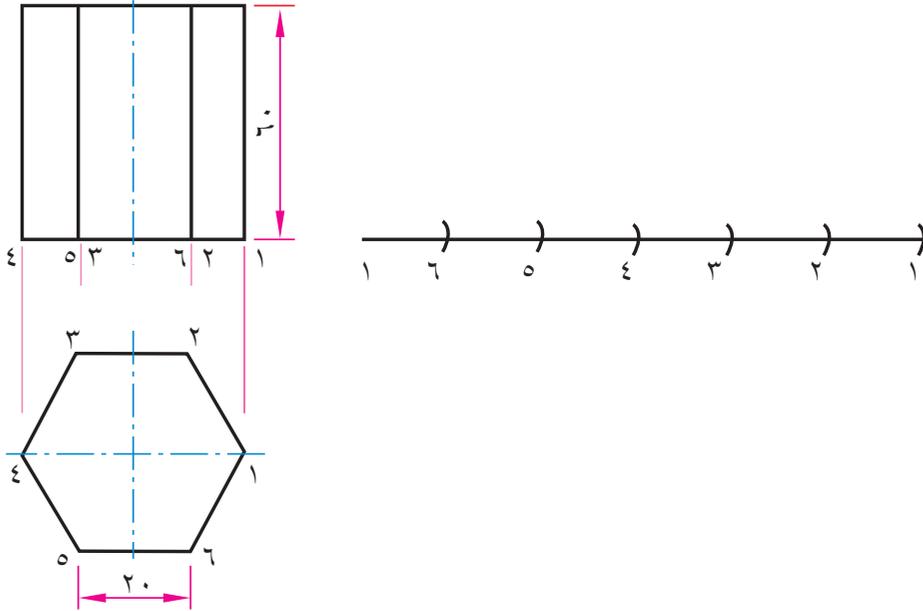


الشكل (١).

- ١ - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي.
- رقم رؤوس الشكل السداسي في المسقط الأفقي.
- أسقط الأرقام على المسقط الأمامي، كما في الشكل (١).

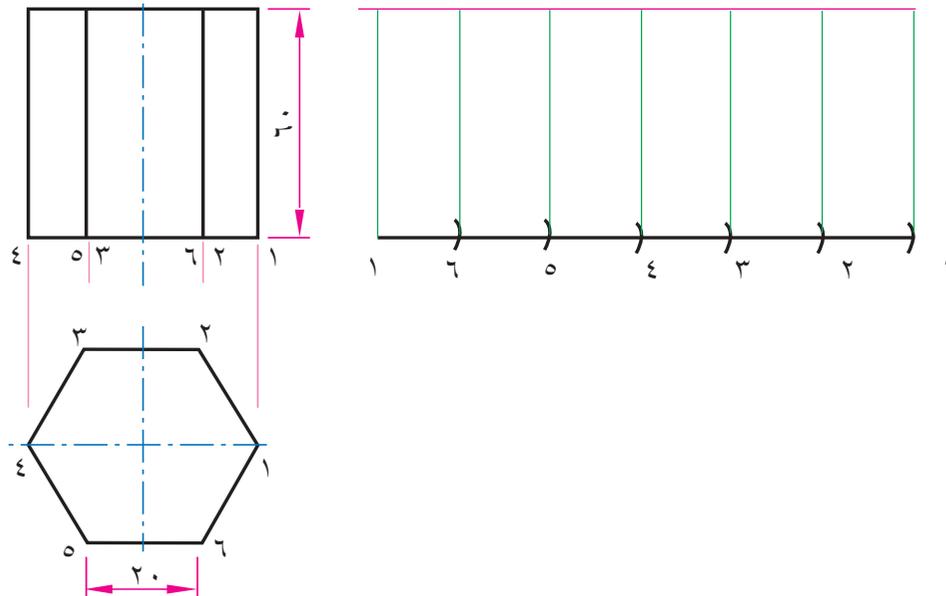
- ٢ - ارسم خط الإفراد على يمين المسقط الأمامي وعلى امتداد قاعدته.
- حدّد النقطة (١).

- انقل الأبعاد (٢-١)، و(٣-٢)، و(٤-٣)، و(٥-٤)، و(٦-٥)، و(٦-٥)، و(١-٦) من المسقط الأفقي على خط الإفراد الأساسي بالفرجار، كما في الشكل (٢).



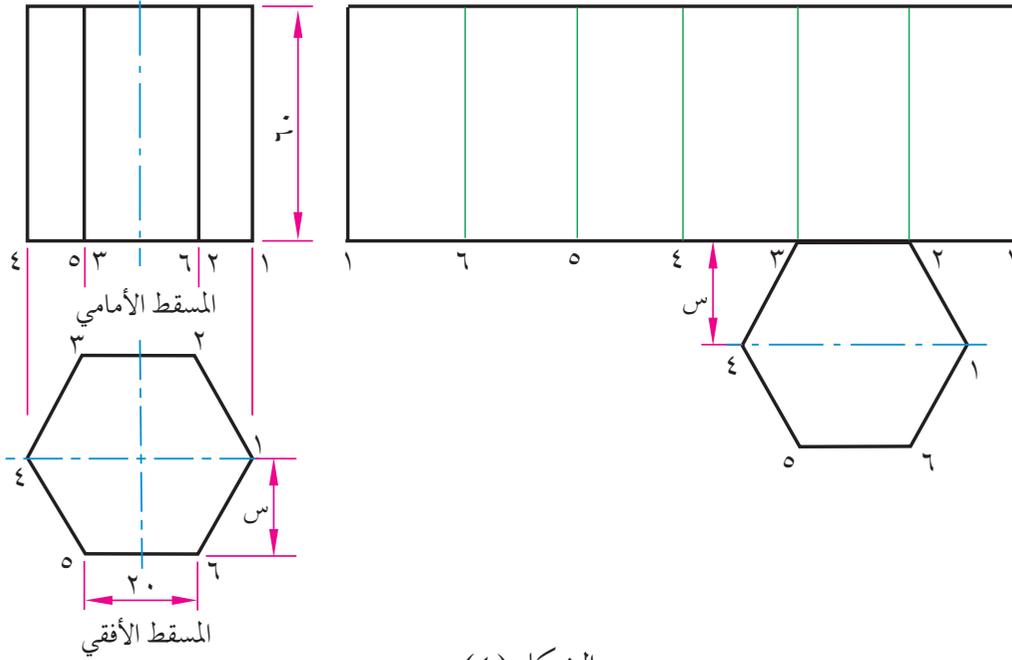
الشكل (٢).

- ٣ - ارسم أعمدة من نقاط التقسيم على خط الإفراد.
- ارسم خطاً أفقياً من المسقط الأمامي يساوي ارتفاع المسقط الأمامي، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

- ٤ - ارسم على البعد (٢-٣) من خط الإفراد الشكل السداسي الذي يمثل قاعدة الموشور، وبذلك تحصل على إفراد الموشور القائم.
- حدّد خطوط الثني، كما في الشكل (٤).

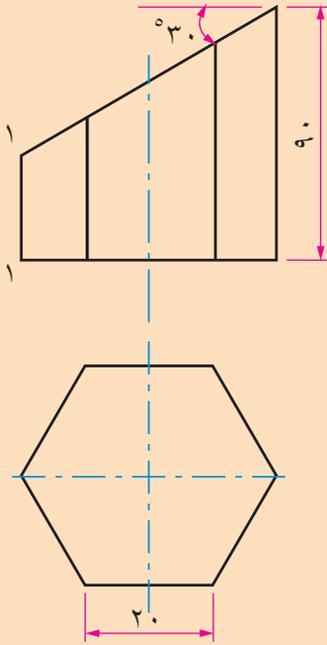


فكر

هل من الضروري معرفة قيمة البعد (س) المبيّنة في الشكل (٤) لتتمكن من رسم قاعدة الموشور؟
لماذا؟

نشاط (٢-١)

احسب قيمة (س) رياضياً بمساعدة مدرسك.



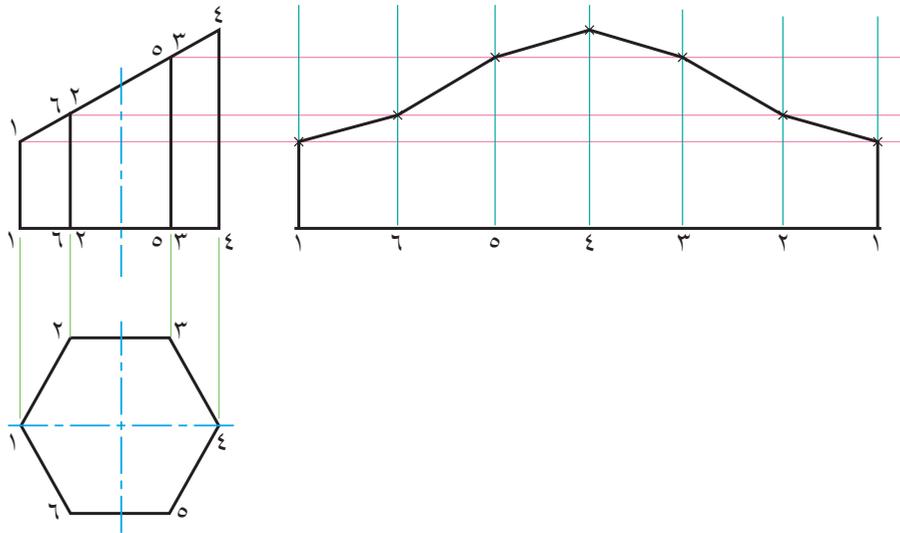
الشكل (٢-١٣): مساقط الموشور المقطوع.

يبين الشكل (٢-١٣) المسقطين الأمامي والأفقي لموشور سداسي مقطوع بزاوية وغطاء علوي، طول ضلع قاعدته (٢٠) مم، وارتفاعه الأكبر (٩٠) مم، ارسم أفراد هذا الموشور المقطوع، وأظهر الشكل الحقيقي للقطع بحيث يكون خط الوصل عند النقطة (١-١) في المسقط الأمامي.

الحل

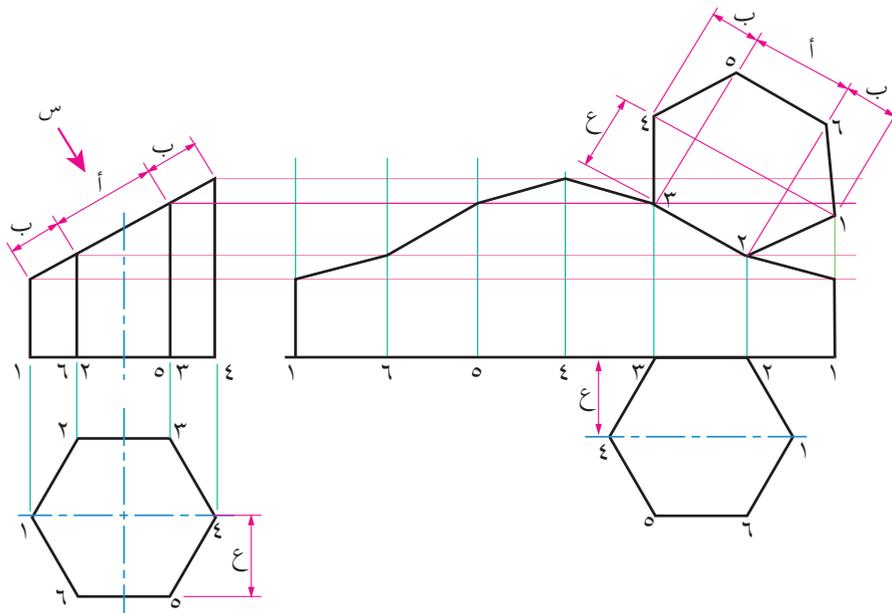
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<p>١ - ارسم المسقط الأمامي (مقطوعاً بزاوية 30°) والمسقط الأفقي.</p> <p>٢ - رقم رؤوس الشكل السداسي في المسقط الأفقي من (١-٦).</p> <p>٣ - أسقط الأرقام على المسقط الأمامي حتى تلتقي بخط الوصل، كما في الشكل (١).</p>	<p>الشكل (١).</p>

- ٢ - ارسم خط الإفراد الأساسي، ثم انقل الأبعاد (٢-١، ٢-٢، ٣-٢)، إلى (١-٦) من المسقط الأفقي على خط الإفراد، كما تعلمت سابقاً.
- ارفع أعمدة من تلك النقاط، ثم أسقط النقاط المرقمة من الأمامي على خط الإفراد، وحدد نقاط التقاطع.
- صل بين النقاط، كما في الشكل (٢).



الشكل (٢).

- ٣ - اختر النقطتين (٢) و (٣)، وعلى بعد (ع) ارسم خط المحور الذي يوازي الخط (٢-٣)، ثم ارسم القاعدة السفلية، وعلى النقطتين نفسيهما من الأعلى ارسم الغطاء، كما في الشكل (٣).



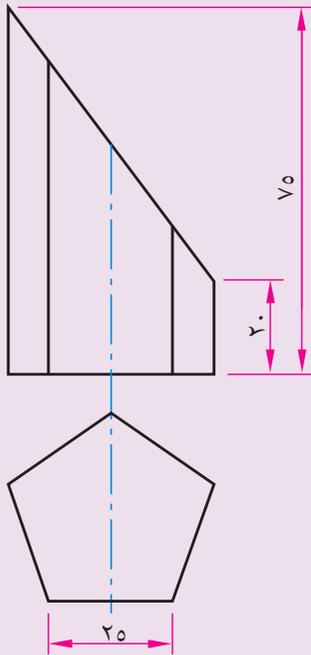
الشكل (٣).

- لماذا لم تتغير قيمة البعد (ع) عند رسم القاعدة والغطاء، كما في الشكل (٣)؟
- كيف رُسم غطاء الموشور المقطوع المبين في الشكل (٣)؟
- يختلف شكل أفراد الموشور المقطوع إذا تغير موقع خط الوصل.

نشاط (٢-٢)

- ارجع إلى كتاب اللحام وأشغال المعادن/ الرسم الصناعي/ المستوى الأول لتتعرف طريقة رسم الشكل السداسي الأضلاع.
- استخدم الشبكة العنكبوتية (الإنترنت) للبحث عن طريقة رسم الشكل الخماسي الأضلاع.
- استخدم الورق المقوى لتنفيذ المثال (٢-١٠) وتكوين الموشور القائم المقطوع مستخدمًا خط الوصل (٤-٤).
- ارسم أفراد الموشور القائم بحسب طريقة الأفراد المستقيم.

تمرين (٧-٢)



يبين الشكل (٢-١٤) المسقطين الأمامي والأفقي لموشور خماسي مقطوع ذي غطاء وقاعدة.

ارسم أفراد هذا الموشور، وأظهر الشكل الحقيقي للقطع، بحيث يكون خط الوصل عند الارتفاع الأقل في المسقط الأمامي، علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.

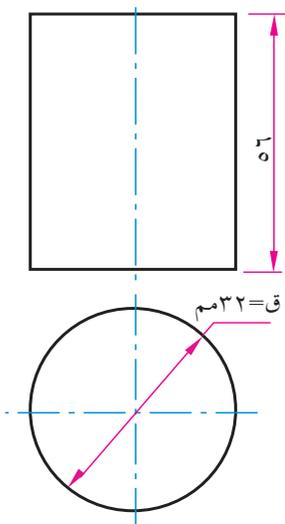
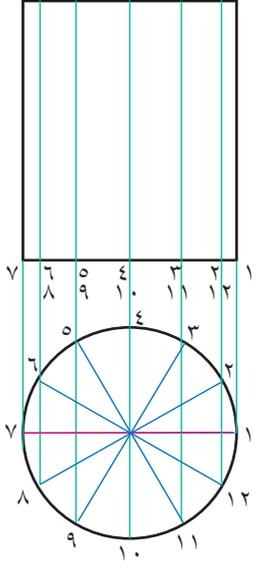
الشكل (٢-١٤): مساقط الموشور المقطوع.

ب- أفراد الأسطوانة القائمة والمقطوعة: تفرد الإسطوانات بإحدى الطريقتين: الدقيقة أو التقريبية التي استخدمت عند أفراد الأقواس، ويبين المثال (٢-١١) أفراد أسطوانة قائمة، ويبين المثال (٢-١٢) أفراد أسطوانة قائمة مقطوعة.

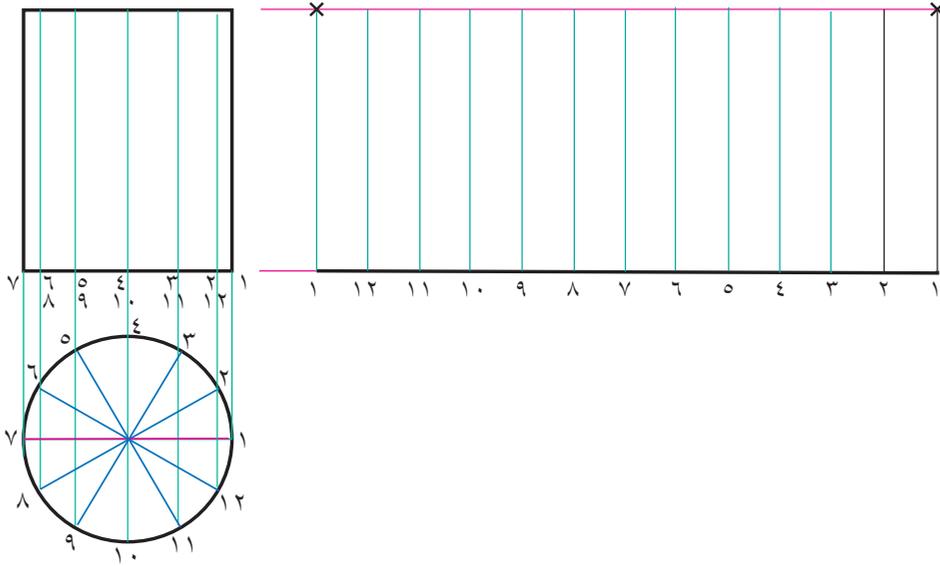
مثال (٢-١١)

أسطوانة قائمة مغلقة الطرف، قطرها (٣٢) مم، وارتفاعها (٥٦) مم.
ارسم أفراد هذه الأسطوانة.

الحل

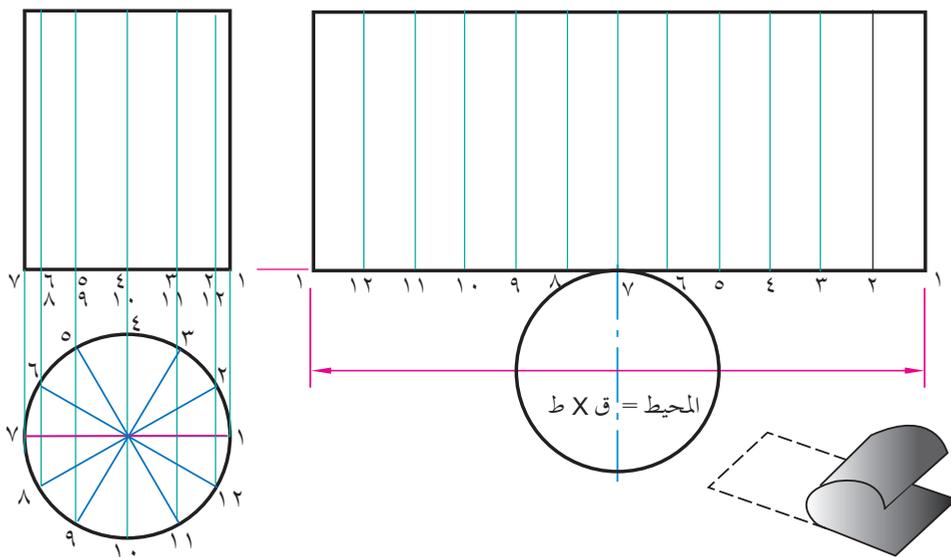
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	ارسم المسقطين الأمامي والأفقي، علمًا بأنّ المسقط الأمامي يبيّن الطول الحقيقي للأسطوانة، أمّا المسقط الأفقي فيبيّن قطرها الحقيقي، انظر الشكل (١).	 <p>الشكل (١).</p>
٢	<p>٢ - قسّم الدائرة في المسقط الأفقي إلى (١٢) جزءًا باستخدام الفرجار، أو المثلث (٥٦°، ٣٠°).</p> <p>٣ - أسقط النقاط على شكل خطوط لتقطع المسقط الأمامي بأكمله، كما في الشكل (٢).</p>	 <p>الشكل (٢).</p>

- ٣ - ارسم خط الإفراءد الأساسي على يمين المسقط الأمامي، وعلى امتداد قاعدته.
- حدّد عليه النقطة (١)، ثم انقل الأبعاد من المسقط الأفقي، بحيث يبدأ بالرقم (١)، وينتهي به.
- حدّد الخط العلوي للإفراءد من المسقط الأمامي، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

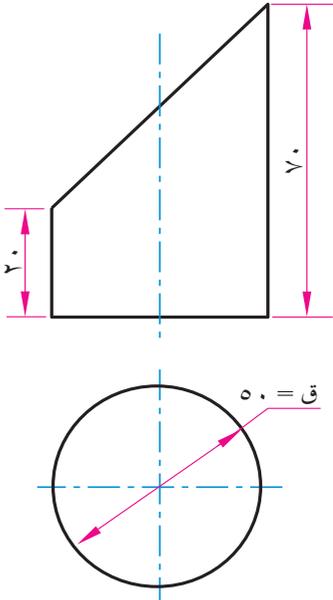
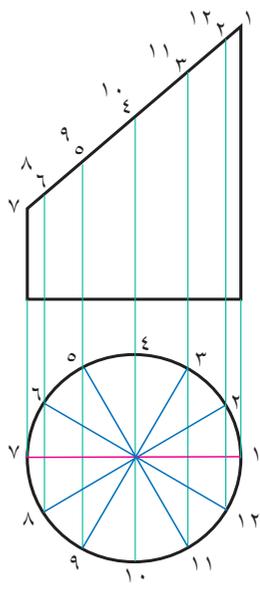
- ٤ - اختر إحدى النقاط على خط الإفراءد، مثل النقطة (٧)، وبمسافة تساوي نصف القطر ارسم الدائرة التي تمثّل القاعدة السفلية، بحيث تمسّ النقط (٧)، كما في الشكل (٤)، ثم وضح حدود الإفراءد الخارجية.



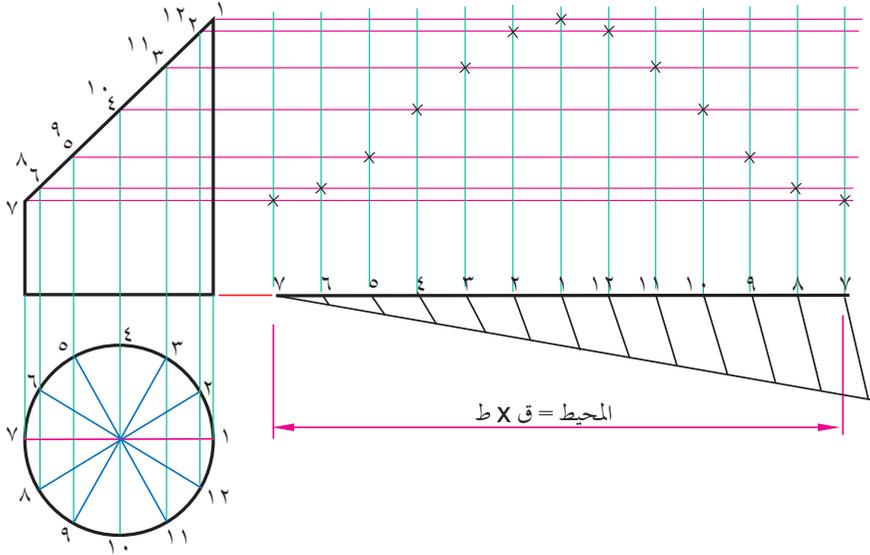
الشكل (٤).

أنبوبة أسطوانية الشكل قطرها $ق = ٥٠$ مم، وطولها $= ٧٠$ مم، مقطوعة على نحو مائل، وأقل طول لها $= ٢٠$ مم. ارسم أفراد السطح الجانبي لهذه الأسطوانة، علماً بأن خط الوصل عند الجانب الأقل ارتفاعاً.

الحل

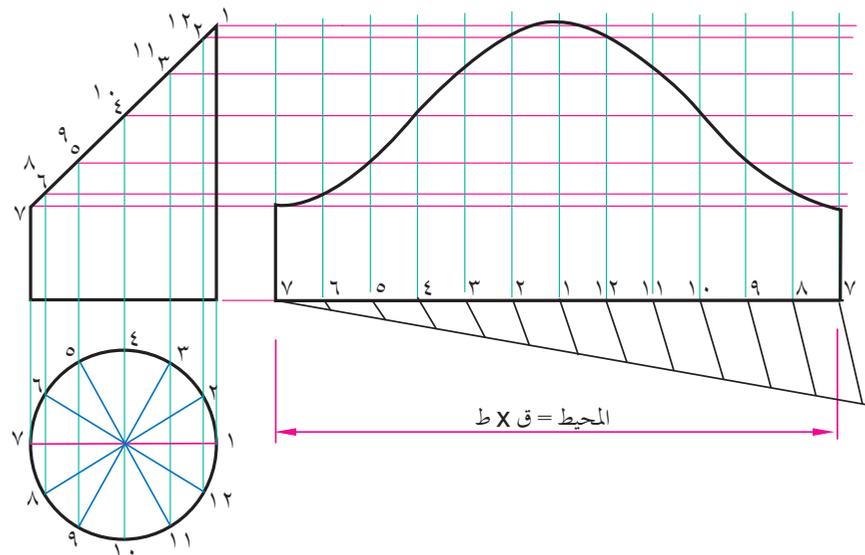
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	ارسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي، بحيث يظهر فيه أكبر وأقل طول لجوانب الأسطوانة، كما في الشكل (١).	 <p>الشكل (١).</p>
٢	<p>٢ - قسّم الدائرة في المسقط الأفقي إلى (١٢) قسماً متساوياً ورقّمها، ملاحظة: يمكن الاكتفاء ب (٦) أقسام.</p> <p>٣ - أسقط خطوطاً رأسية من نقاط التقسيم على المسقط الأفقي، لتقطع خط مستوى القطع في النقاط المناظرة، كما في الشكل (٢).</p>	 <p>الشكل (٢).</p>

- ٣ - ارسم خط الإفراد الأساسي على يمين المسقط الأمامي بإسقاط خط القاعدة الذي يساوي محيط القاعدة، أي يساوي (٣,١٤ × ٥٠) مم.
- قسّم خط الإفراد إلى (١٢) قسمًا، كما تعلمت سابقًا.
- أقم أعمدة من نقاط التقسيم لكي تتقاطع مع خطوط الإسقاط المناظرة لها في المسقط الأمامي، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

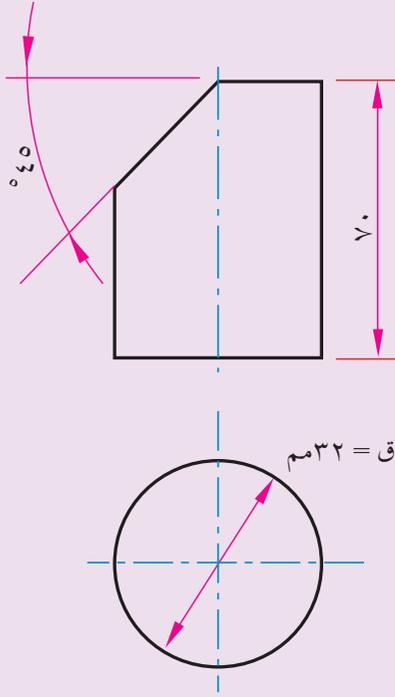
- ٤ - صل بين النقاط الناتجة، فتحصل على الإفراد المطلوب، كما هو مبين بالخط السميك، ويكون خط الوصل المطلوب عند النقطة (٧)، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤).

يمكن رسم أفراد الأسطوانة القائمة بمعرفة قطرها وارتفاعها بالطريقة الحسابية.

تمرين (٨-٢)



يبين الشكل (١٥-٢) أسطوانة قائمة مقطوعة بزاوية (45°) عند خط محورها، ارتفاعها (٧٠) مم، وقطرها (٣٢) مم. ارسم أفراد السطح الجانبي لهذه الأسطوانة، علماً بأن خط الوصل عند الجانب الأقل ارتفاعاً.

الشكل (١٥-٢): أسطوانة قائمة مقطوعة.

نشاط (٣-٢)

استخدم الورق المقوى لتكوين الأسطوانة المقطوعة في المثال (١٢-٢)، وليكن خط الوصل عند الجانب الأكبر ارتفاعاً.

الإفراد القطري ٣

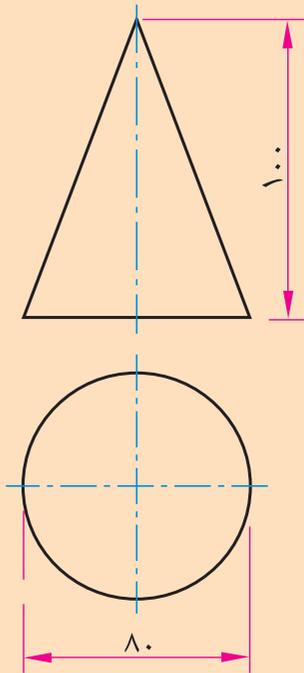
يستعمل الإفراد القطري للأجسام والأشكال ذات السطوح المائلة المكونة من خطوط تلتقي في مركز محدد، مثل الأشكال المخروطية والهرمية وما شابه ذلك. وفي هذا النوع من الإفرادات تتلاقى أطراف سطوح الإفراد في نقطة واحدة على العكس من الإفراد المتوازي.

أما الخطوات الرئيسية المتبعة في الإفراد القطري فهي:

- رسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي.
 - رسم قوس، نصف قطره يساوي طول الراسم.
 - تقسيم القوس إلى عدد من الأقسام يساوي عدد أقسام المسقط الأفقي.
 - تحديد طول الراسم عند مستوى القطع.
- وتبين الأمثلة الآتية إفراد المخروط القائم والناقص والمقطوع بمستوى مائل، وأيضاً الهرم القائم والناقص والمقطوع بمستوى مائل.

أ – إفراد المخروط القائم والمقطوع

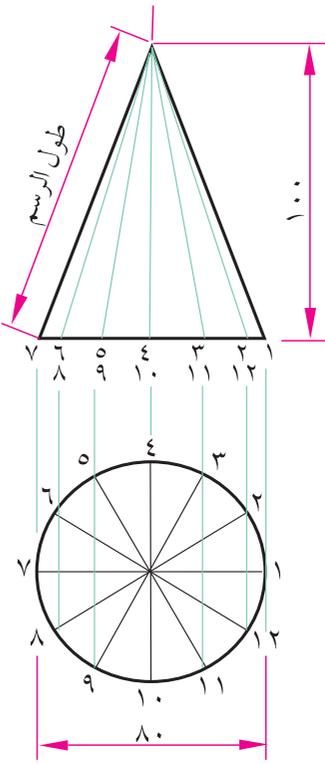
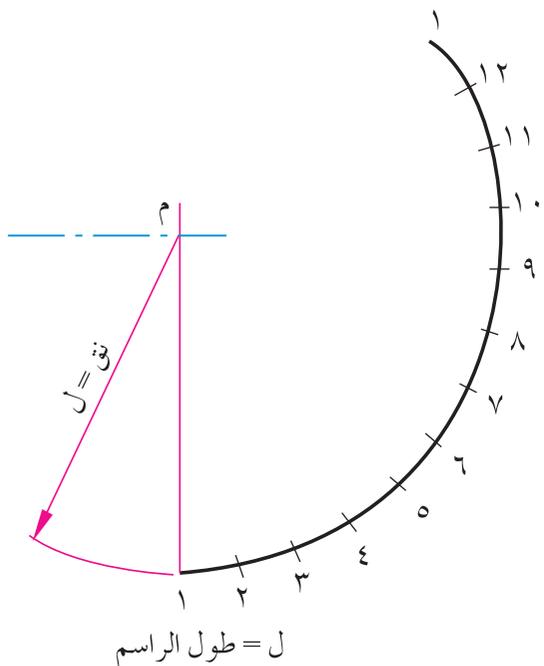
مثال (٢-١٣)



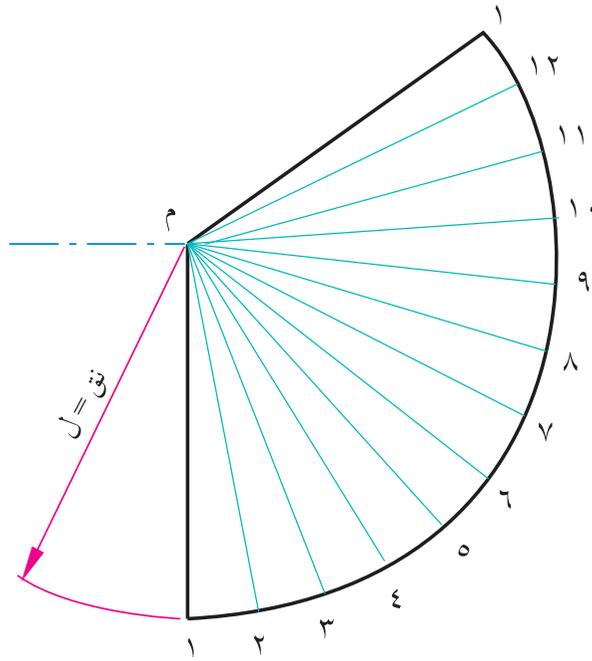
يبين الشكل (٢-١٦) المسقطين الأمامي والأفقي لمخروط قائم، قطر قاعدته (٨٠) مم، وارتفاعه (١٠٠) مم. ارسم إفراد السطح الجانبي لهذا المخروط.

الشكل (٢-١٦): مساقط مخروط قائم.

الحل

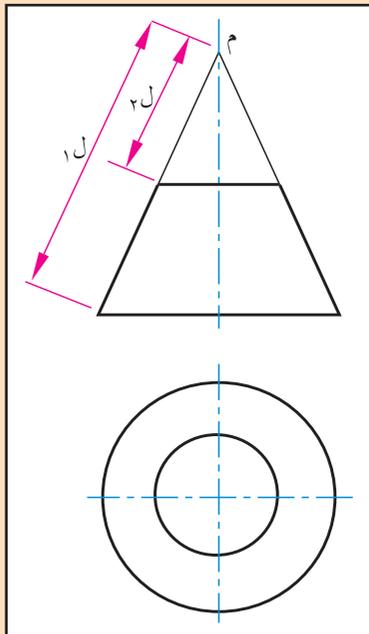
الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p data-bbox="418 1037 568 1081">الشكل (١).</p>	<p data-bbox="841 240 1364 840">١ - ارسم المسقط الأمامي والأفقي لهذا المخروط. - قسّم الدائرة في المسقط الأفقي إلى عدد من الأقسام المتساوية، ولتكن (١٢) قسمًا. - أسقط من نقاط التقسيم خطوط رأسية على قاعدة المخروط في المسقط الأمامي، وصلها برأس المخروط، كما في الشكل (١).</p>	
 <p data-bbox="418 1845 568 1889">الشكل (٢).</p>	<p data-bbox="841 1146 1364 1736">٢ - حدّد نقطة المركز (م)، ثم افتح الفرجار بما يساوي طول الراسم. - ارسم قوسًا، ثم حدّد النقطة (١) على بداية القوس. - افتح الفرجار بما يساوي طول أحد أقسام الدائرة في المسقط الأفقي، ثم قسّم القوس أقسامًا يماثل عددها عدد أقسام دائرة المسقط الأفقي، كما في الشكل (٢).</p>	

٣ صل النقطة (١) الأخيرة بالنقطة (م)، فتحصل على أفراد المخروط المطلوب، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

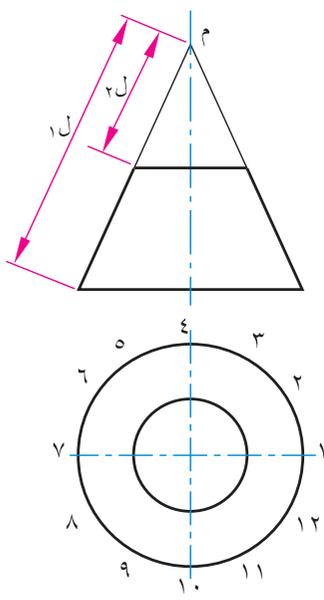
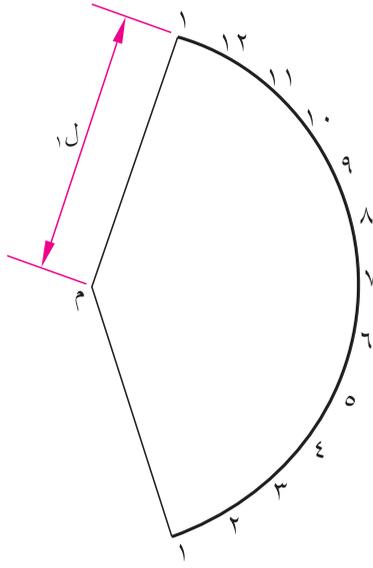
مثال (٢-١٤)



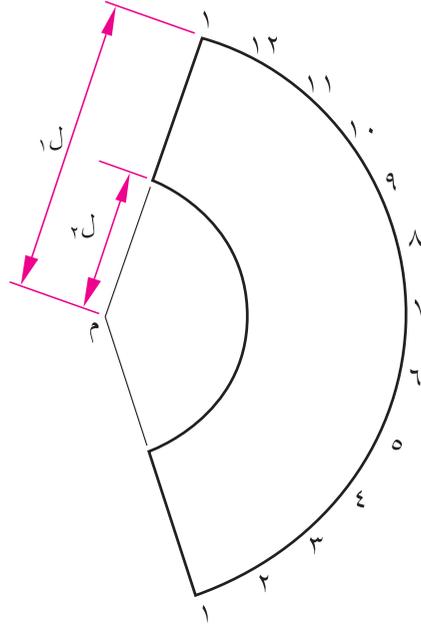
بيِّن الشكل (٢-١٧) مخروطًا قائمًا مقطوعًا بمستوى موازٍ للقاعدة، قطر قاعدته (٨٠) مم، وارتفاعه (٥٠) مم.
ارسم أفراد السطح الجانبي للمخروط.

الشكل (٢-١٧): مساقط مخروط قائم ناقص.

الحل

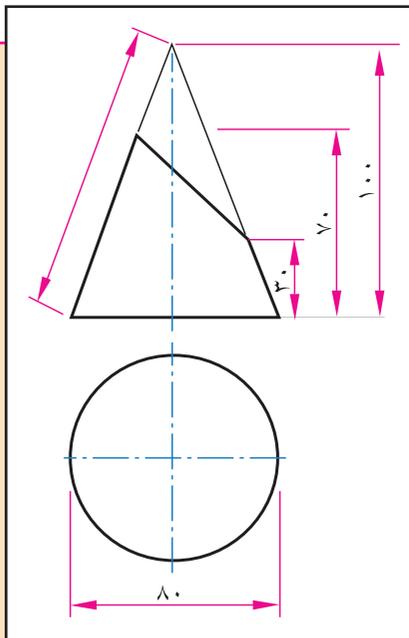
الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١ - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للمخروط الناقص بمقياس رسم (١:١).</p> <p>- قسّم المسقط الأفقي إلى عدد من الأقسام المتساوية، ولتكن (١٢)، ثم رَقِّم هذه الأقسام، كما في الشكل (١).</p>	١
<p>٢ - افتح الفرجار فتحة تساوي الطول (ل ١) من المسقط الأمامي الذي يمثل طول الراسم.</p> <p>- ثبت الفرجار في النقطة (م)، وبالفتحة نفسها ارسم قوسًا.</p> <p>- حدد النقطة (١) على القوس، ثم افتح الفرجار بما يساوي طول أحد أقسام الدائرة في المسقط الأفقي.</p> <p>- قسّم القوس إلى (١٢) قسمًا بحيث يبدأ بالنقطة (١) وينتهي بها، ثم صل النقطة (م) بالنقطة (١) من الجهتين، كما في الشكل (٢).</p>  <p>الشكل (٢).</p>		٢

- ٣ - افتح الفرجار بما يساوي الطول (ل٢) من المسقط الأمامي.
 - ثبّت الفرجار في النقطة (م)، وارسم قوسًا يقطع المستقيم (م١) من الجهتين، فيكون هذا القوس هو الحدّ العلوي للإفراد، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

مثال (٢-١٥)

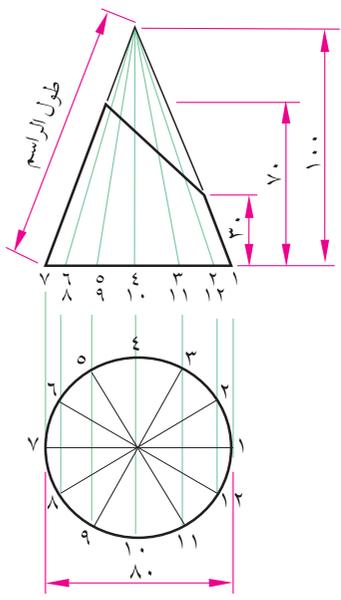
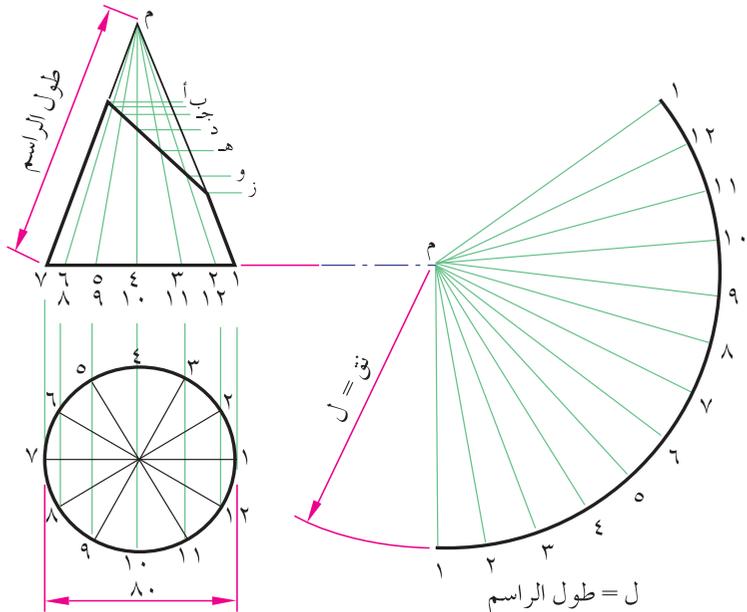


الشكل (٢-١٥): مساقط مخروط قائم مائل.

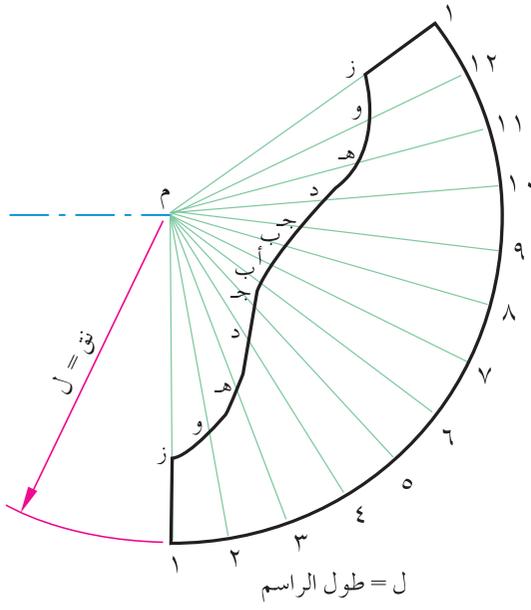
يبين الشكل (٢-١٥) مخروطًا قائمًا مقطوعًا بمستوى مائل على القاعدة، قطر قاعدته (٨٠) مم، وارتفاعه (٧٠) مم، وارتفاعه الأصغر (٣٠) مم، وارتفاع المخروط الكامل يساوي (١٠٠) مم.

ارسم إفراد السطح الجانبي للمخروط، علمًا بأنّ خط الوصل عند الجانب الأقل ارتفاعًا.

الحل

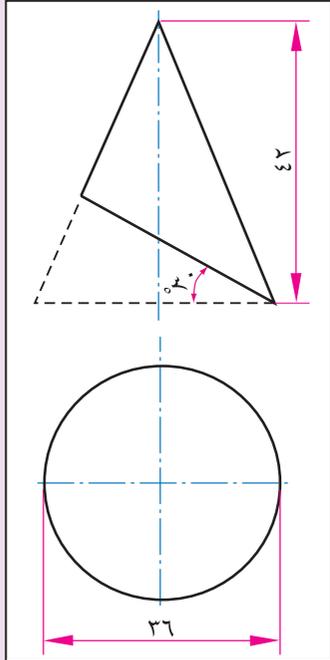
الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١ - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للمخروط المقطوع.</p> <p>- قسّم المسقط الأفقي أقسامًا متساوية العدد، وليكن مثلاً (١٢) قسمًا، ثم رَقِّم هذه الأقسام.</p> <p>- أسقط من نقاط التقسيم خطوطًا عمودية على المسقط الأمامي، ثم صلها برأس المخروط بحيث تقطع مستوى القطع المائل، كما في الشكل (١).</p>	
 <p>الشكل (٢).</p>	<p>٢ - ثبّت الفرجار في النقطة (م)، وارسم قوسًا نصف قطره يساوي طول الراسم الأساسي للمخروط بنقله من المسقط الأمامي.</p> <p>- حدّد النقاط على القوس (١، ٢، ٣، ...، ١٢، ١) بطريقة نقل الأبعاد من المسقط الأفقي، كما في الشكل (٢).</p> <p>- حدد طول الراسم لخط القطع المائل بالنقاط (أ، ب، ج، د، هـ، و، ز).</p>	

- ٣ - حدّد خط الوصل على الإفراد عن طريق طول الراسم لكل نقطة على خط القطع المائل في المسقط الأمامي، فمثلاً، المسافة (م أ) تمثل طول الراسم للنقطة (٧).
- أكمل نقل بقية الأبعاد (م ب) و (م ج) و (م د) و (م هـ) و (م و) و (م ز)، ثم صل بين النقاط؛ لتحصل على الإفراد، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

تمرين (٢-٩)



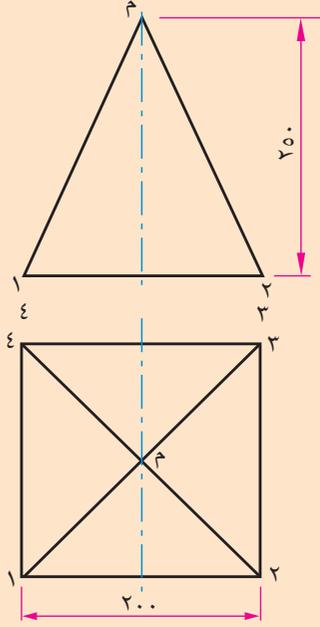
الشكل (٢-١٩): مساقط مخروط قائم مائل.

- بيّن الشكل (٢-١٩) مخروطًا قائمًا، قطر قاعدته (٣٦) مم، وارتفاعه (٤٢) مم، قُطع بزوايه (٣٠°) من جهة القاعدة.
- ارسم إفراد هذا المخروط بمقياس رسم (١:١)، علمًا بأنّ خط الوصل عند طول الراسم الكامل.

ب- أفراد الهرم القائم والمقطع

مثال (٢-١٦)

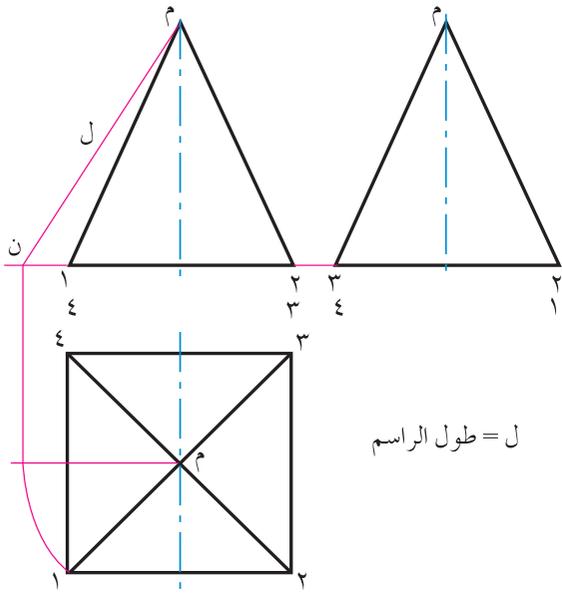
يبين الشكل (٢-٢٠) هرمًا رباعيًّا قائمًا، قاعدته مربع، وطول ضلعه (٢٠٠) مم، وارتفاعه (٢٥٠) مم. ارسم أفراد السطوح الجانبية للهرم المذكور بمقياس رسم (١:٥).



الشكل (٢-٢٠): مساقط الهرم القائم.

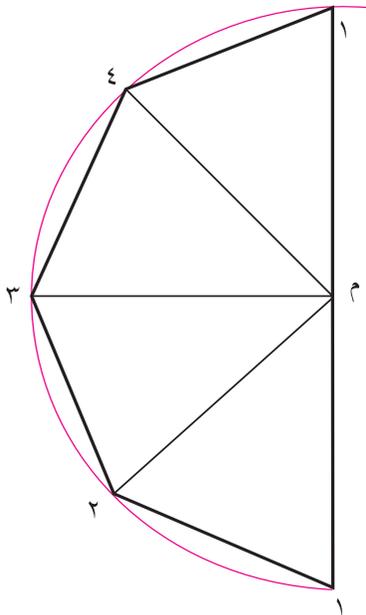
الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<p>– ارسم المساقط الثلاثة للهرم الرباعي (الأمامي، والجانبى والأفقي) بمقياس الرسم المطلوب.</p> <p>– رقم رؤوس القاعدة في المسقط الأفقي، ثم أسقط الأرقام على المسقط الأمامي، وأظهرها على المسقط الجانبى، كما في الشكل (١).</p>	<p>الشكل (١).</p>



الشكل (٢).

- ٢
- لإيجاد الطول الحقيقي لحرف الهرم (م) ١
 أتبع ما يأتي:
- ثبت الفرجار في النقطة (م) بالمسقط الأفقي، وبنصف قطر يساوي (م) ١ ارسم قوسًا يقطع الخط الأفقي المار في (م).
 - أقم عمودًا من نقطة التقاطع ليلاقى امتداد قاعدة المسقط الأمامي في النقطة (ن).
 - صل (م ن) في المسقط الأمامي، فيكون (ل) هو الطول الحقيقي للحرف (م) ١ (طول الراسم)، كما في الشكل (٢).

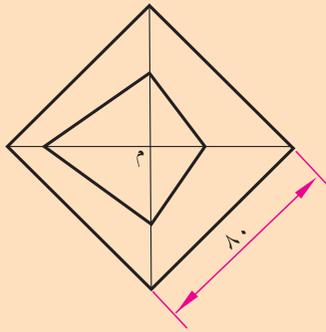
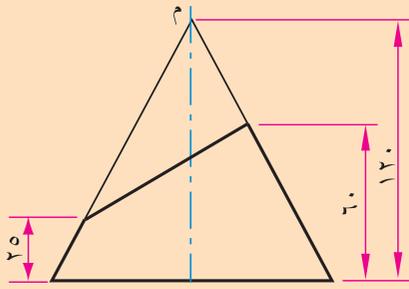


الشكل (٣).

- ٣
- ثبت الفرجار في النقطة (م) وبفتحة تساوي طول الراسم (م ن) من المسقط الأمامي، ارسم قوسًا.
 - حدّد النقطة (١) على القوس وصل (م ١)، ثم افتح الفرجار فتحة تساوي طول ضلع القاعدة من المسقط الأفقي لتحديد النقاط (١، ٢، ٣، ٤) على التوالي.
 - صل (م) بالنقطة (١) من الجهتين، ثم صل بين النقاط (١ ٢ ٣ ٤) بخطوط مستقيمة، كما في الشكل (٣).
 - حدّد خطوط الشبي بوصل النقاط (٢، ٣، ٤) بالنقطة (م).

١- يبين الشكل (٢-٢١) هرمًا رباعيًا قائمًا، قاعدته مربعة، وطول ضلعة (٨٠) مم، وارتفاعه (١٢٠) مم، قُطع بمستوى مائل على القاعدة، فأصبح ارتفاعه الأكبر (٦٠) مم، وارتفاعه الأصغر (٢٥) مم.

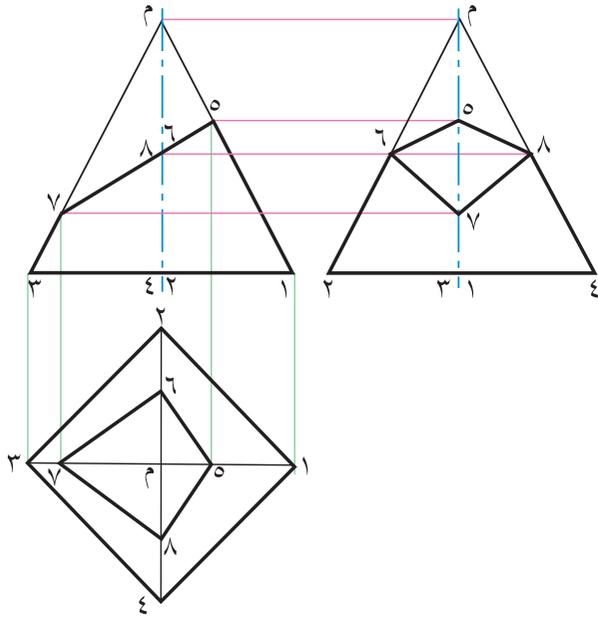
٢- ارسم أفراد السطوح الجانبية لهذا الهرم بمقياس رسم (١:١)، علمًا بأن خط الوصل عند ارتفاعه الأقل.



الشكل (٢-٢١): مساقط الهرم المائل.

الحل

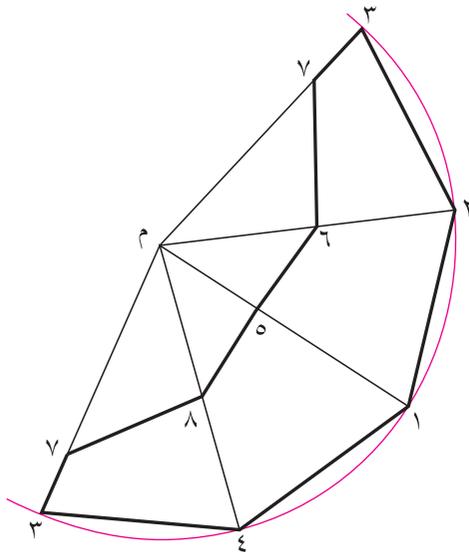
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	١ - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للهرم، وابدأ برسم المسقط الأمامي أولاً، ويمثل الضلعان الجانبيان (١م) و (٣م) للمسقط الأمامي الطول الحقيقي لراسم الهرم، كما في الشكل (١).	<p>الشكل (١).</p>



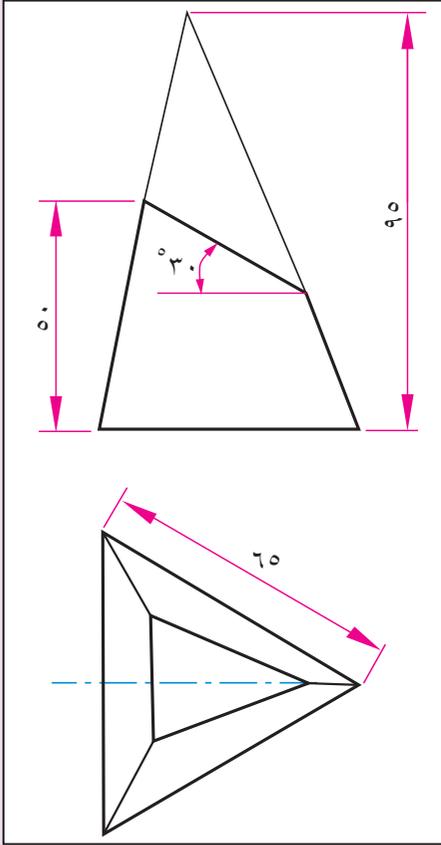
الشكل (٢).

٢ حدّد الطول الحقيقي لحرفي الهرم الآخرين (٦-٢)، و(٨-٤) في المسقط الأمامي، وذلك بإسقاط النقطتين (٦)، و(٨) أفقيًا على الحرفين (٢م) و(٤م) في المسقط الجانبي على التوالي، فيكون الضلعان الجانبيان للمسقط الجانبي الطول الحقيقي لهما، كما في الشكل (٢).

٣ - افتح الفرجار بما يساوي طول الراسم (١م) أو (٣م)، ثم ثبتته في النقطة (م)، وارسم قوسًا رفيعًا.
 - حدّد على القوس أضلاع القاعدة الأربعة، ورقمها حسب الترتيب المبين في المسقط الأفقي، وهو (٣، ٤، ١، ٢، ٣)، ثم صل النقاط بالمركز (م).
 - ثبت الفرجار في النقطة (م)، وافتحه بما يساوي مسافة (٥م) من المسقط الأمامي، وارسم قوسًا يقطع الخط (١م) في النقطة (٥)، واتّبِع الطريقة نفسها لتحصل على النقطة (٧). ثم كرّر ما فعلت في الخطوة السابقة لتحصل على النقطتين (٦) و(٨)، ولكن من المسقط الجانبي.
 - صل بين النقاط المختلفة لتحصل على أفراد السطح الجانبي للهرم المقطوع على نحوٍ مائل، ثم حدّد خطوط الشني وخط الوصل، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).



الشكل (٢-٢٢): مساقط الهرم المائل.

يبيّن الشكل (٢-٢٢) هرمًا ثلاثيًا، طول ضلع قاعدته (٦٥) مم وارتفاعه (٩٥) مم، قُطع بزاوية مقدارها (٣٠°) على ارتفاع (٥٠) مم من القاعدة.

ارسم أفراد هذا الهرم الثلاثي بمقياس رسم (١:١)، علمًا بأن خط الوصل عند طول ارتفاعه الأكبر.

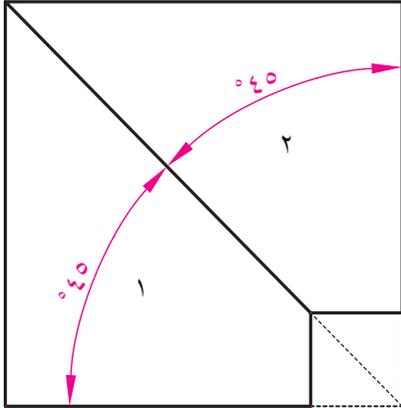
- ستتعرف في ما يأتي بعض الأمثلة من واقع التطبيقات العملية على إفراد السطوح والأشكال الهندسية المركبة، مثل:
- الأكواع (elbows) التي تتكون من عدد مختلف من القطع الدائرية المقطع.
 - مجرى على شكل حرف T (round T-connection).
 - المدخنة (chimney).
 - نقاصات (reducers) مستطيلة المقطع.
 - محول المقطع المربع إلى مقطع دائري (transition piece – rectangle to round).
- ولإفراد السطوح الجانبية لهذه الوصلات والأكواع يمكنك استخدام الإفراد المستقيم (البسيط)، أو الإفراد الموازي، أو الإفراد القطري، أو الإفراد بطريقة المثلثات، أو بمجموعة من هذه الطرائق، وذلك بحسب شكل الوصلات والأجزاء المختلفة التي تتكون منها وأبعادها.
- وفي يأتي بعض الأمور التي يجب مراعاتها لتسهيل الإفراد المطلوب:
- تحديد عدد القطع التي تتكون منها الوصلة والشكل الحقيقي لكل قطعة.
 - تحديد القطع المتماثلة، والاكتفاء بعمل إفراد لإحداها مرة واحدة، وعدم تكرار إفراد القطع المتشابهة.
 - استخدام طريقة نقل الأبعاد في حالة الإفرادات التي يتعذر فيها الإفراد بالإسقاط.
 - الاقتصاد وتوفير المواد الأولية، وذلك باختيار الطريقة المثلى للإفراد، وتحديد خطوط الوصل للقطع المختلفة.
 - استخدام الشبلونات لتسريع عملية الإفراد في بعض الحالات، والاعتماد على الخبرات العملية التي يكتسبها العامل الفني في المشاغل الإنتاجية المبنية على القواعد والأسس العملية المتبعة في تنفيذ الإفرادات المختلفة.

١ أفراد الكوع القائم الدائري المقطع

تتكون الأكواع القائمة الدائرية المقطع من قطعتين أو أكثر، ويختلف شكل الأفراد لكل قطعة من قطع الكوع بحسب خط الوصل. وتستخدم طريقة الأفراد الموازي لأفراد الكوع القائم الدائري، وتتطلب هذه العملية رسم المسقط الأمامي للكوع، إذ يُرسم المسقط الأمامي للكوع القائم الدائري المقطع المكون من قطعتين بسهولة؛ لأن كل قطعة منه تشكل زاوية

قياسها (٤٥°) من زاوية الكوع القائمة البالغة (٩٠°)، كما يبين الشكل (٢-٢٣).

وعندما يزداد عدد قطع الكوع القائم الزاوية عن قطعتين فإن كل قطعة تمثل جزءاً من الزاوية القائمة، وفقاً لما يأتي:



الشكل (٢-٢٣): زوايا قطعتي الكوع القائم.

$$س = \frac{٩٠}{٢ - ع٢}$$

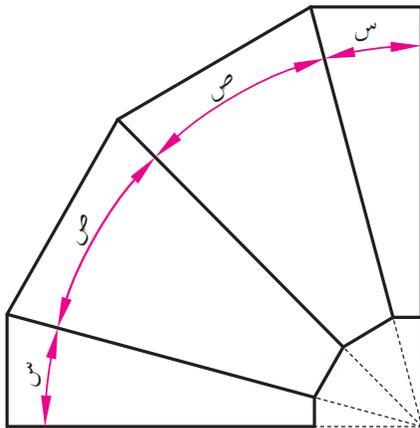
حيث س = زاوية كل من القطعتين على طرفي الكوع

ع = عدد قطع الكوع.

$$ص = \frac{٢ - ٩٠}{ع} س$$

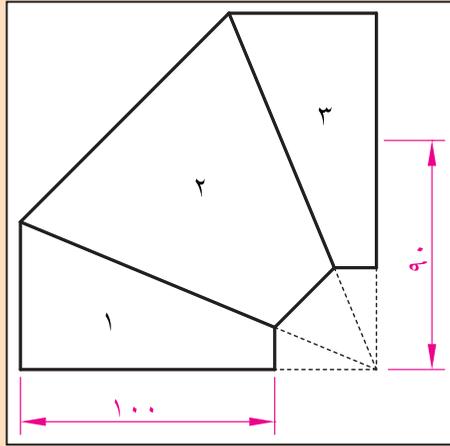
حيث ص = زاوية كل من قطع الكوع الوسطية
ع = عدد القطع الوسطية للكوع

ويبين الشكل (٢-٢٤) مواقع الزاويتين (س) و (ص) على الكوع القائم.



الشكل (٢-٢٤): مواقع الزاويتين (س) و (ص).

احسب قيمة زوايا قطع الكوع المبين في الشكل (٢-٢٥)، وارسم الكوع بمقياس رسم (١:١).



الشكل (٢-٢٥): كوع مكوّن من ثلاث قطع.

الحل

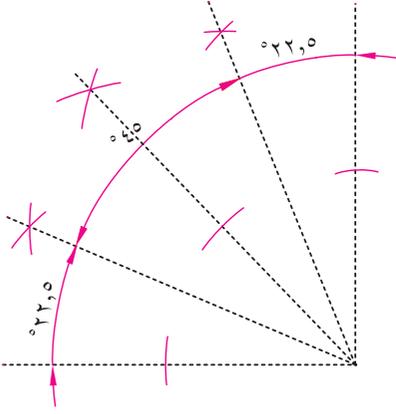
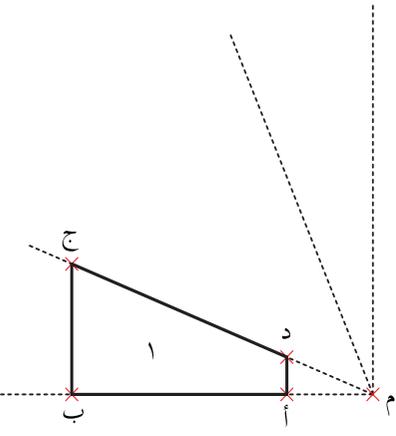
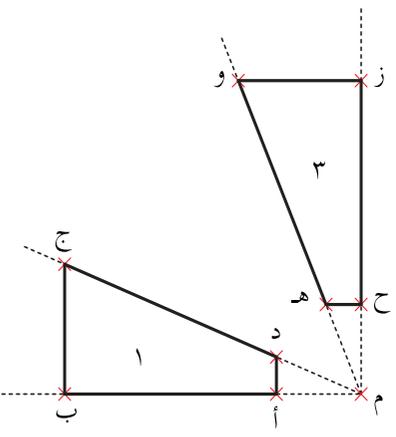
$$س = \frac{٩٠}{٢-٤} ، \text{ حيث } ٣ = \text{قطع}$$

$$٢٢,٥ = \frac{٩٠}{٤} = \frac{٩٠}{٢-٦} =$$

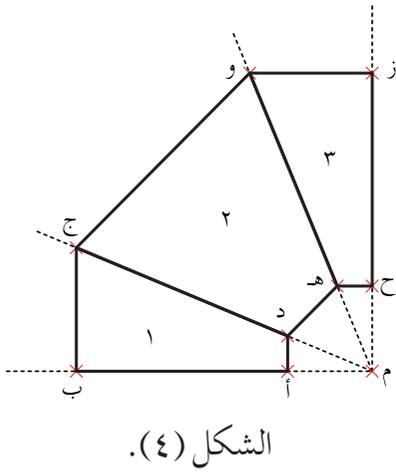
$$ص = \frac{٢-٩٠}{ع} ، \text{ حيث } ع = \text{قطعة واحدة}$$

$$٤٥ = \frac{٤٥-٩٠}{١} =$$

لرسم الكوع اتّبع الخطوات الآتية:

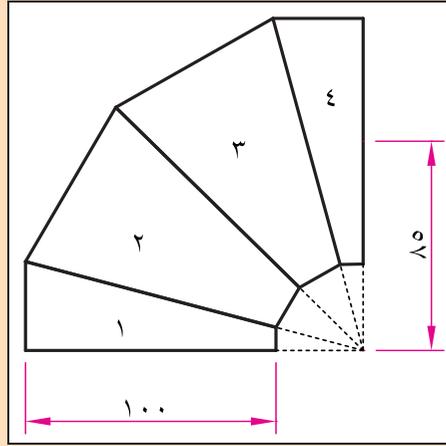
الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١ ارسم زاوية قائمة، ثم استخدم الفرجار لتنصيفها، ثم نصّف الزاويتين الناتجتين لتحصل على الشكل (١).</p>	١
 <p>الشكل (٢).</p>	<p>٢ ارسم الخط (أ ب) بحسب الأبعاد، أي بطول (١٠٠) مم. وارسم خطين عموديين من النقطتين (أ) و (ب) يقطعان ضلع زاوية القطعة رقم (١)، كما في الشكل (٢)، ثم صل بين النقطتين (ج) و (د) لتحصل على القطعة (١).</p>	٢
 <p>الشكل (٣).</p>	<p>٣ ارسم الخط (ح ز) حسب الأبعاد، وارسم خطين أفقيين من النقطتين (ح) و (ز) يقطعان ضلع زاوية القطعة رقم (٢)، كما هو مبين في الشكل (٣)، ثم صل بين النقطتين (هـ) و (و) لتحصل على القطعة رقم (٣).</p>	٣

٤ صل بين النقطتين (و)، و (ج) والنقطتين (هـ)، و (د) لتحصل على كوع يتكون من ثلاث قطع، كما في الشكل (٤).



مثال (٢-١٩)

احسب قيمة زوايا الكوع المبين في الشكل (٢-٢٦)، وارسم الكوع بمقياس رسم (١:١).



الشكل (٢-٢٦): كوع مكوّن من أربع قطع.

