المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

اللحام وتشكيل المعادن

الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الأول

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

الناشر

وزارة التربية والتعليم

إدارة المناهج والكتب المدرسية

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

هاتف: 8-5/4617304 ، فاكس:4637569 ، ص.ب: 1930، الرمز البريدي:11118،

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

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (2021/29)، تاريخ (4 /2/ 2021) م، بدءًا من العام الدراسي 2021م/2022م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمّان – الأردن / ص.ب : 1930

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(4095/7/2021)
ISBN: 978-9957-84-978-8

لجنة التوجيه والإشراف على هذا الكتاب:

أ.د. راتب حمدان العيسى
أ.د. عصام صالح جلهم
د. مازن عبدالرحيم عرباسي
د. زبيدة حسن أبو شويمة
م. باسل محمود غضية
م. حمد عزات أحمرو
م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

وقام بتأليفه كل من:

م. عبدالله محمد الهزايمة
م. عبد الرحمن محمد أبو شقير
م. إسماعيل محمد طرخان

التحرير العلمي: م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

التحرير اللغوي: نضال أحمد موسى
التحرير الفني: نداء فؤاد أبو شنب
التصميم : فخري موسى الشبول
الإنتاج: سليمان أحمد الخلايلة

دقق الطباعة: م. محمد عبد اللطيف أبورحمة
راجعها: م. ثامر سامي الحلايبة

الطبعة الأولى 1442 هـ / 2021 م
(أعيدت طباعته) 2022 م

قائمة المحتويات

الموضوع		الصفحة
المقدمة		5
إرشادات تطبيقية		6
الوحدة الأولى: طرائق ربط المعادن		
أولًا	البرشمة	9
ثانيًا	البراغي والصواميل	21
ثالثًا	اللحام	50
	أسئلة الوحدة	81
الوحدة الثانية: القطاعات		
أولًا	القطاعات	91
ثانيًا	تطبيقات على القطاعات	111
	أسئلة الوحدة	122
الوحدة الثالثة: الرسم الحر		
أولًا	الرسم الحر	129
ثانيًا	تطبيقات على الرسم الحر	138
	أسئلة الوحدة	142
الوحدة الرابعة: الرسم التخطيطي		
أولًا	الرسم التخطيطي	147
ثانيًا	تطبيقات على الرسم التخطيطي	150
	أسئلة الوحدة	161
مسرد المصطلحات		163
قائمة المراجع		166

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد، وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد، فقد جاء كتاب اللحام وتشكيل المعادن منسجمًا مع الإطار العام للنتاجات العامة والخاصة التي أقرَّها مجلس التربية، وهو يشتمل على أربع وحدات دراسية:

- **الوحدة الأولى:** طرائق ربط المعادن، وهي تشمل ثلاثة موضوعات رئيسة:

  - البرشمة: يعرض هذا الموضوع لمفهوم البرشمة، ومسامير البرشام وأنواعها وأشكالها، ورموز البراشيم والوصلات المبرشمة ومصطلحاتها.
  - البراغي والصواميل: يعرض هذا الموضوع لأنواع البراغي والصواميل والحلقات (الروندیلات) والرسم الاصطلاحي لكل منها، وأنواع الوصلات، وطريقة رسم مساقط الوصلات.
  - اللحام: يعرض هذا الموضوع لأنواع الوصلات، وحالات اللحام، وإعداد وصلات اللحام، وأنواع رموز اللحام الأساسية والثانوية والمُركَّبة وتطبيقاتها، وقراءة المخططات ورسمها.

- **الوحدة الثانية:** القطاعات؛ إذ تعرض لمفهوم القطاعات، وأنواعها، وخطوط التهشير، وخطوط مستوى القطع، والأجزاء الميكانيكية التي لا تُهشَّر، وقراءة القطاعات ورسمها، واستنتاج المساقط والقطاعات.

- **الوحدة الثالثة:** الرسم الحر؛ إذ تعرض لمفهوم الرسم الحر، وأدواته، وإجراءاته الأساسية، وخطوات إنتاج الرسوم الحرة، وعمل رسوم آيزومترية وجبهية ومساقط وقطاعات.

- **الوحدة الرابعة:** الرسم التخطيطي؛ إذ تعرض لمفهوم الرسم التخطيطي، وأهميته، وإرشاداته العامة، وأمثلة على مخططات محطة اللحام الكهربائي، ومحطة اللحام بالغاز، ومحطة لحام المقاومة الكهربائية وغير ذلك.

روعي في الكتاب عرض الموضوعات بأسلوب واضح شائق للطلبة، وطرح العديد من الأمثلة المتنوعة والأنشطة والتطبيقات والتمارين التي تراعي الفروق الفردية بين الطلبة؛ ما يثير الدافعية لديهم، ويساعدهم على التعلُّم الذاتي.

إرشادات تطبيقية

في ما يأتي أهم الإرشادات التي يتعيَّن على الطلبة مراعاتها في المرسم:

1- الجلوس جلسة صحيحة في أثناء عملية الرسم؛ حفاظًا على العمود الفقري، ولا سيَّما أن الرسم يستغرق وقتًا طويلًا.

2- استخدام أدوات الرسم بصورة صحيحة؛ حفاظًا على سلامة الجميع.

3- المحافظة على نظافة طاولة الرسم، ولوحة الرسم، وأدواته.

4- الإفادة من مهارات الرسم الأساسية، واستخدام أدوات الرسم التي وردت في مبحث الرسم الصناعي للصف الحادي عشر.

5- استعمال أدوات الرسم المناسبة للتمرين المطلوب، ووضع الأدوات غير المستخدمة بعيدًا عن طاولة الرسم.

6- عدم استخدام أدوات الرسم في قص الورق؛ حفاظًا على استقامة أطرافها.

7- استعمال الطبعات (الشبلونات) المناسبة لعمليات الرسم:

- طبعات (شبلونات) لرسم المنحنيات، ورسم الخطوط المنحنية غير المنتظمة.

- طبعات (شبلونات) لرسم الدوائر الصغيرة، والأقواس الدائرية، والأشكال الهندسية.

- طبعات (شبلونات) لرسم الرموز الكهربائية، والإكترونية، والميكانيكية.

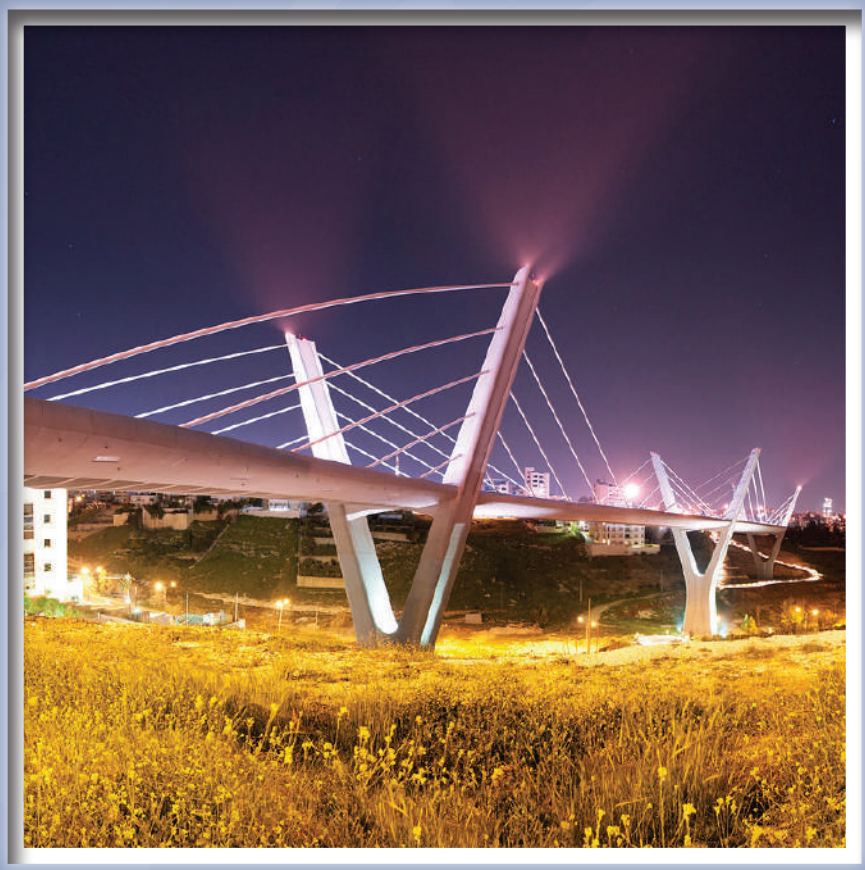
8- تنظيف أدوات الرسم، وحفظها في أماكنها.

9- المحافظة على ورقة الرسم نظيفة بعد الانتهاء من عملية الرسم، وعدم ثنيها.

10- الالتزام بتعليمات المُعلِّم في حصة الرسم.

الوحدة الأولى

طرائق ربط المعادن



جسر عبدون تحفة هندسية، ومعلم بارز في مدينة عمّان؛ إذ يُعَدُّ من الجسور المُعلَّقة التي تقوم على ربط أجزائها المعدنية بعضها ببعض.

- كيف ربطت أجزاء الجسر المعدنية بعضها ببعض؟
- فيمَ يُستفاد من ربط المعادن في حياتنا؟

تتكوَّن المنشآت والهياكل المعدنية والجمالونات والتركيبات الميكانيكية من قطع وأجزاء معدنية مختلفة تُوصَل معًا لتكوين الشكل المطلوب للهيكل المراد إنشاؤه. يعتمد تصميم الوصلات واختيارها على نوع المعدن للمنشآت المعدنية، وسُمْك المعدن للوصلات، وتوافر المعدات اللازمة للربط والوصل، وتكاليف الوصلات، ومكان تنفيذها.

تُربَط الأجزاء المعدنية، ويوصَل بعضها ببعض بطرائق عِدَّة يراعى فيها نوع الوصلة، وموقعها، وكيفية تنفيذها، والغرض منها. وأهم هذه الطرائق البرشمة، والبراغي مع الصواميل واللحام على اختلاف أنواعها.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يُوضِّح مفهوم البرشمة.
- يتعرَّف أنواع مسامير البرشام.
- يتعرَّف أشكال مسامير البرشام، ويرسمها.
- يتعرَّف أنواع وصلات البرشمة، ويرسم مسقطها الأفقي.
- يتعرَّف أسنان البراغي والصواميل، وأشكالها، ورموزها الاصطلاحية.
- يُصنِّف أنواع البراغي والصواميل والحلقات (الروونديلات).
- يرسم البراغي والصواميل في الرسوم التنفيذية.
- يُفسِّر رموز البراغي ووصلاتها.
- يرسم المساقط والقطاعات لوصلات مُجمَّعة بالبراغي والصواميل.
- يتعرَّف وصلات اللحام الشائعة الاستخدام، وأنواع الشطفات الملائمة لها.
- يُميِّز أنواع اللحام من حالات اللحام.
- يتعرَّف رموز اللحام الأساسية والثانوية، ويُحدِّد موقع كل رمز منها.
- يُفسِّر رموز اللحام المُركَّبة.
- يُفسِّر دلالة الأحرف في الرسوم.
- يُمثِّل رموز اللحام بصورة عملية تطبيقية.

أولًا: البرشمة (RIVETING)

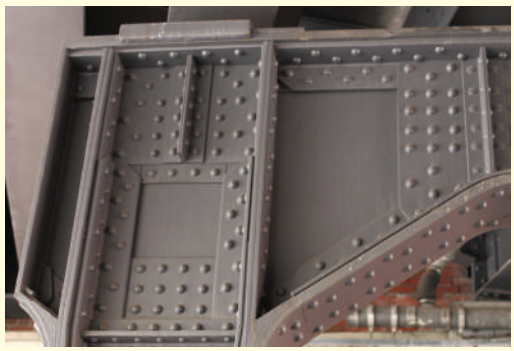
النتاجات

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يُوضِّح مفهوم البرشمة.
- يتعرَّف أنواع مسامير البرشام.
- يتعرَّف أشكال مسامير البرشام، ويرسمها.
- يتعرَّف أنواع وصلات البرشمة، ويرسم مسقطها الأفقي.