الحل

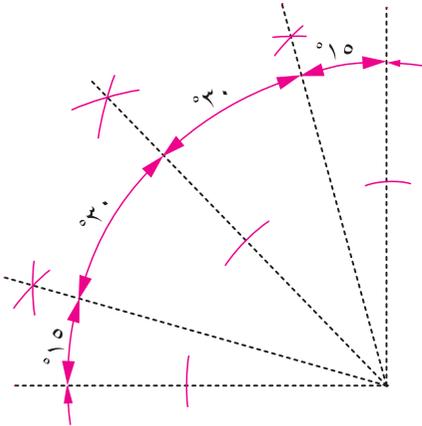
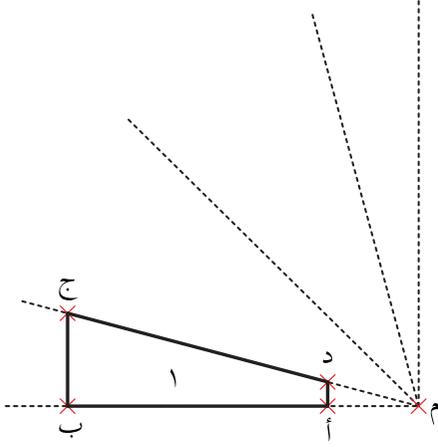
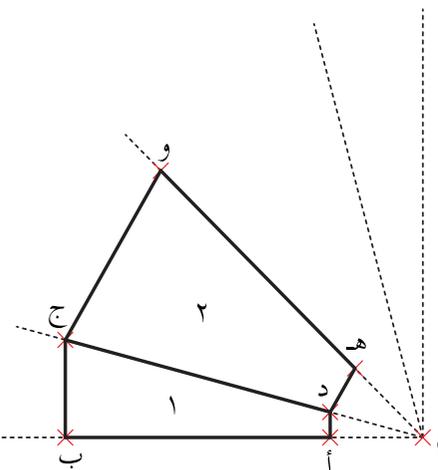
$$س = \frac{٩٠}{٢-ع} ، حيث ع = قطع ٤$$

$$٥١٥ = \frac{٩٠}{٦} = \frac{٩٠}{٢-٨} =$$

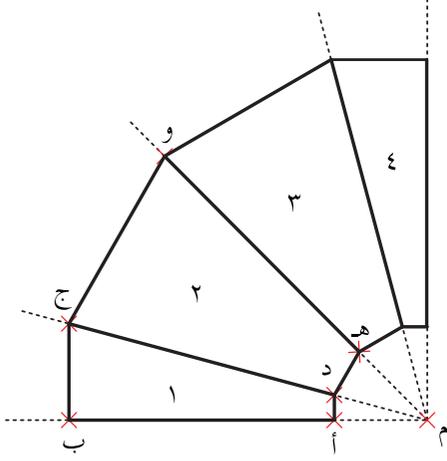
$$ص = \frac{٢-٩٠}{ع} ، حيث ع = قطعة ٢$$

$$٥٣٠ = \frac{٣٠-٩٠}{٢} =$$

لرسم الكوع اتّبع الخطوات الآتية:

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p data-bbox="435 694 581 742">الشكل (١).</p>	<p data-bbox="844 251 1372 436">ارسم زاوية قائمة، ثم استخدم الفرجار لتنصيفها، واستخدم المثلاث لتحصل على الشكل (١).</p>	<p data-bbox="1412 251 1437 294">١</p>
 <p data-bbox="435 1273 581 1321">الشكل (٢).</p>	<p data-bbox="844 808 1372 1135">ارسم الخط (أ ب)، وارسم خطين عموديين من النقطتين (أ)، و (ب) تقطعان ضلع الزاوية، كما في الشكل (٢)، ثم صل بين النقطتين (ج) و (د) لتحصل على القطعة (١).</p>	<p data-bbox="1412 808 1437 851">٢</p>
 <p data-bbox="435 1884 581 1932">الشكل (٣).</p>	<p data-bbox="844 1386 1372 1714">ارسم قوساً بطول (م د) يقطع ضلع زاوية القطعة (٢) في النقطة (هـ)، وارسم قوساً بطول (م ج) يقطع ضلع زاوية القطعة (٢) في النقطة (و)، وصل بين النقاط لتحصل على القطعة (٢)، كما في الشكل (٣).</p>	<p data-bbox="1412 1386 1437 1430">٣</p>

٤ كرّر ما نفذته في القطعة (٢) لتحصل على القطعة (٣)، ثم ارسم خطين أفقيين من الضلع المشترك بين القطعتين (٣) و (٤) لتحصل على القطعة (٤)، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤).

تمرين (٢-١١)

احسب قيمة زوايا قطع الكوع المكون من:

— (٥) قطع.

— (٨) قطع.

فكر

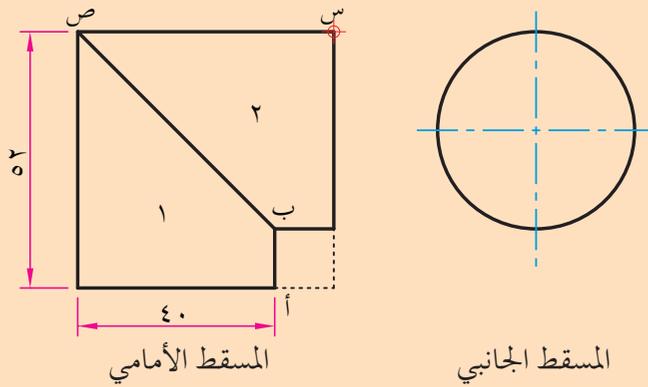
ما أهمية زيادة عدد قطع الكوع؟

صور أفراد الكوع الدائري المقطع

أ - أفراد كوع قائم مكون من قطعتين: يوضح المثال الآتي التطبيق المباشر لأفراد كوع قائم مكون من قطعتين، وقد أفردت فيه قطعة واحدة من الكوع، لأن أفراد كل من القطعتين متشابه، ولا بد أن تفهم جيداً ما درسته ونفذته في بداية هذه الوحدة لتشعر بسهولة تنفيذ الأفراد في المثال الآتي.

مثال (٢-٢٠)

يبين الشكل (٢-٢٧) كوعاً قائماً دائرياً المقطع يتكون من قطعتين أسطوانيتين، قطر كل منهما (٤٠ مم)، وارتفاع كل من قطعتيه (٥٢ مم)، وخط الوصل (أ ب).
ارسم أفراد القطعة (١). بمقياس رسم (١:١).

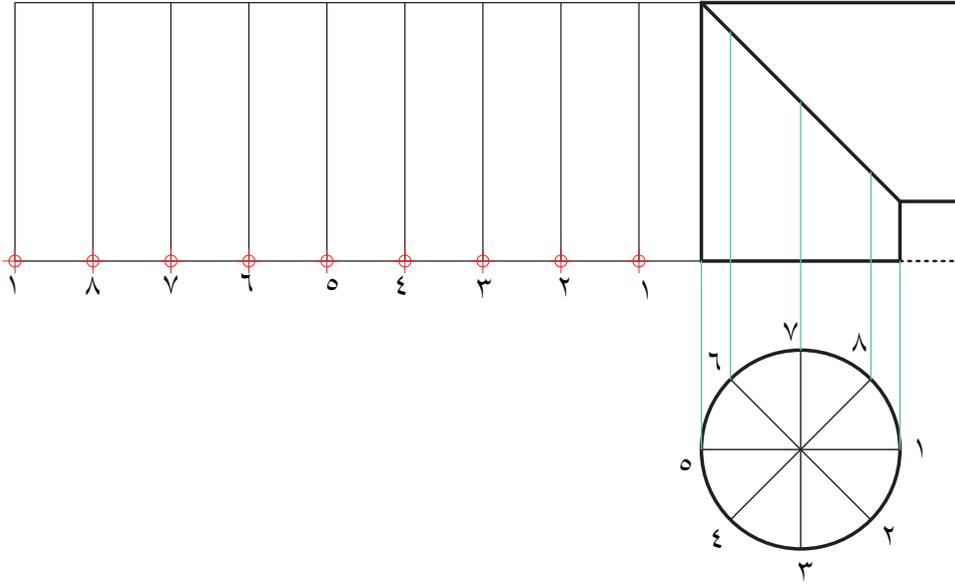


الشكل (٢-٢٧): كوع قائم دائري المقطع.

الحل

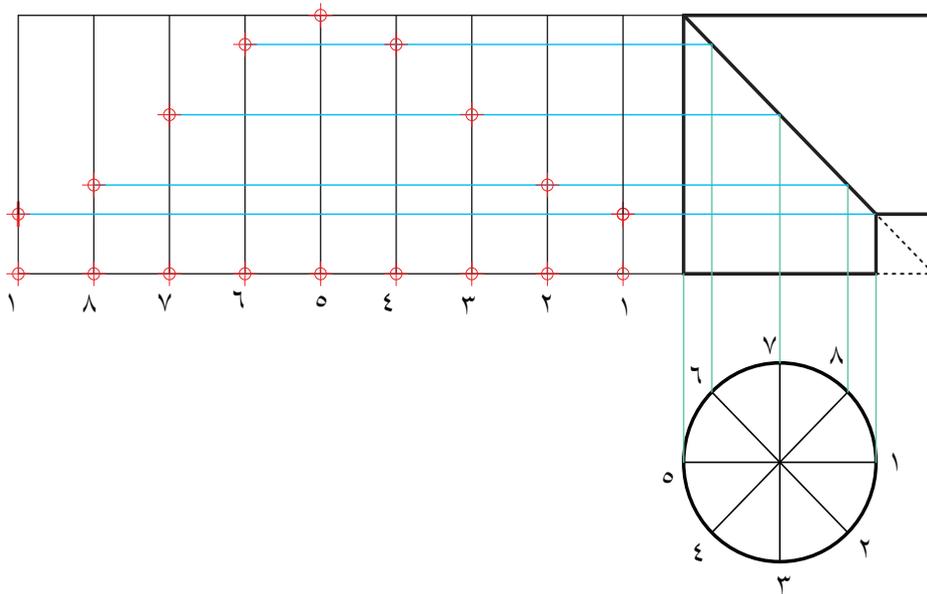
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<ul style="list-style-type: none"> ارسم المسقط الأمامي للكوع بمقياس الرسم المطلوب. ارسم المسقط الأفقي للقطعة (١). قسّم دائرة المسقط الأفقي إلى (٨) أقسام متساوية. رقم الأقسام مبتدئاً من خط الوصل، كما في الشكل (١). أسقط خطوطاً رأسية من نقاط التقسيم في المسقط الأفقي لتقطع المسقط الأمامي، كما هو مبين في الشكل (١). 	<p>الشكل (١).</p>

- ٢ - ارسم خط الإفراد الأساسي الأفقي على يسار المسقط الأمامي.
 - ارسم مستطيل الإفراد، وقسمه إلى (٨) أقسام متساوية.
 - رقم خطوط التقسيم، كما تعلمت في الأمثلة السابقة مبتدئاً من خط الوصل، كما في الشكل (٢).



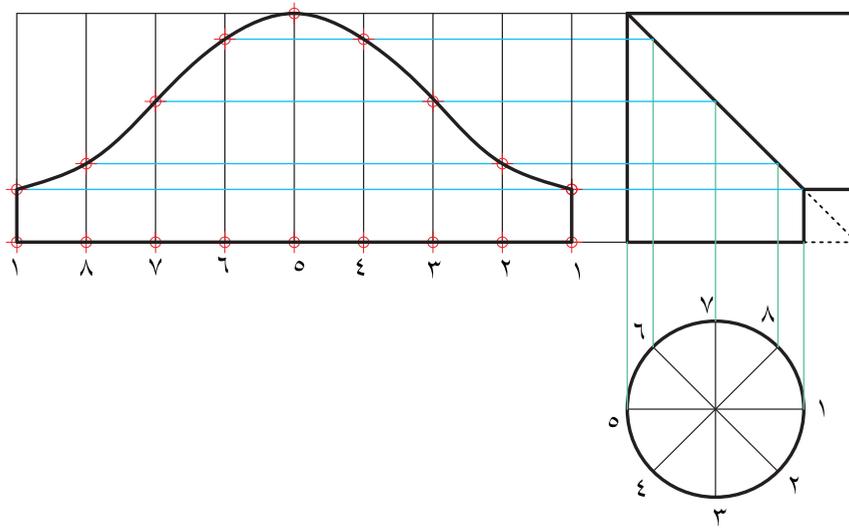
الشكل (٢).

- ٣ - أسقط خطوطاً أفقية من نقاط التقاطع داخل المسقط الأمامي لتقطع خطوط تقسيم خط الإفراد، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

٤ - صل بين النقاط الناتجة لتحصل على الأفراد المطلوب، كما هو مبين بالخط السميك في الشكل (٤).



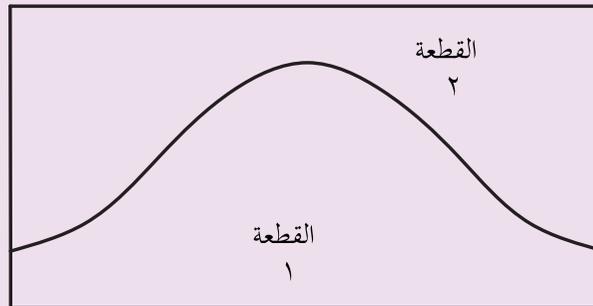
الشكل (٤).

نشاط (٤-٢)

استخدم الورق المقوى لتكوين الكوع في المثال (٢-٢٠)، وليكن خط الوصل عند س ص.

تمرين (١٢-٢)

في المثال (٢-٢٠) السابق، لعلك لاحظت أنّ أفراد القطعة (٢) يشبه أفراد القطعة (١)، ولمراعاة الناحية الاقتصادية عند قص الصاج وتوفير الوقت اللازم نجعل خط الوصل (س ص) للقطعة رقم (٢)، ويكون شكل أفراد القطعتين، كما هو مبين في الشكل (٢-٢٨).



الشكل (٢-٢٨): أفراد القطعتين معاً.

ارسم أفراد القطعتين بحيث تراعي الناحية الاقتصادية عند قص الصاج، ولتحصل على الشكل (٢-٢٨).

ب- أفراد كوع قائم مكون من أكثر من قطعتين: يوضح المثال الآتي تطبيق أفراد كوع قائم مكون من ثلاث قطع، وفي هذا المثال أفردت القطعة (٢) فقط من الكوع القائم؛ لأنّ القطعتين (١) و (٣) لهما الأفراد نفسه، وقد أفردتا في المثال السابق، ولا بدّ من معرفة زوايا قطع الكوع القائم لتحصل على الأفراد الصحيح. ويبين الشكل (٢-٢٩) صورة كوع قائم مكون من أربع قطع.

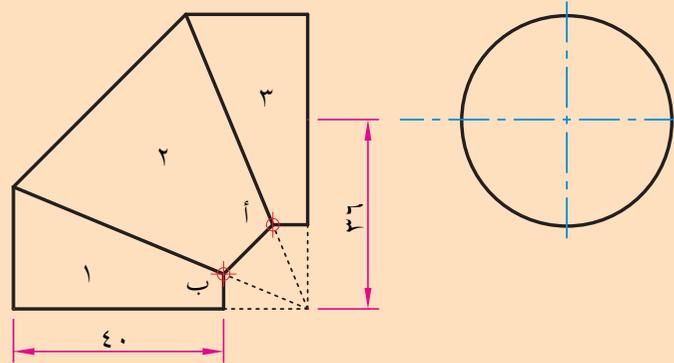


الشكل (٢-٢٩): كوع مكون من أربع قطع.

مثال (٢-٢١)

يبين الشكل (٢-٣٠) كوعًا قائمًا دائريًا المقطع يتكون من ثلاث قطع بأبعاده بالمليمترات، وخط الوصل (أ ب).

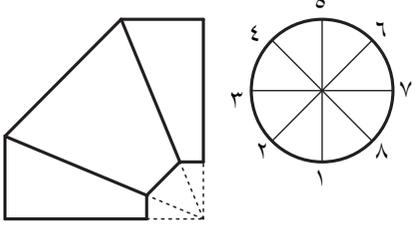
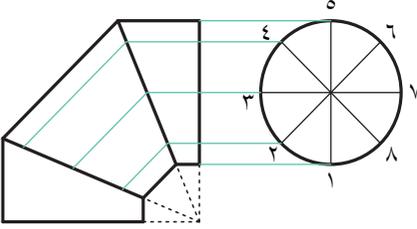
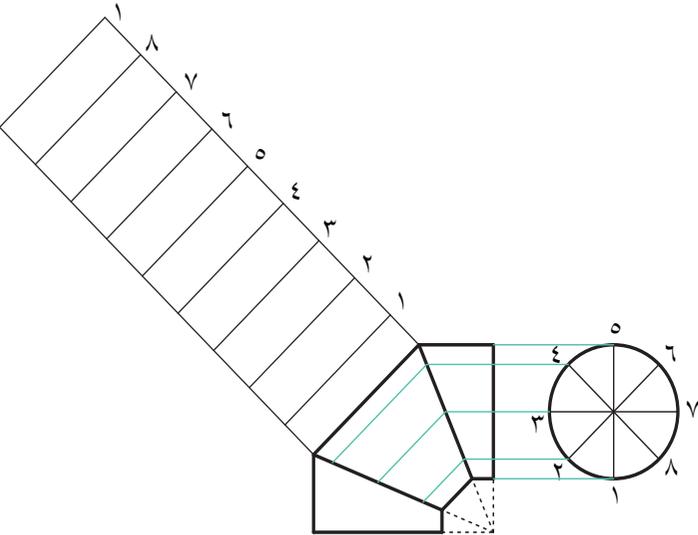
ارسم أفراد القطعة (٢) والقطعة (٣). بمقياس رسم (١:١).



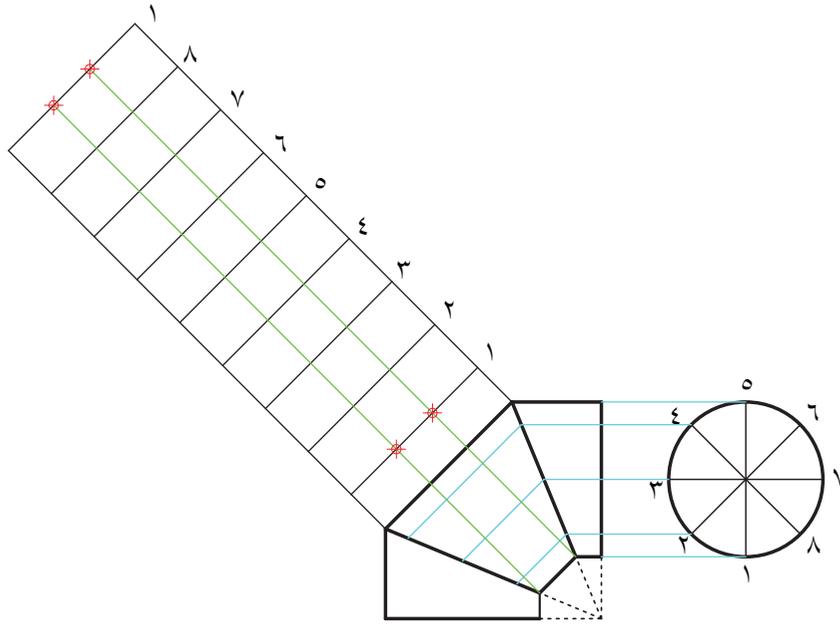
المسقط الأمامي

المسقط الجانبي

الشكل (٢-٣٠): كوع قائم دائري المقطع.

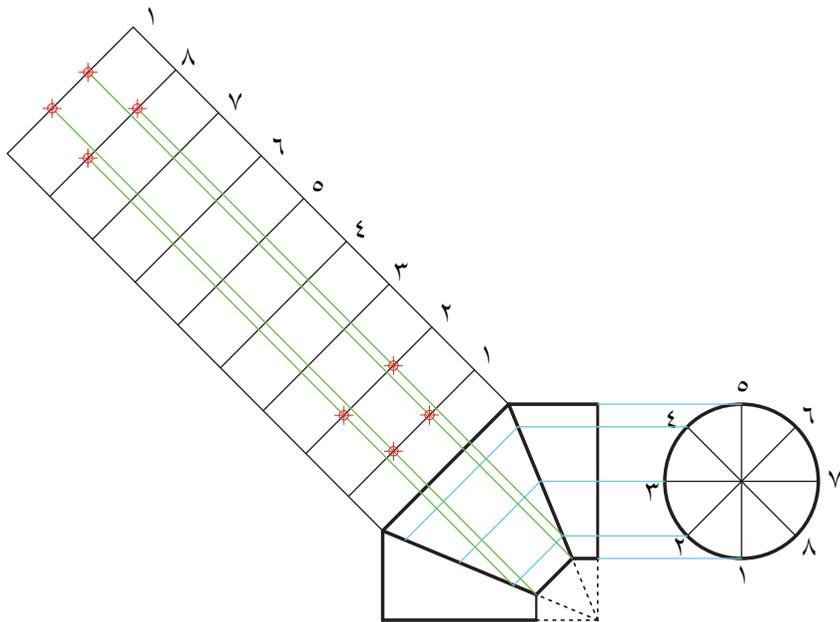
الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١ - ارسم المسقط الأمامي للكوع. - ارسم دائرة المسقط الأمامي للكوع، وقسمها إلى (٨) أقسام متساوية، ورقمها مبتدئاً من خط الوصل، كما هو مبين في الشكل (١).</p>	١
 <p>الشكل (٢).</p>	<p>٢ أسقط خطوطاً من نقاط تقسيم دائرة المسقط الجانبي باتجاه المسقط الأمامي لتقطع القطعة (٢)، كما في الشكل (٢).</p>	٢
 <p>الشكل (٣).</p>	<p>٣ ارسم خط الأفراد الأساسي متعامداً على القطعة (٢) بطول يساوي محيط دائرة مقطع الكوع (ق ط)، كما في الشكل (٣)، وارسم مستطيل الأفراد، وقسمه إلى (٨) أقسام متساوية، ورقم خطوط التقسيم، كما تعلمت في الأمثلة السابقة مبتدئاً من خط الوصل.</p>	٣

٤ أسقط خطوطاً من نقاط التقاطع على القطعة (٢) التي تمثل النقطة (١) من دائرة المسقط الجانبي باتجاه خطوط مستطيل الإفراد، وحدد نقاط التقاطع على الخط (١)، كما في الشكل (٤).



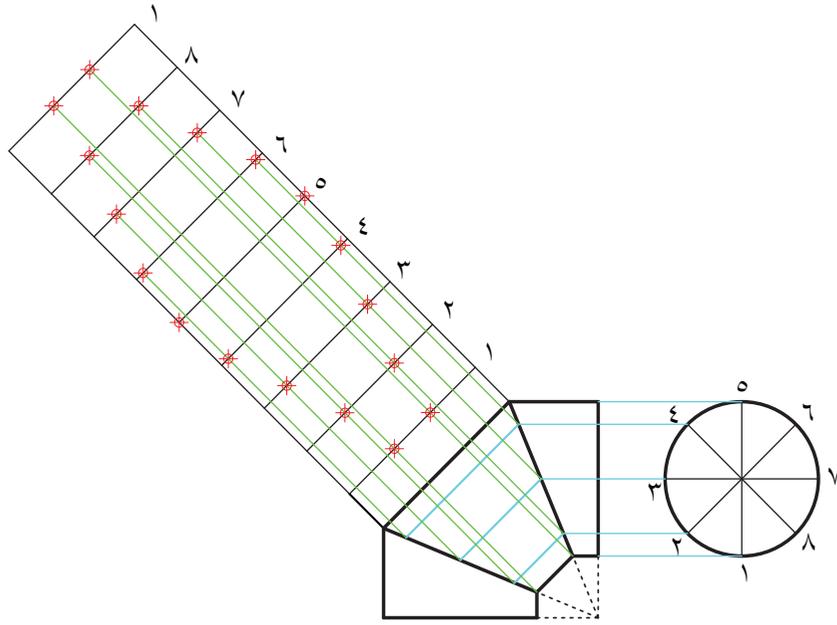
الشكل (٤).

٥ أسقط خطوطاً من نقاط التقاطع على القطعة (٢) التي تمثل النقطتين (٢) و (٨) من دائرة المسقط الجانبي باتجاه مستطيل الإفراد، وحدد نقاط التقاطع على الخطين (٢) و (٨)، كما في الشكل (٥).



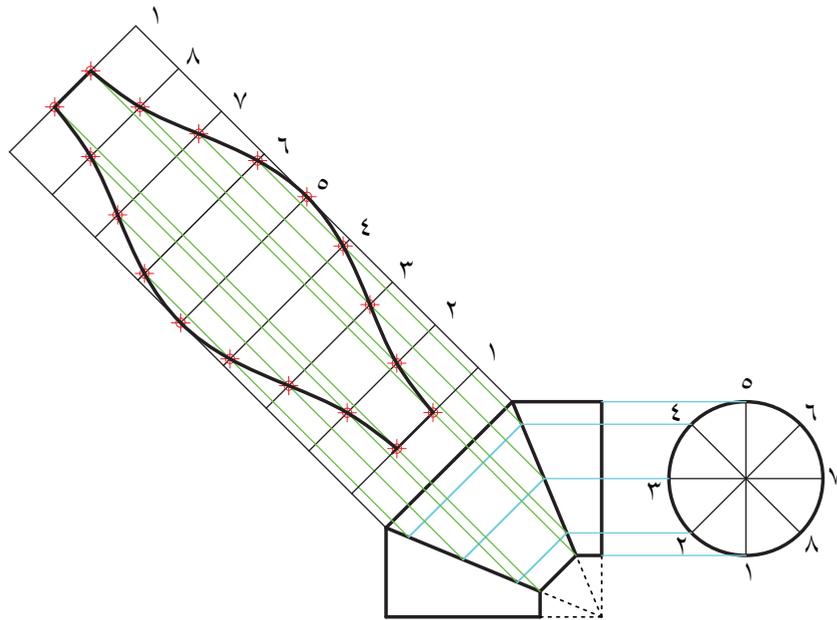
الشكل (٥).

٦ كرر ما نفذته في الخطوات السابقة لتحصل على بقية النقاط على مستطيل الإفراد، كما في الشكل (٦).



الشكل (٦).

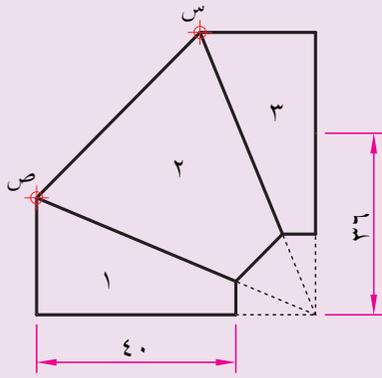
٧ صل بين النقاط الناتجة لتحصل على الأفراد المطلوب، كما هو مبين بالخط السميك في الشكل (٧).



الشكل (٧).

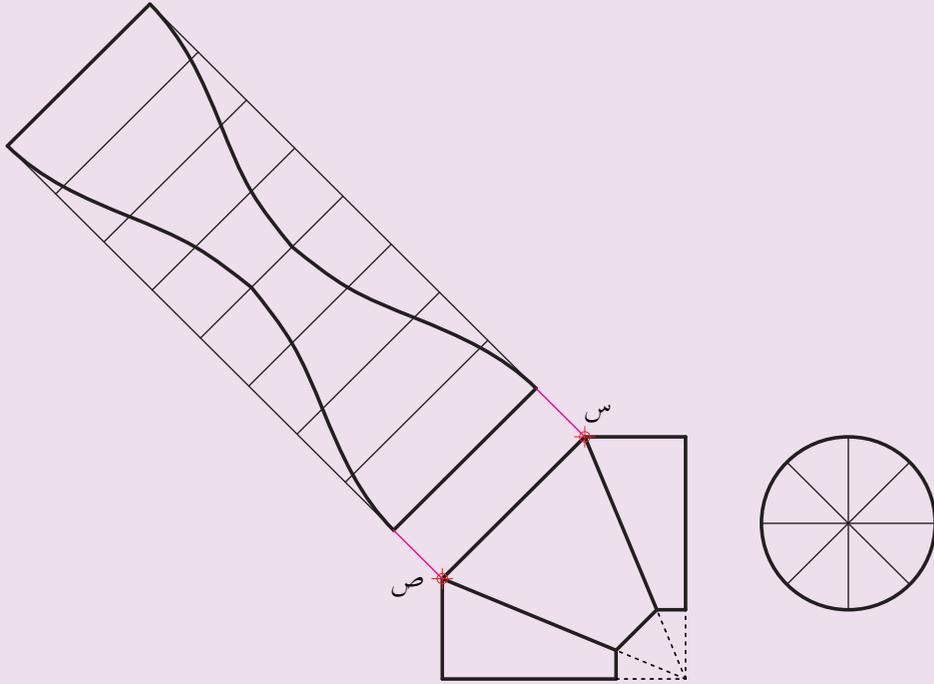
تمرين (٢-١٣)

إذا علمت أنّ خط الوصل (س ص) كما في الشكل (٢-٣١)، فإنّ الإفراد يظهر كما في الشكل (٢-٣٢).



الشكل (٢-٣١): كوع ذو ثلاث قطع.

بناءً على ذلك ارسم إفراد القطعة (٢) بمقياس رسم (١:١) متبّعاً الخطوات السابقة.



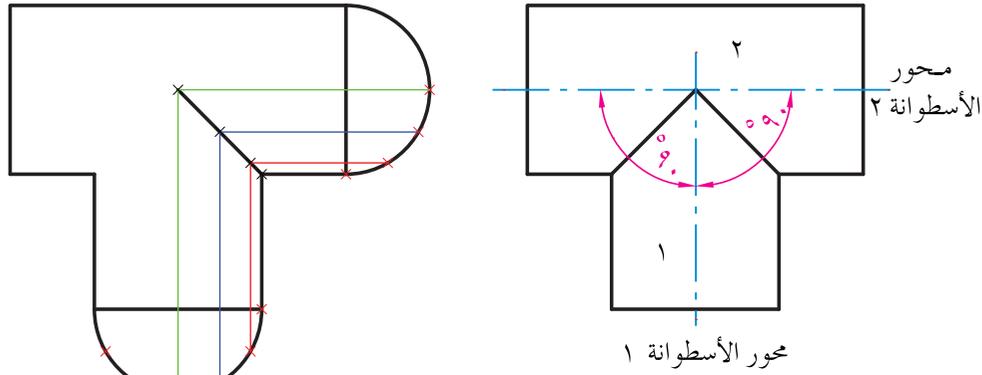
الشكل (٢-٣٢): إفراد القطعة (٢).

فكر

قارن بين شكل الإفراد في المثال (٢-٢١) وشكل الإفراد في التمرين (٢-١٣)، ثم حاول استنتاج كيفية تغيير شكل الإفراد.

٢ أفراد وصلة دائرية المقطع على شكل حرف (T)

تُستخدم طريقة الأفراد الموازي لإفراد وصلة دائرية المقطع على شكل حرف (T)، وتتطلب عملية الأفراد بوصفها خطوة أساسية معرفة تقاطع القطع الدائرية التي تكوّن الوصلة؛ لتحديد نهايات أطراف القطع، وذلك لأهميتها في رسم مستطيل الأفراد. وقد استخدمت في المثال الآتي وصلة على شكل حرف (T)، تتكون من أنبوبين لهما القطر نفسه، ومحوراهما متعامدان، كما في الشكل (٢-٣٣).



(ب) سطح التقاطع

(أ) وصلة على شكل حرف (T)

الشكل (٢-٣٣): وصلة دائرية على شكل حرف (T).

ويبين الشكل (٢-٣٣/ب) كيفية رسم سطح التقاطع، كما تعلمت في الوحدة السابقة.

مثال (٢-٢٢)

يبين الشكل (٢-٢٤) المسقط الأمامي لمجرى

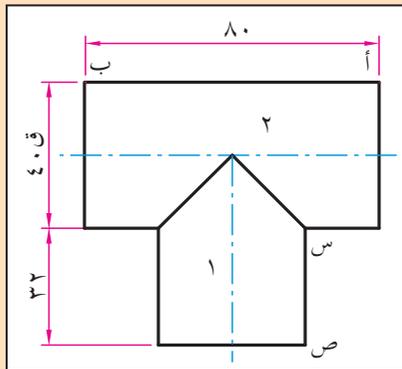
دائري المقطع على شكل حرف (T).

ارسم أفراد القطعتين بمقياس رسم (١:١)،

علمًا بأن الأبعاد جميعها بالمليمترات وخط

الوصل للقطعة (٢) هو (أ ب)، وخط الوصل

للقطعة (١) هو (س س).

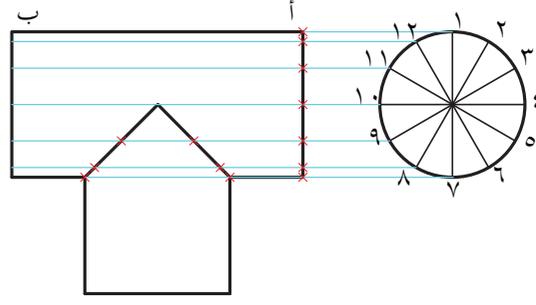
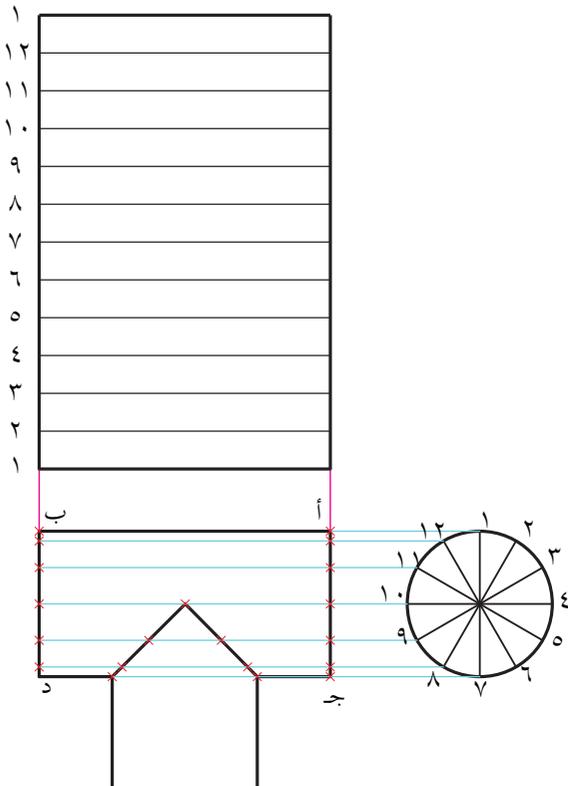


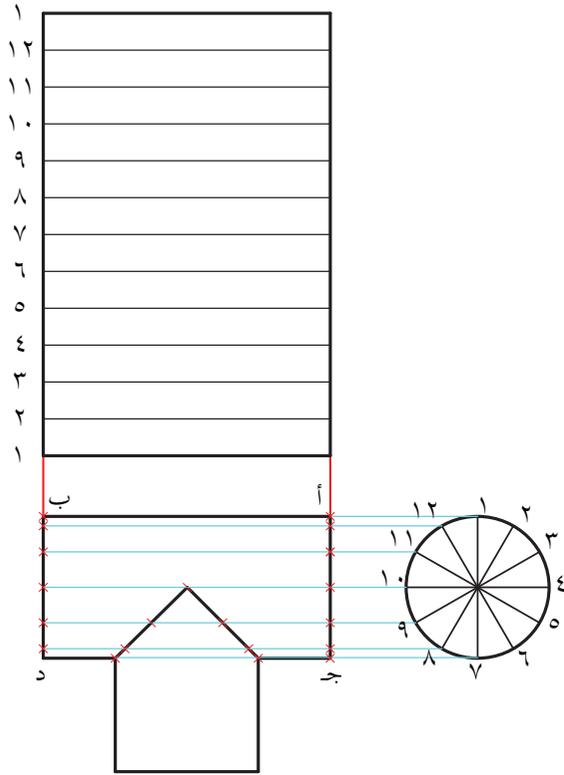
الشكل (٢-٣٤): وصلة دائرية المقطع على

شكل حرف (T).

الحل

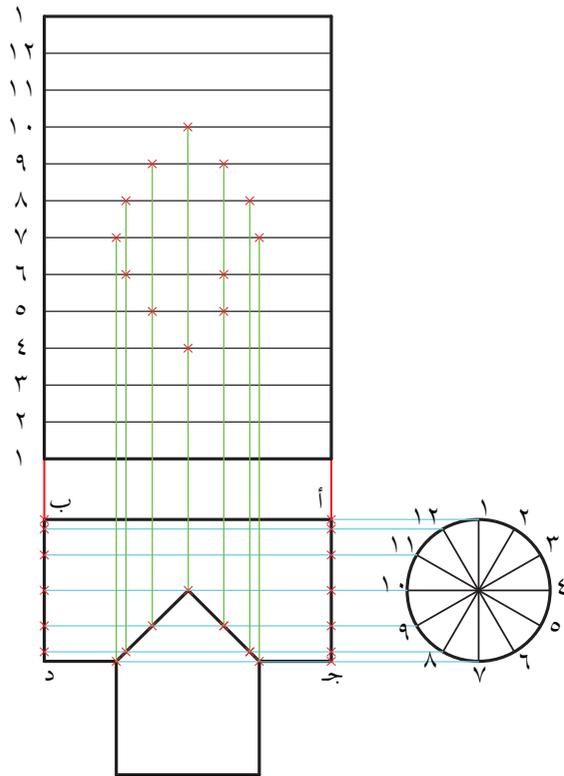
اتّبع الخطوات الآتية لإفراد القطعة (٢)

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p>الشكل (١).</p>	<p>١ - ارسم المسقط الأمامي لمجرى الهواء بمقياس الرسم المطلوب.</p> <p>- ارسم المسقط الجانبي للقطعة (٢).</p> <p>- قسّم دائرة المسقط الجانبي إلى (١٢) قسمًا متساويًا، ورقّم الأقسام مبتدئًا من خط الوصل، كما في الشكل (١).</p> <p>- أسقط خطوطًا أفقية من نقاط تقسيم الدائرة تقطع القطعة (٢) في النقاط الموضحة في الشكل (١).</p>	<p>١</p>
 <p>الشكل (٢).</p>	<p>٢ - ارسم مستطيل الإفراد بحيث يكون طول قاعدته مساويًا لمحيط دائرة المقطع المستطيل (ق ط)، وعرضه (٨٠) مم.</p> <p>- قسّم الطول إلى (١٢) قسمًا متساويًا، بحيث يساوي طول كلّ قسم $(\frac{ق ط}{١٢})$.</p> <p>- رقّم أقسام المستطيل، كما هو موضح في الشكل (٢)، بحيث يبدأ الترقيم من النقطة نفسها التي بدأ بها ترقيم دائرة المسقط الجانبي التي تنطبق مع خط الوصل.</p>	<p>٢</p>



الشكل (٣).

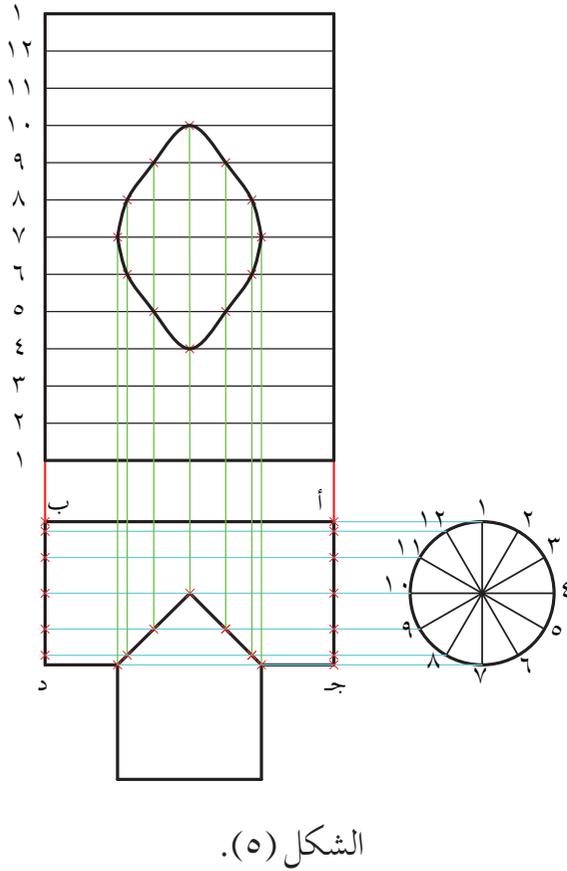
- ٣ - تمثّل النقطة (١) على دائرة المسقط الجانبي خط الوصل (أ ب)، ويمثّل خط الوصل (أ ب) العرض الكامل لمستطيل الأفراد، ويمثّل الخَطَّان (أ ج) و (ب د) على المسقط الأمامي الطول الكامل لمستطيل الأفراد من الجانبين. - وهذا يعني أنّ حدود مستطيل الأفراد جزء أساسي من أفراد القطعة (٢)، انظر الشكل (٣). - ارسم خطًا سميًا يوضّح مستطيل الأفراد.



الشكل (٤).

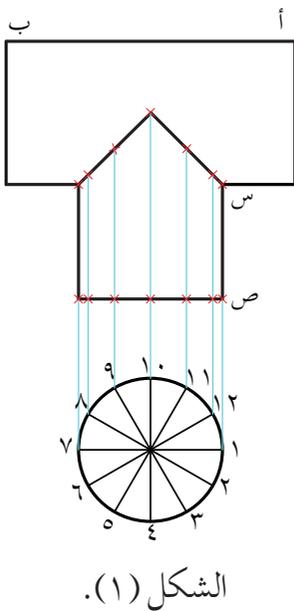
- ٤ ارسم خطوطًا عمودية من نقاط التقاطع داخل القطعة (٢) باتجاه مستطيل الأفراد، وحدّد نقاط تقاطع كلّ نقطة على مستطيل الأفراد بحسب الرقم الموجود على دائرة المسقط الجانبي لتحصل على الشكل (٤).

٥
صل بين النقاط الداخلية لتحصل على
الإفراد المطلوب، كما هو مبين بالخط
السميك في الشكل (٥).

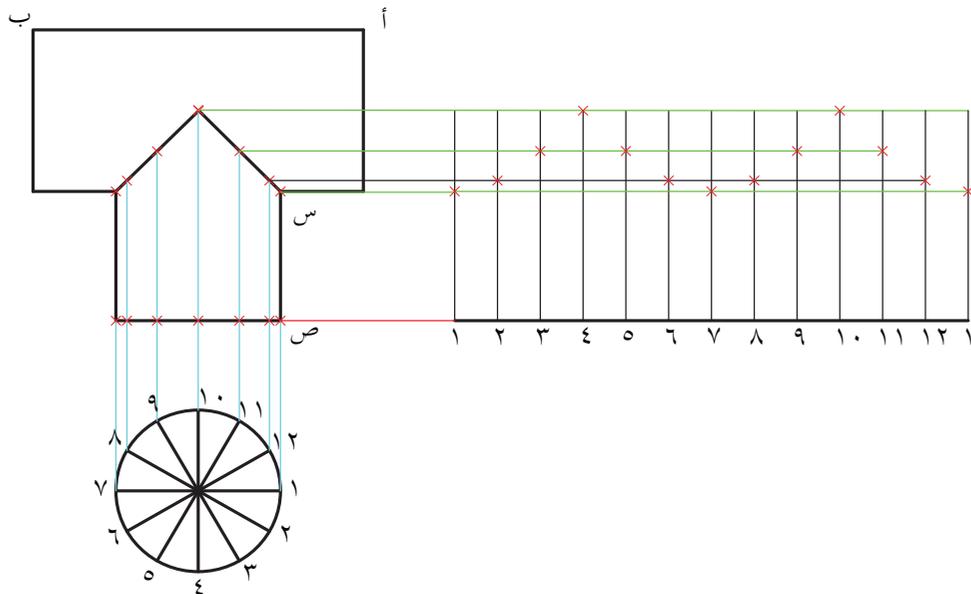


لإفراد القطعة (١) اتّبع الخطوات الآتية:

- ١ - ارسم المسقط الأمامي لمجرى الهواء بمقياس الرسم المطلوب.
- ارسم دائرة المسقط الأفقي للقطعة (١).
- قسّم دائرة المسقط الأفقي إلى (١٢) قسمًا متساويًا.
- رَقِّم الأقسام مبتدئًا من خط الوصل، كما في الشكل (٢).
- أسقط خطوطًا عمودية من نقاط تقسيم الدائرة تقطع القطعة (١) في النقاط الموضحة في الشكل (١).

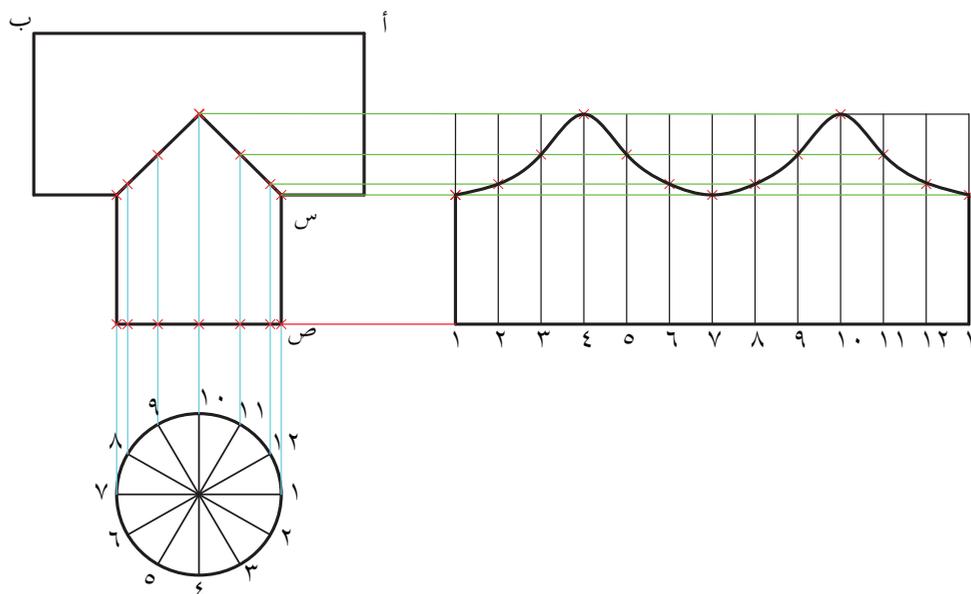


- ٤ - ارسم خطًا أفقيًا باتجاه مستطيل الإفراد يمثل النقاط (١١) و (٣) و (٩) و (٥) من دائرة المسقط الأفقي، وحدد نقاط التقاطع على مستطيل الإفراد، كما في الشكل (٤).
- ارسم خطًا أفقيًا باتجاه مستطيل الإفراد يمثل النقطتين (١٠) و (٤) من دائرة المسقط الأفقي، وحدد نقاط التقاطع على مستطيل الإفراد، كما في الشكل (٤).



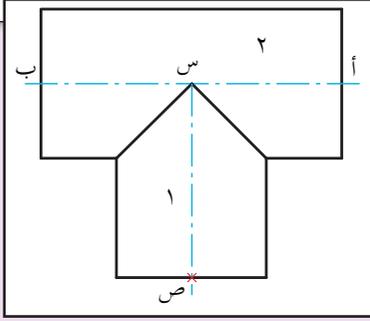
الشكل (٤).

- ٥ - صل بين النقاط لتحصل على الإفراد المطلوب، كما هو مبين بالخط السميك في الشكل (٥).



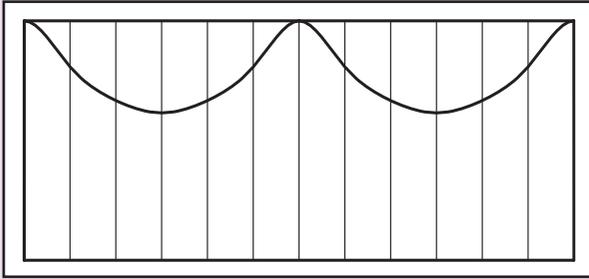
الشكل (٥).

تمرين (٢-١٤)



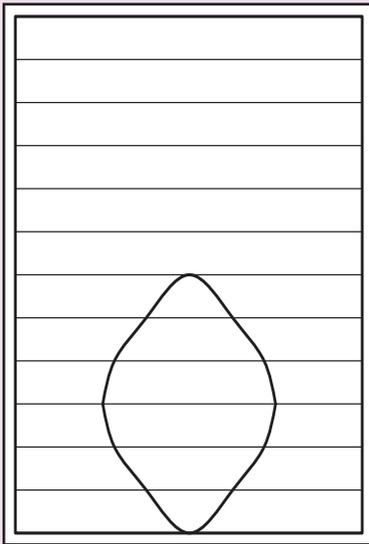
الشكل (٢-٣٥): وصلة دائرية المقطع على شكل حرف (T).

يبيّن الشكل (٢-٣٥) المسقط الأمامي لمجرى دائري المقطع على شكل حرف (T) الذي أفرد في المثال السابق، ولكن غيّر موقع خط الوصل، فأصبح كما يأتي:



الشكل (٢-٣٦): إفراد القطعة (١).

خطّ الوصل (س ص) للقطعة (١)، والإفراد كما في الشكل (٢-٣٦).



الشكل (٢-٣٧): إفراد القطعة (٢).

خط الوصل (أ ب) للقطعة (٢) والإفراد، كما في الشكل (٢-٣٧).

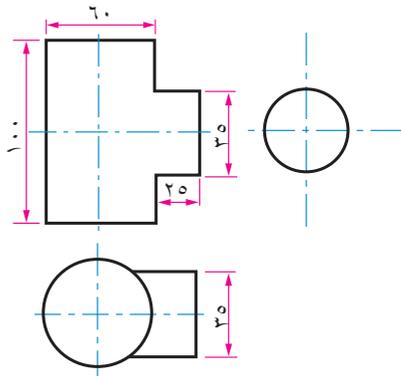
المطلوب:

ارسم إفراد القطعتين بمقياس رسم (١:١).

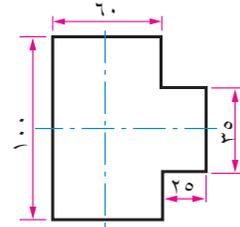
نشاط (٢-٥)

استخدم الورق المقوّى لتكوين مجرى دائري المقطع على شكل (T)، كما في المثال (٢-٢٢).

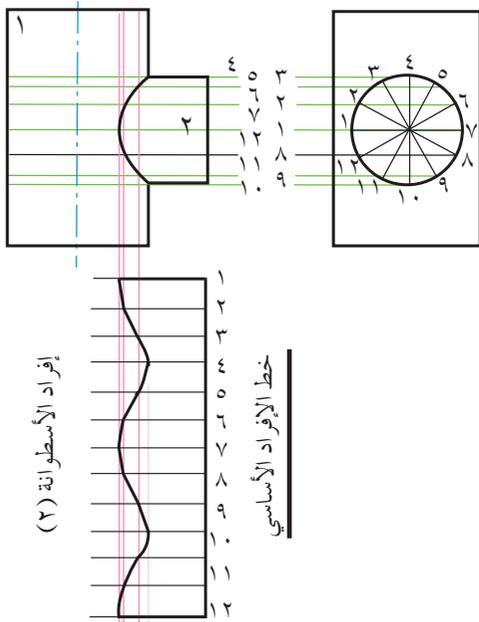
كوّن مجرى دائريّ المقطع على شكل حرف (T) على ورق كرتون مقوّى مستعيناً بالأشكال الآتية:



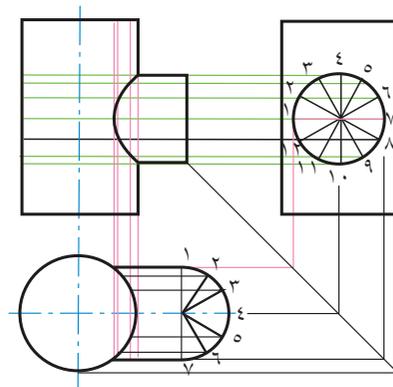
الشكل (٢): المساقط.



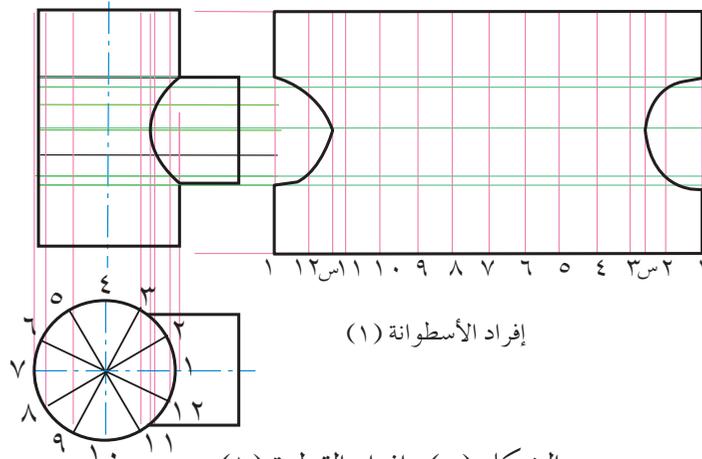
الشكل (١): أبعاد المجرى.



الشكل (٤): أفراد القطعة (٢).



الشكل (٣): خطوط التقاطع.

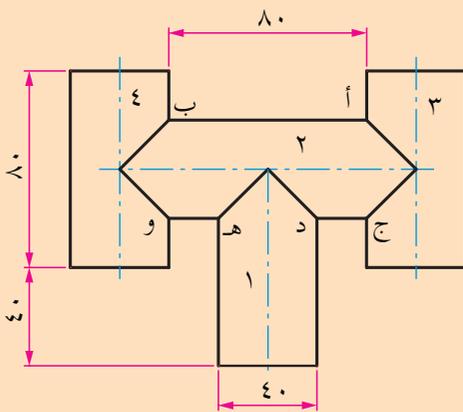


الشكل (٥): أفراد القطعة (١).

٣ أفراد المدخنة

تُستخدم أيضاً طريقة الأفراد الموازي لإفراد قطع المدخنة الدائرية المقطع، وتتطلب عملية الإفراء معرفة تقاطع أسطوانتين، محوراهما متعامدان، وقطراهما متساويان، كما في المثال السابق. وفي المثال الآتي أفردت القطعة (٢) فقط للمدخنة، وذلك لوجود نقاط كثيرة متقاطعة داخلها وعلى أطرافها، وتُركت بقية القطع لتفردا أنت بنفسك.

مثال (٢-٢٣)



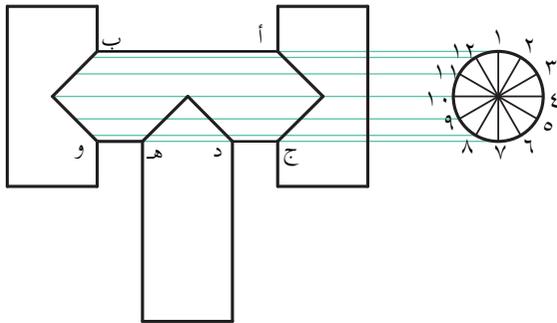
يبين الشكل (٢-٣٨) المسقط الأمامي لمدخنة دائرية المقطع.

ارسم إفراء القطعة (٢) بمقياس رسم (١:١) علماً بأن الأبعاد جميعها بالمليمترات، وخط الوصل هو (أ ب).

الشكل (٢-٣٨): مدخنة دائرية المقطع.

الحل

الرسوم التوضيحية

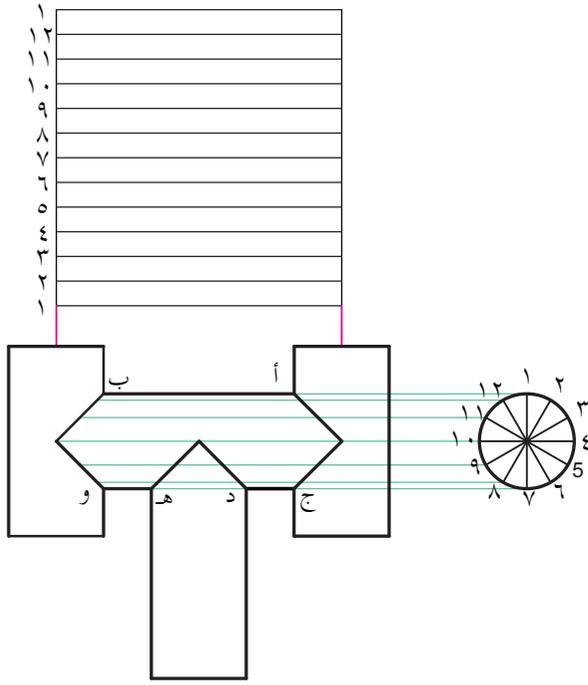


الشكل (١).

خطوات العمل

الرقم

- ١ - ارسم المسقط الأمامي بمقياس الرسم المطلوب.
- ارسم المسقط الجانبي للقطعة (٢).
- قسّم دائرة المسقط الجانبي إلى (١٢) قسماً متساوياً.
- رَقِّم الأقسام مبتدئاً من خط الوصل، كما في الشكل (٢).
- أسقط خطوطاً أفقية من نقاط تقسيم الدائرة تقطع القطعة (٢) في النقاط الموضحة في الشكل (١).

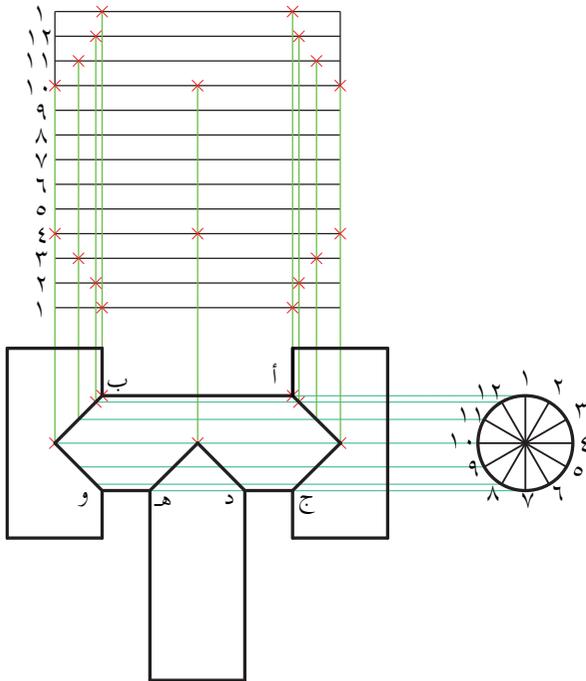


الشكل (٢).

٢ - ارسم مستطيل الأفراد بحيث يكون طول ضلع المستطيل محيط دائرة المقطع (ق ط)، وعرضه (١٢٠) مم.

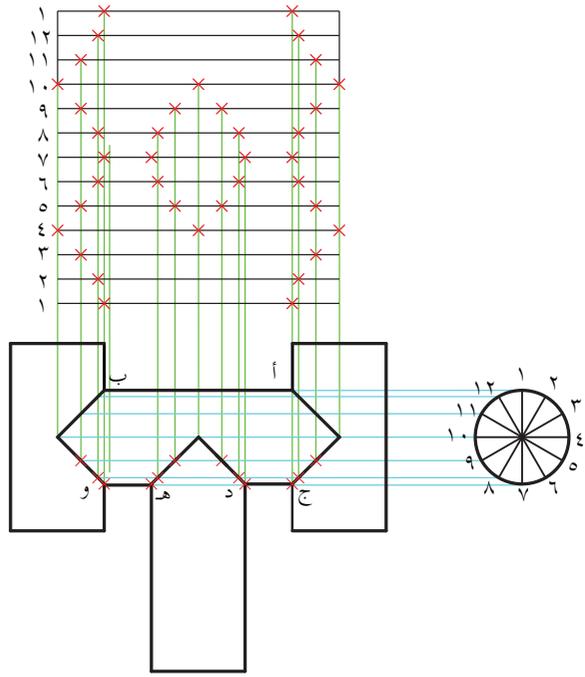
- قسّم الطول إلى (١٢) قسمًا متساويًا، بحيث يساوي طول كلّ قسم $(\frac{ق ط}{١٢})$.

- رقم أقسام المستطيل، كما هو موضح في الشكل (٢) بحيث يبدأ الترقيم من النقطة نفسها التي بدأ بها ترقيم دائرة المسقط الجانبي التي تنطبق مع خط الوصل.



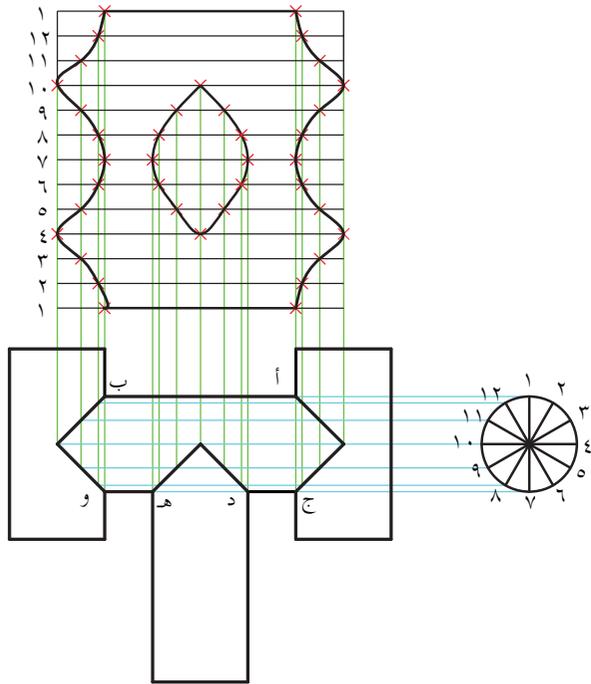
الشكل (٣).

٣ - أسقط خطوطًا من نقاط التقاطع على القطعة (٢) التي تمثل النقاط (١) و (٢) و (٣) و (٤) و (١٠) و (١١) و (١٢) من دائرة المسقط الجانبي باتجاه مستطيل الأفراد، وحدد نقاط التقاطع على الخطوط المناظرة لها على مستطيل الأفراد، كما في الشكل (٣).



الشكل (٤).

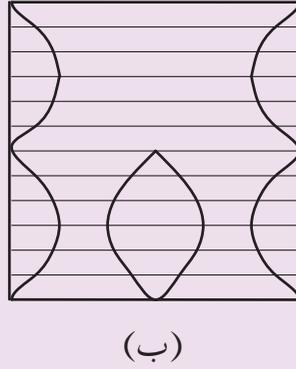
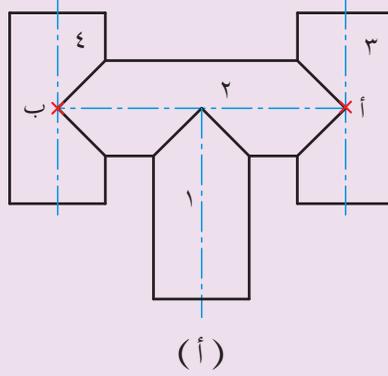
٤ أسقط خطوطاً من نقاط التقاطع على القطعة (٢) التي تمثل النقاط (٥) و (٦) و (٧) و (٨) و (٩) من دائرة المسقط الجانبي باتجاه مستطيل الإفراد، وحدد نقاط التقاطع على الخطوط المناظرة لها على مستطيل الإفراد، كما في الشكل (٤).



الشكل (٥).

٥ صل بين النقاط الداخلية لتحصل على الإفراد المطلوب، كما هو مبين بالخط السميك في الشكل (٥).

يبين الشكل (٢-٣٩) الآتي المسقط الأمامي لمدخنة دائرية المقطع، وإفراد القطعة (٢) بحسب خط الوصل (أ ب).



الشكل (٢-٣٩): المسقط الأمامي لمدخنة دائرية المقطع وإفراد القطعة (٢).

ارسم أفراد القطعة (٢) بمقياس رسم (١:١)، واستعن بأبعاد المثال السابق.

٤ أفراد النقاصة المستطيلة المقطع

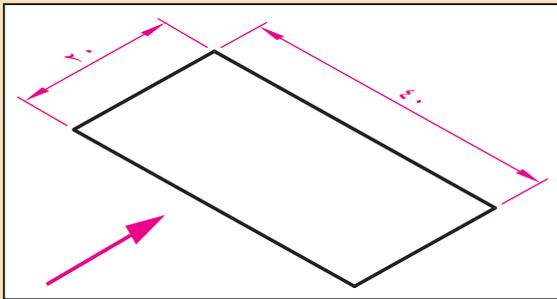
تعدّ النقاصة المستطيلة المقطع من القطع الأساسية المستخدمة في مجاري الهواء، ولها أشكال عديدة، وتستخدم طريقة الأفراد المستقيم لإفرادها، وقبل البدء بإفراد النقاصة نذكر بما تعلمته في المستوى الثاني عن السطوح المتعامدة والسطوح المائلة ومساقطها لأهميته في عملية الإفراد، فقد تعلمت أنّ:

– أبعاد السطوح المتعامدة حقيقية في المساقط.

– أبعاد السطوح المائلة غير حقيقية في المساقط.

وتوضّح الأمثلة الآتية طريقة رسم السطح الحقيقي للسطوح المائلة، وطريقة رسم سطحين متجاورين باستخدام الفرجار.

مثال (٢-٢٤)

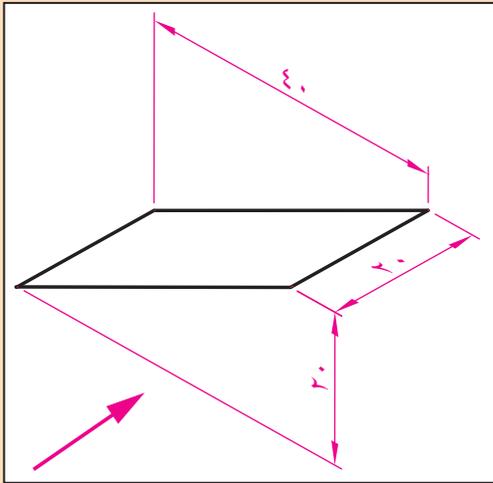


الشكل (٢-٤٠): السطح.

ارسم السطح المبين في الشكل (٢-٤٠) بأبعاده الحقيقية، علماً بأنّ الأبعاد بالمليمترات.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<p>– ارسم المسقطين:</p> <ul style="list-style-type: none"> • الأمامي • الأفقي <p>– لاحظ أنّ المسقط الأفقي يمثّل السطح الحقيقي؛ لأنّ السطح متعامد على اتجاه النظر، انظر الشكل (١).</p>	<p>المسقط الأمامي</p> <p>المسقط الأفقي</p> <p>الشكل (١).</p>



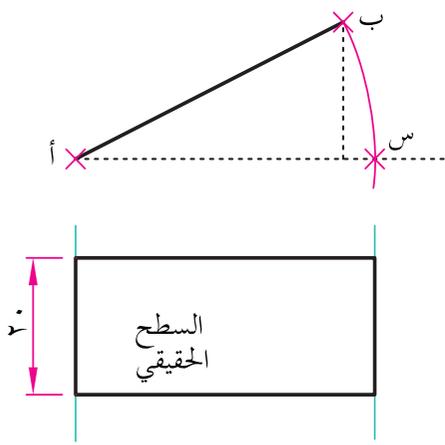
الشكل (٢-٤١): السطح.

ارسم السطح المائل المبين في الشكل (٢-٤١) بأبعاده الحقيقية علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.

الحل

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
<p>الشكل (١).</p>	<p>١ - ارسم المسقطين:</p> <ul style="list-style-type: none"> • الأمامي • الأفقي <p>- تأمل الشكل (١)، ولاحظ أن المسقط الأفقي لا يمثل السطح الحقيقي، لأن طوله لا يمثل الطول الحقيقي للسطح بسبب ميله.</p>	١
<p>الشكل (٢).</p>	<p>٢ - ارسم قوسًا من النقطة (أ) بطول (أب) يقطع الخط المنقط في النقطة (س)، كما في الشكل (٢).</p> <p>- ارسم خطوطًا عمودية من النقطتين (أ) و (س) يمثل البعد بينهما الطول الحقيقي للسطح المائل المبين في الشكل (٢).</p>	٢

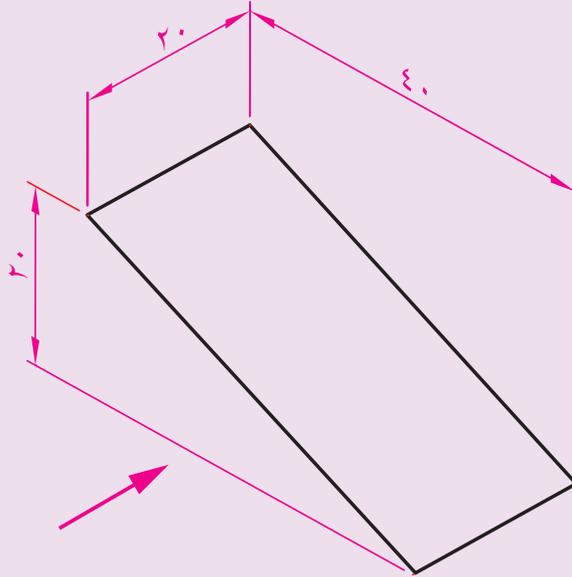
٣ - ارسم السطح الحقيقي مستعينًا بالطول الحقيقي والأبعاد الأخرى من المقسط الأفقي، كما في الشكل (٣).