القياس والتقويم

انظر وتساءل



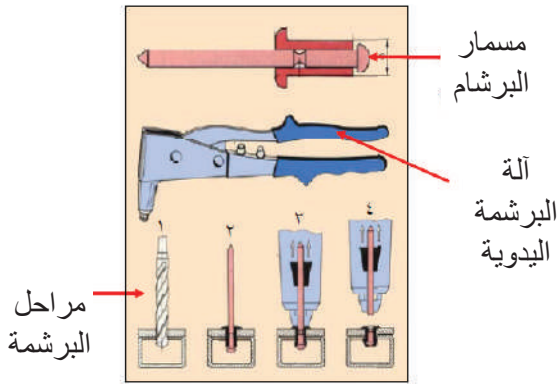
تُبَيِّن الصورة المجاورة جزءًا من هيكل معدني ضخم لإحدى المنشآت المعدنية:

- ما وسيلة الربط التي استُخدِمت في توصيل الأجزاء بعضها ببعض؟
- ما المقاطع المستخدمة في تجميع الهيكل المعدني؟

استكشف

ماذا يُقصَد بالبرشمة؟ ما خطوات تنفيذ الوصلات المبرشمة؟ فيمَ تُستعمَل البرشمة؟

أُناقِش زملائي في الأدوات اللازمة لعمل وصلات البرشمة مع الرسم.



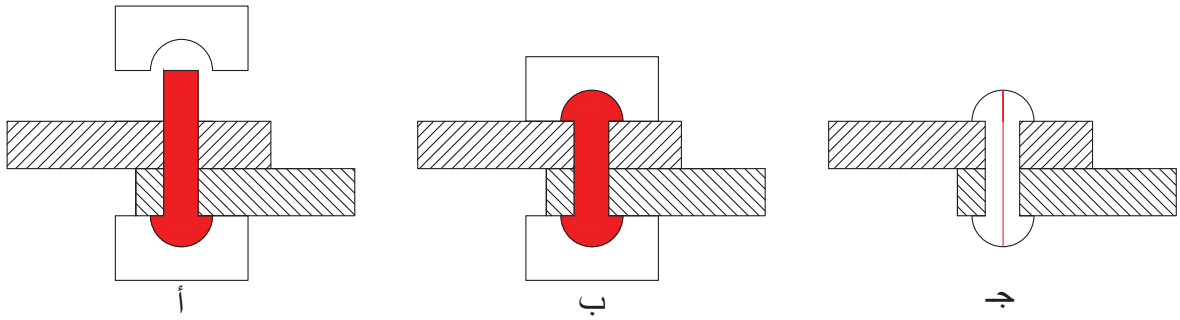
اقرأ وتعلَّم

تُعَدُّ البرشمة إحدى الطرائق المتبعة في إنشاء مختلف أنواع الوصلات المعدنية، وهي من الوصلات الدائمة، بحيث لا يُمكِن فكُّها إلّا بكسر البراشيم المُثبَّتة، وإزالتها، واستبدال أُخرى جديدة لها. تُعرَّف البراشيم بأنها مسامير معدنية تُصنَع من الحديد، أو النحاس، أو الألمنيوم، وتُستخدَم بوجه خاص في صناعة السفن، وهياكل الطائرات، ومعدات الرفع، والجسور، والمنشآت المعدنية، وفي كثير من الصناعات الهندسية.

بالرغم من تطور التقنيات المستخدمة في عمليات اللحام، فإن البرشمة لا تزال تُستعمَل بوصفها وسيلة ربط في حال تعذُّر الحصول على وصلات لحام جيدة.

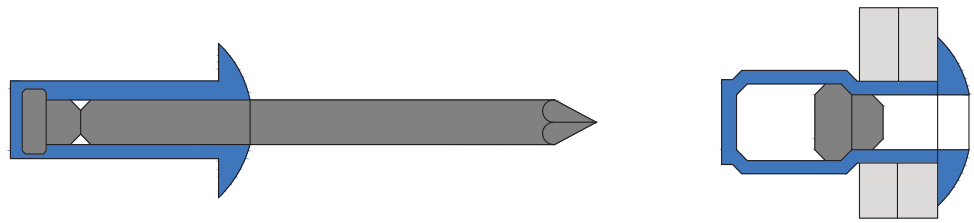
1- مفهوم البرشمة

يُقصَد بالبرشمة (Riveting) ربط القطع المعدنية الرقيقة (مثل: صفائح الصاج، وشبابيك الألمنيوم) على نحو متين وثابت باستعمال مسامير تُدخَل في ثقب مناسب في كل قطعتين يراد ربطهما معًا. يتكوَّن مسمار البرشام من رأس، وجسم أسطواني، ويعمل الرأس على تثبيت إحدى القطعتين، في حين يقفل الجسم الأسطواني على القطعة الأُخرى، ويُطرَق على المسمار باستعمال شاكوش ذي رأس كروي، انظر الشكل (1-1).



الشكل (1-1): ربط القطع المعدنية بالبرشمة.

يُستخدَم فرد التباشيم في ربط القطع المعدنية باستعمال مسمار برشام خاص به كما في الشكل (1-2).



الشكل (1-2): ربط قطعة معدنية بالبرشمة.

2 - أنواع مسامير البرشمة

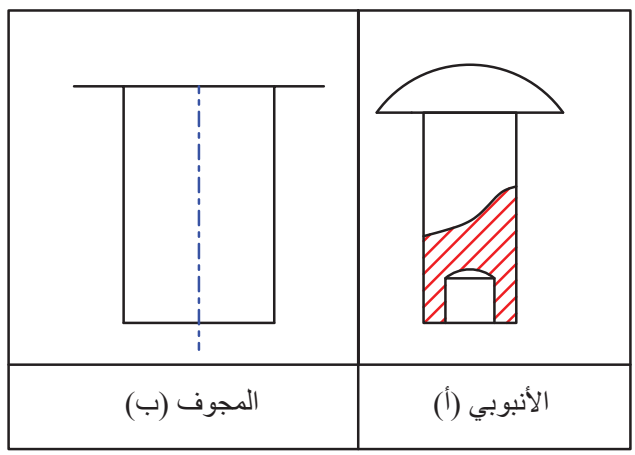
أ- **مسامير البرشمة المصمتة (Solid Rivets):** تُسمّى هذه المسامير بحسب شكل الرأس لكلٍّ منها، انظر الجدول (1-1).