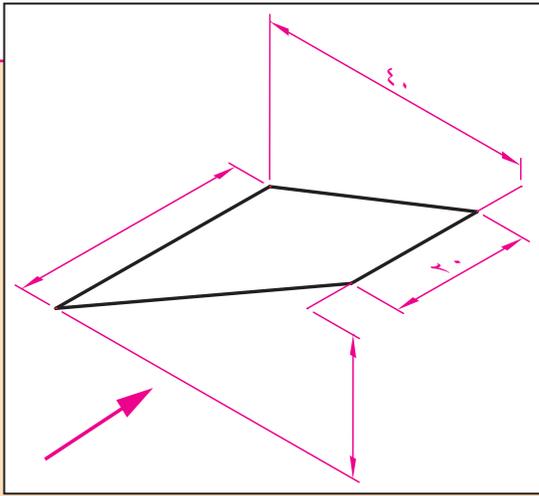
الشكل (٣).

تمرين (٢-١٦)

ارسم السطح المائل المبين في الشكل (٢-٤٢) بأبعاده الحقيقية علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



الشكل (٢-٤٢): السطح المائل.



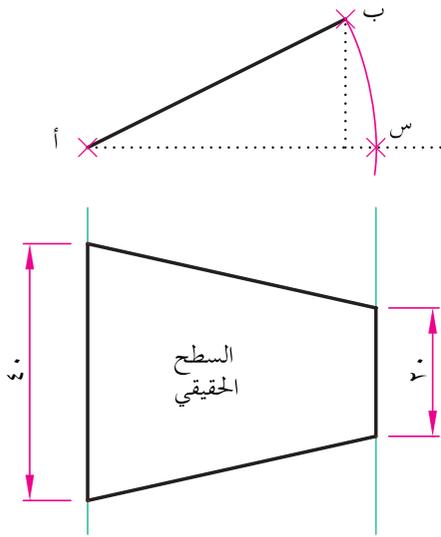
الشكل (٢-٤٣): السطح المائل.

ارسم السطح المائل المبين في الشكل (٢-٤٣) بأبعاده الحقيقية، علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	<p>١ - ارسم المسقطين:</p> <ul style="list-style-type: none"> • الأمامي • الأفقي <p>٢ - تأمل الشكل (١)، ولاحظ أن المسقط الأفقي لا يمثل السطح الحقيقي، لأن طوله لا يمثل الطول الحقيقي للسطح بسبب ميله.</p>	<p>الشكل (١).</p>
٢	<p>١ - ارسم قوسًا من النقطة (أ) بطول (أب) يقطع الخط المنقط في النقطة (س)، كما في الشكل (٢).</p> <p>٢ - ارسم خطوطًا عمودية من النقطتين (أ) و(س) يمثل البعد بينهما الطول الحقيقي للسطح المائل المبين في الشكل (٢).</p>	<p>الشكل (٢).</p>

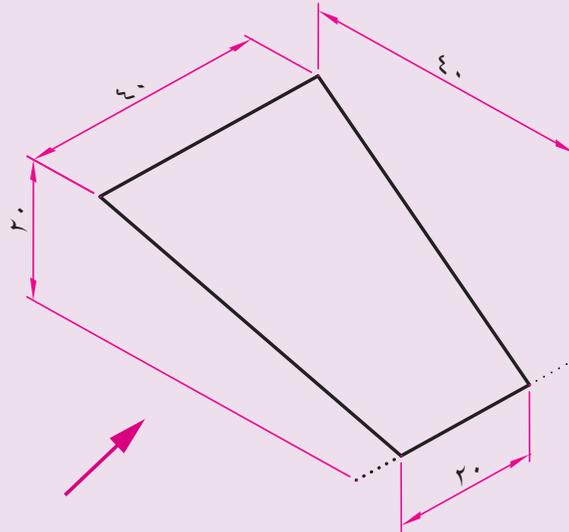
٣ ارسم السطح الحقيقي مستعينًا بالطول الحقيقي والأبعاد الأخرى من المقسط الأفقي، كما في الشكل (٣).



الشكل (٣).

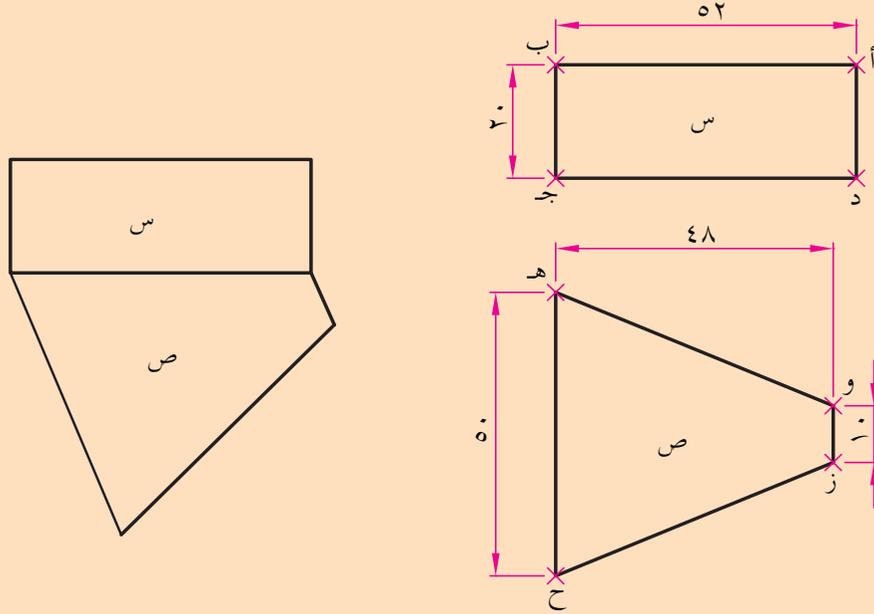
تمرين (٢-١٧)

ارسم السطح المائل المبين في الشكل (٢-٤٤) بأبعاده الحقيقية علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



الشكل (٢-٤٤): السطح المائل.

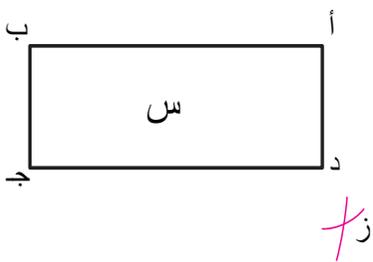
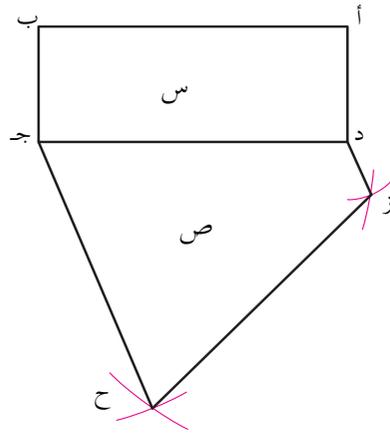
ارسم السطحين (س) و (ص) متلاصقين، كما في الشكل (٢-٤٥) علماً بأن الأبعاد بالمليمترات.



الشكل (٢-٤٥): رسم السطوح.

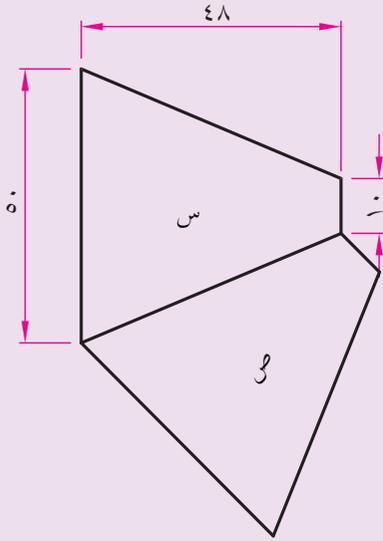
الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
١	ارسم السطح (س) بأبعاده، كما في الشكل (١).	<p>الشكل (١).</p>
٢	<ul style="list-style-type: none"> - استعن بأبعاد السطح (ص) لرسم الأقواس. - استخدم الفرجار لرسم قوس من النقطة (ج) بطول (هـ ح)، ثم ارسم قوساً من النقطة (د) بطول (و ح)، بحيث يمثل تقاطع القوسين النقطة (ح)، كما في الشكل (٢). 	<p>الشكل (٢).</p>

 <p style="text-align: center;">ح</p> <p style="text-align: center;">الشكل (٣).</p>	<p>٣ استخدم الفرجار لرسم قوس من النقطة (د) بطول (وز)، ثم ارسم قوسًا من النقطة (ج) بطول (هـز)، بحيث يمثل تقاطع القوسين النقطة (ز)، كما في الشكل (٣).</p>
 <p style="text-align: center;">ح</p> <p style="text-align: center;">الشكل (٤).</p>	<p>٤ ارسم خطوطًا بين النقاط (د) و (ز)، و (ح) و (ج) لتحصل على السطح (ص)، الملاصق للسطح (س)، كما في الشكل (٤).</p>

فكر

نفذ المثل (٢-٢٧) من دون استخدام الفرجار.



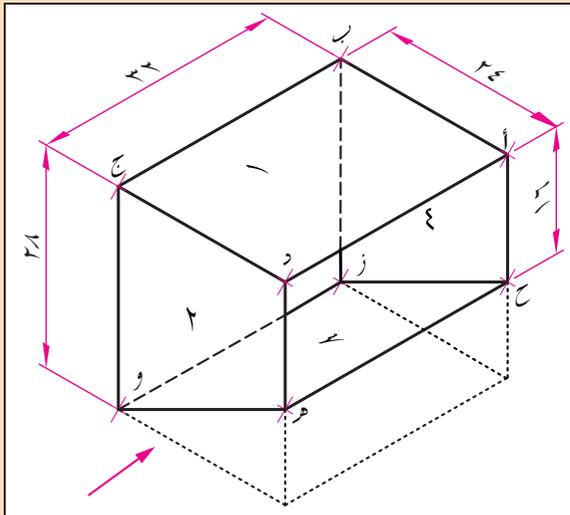
الشكل (٢-٤٦).

ارسم السطحين (س) و(ص) المبينين في الشكل (٢-٤٦) علمًا بأنّ لهما الأبعاد نفسها، والأبعاد بالمليمترات.

صور أفراد النقصات

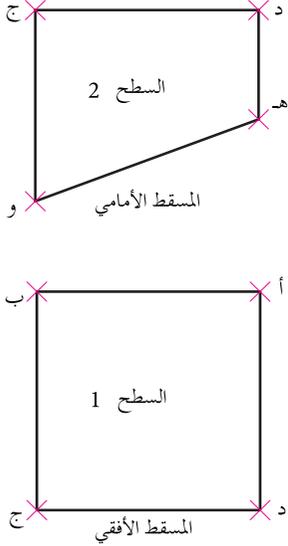
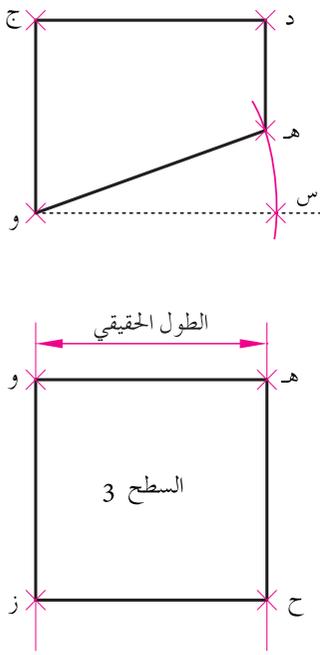
أ - أفراد نقاصة سطحها السفلي مائل: يوضح المثال الآتي أفراد هذه النقصاة.

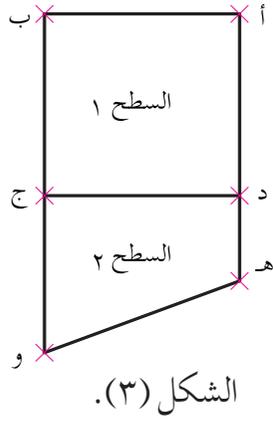
مثال (٢-٢٨)



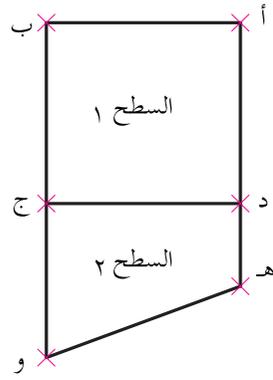
الشكل (٢-٤٧): نقاصة مستطيلة المقطع.

بيّن الشكل (٢-٤٧) نقاصة مستطيلة المقطع، سطحها السفلي مائل، ارسم أفراد هذه النقصاة بمقياس رسم (١:١) علمًا بأنّ خط الوصل هو (أب) والأبعاد بالمليمترات.

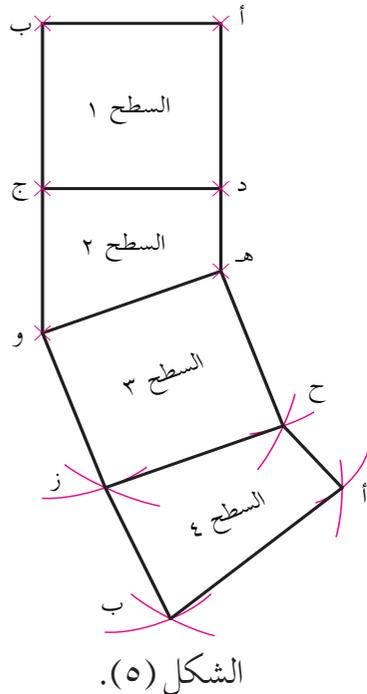
الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p>السطح 2</p> <p>المسقط الأمامي</p> <p>السطح 1</p> <p>المسقط الأفقي</p> <p>الشكل (١).</p>	<p>١ - ارسم المسقطين:</p> <ul style="list-style-type: none"> • الأمامي • الأفقي <p>بمقياس رسم (١:١)، كما في الشكل، ولاحظ أن:</p> <p>- المسقط الأفقي يمثل السطح (١)، والمسقط الأمامي يمثل السطح (٢)، والسطح (٤) يشبه السطح (٢)، والسطح (٣) مائل.</p>	<p>١</p>
 <p>السطح 3</p> <p>الطول الحقيقي</p> <p>الشكل (٢).</p>	<p>٢ كرر الخطوات التي اتبعتها سابقاً لرسم السطح (٣) بأبعاده الحقيقية، كما في الشكل (٢).</p>	<p>٢</p>



- ٣ - ابدأ برسم الأفراد من السطح (١)، لأنّ خط الوصل هو (أ ب).
 - ارسم السطح (١)، أي المسقط الأفقي، وارسم السطح (٢)، أي المسقط الأمامي، كما في الشكل (٣).



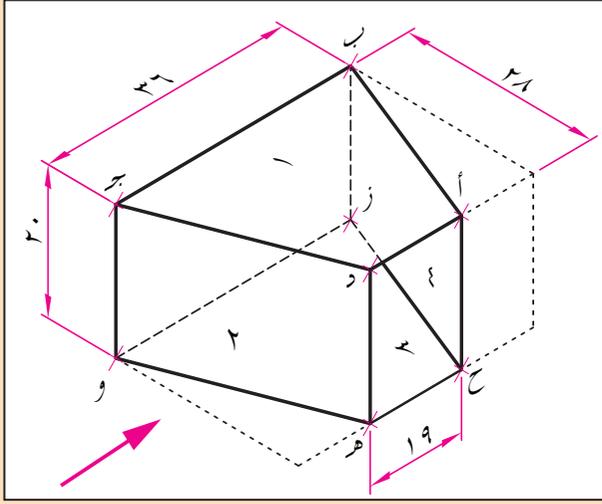
- ٤ استعن بالسطح (٣) الحقيقي للحصول على النقطتين (ح) و (ز).



- ٥ - صل بين النقاط (هـ) و (ح)، و (ز)، و (و) لتحصل على السطح (٣).
 - استعن بأبعاد السطح (٢) للحصول على النقطتين (أ) و (ب).
 - صل بين النقاط لرسم السطح (٤)، ولتحصل على الأفراد المطلوب، كما في الشكل (٥).

ب- أفراد نقاصة سطحها الأمامي والخلفي مائلان: يوضّح المثال الآتي أفراد هذه النقاصة.

مثال (٢-٢٩)

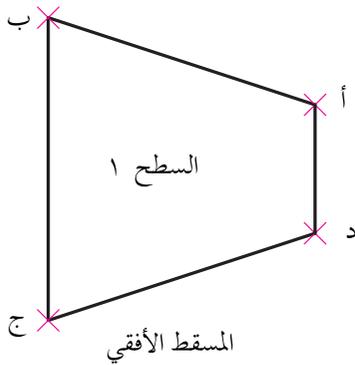


يبين الشكل (٢-٤٨) نقاصة مستطيلة المقطع، سطحها الأمامي والخلفي مائلان، ارسم أفراد النقاصة بمقياس رسم (١:١) علمًا بأنّ خط الوصل (أ ب) والأبعاد بالمليمترات.

الشكل (٢-٤٨): نقاصة مستطيلة المقطع.

الحل

الرسوم التوضيحية



الشكل (١).

خطوات العمل

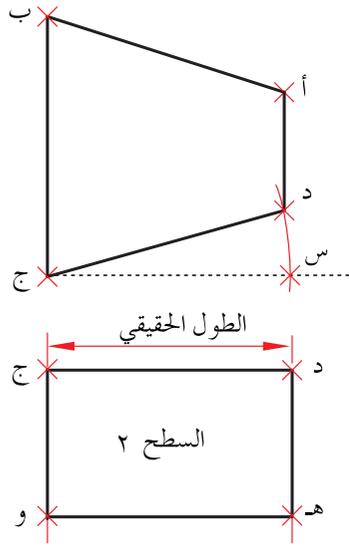
الرقم

١ - ارسم المسقطين:

- الأمامي
- الأفقي

بمقياس رسم (١:١)، كما في الشكل (١)، ولاحظ أنّ:

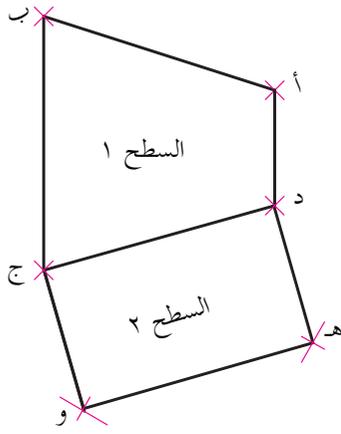
- المسقط الأفقي يمثّل السطح (١)، والسطح (٣) يشبه السطح (١)، والسطح (٢) يشبه السطح (٤)، ولكنّ المسقط الأمامي لا يمثّل السطح الحقيقي؛ لأنّ السطح مائل.



الشكل (٢).

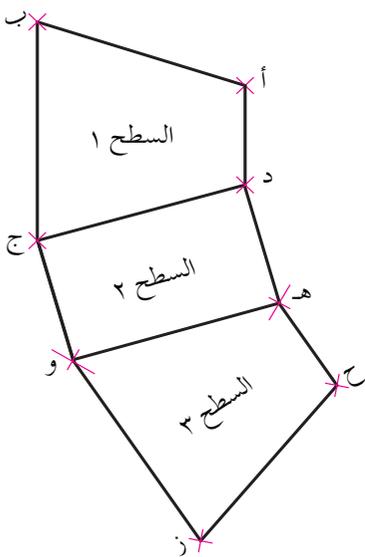
٢ - ارسم المسقط الأفقي.

- كرّر الخطوات التي اتبعتها في المثال السابق للحصول على السطح (٢) بأبعاده الحقيقية، كما في الشكل (٢).



الشكل (٣).

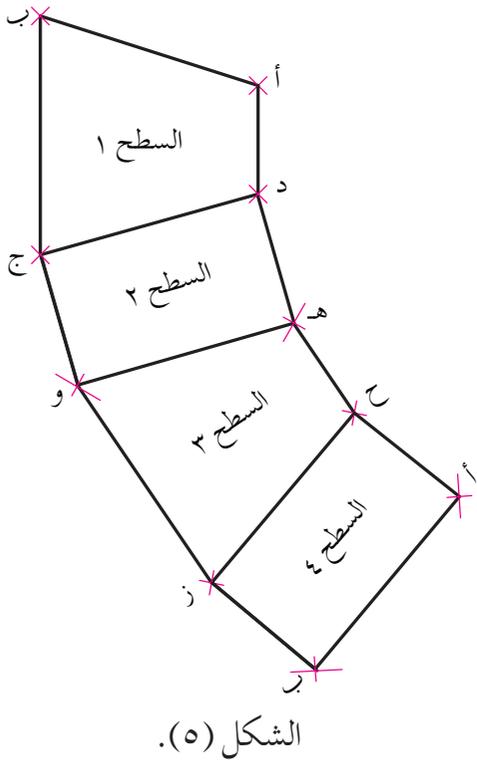
- ٣ - ابدأ برسم الإفراد من السطح (١)، لأنّ خط الوصل هو (أ ب).
- ارسم السطح (١)، أي المسقط الأفقي.
- كرّر الخطوات التي اتبعتها في المثال السابق لرسم السطح (٢) بأبعاده الحقيقية، كما في الشكل (٣).



الشكل (٤).

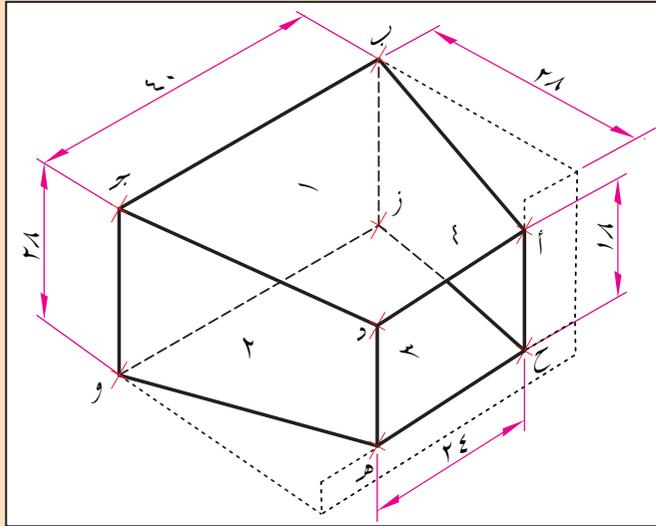
- ٤ - ارسم السطح (٣)، وذلك برسم الأقواس، كما فعلت في الخطوة السابقة، واستخدم الأبعاد من السطح (١)، كما في الشكل (٤).

٥ ارسم السطح (٤)، وذلك برسم الأقواس، كما فعلت في الخطوة السابقة، واستخدم الأبعاد من السطح (٢)، كما في الشكل (٥).



ج- أفراد نقاصة جميع سطوحها مائلة: يوضح المثال الآتي أفراد هذه النقاصة.

مثال (٢-٣٠)

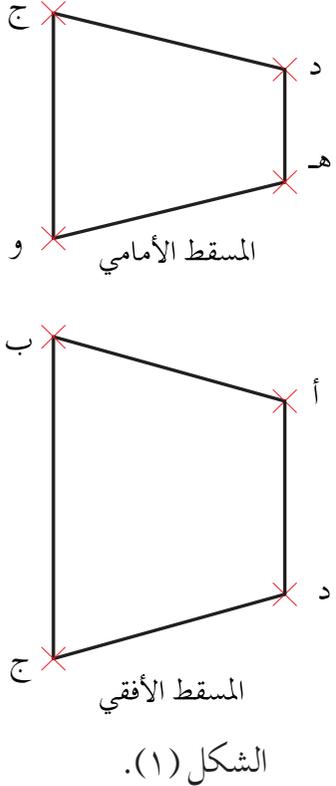
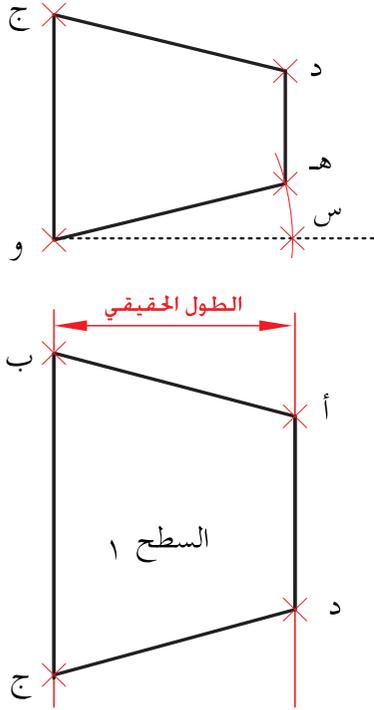


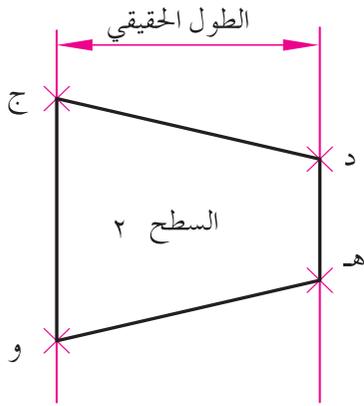
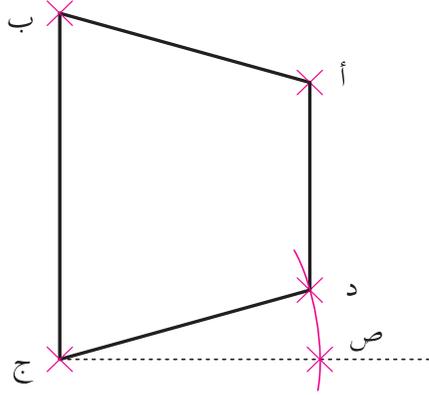
يبين الشكل (٢-٤٩) نقاصة مستطيلة المقطع، سطوحها مائلة (غير متعامدة على اتجاه النظر).

ارسم أفراد النقاصة بمقياس رسم (١:١) علماً بأنّ خط الوصل هو (أب) والأبعاد بالمليمترات.

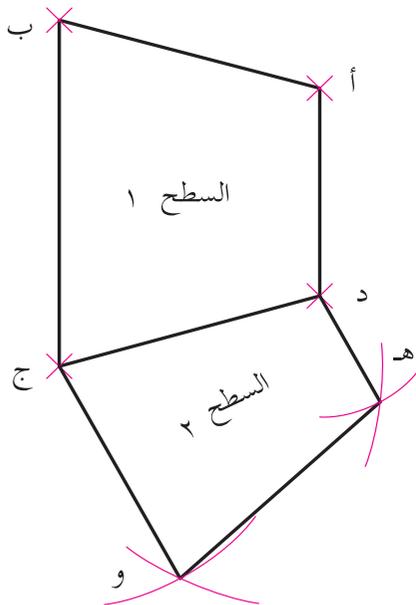
الشكل (٢-٤٩): نقاصة مستطيلة المقطع.

الحل

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p>المسقط الأمامي</p> <p>المسقط الأفقي</p> <p>الشكل (١).</p>	<p>١ - ارسم المسقطين:</p> <ul style="list-style-type: none"> • الأمامي • الأفقي <p>بمقياس رسم (١:١)، كما في الشكل (١)، ولاحظ أن:</p> <p>- المسقطين الأمامي والأفقي لا يمثلان السطحين الحقيقيين للنقاسة؛ لأنّ السطوح في النقاسة مائلة.</p>	
 <p>المسقط الأمامي</p> <p>السطح ١</p> <p>الطول الحقيقي</p> <p>الشكل (٢).</p>	<p>٢ - ارسم المسقط الأمامي.</p> <p>- كرّر الخطوات التي اتبعتها في المثال السابق للحصول على السطح (١) بأبعاده الحقيقية، كما في الشكل (٢).</p> <p>- لاحظ أنّ السطح (٣) يشبه السطح (١).</p>	



الشكل (٣).



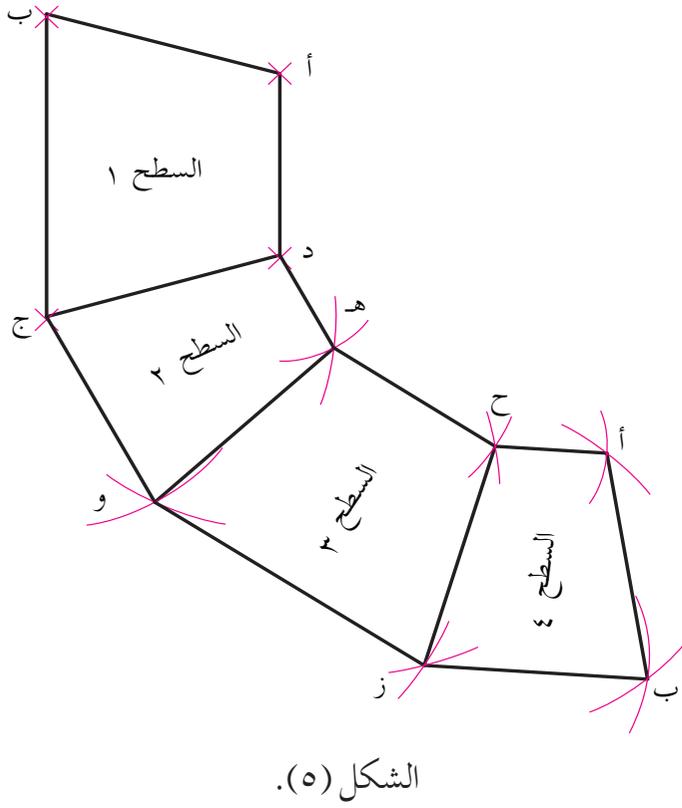
الشكل (٤).

٣ - ارسم المسقط الأفقي.

- كرّر الخطوات التي اتبعتها في المثال السابق للحصول على السطح (٢) بأبعاده الحقيقية، كما في الشكل (٣).
- لاحظ أنّ السطح (٤) يشبه السطح (٢).

- ٤ - ابدأ برسم الإفراد من السطح (١)، لأنّ خط الوصل هو (أ ب).
- ارسم السطح (١).
 - ارسم السطح (٢)، كما فعلت في الأمثلة السابقة لتحصل على الشكل (٤).

٥ - ارسم السطحين (٣) و (٤)،
لتحصل على الأفراد المطلوب،
كما في الشكل (٥).



الشكل (٥).

نشاط (٧-٢)

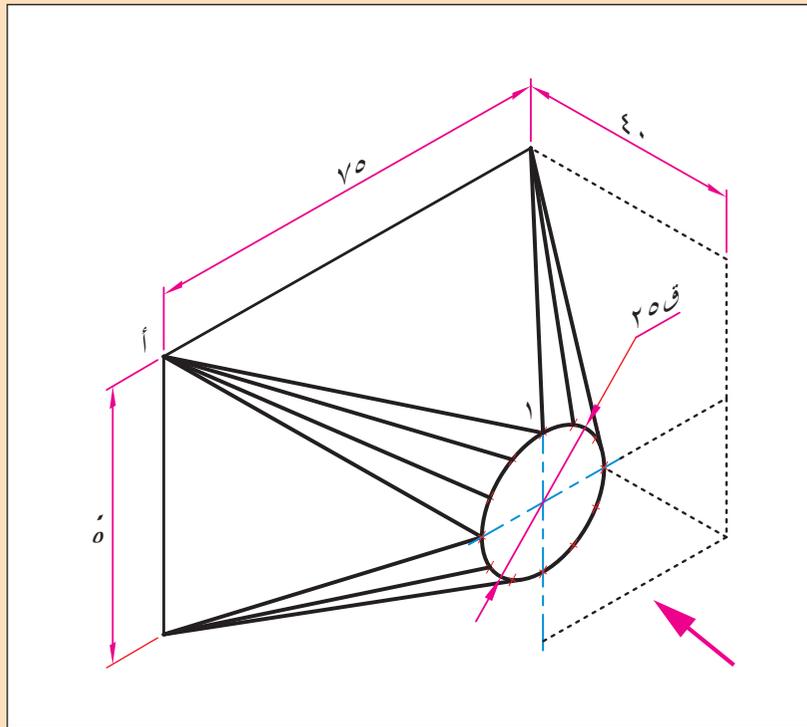
- ارسم أفراد النقاصة المستطيلة المقطع ذات السطوح المائلة على ورق رسم مقوى بمقياس رسم مناسب، واستخدم المقص لقصّ حدود الأفراد.
- اثن الأفراد عند كلّ قطعة لتحصل على منظور النقاصة، وألصق النقاصة عند خط الوصل.

٥ أفراد محوّلة المقطع

محوّلة المقطع وصلة شبة مخروطية، لها قاعدتان: سفلية مستطيلة المقطع، وعلوية دائرية المقطع تشبه مجمّع غازات وأبخرة المطبخ، وتفرد محوّلة المقطع بطريقة التقسيم إلى مثلثات، ويوضّح المثالان الآتيان أفراد محوّلة المقطع من مقطع مربع إلى مقطع دائري.

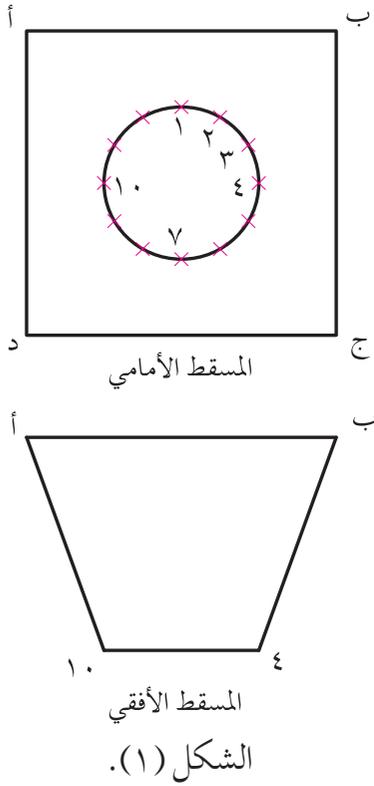
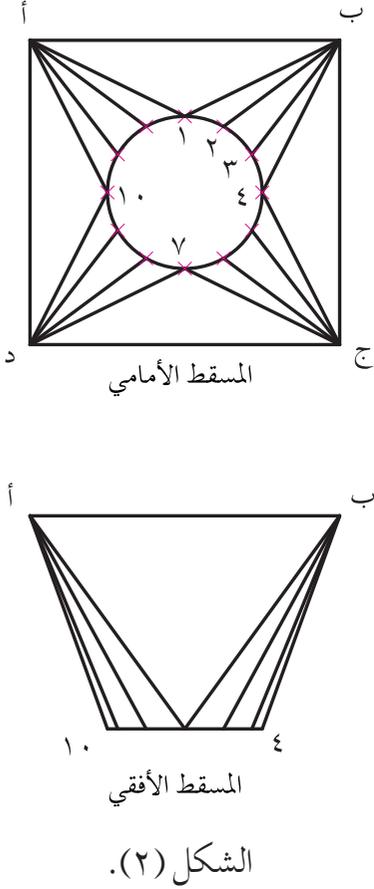
مثال (٢-٣١)

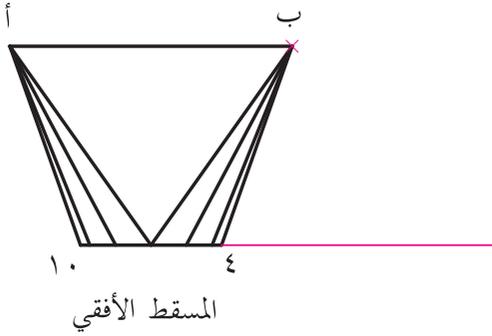
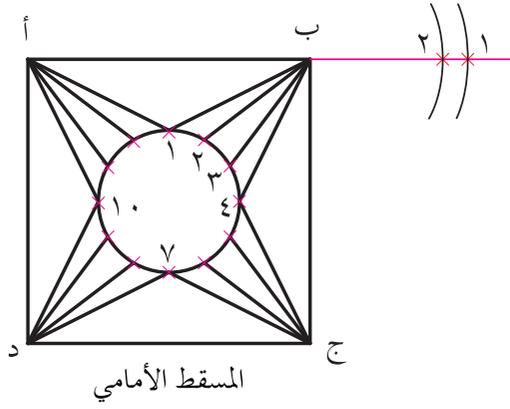
بيّن الشكل (٢-٥٠) محوّلة مقطع مربع إلى مقطع دائري.
ارسم أفراد هذه المحوّلة بمقياس رسم (١:١) علماً بأنّ خط الوصل هو (١-أ)، والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (٢-٥٠): محوّلة مقطع مربع إلى دائري.

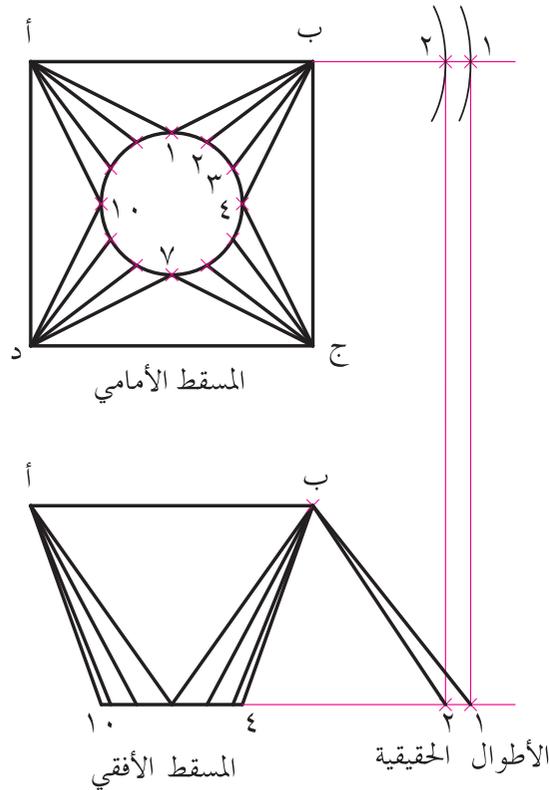
الحل

الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p>المسقط الأمامي</p> <p>المسقط الأفقي الشكل (١).</p>	<p>١ - ارسم المسقطين:</p> <ul style="list-style-type: none"> • الأمامي • الأفقي <p>بمقياس رسم (١:١)، كما في الشكل (١)، علمًا بأن المسقطين الأمامي والأفقي لا يمثلان السطحين الحقيقيين للنقاسة؛ لأنّ السطوح في النقاسة مائلة.</p> <p>- ضع الرموز والأرقام المناسبة على أطراف المساقط، بحيث تتطابق مع رموز منظور محوِّلة المقطع.</p> <p>- قسّم دائرة المسقط الأمامي إلى اثني عشر قسمًا ورقّمها، كما في الشكل (١).</p>	
 <p>المسقط الأمامي</p> <p>المسقط الأفقي الشكل (٢).</p>	<p>٢ - ارسم خطوط جوانب محوِّلة المقطع في المسقط الأمامي، بحيث ترتبط كل زاوية من المقطع المربع بأربع نقاط من نقاط تقسيم دائرة المسقط الأمامي، كما في الشكل (٢).</p> <p>- ارسم خطوط جوانب محوِّلة المقطع في المسقط الأفقي، بحيث ترتبط زاويتا المقطع المربع بنقاط التقسيم على المسقط الأفقي لدائرة المحوِّلة، كما في الشكل (٢).</p>	



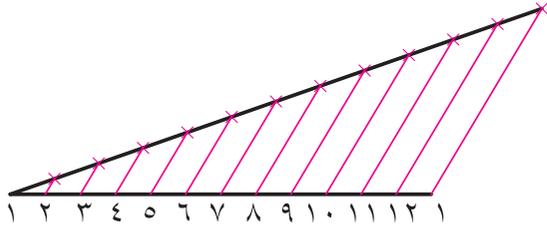
الشكل (٣).

- ٣ - إن أطوال جوانب المحوِّلة المقطع على المساقط غير حقيقة، ولإيجاد الطول الحقيقي لخطوط جوانب المحوِّلة اتبع ما يأتي:
- ارسم خطًّا مستقيمًا يمتد من النقطة (ب) على المسقط الأمامي باتجاه اليمين.
- ارسم قوسًا طولُه (١ ب) يقطع الخط المستقيم في (١).
- ارسم قوسًا، طولُه (٢ ب) يقطع الخط المستقيم في (٢)، كما في الشكل (٣).
- ارسم خطًّا مستقيمًا يمتد من النقطة (٤) على المسقط الأفقي باتجاه اليمين.



الشكل (٤).

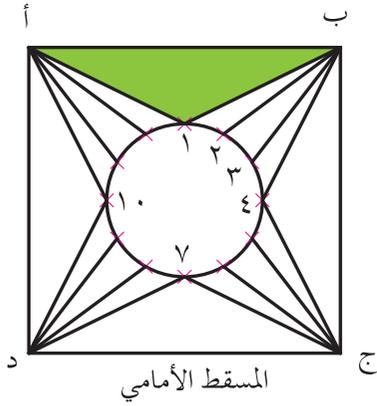
- ٤ - أسقط خطوطًا عمودية من نقطتي تقاطع الأقواس إلى الأسفل باتجاه الخط الممتد من النقطة (٤) على المسقط الأفقي، ورقم نقاط التقاطع أيضًا (١) و (٢).
- صل بين النقطة (ب) على المسقط الأفقي وكل من النقطتين (١) و (٢) لتحصل على الأطوال الحقيقية لجوانب المحوِّلة.
- ملاحظة: هذه الأطوال الحقيقية ستستخدمها في عملية الإفراد في الخطوات اللاحقة.



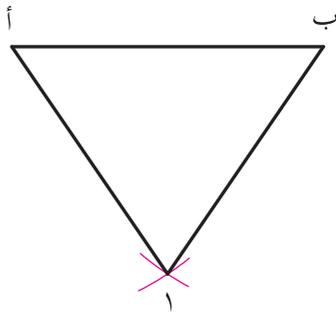
إفراد دائرة المسقط الأمامي
الشكل (٥).

٥ ارسم إفراد دائرة المسقط الأمامي، كما تعلمت في بداية الوحدة المبين في الشكل (٥).

ملاحظة: هذه الأبعاد بين نقاط التقسيم ستستخدمها في عملية الإفراد في الخطوات التالية.



المسقط الأمامي



الشكل (٦).

٦ - بما أنّ خط الوصل هو (١ أ)، فإنّ الإفراد يبدأ من النقطة (أ ب ١) المظللة.

- ارسم الخط (أ ب) بطول (٥٠) مم.

- ثبت الفرجار في النقطة (أ)، وارسم قوسًا طولُه (١ ب) الحقيقي من الخطوة (٤)،

ثم ثبت الفرجار في النقطة (ب)، وارسم قوسًا له الطول نفسه، بحيث يقطع

القوس السابق في النقطة (١).

- صل بين النقاط لتحصل على الشكل (٦).

- لاحظ أنّ الخطوط الآتية متساوية الطول:

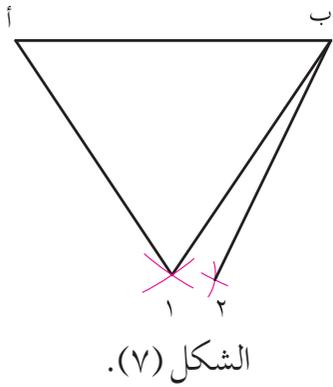
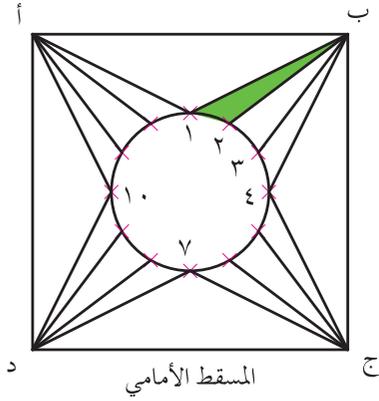
(١ أ)، و(١ ب)، و(٤ ج)، و(٤ ب)،

و(٧ ج) و(٧ د)، و(١٠ د)، و(١٠ أ)

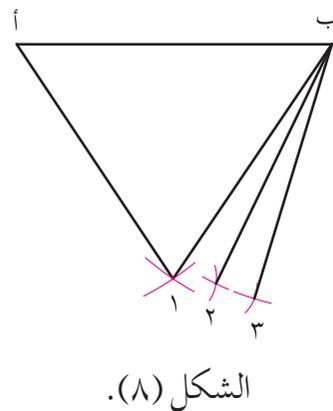
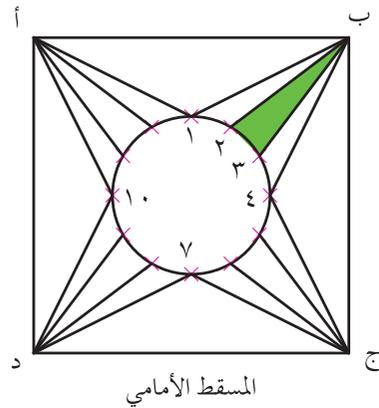
وكذلك الخطوط الآتية:

(٢ ب)، و(٣ ب)، و(٥ ج)، و(٦ ج)،

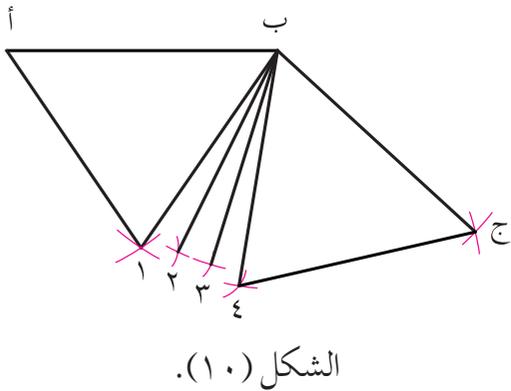
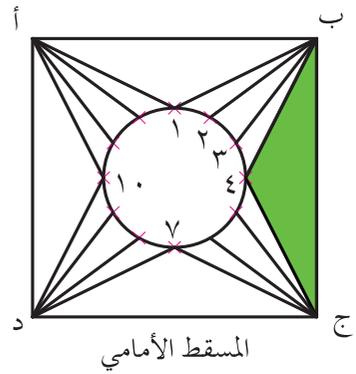
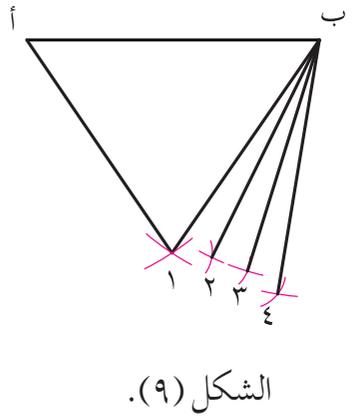
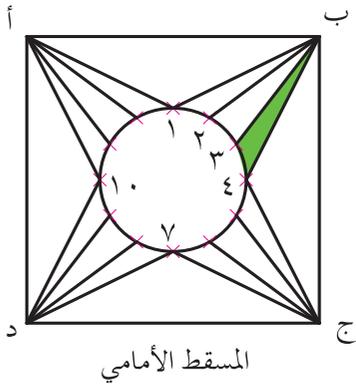
و(٨ د)، و(٩ د)، و(١١ أ)، و(١٢ أ).



- ٧ - لإفراد القطعة المجاورة (١ب٢) أتبع ما يأتي:
- ثبت الفرجار في (ب).
 - ارسم قوسًا بطول (٢ب) الحقيقي من الخطوة (٤).
 - ثبت الفرجار في (١).
 - ارسم قوسًا بطول (٢١) من الخطوة (٥) ليقطع القوس السابق في النقطة (٢).
 - صل بين النقطتين (٢) و (ب) لتحصل على الشكل (٧).
 - اترك وصل النقطتين (١) و (٢) إلى المرحلة الأخيرة من الأفراد.



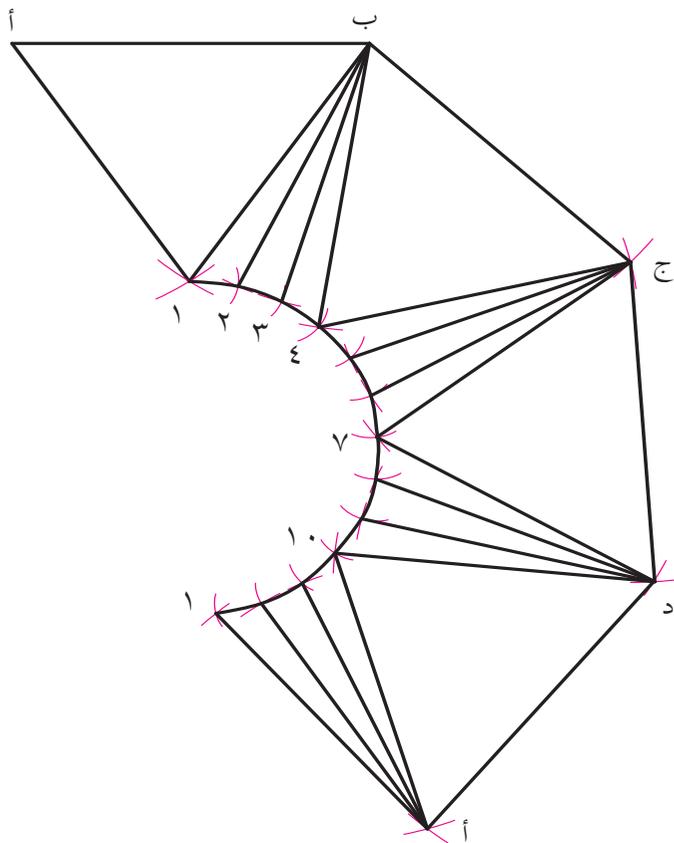
- ٨ - لإفراد القطعة المجاورة (٢ب٣) أتبع ما يأتي:
- ثبت الفرجار في (ب).
 - ارسم قوسًا بطول (٢ب) الحقيقي من الخطوة (٤).
 - ثبت الفرجار في النقطة (٢).
 - ارسم قوسًا بطول (٢١) من الخطوة (٥) ليقطع القوس السابق في النقطة (٣).
 - صل بين النقطتين (٣) و (ب) لتحصل على الشكل (٨).
 - اترك وصل النقطتين (٢) و (٣) إلى المرحلة الأخيرة من الأفراد.



- ٩ - لإفراد القطعة المجاورة (٣ ب ٤) أتبع ما يأتي:
- ثبت الفرجار في (ب).
 - ارسم قوسًا بطول (١ ب) الحقيقي من الخطوة (٤).
 - ثبت الفرجار في النقطة (٣).
 - ارسم قوسًا بطول (٢١) من الخطوة (٥) ليقطع القوس السابق في النقطة (٤).
 - صل بين النقطتين (٤) و (ب) لتحصل على الشكل (٩).
 - اترك وصل النقطتين (٣) و (٤) إلى المرحلة الأخيرة.

- ١٠ - لإفراد القطعة المجاورة (ب ج ٤) أتبع ما يأتي:
- ثبت الفرجار في (ب).
 - ارسم قوسًا بطول (٥٠) مم؛ لتحديد النقطة (ج).
 - ثبت الفرجار في النقطة (٤).
 - ارسم قوسًا بطول (١ ب) ليقطع القوس السابق في النقطة (ج).
 - صل بين النقاط (ب) و (ج) و (٤) لتحصل على الشكل (١٠).

- ١١ - كرّر الخطوات من (٧) إلى (١٠).
 - صل بين النقاط (١) و (٢) و (٣) ... (١٢) والنقطة (١)، لتحصل على شكل الإفراد المطلوب، كما هو مبين في الشكل (١١).

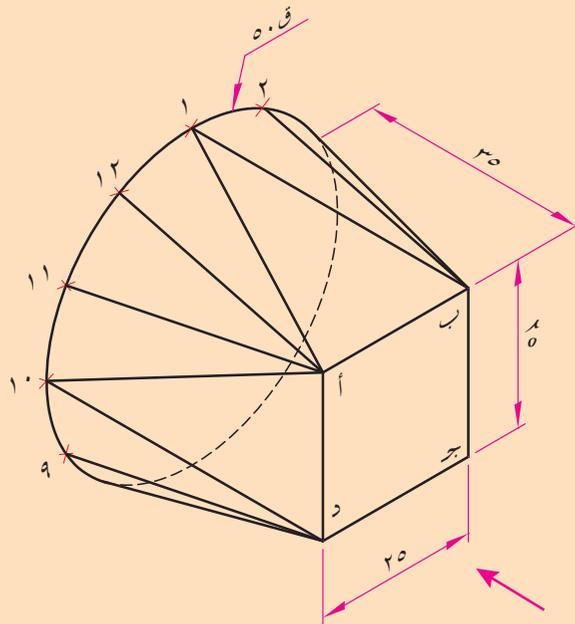


الشكل (١١).

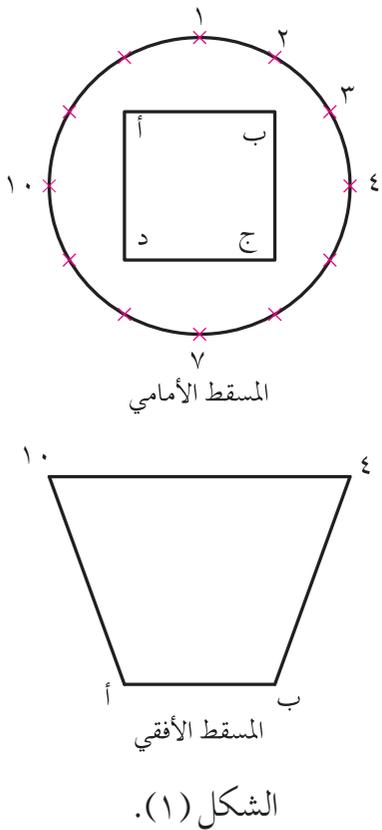
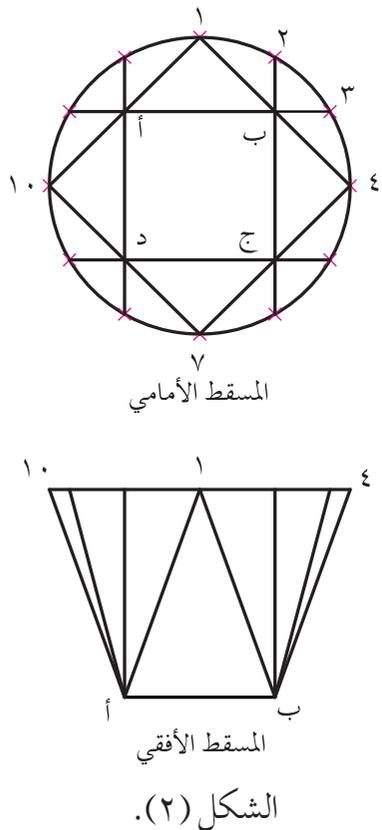
نشاط (٢-٨)

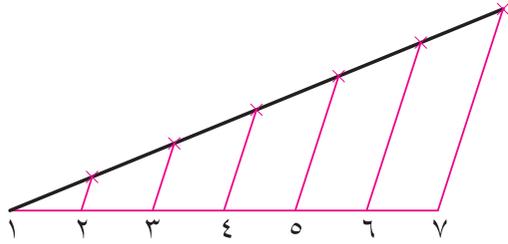
- ارسم إفراد محوِّلة المقطع على ورق رسم مقوى بمقياس رسم مناسب.
- استخدم المقص لقص حدود الإفراد لمحوِّلة المقطع.
- اثن إفراد محوِّلة المقطع لتحصل على منظورها.
- ألصق محوِّلة المقطع عند خط الوصل.

بيّن الشكل (٢-٥١) محوّلّة مقطع دائري إلى مربع. ارسم أفراد هذه المحوّلّة بمقياس رسم (١:١) علماً بأنّ خط الوصل هو (١ أ)، والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (٢-٥١): محوّلّة مقطع مربع إلى مقطع دائري.

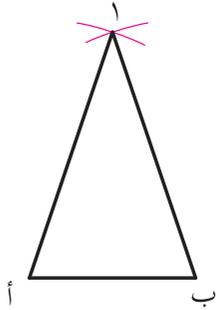
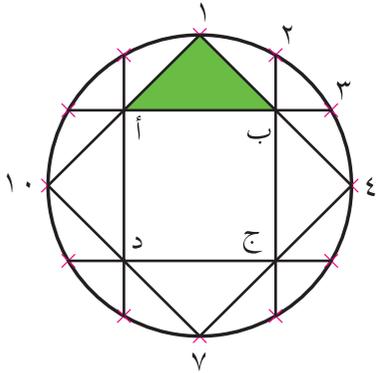
الرسوم التوضيحية	خطوات العمل	الرقم
 <p>المسقط الأمامي</p> <p>المسقط الأفقي</p> <p>الشكل (١).</p>	<p>١ - ارسم المسقطين:</p> <ul style="list-style-type: none"> • الأمامي • الأفقي <p>بمقياس رسم (١:١)، كما في الشكل (٢).</p> <p>- ضع الرموز والأرقام المناسبة على أطراف المساط، بحيث تتطابق مع رموز منظور محوِّلة المقطع.</p> <p>- قسِّم دائرة المسقط الأمامي إلى (١٢) قسمًا، ورقِّمها، كما في الشكل (١).</p>	١
 <p>المسقط الأمامي</p> <p>المسقط الأفقي</p> <p>الشكل (٢).</p>	<p>٢ - ارسم خطوط جوانب محوِّلة المقطع في المسقط الأمامي، بحيث ترتبط كل زاوية من المقطع المربع بأربع نقاط تقسيم لدائرة المسقط الأمامي، كما في الشكل (٢).</p> <p>- ارسم خطوط جوانب محوِّلة المقطع في المسقط الأفقي، بحيث ترتبط زاويتا المقطع المربع بنقاط التقسيم على المسقط الأفقي لدائرة المحوِّلة، كما في الشكل (٢).</p>	٢



إفراد نصف دائرة المسقط الأمامي

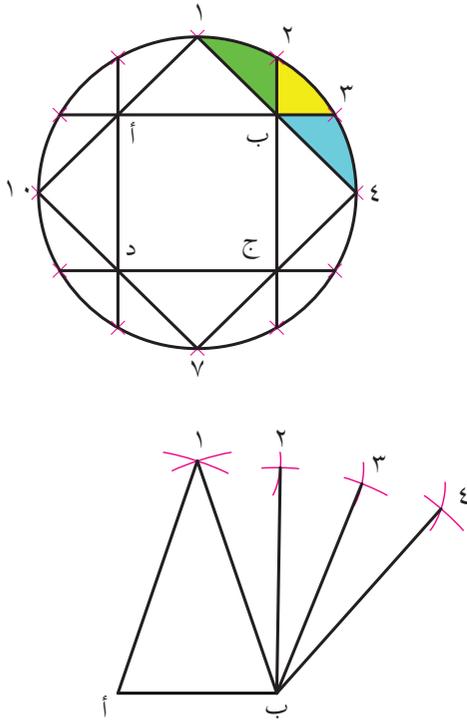
الشكل (٥).

- ٥ - ارسم أفراد دائرة المسقط الأمامي، كما تعلمت في بداية الوحدة في الشكل (٥).
- هذه الأبعاد بين نقاط التقسيم ستستخدمها في عملية الإفراد في الخطوات الآتية.



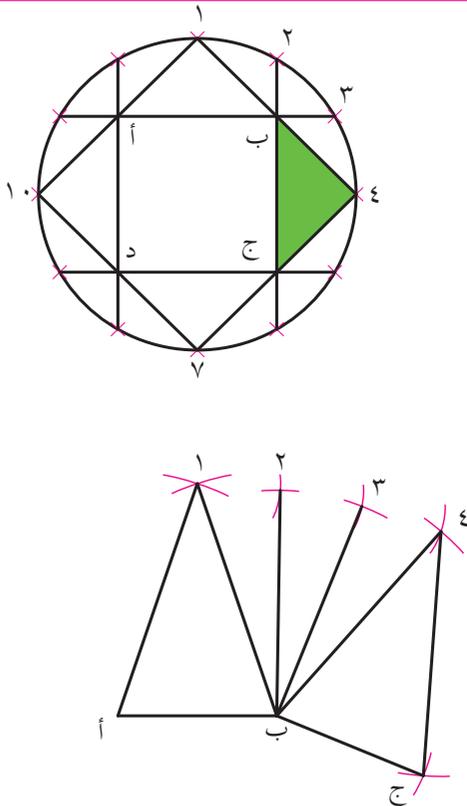
الشكل (٦).

- ٦ - بما أنّ خط الوصل (١ أ) فإنّ الإفراد يبدأ من النقطة (أ ب ١) المظللة.
- ارسم الخط (أ ب) بطول (٢٥) مم.
- ثبت الفرجار في النقطة (أ)، وارسم قوساً بطول (ص ب) الحقيقي من الخطوة (٤).
- ثبت الفرجار في النقطة (ب)، وارسم قوساً له الطول نفسه، بحيث يقطع القوس السابق في النقطة (١).
- صل بين النقاط لتحصل على الشكل (٦).
- لاحظ أنّ الخطوط الآتية متساوية الطول: (١ أ) و(١ ب) و(٤ ب) و(٤ ج) و(٧ ج) و(٧ د) و(١٠ د) و(١٠ أ)، وكذلك الخطوط الآتية: (٢ ب) و(٣ ب) و(٥ ج) و(٦ ج) و(٨ د) و(٩ د) و(١١ أ) و(١٢ أ).



الشكل (٧).

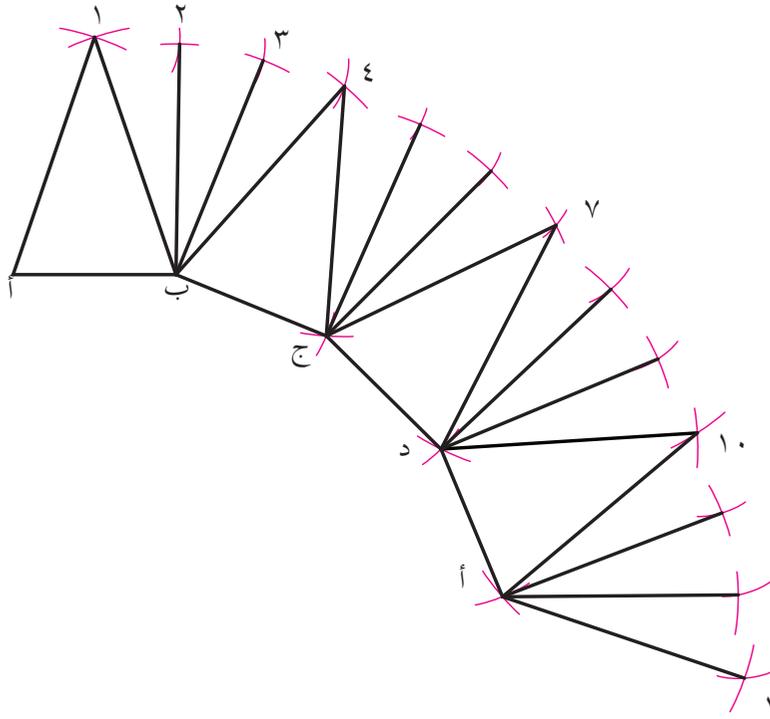
- ٧ - لإفراد القطع المجاورة (٢ب١) و (٣ب٢) و (٤ب٣) اتبع ما يأتي:
- كرّر ما نفذته في المثال السابق للحصول على النقاط (٢) و (٣) و (٤) مستخدمًا الأطوال الحقيقية (ص ب) و (س ب) من الخطوة (٤) والأبعاد بين النقاط من الخطوة (٥) لتحصل على الشكل (٧).
- اترك وصل النقاط إلى المرحلة الأخيرة من الأفراد.



الشكل (٨).

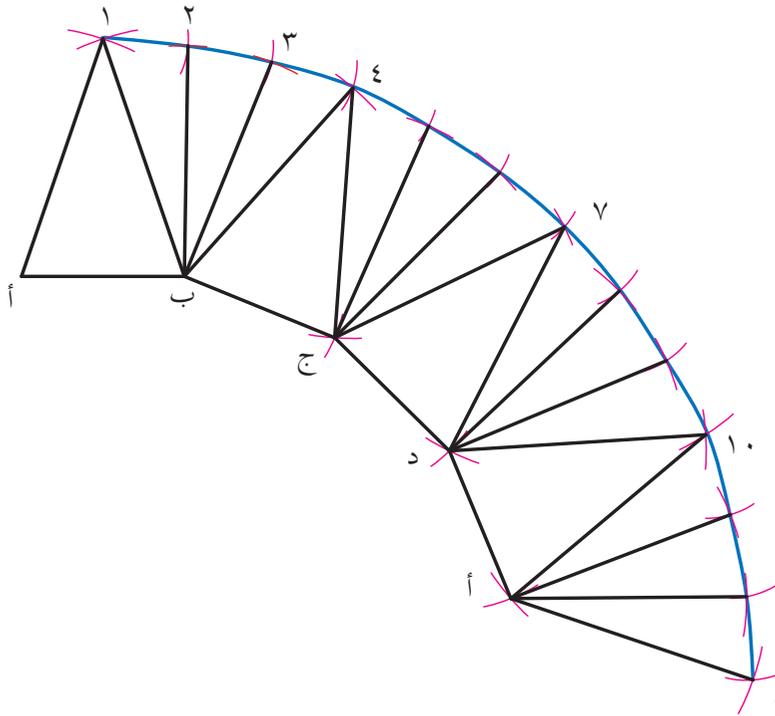
- ٨ - لإفراد القطعة المجاورة (ب ج ٤) اتبع ما يأتي:
- ثبت الفرجار في (ب).
- ارسم قوسًا بطول (٢٥) مم لتحديد النقطة (ج).
- ثبت الفرجار في النقطة (٤).
- ارسم قوسًا بطول (ص ب) بحيث يقطع القوس السابق في النقطة (ج).
- صل بين النقاط (ب) و (ج) و (٤) لتحصل على الشكل (٨).

٩ كرّر الخطوتين (٧) و (٨) لتحصل على الشكل (٩).



الشكل (٩).

١٠ صل بين النقاط لتحصل على الشكل (٢٠) الذي يمثل الأفراد المطلوب.



الشكل (١٠).

التقويم الذاتي

أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	عناصر الأداء	ممتاز	جيد	ضعيف
١	أوضح كيفية إفراد السطوح.			
٢	أحدّد طرائق إفراد الأشكال الهندسية.			
٣	أحدّد الأسس العامة لتنفيذ الإفراد.			
٤	أذكر بعض العمليات الهندسية المستخدمة في الإفراد.			
٥	أنفّذ خطوات الإفراد لكلّ طريقة من طرائق الإفراد على نحوٍ صحيح.			
٦	أبيّن مفهوم الإفراد البسيط.			
٧	أفرد المكعب ومتوازي المستطيلات والنقاصات بطريقة الإفراد البسيط.			
٨	أرسم إفراد المضلع والدائرة.			
٩	أوضح المقصود بالإفراد المتوازي.			
١٠	أفرد المشور والأسطوانة والكوع ووصلات حرف (T) بطريقة الإفراد والموازي.			
١١	أبيّن مفهوم الإفراد القطري.			
١٢	أفرد المخروط والهرم بطريقة الإفراد القطري.			
١٣	أوضح مفهوم الإفراد بطريقة التقسيم إلى مثلثات.			
١٤	أفرد محوّل المقطع بطريقة التقسيم إلى مثلثات.			

أسئلة الوحدة

١ -

أ - ما معنى المصطلحات الآتية:

إفراد السطوح	
خط الإفراد الأساسي	
الإفراد الموازي	
الإفراد القطري أو الدائري	
خط الوصل	
مستطيل الإفراد	

ب - حدّد الطول الكلي لخط الإفراد الأساسي لكلّ مما يأتي:

القوس	
المضلع	
الأسطوانة	
المخروط	
الهرم	

ج - صنّف المجسمات والسطوح الآتية بحسب طريقة إفرادها:
الأسطوانة، المخروط، المكعب، الهرم الرباعي، الموشور السداسي.

الرقم	الإفراد الموازي	الإفراد القطري
١.		
٢.		
٣.		

د - ما المساقط الضرورية اللازمة للحصول على إفراد الموشور والأسطوانة؟

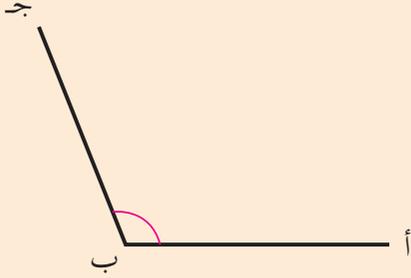
هـ - ما المساقط التي ترسم عند استعمال الإفراد القطري؟

أ - يبيّن الشكل (٥٢-٢) الخط المستقيم (أب)، وطوله الذي يساوي (٨٠) مم.
قسم الخط إلى (٥) أقسام متساوية.