الجدول (1-1): مسامير البرشمة.

الرقم	اسم البرشام	شكل البرشام
1	رأس غاطس (Countersunk Head).	
2	رأس منبسط (Flat Head).	
3	رأس مخروطي (Cone Head).	
4	رأس كروي (Button Head).	

ب- مسامير البرشمة الأنبوبية (Semi- Tubular Rivets): انظر الشكل (1-3/أ).

جـ- مسمار البرشمة المجوف (Hollow Rivet): انظر الشكل (1-3/ب).



الشكل (1-3): مسمار البرشام الأنبوبي والمجوف.

د - مسامير البرشمة المخفية (Blind Rivets): انظر الجدول (1-2).

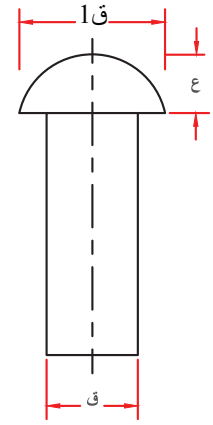
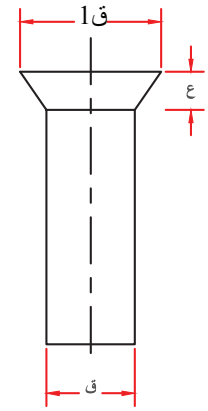
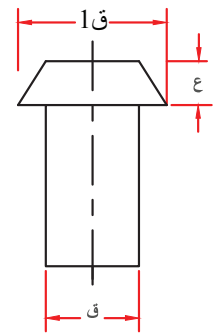
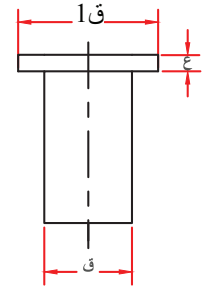
الجدول (1-2): مسامير البرشمة.

الرقم	اسم المسمار	الشكل
1	مسمار مغلق النهاية (closed end).	
2	مسمار مفتوح النهاية (open end).	

3 - أشكال مسامير البرشمة ومواصفاتها

تُرسَم مسامير البرشمة بحسب شكل رأسها، وقُطْر جسمها الأسطواني، وتُرسَم بقية الأبعاد ضمن نسبة معينة من القُطْر الأساسي. والجدول (1-3) يُبَيِّن بعض أنواع مسامير البرشمة الشائعة الاستخدام وأبعادها الهندسية.

الجدول (1-3) : أبعاد مسامير البرشام.

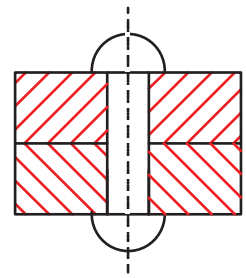
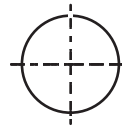
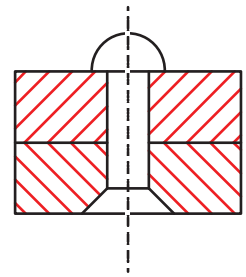
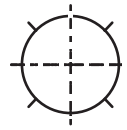
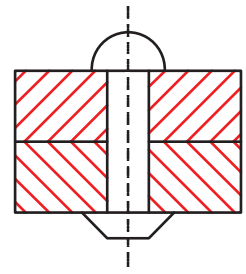
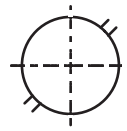
الرقم	الاسم	الشكل	الأبعاد
1	مسمار البرشام ذو الرأس الكروي.		ق: قُطْر مسمار البرشام. ع: ارتفاع رأس المسمار، وهو 0.75 ق. ق1: قُطْر دائرة قاعدة الرأس، وهو 1.75 ق. طول الجسم الأسطواني = مجموع سُمْك القطع + 1.5 ق.
2	مسمار البرشام ذو الرأس الغاطس.		ق: قُطْر مسمار البرشام. ع = 0.5 ق. ق1 = 1.75 ق. طول الجسم الأسطواني = مجموع سُمْك القطع + 0.75 ق.
3	مسمار البرشام ذو الرأس المخروطي.		ق: قُطْر مسمار البرشام. ع = 0.7 ق. ق1 = 1.6 ق.
4	مسمار البرشام ذو الرأس المنبسط.		ق: قُطْر مسمار البرشام. ع = 0.25 ق. ق1 = 2 ق.

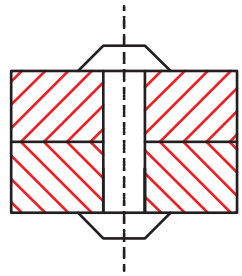
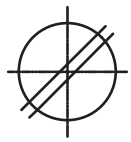
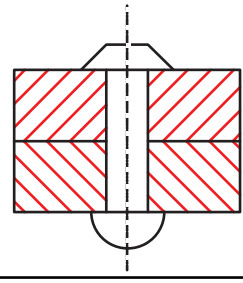
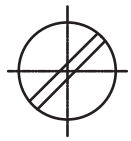
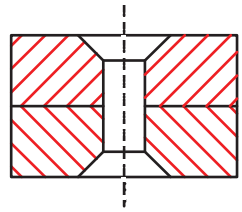
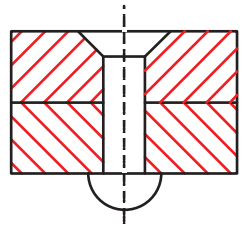
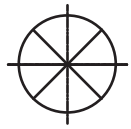
4 - رموز البراشيم ومصطلحاتها

وُضِعت الرموز والمصطلحات الخاصة بالبراشيم (riveting symbols) بناءً على توصيات الهيئات والمؤسسات التي تُعْنى بتوحيد المواصفات والمصطلحات القياسية الهندسية والفنية في العالم؛ لتسهيل معرفة أنواع البراشيم، وحجومها، وأشكالها، وطرائق استعمالها، وأماكن تركيبها.

تُعَدُّ المصطلحات القياسية الأمريكية من أبرز المصطلحات المستخدمة، وهي تُوضِّح الشكل الحقيقي للبرشام في حالة القطاع الأمامي لوصلة البرشمة، وكذلك الرمز المُستخدَم بالبرشام في حالة تركيبه في الورشة، أو في المكان المُحدَّد (موقع العمل والإنشاء)، انظر الجدول (4-1).

الجدول (4-1): المصطلحات الأمريكية الخاصة بوصلات البراشيم.

نوع مسمار البرشام وشكله	شكل المقطع لوصلة البرشام	الرمز الاصطلاحي في موقع الورشة	الرمز الاصطلاحي في موقع التركيب والإنشاء
كروي الرأس من الأعلى والأسفل.			
كروي الرأس من الأعلى، وغاطس من الأسفل.			
كروي من الأعلى، ومخروطي من الأسفل.			

مخروطي الشكل من الجهتين.			
مخروطي من الأعلى، وكروي من الأسفل.			
غاطس من الجهتين.			
غاطس من الأعلى، وكروي من الأسفل.			

5 - رسم مسامير البرشام

المثال (1-1)

ارسم مسمار برشام ذا رأس كروي، قُطْره (20) مم، وهو يُستخدَم لجمع قطعتين، سُمْك كلٍّ منهما (25) مم.

الحل

بناءً على الأبعاد والمواصفات الفنية للبرشام الكروي، فإن:

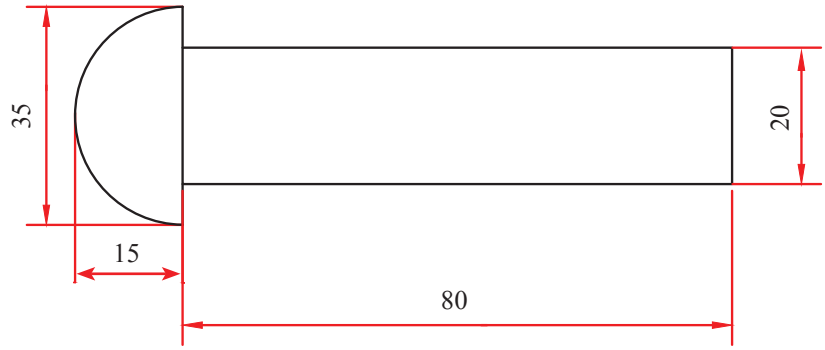
ق = قُطْر مسمار البرشام = (20) مم.

ع = ارتفاع رأس المسمار = 0.75 ق = 0.75 × 20 = (15) مم.

ق1= قُطْر دائرة قاعدة الرأس = 1.75 ق = 1.75 × 20 = (35) مم.

طول الجسم الأسطواني = مجموع سُمْك القطع + 1.5 ق = 25 + 25 + 1.5 × 20 = (80) مم.

اعتمادًا على هذه الأرقام، ارسم الشكل (1-4).



الشكل (1-4): مسمار البرشام المطلوب

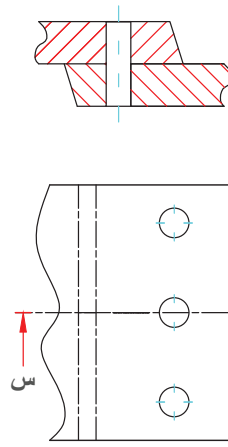
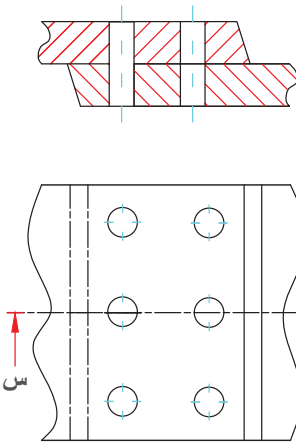
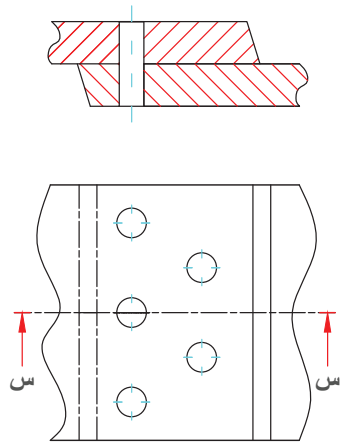
6- أنواع وصلات البرشمة

تُصنَّف وصلات البرشمة (Riveted Joints) إلى نوعين، وهما:

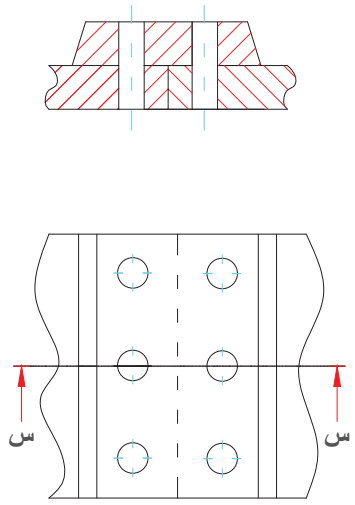
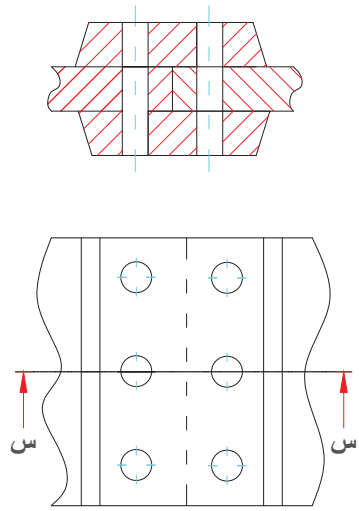
أ - **الوصلات الانطباقية (lap joints):** يُبَيِّن الجدول (1-5) أشكال هذه الوصلات.