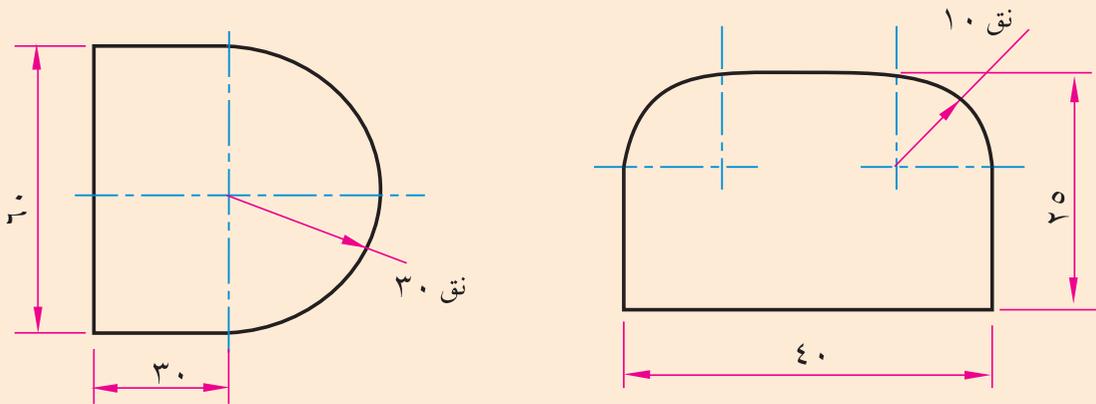
الشكل (٥٢-٢): الخط المستقيم.

ب- يبيّن الشكل (٥٣-٢) الزاوية (أب ج).
نصف الزاوية باستخدام الفرجار.



الشكل (٥٣-٢): الزاوية.

ج- ارسم أفراد الأقواس والمنحنيات المبينة في الشكل (٥٤-٢).

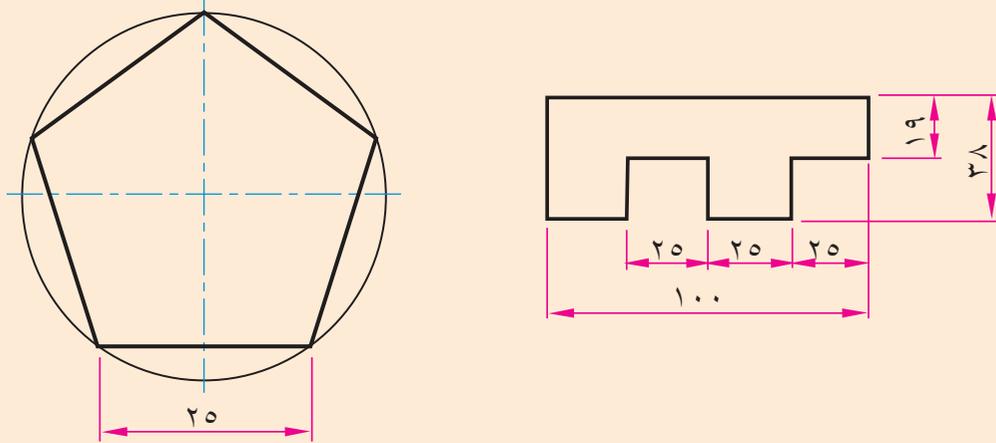


الشكل (٥٤-٢): الأقواس.

د - ارسم مضلعات ثلاثية ورباعية وخماسية وسداسية، طول كلّ ضلع منها (٤٠) مم.



٣ - ارسم أفراد المضلعات المبينة في الشكل (٥٥-١).



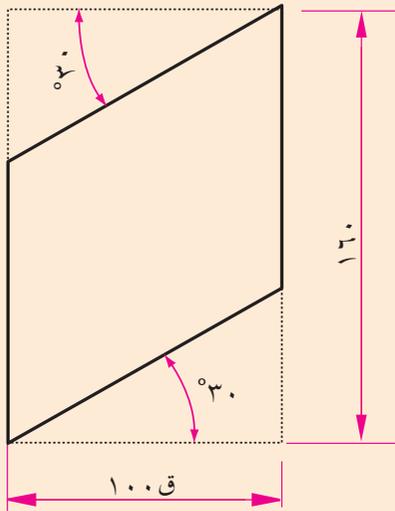
الشكل (٥٥-١): المضلعات.

٤ - يبيّن الشكل (٥٦-٢) المسقط الأمامي

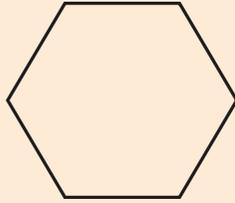
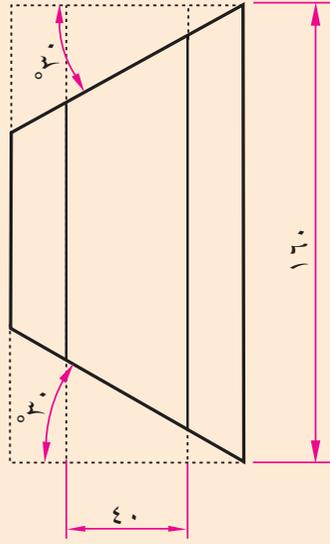
لأسطوانة مقطوعة من الجهتين.

ارسم أفراد الأسطوانة بمقياس رسم

(٢:١) علمًا بأنّ الأبعاد بالمليمترات.



الشكل (٥٦-٢): مساقط الأسطوانة.



الشكل (٥٧-٢): مساقط الموشور السداسي.

٥ - يبين الشكل (٥٧-٢) المسقط الأمامي

لموشور سداسي مقطوع من الجهتين.

ارسم أفراد هذا الموشور بمقياس رسم

(٢:١) علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.

٦ - يبين الشكل (٥٨-٢) المسقطين الأمامي

والأفقي لموشور ثماني قائم، ارتفاعه

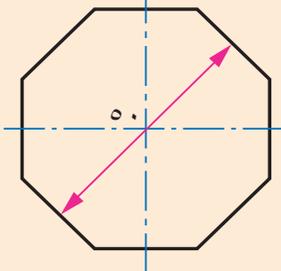
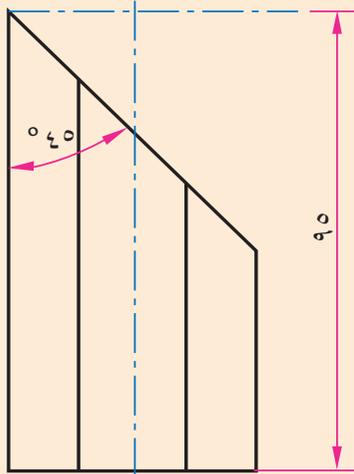
(٩٥) مم، ومقطع بزواية (٤٥°).

ارسم ما يأتي:

أ - المساقط الثلاثة، وأظهر القطع في

المسقط الجانبي.

ب- أفراد الموشور الثماني.



الشكل (٥٨-٢): الموشور الثماني.

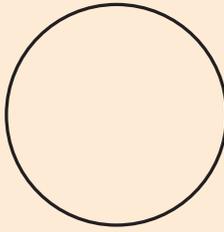
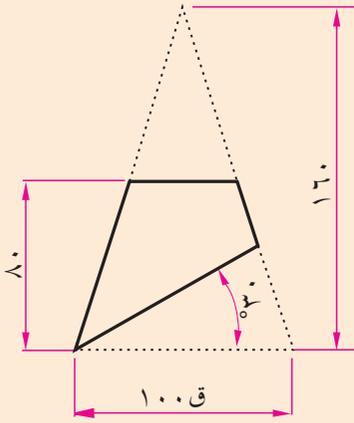


٧ - يبيّن الشكل (٥٩-٢) المسقط الأمامي

لمخروط قائم مقطوع من الجهتين.

ارسم أفراد المخروط بمقياس رسم (١:١)،

علمًا بأنّ الأبعاد بالمليمترات.



الشكل (٥٩-٢): مساقط المخروط.

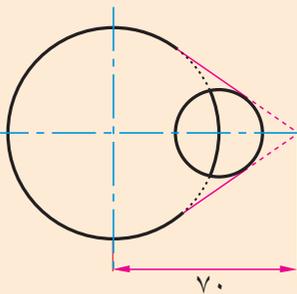
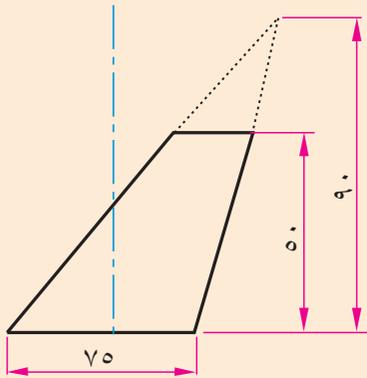
٨ - يبيّن الشكل (٦٠-٢) المسقطين الأمامي

والأفقي لمخروط مائل، ارتفاعه (٩٠)

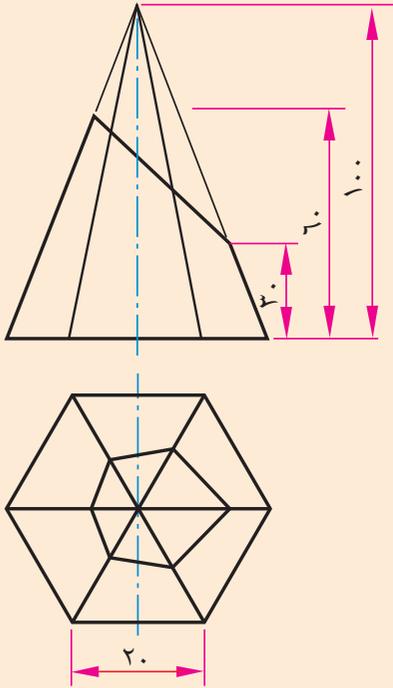
مم، وهو مقطوع على نحوٍ مستوٍ،

حسب الرسم.

ارسم أفراد المخروط الناقص.



الشكل (٦٠-٢): مساقط المخروط.



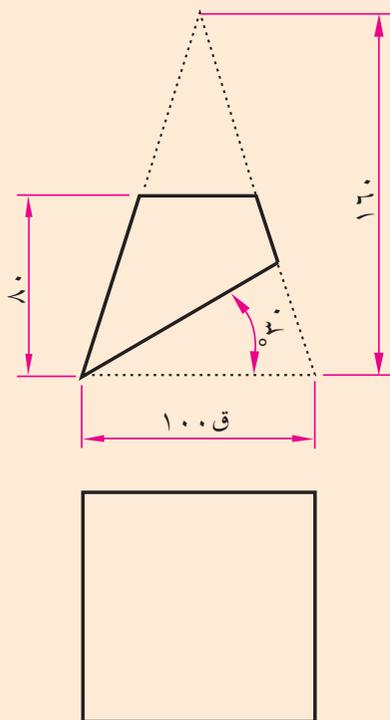
الشكل (٦١-٢): الهرم السداسي.

٩ - يبيّن الشكل (٦١-٢) المسقطين الأمامي والأفقي لهرم سداسي قائم، ارتفاعه (١٠٠) مم، مقطوع على نحو مائل، حسب الرسم.

ارسم ما يأتي:

أ - المساقط الثلاثة، وأظهر القَطْع في المسقط الجانبي.

ب- أفراد الهرم السداسي المقطوع.



الشكل (٦٢-٢): الهرم الرباعي.

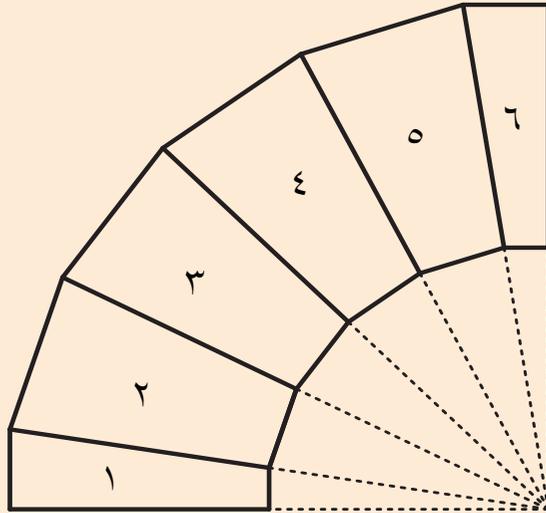
١٠ - يبيّن الشكل (٦٢-٢) المسقط الأمامي

لهرم رباعي مقطوع من الجهتين.

ارسم أفراد الهرم بمقياس رسم (٢:١)

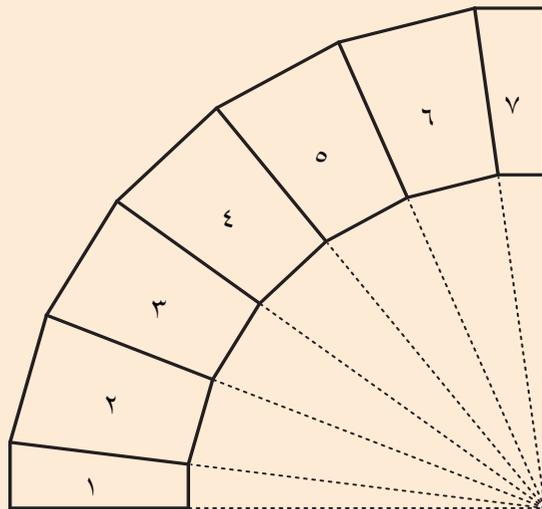
علمًا بأنّ الأبعاد بالمليمترات.

- أ - ما المعادلات التي تحدد قيم زوايا كوع قائم مكون من خمسة أجزاء؟
 ب - احسب قيمة زوايا قطع الكوع المبين في الشكل (٢-٦٣)، وارسم الكوع مستخدمًا الأبعاد من الشكل المرسوم.



الشكل (٢-٦٣): كوع مكون من ست قطع.

- ١٢ - احسب قيمة زوايا قطع كوع المبين في الشكل (٢-٦٤)،
 وارسم هذا الكوع مستخدمًا الأبعاد من الشكل المرسوم.



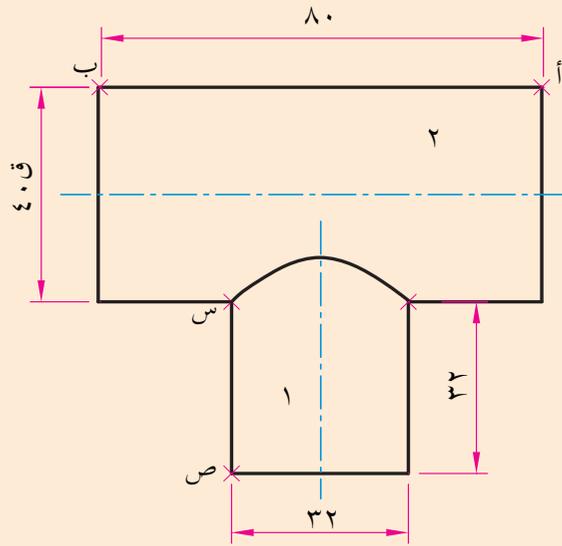
الشكل (٢-٦٤): كوع مكون من سبع قطع.



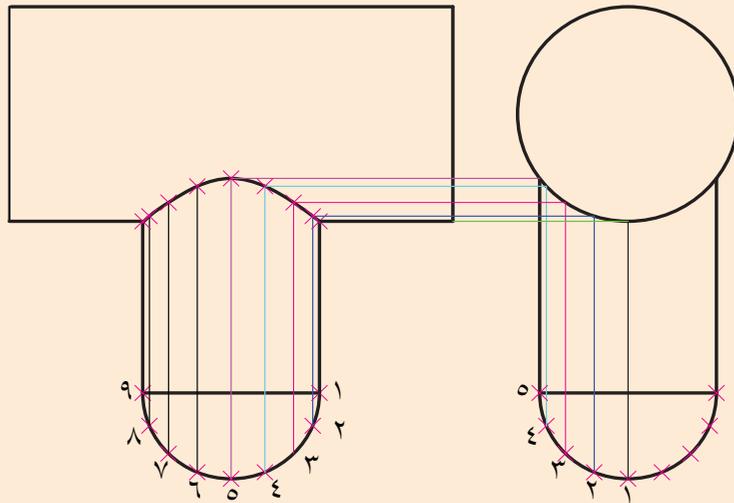
١٥- يبيّن الشكل (٦٧-٢) المسقط الأمامي لمجرى دائري المقطع على شكل حرف (T) متعامد.

أ - ارسم أفراد القطعتين (١) و (٢). بمقياس رقم (١:١)، علمًا بأنّ الأبعاد جميعها بالمليمترات وخط الوصل هو (أب) و (س ص).

ب- ارسم الخطوات التي توضح سطح التقاطع بين الأسطوانتين، كما هو مبين في الشكل (٦٧-٢).



(أ) المسقط الأمامي لمجرى دائري المقطع على شكل حرف (T) متعامد.

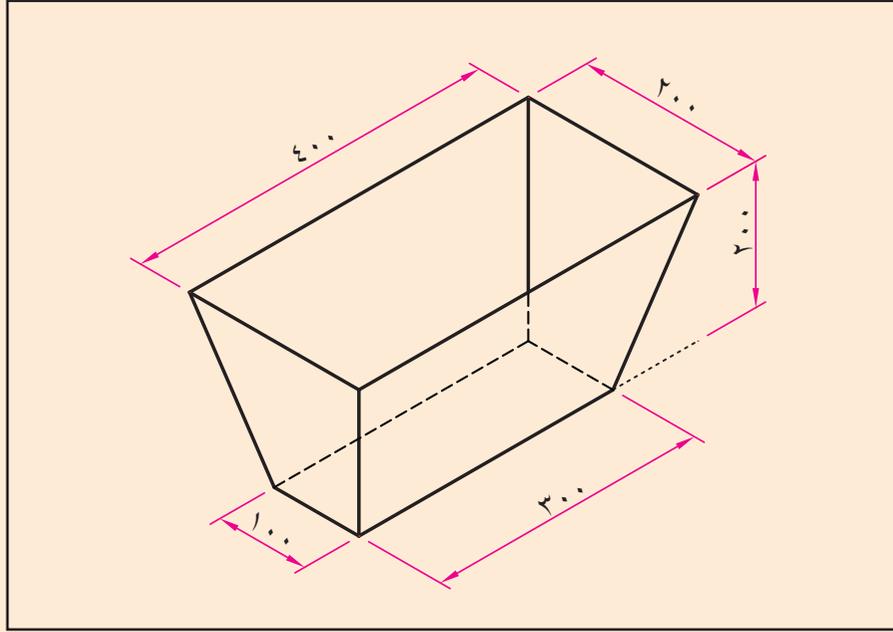


(ب) سطح التقاطع بين الأسطوانتين.

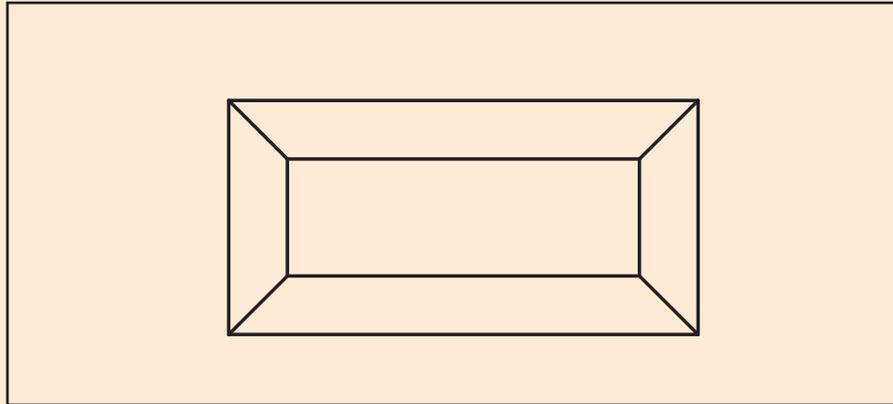
الشكل (٦٧-٢).



١٦- بيّن الشكل (٢-٦٨) منظورًا ومسقطًا أفقيًا لحوض زهور، أبعاده جميعها بالمليمترات.
ارسم أفراد هذا الحوض بمقياس رسم (١ : ٤)، علمًا بأن الحوض مفتوح من الأعلى.



(أ) المنظور.



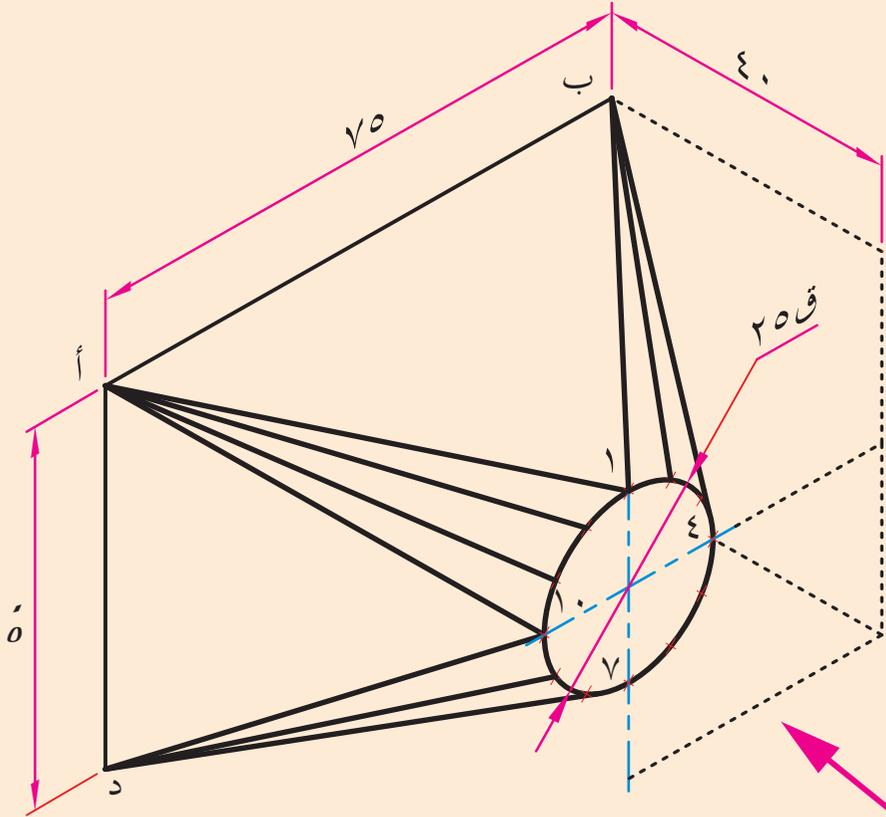
(ب) المسقط الأفقي.

الشكل (٢-٦٨): حوض زهور.



١٧- بيّن الشكل (٢-٦٩) محوّلّة مقطع مستطيل إلى مقطع دائري.

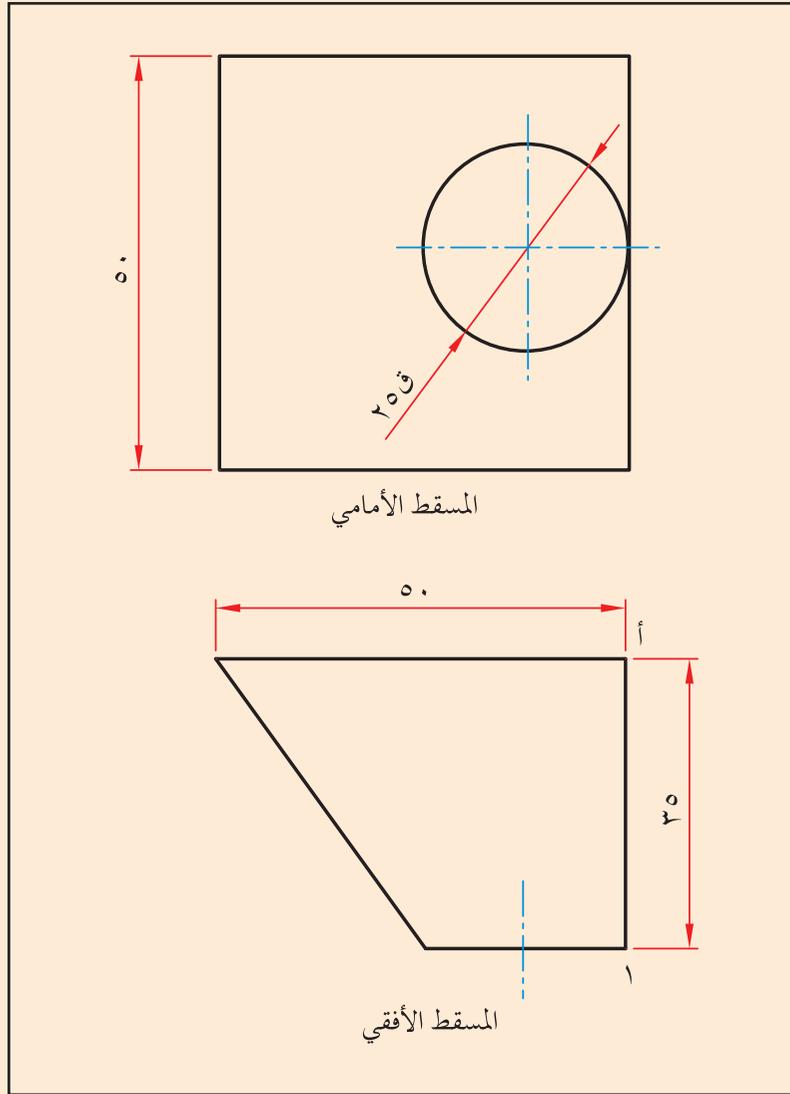
ارسم إفراد هذه المحوّلّة بمقياس رسم (١:١)، علماً بأنّ خطّ الوصل هو (أ) والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (٢-٦٩): محوّلّة مقطع مستطيل إلى مقطع دائري.



١٨- بيّن الشكل (٢-٧٠) المسقط الأمامي والأفقي لمحوّلة مقطع مربع إلى مقطع دائري. ارسم أفراد هذه المحوّلة بمقياس رسم (١:١)، علماً بأنّ خطّ الوصل هو (أ١) والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (٢-٧٠): مساقط محوّلة مقطع مربع إلى مقطع دائري.

٣

الوحدة الثالثة

الرسم التجميعي

Assembly Drawing



● ما الغرض الرئيس من الرسم التجميعي؟

● متى يستخدم الرسم التجميعي؟

الرسم التجميعي هو رسم الآلات والأجهزة والأجزاء الميكانيكية المختلفة ويعد الأساس في بناء الخيال العلمي، وذلك للوصول إلى فهم تكنولوجيا العصر، واكتسابها، ومحاولة تعديلها؛ والوصول إلى مرحلة التصميم والابتكار والاختراع.

ويعدّ هذا النوع مهمًا وضروريًا في المجال الهندسي، فهو يمثل الخطوة العملية التي تلي عملية التصميم الميكانيكي، وتسبق عملية الإنتاج، ولذلك يمكن تعريف الرسم التجميعي بأنه رسم هندسي تنفيذي لإنتاج آلة أو جهاز أو تركيبة ميكانيكية، ويضمّ رسوم أجزاء الجهاز المختلفة وفق القياسات والمواصفات المطلوبة، وتحتوي على المساقط والقطاعات الضرورية التي تساعد الرسام على تحديد أماكن تركيب هذه الأجزاء، لرسم بعضها مع بعض مكونة الشكل النهائي للجهاز المطلوب تصنيعه، ويستخدم للأمور الآتية:

- علاقة كلّ قطعة بالقطع الأخرى، وعمل كلّ وحدة.
- إظهار المظهر النهائي للوحدة المجمعّة.
- إظهار الأبعاد الحقيقية للقطع المراد تجميعها.
- إعطاء تفاصيل كاملة لعملية رسم وحدات مصغرة مجمّعة.
- تزويد الأدلة (الكتالوجات) والرسوم التوضيحية بأيّ أمور تفصيلية.
- يكثر استعمال هذا النوع من الرسم في المجالات الفنية، التي تصدر دوريًا؛ بوصفها وسيلة لنقل التقدم التكنولوجي.

ويتوقّع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تحدّد القطع المتحركة في الوحدة التجميعية وتبيّن طبيعة حركه كلّ منها.
- توضّح أشكال القطع والأجزاء المتشابهة الأشكال.
- تميّز سطوح الارتكاز الرئيسة بين القطع المختلفة.
- تبيّن أهميّة جدول القطع وما يتضمنه من بيانات، وأسماء مواد القطع، ورقمها، واسمها الفني والعدد المطلوب منها.
- تحدّد ما يلزم من عدد، وأدوات لإتمام عملية التجميع.
- تفكّ قطع الجهاز وتركبها، وتراعي مبادئ السلامة العامة علمًا بأنّ القطع التي تفكّ في البداية تركّب في النهاية.

- ترسم الأجزاء الميكانيكية مجمعة في مساقط وقطاعات.
- تكتسب مهارات استخدام التكنولوجيا في البحث عن المعرفة المتعلقة بالرسم الميكانيكي.

إنّ الرسم الهندسي التنفيذي المطلوب لإنتاج جهاز ما ينبغي أن يتضمّن مساقط هذا الجهاز وقطاعاته المختلفة، وكذلك شكله النهائي بعد التجميع.

١ مفهوم الرسم التجميعي

الرسم التجميعي (Assembly Drawing): هو الرسم الذي يُظهر كيفية تركيب الأجزاء التي تتكون منها التركيبة الميكانيكية مجمعة ومركبة بعضها مع بعض.

٢ الهدف من الرسم التجميعي

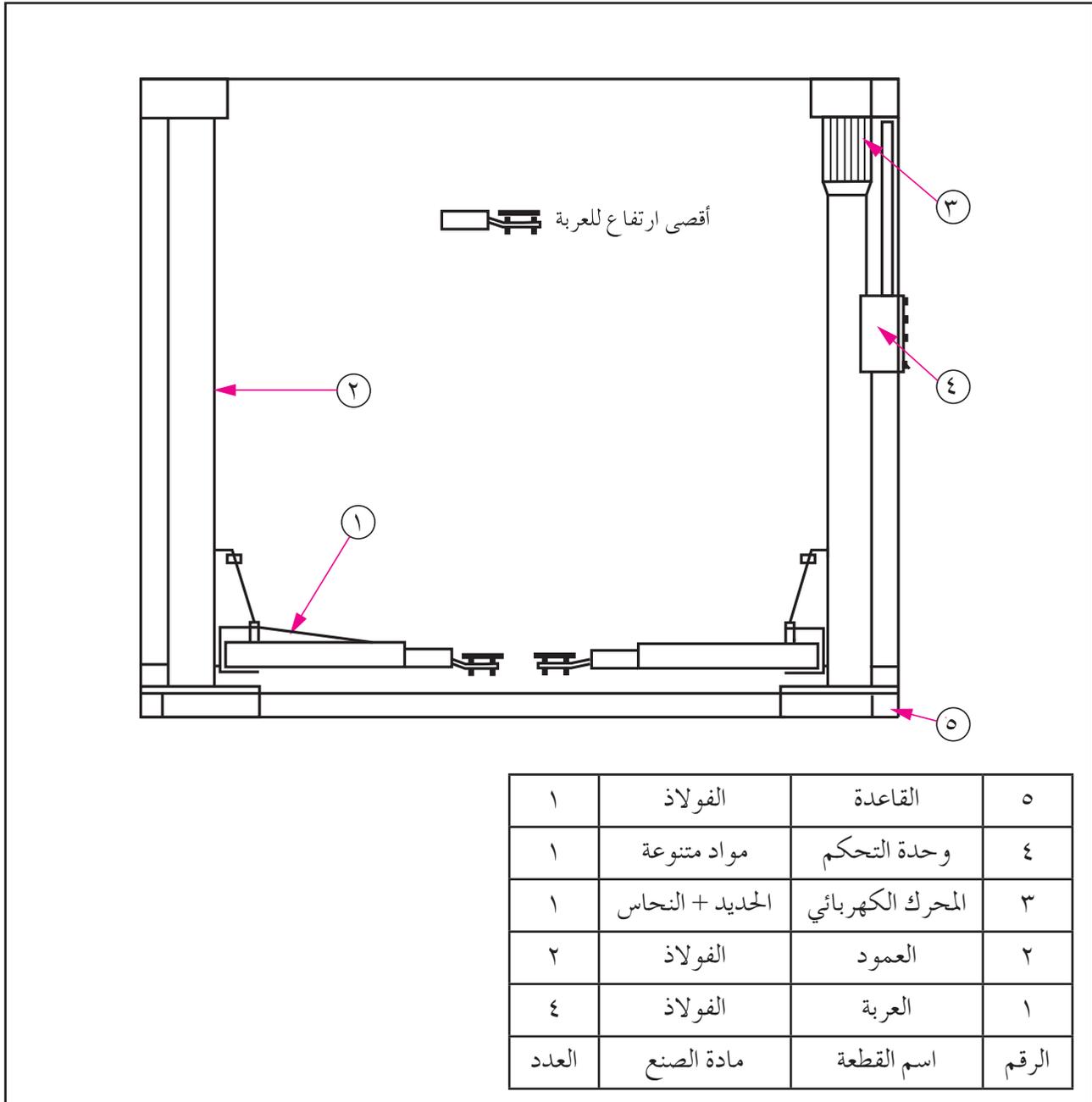
يهدف الرسم التجميعي إلى توضيح العلاقة بين الأجزاء المختلفة للوحدة الميكانيكية، وإعطاء فكرة عن علاقة القطع بعضها ببعض، ويوضح المعلومات والبيانات الضرورية جميعها التي تساعد على دقة الإنتاج وسرعته، ويُكسب الرسم التجميعي الطالب مهارات فكّ أجزاء الوحدات الميكانيكية المختلفة وتركيبها.

أمّا دور المهندس الميكانيكي فيتمثّل في إعداد الرسم الفني الذي يبيّن مواضع الأجزاء، ويوضّح وظيفة كلّ منها، وتستخرج منه الرسوم التنفيذية لكلّ جزء على حدة، ويُعدّ دليلاً لفنيي التجميع. ولا بدّ للمهندس في مجال الهندسة الميكانيكية أن يكون ملماً بقواعد الرسم الهندسي والميكانيكي والتجميعي وأصولها وأساسياتها، بالإضافة إلى معرفة الأنظمة القياسية العالمية المتعلقة بالقطع القياسية، مثل معهد القياسات المعيارية البريطاني (BSI) British Standards Institution، والمعهد الألماني للمواصفات القياسية (DIN) German Institute for Specification، والجمعية الأمريكية لمهندسي الميكانيك (ASME) American Society of Mechanical Engineers. وفي هذه الوحدة ستتعرف كيفية إنجاز رسمة تجميعية كاملة.

٣ أنواع الرسم التجميعي ومميزاته

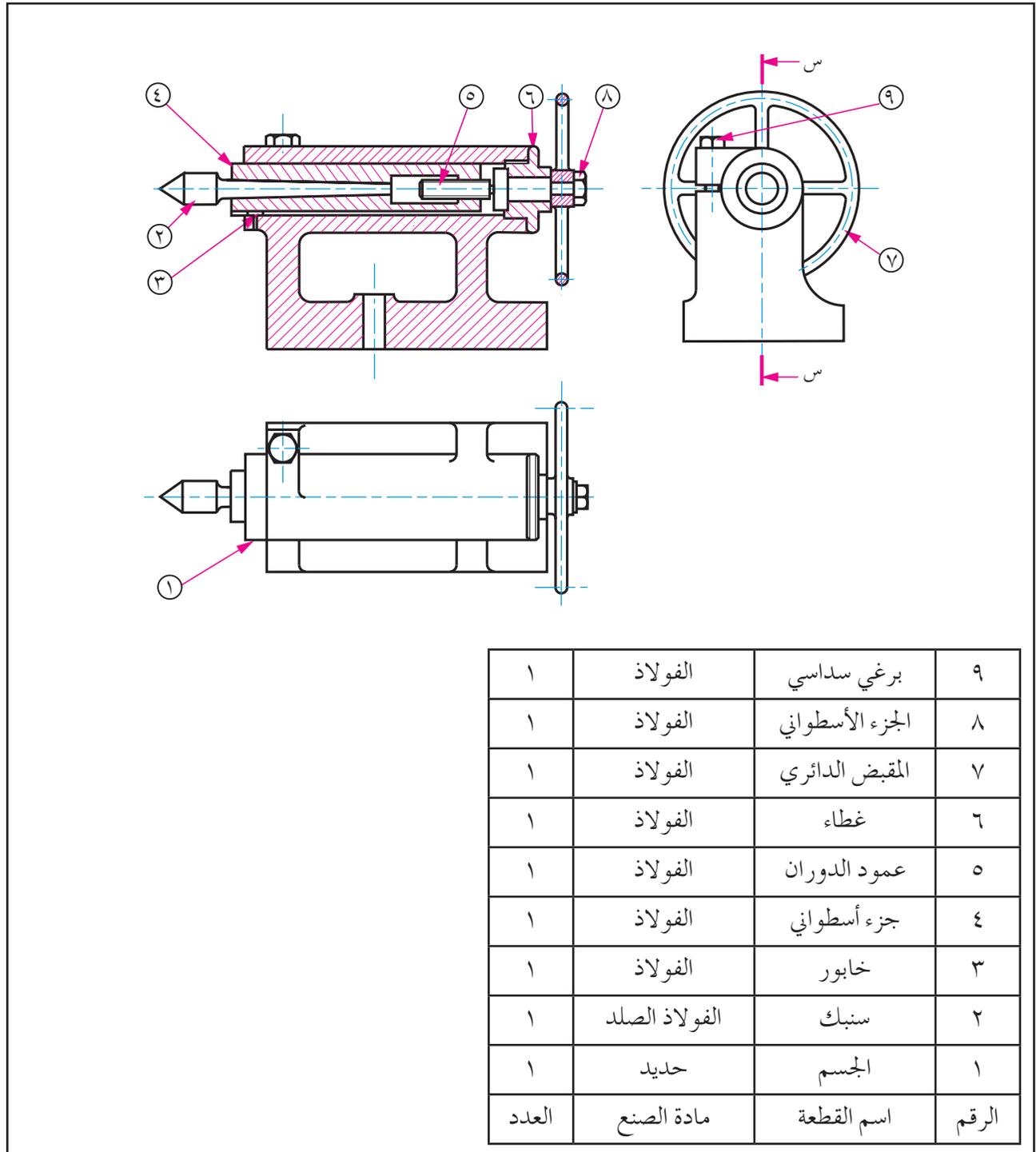
يختلف الرسم التجميعي باختلاف مجالات استخدامه، ولذلك يصنّف إلى الأنواع الآتية:
أ - الرسم التجميعي التخطيطي (Layout Assembly): هو رسم تجميعي تمهيدي

يستخدم لإعطاء فكرة عامة عن الشكل الخارجي للآلة المطلوب تجميعها، ويحتوي على معلومات وبيانات فنية؛ كالأبعاد الرئيسة للقطعة، ويُضمّن في الأدلة (الكتالوجات) للأغراض التوضيحية، وللإستعانة به عند تركيب آلة أو جهاز، أو تجميعه بعد إتمام عملية الدراسة الأولى للوحدة الميكانيكية. ويوضح الشكل (١-٣) الرسم التجميعي التخطيطي لمسقط أمامي للمرفاع الميكانيكي الخاص برفع السيارات.



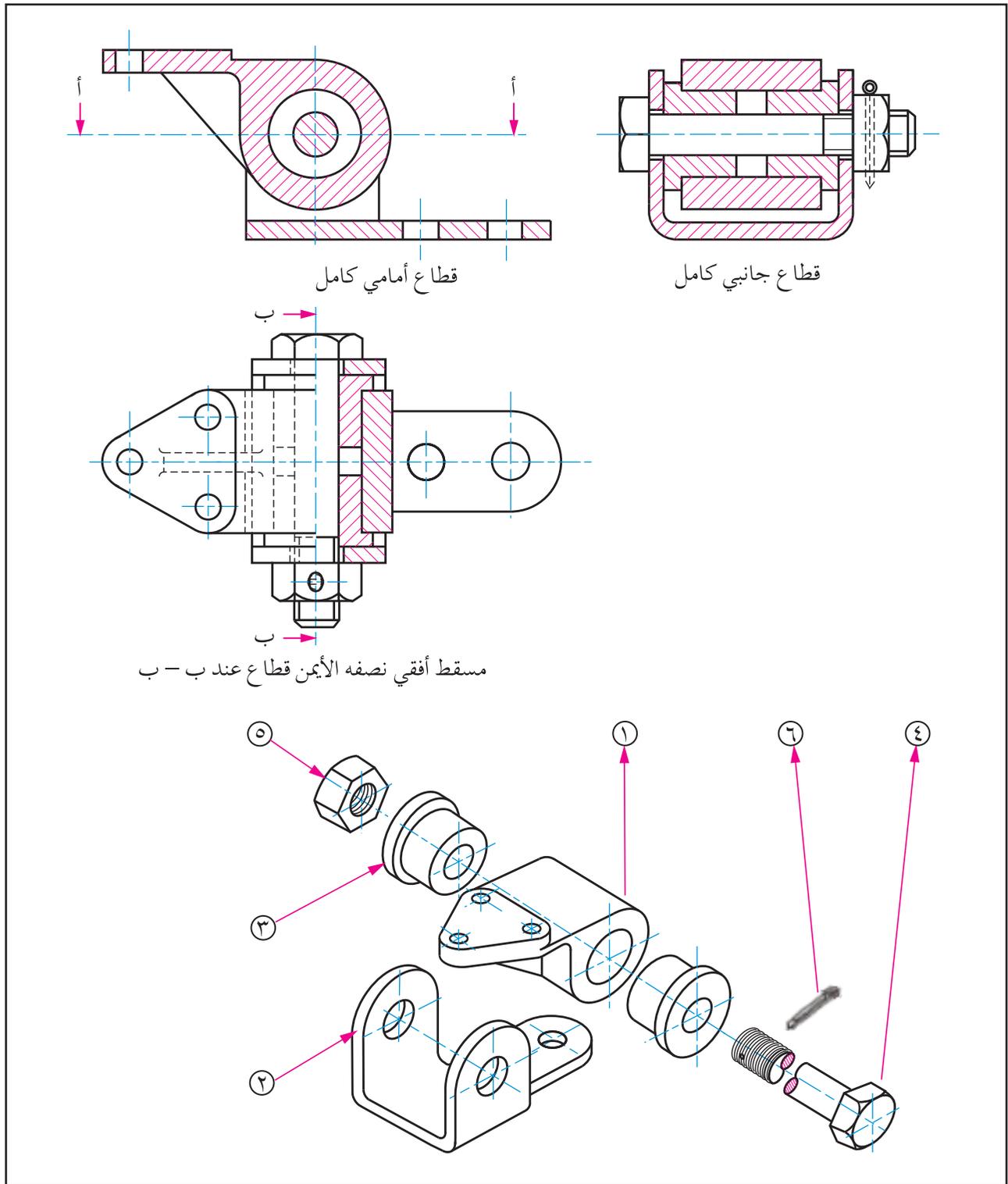
الشكل (١-٣): الرسم التجميعي التخطيطي لمرفاع السيارات.

ب- الرسم التجميعي الجزئي (Subassembly Drawing): هو رسم يظهر تفاصيل نظام واحد لآلة مكونة من أنظمة عدة، كما هو موضح في الشكل (٢-٣) الذي يبين قطاعًا أماميًا كاملًا مجمّعًا لأجزاء الغراب المتحرك المستخدم في المخرطة.



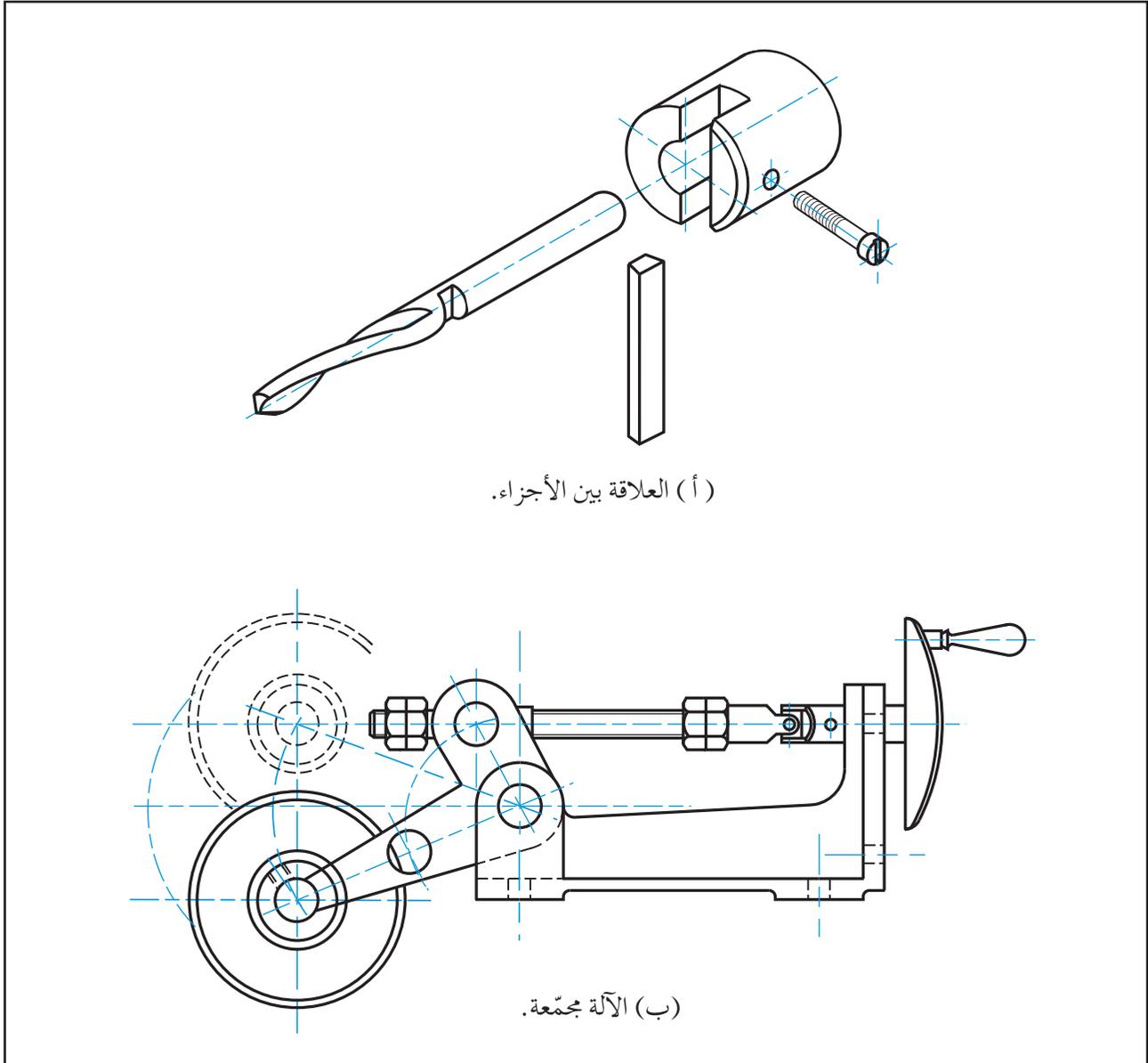
الشكل (٢-٣): الرسم التجميعي الجزئي للغراب المتحرك في المخرطة.

ونصف قطاع أفقي، عند المستوى (أ-أ) بعد تجميعه، وكذلك التجميع التصويري للمفصلة
 .(pictorial assembly).



الشكل (٣-٤): عناصر المفصلة الميكانيكية وتجميعها.

د - التركيب التجميعي (Installation Assemblies): يستخدم لتوضيح طريقة تركيب أجزاء آلة ما، وتجميعها، وكثيراً ما يسمّى (المخطط التجميعي التمهيدي) (an outline assembly)؛ لأنه يبيّن العلاقة بين سطوحها الخارجية فقط، مع العلم بأنّ وضع الأبعاد على الرسم لا داعي لها، كما هو مبين في الشكل (٣-٥/أ، ب).

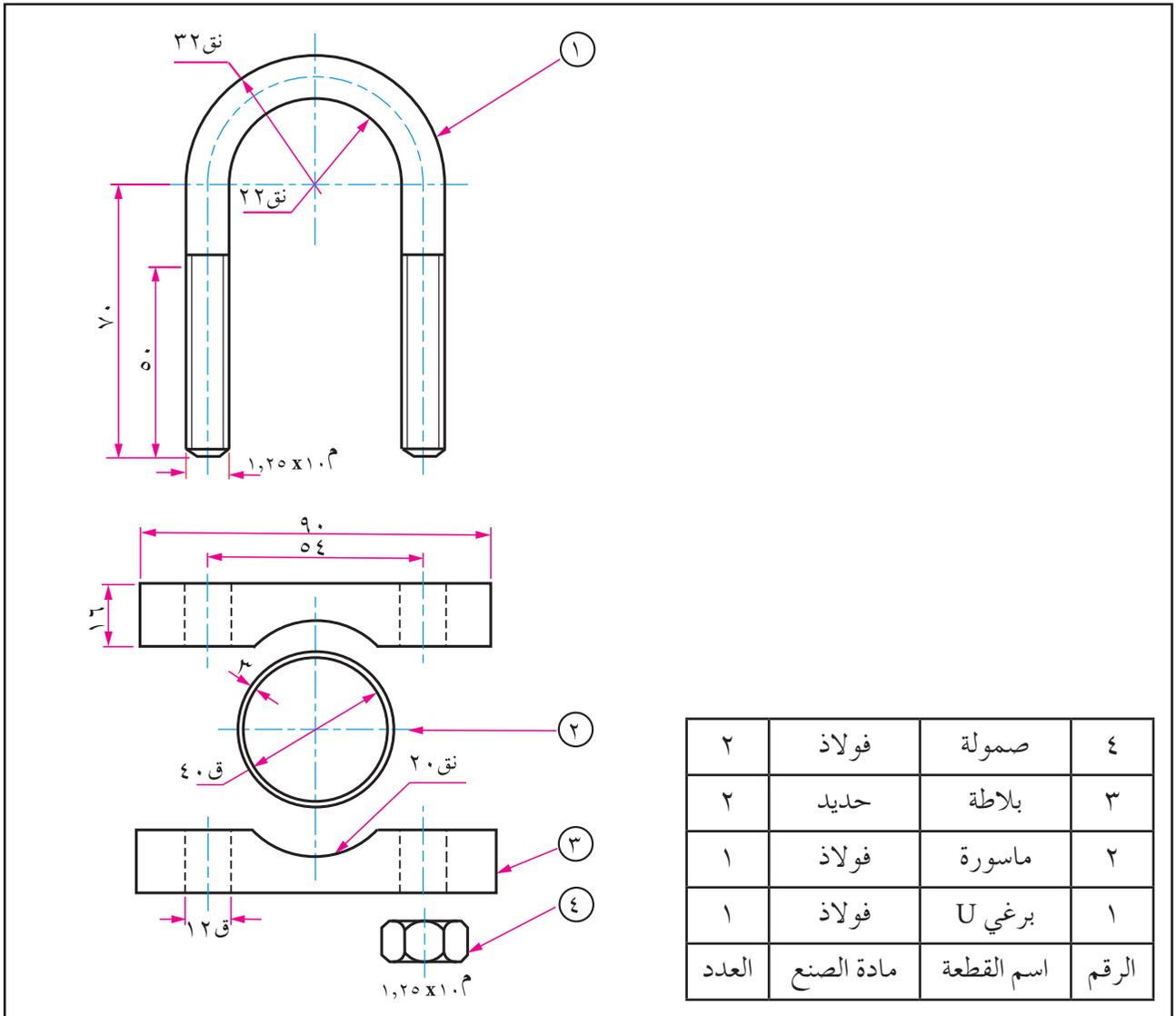


الشكل (٣-٥): التركيب التجميعي.

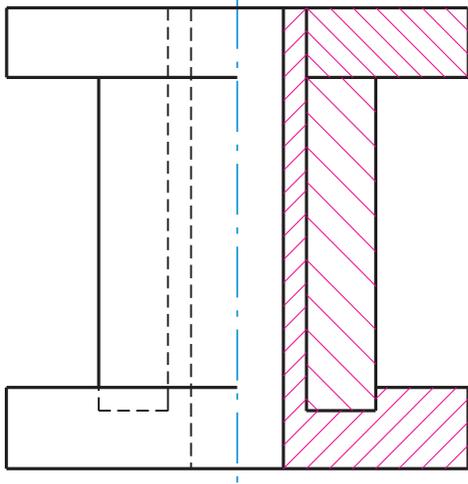
٤ مبادئ الرسم التجميعي

يعطي الرسم التجميعي أحياناً الأبعاد والمسافات جميعها بين المراكز أو بين القطع؛ وذلك لتسهيل تجميع هذه القطع، وفي ما يأتي بعض الأمور التي يجب مراعاتها عند الرسم التجميعي:

أ - المساقط (Views): عند رسم المساقط المطلوبة للرسم التجميعي يجب أن يكون الهدف من الرسم واضحاً في الذهن، بحيث توضح هذه المساقط كيفية تجميع الأجزاء وتركيب بعضها مع بعض، وبيان عمل أو وظيفة الأجزاء الداخلية للوحدة الميكانيكية، لتمكين الفنيين من الحصول على المعلومات الفنية لتجميع أجزاء الوحدة الميكانيكية، ويجب أن تكون المساقط المختارة قليلة أو جزئية، وتوضح العلاقة بين الأجزاء، ويبيّن الشكل (٦-٣) مساقط مربوط على شكل حرف (U).



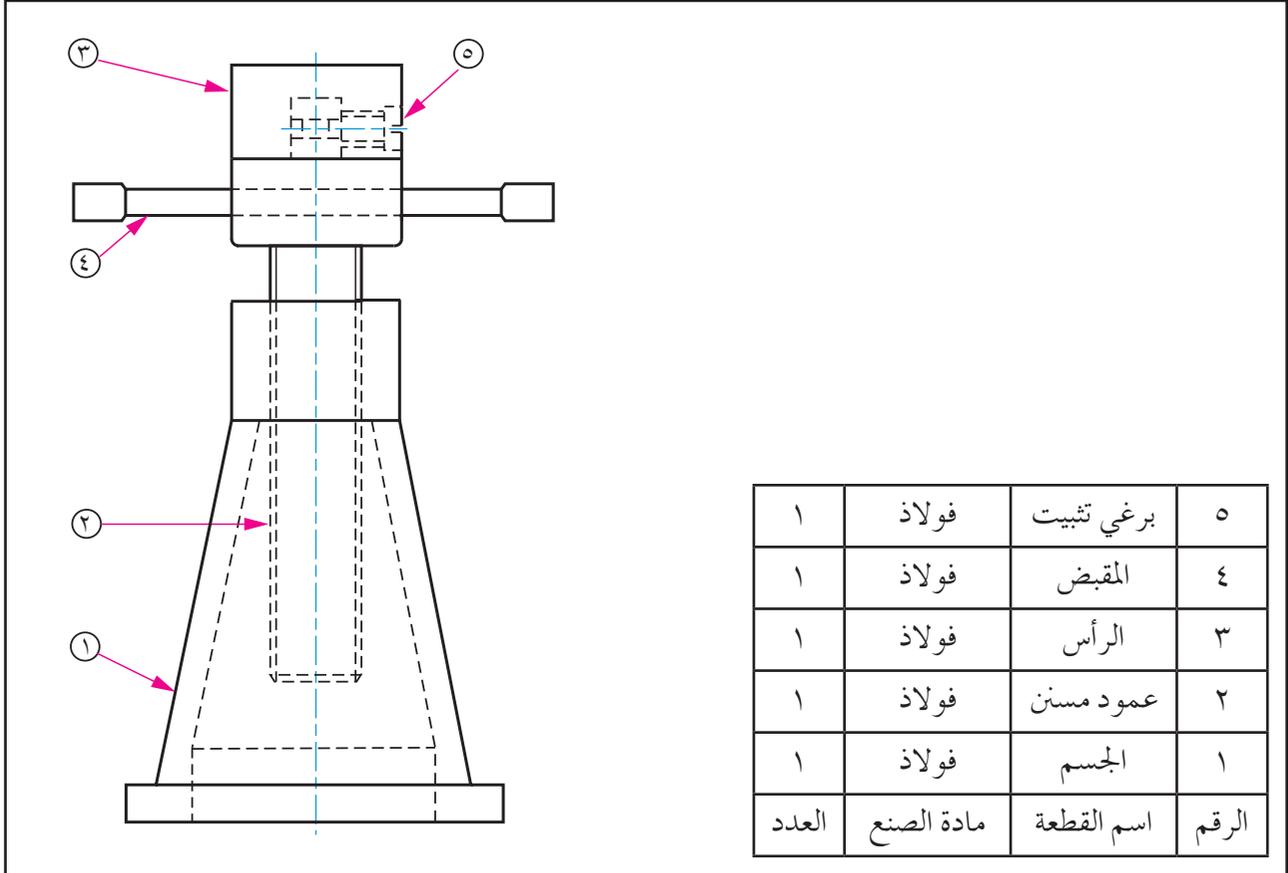
الشكل (٦-٣): مساقط مربوط على شكل حرف (U).



الشكل (٧-٣): قطاعات الأجزاء المجمع.

ب- **القطاعات (Sections):** يتكون التجميع من أجزاء عدة يركب بعضها داخل بعض، أو فوق بعض؛ فينتج من ذلك خطوط متقطعة غير ظاهرة، ولذلك يجب استخدام القطاعات في الرسم لغايات التوضيح، ويجب تمييز الأجزاء المتلاصقة بوساطة رسم خطوط القطع باتجاهات متعاكسة، كما هو موضح في الشكل (٧-٣).

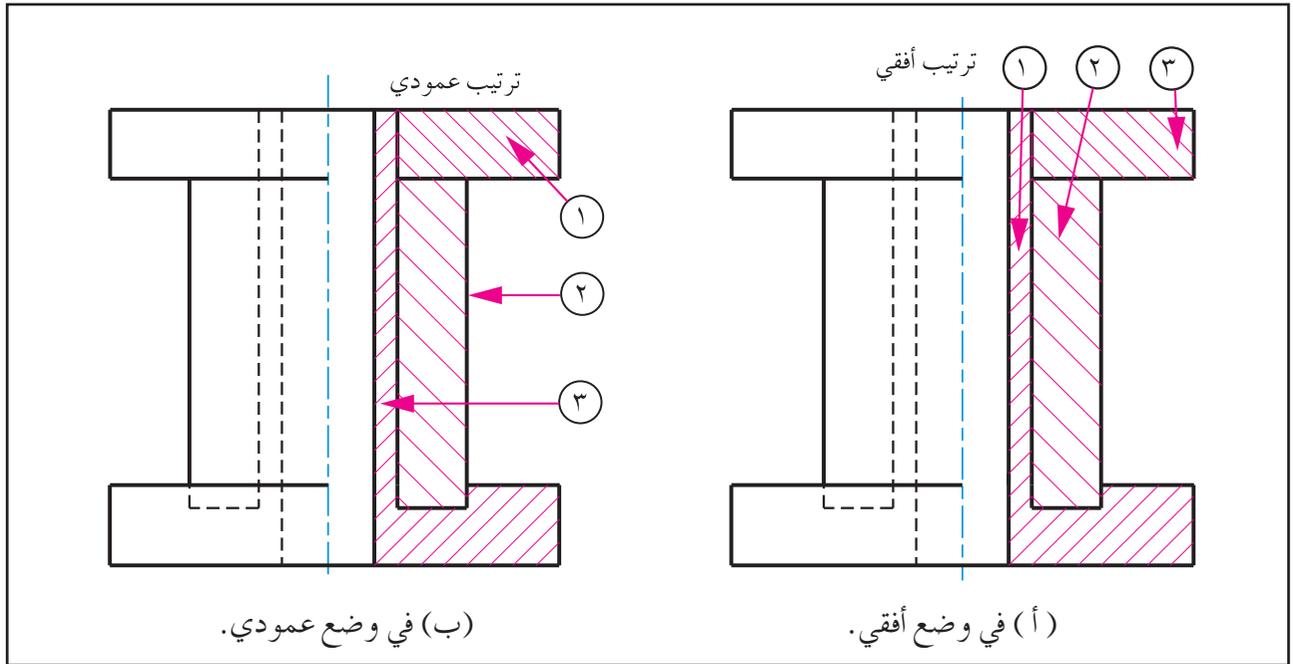
ج- **الخطوط المتقطعة (Dashed Lines):** هي خطوط تستخدم لإظهار المناطق غير المرئية لزيادة التوضيح عند الضرورة فقط، ويبين الشكل (٨-٣) الخطوط المتقطعة لإظهار تفاصيل الرافعة.



الشكل (٨-٣): المسقط الأمامي لرافعة بعد تجميعها.

د - الأبعاد (Dimensions): لا توضع الأبعاد على الرسم المجمع، بل توضع على الرسوم التفصيلية لأجزاء الوحدة الميكانيكية، وإن وجدت أو استخدمت، فيجب أن تكون محدودة وقليلة جدًا، وهادفة.

هـ - الترقيم (Numbering): ترقم الأجزاء داخل دوائر متصلة بخطوط تشير إلى كل جزء بترتيب أفقي، كما هو موضح في الشكل (أ/ ٩-٣)، أو بترتيب عمودي، كما هو موضح في الشكل (ب/ ٩-٣)، ويجب ألا تكون متفرقة على لوحة الرسم.



الشكل (٩-٣): ترقيم الأجزاء.

٥ الإرشادات المتبعة في الرسم التجميعي

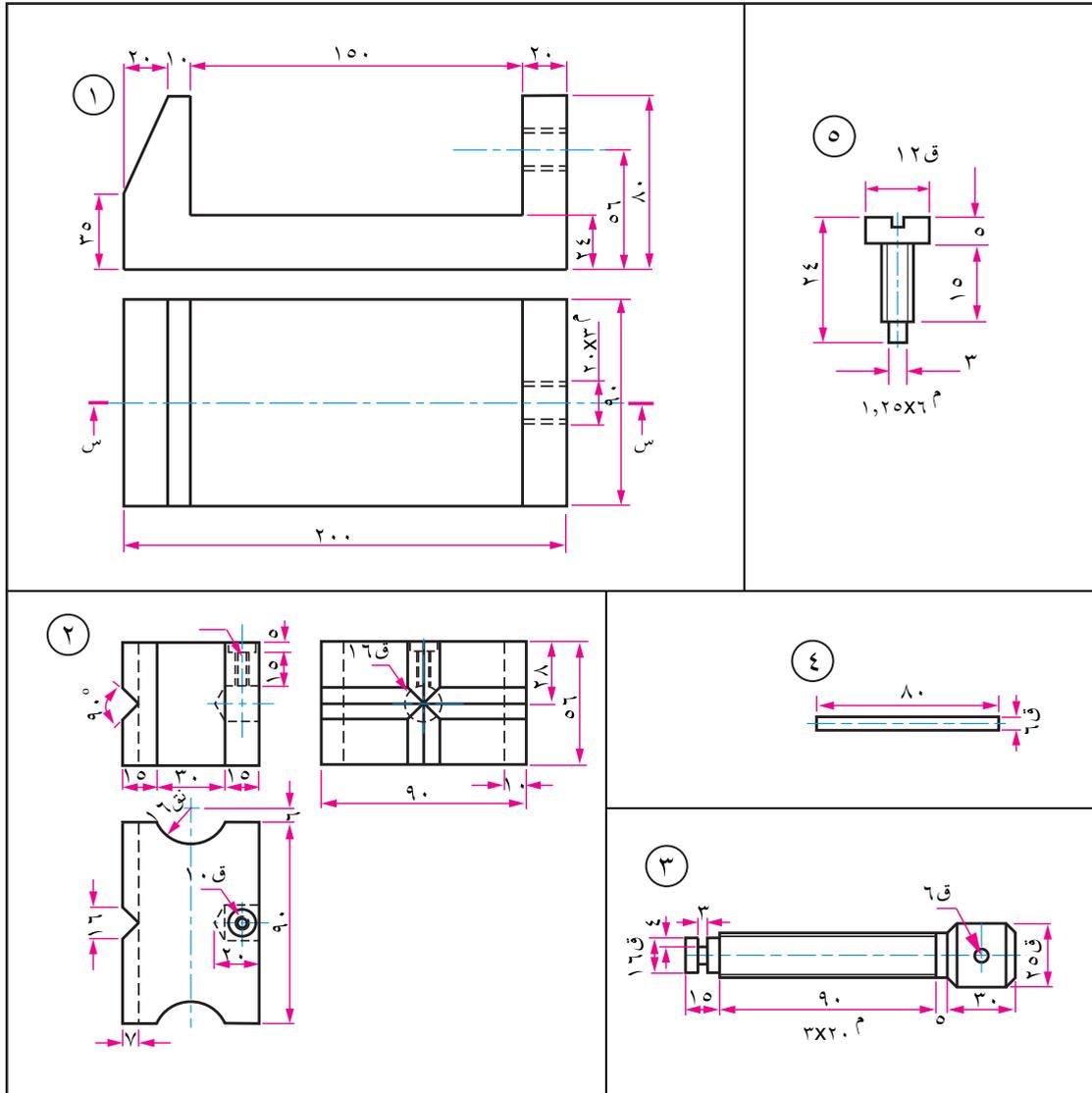
لا تُجمَع الأجزاء الميكانيكية عشوائياً، بل تُجمَع على أسس فنيّة، فلو وضع جزءٌ مكانَ جزءٍ آخر فإنَّ الجهاز أو التركيبة الميكانيكية لا تعمل، ولا تفي بالغرض، وقد يؤدي ذلك إلى تلف أو عطب أجزاءٍ أخرى، وفي ما يأتي الأسس الفنية التي يجب أن تُتبع في الرسم التجميعي:

أ - معرفة الجهاز المطلوب تجميعه من حيث اسمه، ووظائفه، واستخداماته، وطريقة تشغيله، وفائدته، لتسهيل عملية التجميع.

- ب- دراسة المعلومات النظرية والوصفية لعملية التجميع لتكوين الفكرة العامة عنه.
- ج- دراسة كلّ جزء من الأجزاء المطلوب تجميعها على حدة، من حيث الأبعاد.
- د - دراسة مساقط الأجزاء المعطاة وقطاعاتها، وتحديد ماهيتها وعلاقاتها، مما يساعد على توضيح الرسم التجميعي المطلوب.
- هـ- دراسة أبعاد الأجزاء المصممة التي ستركب مع الأجزاء المفرغة، من حيث توحيد المحاور، وبخاصة الأجزاء الأسطوانية.
- و - الرجوع إلى قائمة القطع، وتمثيل كل منها في الرسم المجمع حتى تنتهي عملية التجميع.
- ز - معرفة طريقة ربط القطع بعضها مع بعض في الوحدة التجميعية، ومعرفة وسيلة الربط، بالبراغي، أو الخوابير، أو الزنبركات، أو الصواميل، أو مسامير البرشام، أو اللحام، أو غيرها.
- ح- تحديد الطريقة المثلى لعملية التجميع وكيفية تتابع رسم الأجزاء.
- ط- وضع أرقام الأجزاء بعد عملية التجميع.
- يوضّح المثال الآتي خطوات الرسم التجميعي المتبعة في التجميع.

مثال (٣-١)

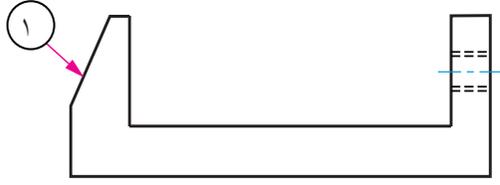
- يبين الشكل (٣-١٠) أجزاء ملزمة يدوية صغيرة.
- ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي:
- ١- مسقط أمامي كامل للملزمة بعد تجميعها، على أن تكون فتحة الملزمة نحو (٨٠) مم.
 - ٢- مسقط أفقي كامل للملزمة بعد تجميعها.
 - ٣- قطاع أمامي كامل عند مستوى القطع (س-س).



الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
٥	برغي تثبيت	الفولاذ	١
٤	المقبض	الحديد	١
٣	عمود مسنن	الفولاذ المقسى	١
٢	الفك المتحرك	الفولاذ	١
١	الفك الثابت	حديد الزهر	١

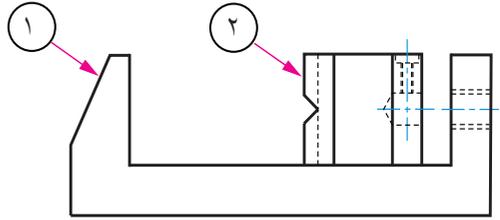
الشكل (٣-١٠): أجزاء الملزمة اليدوية.