ب- **الوصلات التناكبية (butt joints):** تُقسَم قسمين، هما: الوصلة المفردة، والوصلة المزدوجة، انظر الجدول (1-6).

الجدول (1-5): الوصلات الانطباقية.

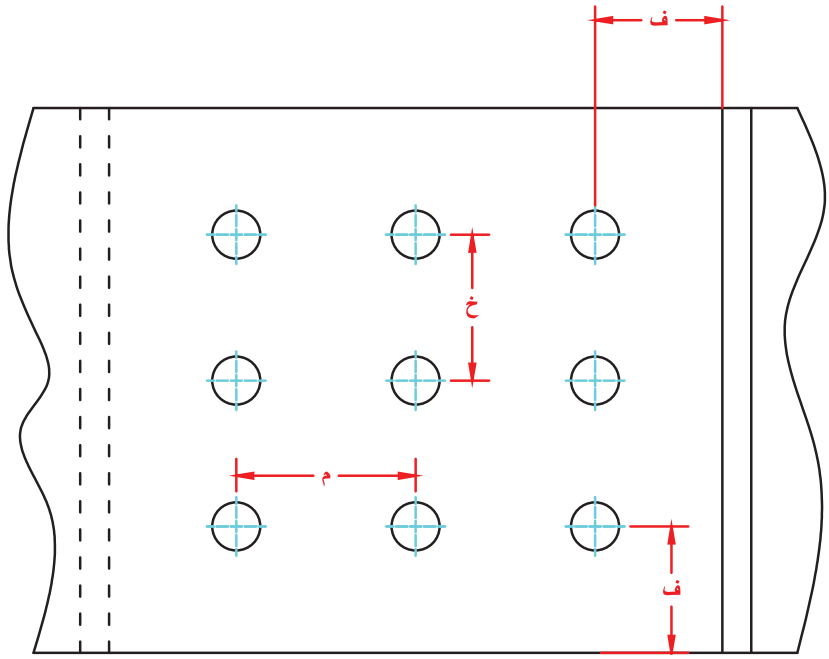
وصلة ذات صف واحد (single riveted)	وصلة ذات صفين متطابقين (chain riveting)	وصلة ذات صفين متعرجين (zig-zag riveting)
		

الجدول (1-6): الوصلات التناكبية.

الوصلة المفردة (Single)	الوصلة المزدوجة (Double)
	

تُراعى في عملية البرشمة العلاقات والمعطيات الآتية التي يُبيِّنُها الشكل (1-5):

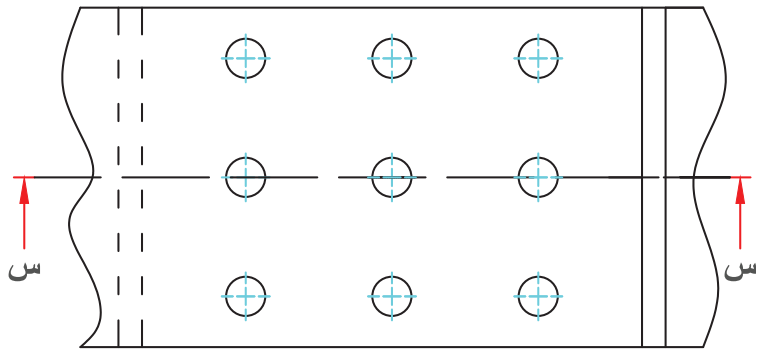
- المسافة بين مركزي ثقبين متتاليين في العمود نفسه (خ)، حيث: خ = 3 × ق.
- المسافة بين مركز البرشام وأطراف القطع المستخدمة في الربط (ف)، حيث: ف = 1.5 × ق.
- المسافة بين صفين (م)، حيث: م = 2.4 × ق.



الشكل (1-5): الأبعاد بين البراشيم.

المثال (1-2)

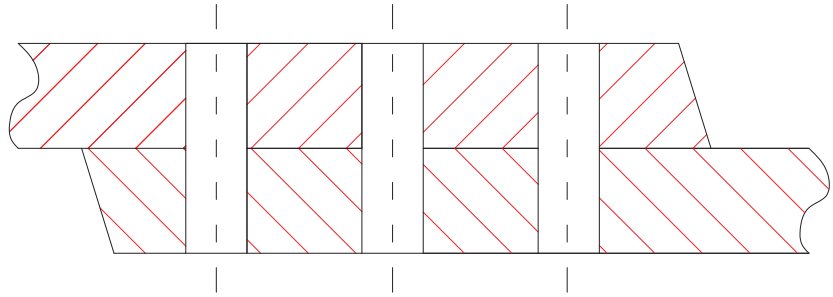
ارسم القطاع الأمامي (س-س) لوصلة البرشمة الانطباقية المُبيَّنة في الشكل (1-6) الذي يُمثِّل المسقط الأفقي.



الشكل (1-6): المسقط الأفقي.

الحل

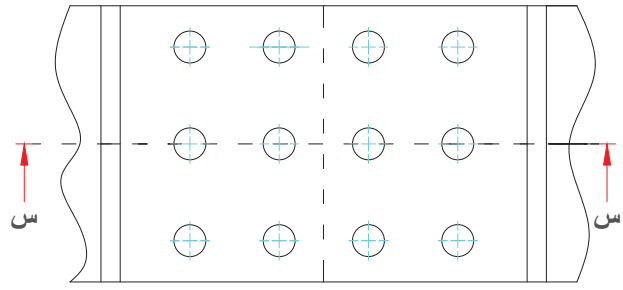
يُبيِّن الشكل (1-7) حل المسألة.



الشكل (1-7): القطاع الأمامي (س-س).

المثال (1-3)

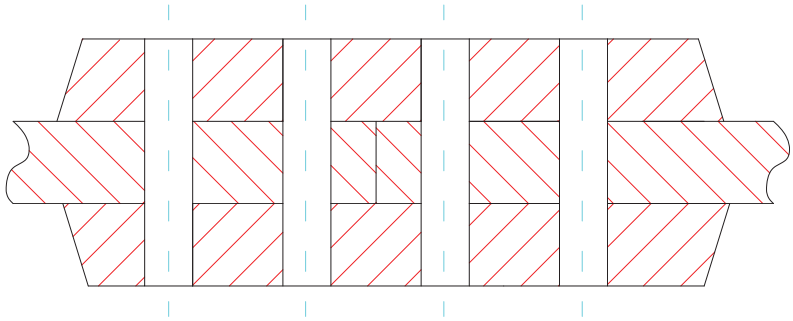
ارسم القطاع الأمامي (س-س) لوصلة البرشمة التناكبية المزدوجة المُبيَّنة في الشكل (1-8) الذي يُمثِّل المسقط الأفقي.



الشكل (1-8): المسقط الأفقي.

الحل

يُبيِّن الشكل (1-9) حل المثال.

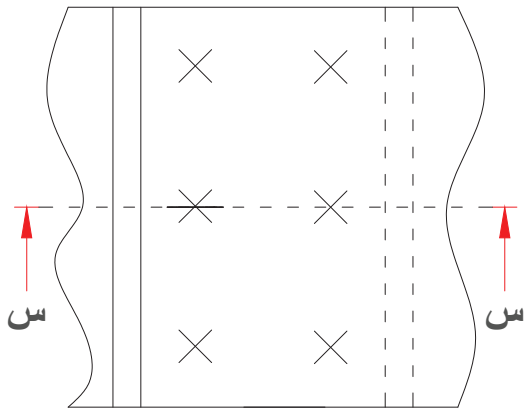


الشكل (1-9): القطاع الأمامي (س-س).

المثال (1-4)

قطعتان من المعدن، سُمْك كلٍّ منهما (5) مم، رُبطتا معًا عن طريق البرشمة باستعمال مسمار برشام قُطْره (10) مم. مستعينًا بالشكل (1-10)، ارسم ما يأتي:

- المسقط الأفقي.
- القطاع الأمامي (س-س).



الشكل (1-10): الرسم التوضيحي.

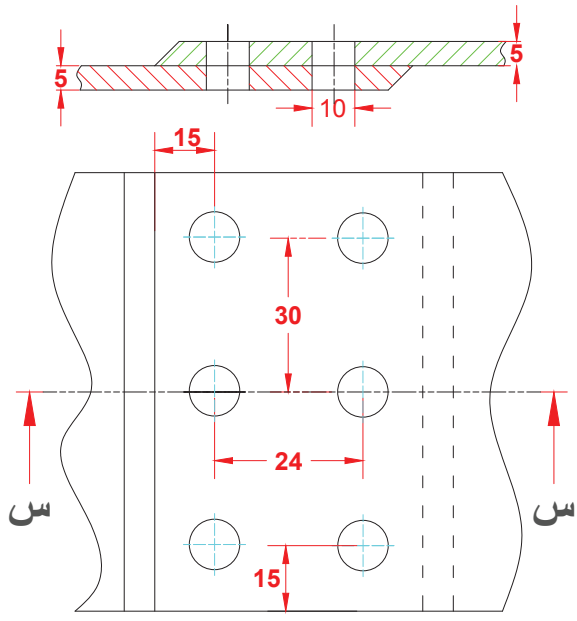
الحل

خ = 3 × 10 = 30 مم.

ف = 1.5 × 10 = 15 مم.

م = 2.4 × 10 = 24 مم.

يُبيِّنُ الشكل (1-11) الرسم المطلوب.



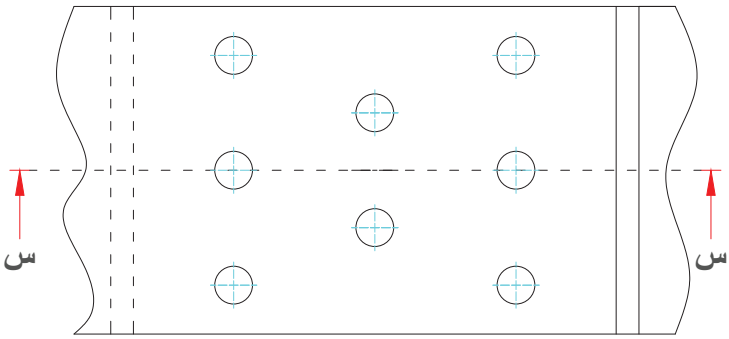
الشكل (1-11): المسقط الأفقي والقطاع الأمامي.

ابحث في الشبكة العنكبوتية (الإنترنت) عن أنواع مسامير البرشمة، وتعرَّف المعدات المستخدمة في البرشمة اليدوية والآلية. اكتب تقريرًا عنها واعرضه على زملاءك.

تمرين: (1-1)

1- ارسم مسمار برشام ذا رأس غاطس، قُطْره (20) مم، ويُستخدَم لجمع قطعتين، سُمْك كلٍّ منهما (25) مم.

2- ارسم القطاع الأمامي (س-س) لوصلة البرشمة الانطباقية المُبيَّنة في الشكل (1-12).

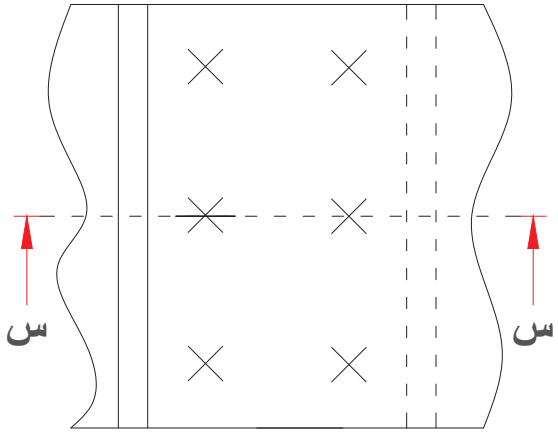


الشكل (1-12): المسقط الأفقي.

3- ارسم ما يأتي مستعينًا بالشكل (1-13):

أ - المسقط الأفقي.