خطوات تجميع ملزمة يدوية



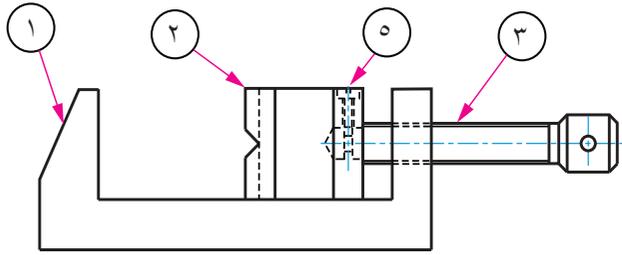
الشكل (١).

أولاً: بعد دراستك للتوصيات الخاصة بقراءة الرسم التجميعي، ارسم المسقط الأمامي للقطعة (١)، كما في الشكل (١).



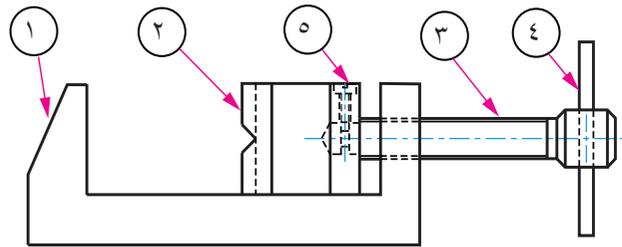
الشكل (٢).

ثانياً: ارسم المسقط الأمامي للقطعة (٢)، وذلك على بعد (١٠) مم من حافة الفكّ الثابت للقطعة (١) وأن ترتكز الحافة السفلية لها على السطح الداخلي للقطعة (١)، كما في الشكل (٢).



الشكل (٣).

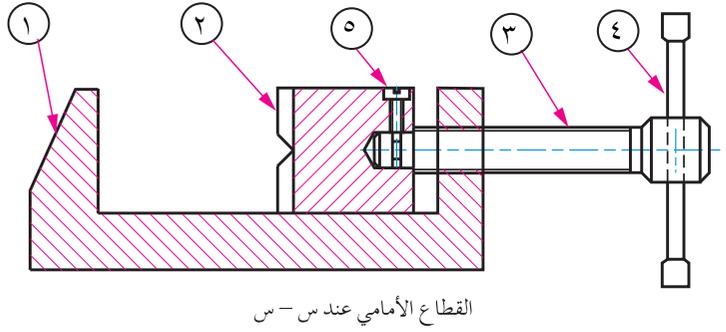
ثالثاً: ارسم العمود المسنن رقم (٣)، بحيث يعشّق سن العمود المسنن مع الثقب المسنن للقطعة (١) حتى تدخل مقدمة البرغي الأسطوانية في نهاية الثقب الموافق لها في القطعة (٢)، ثم تثبه باستخدام برغي التثبيت رقم (٥)، كما في الشكل (٣).



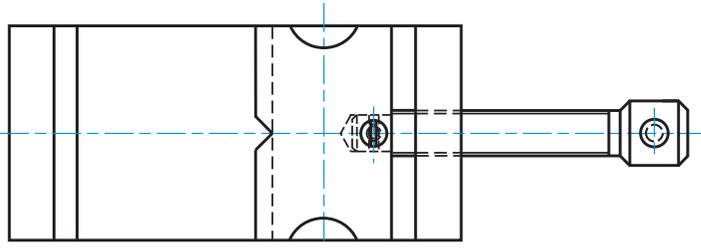
الشكل (٤).

رابعاً: ركب اليد (المقبض) رقم (٤) في الثقب الموافق لها في العمود المسنن رقم (٣)، كما هو موضح في الشكل (٤).

خامساً: ارسم القطاع الأمامي الكامل المجمع، والمسقط الأفقي المجمع، كما في الشكل (٥).



القطاع الأمامي عند س - س



المسقط الأفقي بعد التجميع

الشكل (٥).

الشكل (٣-١١): خطوات تجميع أجزاء ملزمة يدوية.

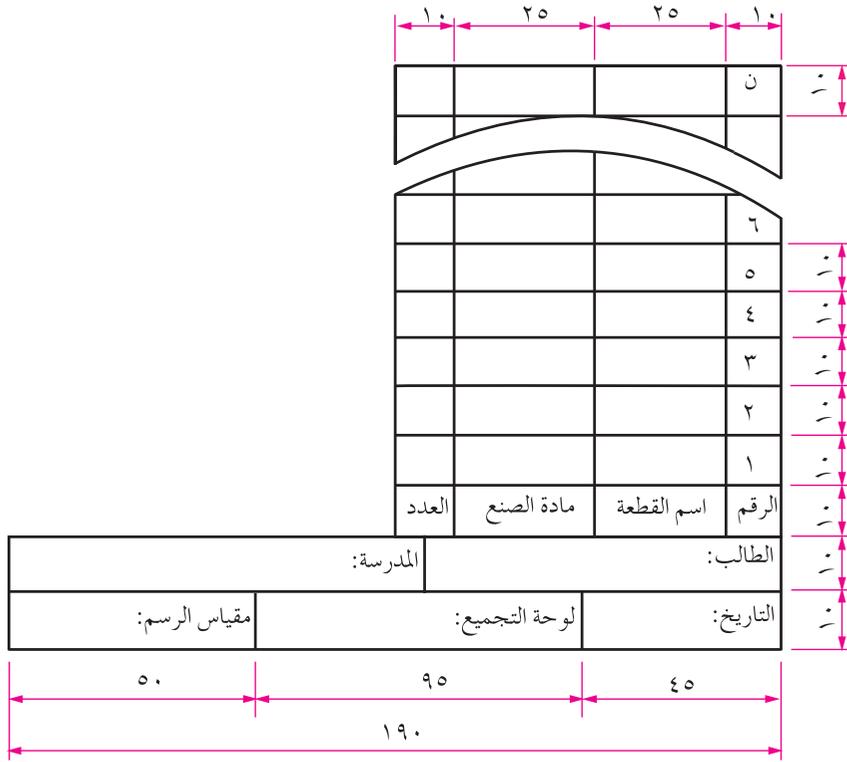
٦ خصائص جدول الرسم التجميعي ومحتوياته

تحتوي كل لوحة رسم على جدول لكتابة ما يخص الرسم من ملاحظات أو بيانات، وفي الرسوم التعليمية يمكن تفادي كتابة كثير من الملاحظات التي تعدّ مهمة لعملية التصنيع، مثل ملاحظات التعديل، ولذلك يكون الجدول المستخدم في اللوحات التعليمية مبسطاً مقارنة بالموصفات الصناعية، ويتكون من جزأين، هما:

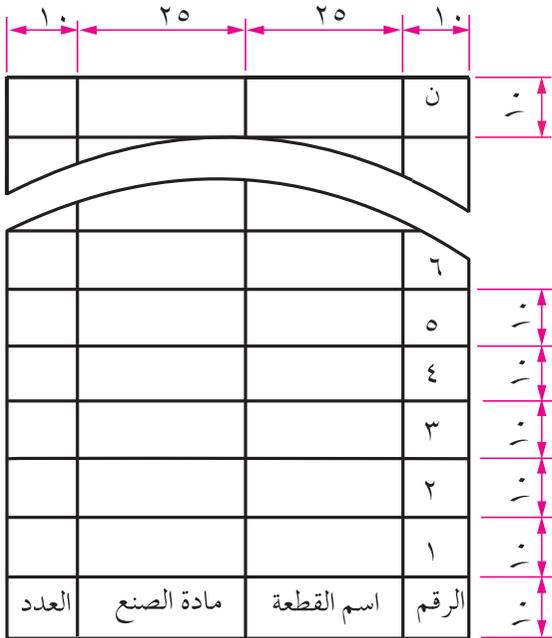
أ - جدول العنوان: يتضمن اسم التركيبة الميكانيكية المطلوب تجميعها، ومقياس الرسم، وتاريخ الرسم، والرسام الذي أعدّ لوحة الرسم (اسم الطالب)، ومدرسته.

ب- جدول القطع: يتضمن أسماء القطع الميكانيكية للوحدة المطلوب تجميعها، وأرقام

القطع في المجموعة، ومادة صنع كل قطعة، وعدد القطع المطلوبة، ويقع هذا الجدول فوق جدول العنوان، كما في الشكل (٣-١٢).



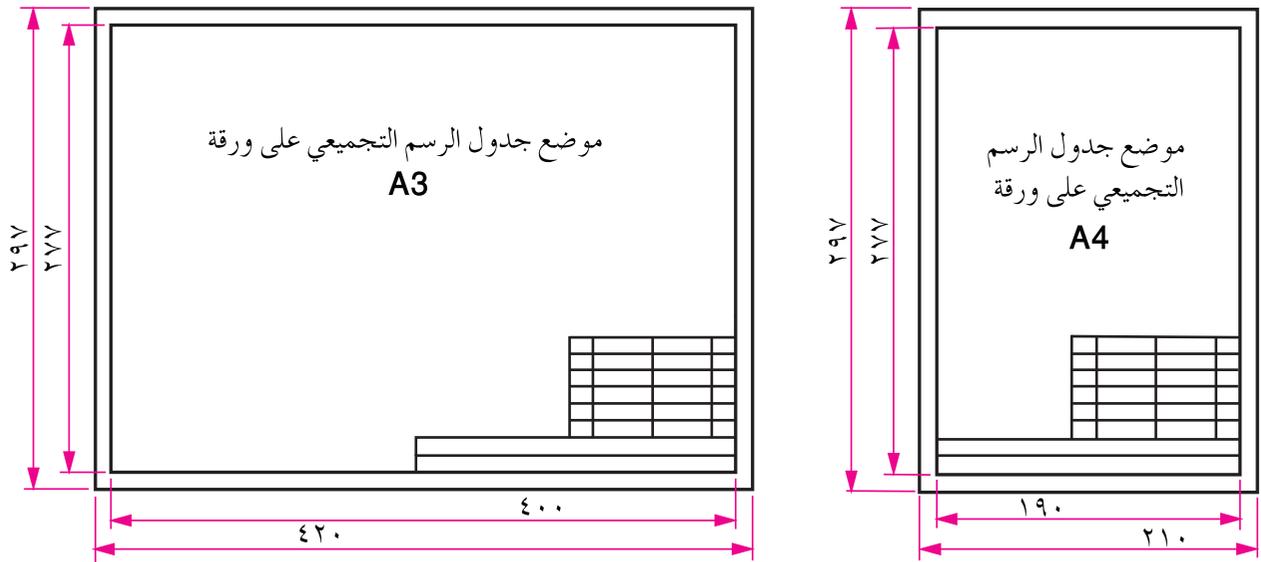
الشكل (٣-١٢): جدول العنوان و جدول القطع للوحات التجميعية.



الشكل (٣-١٣): الجدول المبسط.

أمّا الجدول المبسط الذي سوف يُعتمد في وحدة التجميع فهو المبين في الشكل (٣-١٣).

أمّا موضع جدول العنوان و جدول القطع للوحات التجميعية فيكون كما هو مبين في الشكل (١٤-٣) لكل من ورق الرسم (A3)، و (A4).



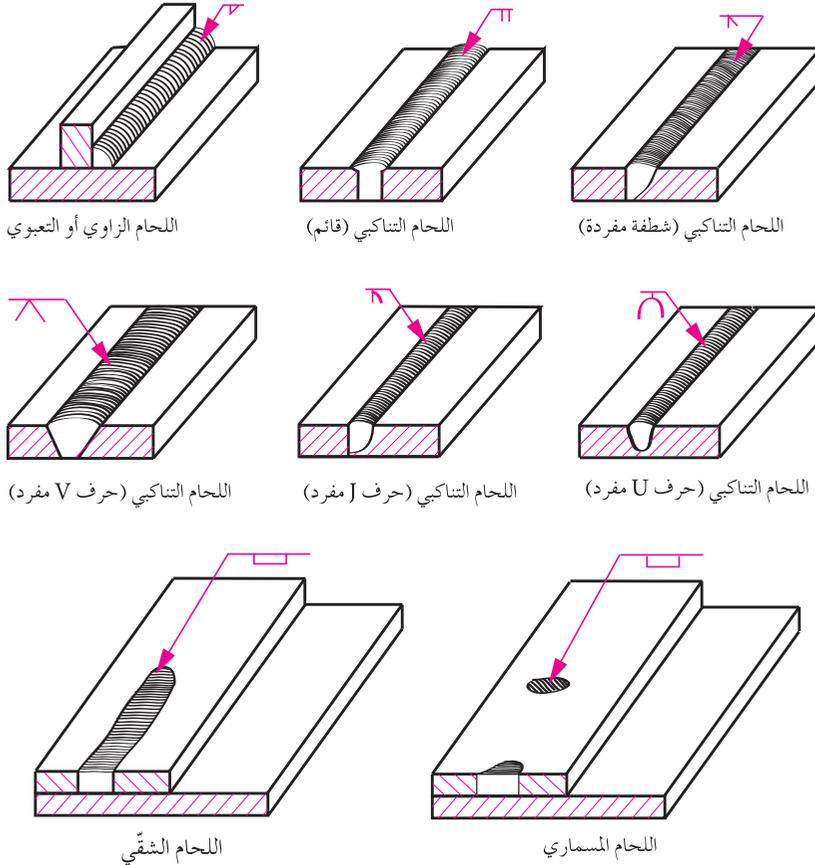
الشكل (١٤-٣): موضع جدول العنوان و جدول القطع في لوحتي الرسم (A3)، و (A4).

هناك وسائل مختلفة تستخدم في عملية تجميع القطع الميكانيكية وربط بعضها ببعض، حتى يكتمل بناء الجهاز أو الآلة الميكانيكية أو الكهربائية، وستوضح هذه الوسائل برسم مساقطها وقطاعاتها واصطلاحاتها والرموز المتعلقة بها، ويمكن تصنيف وسائل الربط في نوعين رئيسيين، هما:

١ وسائل الربط الدائمة

هي الوسائل التي تثبت بها القطع الميكانيكية تثبيتاً دائماً، بحيث لا يمكن فصل بعضها عن بعض إلا بالقص، أو الكسر، أو إتلاف أجزائها، فمن هذه الوسائل:

أ - اللحام (Welding): يستخدم لربط المعادن ووصلها بالحرارة أو الضغط، أو بكليهما، وهو من أهم عمليات ربط الإنشاءات المعدنية؛ كالجسور والأبنية، ويتميز بمتانة التوصليل وسرعة الإنجاز، بالإضافة إلى كلفته الاقتصادية القليلة نسبياً إذا ما قورن بطرائق الربط الأخرى، ويوضح الشكل (٣-١٥) بعض وصلات اللحام ورموزها.



الشكل (٣-١٥): رموز اللحام ومصطلحاته.

مثال (٣-٢)

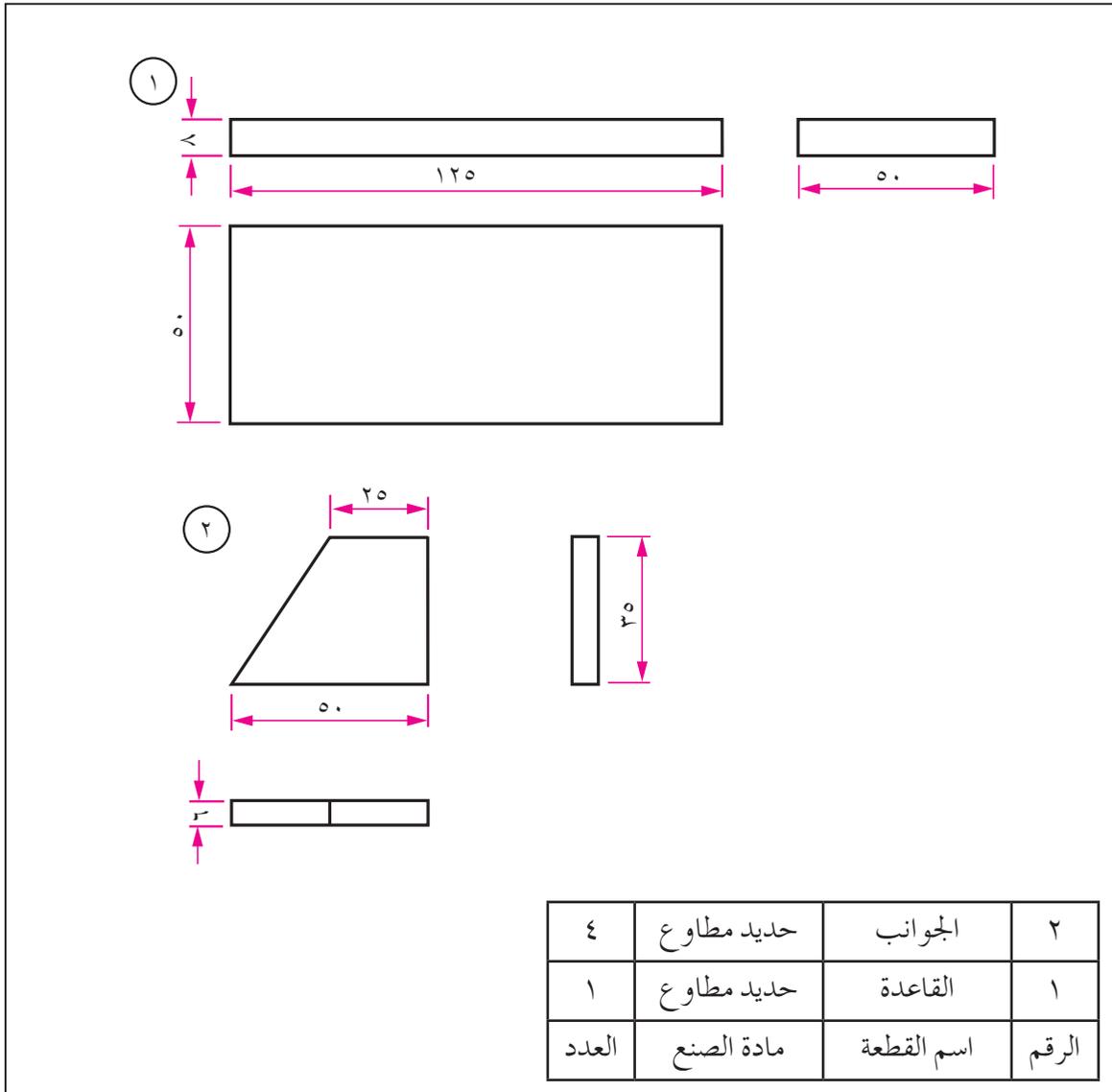
بيّن الشكل (٣-١٦) أجزاء قطع معدنية تثبت معًا باللحام.

ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي:

١- المسقط الأمامي بعد تجميعه.

٢- المسقط الأفقي بعد تجميعه.

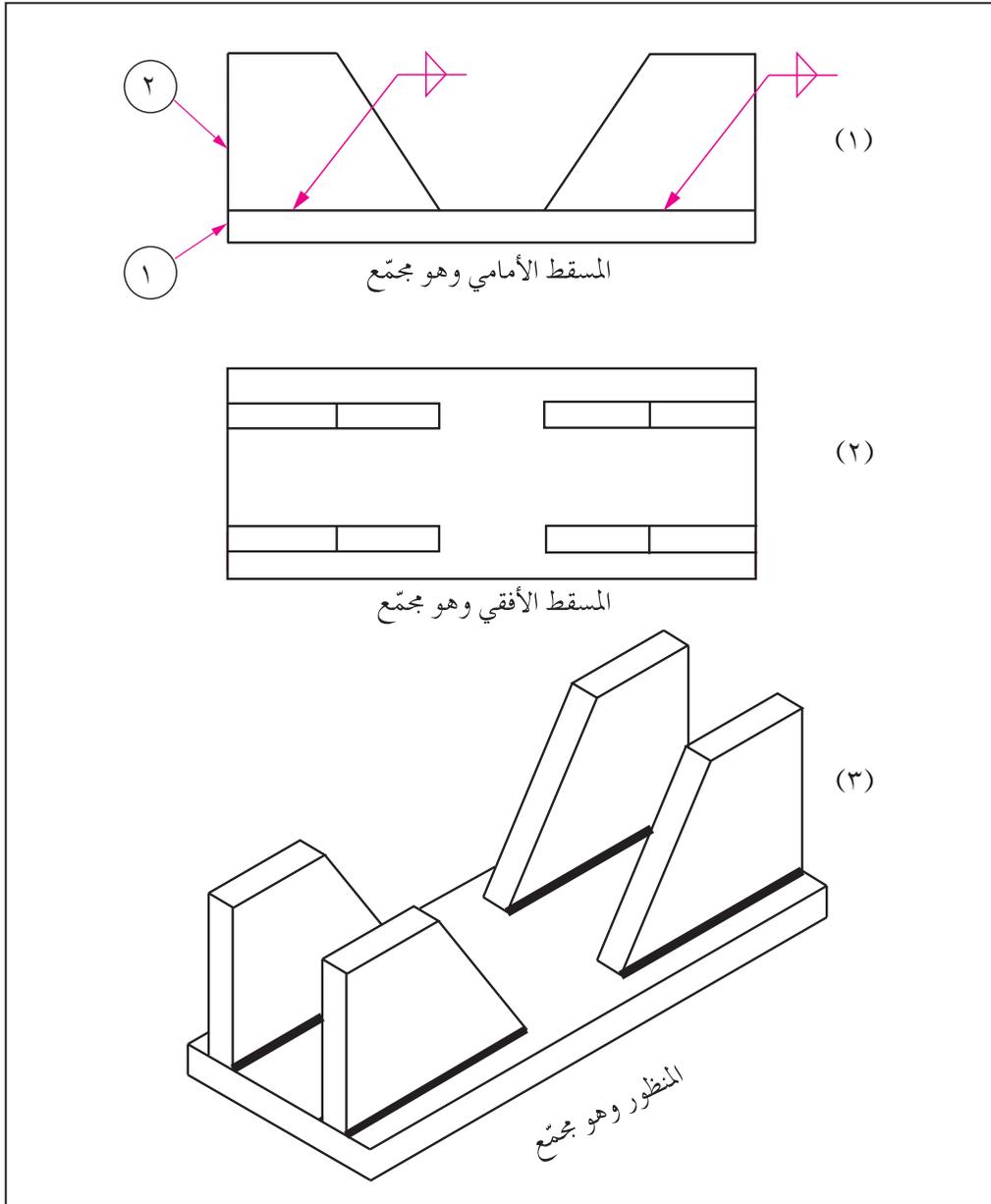
٣- المنظور بعد تجميعه.



الشكل (٣-١٦): مساقط القطع المطلوب تجميعها باللحام.

الحل

بيّن الشكل (٣-١٧) الآتي حل المثال السابق.



الشكل (٣-١٧): المنظور والمساقط بعد تجميعها.

ب- البرشمة (Riveting): تستخدم لربط الصفائح المعدنية الرقيقة، مثل ألواح الصاج، وشبائيك الألمنيوم، وذلك باستخدام مسامير البرشام بعد إدخالها في ثقوب محددة، ثم ضغط طرفيها باستخدام أداة خاصة لذلك (فرد التباشيم)، أو بالطرق إذا كانت القطع سميكة نسبيًا. ويتكون مسمار البرشام (Rivet) من رأس وجسم أسطواناني بحيث تقفل الجهة الأخرى على القطعتين المطلوب تثبيتهما، ويبيّن الشكل (٣-١٨) بعض أشكال مسامير البرشام.



الشكل (٣-١٨): مسامير البرشام الشائعة الاستخدام.

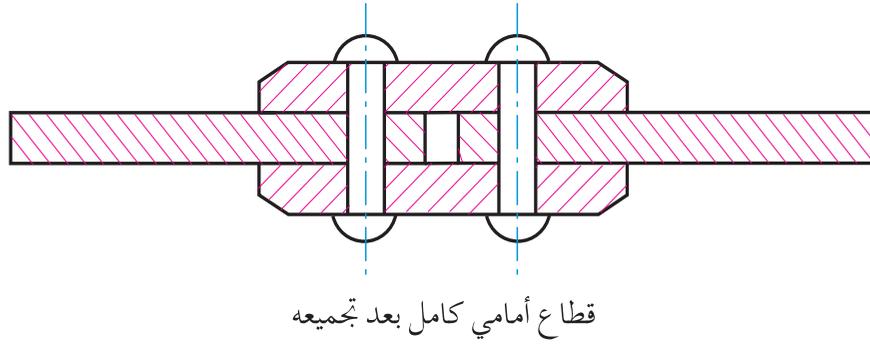
مثال (٣-٣)

يبيّن الشكل (٣-١٩) مساقط القطع المعدنية المطلوب تثبيتها بمسامير البرشام للحصول على وصلة تناكبية مزدوجة.

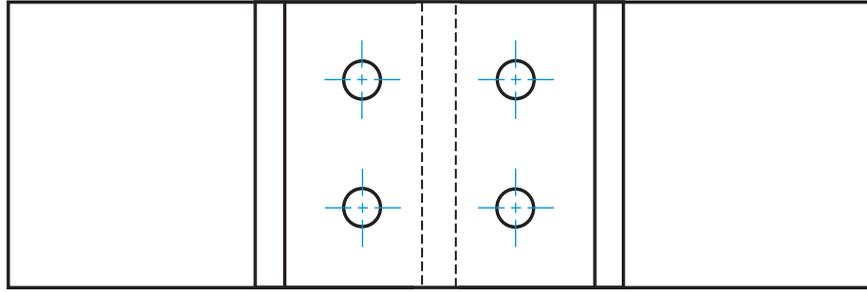
ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي:

١- قطاع أمامي كامل بعد تجميعه.

٢- مسقط أفقي بعد تجميعه.



قطاع أمامي كامل بعد تجميعه



المسقط الأفقي بعد تجميعه

الشكل (٣-٢٠): مساقط قطع ميكانيكية.

وسائل الربط المؤقتة

٢

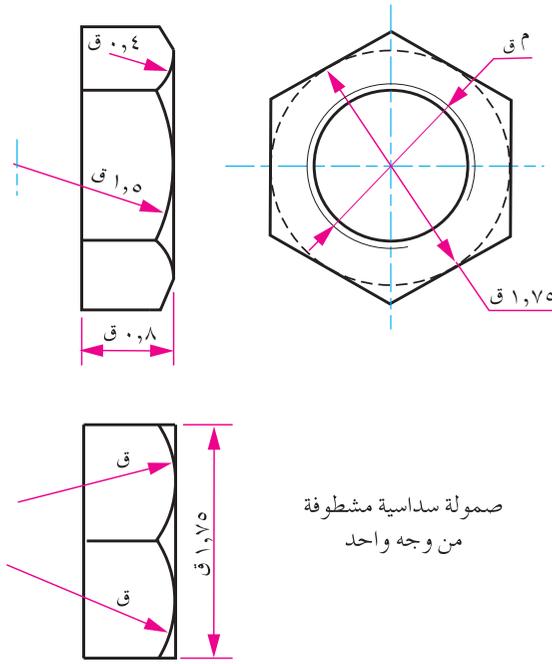
هي وسائل تُستخدم لربط القطع بعضها ببعض، ثم تفكّ من دون إتلاف أيّ منها، أو كسرهما، علمًا بأنّ هذه القطع هي قطع قياسية (Standard) ومتوافرة بكثرة في المشاغل والمصانع، وتصنّف وسائل الربط المؤقتة إلى مجموعات عدّة، منها:

أ - مجموعة البراغي المسننة والصواميل والحلقات: تتكون كلّ مجموعة من برغي و صمولة، لهما المواصفات الهندسية والإنتاجية نفسها، كما هو مبين في الشكل (٣-٢١).



الشكل (٣-٢١): البراغي والصواميل.

الصواميل (Nuts).



صمولة سداسية مشطوفة
من وجه واحد

(ب) أبعاد الصمولة السداسية بدلالة القطر (ق).

الشكل (٣-٢٣).

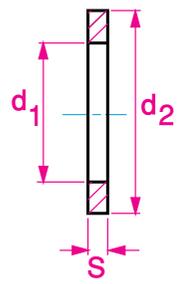
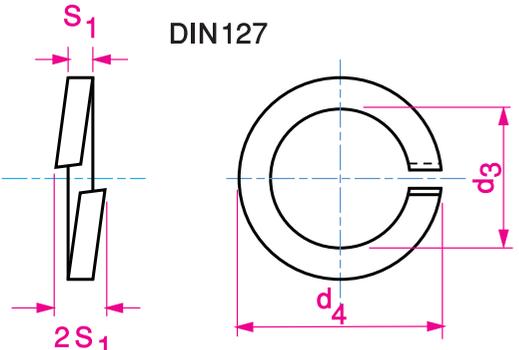
أمّا إذا لم تكن أبعاد البرغي المطلوب قياسيةً فإن ذلك يتطلب منك تحديد أبعاده جميعها، كطوله، وطول الجزء المسنن فيه باستخدام جداول خاصة، كالجداول (١-٣)، و(٢-٣)، و(٣-٣).

الجدول (١-٣): جدول أبعاد البرغي والصواميل.

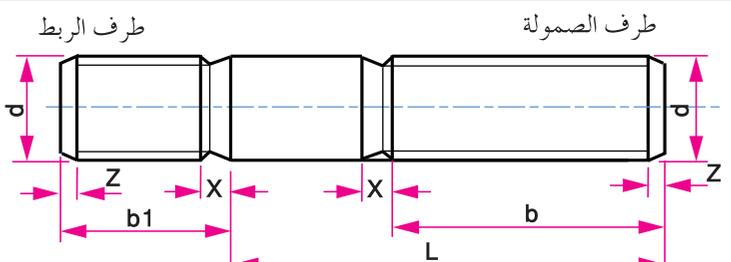
DIN931		DIN934								
مسمار ذو رأس مسدس (DIN 931) ، صمولة مسدسة (DIN 934)										
M30	M24	M20	M16	M12	M10	M8	M6	M5	M4	SW
46	36	30	24	11	17	13	10	8	7	SW
51	40	33.6	26.8	21.1	18.9	14.4	11	8.9	7.8	e
19	15	13	10	8	7	5.5	4	3.5	2.8	k
66	54	46	38	30	26	22	18	16	14	b
24	19	16	13	10	8	6.5	5	4	3.2	m

اعلم أن M30 تعني ٣.٠ م

الجدول (٣-٢): جدول الحلقات (الرونديلات) الزنبركية.

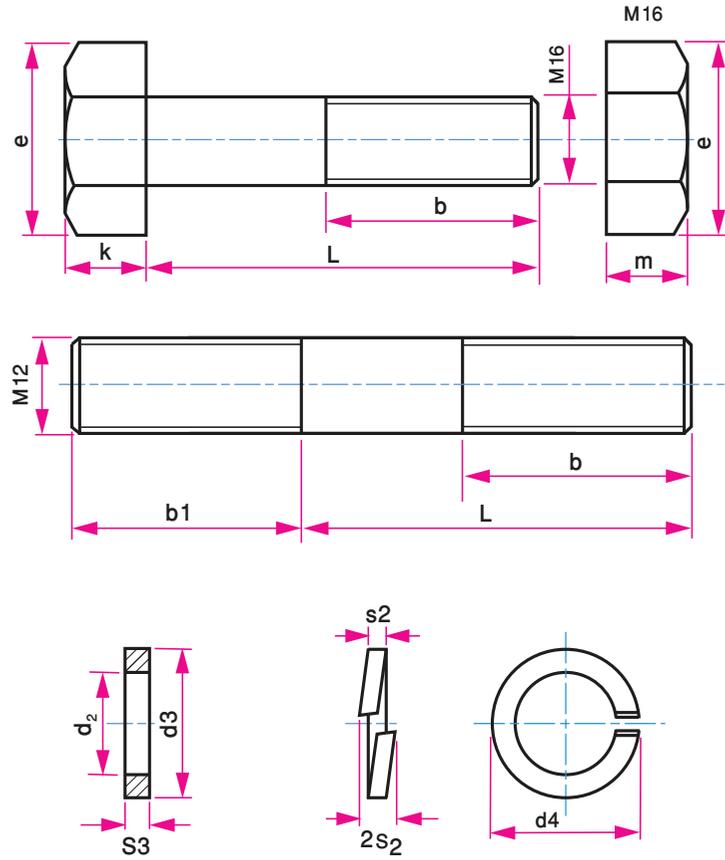
DIN 125		DIN 127								
										
حلقة (DIN 125) ، حلقة نابضة B (DIN 127)										
M30	M24	M20	M16	M12	M10	M8	M6	M5	M4	
31	25	21	17	13	10.5	8.4	6.4	5.3	4.3	d ₁
56	44	37	30	14	21	17	12.5	10	9	d ₂
30.5	24.5	20.2	16.2	12.2	10.1	8.1	6.1	5.1	4.1	d ₃
48.2	40	33.6	27.4	21.1	18.1	14.8	11.8	9.2	7.6	d ₄
4	4	3	3	2.5	2	1.6	1.6	1	0.8	S
6	5	4	3.5	2.5	2.2	2	1.6	1.2	0.9	S ₁

الجدول (٣-٣): جدول أبعاد الأوتاد (مسامير الجاويط) (STUD).

طرف الربط		طرف الصمولة			
					
- في حالة مسامير الفولاذ، فإن (DIN 938) $b_1 = d$ - في حالة مسامير حديد الزهر الرمادي، فإن (DIN 939) $b_1 = 1.25 d$ - في حالة مسامير سبائك الألمنيوم، فإن (DIN 835) $b_1 = 2 d$					
() L	b	Z	X	d	
100	35	26	2.2	3.5	M10
120	40	30	2.5	4	M12
160	50	38	3	5	M16
200	60	46	3.5	6	M20
240	70	54	4.5	7	M24
300	80	66	5	8	M30
(١) تدرُّج الأطوال : 35 ، 40 ، 45 ، 50 ، 55 ، 60 ، 65 ، 70 ، 75 ، 80 ، 85 ، 90 ، 95 ، 100 ، 105 ، 110 ، 115 ، 120 ، 125 ، 130 ، 135 ، 140 ، 145 ، 150 ، 155 ، 160 ، 165 ، 170 ، 175 ، 180 ، 185 ، 190 ، 195 ، 200 ، 205 ، 210 ، 215 ، 220 ، 225 ، 230 ، 235 ، 240 ، 245 ، 250 ، 255 ، 260 ، 265 ، 270 ، 275 ، 280 ، 285 ، 290 ، 295 ، 300					

بيّن الشكل (٣-٢٤) عددًا من عناصر الربط (البراغي والصواميل) المستخدمة في ربط المشغولات. استخدام الجداول السابقة لتحديد أبعاد القطع الآتية:

- برغي م١٦ (M16)
- صمولة م١٦ (M16)
- وتد م١٢ (M12)
- حلقة زنبركية م١٦ (M16)



الشكل (٣-٢٤): عدد من عناصر الربط.

بيّن الشكل (٣-٢٥) مساقط أجزاء ملزمة مواسير (Pipe Clamp).

ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي:

١- قطاع أمامي كامل بعد تجميعه. ٢- مسقط أفقي كامل بعد تجميعه.

١

٢

٤

١,٢٥ × ١,٢٥

٣

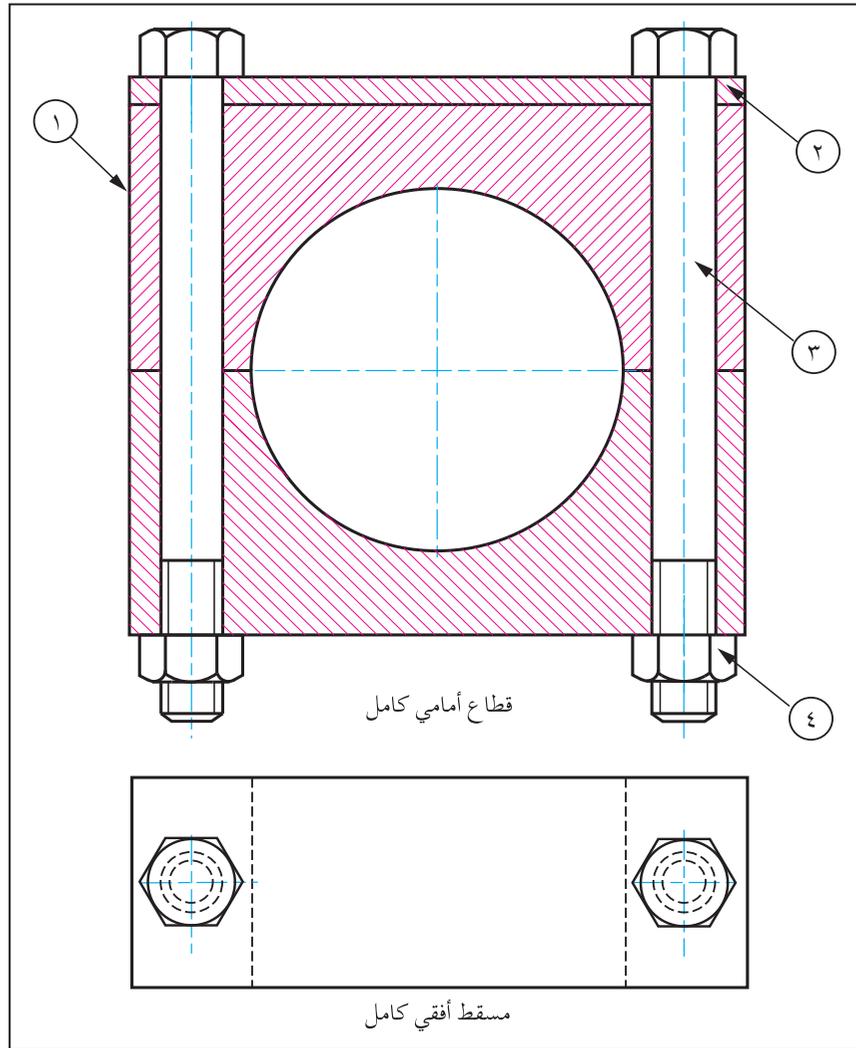
١,٢٥ × ٢٢ × ٩٣ × ١,٢٥

٤	صمولة سداسية	فولاذ	٢
٣	برغي ذو رأس سداسي	فولاذ	٢
٢	غطاء حماية	فولاذ	١
١	جسم الملزمة	فولاذ	٢
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٢-٢٥): أجزاء ملزمة المواسير.

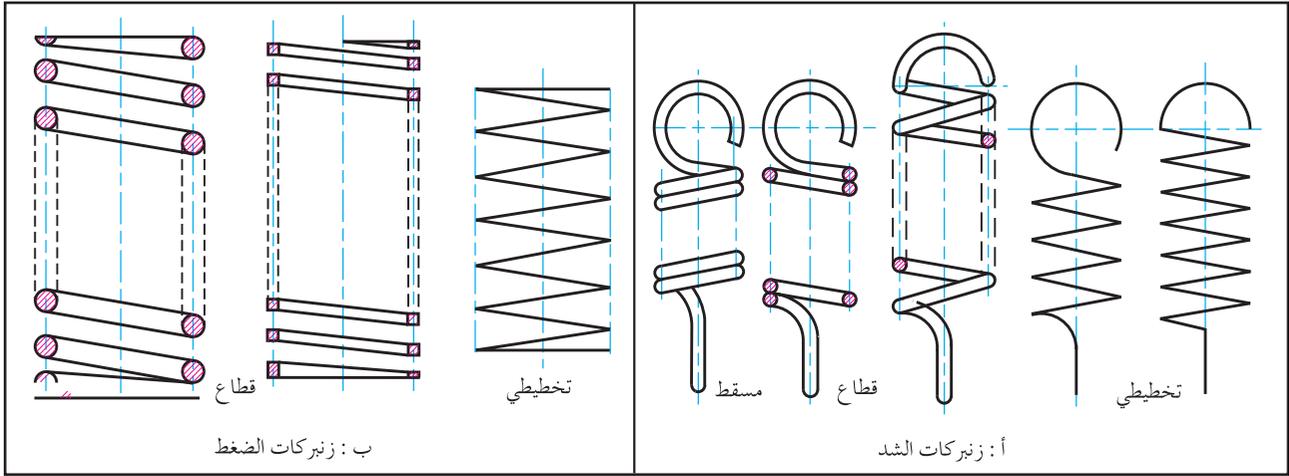
الحل

بيّن الشكل (٣-٢٦) الآتي حل المثال (٤):



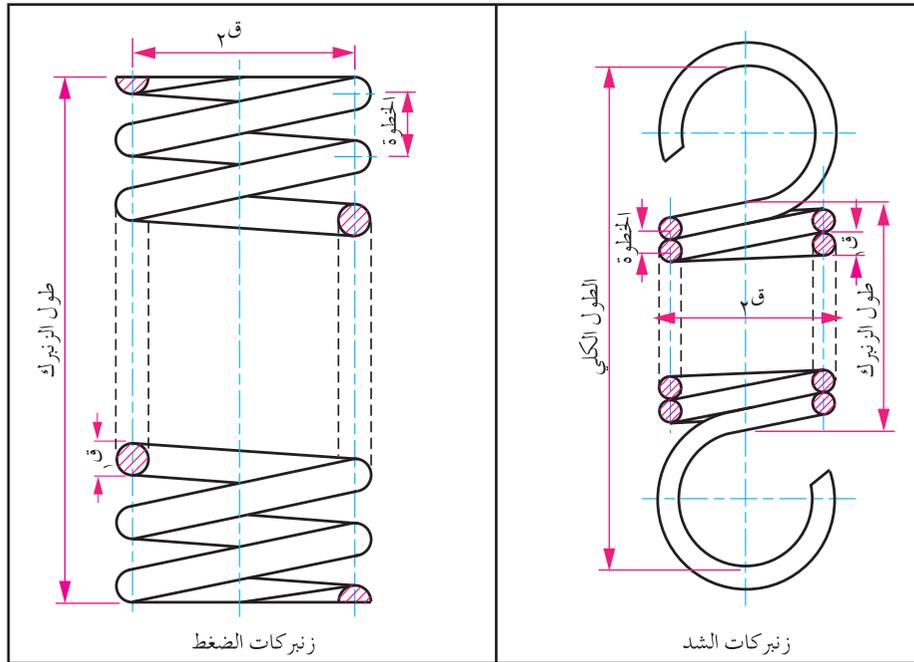
الشكل (٣-٢٦): المقطع والمقطع المطلوبان بعد تجميعهما.

ب- الزنبركات (النوابض) Springs: يبيّن الشكل (٣-٢٧) نوعين من الزنبركات، إذ يمثّل الشكل (٣-٢٧ أ) زنبركات الشد، ويمثّل الشكل (٣-٢٧ ب) زنبركات الضغط.



الشكل (٣-٢٧): زنبركات الشد والضغط.

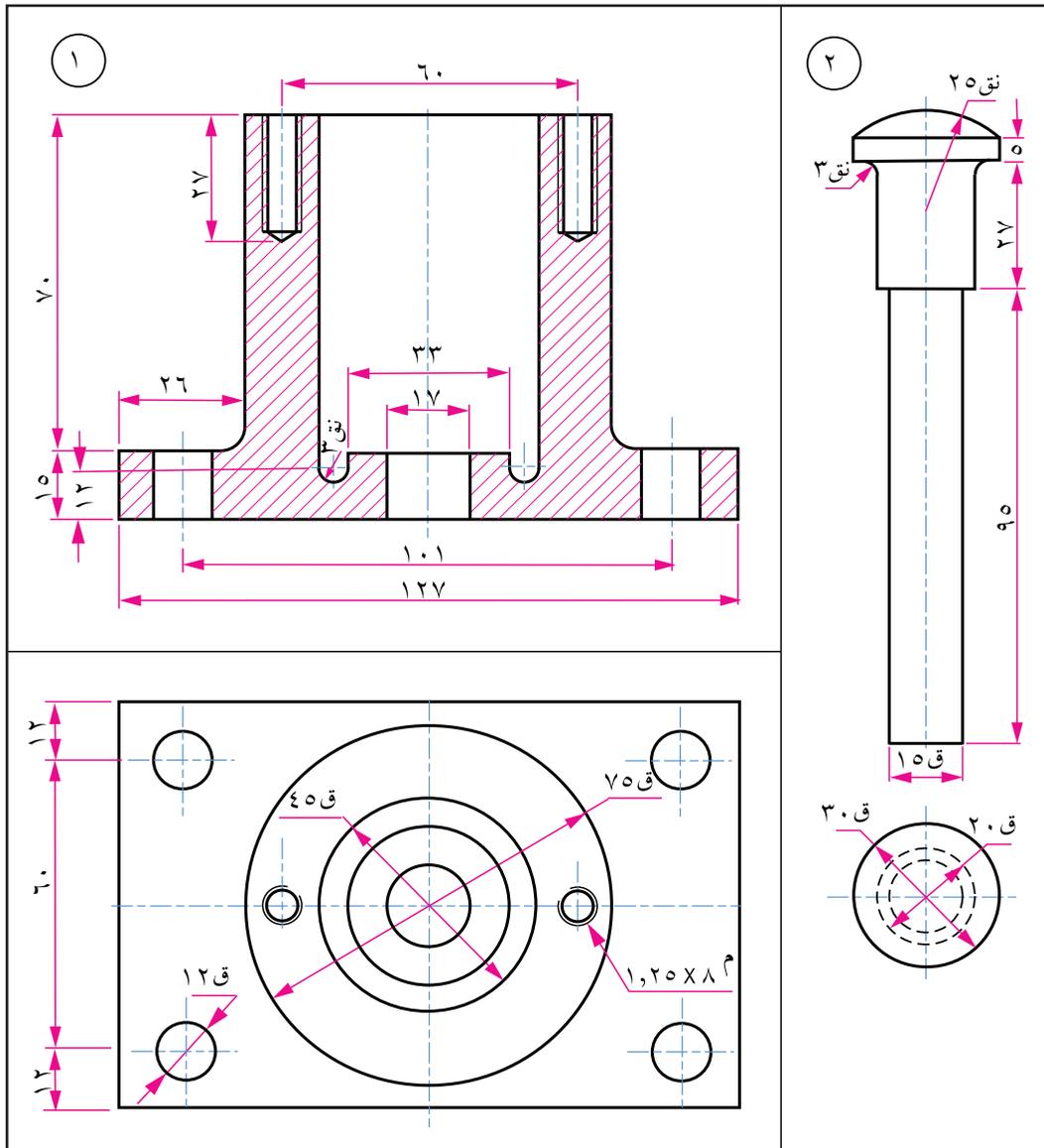
يبيّن الشكل (٣-٢٨) أبعاد زنبرك الشد والضغط المطلوبة في الرسم التجميعي للتركيبة الميكانيكية.



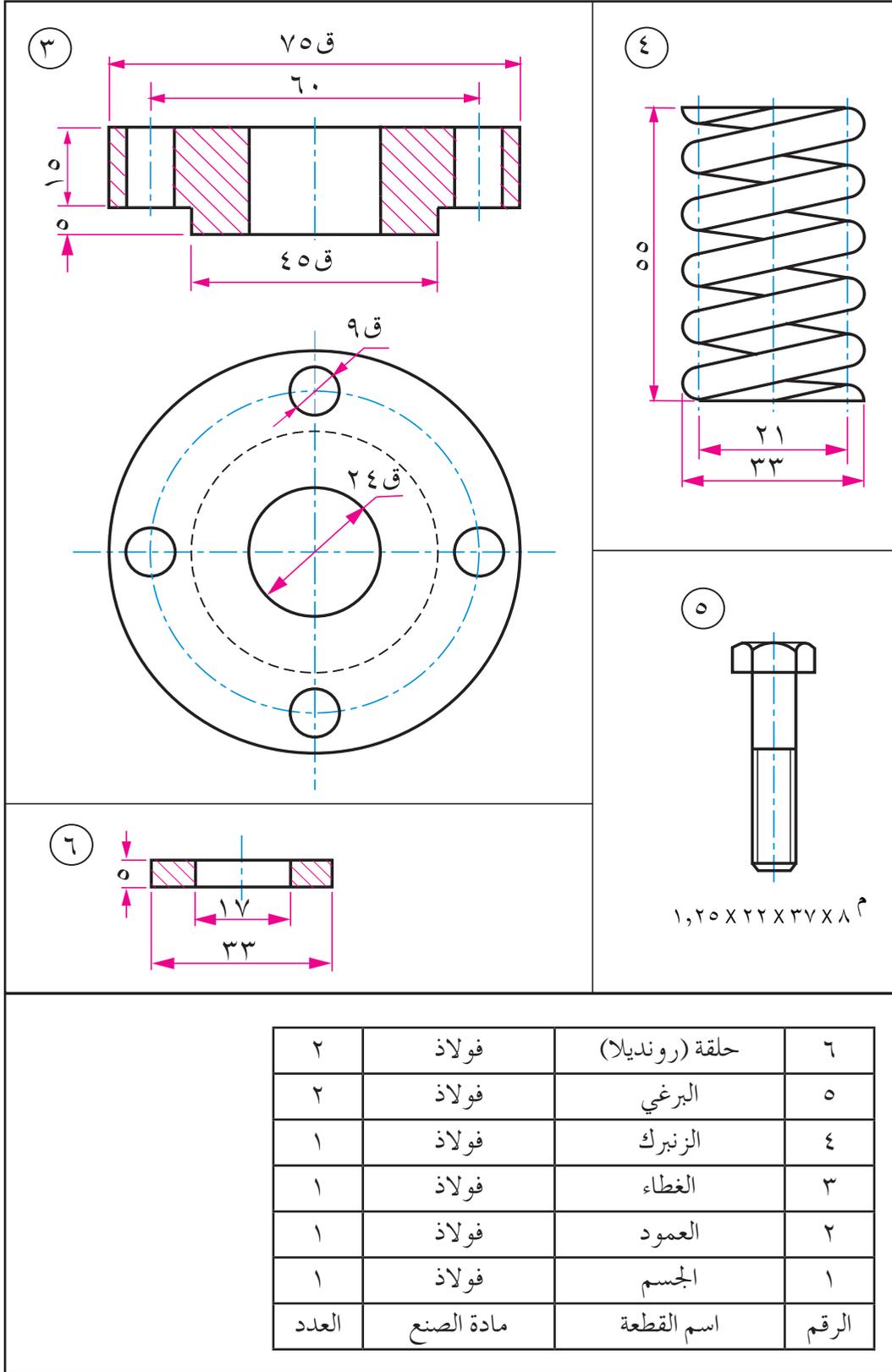
الشكل (٣-٢٨): أبعاد زنبرك الشد والضغط.

مثال (٣-٥)

بيِّن الشكل (٣-٢٩) مساقط أجزاء ممتص الصدمة (مصدّ) (shock absorber).
ارسم بمقياس رسم (١:١) قطاعه الأمامي مجمعًا.



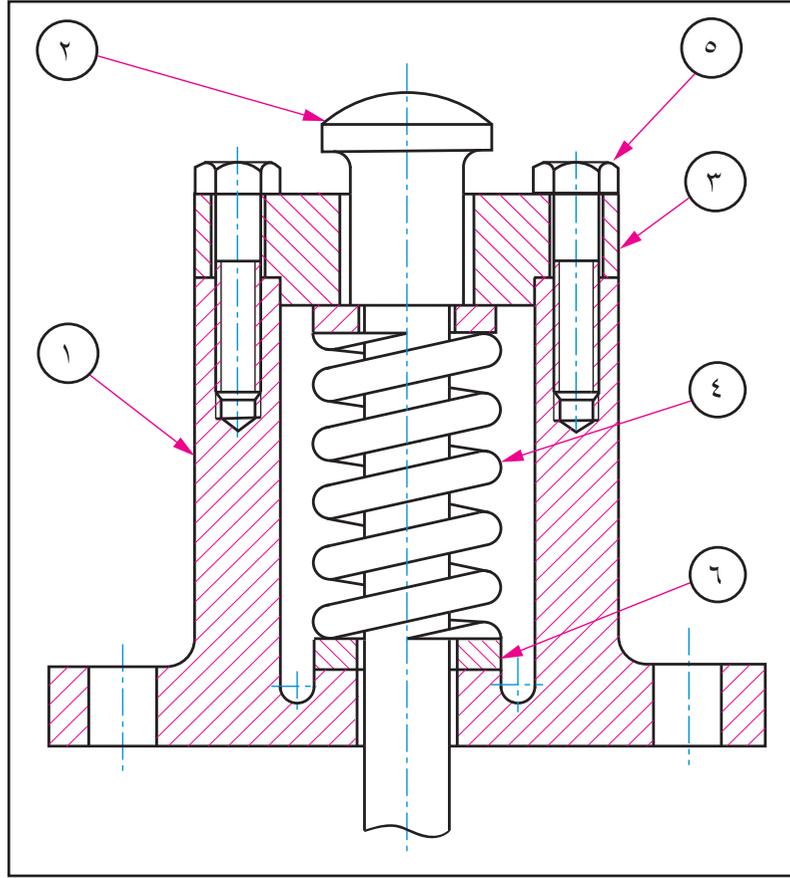
المسقط الأفقي.



الشكل (٣-٢٩): أجزاء ممتص الصدمة (مصدّ).

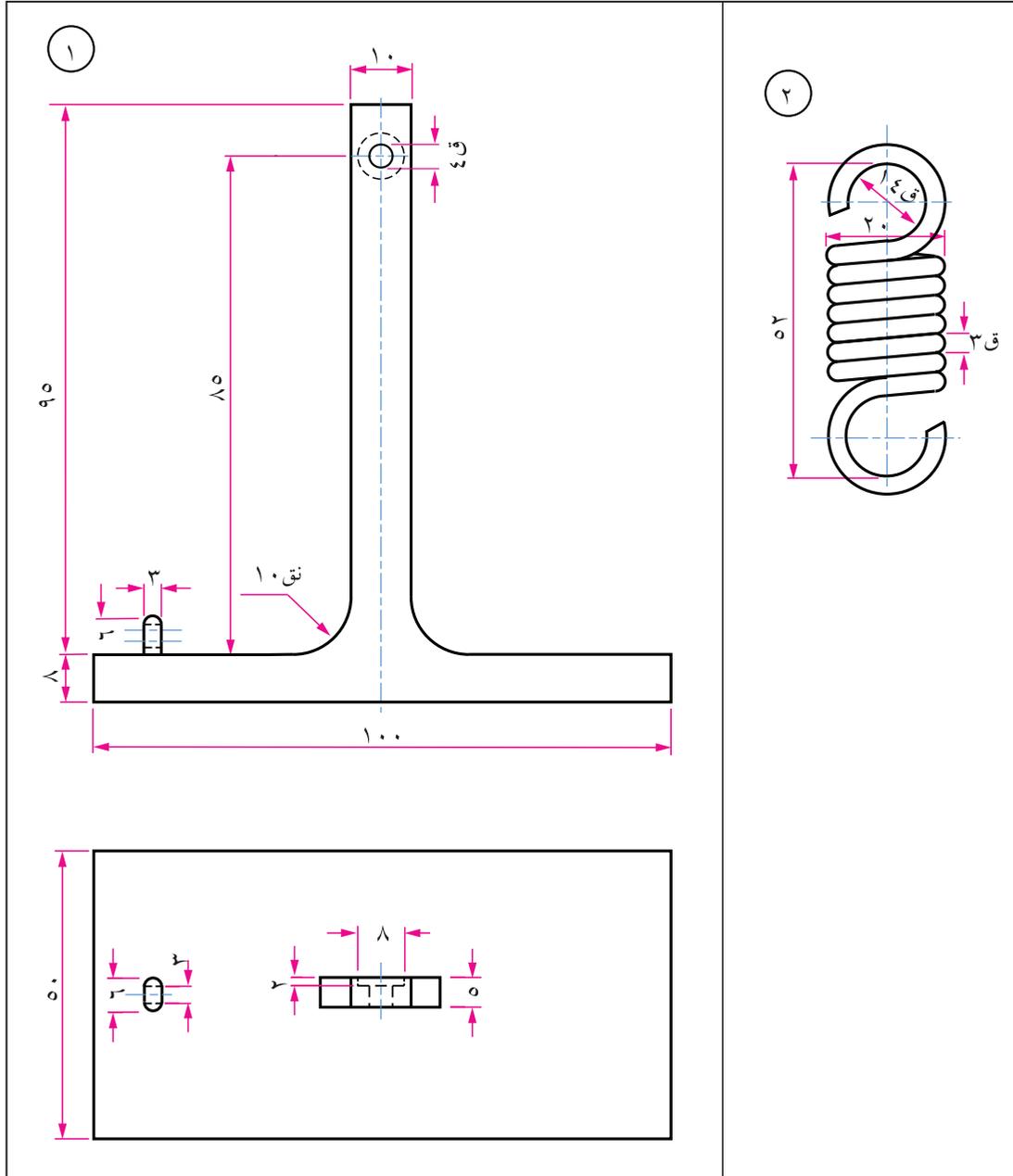
الحل

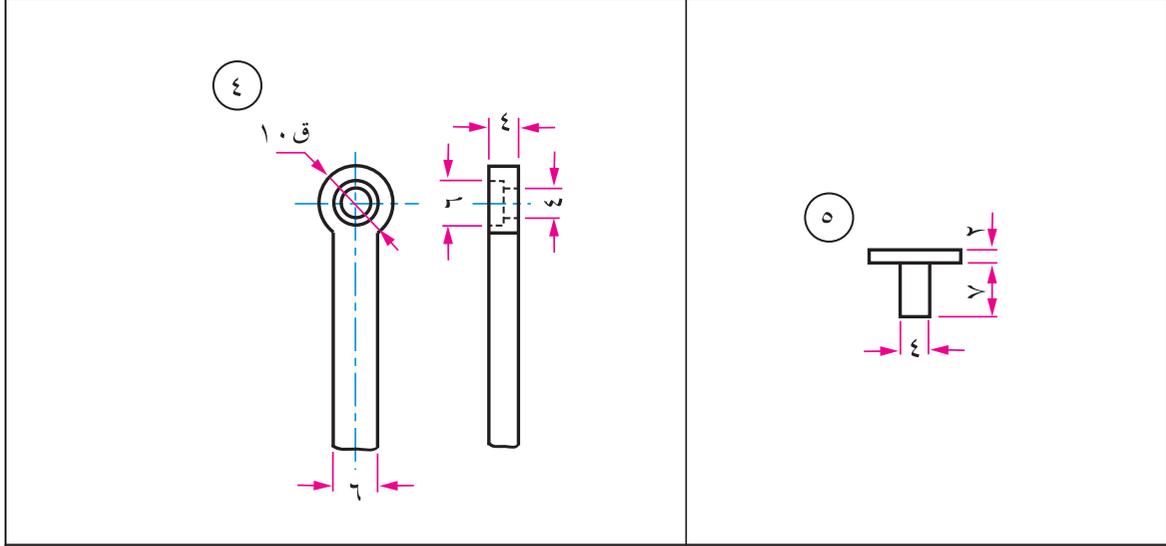
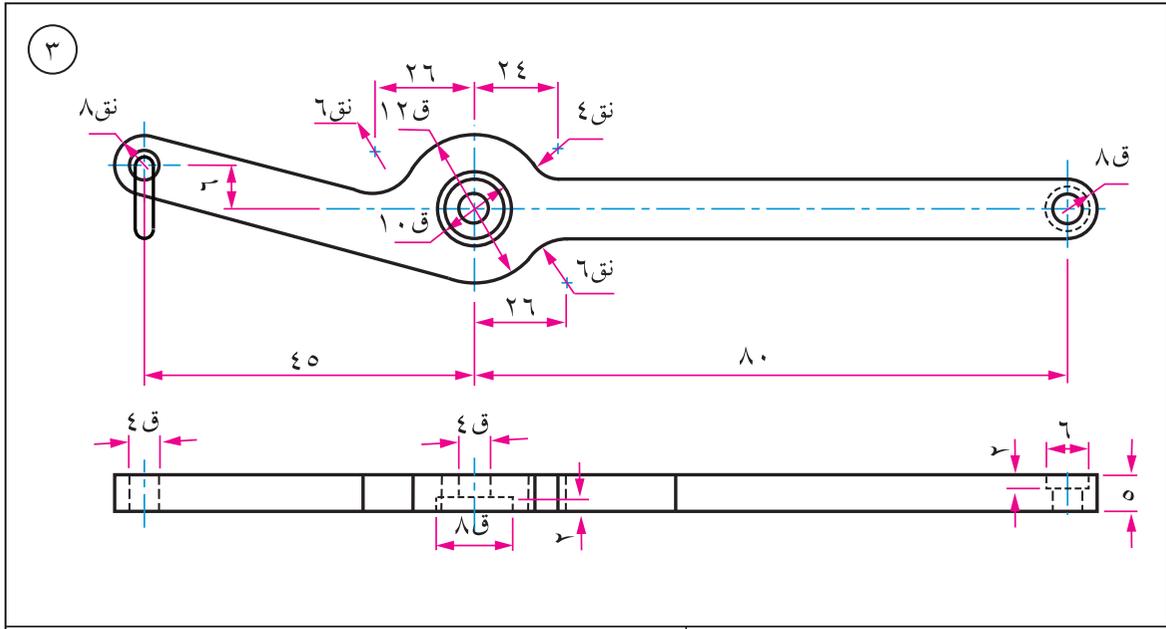
يبين الشكل (٣-٣٠) حل المثال (٥):



الشكل (٣-٣٠): القطاع الأمامي بعد تجميعه.

يبين الشكل (٣-٣١) مساقط أجزاء جهاز يعتمد على زنبرك شدّ (Tension Spring).
ارسم بمقياس رسم (١:١) قطاعه الأمامي مجمّعا.



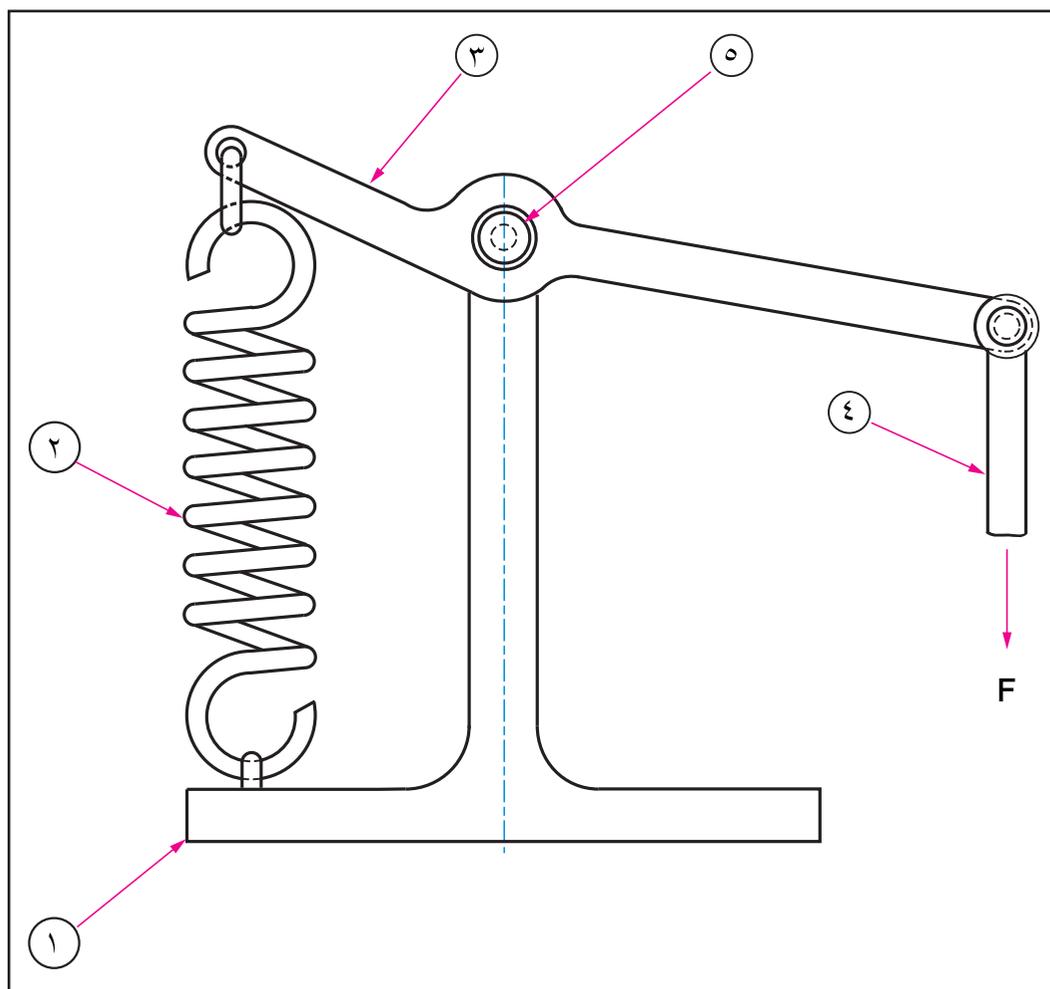


٥	مسمار البرشام	فولاذ	٢
٤	ذراع القوة	فولاذ	١
٣	الذراع	فولاذ	١
٢	زنبرك الشد	فولاذ	١
١	القاعدة	فولاذ	١
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٣-٣١): أجزاء جهاز يعتمد على زنبرك الشد.

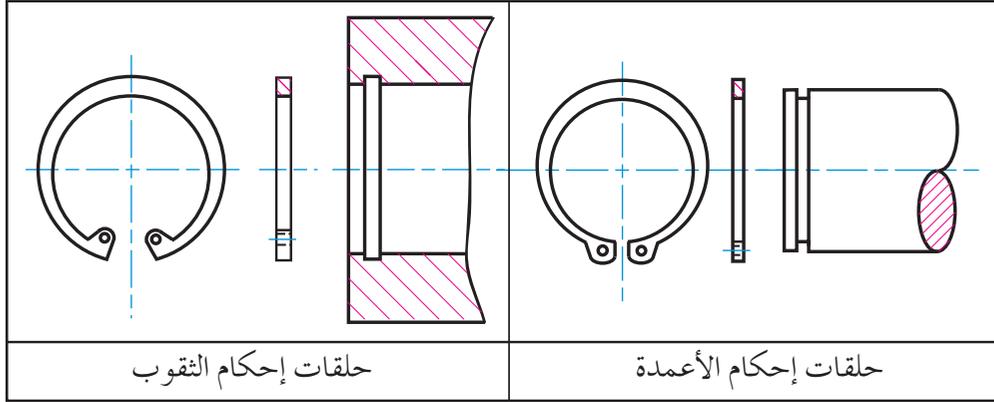
الحل

يبيّن الشكل (٣-٣٢) حل المثال (٦):



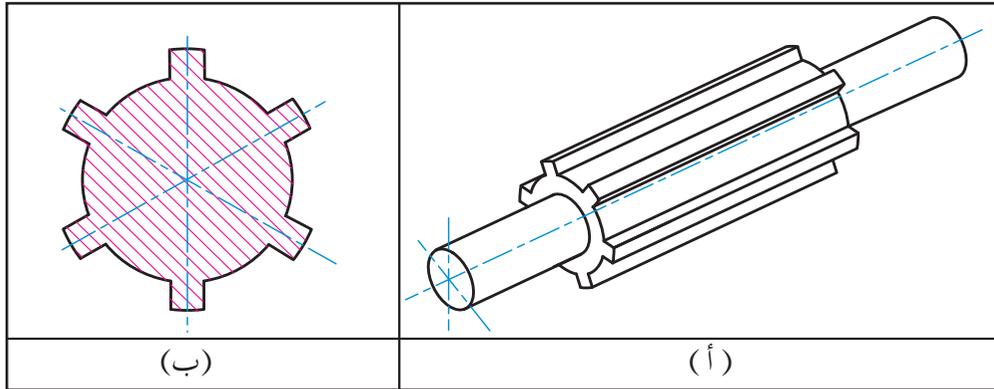
الشكل (٣-٣٢): المسقط الأمامي بعد تجميعه.

ج- حلقات الإحكام (Locking Rings): يتمثل عمل هذه الحلقات في تحديد مقدار الإزاحة الطولية لأجزاء التركيبات على الأعمدة داخل الثقوب. ويبيّن الشكل (٣-٣٣) قياسات حلقات الإحكام لكل من الأعمدة والثقوب.



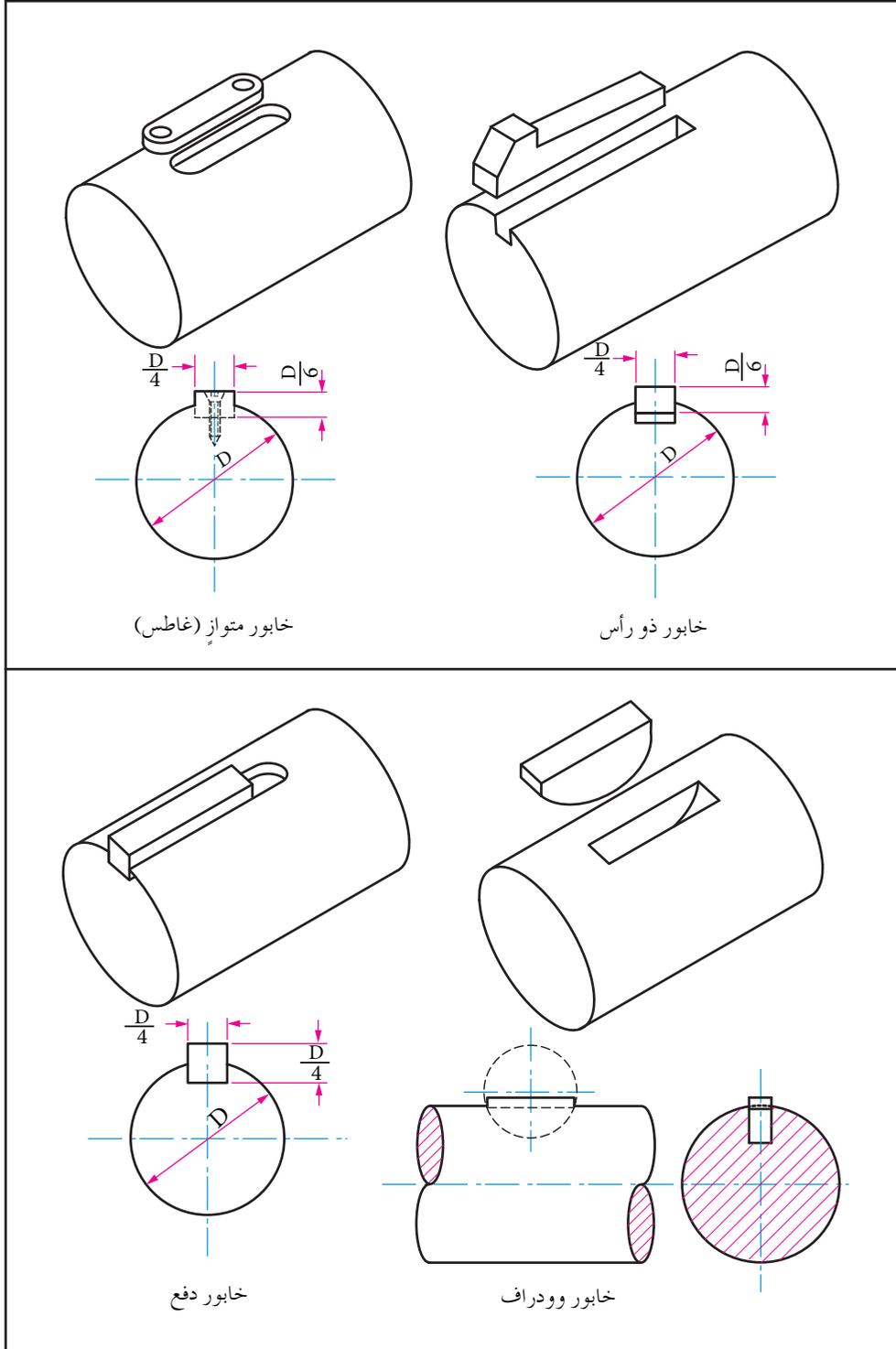
الشكل (٣-٣٣): حلقات إحكام الأعمدة والثقوب.

د- الأعمدة المخددة (Splined Shafts): يبيّن الشكل (٣-٣٤) عموداً مخدّداً، وسرّة ذات أحادييد للوصلات المعرضة لإجهادات عالية بين الأعمدة وسرر العجلات والقوابض وغيرها من أجزاء الآلات.



الشكل (٣-٣٤): عمود مخدّد، وسرّة ذات شقوب.

هـ- وصلات الخوابير: تستخدم الخوابير العادية لوصل الأعمدة ببيكرات السيور والمسننات والقارنات، ويبيّن الشكل (٣-٣٥) أنواعاً عدّة مختلفة من الخوابير.



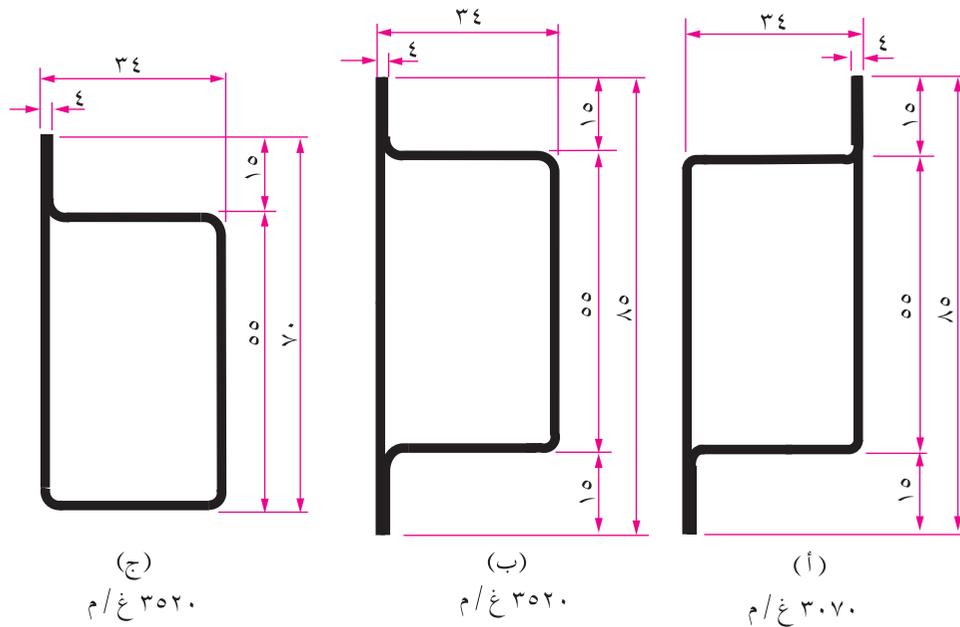
الشكل (٣-٣٥): أنواع عدّة مختلفة من الخوابير.

١

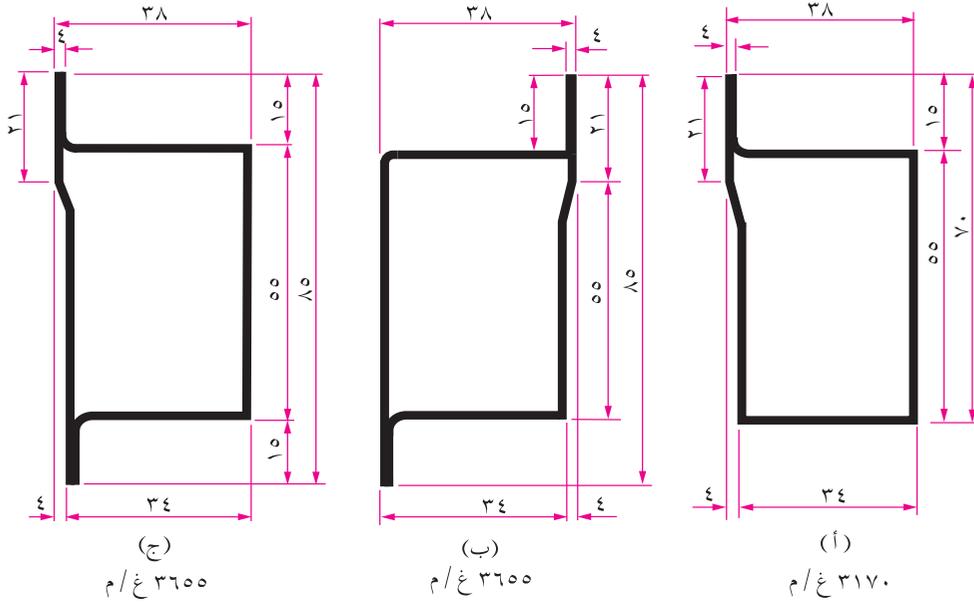
مقاطع الفاصون المصنوع من الحديد المضغوط (الفاصون المفرغ) يبيّن الشكل (٣-٣٦) مقاطع الحديد المضغوط (الفاصون المفرغ)، وتستخدم هذه المقاطع في أدلة الاستعمال (الكتالوجات) الفنية، ويبيّن الشكل (٣-٣٦ أ) عموداً على شكل حرف (Z) يستخدم في عمل الدرفة، ويمثّل الشكل (٣-٣٦ ب) عموداً على شكل حرف (T) يستخدم قاطعاً بين الدرف، ويمثّل الشكل (٣-٣٦ ج) عموداً على شكل حرف (L) يستعمل للحلق، وتحدّد الأبعاد الفنية على الرسم التنفيذي، ويعطى وزن المتر الواحد أسفل كلّ مقطع، ويوجد منه نوعان:

أ - مقطع ذو سطوح مستوية، كما في الشكل (٣-٣٦).

ب - مقطع في أحد سطوحه انحناء، كما في الشكل (٣-٣٧).



الشكل (٣-٣٦): مقاطع حديد مضغوط (فاصون مفرغ) ذو سطوح مستوية.

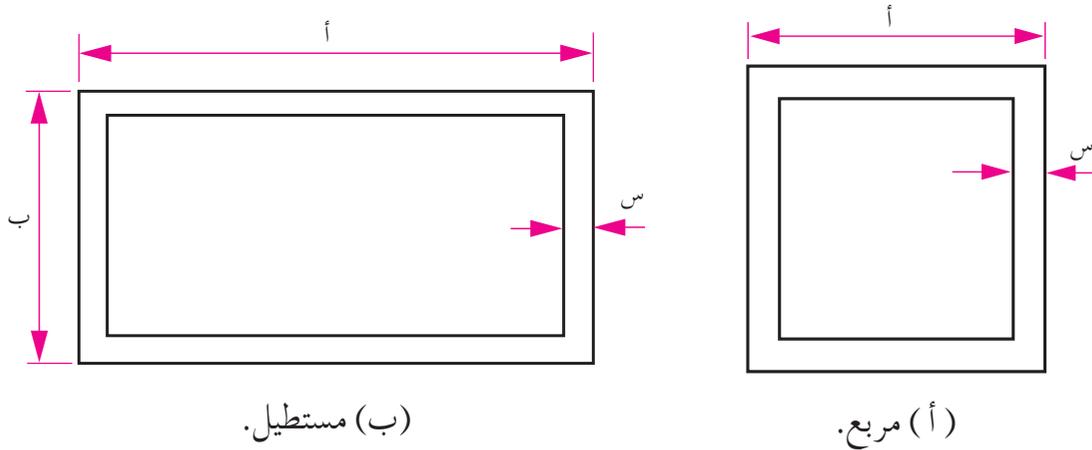


الشكل (٣-٣٧): مقاطع حديد مضغوط (فاصون مفرغ)، أحد سطوحه منحني.

مقاطع الحديد المضغوط المفرغ

٢

هي أعمدة ذات مقطع مربع أو مقطع مستطيل، تستعمل للأغراض العامة، ويمكن استخدامها لعمل الأبواب والشبابيك. ويمثل الشكل (٣-٣٨/أ) مقطعاً عرضياً مربعاً لعمود مفرغ يُبْنَى طول ضلعه وسمكه، ويبيّن الجدول (٢-٤) كتلة المتر الواحد للمقطع المربع، ويمثل الشكل (٣-٣٨/ب) مقطعاً عرضياً مستطيلاً لعمود مفرغ، يُبْنَى طولُه وعرضه وسمكه، أما الجدول (٢-٥) فيبيّن كتلة المتر الواحد للمقطع المستطيل.



الشكل (٣-٣٨).

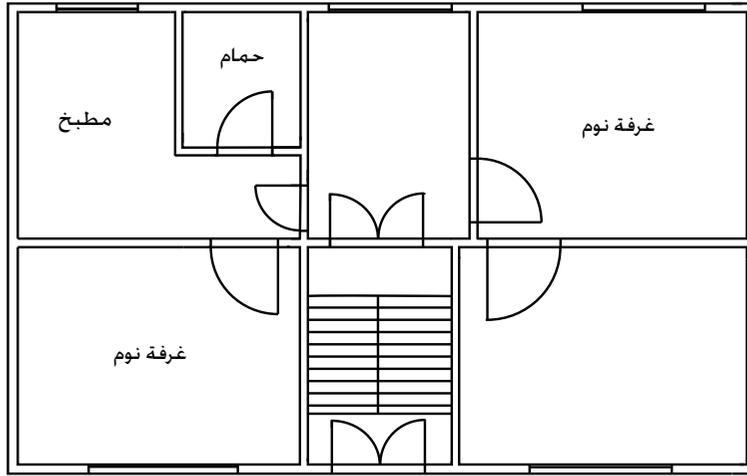
الجدول (٣-٤): الكتلة كغ/م للمقطع المربع. الجدول (٣-٥): الكتلة كغ/م للمقطع المستطيل.

كتلة المتر الواحد		القياسات		
كغ	غ	س	ب	أ
١	٣٣٠	١,٥	٢٠	٤٠
		١,٦	٢٥	٥٠
١	٦١٠	٢	٣٠	٥٠
١	٨٢٠	٢	٣٠	٦٠
١	٦٨٠	٣	٣٠	٦٠
٣	٣١٠	٣	٤٠	٧٠
٢	٤٦٠	٢	٤٠	٨٠
٣	٦٣٠	٣	٤٠	٨٠
٤	٥٨٠	٣	٥٠	١٠٠
٥	٥٣٠	٣	٦٠	١٢٠

كتلة المتر الواحد		القياسات		
كغ	غ	س	ب	أ
-	٧٥٠	١,٢٥	٢٠	٢٠
-	٩٥٠	١,٢٥	٢٥	٢٥
١	١٠٠	١,٢٥	٣٠	٣٠
١	٥٨٠	٢	٤٠	٤٠
٢	٣٠	٢	٥٠	٥٠
٣	٦٣٠	٣	٦٠	٦٠
٥	٥٨٠	٣	٧٠	٧٠
٤	٩٠٠	٣	٨٠	٨٠
٦	٤٢٠	٤	٨٠	٨٠
٥	٥٣٠	٣	٩٠	٩٠
٦	١٦٠	٣	١٠٠	١٠٠
٧	٤٣٠	٣	١٢٠	١٢٠

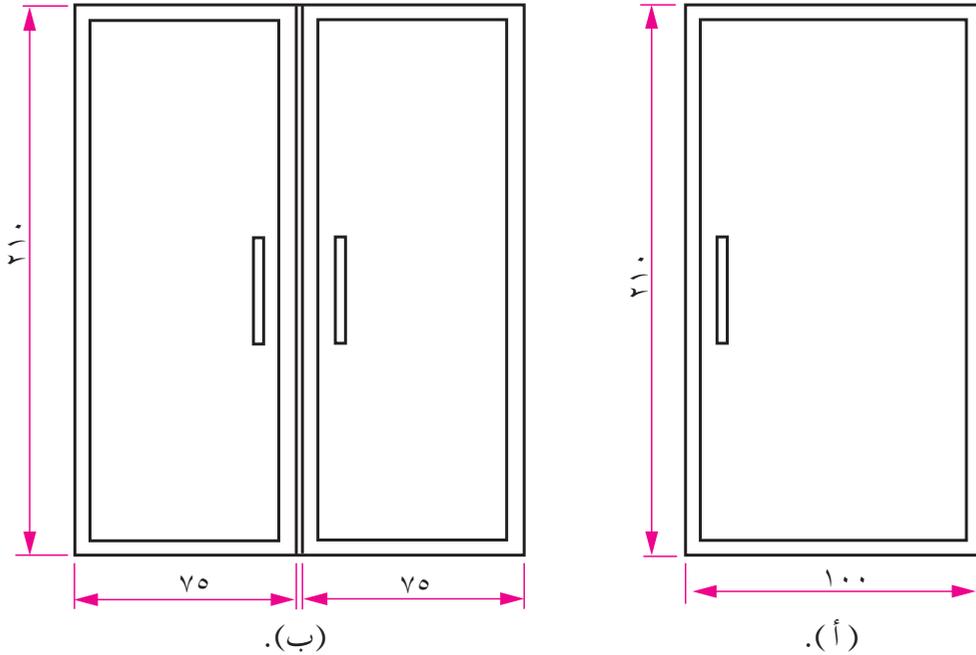
يُقصد بقراءة الرسوم التنفيذية استخراج المعلومات من هذه الرسوم حتى يستطيع الشخص المعني تنفيذ الأعمال المطلوبة، ولذلك يجب معرفة مقاطع الفاصون المفرغ، وفتحات الأبواب والشبابيك في الرسوم التنفيذية، لكي يسهل تجميع قطعها عند تركيبها.

١ المخطط الإنشائي الذي يوضح اتجاه فتحة الباب والشباك (درفة + درفتين)



الشكل (٣-٣٩): مخطط إنشائي يبين اتجاه فتح الباب.

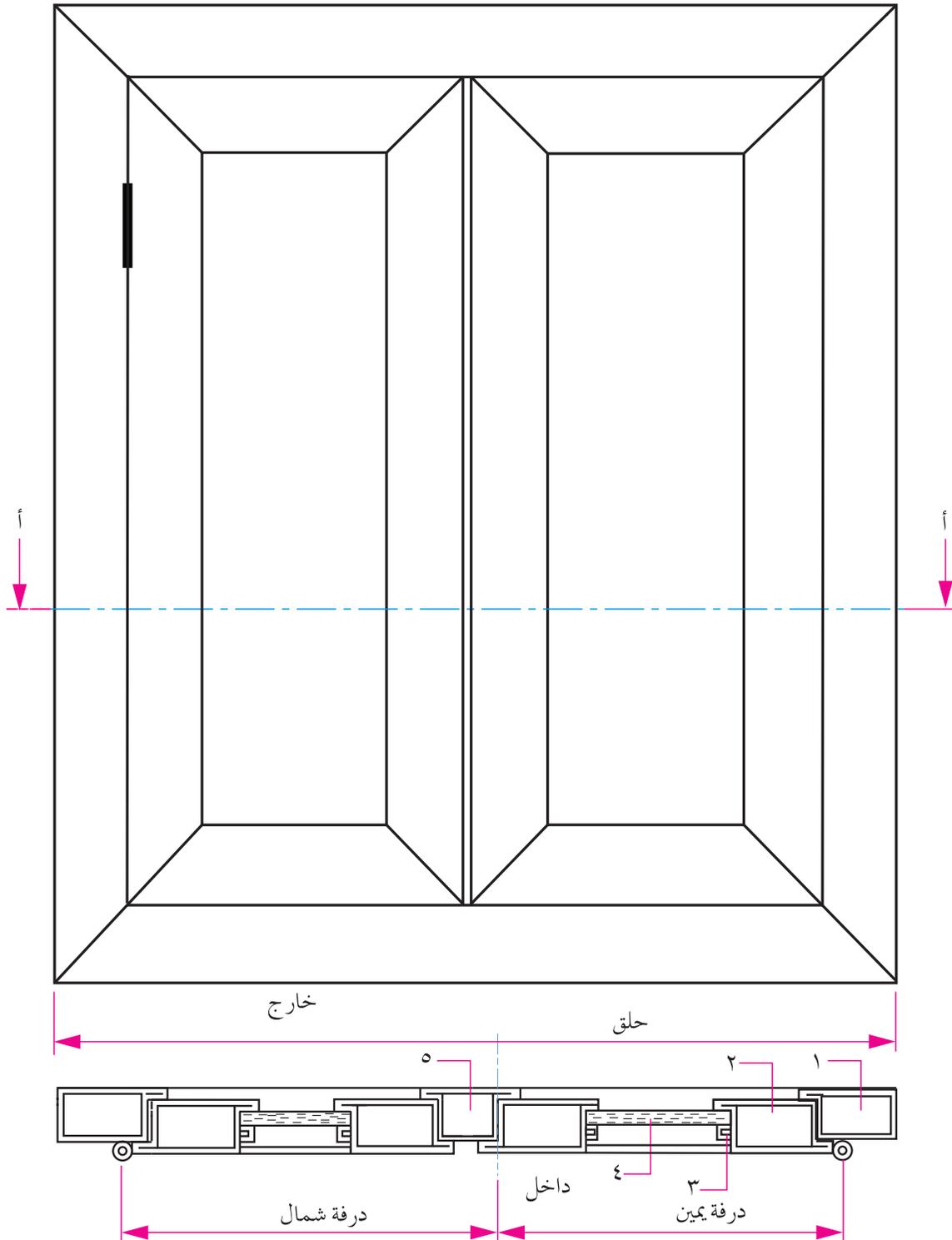
٢ رسم تخطيطي لباب ذي درفة وآخر ذي درفتين



الشكل (٣-٤٠/أ، ب): رسم تخطيطي لمكونات باب ذي درفة وآخر ذي درفتين.

تفاصيل مقاطع الفاصون المفرغ في القطاع الأفقي لباب ذي درفتين

تعدّ مقاطع الفاصون المفرغ من أهم المواد المستخدمة في صناعة الأبواب والشبابيك وغيرها. ويبيّن الشكل (٤١-٣) بابًا ذا درفتين، ومستوى القطع (أ-أ).



الشكل (٤١-٣): تفاصيل القطاع الأفقي لمقاطع الحلق والدرف لباب ذي درفتين.

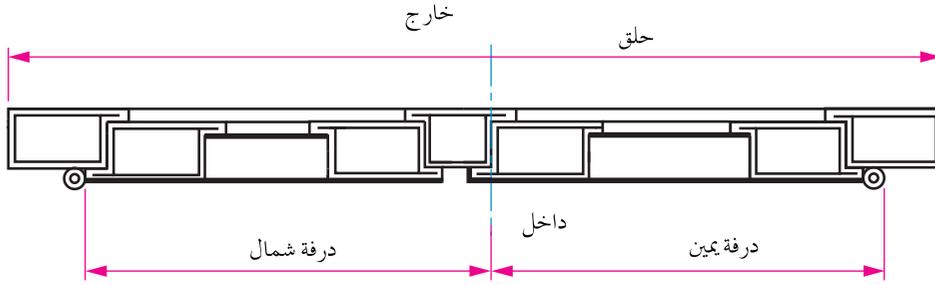
وتشير الأرقام المبينة على الرسم إلى ما يأتي:

(١) عمود حلق مقطعه على شكل حرف (L).

(٢) عمود مقطعه على شكل حرف (Z) يستعمل للدرفة.

(٣) بيشة. (٤) زجاج. (٥) عمود مقطعه على شكل حرف (T).

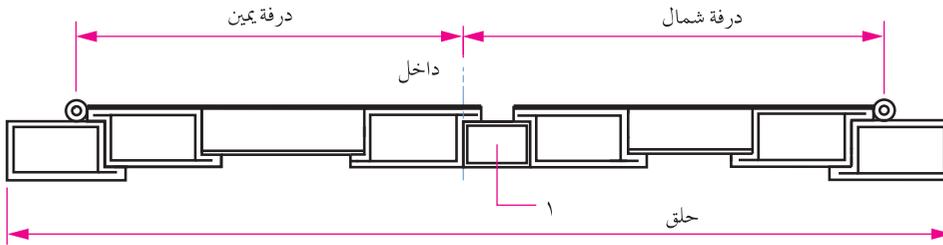
ويبين الشكل (٣-٤٢) تفاصيل المقطع الأفقي لباب كبس ذي درفتين.



الشكل (٣-٤٢): تفاصيل المقطع الأفقي لباب كبس ذي درفتين.

ويبين الشكل (٣-٤٣) باب كبس أيضًا، إلا أنه استخدم فيه عمود مفرغ ذو مقطع مستطيل

(القطعة رقم ١) من قياس مناسب بدلاً من قاطع على شكل حرف (T).

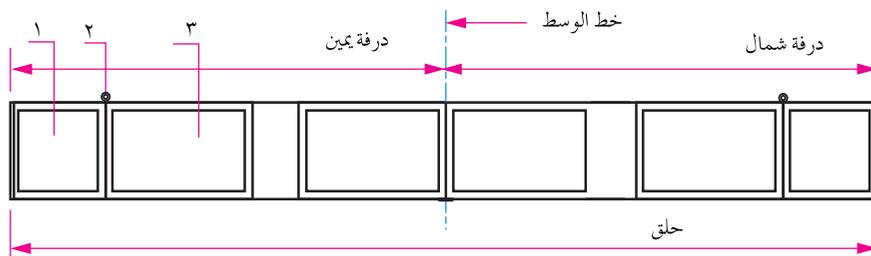


الشكل (٣-٤٣): باب كبس ذو عمود مفرغ مستطيل المقطع (القطعة رقم ١).

يمثل الشكل (٣-٤٤) مقطعاً لباب مصنوع من حديد مفرغ، استعمل لخلقه مقطع مربع، ولدرفه

مقطع مستطيل، وتشير الأرقام المبينة على الرسم إلى ما يأتي:

(١) عمود مقطع مربع (الحلق). (٢) مفصلة. (٣) عمود مقطع مستطيل (إطار درفة).

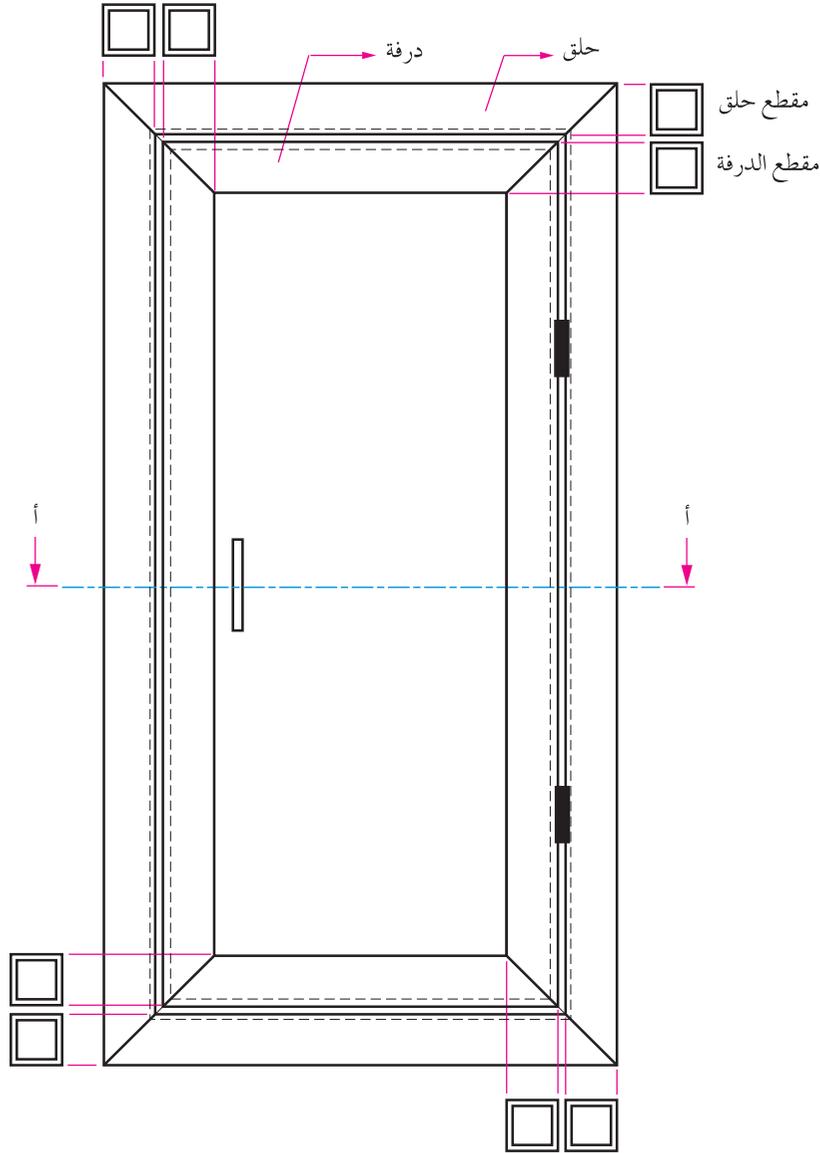


الشكل (٣-٤٤): مقطع باب، مقطع الحلق المربع، ومقطع الدرفة المستطيل.

مثال (٧-٣)

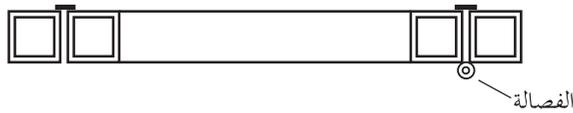
ويبين الشكل (٣-٤٥) باباً ذا درفة واحدة مجمّعاً مع الحلق، ومصنوعاً من أعمدة معدنية مفرغة ذات مقطع مربع.

ارسم باليد الحرة وبمقياس رسم (١:١) قطاعاً مجمّعاً عند مستوى القطع المشار إليه في الرسم.



الشكل (٣-٤٥): باب ذو درفة.

الحل : كما في الشكل (٣-٤٦).

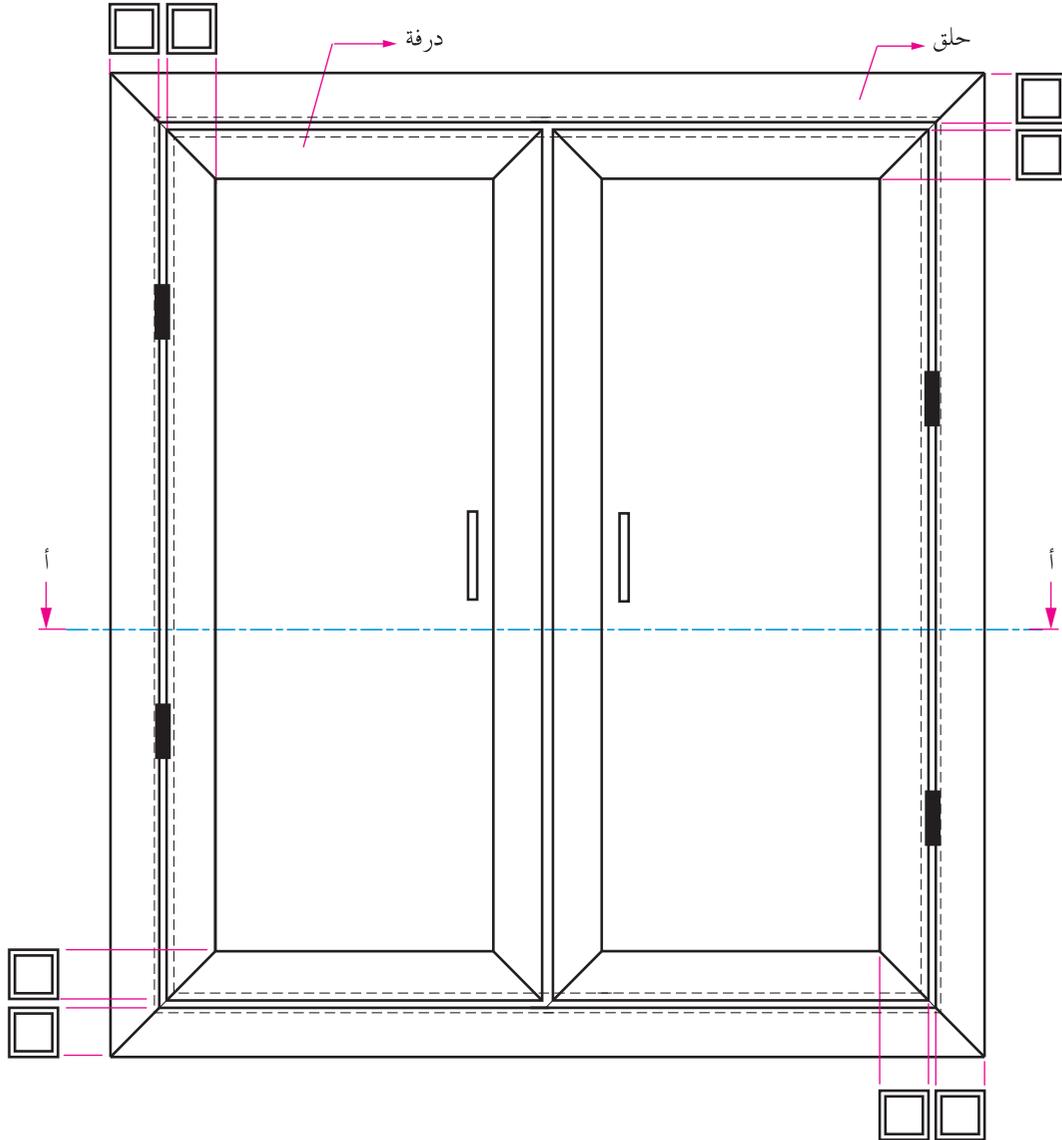


الشكل (٣-٤٦): القطاع (أ-أ).

مثال (٣-٨)

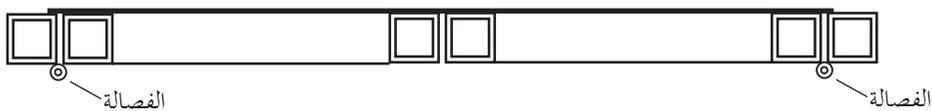
يبين الشكل (٣-٤٧) بابًا ذا درفتين مجمعًا مع الحلق، ومصنوعًا من أعمدة معدنية مفرغة ذات مقطع مربع.

ارسم باليد الحرة وبمقياس رسم (١:١) قطاعًا مجمعًا عند مستوى القطع المشار إليه في الرسم.



الشكل (٣-٤٧): باب ذو درفتين.

الحل : كما في الشكل (٣-٤٨).

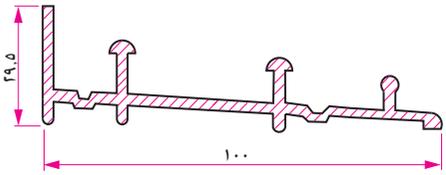
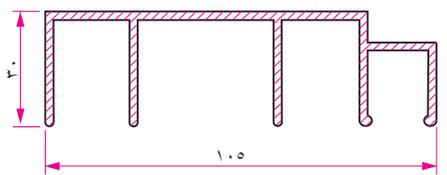
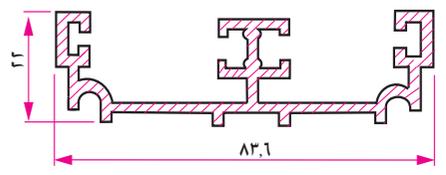
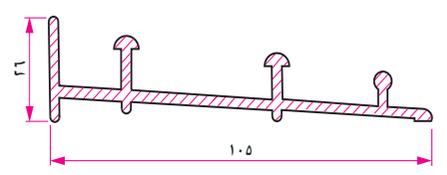
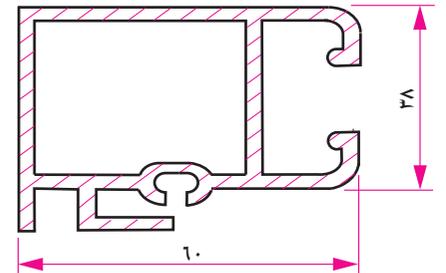
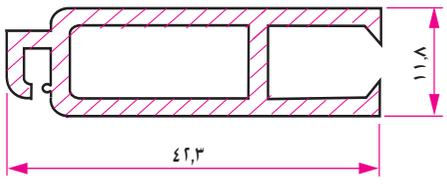
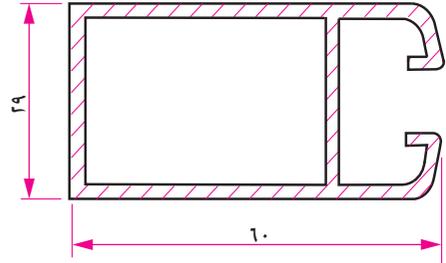
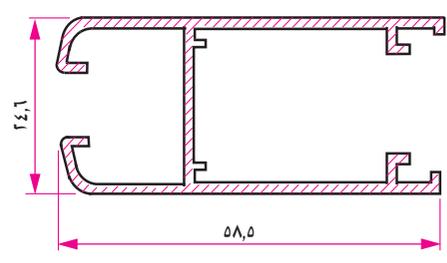


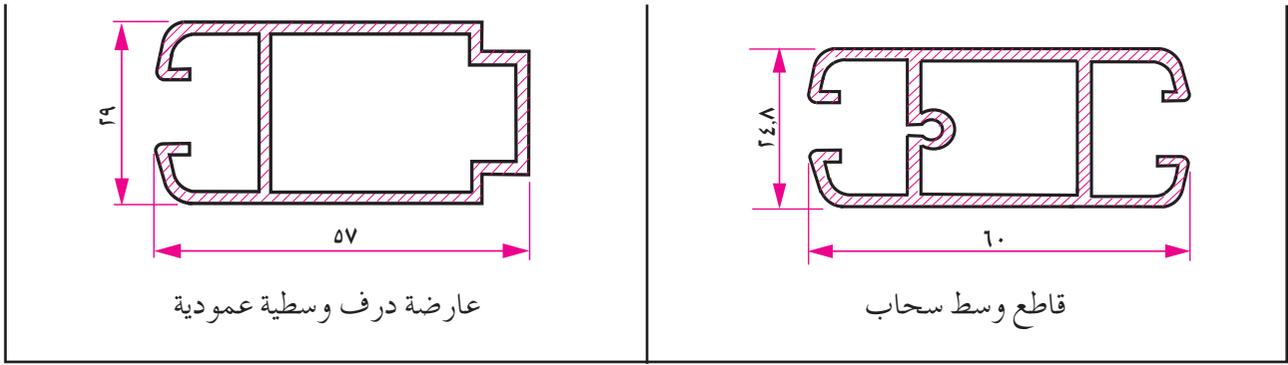
الشكل (٣-٤٨): القطاع (أ-أ).

تختلف مقاطع الألمنيوم المستعملة في صنع الأبواب والشبابيك باختلاف نوع الباب والشباك، ولكي تتمكن من اختيار مقاطع القضبان المناسبة لا بدّ من تعرّف مقاطع الألمنيوم المختلفة.

١ مقاطع الألمنيوم المستخدمة في الشبابيك والأبواب السحابة (المنزلة)

تصنع هذه المقاطع على نحوٍ متناسق، بحيث يتلاءم مقطع الحلق مع الدرفة ومقاطع الدرف بعضها مع بعض. ويبيّن الشكل (٣-٤٩) أشكال مقاطع الألمنيوم المستخدمة في صناعة شبابيك الألمنيوم السحابة وأبوابه.

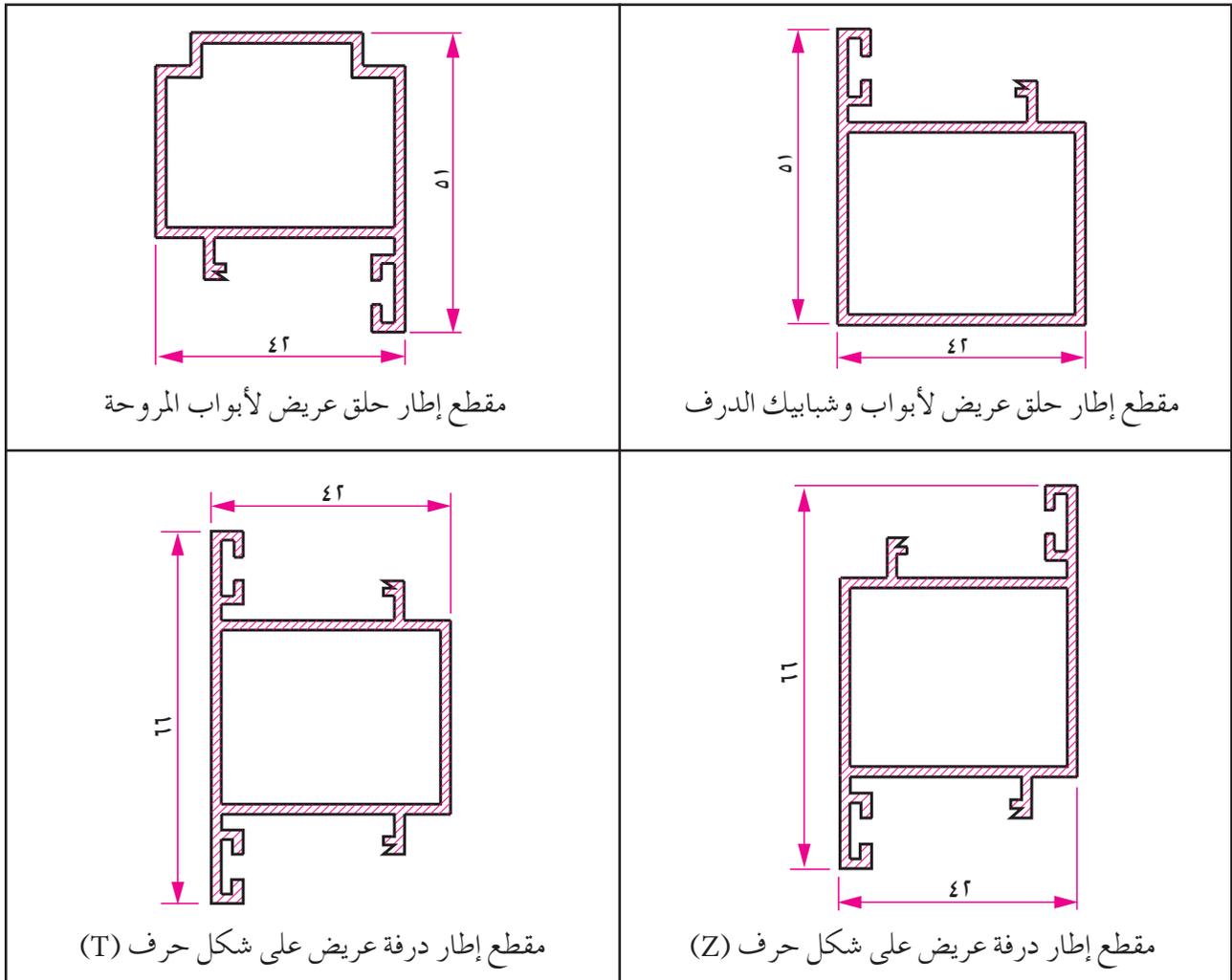
 <p>عارضة حلق أفقية سفلية للشبابيك والأبواب (ذات مجرى)</p>	 <p>عارضة حلق أفقية علوية (رأسية حلق)</p>
 <p>عارضة حلق عمودية (جنب حلق)</p>	 <p>عارضة حلق أفقية سفلية للشبابيك (من دون مجرى)</p>
 <p>عارضة عمودية وسطية للدرف (سكين درفة)</p>	 <p>مقطع إطار المنخل الواقى من الحشرات</p>
 <p>عارضة درفة طرفية عمودية (زرفيل درفة)</p>	 <p>عارضة الدرفة الأفقية السفلية للباب والشباك (أرضية)</p>

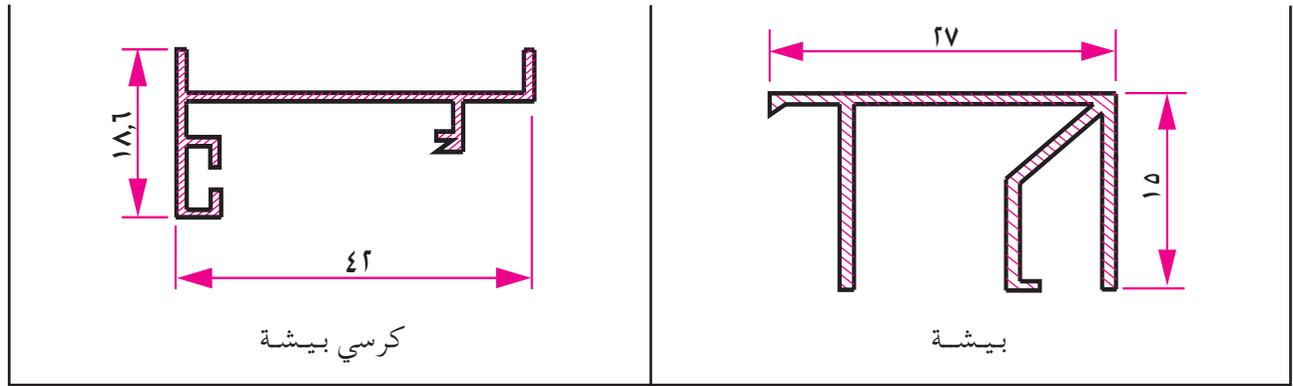


الشكل (٣-٤٩): أشكال مقاطع الألمنيوم المستخدمة في صناعة شبايك الألمنيوم السحابة وأبوابه.

٢ مقاطع الألمنيوم المستخدمة في الشبايك والأبواب ذات المفاصل

يبين الشكل (٣-٥٠) مقاطع الألمنيوم المستخدمة لشبايك الفصالات والواجهات الثابتة وأبوابها التي تتكون من مقاطع خاصة بالحلق، ومقاطع خاصة بإطار الدرف، ومقاطع مساعدة لتثبيت الزجاج، وعملية الإغلاق.



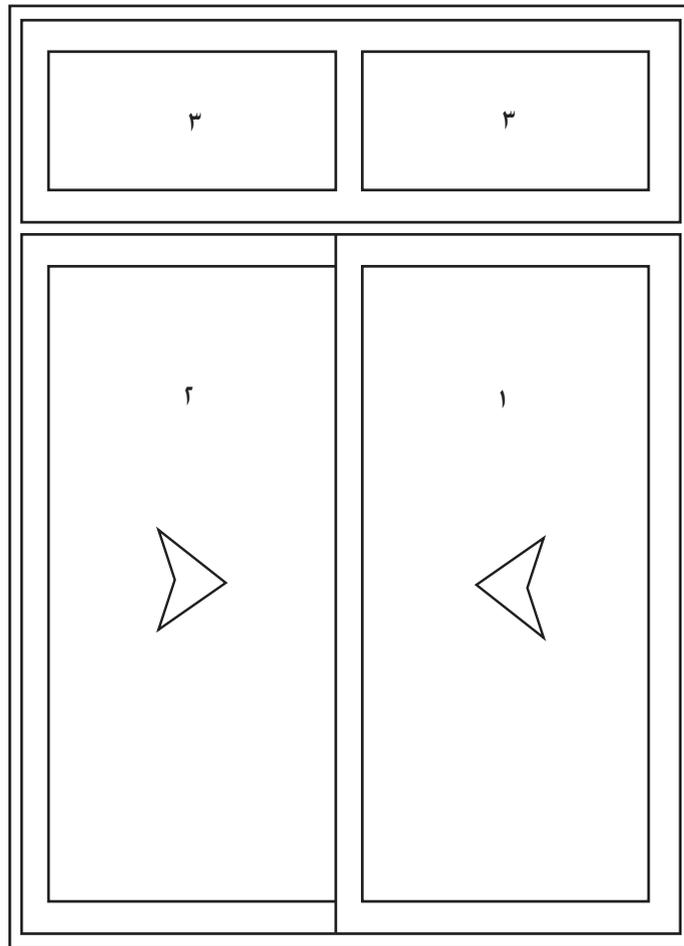


الشكل (٣-٥٠): مقاطع الألمنيوم المستخدمة لشبائيك الفصالات والواجهات الثابتة.

أبواب الألمنيوم

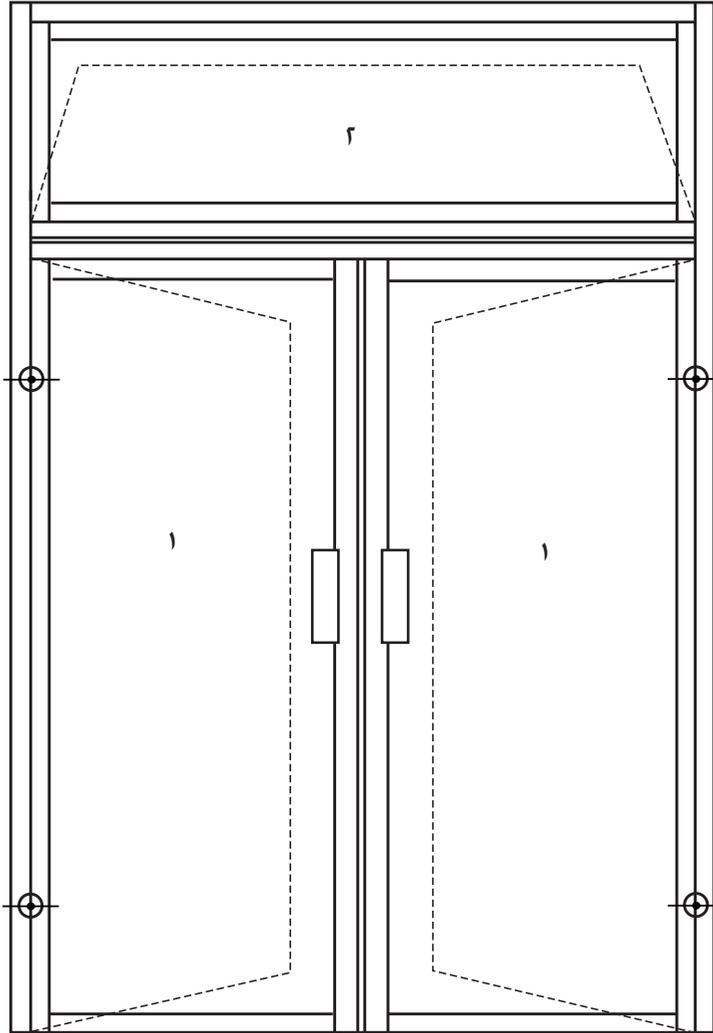
يمكن تصنيف أبواب الألمنيوم في ثلاثة أنواع شائعة الاستخدام:

أ - الأبواب السحابة: في هذا النوع من الأبواب تنزلق الدرف في مجارٍ خاصة يصنع منها الحلق، ويبيّن الشكل (٣-٥١) باب سحاب ذا درفتين منزلقتين.



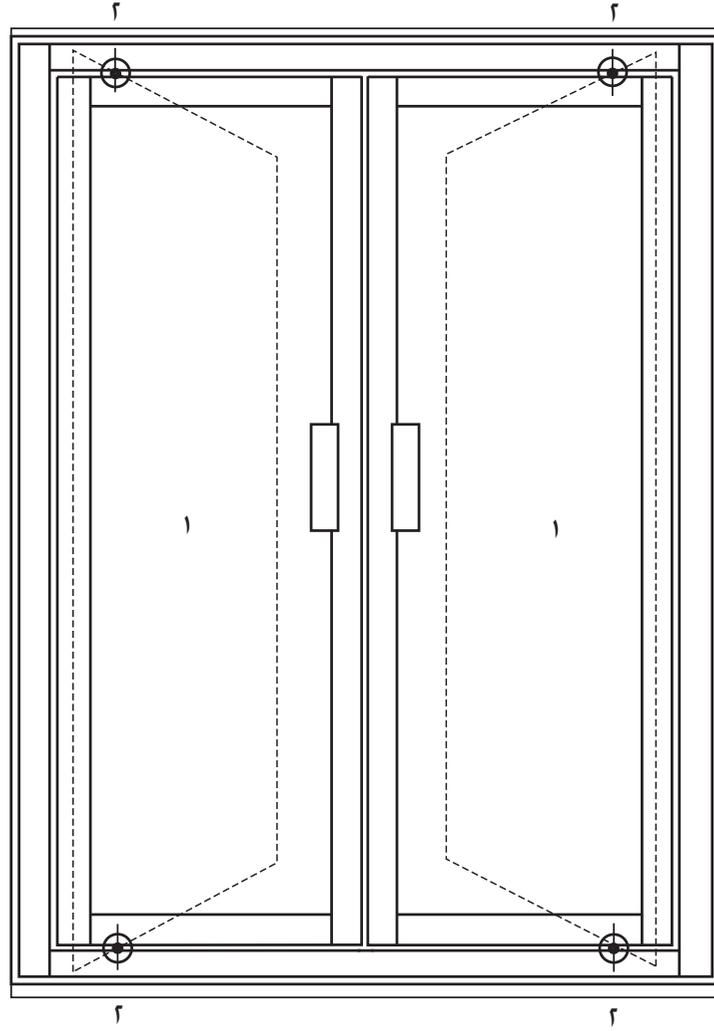
الشكل (٣-٥١): رسم تخطيطي لباب ألمنيوم سحاب.

ب- الأبواب ذات الفصالات: في هذا النوع تعلّق الدرف على الحلق باستخدام مفصلات مناسبة، كما في الشكل (٣-٥٢) الذي يمثّل باب ألمنيوم ذا درفتين، جزؤه العلوي متحرك.



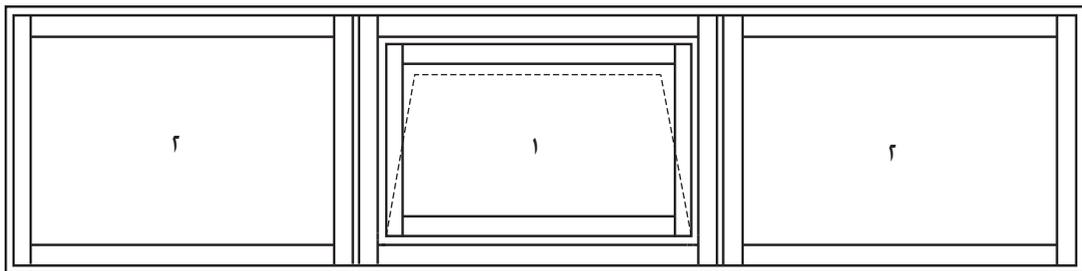
الشكل (٣-٥٢): رسم تخطيطي لباب ألمنيوم ذي مفصلات وذو درفتين.

ج- الأبواب الدوّارة: تتكوّن هذه الأبواب من درف، كما هو الحال في أبواب المفصلات، ولكنها تختلف عنها في طريقة تعليق الدرف على الحلق، إذ إنّ الأبواب ذات المفصلات تعلّق دُرفها على الحلق باستخدام مفصلات على قوائم الحلق العمودية، أمّا الأبواب الدوّارة فإنّ الدرف تعلّق على الحلق بواسطة محور دوران يربط الدرف مع عوارض الحلق الأفقية، كما في الشكل (٣-٥٣) الذي يمثّل دوران الدرفتين، علمًا بأنّ نقطة التعليق تتمثل في محور الدوران رقم (٢) الذي يربط الدرفة بالعارضة الأفقية للحلق.



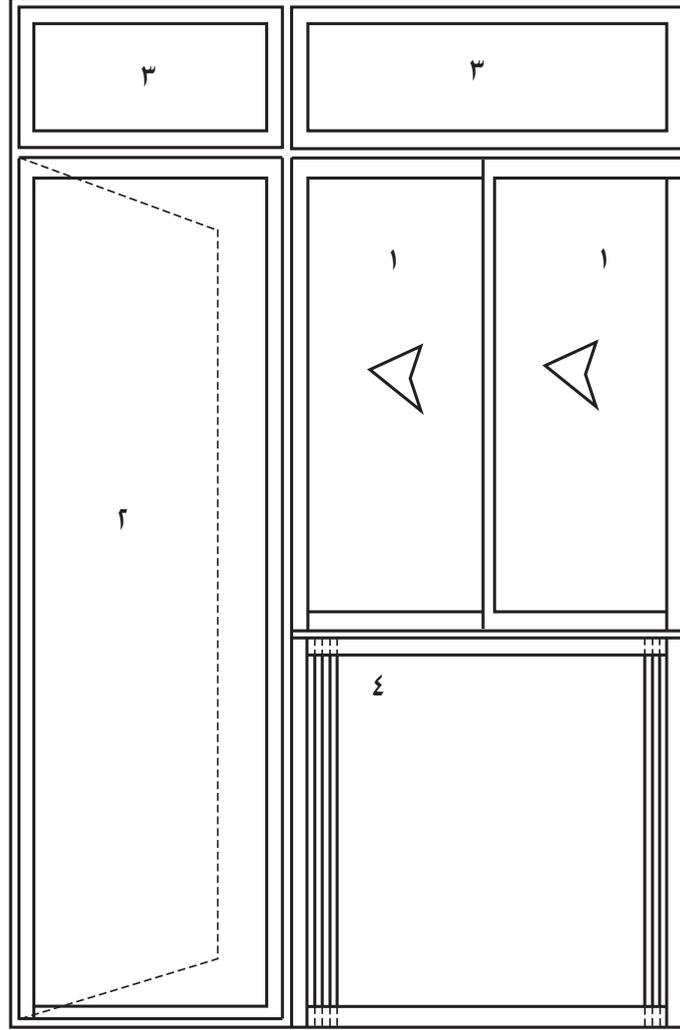
الشكل (٣-٥٣): باب دوّار ذو درفتين.

د - شباييك الألمنيوم: لا تختلف شباييك الألمنيوم عن الأبواب، إذ تستعمل القضبان والمقاطع نفسها في تصنيعها، ولكن النوع الشائع الاستعمال من الشباييك هو شباييك السحاب (المنزلقة)، ونادرًا ما تستعمل شباييك الدرف إلا في حالة الشباييك الصغيرة أو الشباييك المسماة بالشباك القلاب، كما في الشكل (٣-٥٤).



الشكل (٣-٥٤): شباك قلاب.

ويبين الشكل (٣-٥٥) تركيبة ألنيوم يظهر فيها شباك سحاب رقم (١) ذو درفتين متحركتين (منزلقتين)، وباب ذو درفة واحدة، وذو مفصلات رقم (٢)، وأجزاء ثابتة للإنارة رقم (٣)، وحاجز من الألنيوم الثابت رقم (٤).

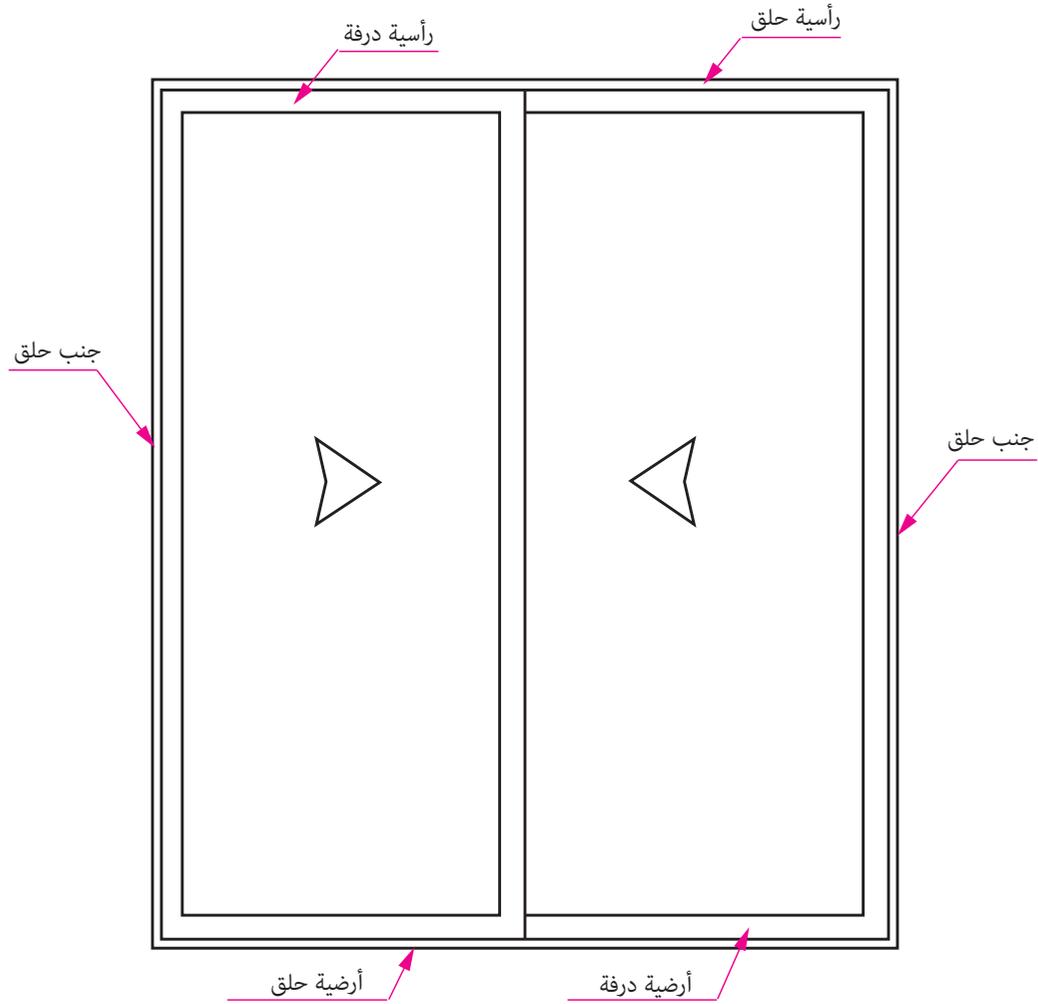


الشكل (٣-٥٥): شباك سحاب.

هـ- مكوّنات أبواب وشبابيك الألنيوم:

١. الأبواب والشبابيك السحابة: يتكون باب أو شباك السحاب من الأجزاء الآتية:
 - أ. جنب حلق.
 - ب. أرضية حلق.
 - ج. رأسية حلق.
 - د. رأسية درفة.
 - هـ. أرضية درفة.
 - و. سكين درفة.
 - ز. زرفيل درفة.
 - ح. مقطع منخل.
 - ط. مكملات (ملحقات)، مثل الزرافيل، والمطاط، والبراغي، والأسافين، وعجل درفة، وعجل المنخل، ويد المنخل والزجاج.

ويبين الشكل (٣-٥٦) باب ألومنيوم سحاب، وقد بُيِّنَت أسماء مقاطعه المختلفة.



الشكل (٣-٥٦): باب السحاب.

٢ . الأبواب والشبابيك ذات المفصلات: يتكون باب أو شباك ألومنيوم ذو المفصلات من

الأجزاء الآتية:

أ . حلق (مقطع حلق).

ب . مقطع زد (الدرفة).

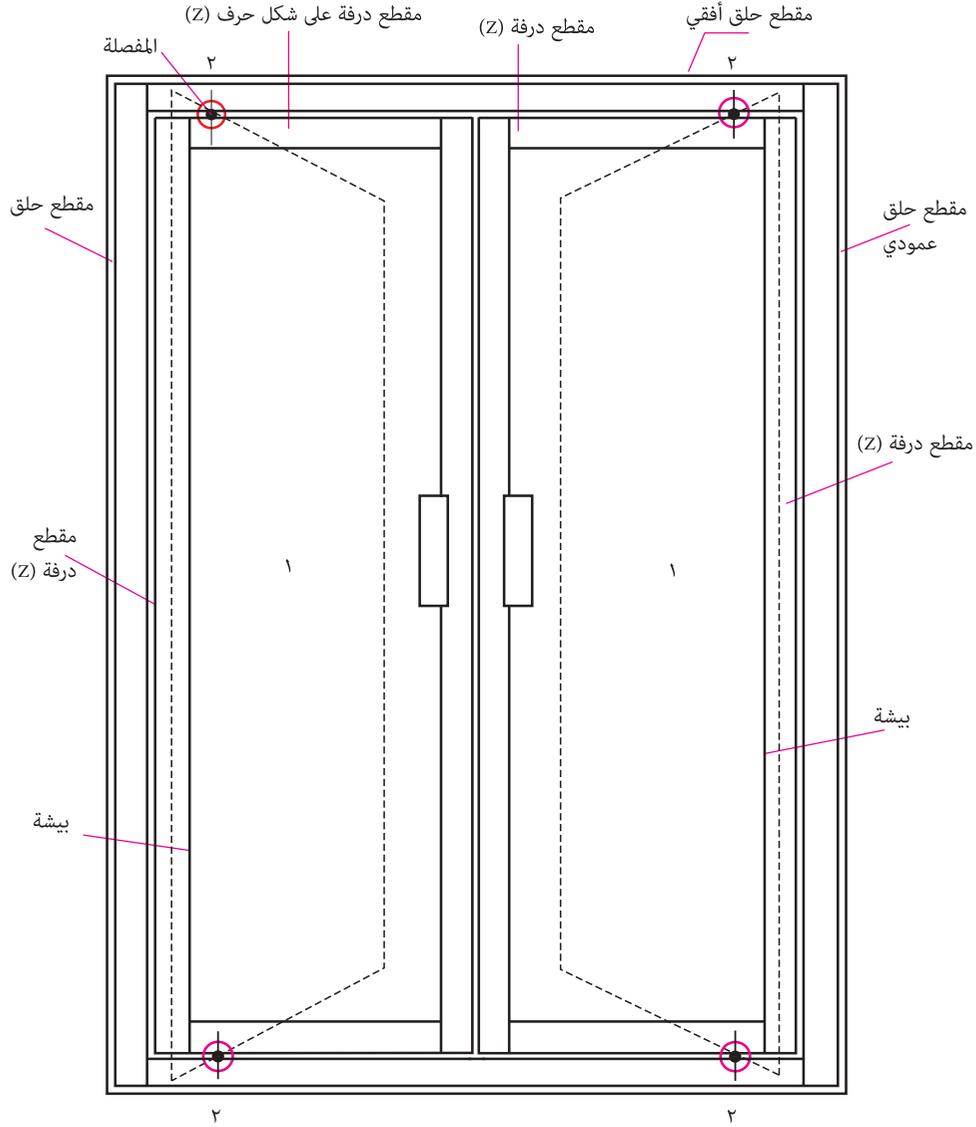
ج . بيشة وكرسي بيشة.

د . مقطع منخل.

هـ . مقطع على شكل حرف (T).

و . مكملات (زرافيل، مطاط، فرش، براغي، عجلات درف، منخل، زاوية ألمنيوم
لجمع منخل، يد منخل).

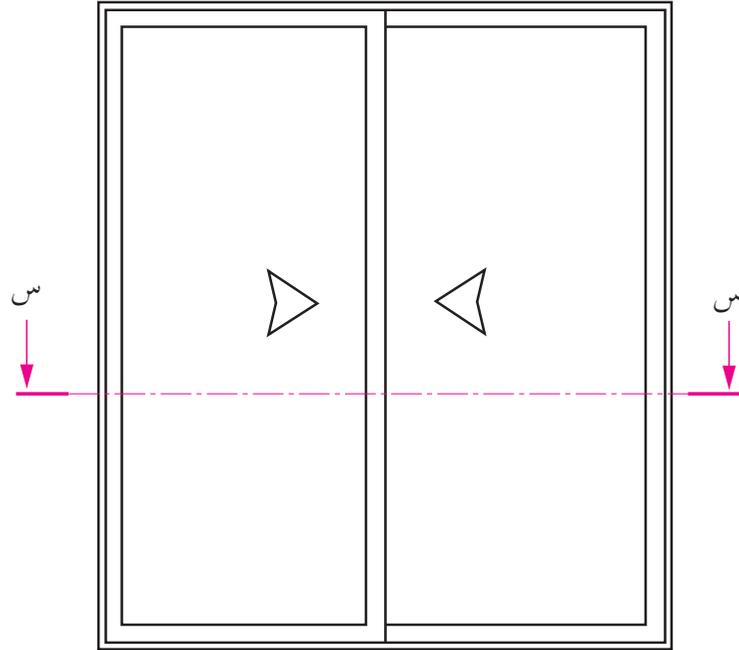
ويبين الشكل (٣-٥٧) باب ألمنيوم ذا فصالات، وقد بُيّنَت أسماء مقاطعه المختلفة.



الشكل (٣-٥٧): باب مفصلي.

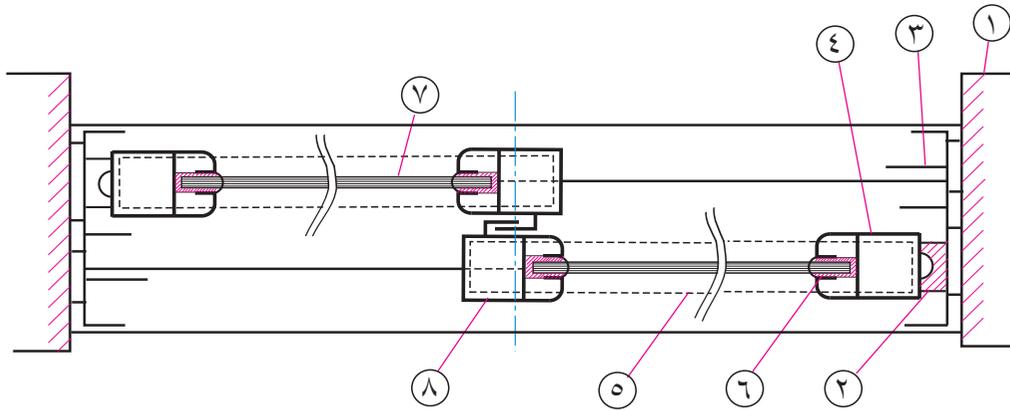
مثال (٣-٩)

يبين الشكل (٣-٥٨) باب سحاب ذا درفتين. ارسم باليد الحرة المقطعاً عرضياً له عند مستوى القطع (س-س) في وضع الإغلاق. بمقياس رسم (٢ : ١).



الشكل (٣-٥٨): باب سحاب ذو درفتين.

الحل: كما في الشكل (٣-٥٩).

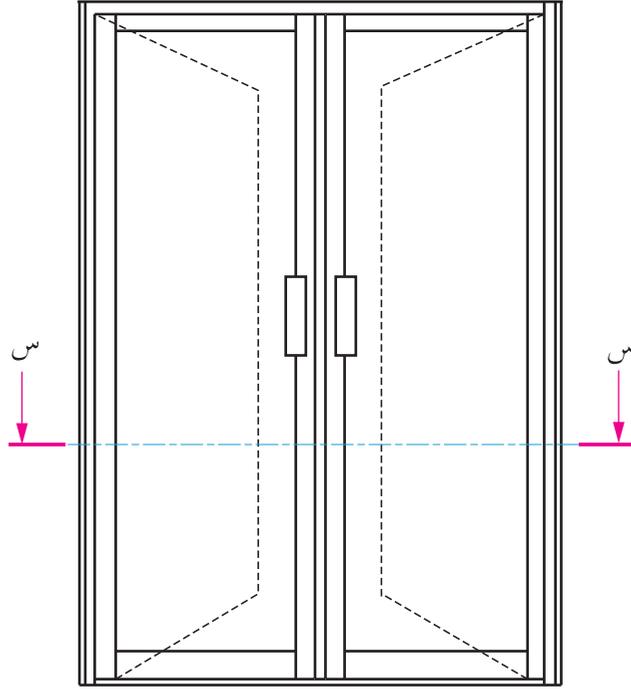


(١) الجدار.	(٥) العارضة الأفقية العلوية أو السفلية.
(٢) مصدر مطاطي.	(٦) حافظة بلاستيكية للزجاج.
(٣) حلق.	(٧) زجاج.
(٤) عارضة عمودية طرفية.	(٨) عارضة عمودية وسطية.

الشكل (٣-٥٩): مقطع عرضي لشباك سحاب في وضع الإغلاق.

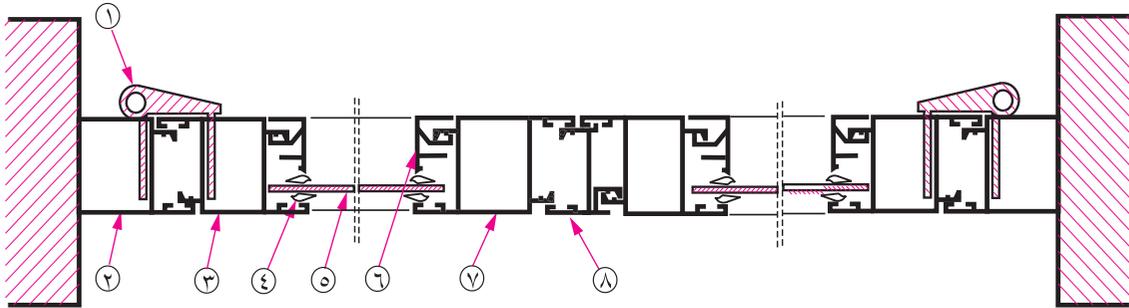
مثال (٣-١٠)

يبين الشكل (٣-٦٠) باب ذو مفصلات ودرفتين. ارسم باليد الحرة مقطعاً عرضياً له عند مستوى القطع (س-س) في وضع الإغلاق بمقياس رسم (٢ : ١).



الشكل (٣-٦٠): باب ذو مفصلات.

الحل : كما في الشكل (٣-٦١).



مقطع عرضي لباب ذي درفتين عند س - س

تشير الأرقام المبينة على الرسم إلى:	(١) المفصلة.
(٢) الحلق.	(٣) عارضة الدرفة العمودية اليسرى.
(٤) حافظه مطاطية أو بلاستيكية.	(٤) عارضة الدرفة العمودية اليمنى.
(٥) زجاج.	(٥) زجاج.
(٦) بيشة لتثبيت الزجاج.	(٦) بيشة لتثبيت الزجاج.
(٧) عارضة الدرفة العمودية اليمنى.	(٧) عارضة الدرفة العمودية اليسرى.
(٨) مقطع ألنيوم يضاف إلى إحدى الدرفتين.	(٨) مقطع ألنيوم يضاف إلى إحدى الدرفتين.

الشكل (٣-٦١): مقطع عرضي لباب ذي درفتين عند (س-س) في وضع الإغلاق.

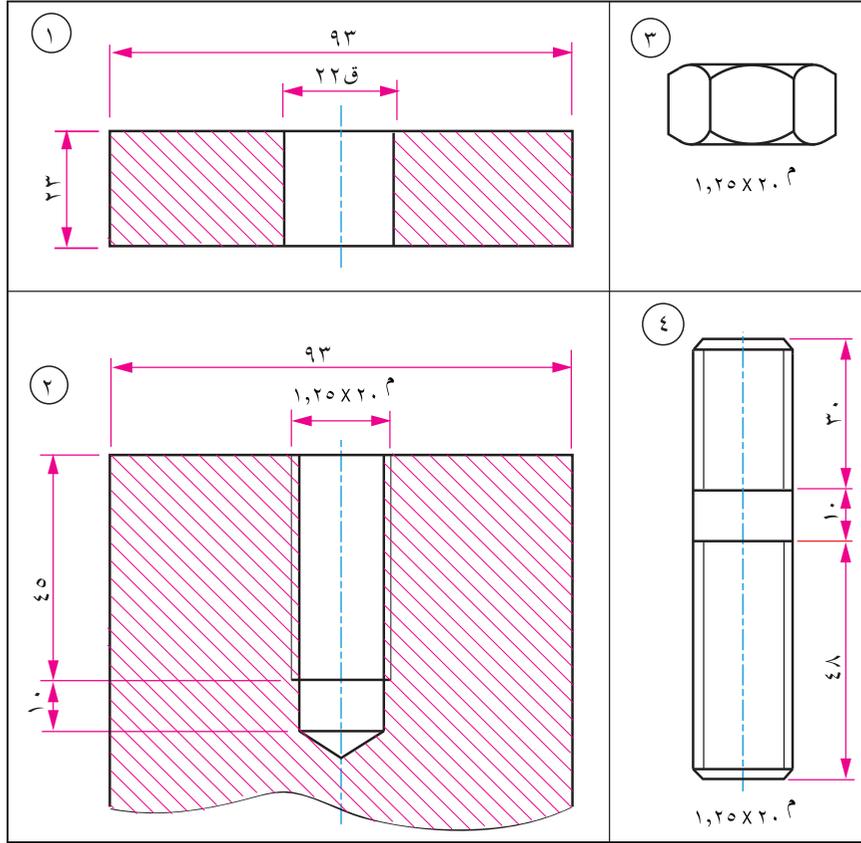
التقويم الذاتي

أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	عناصر الأداء	ممتاز	جيد	ضعيف
١	أبيّن أهمية الرسم التجميعي ومبادئه.			
٢	أحدّد الهدف من الرسم التجميعي.			
٣	أذكر وظائف القطع الميكانيكية المختلفة المستخدمة في التجميع.			
٤	أصنّف أنواع الرسم التجميعي.			
٥	أبيّن كيفية تنفيذ الرسم التجميعي.			
٦	أبيّن القطاعات في الرسوم التجميعية.			
٧	أفسّر الأمثلة المحلولة وأرسمها.			
٨	أرسم مساقط الأجزاء الميكانيكية وقطاعاتها رسمًا تجميعيًا.			
٩	أكتسب المعارف والمهارات الأدائية اللازمة لقراءة الرسوم التنفيذية.			
١٠	أوظّف مهارات استخدام التكنولوجيا في معرفة تنفيذ الرسم التجميعي.			
١١	أبيّن القطع المتحركة في التركيبة التجميعية وطبيعة حركة كلّ منها.			
١٢	أحدّد سطوح الارتكاز الرئيسة بين القطع المختلفة.			
١٣	أبيّن طريقة تجميع القطع، وترتيبها العملي.			
١٤	أفكر بأسهل الطرق، وأسرعها، وأكثرها سلامة.			
١٥	أحدّد ما يلزم من عُدد، وأدوات لإتمام عملية التجميع.			
١٦	أفكّ أجزاء الآلة الميكانيكية وأركبها.			

أسئلة الوحدة

١ - يبين الشكل (٣-٦٢) القطاع الأمامي لقطعتين معدنيتين، هما: وتد جاويط (Stud)، و صمولة. اجمع هاتين القطعتين بوساطة برغي و صمولة، ثم ارسم بمقياس رسم (١ : ١) قطاعهما الأمامي بعد تجميعه.

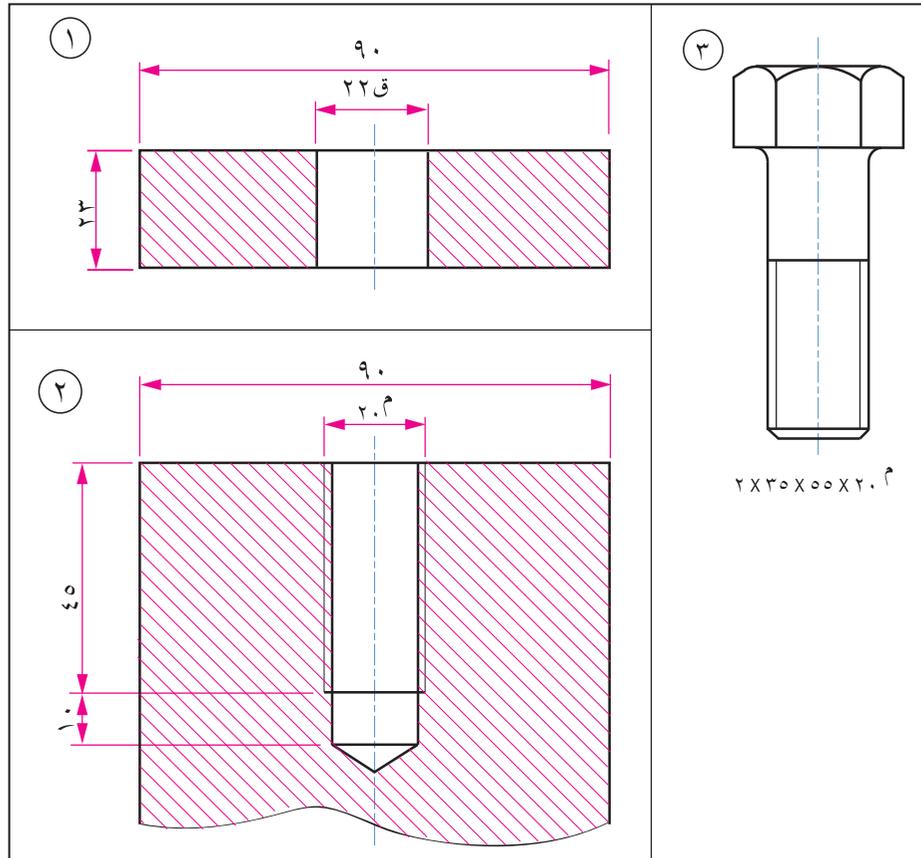


٤	برغي جاويط	فولاذ	١
٣	صمولة سداسية	فولاذ	١
٢	قطعة معدنية	فولاذ	١
١	قطعة معدنية	فولاذ	١
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٣-٦٢): القطاع الأمامي لقطعتين معدنيتين.



٢ - يبيّن الشكل (٣-٦٣) القطاع الأمامي لقطعتين معدنيتين، وبرغياً ذا رأس سداسي. اجمع القطعتين بوساطة برغي، ثم ارسم بمقياس رسم (١:١) القطاع الأمامي بعد تجميعه.



١	فولاذ	برغي ذو رأس سداسي	٣
١	فولاذ	قطعة معدنية	٢
١	فولاذ	قطعة معدنية	١
العدد	مادة الصنع	اسم القطعة	الرقم

الشكل (٣-٦٣): قطع معدنية.

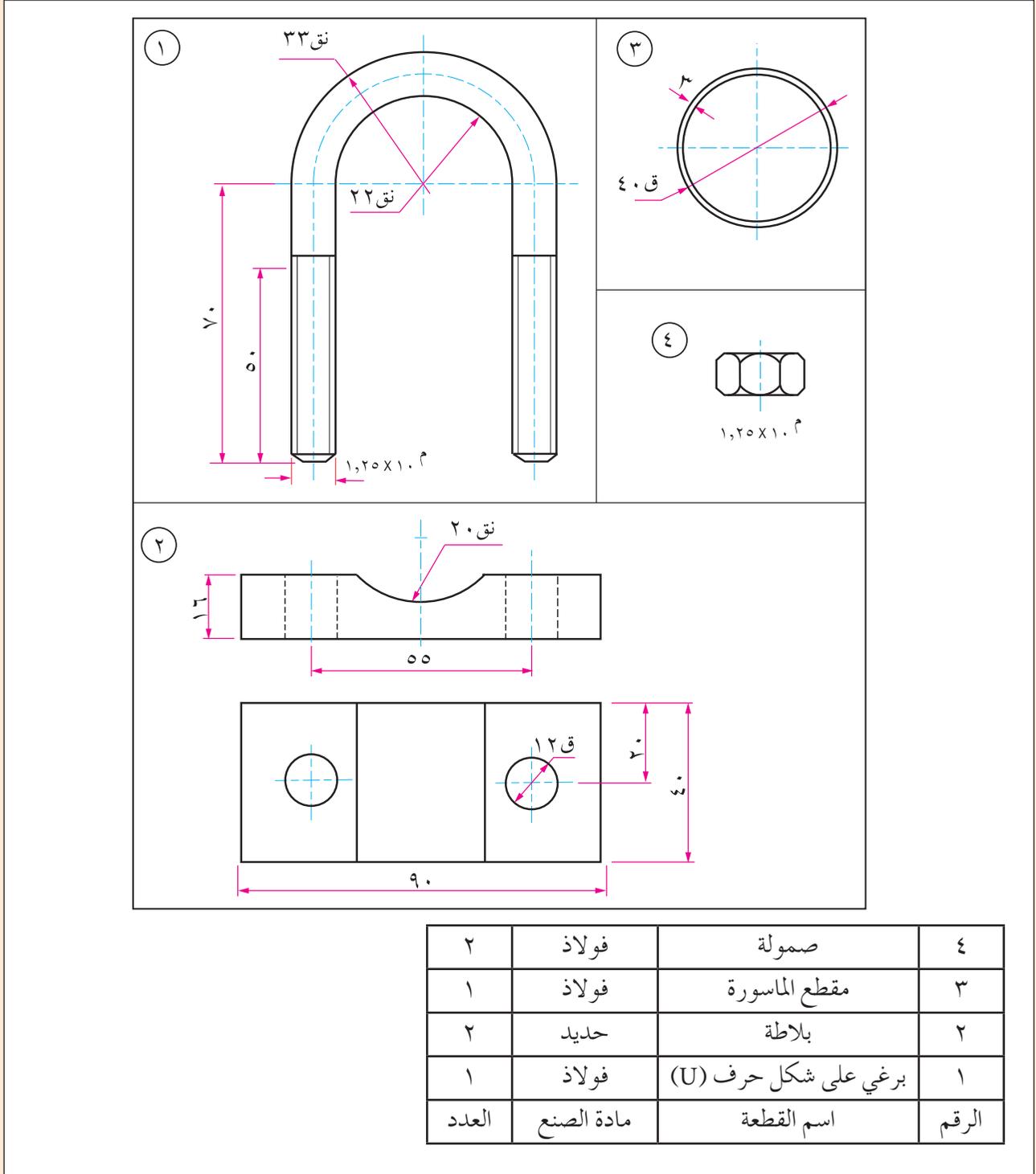


٣- بيّن الشكل (٣-٦٤) القطاع الأمامي لقطعتين معدنيتين، وبرغياً ذا رأس سداسي. اجمع هاتين القطعتين بوساطة برغي و صمولة، ثم ارسم بمقياس رسم مناسب قطاعهما الأمامي بعد تجميعه.

٤	صمولة	فولاذ	١
٣	برغي ذو رأس سداسي	فولاذ	١
٢	قطعة معدنية	فولاذ	١
١	قطعة معدنية	فولاذ	١
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٣-٦٤): قطع معدنية.

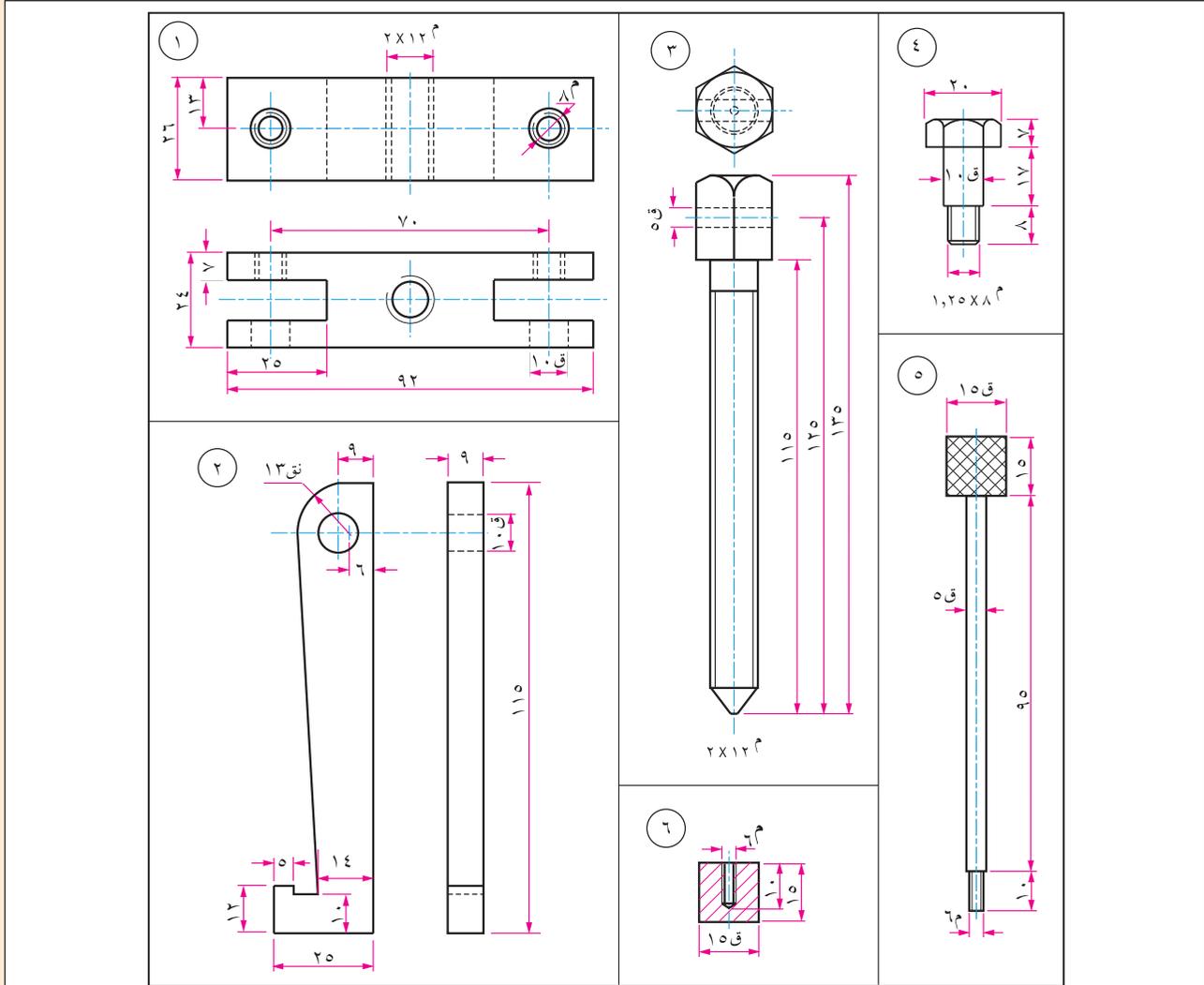
٤ - يبيّن الشكل (٣-٦٥) مساقط أجزاء مرتبط مواسير على شكل حرف (U).
ارسم بمقياس رسم (١:١) قطاعًا أماميًا مجمعاً.



الشكل (٣-٦٥): مرتبط مواسير.



٥ - بيّن الشكل (٣-٦٦) أجزاء ساحة (بريصة). اجمع هذه الأجزاء بعضها مع بعض، ثم ارسم بمقياس رسم (١:١) مسقطها الأمامي مجمّعا.



٦	قطعة مسننة لمنع سقوط المسامير	الفولاذ	١
٥	مسمار الحركة ذو الرأس	الفولاذ	١
٤	مسمار تثبيت الأذرع	الفولاذ	٢
٣	عمود مسنن	الفولاذ	١
٢	ذراع	الفولاذ	٢
١	جسم المرابط	الفولاذ	١
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

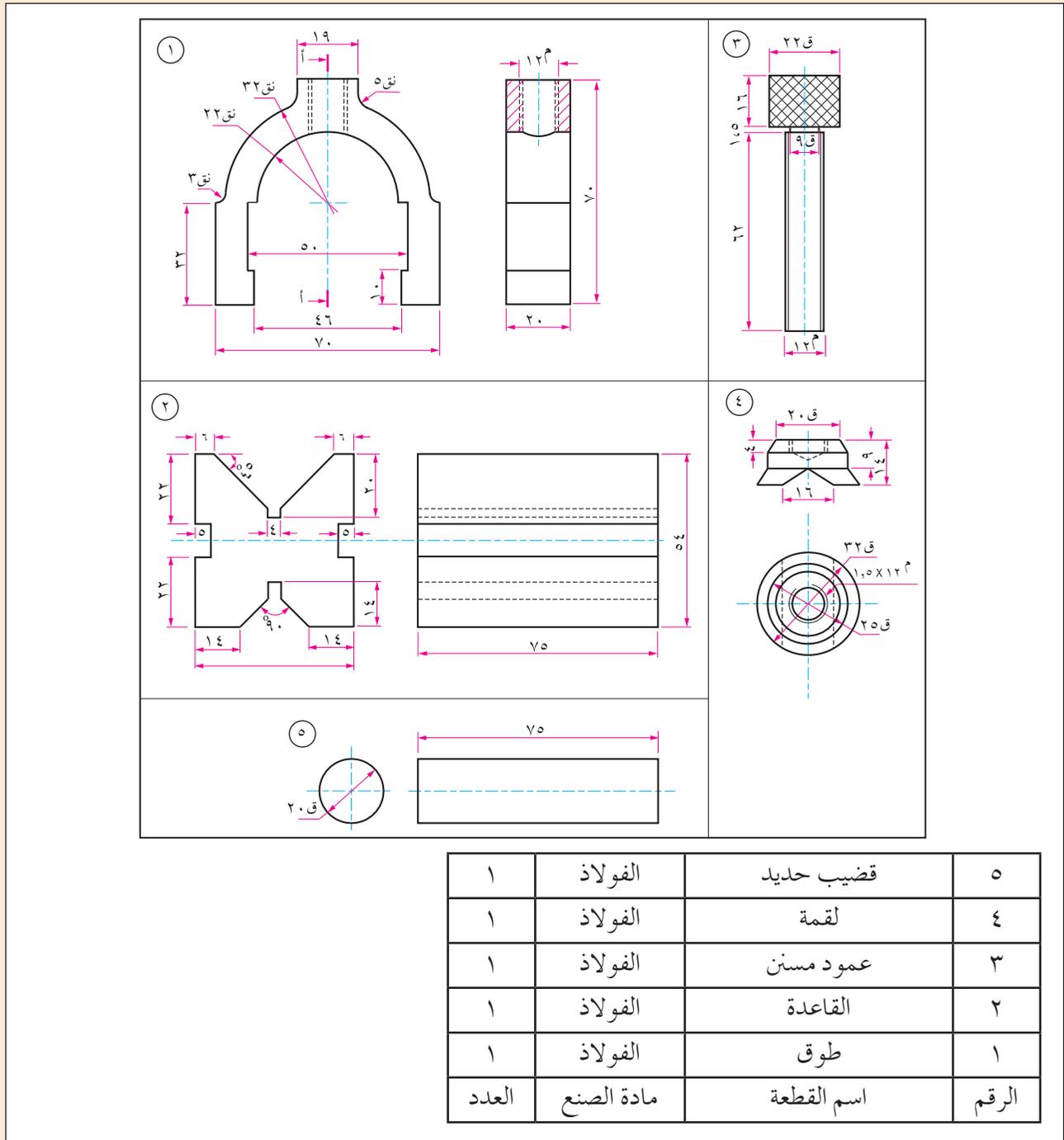
الشكل (٣-٦٦): أجزاء مرابط تفليج.



٦ - بيّن الشكل (٣-٦٧) أجزاء ملزمة قص حديد مبروم:

أ - ارسم مسقطاً أمامياً مجمّعاً يحتوي على قطاع جزئي بيّن التسنين في الطوق.

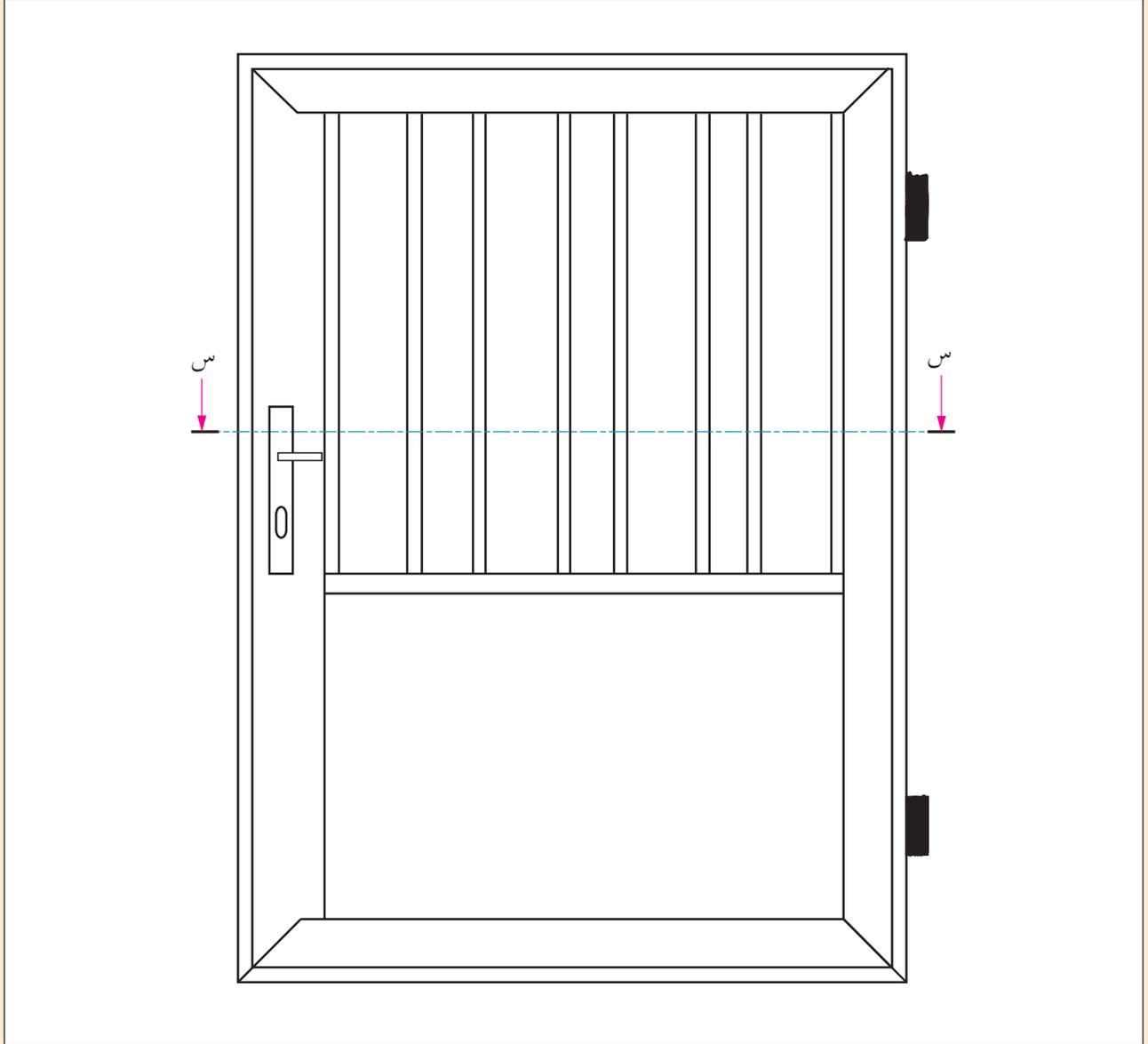
ب- ارسم قطاعاً جانبياً مجمّعاً عند (أ-أ).



الشكل (٣-٦٧): أجزاء ملزمة قص حديد مبروم (VICE).



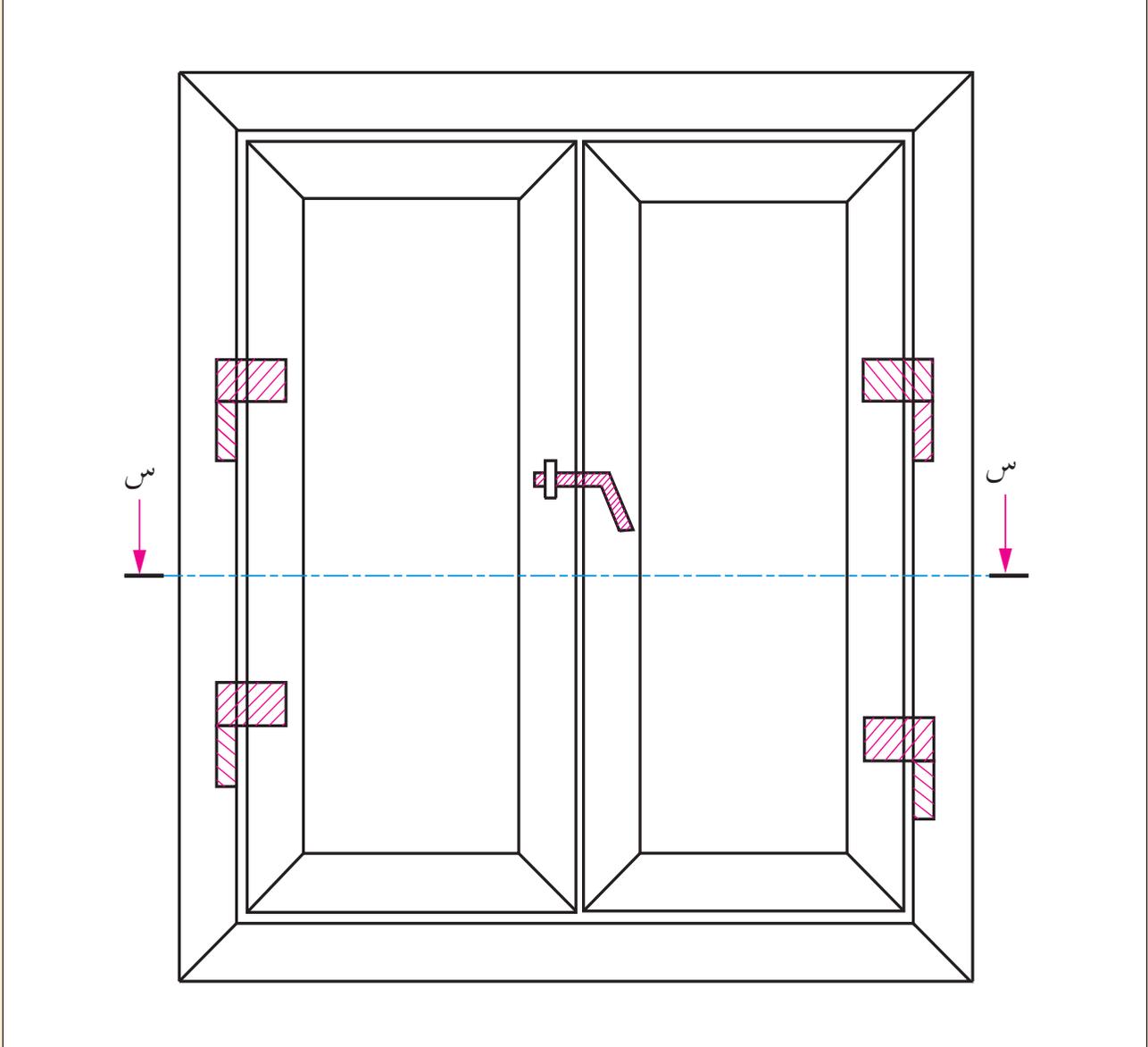
٨ - يبيّن الشكل (٦٩-٢) باب فولاذي ذو درفة واحدة.
ارسم باليد الحرة مخططاً يوضح المقاطع المختلفة لهذا الباب عند مستوى القطع (س-س).



الشكل (٦٩-٣): باب فولاذي ذو درفة واحدة.

٩ - يبين الشكل (٧٠-٣) شباكًا مفصليًا.

ارسم باليد الحرة بمقياس رسم (١:١) مخططًا يوضح المقاطع المختلفة للعناصر المكونة للشباك المفصلي (الحلق والدرفة) عند مستوى القطع (س-س).

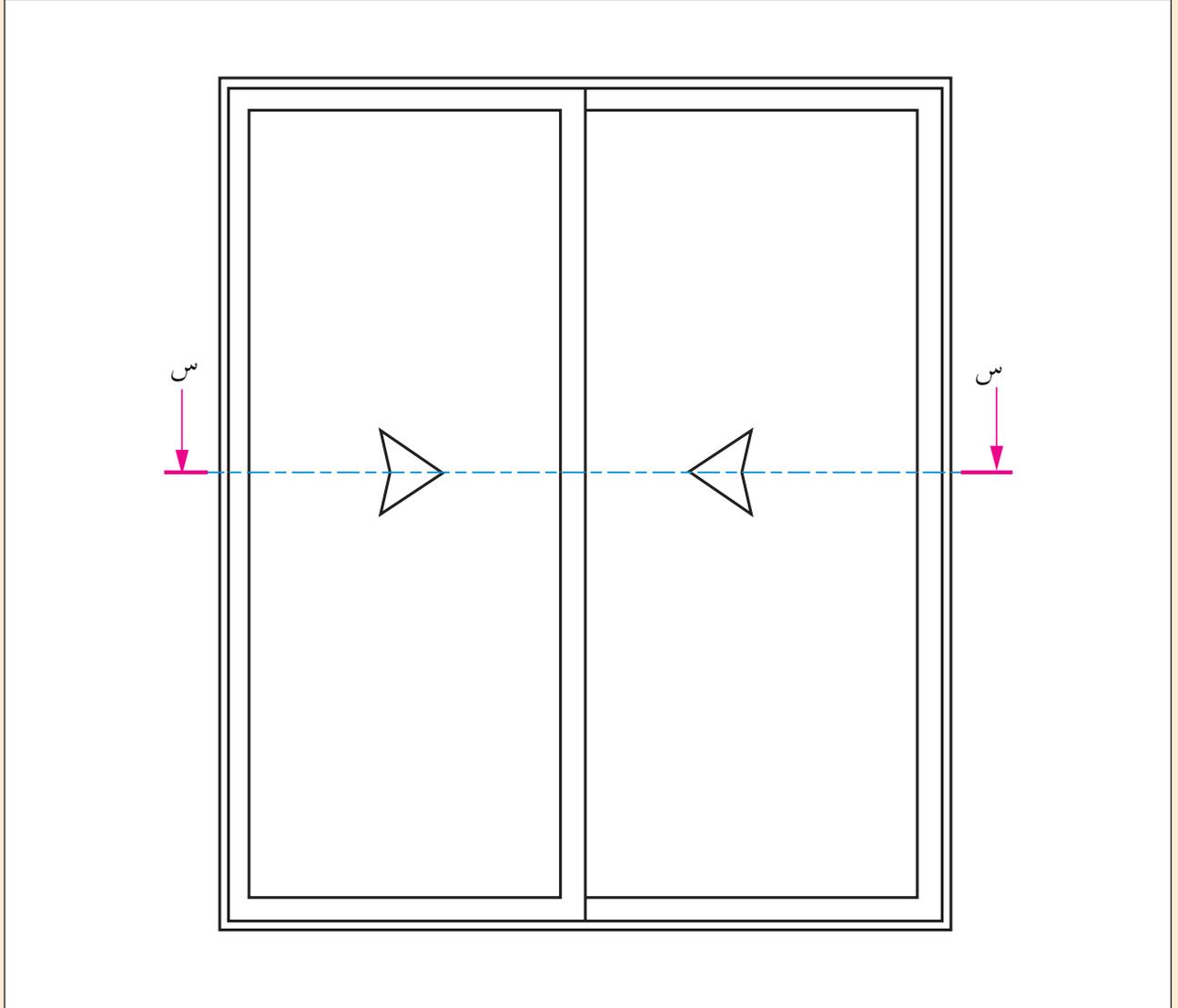


الشكل (٧٠-٣): شباك مفصلي.



١٠ - يبيّن الشكل (٣-٧١) باب سحاب.

ارسم باليد الحرة بمقياس رسم (١:١) المقاطع المكونة للحلق والدرف عند مستوى (س-س).

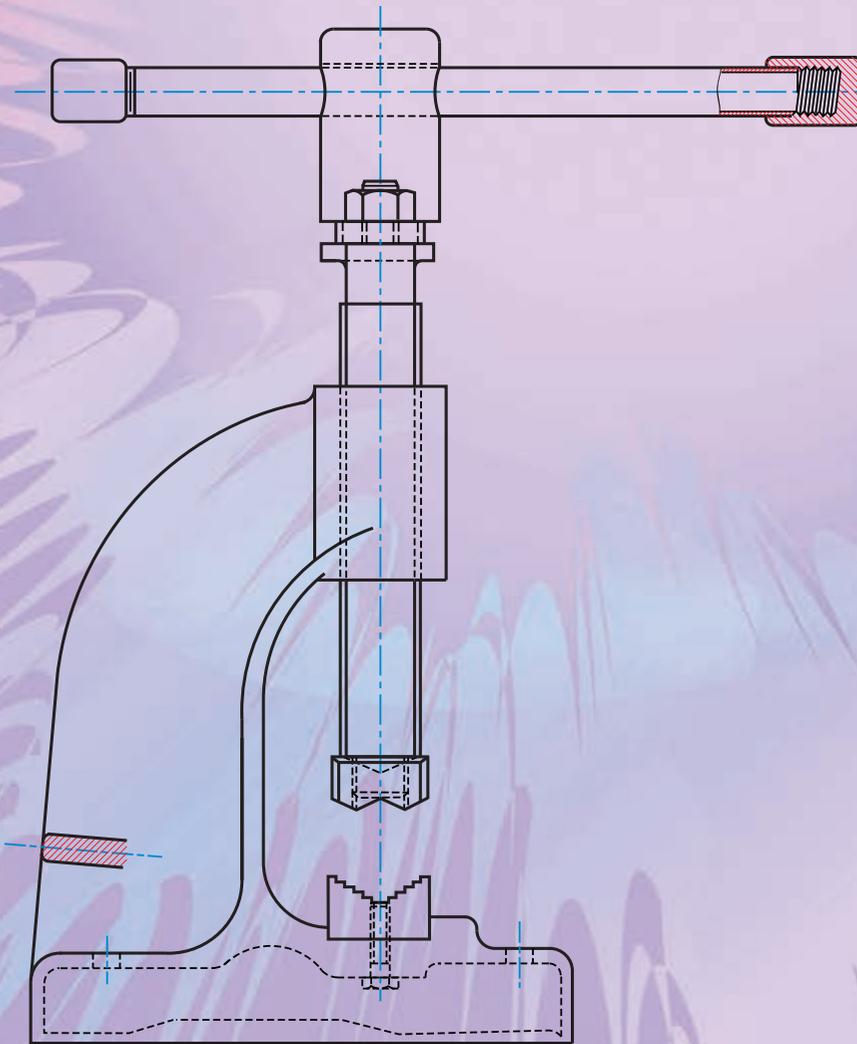


الشكل (٣-٧١): باب سحاب.

٤

الوحدة الرابعة

الرسم التفصيلي



● ماذا يعني الرسم التفصيلي؟

● متى يستخدم الرسم التفصيلي؟

تعرفت في الوحدة السابقة مفهوم الرسم التجميعي الذي ضمّ رسمًا لوحدة ميكانيكية متكاملة، أو جزءٍ منها، وأظهر تداخل هذه القطع وموضع كلّ قطعة بالنسبة إلى غيرها من القطع، وأظهر طريقة تجميعها وتجاورها وربط بعضها ببعض. فبعد إتمام وضع التصورات الكاملة عن أيّ وحدة ميكانيكية في مراحل تطورها الأولية تبدأ عملية تحليل التصاميم المقترحة، ليتسنى إبراز التصوّرات اللازمة لشكل الرسم التجميعي النهائي، وإظهار الأجزاء جميعها المكونة لها، ثم وضع لوحات رسم مفصلة ومستقلة تبين الأجزاء الميكانيكية التي ستتكون منها الوحدة. وفي هذه الوحدة ستتعرف عملية فكّ القطع وفصل كلّ واحدة عن الأخرى، على العكس ممّا درسته في الوحدة السابقة. ويطلق على هذا النوع من الرسم اسم الرسم التفصيلي (Detailed Drawing).

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- تبين أهمية الرسم التفصيلي.
- تنشئ جدول المعلومات الفنية.
- تطبق بعض الأمثلة المحلولة وترسمها.
- ترسم المساقط والقطاعات اللازمة لرسم كلّ جزء رسمًا تفصيليًا.
- تضع الأبعاد، وتوزعها على نحو متوازن حسب الأصول.
- تبيّن مقياس الرسم للجزء أو القطعة عند رسمه مصغرًا أو مكبرًا.
- تخصص مساحة من اللوحة لرسم كلّ جزء أو قطعة على حدة.

يستخدم الرسم التفصيلي (Detaild Drawing) لوصف الجزء الميكانيكي المطلوب رسمه وصفاً دقيقاً شاملاً.

١ مفهوم الرسم التفصيلي

هو ذلك الرسم الذي يصف الجزء الميكانيكي المطلوب رسمه وصفاً دقيقاً شاملاً، من حيث الشكل، والأبعاد، ونوع مادة التصنيع اللازمة، والحجم، فضلاً عن نعومة السطوح المطلوبة خلال عمليات الإنتاج، وكذلك التفاوت المناسب، ويمكن أن يعدّ الرسم التفصيلي للجزء الميكانيكي الواحد رسماً كاملاً وناجحاً، إذا استطاع الفني أن يستخلص منه المعلومات الضرورية للإنتاج بسهولة، بحيث إذا أتت البيانات الواردة في الرسم بدقة يكون الجزء الميكانيكي المنتج مطابقاً للمواصفات المطلوبة جميعها، وينفذ بطريقة مجدية اقتصادياً.

٢ الهدف من الرسم التفصيلي

يهدف الرسم التفصيلي إلى بيان الأجزاء التي تكون متداخلة بعضها مع بعض في الرسم التجميعي، كما هو الحال في البطانات، والمستننات، والصواميل، والزبركات، فهو متداول في الأقسام الإنتاجية، وتعدّ لوحة الرسم التفصيلي الأساس للحصول على لوحة الرسم التنفيذي التي تبين طريقة تصنيع الجزء أو القطعة، ونوع المعدن، وعلامات التشغيل، ودرجات التفاوت والتوافق وغير ذلك، ومن جهة أخرى تعدّ مرحلة لوحة الرسم التنفيذي المرحلة النهائية للرسم. وهناك بعض القطع تكون قياساتها عالمية كالبراغي، والصواميل، وحلقات الإحكام، والخوابير، ويكتفى بذكر نوع البرغي أو الصمولة، أو الخابور، وتصنيفه العالمي، وتستخدم جداول خاصة تحتوي على قياسات هذه القطع. وعادة ما يظهر الرسم التفصيلي تفاصيل أخرى عن القطع المراد إنتاجها، مثل: عمليات التشغيل، والجودة، والدهان، إذا لزم الأمر، وذلك لتكون القطع بعد الإنتاج متكاملة.

الطرائق المتبعة في إعداد الرسم التفصيلي

٣

تختلف الطرائق المتبعة في إعداد الرسم التفصيلي من بلد إلى آخر، ومن مصنع إلى آخر، وقد تظهر مثل هذه الاختلافات حتى في البلد الواحد، فبعض المصانع تفضل وجود الرسم التفصيلي للأجزاء المكونة للوحدة على لوحة رسم واحدة وفقاً لخطها التجميعي، أو حسب مادة تصنيعها، أو طريقة إنتاجها؛ كأن تُرسم الأجزاء المراد تشكيلها بطريقة الطَّرْق على لوحة مستقلة، مما يتطلب تخصيص لوحة رسم تفصيلية لكل فرع من فروع المصنع الإنتاجية، فيزداد بذلك الجهد المبذول، ويضيع الوقت. وقد أمكن التغلب على ذلك بتخصيص لوحة رسم تفصيلية مستقلة لكل جزء ميكانيكي، كبر حجمه أو صغر، وتدوين المعلومات اللازمة للتنفيذ في جدول خاص على تلك اللوحة؛ ممّا يتيح الفرصة أمام المصنع أو المصانع المنتجة له لاستخدام لوحة رسم واحدة فيقلّ بذلك الجهد، ويزداد الإنتاج.

إجراءات الرسم التفصيلي

٤

في بداية عملية الرسم التفصيلي يجب مراعاة ما يأتي:

أ - قراءة القطعة المجمعة المراد رسمها رسمًا تفصيليًا، وملاحظة الشكل النهائي لها، وترتيب القطع في الرسم المجمع.

ب - البدء بفك القطع، ووضع كل منها بمفردها لعمل رسم تفصيلي لها.

ج - فرز القطع ذات القياسات العالمية التي لا تحتاج إلى رسم تفصيلي.

د - تحديد عدد المساقط أو القطاعات الضرورية اللازمة لكل قطعة، وذكر نوعها وتصنيفها فقط، وأن يكون الرسم التفصيلي كافيًا لإظهار التفاصيل جميعها، فمثلاً، يحتاج البرغي في الرسم التجميعي إلى ثلاثة مساقط لرسمه، ولكن في الرسم التفصيلي يُكتفى بمسقط، مع ذكر نوع البرغي وتصنيفه.

هـ - التأكد من العمليات النهائية للقطعة، والقطع المركبة عليها، ومقارنتها بأدلة التركيب إن وجدت، أو أماكن الخوابير، وكذلك عمليات التشغيل والجودة النهائية للقطعة، وكتابتها على اللوحة.

و - اختيار مقياس الرسم المناسب لكل قطعة مهما كانت قياساتها، وذلك لتسهيل إنتاجها،

ورسمها رسمًا توضيحيًا لإظهار التفاصيل.

ويجب أن يكون الرسام على اطلاع وعلم ومعرفة بالجدول والرموز الخاصة بالقطع ذات المواصفات العالمية الثابتة، مثل: البراغي، والصواميل، وحلقات الإحكام، والخوابير، وغيرها.

لوحة الرسم التفصيلي



تحتوي لوحة الرسم التفصيلي على ما يأتي:

أ - عدد المساقط الضرورية؛ كالمقاطع، والمساقط المساعدة إذا لزم الأمر، على أن تكون جميعها كافية وتامة، وأن تراعى فيها البساطة؛ لتسهيل قراءتها وتنفيذها.

ب- الأبعاد والرموز العملية اللازمة للإنتاج، وينبغي أن تكون واضحة وتامة، ولا يحتاج الفني المنفذ إلى إجراء أي أعمال حسابية أو غيرها قد تؤدي إلى إضاعة الوقت، وحدوث الخطأ، وإفساد الإنتاج.

ج- جدول العناوين: يشمل ما يأتي:

١ . اسم المصنع وعنوانه (مكان الإنتاج).

٢ . اسم القطعة الممثلة في ورقة الرسم أو المراد إنتاجها أو شراؤها.

٣ . اسم الرسام وتوقيعه وتاريخ الانتهاء.

٤ . توقيع المدقق الذي أشرف على التدقيق، وتاريخ الانتهاء من التدقيق.

٥ . توقيع رئيس المدققين، وتاريخ الموافقة على الإنتاج.

٦ . مقياس الرسم.

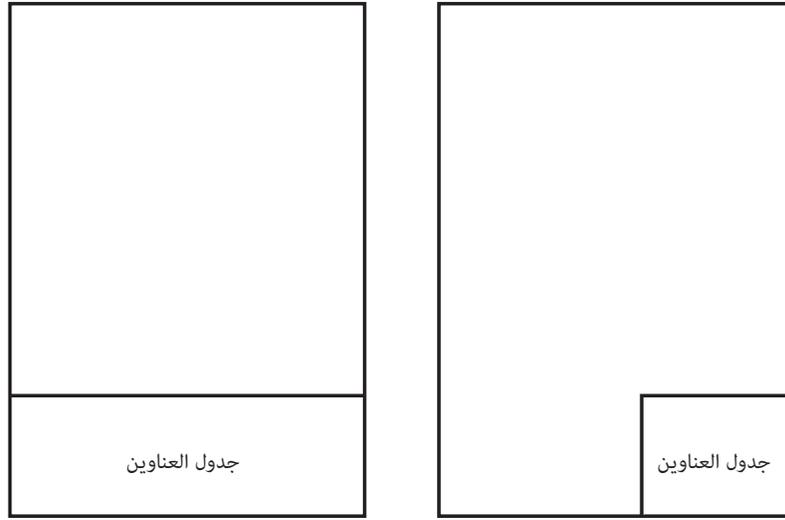
٧ . الرقم المتسلسل لحفظ الأوراق في الملفات الخاصة بها.

د - طريقة ترتيب المساقط (الرسم بالزاوية الأولى، الرسم بالزاوية الثالثة).

هـ- أي معلومات أخرى لازمة؛ كالمادة التي صنعت منها القطعة، ووزنها وعدد القطع المراد إنتاجها.

ويرسم الجدول ويعبأ في أسفل ورقة الرسم من أولها إلى آخرها، أو في جزء مناسب من الزاوية اليمنى، أمّا في ما يتعلق بترتيب المعلومات داخل الجدول فلكل مصنع أو مؤسسة

نظام خاص، ويوضح الشكل (٤-١) موضع جدول العناوين بالنسبة إلى لوحة الرسم.



الشكل (٤-١): مكان جدول العناوين في لوحة الرسم.

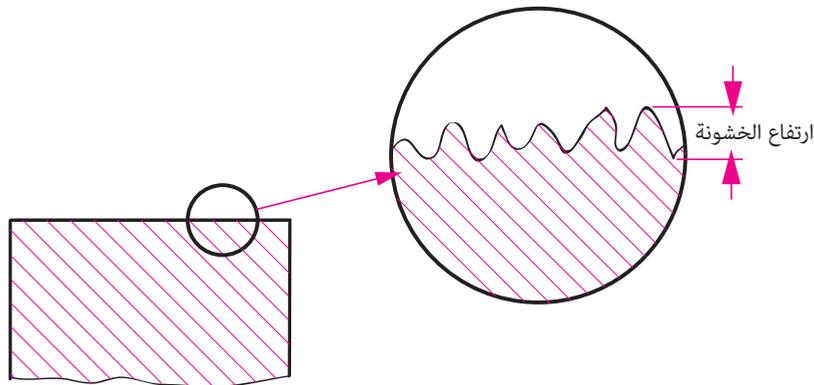
الإرشادات الخاصة بتحضير لوحة الرسم التفصيلي

٦

- أ - استعمال الكلمات أو الرموز الاصطلاحية التي تغني عن رسم المساقط ما أمكن، وذلك لاختصار الوقت، وتوفير مساحات إضافية في ورقة الرسم.
- ب - رسم مساقط أو قطاعات جزئية بدلاً من مساقط أو قطاعات كاملة إذا كان ذلك كافياً، وكذلك رسم مساقط نصفية عندما يكون الشكل متماثلاً حول المحور.
- ج - استعمال طرق التمثيل الرمزية، مثل رموز الأسنان والتروس والأنابيب، وغيرها.
- د - كتابة كل ما هو مناسب، ورسمه وفق الرموز الاصطلاحية المتداولة بطريقة بسيطة غير معقدة، والحرص على عدم تكرار الكتابة أو الرسم.
- هـ - التأكد من أن كل ما يتعلق بإظهار القطعة ووضوح شكلها وتفصيلها تام، من حيث رسم مساقط اعتيادية وقطاعية وجزئية أو مساعدة.
- و - التأكد من أن المواصفات القياسية جميعها المتعلقة بقياسات القطعة وأبعادها تامة أيضاً، حتى يتمكن الشخص الذي يقرأ الرسم من دراسة العمل وتنفيذه بدقة.
- ز - دراسة المراحل العملية المتسلسلة لتنفيذ القطعة المرسومة أو ذكرها إن لزم، وذلك بإعطاء رقم مميز داخل دائرة، مع خط دليل يشير إلى المنطقة المعينة، أو العملية المراد تنفيذها، حتى يتمكن قارئ الرسم من معرفة تسلسل العمليات المطلوبة وفق متطلبات العمل، واختصار الوقت، والتأكد من سير العمل حسب الأصول.

لما كانت الصناعات الحديثة للطائرات والسيارات والقطع والآلات الميكانيكية التي تقع تحت أحمال عالية، وسرعات عالية تحتاج إلى معدن مقاوم للاحتكاك والتآكل، كان لا بد من الاهتمام بضبط جودة تشغيل السطوح، للحصول على سطوح جيدة مقاومة للاحتكاك والتآكل. ولبيان ما إذا كان هذا السطح ذا جودة عالية أو غير ذلك، يلزم وجود علامات خاصة لإظهار دقة تشغيل سطوح حسب ما تقتضيه الحاجة من نعومة أو خشونة، ولذا توضع علامات تسمى علامات التشغيل، لترشد العامل في أثناء عمله إلى مدى خشونة السطح المشغل.

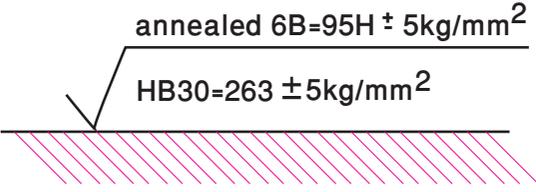
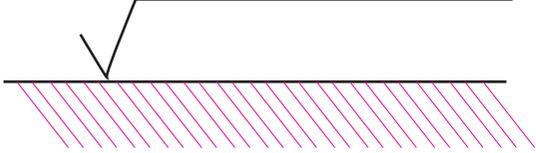
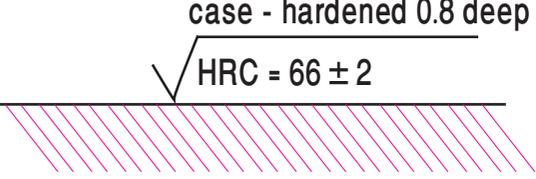
وفي الحقيقة لا يوجد سطح تام النعومة، ولكن هناك سطوح خشنة وسطوح أقل خشونة، وهذه الخشونة يمكن أن تُرى بعدسة مكبرة، ويمكن قياسها ورسمها باستخدام أدوات خاصة. وتعتمد دقة السطح وجودته وخبونته على نوع الآلة المستخدمة في الإنتاج، فهناك آلات أو قطع تحتاج إلى دقة تامة في الإنتاج والتشغيل، كالمحامل والمكابس والقطع التي تتعرض للاحتكاك، لذا يجب أن تكون سطوحها ناعمة، لتقليل تأثير الاحتكاك، ولا داعي لإنتاج القطع العالية الجودة والدقة الزائدة عن الحاجة؛ لأن ذلك يتطلب وقتاً طويلاً وكلفة عالية. ويبيّن الشكل (٤-٢) أحد السطوح الذي يُرى بعدسة مكبرة، ويطلق على المسافة العمودية بين أعلى نقطة في تدرج السطح وأسفل نقطة اسم ارتفاع الخشونة أو خشونة السطح، وتقاس بالميكرون الذي يساوي (١/١٠٠٠) من المليمتر، ولكي يضع الرسام علامات التشغيل على سطح معين لا بد أن يُعلم بأيّ الآلات سوف يشغل هذا السطح حتى يمكن إنتاج المشغولات بأقل التكاليف وبأعلى جودة، فكلما كان التشغيل ناعماً زادت تكاليف التشغيل.



الشكل (٤-٢): خشونة السطح.

ويمكن وضع علامات تشغيل أخرى على الرمز غير النعومة والخشونة للسطح بأن توضع درجة المعاملة الحرارية (الصلادة) لقطعة التشغيل التي أنجزت، وتختبر صلادة المواد إما بواسطة اختبار برينل (HB) أو باختبار روكويل (HRC)، أو اختبار فيكرز (HV). ولذلك يجب ذكر قيم الصلادة المطلوبة. والتصليد نوعان، إما تصليد شامل للقطعة جميعها، وإما تصليد سطحي لعمق معين، ويبيّن الجدول (٤-١) الحالات المذكورة.

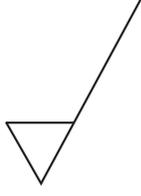
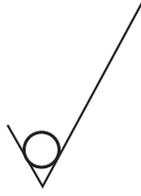
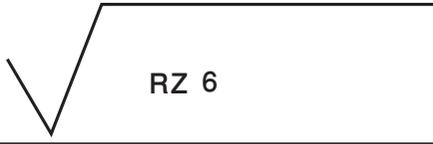
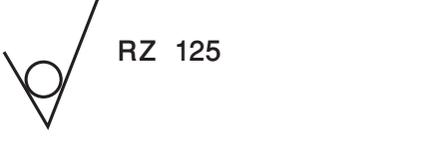
الجدول (٤-١): المتانة أو الصلادة المطلوبة للقطعة.

	<p>أ - يبيّن الرمز المقابل أنّ قطعة العمل قد أجري لها عملية تخمير، وأن مقاومة الشدّ المطلوبة لها هي (٥ ± ٩٥) نيوتن، أو (٢٦٣ ± ١٥) نيوتن وفقاً لمقياس برينل للصلادة.</p>	<p>أ -</p>
	<p>ب - يبيّن الرمز المقابل أنّ قطعة العمل قد أجري لها تقسية (تصليد) وفقاً لمقياس فيكرز للصلادة، الذي تبلغ قيمته (٥٥ ± ٧٩٠) نيوتن.</p>	<p>ب -</p>
	<p>ج - يبيّن الرمز المقابل أنّ قطعة العمل قد أجري لها تقسية سطحية بالتغليف إلى عمق (٠,٨) مم مع الاحتفاظ بالقلب متيناً، وفقاً لمقياس روكويل للصلادة، الذي تبلغ قيمته (٦٦ ± ٢) (HRC).</p>	<p>ج -</p>

١ علامات التشغيل الحديثة

يبيّن الجدول (٤-٢) رموز التشغيل للسطوح المتفق عليها حسب النظام الألماني (DIN150-1302).

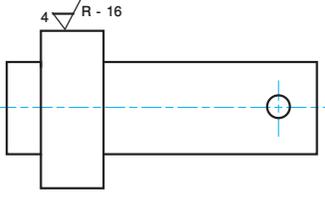
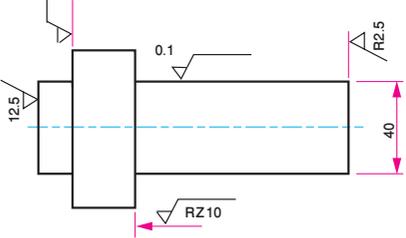
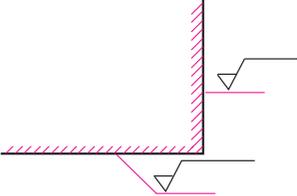
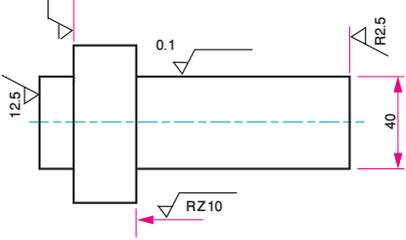
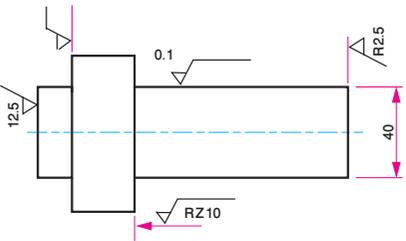
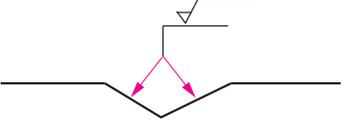
الجدول (٤-٢): رموز التشغيل للسطوح المتفق عليها حسب النظام الألماني.

الرمز	الإيضاح وطريقة الرسم
	يشير هذا الرمز إلى خطين، لهما طولان مختلفان، يشكلان زاوية مقدارها (٦٠°)، وترمز إلى سطح خشن منتج بقطع أو من دون قطع.
	يشير هذا الرمز إلى ما يشير إليه الرمز السابق بالإضافة إلى خط أفقي يشكل مثلثاً يرمز إلى سطح مشغل بالقطع، مثل القص والخراطة والثقب، والجلخ.
	ترمز الدائرة إلى سطح مشغل بلا قطع، كما في صبّ المعادن، والسحب، واللحام، والحدادة، أما الرمز الذي يحيط بها فهو الرمز الأول نفسه.
	مطلبي بالكروم عند إضافة عبارات إضافية يوصل خط أفقي بالطرف الطويل للرمز، ويكتب عليه العبارة المطلوبة.
	يشير هذا الرمز إلى سطح منتج بالجلخ، وتمثل (RZ) القيمة الوسطية لعمق المسافات بعد التشغيل، ومقدارها في هذه الحالة (٦) ميكرون.
	يشير إلى سطح مشغل بلا قطع، والقيمة الوسطية لعمق المسافات بعد التشغيل مقدارها في هذه الحالة (١٢٥) ميكرون.

٢ وضع علامات التشغيل على الرسم

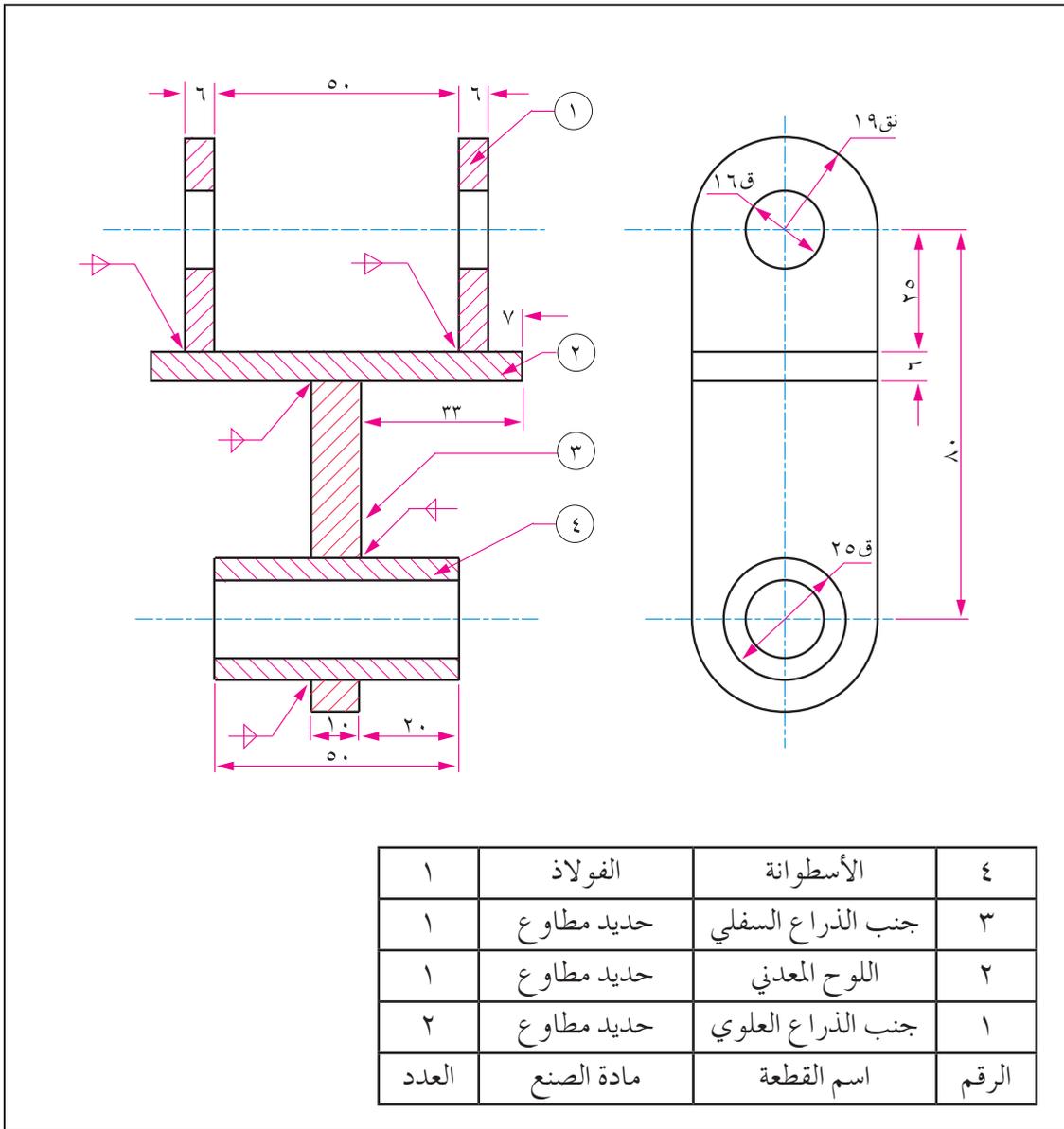
بيّن الجدول (٤-٣) طريقة وضع علامات التشغيل على الرسم.

الجدول (٤-٣): طريقة وضع علامات التشغيل على الرسم.

<p>أ</p> 	<p>يوضع الرمز بجانب الرقم الدالّ على رقم القطعة إذا كانت رموز التشغيل لسطوح القطعة واحد، كما في الشكل (أ).</p>
<p>ب</p> 	<p>يوضع الرمز مباشرة على القطعة، أو على خط مستقيم مساعد، كما في الشكل (ب).</p>
<p>ج</p> 	<p>يوضع الرمز على جانب السطح المراد تحديد دقة تشغيله، كما في الشكل (ج).</p>
<p>د</p> 	<p>توضع الكلمات الإضافية فوق الخط الأفقي بحيث تقرأ دائماً من اليمين، ومن أعلى، كما في الشكل (د).</p>
<p>هـ</p> 	<p>عند وضع رمز دقة تشغيل السطح في الجانب الأيمن، أو الأسفل لقطعة، فإنّ هذا الرمز يوضع فوق خط مساعد، كما في الشكل (هـ).</p>
<p>و</p> 	<p>يوضع رمز واحد لأكثر من سطح، كما في الشكل (و).</p>

مثال (٤-١)

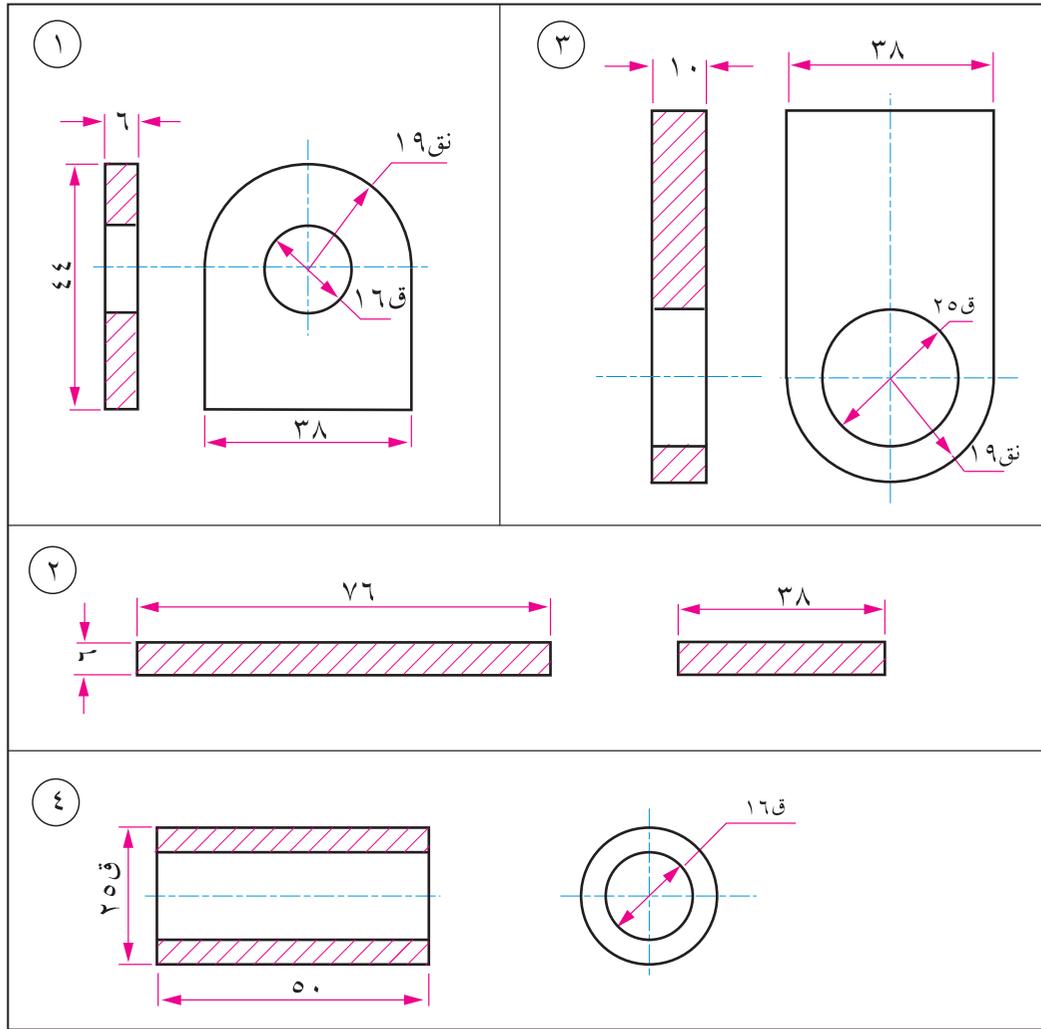
يبين الشكل (٤-٣) ذراع أرجوحة. ارسم بمقياس رسم (١:١) المساقط الضرورية لكل جزء من الأجزاء المكونة لذراع الأرجوحة، وضع الأبعاد اللازمة.



الشكل (٤-٣): ذراع أرجوحة.

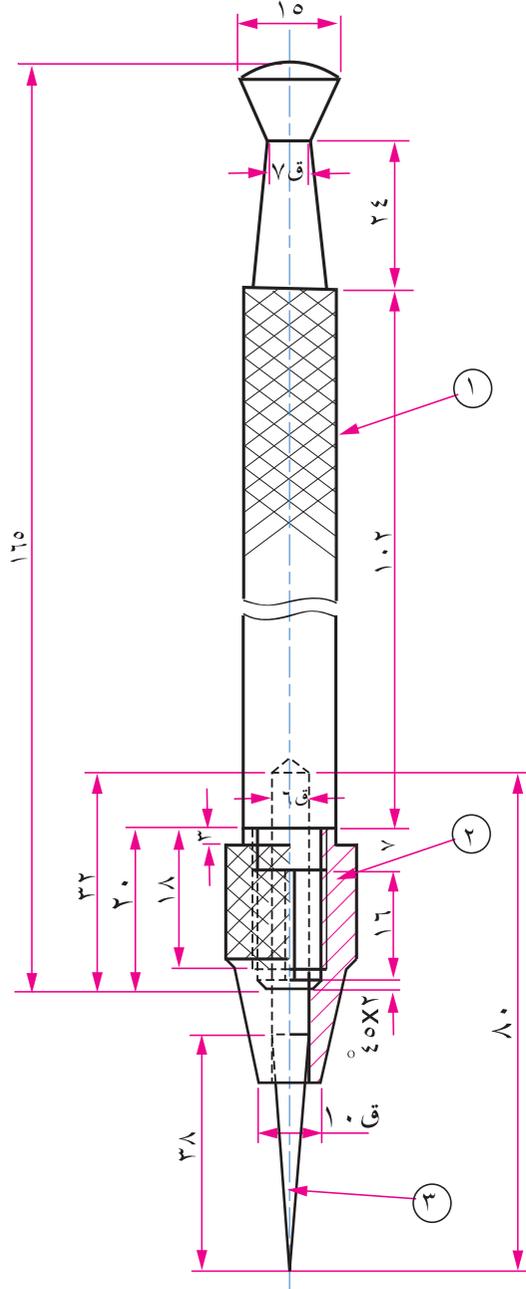
الحلّ

يبين الشكل (٤-٤) الآتي حلّ المثال (١):



الشكل (٤-٤): الرسم التفصيلي لأجزاء ذراع أرجوحة.

يبين الشكل (٤-٥) الخطاط المستخدم في تخطيط المشغولات.
ارسم بمقياس رسم (١:١) المساقط الضرورية لكل جزء، وضع الأبعاد اللازمة.

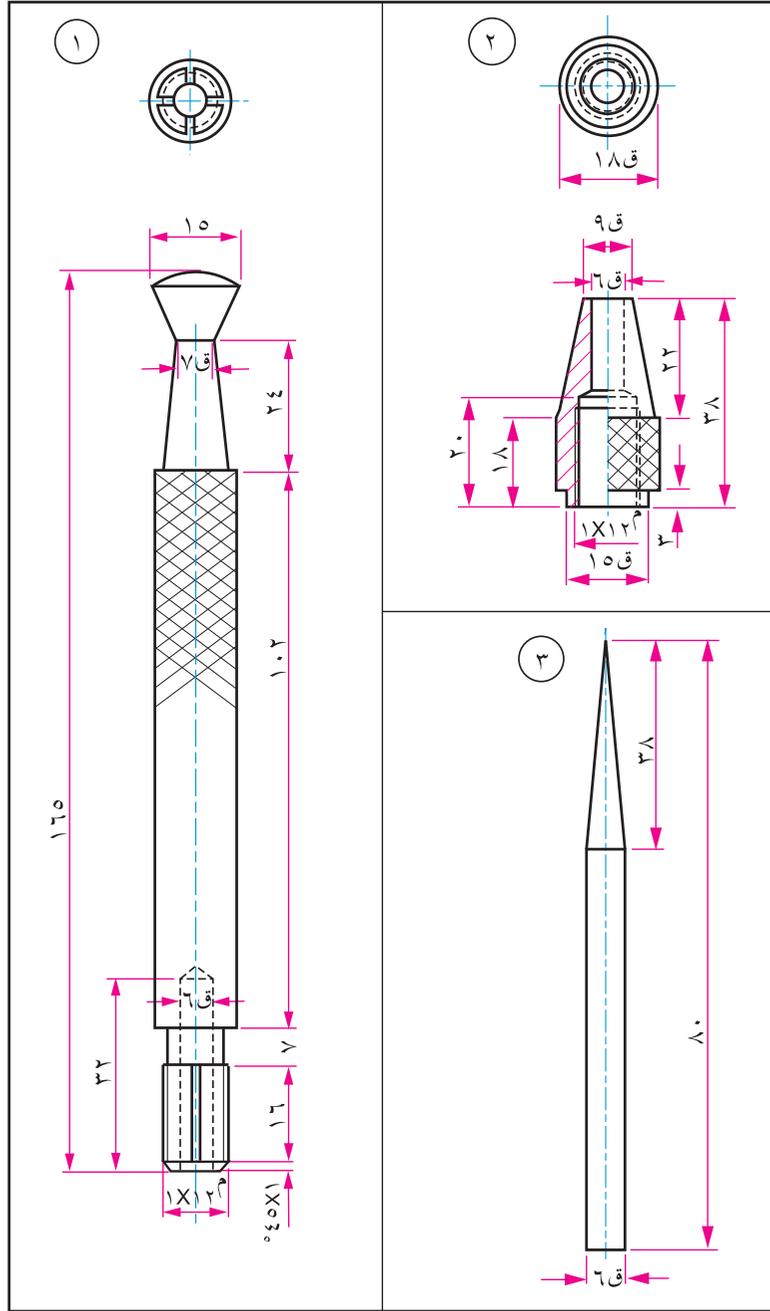


٣	الشوكة	الفولاذ الصلب	١
٢	المقدمة	الفولاذ	١
١	المقبض	الفولاذ	٢
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٤-٥): أجزاء الخطاط.

الحلّ

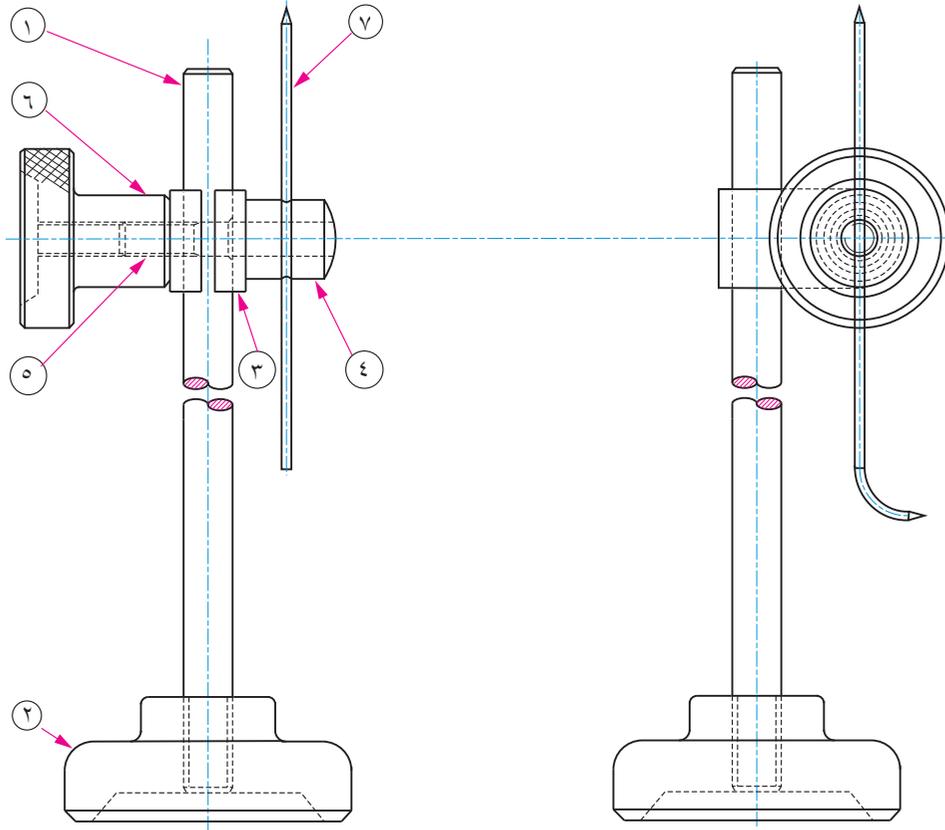
كما في الشكل (٤-٦).



الشكل (٤-٦): الرسم التفصيلي لأجزاء الخطاط.

مثال (٣-٤)

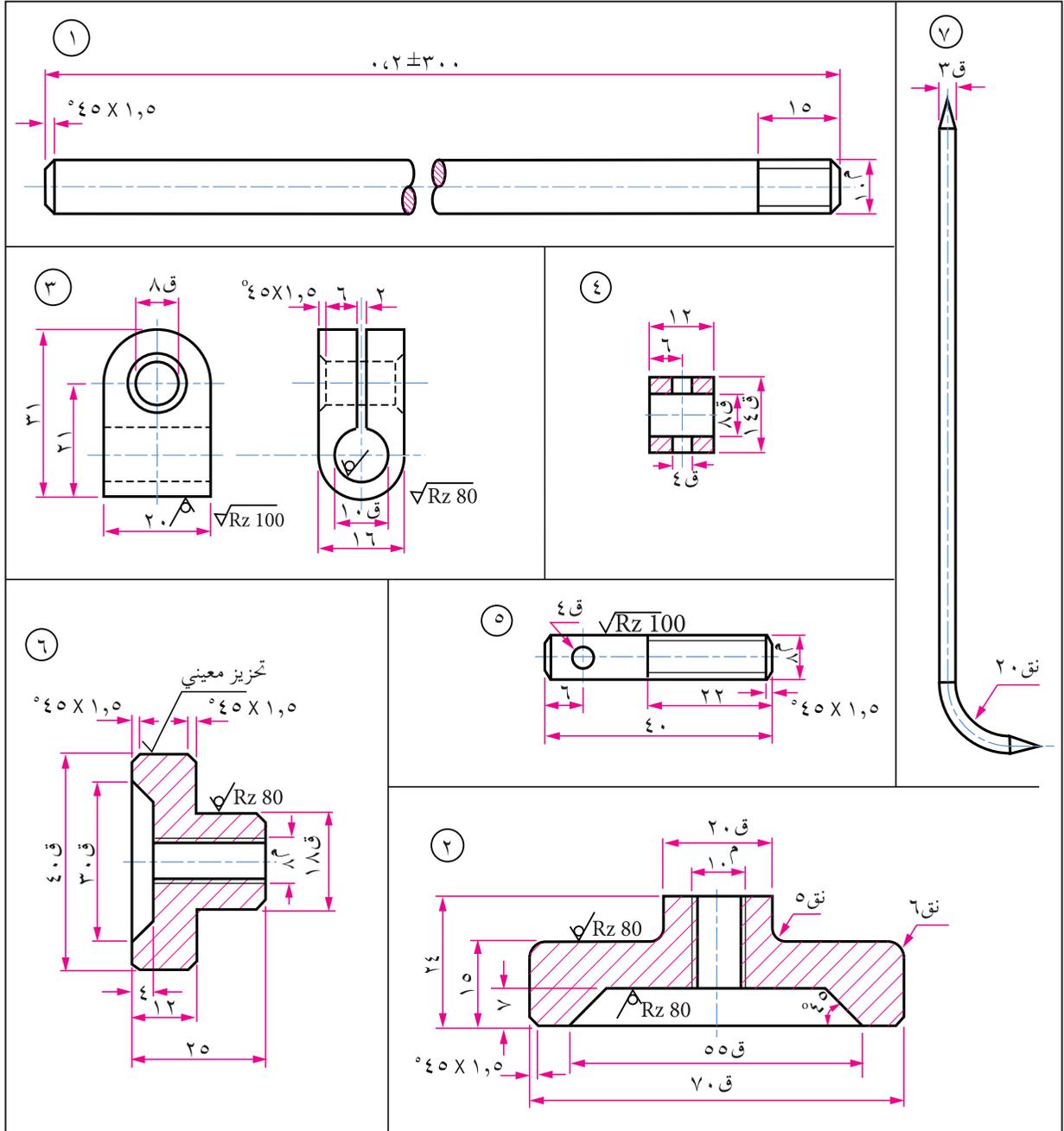
يبين الشكل (٧-٤) الرسم التجميعي لجهاز التخطيط الذي يحتوي على ستة أجزاء. ارسـم بمقياس رسم (١:١) المساقط الضرورية لكلّ جزء، وضع الأبعاد اللازمة، باستخدام الفرجار والمسطرة لنقل الأبعاد.



٧	الشوكة	صلب صلد	١
٦	صمولة الربط	صلب طري	١
٥	برغي الربط	صلب طري	١
٤	بيت (حامل) الشوكة	صلب طري	١
٣	جلبة الربط	صلب طري	١
٢	القاعدة	صلب طري	١
١	العمود	صلب طري	١
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٧-٤): أجزاء جهاز التخطيط (Marking out device).

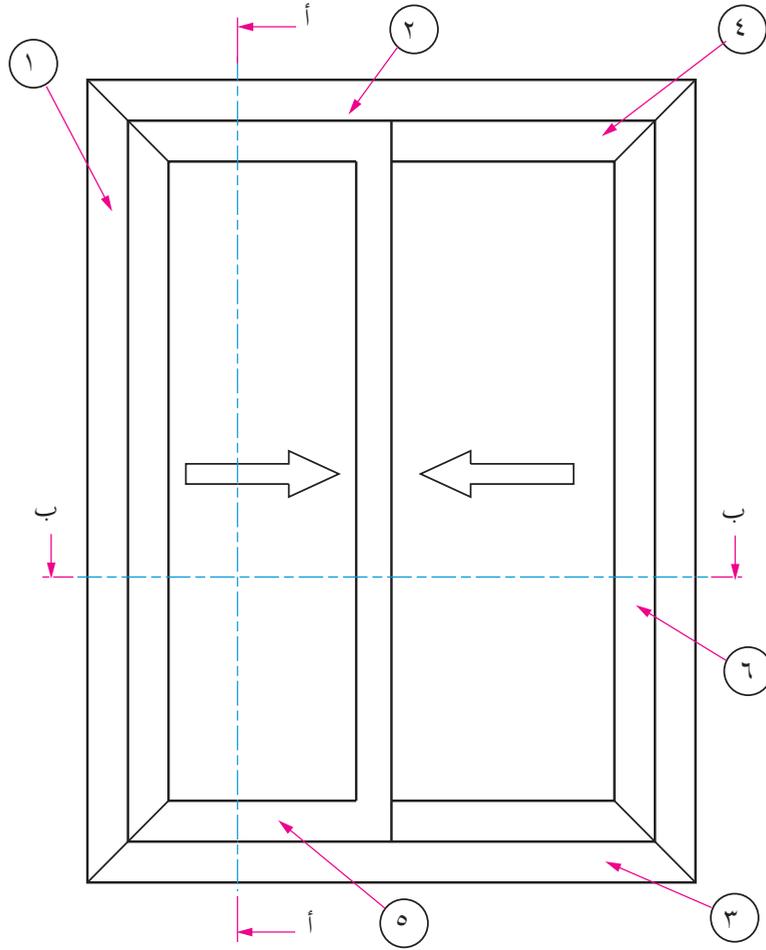
بيّن الشكل (٤-٨) الآتي حلّ المثال (٣):



الشكل (٤-٨): الرسم التفصيلي لأجزاء أداة التخطيط.

مثال (٤-٤)

بيّن الشكل (٤-٩) الرسم التجميعي لباب سحاب ذي درفتين.
ارسم باليد الحرة وبمقياس رسم (١:١) المقاطع التفصيلية عند مستويي القطع (أ-أ) و(ب-ب).

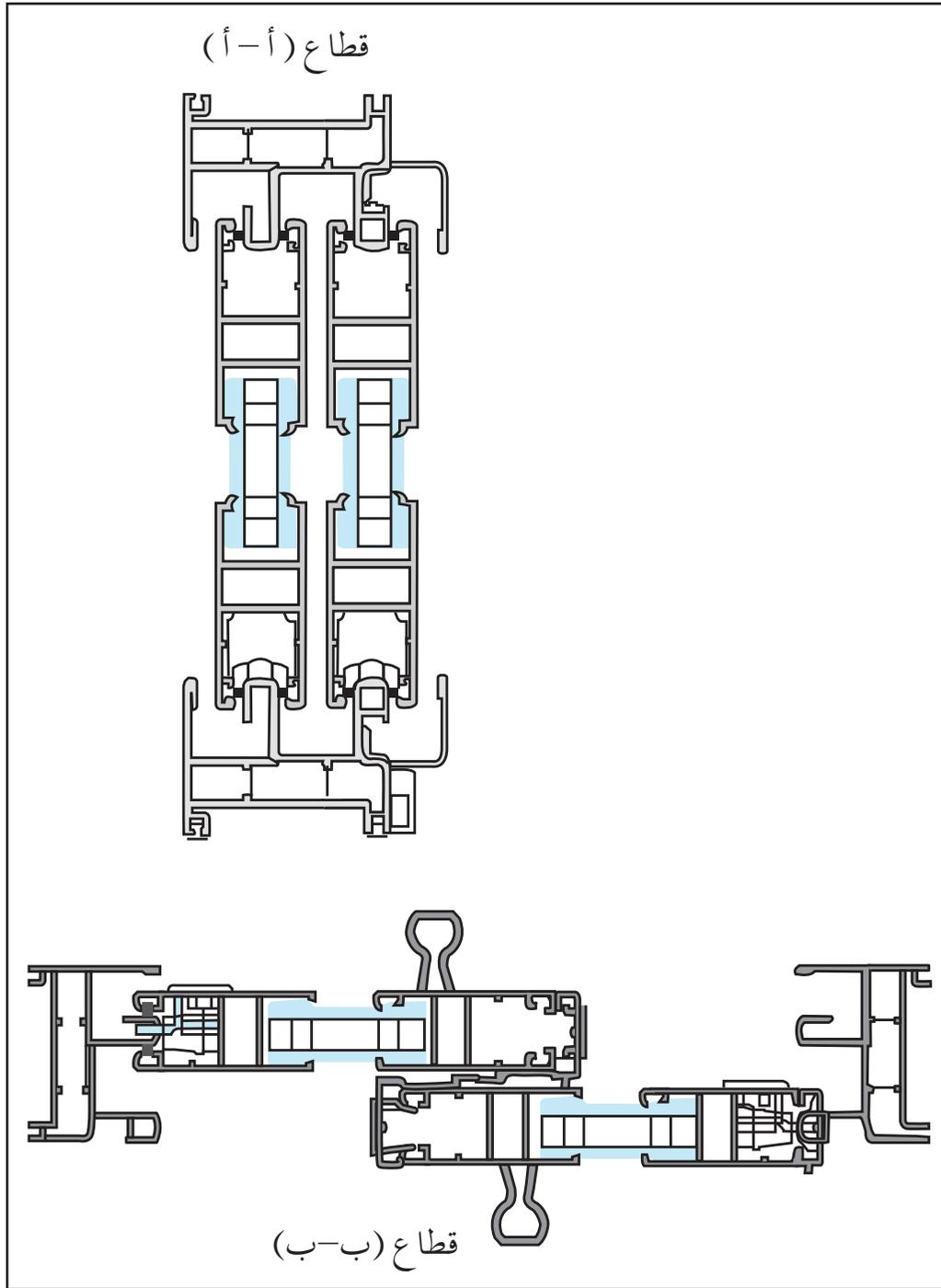


٦	سكين درفة	ألنسيوم	٢
٥	أرضية درفة	ألنسيوم	٢
٤	رأسية درفة	ألنسيوم	٢
٣	أرضية حلق	ألنسيوم	١
٢	رأسية حلق	ألنسيوم	١
١	جنب حلق	ألنسيوم	٢
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٤-٩): أجزاء باب سحاب.

الحلّ

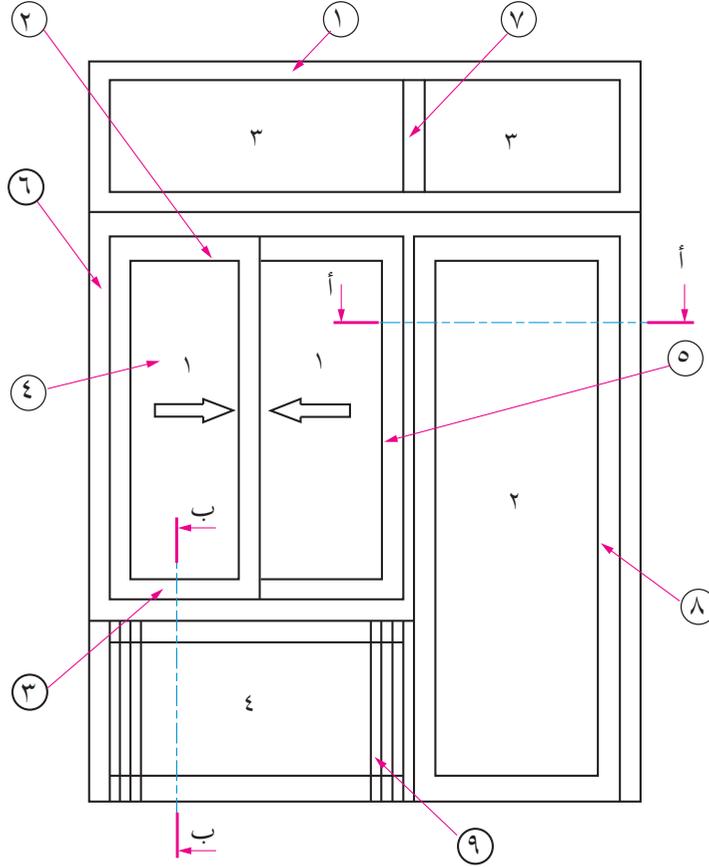
كما بيّن الشكل (٤-١٠).



الشكل (٤-١٠): المقاطع التفصيلية لأجزاء باب سحاب.

مثال (٤-٥)

يبين الشكل (٤-١١) تركيبة ألنيوم لشباك سحاب رقم (١) ذي درفتين متحركتين (منزلقتين)، وباب مفصلي ذي درفة واحدة رقم (٢) وأجزاء ثابتة للإضاءة رقم (٣) وحاجز ألنيوم رقم (٤).
ارسم المقاطع التفصيلية عند مستويي القطع (أ-أ) و (ب-ب).

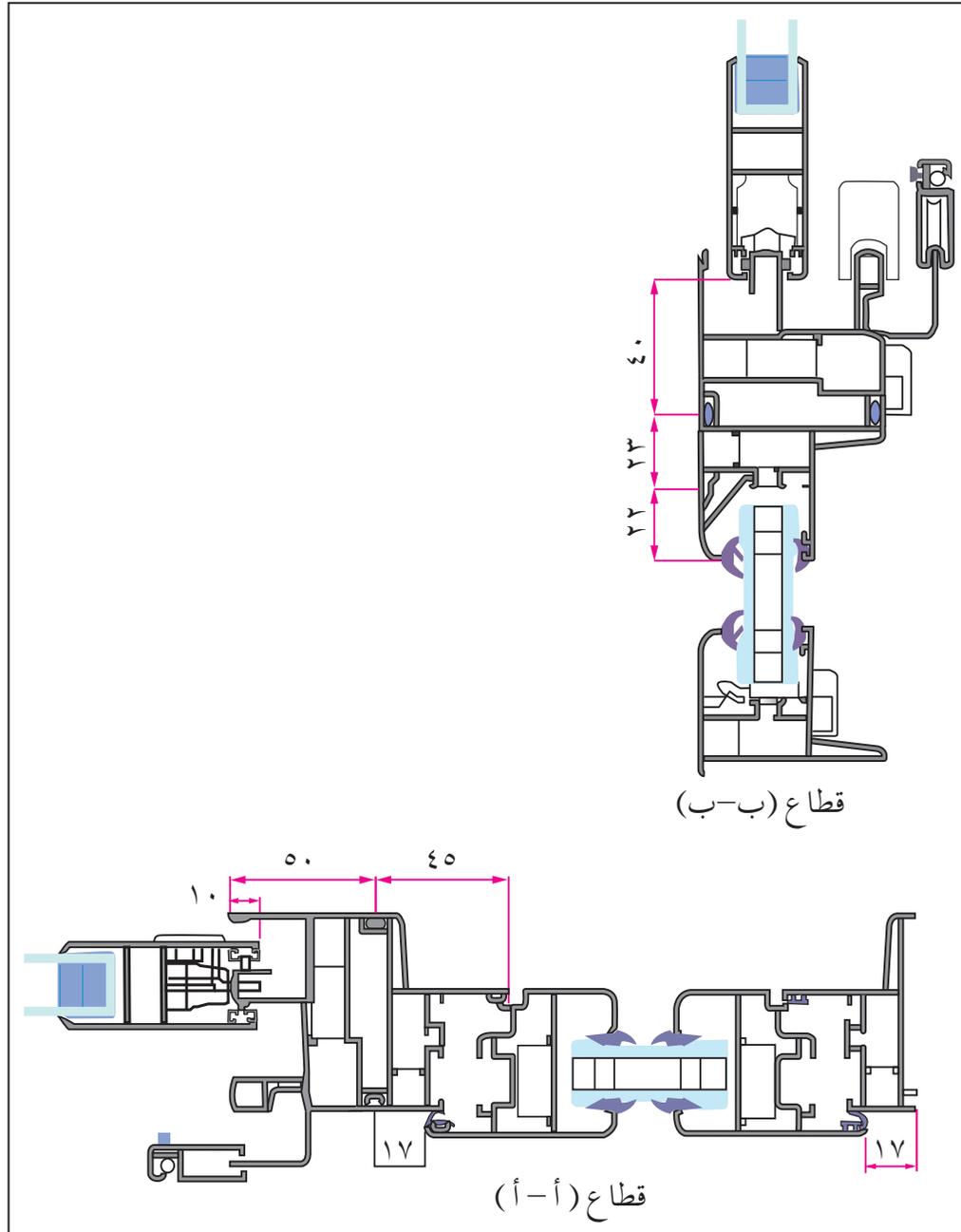


٩	شرائح ألنيوم	ألنيوم	١
٨	مقطع إطار درفة	ألنيوم	١
٧	عارضضة وسطية	ألنيوم	١
٦	رأسية حلق	ألنيوم	١
٥	سكين درفة	ألنيوم	١
٤	زرفيل درفة	ألنيوم	١
٣	أرضية درفة	ألنيوم	١
٢	رأسية درفة	ألنيوم	١
١	مقطع حلق رفيع	ألنيوم	١
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٤-١١): تركيبة ألنيوم لشباك سحاب وباب مفصلي ذي درفة.

الحلّ

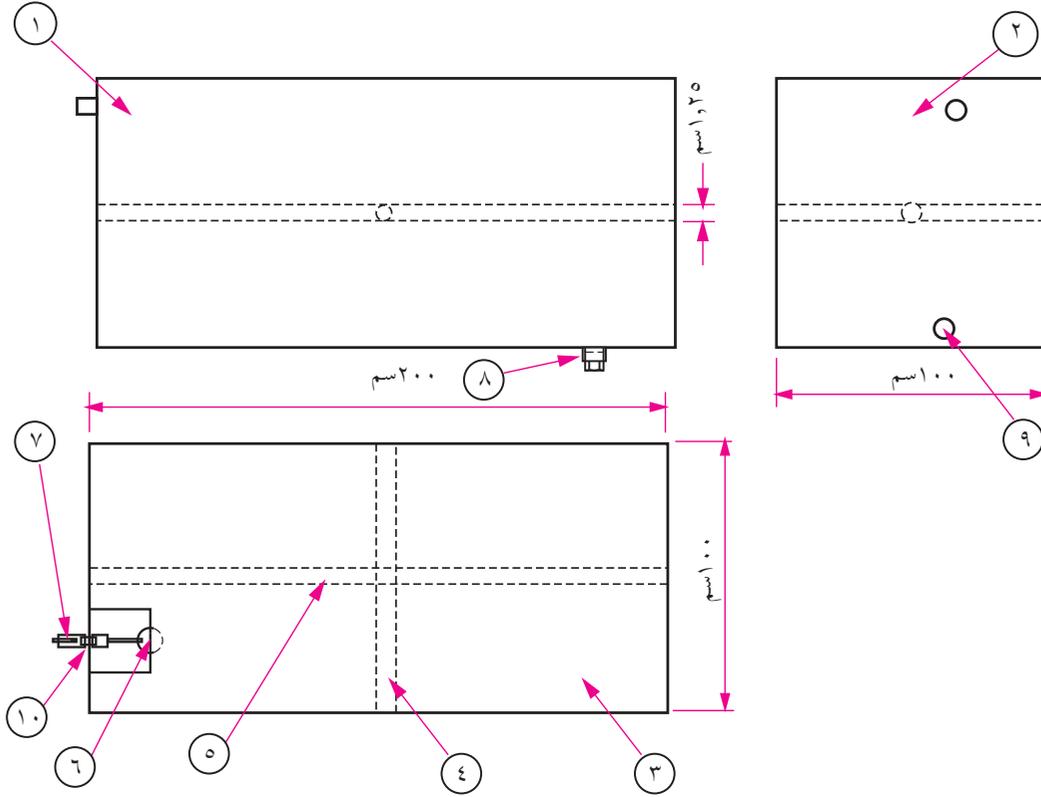
كما يبيّن الشكل (٤-١٢).



الشكل (٤-١٢): المقاطع المطلوبة لتركيبة الألمنيوم.

مثال (٤-٦)

بيّن الشكل (٤-١٣) مساقط خزان مياه مصنوع من الألواح المجلفنة، قياسه (١٠٠ × ٢٠٠ سم).
ارسم بمقياس رسم (١:١) رسماً تفصيلياً أجزاء هذا الخزان.

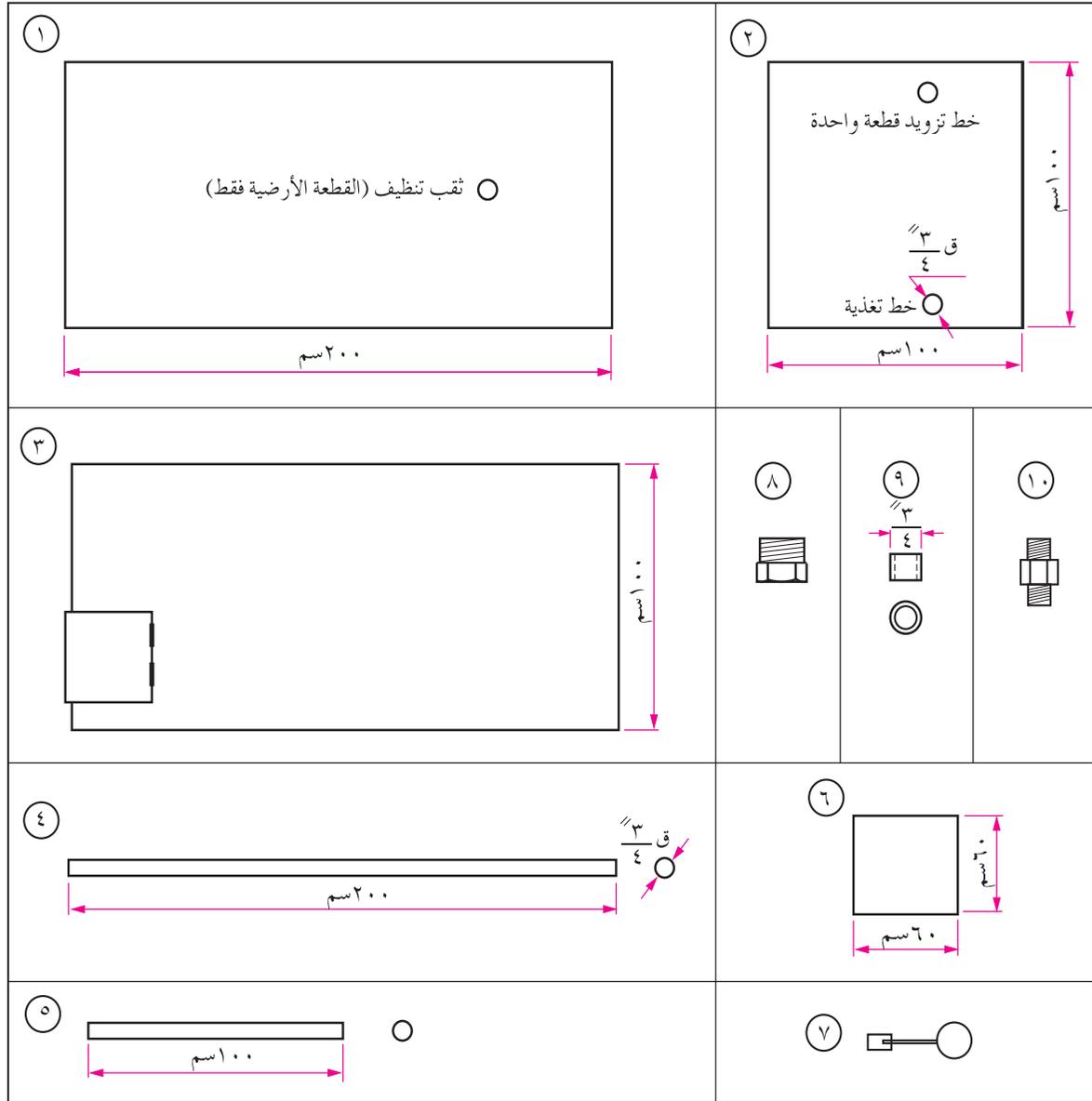


١٠	نبيل	فولاذ مجلفن	٢
٩	مفة	فولاذ مجلفن	٣
٨	سدادة	فولاذ مجلفن	١
٧	مجموعة العوامة	بلاستيك ونحاس	١
٦	غطاء الباب	فولاذ مجلفن	١
٥	ماسورة ٣/٤ × ٢٠٠ سم	فولاذ مجلفن	١
٤	ماسورة ٣/٤ × ١٠٠ سم	فولاذ مجلفن	١
٣	لوحة معدني ١٠٠ × ٢٠٠	حديد مجلفن	١
٢	لوحة معدني ١٠٠ × ١٠٠	حديد مجلفن	٢
١	لوحة معدني ١٠٠ × ٢٠٠	حديد مجلفن	٣
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٤-١٣): مساقط خزان مياه.

الحلّ

كما يبيّن الشكل (٤-١٤).



الشكل (٤-١٤): الرسم التفصيلي للأجزاء.

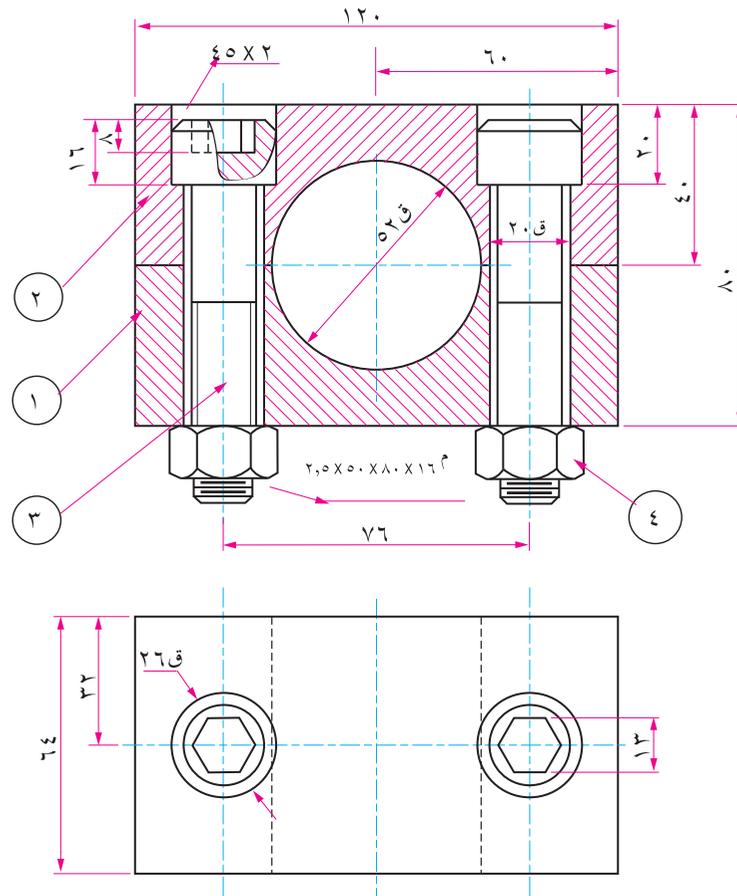
التقويم الذاتي

أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	عناصر الأداء	ممتاز	جيد	ضعيف
١	أبيّن أهمية الرسم التفصيلي ومبادئه.			
٢	أحدّد الهدف من استخدام الرسم التفصيلي.			
٣	أعدّد القطع الميكانيكية المختلفة المستخدمة في التجميع.			
٤	أرسم مساقط القطع الميكانيكية وقطاعاتها التفصيلية.			
٥	أبيّن كيفية تنفيذ الرسم التفصيلي.			
٦	أفسّر الأمثلة المحلولة وأرسمها.			
٧	أكتسب المعارف والمهارات الأدائية اللازمة لقراءة الرسوم التنفيذية.			
٨	أوظّف مهارات استخدام التكنولوجيا في معرفة تنفيذ الرسم التفصيلي.			
٩	أبيّن القطع المتحركة في التركيبة التجميعية وطبيعة حركة كلّ منها.			
١٠	أعيّن سطوح الارتكاز الرئيسة بين القطع المختلفة.			
١١	أشرح طريقة فكّ القطع وتجميعها، وترتيبها العملي.			
١٢	أفكر بأسهل الطرق، وأسرعها، وأكثرها سلامة.			
١٣	أحدّد ما يلزم من عدد، وأدوات لإتمام عملية التجميع.			
١٤	أعدّد طرق فكّ قطع الجهاز وتركيبها من البداية حتى النهاية.			

أسئلة الوحدة

- ١- يبين الشكل (٤-١٥) القطاع الأمامي والمستط الأفقي لمربط عمود.
 ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي، واضعاً أبعاد المساقط والقطاعات:
 أ- نصف القطاع الأمامي والمستط الأفقي للقطعة رقم (١).
 ب- المسقطان الأمامي والأفقي للقطعة رقم (٣).

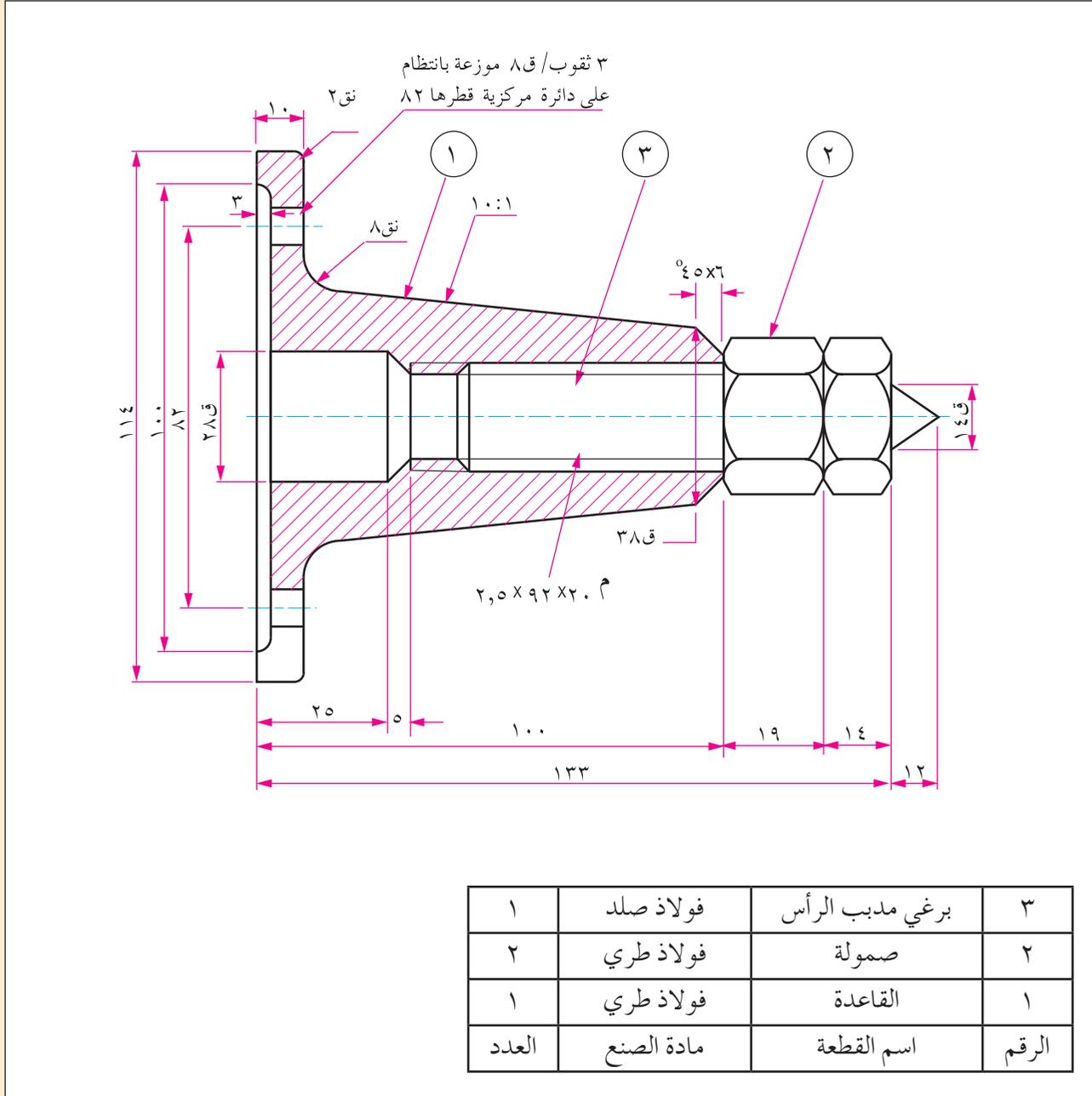


٤	صمولة	فولاذ صلد	٢
٣	برغي	فولاذ صلد	٢
٢	المسند العلوي	فولاذ طري	١
١	المسند السفلي	فولاذ طري	١
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد

الشكل (٤-١٥): مربط العمود بعد تجميعه.

٢ - بيّن الشكل (٤-١٦) قطاعًا أماميًا مجمعًا لسنبك.

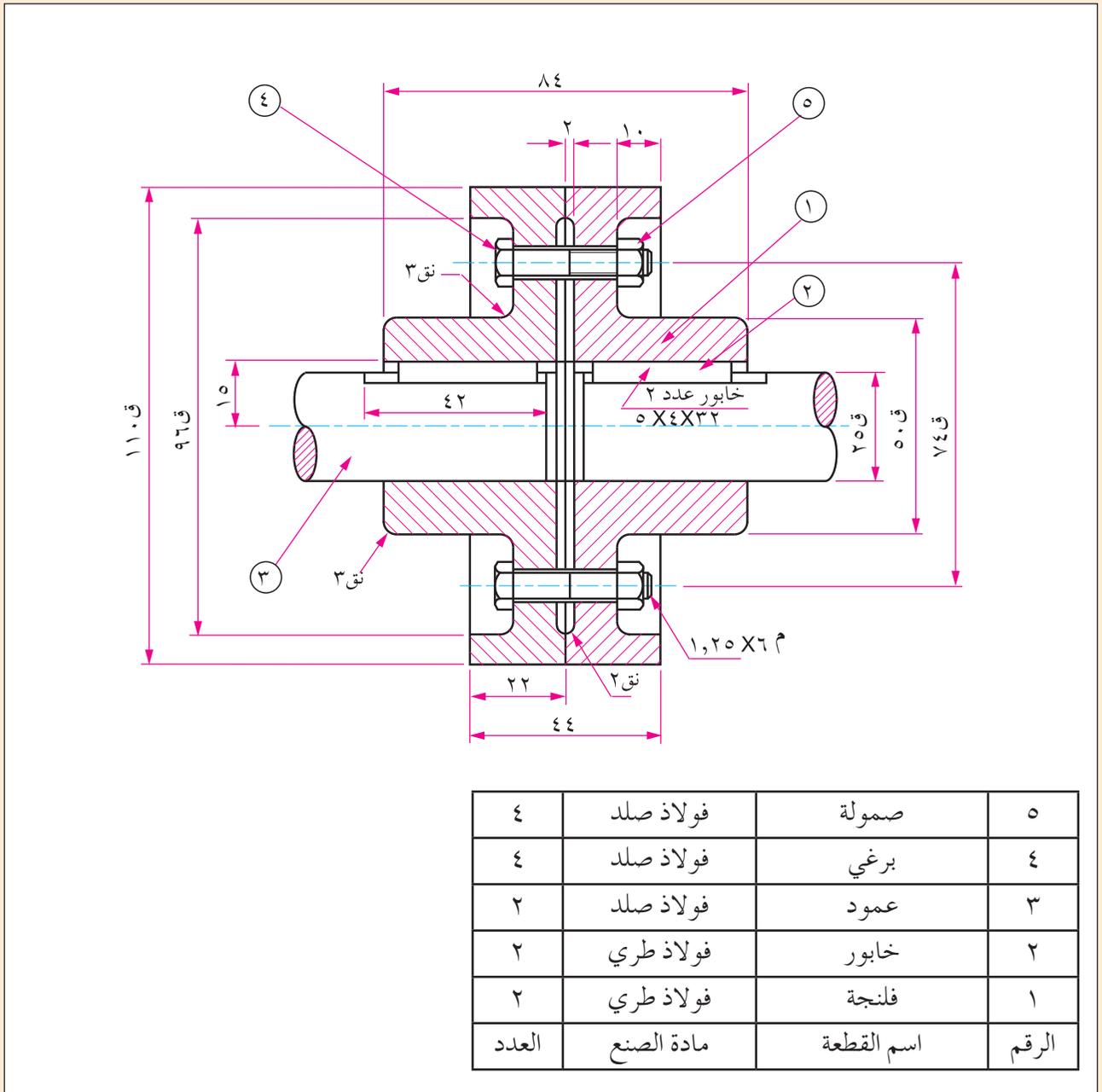
ارسم بمقياس رسم (١:١) المسقط الأمامي والجانبى لكل من القطعة رقم (١) والقطعة رقم (٢) واضعًا الأبعاد.



الشكل (٤-١٦): قطاع أمامي مجمع لسنبك وظيفته ضبط استوائية المشغولات.



- ٣ - يبين الشكل (٤-١٧) قطاعًا أماميًا مجمعًا لقارنة قرصية.
 ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي، واضعًا الأبعاد .
 أ - القطاع الأمامي والمسقط الجانبي للقطعة رقم (١).
 ب- المسقطان الأمامي والجانبي لكل من القطعتين (٢) و(٣).



الشكل (٤-١٧): قطاع أمامي مجمع لقارنة قرصية.

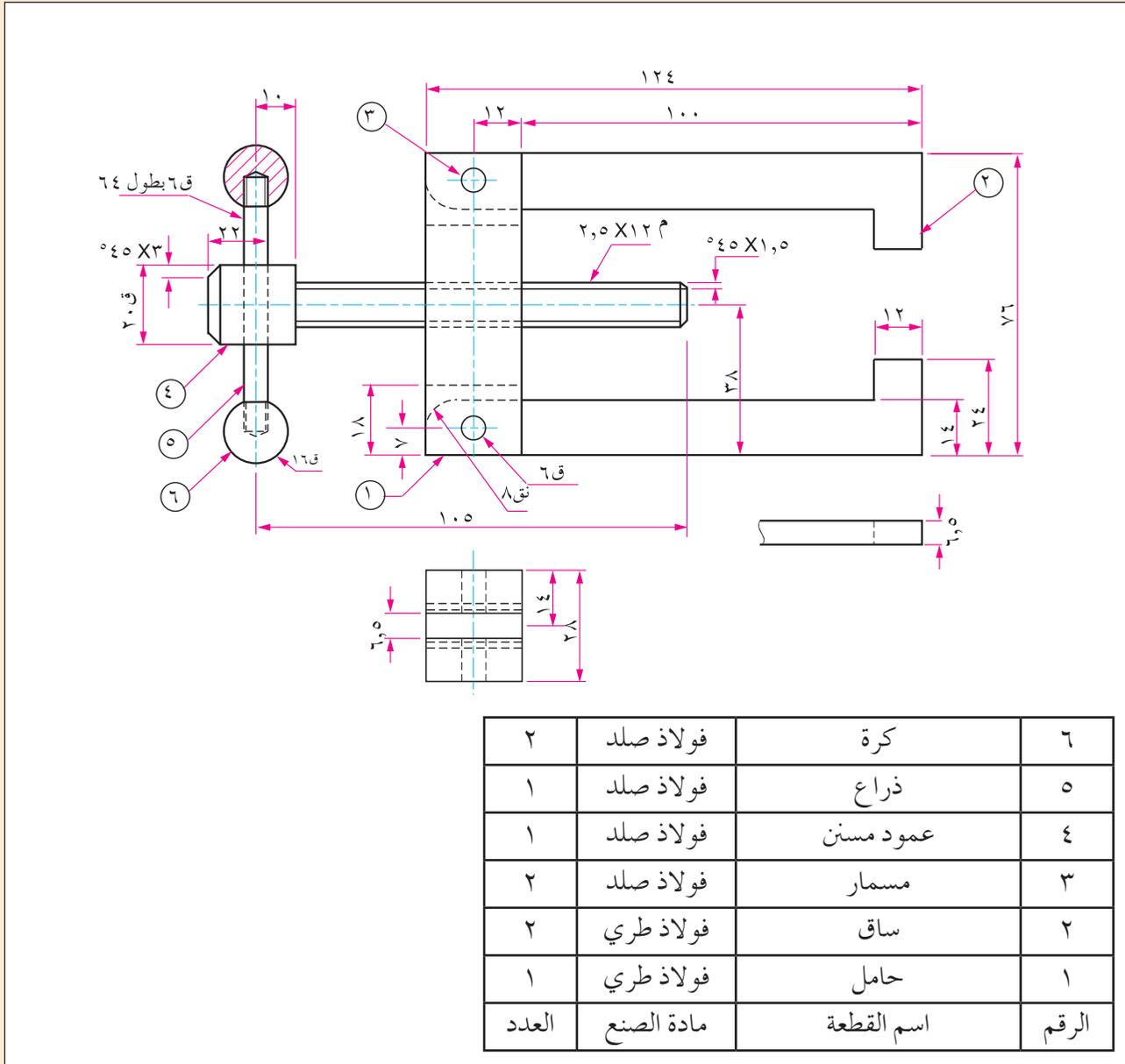
٤ - يبين الشكل (٤-١٨) مسقطاً أمامياً مجمّعاً لساحبة.

ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي، واضعاً أبعاد المساقط المرسومة:

أ - القطاع الأمامي والمسقط الجانبي للقطعة رقم (١).

ب - المسقطان الأمامي والأفقي للقطعة رقم (٢).

ج - المسقطان الأمامي والجانبي للعمود المسنن رقم (٤).



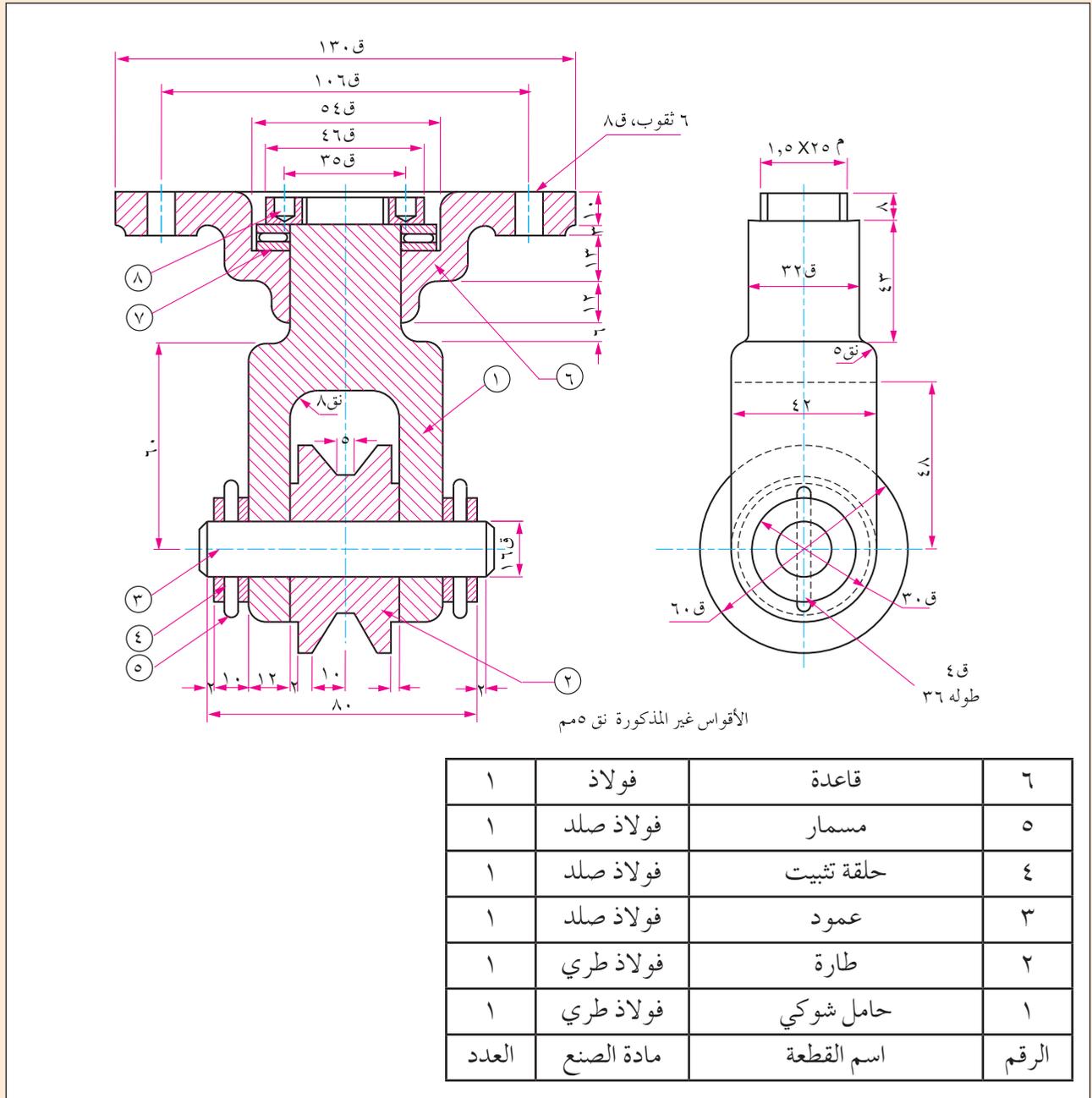
الشكل (٤-١٨): مسقط أمامي مجمّع لساحبة.

٥ - يبين الشكل (٤-١٩) قطاعاً أمامياً ومسقطاً جانبيًا مجمعاً لبكرة.

ارسم بمقياس رسم (١:١) ما يأتي واضعاً الأبعاد على المساقط المرسومة:

أ - القطاع الأمامي والمسقط الجانبي للقطعة رقم (١).

ب - المسقطان الأمامي والجانبي لكل من القطع رقم (٢) و(٤).

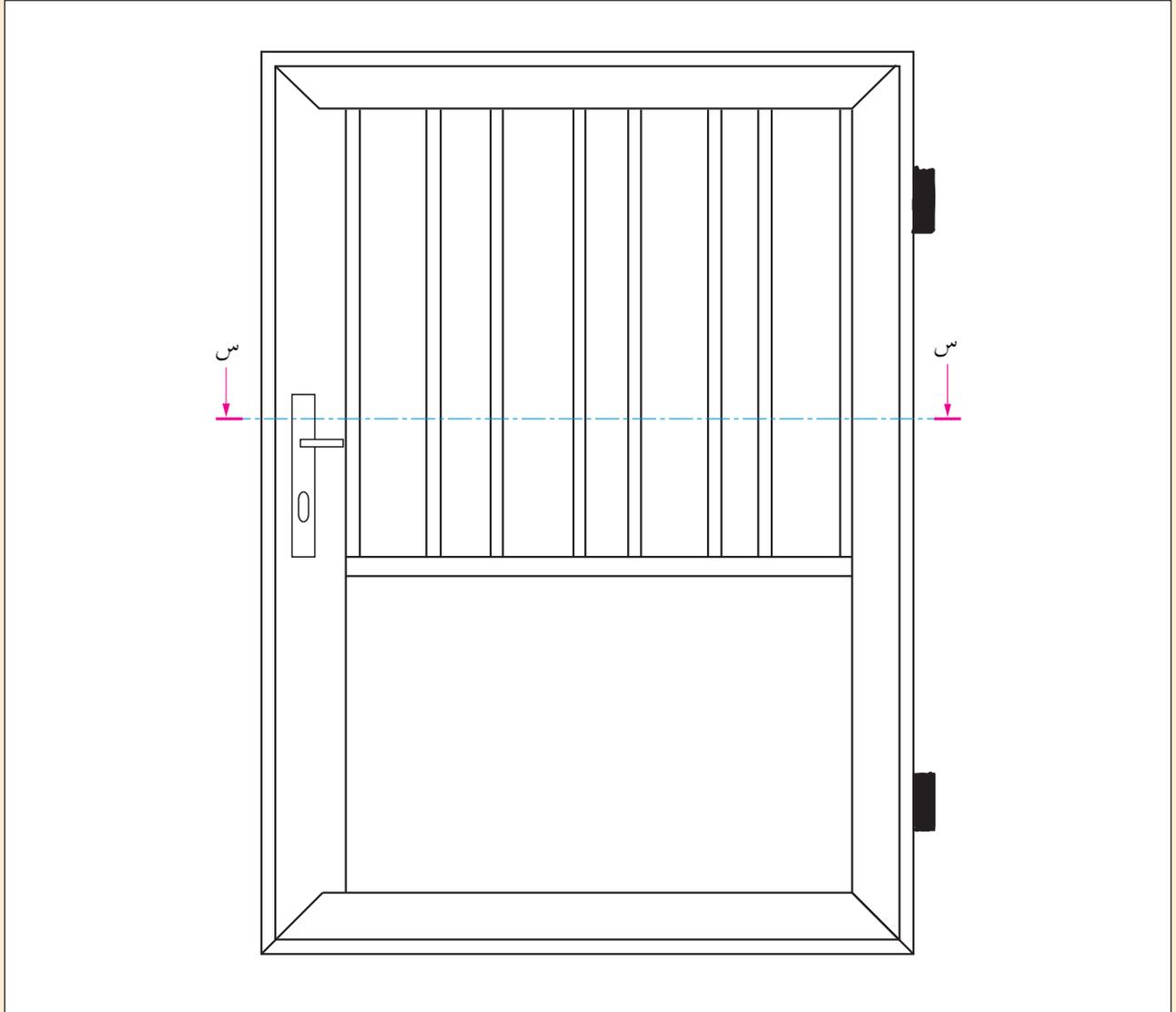


الشكل (٤-١٩): قطاع أمامي ومسقط جانبي مجمع لبكرة (Pulley).



٧- يبيّن الشكل (٤-٢١) بابًا مفصليًا ذا درفة واحدة.

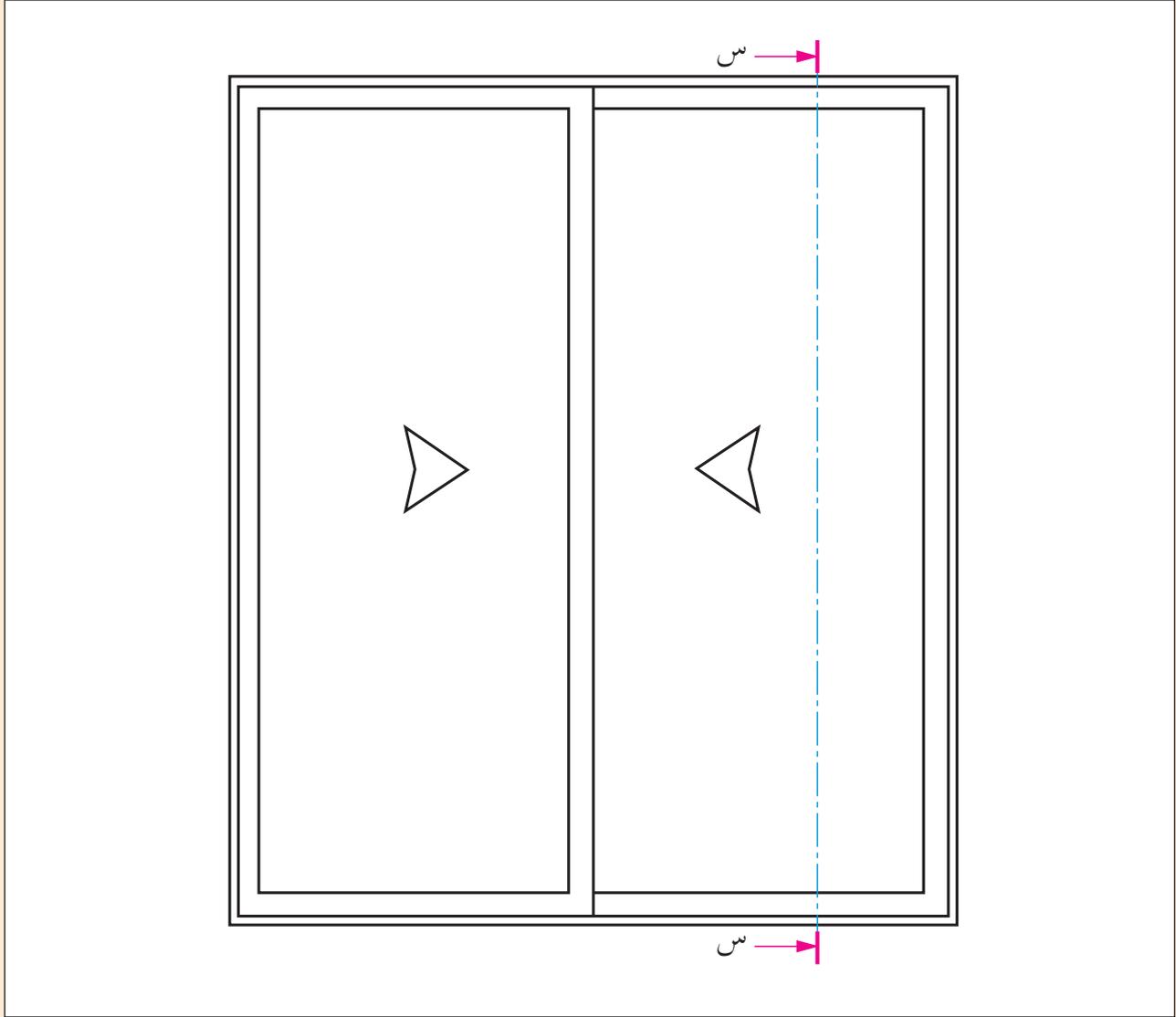
ارسم المقطع العرضي عند (س-س).



الشكل (٣-٢١): باب مفصلي ذو درفة.



٨ - بيّن الشكل (٤-٢٢) باب سحاب ذا درفتين.
ارسم المقطع الطولي المار في منتصف الدرفة رقم (١).



الشكل (٤-٢٢): باب مفصلي ذو درفة.

قائمة المصطلحات GLOSSARY

Accurate Method	الطريقة الدقيقة
An outline assembly	المخطط التجميعي التمهيدي
Approcimate Method	الطريقة التقريبية
Assembly drawing	الرسم التجميعي
Auto Lift-Tow Post	مرفاع السيارات
Chimney	المدخنة
Compression Spring	زنبرك ضغط
Cone	المخروط
Cube	المكعب
Cylinders	الأسطوانات
Dashed Lines	الخطوط المتقطعة
Design or Layout Assemblies	الرسم التجميعي التخطيطي
Detailed drawing	الرسم التفصيلي
Development	الإفراد
Dimensions	الأبعاد
Drill Jig	موجه ريشة المقدح
Elbows	الأكواع
General Assembly	الرسم التجميعي العام
Installation Assembly	التركيب التجميعي
Intersection Of Solids	تقاطع الأجسام الهندسية
Jig and Fixture	الدلائل والمثبتات
Locking Rings	حلقات الإحكام
Lock Washers	حلقات زنبركية
Parallel line development	الإفراد الموازي
Parallel rectangles	متوازي المستطيلات

Pictorial assembly	التجميع التصويري
Polygons	المضلعات
PRISMS	الموشور
Pyramid	الهرم
Radial line development	الإفراد القطري
Reducers	النقاصات
Riveting	البرشمة
Rivets	البراشيم
Round T-connection	مجرى على شكل حرف (T)
Sections	القطاعات
Splined Shafts	الأعمدة المخددة
Springs	الزنبركات (النوابض)
Standard	قياسي (معياري)
Standard Screw & Nuts	البراغي والصواميل القياسية
Straight line development	الإفراد البسيط أو المستقيم
Stud	برغي جاويط
Subassembly Drawing	الرسم التجميعي الجزئي
Tailstock	الغراب المتحرك
Tension Spring	زنبرك شدّ
Transition piece-rectangle to round	محول المقطع المربع إلى مقطع دائري
Triangulation development	الإفراد بطريقة التقسيم إلى مثلثات
Valves	المحابس
Views	المساقط
Washers	الحلقات المعدنية (رونديلات)
Welding	اللحام
Working Drawing Assembly	الرسوم التشغيلية المجمعة

قائمة المراجع

أولاً المراجع العربية

- ١ - زعموط، محمود، المرجع في الرسم، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان - الأردن، ٢٠٠١م.
- ٢ - أحمد، سفيان، والدوس، زينب، الرسم الهندسي - تمارين وتطبيقات، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان - الأردن، ٢٠١١م.
- ٣ - أحمد، سفيان، الرسم الهندسي، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان - الأردن، ٢٠٠٨م.

ثانياً المراجع الأجنبية

- 1 - Simmons, Colin, and Maguire, Dennis, and Phelps, Neil, **Manual of Engineering, Drawing**, Elsevire, ltd., Oxford uk, 2009.
- 2 - Earle, James, **Graphics for Engineering**, Pearson Education inc., NJ-USA, 2003.
- 3 - Griffiths, **Engineering Drawing for manufacture**, Elsevier Science and Technology Books, 2003.
- 4 - Shab, M.B., and Rana, B.C. **Engineering Drawing** Dorling Kindersley pvt ltd, Delhi - India, 2007.
- 5 - Reddy, Venkata, **Text book of Engineering Deawing**, BSP BS Publication, 2008.
- 6 - **Blueprint Reading for welder** - A.E Bennett, Louis J. Siy/ 2009.
- 7 - **Welding Print Reading** - Jon. R. Walker - 2005.

تَمَّ بِحَمْدِ اللَّهِ تَعَالَى