ب- القطاع الأمامي (س-س) لوصلة برشمة تربط قطعتين معًا، سُمْك كلٍّ منهما (6) مم، باستعمال مسمار برشام قُطْره (8) مم.



الشكل (1-13): الرسم التوضيحي.

ثانيًا: البراغي والصواميل (BOLTS AND NUTS)

النتاجات

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرَّف أسنان البراغي والصواميل، وأشكالها، ورموزها الاصطلاحية.
- يُصنِّف أنواع البراغي والصواميل والحلقات (الروانديلات).
- يرسم البراغي والصواميل في الرسوم التنفيذية.
- يُفسِّر رموز البراغي ووصلاتها.
- يرسم المساقط والقطاعات لوصلات مُجمَّعة بالبراغي والصواميل.

انظر وتساءل

تُبيِّن الصورة أعلاه جزءًا من هيكل معدني جُمِّعت أجزاؤه بإحدى طرائق الربط.

- ما طريقة الربط المستخدمة في ذلك؟
- ما الفرق بين هذه الطريقة وطريقة الربط بالبرشمة؟

استكشف

ما أهمية كل عنصر من العناصر المُبيَّنةِ في الصورة المجاورة؟ إنها تُمثِّل أداة ربط قوية، وهي قابلة للفك، وذات مرونة كبيرة.

أُناقِش زملائي في أنواع البراغي والصواميل، ثم أُصنِّفها، مُبيِّنًا استعمالات كلٍّ منها.

اقرأ وتعلَّم

تُعرَّف البراغي بأنها روابط ملولبة من الخارج، وتمتاز بأنها وصلات مؤقتة يُمكِن فكُّها وتجميعها مرَّة أُخرى؛ لذا يكثر استخدامها في الآلات والمعدات الميكانيكية. أمّا أسنانها فتُصنَع بمواصفات قياسية عالمية تجعلها مُوحَّدة في جميع أنحاء العالم؛ ما يساعد على اختيار المناسب منها في التصميمات الجديدة، أو استبدال التالف منها عند إجراء عملية الصيانة.

تربط البراغي الأجزاء بعضها ببعض بطريقتين:

الطريقة الأولى: شدُّ البرغي وتثبيته في جسم أحد الأجزاء الميكانيكية إذا كان ملولبًا من الداخل.

الطريقة الثانية: شدُّ البرغي بصامولة ملولبة من الداخل بما يُناسِب لولب البرغي.

تُصنَّف البراغي والصواميل بحسب أسنانها وأنواعها، وفي ما يأتي بيان لأسنان البراغي والصواميل، وأنواعها، وطرائق رسمها، والرموز الخاصة بها.

1- أسنان البراغي والصواميل (اللوالب)

قبل البدء بتعرُّف تصنيفات البراغي والصواميل؛ يجب تعرُّف المصطلحات الآتية:

اللوالب: أعضاء مسننة ذوات قيعان وقمم من الخارج مثل البراغي، أو من الداخل مثل الصواميل.

سن اللولب: مجرى لولبي مقطوع من السطح الخارجي أو السطح الداخلي لسطح أسطواني أو مخروطي.

القُطْر الأكبر(الخارجي): أكبر قُطْر للأسنان، وهو يساوي ضعف المسافة بين حرف السن والمحور.

القُطْر الأصغر (دائرة الجذر): أصغر قُطْر للأسنان، وهو يساوي ضعف المسافة بين قاع السن والمحور.

الخطوة: المسافة بين نقطتين متماثلتين على سنين متتاليين. وتُعرَف قيمتها بتقسيم طول البرغي على عدد أسنانه، ويُرمَز إليها بالرمز (خ).

قُطْر الخطوة: قُطْر دائرة وهمية يُقاطِع سطحها أسنان اللولب عندما يساوي سُمْك السن المسافة بين السن والسن الآخر الذي يليه.

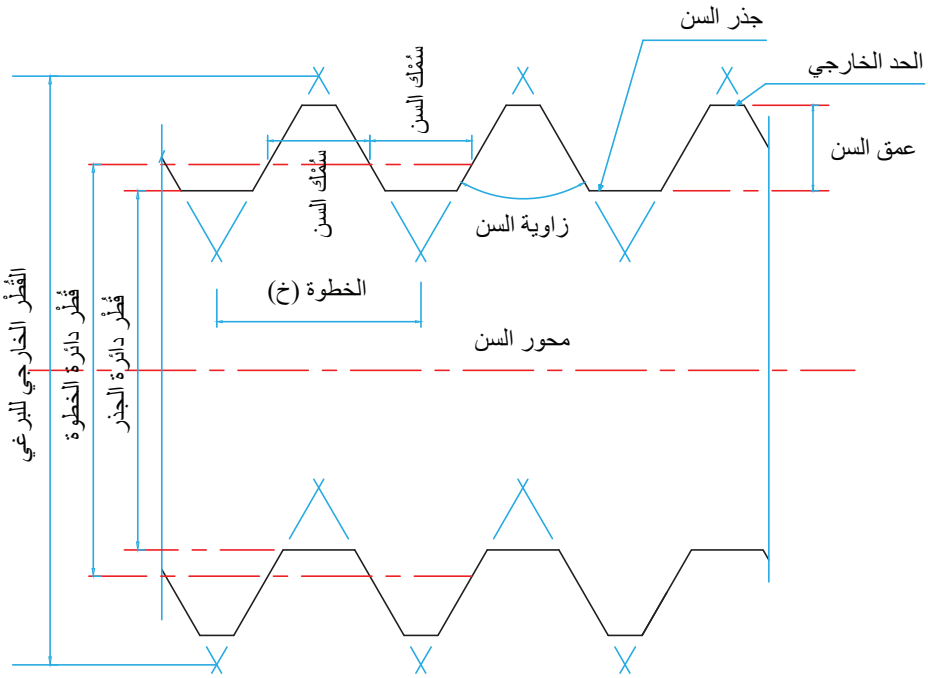
الحد الخارجي: حد السن الخارجي (حرف السن الأكثر بُعْدًا عن المحور).

جذر السن: قاع السن.

عمق السن: المسافة العمودية بين حد (حرف) السن وجذر السن.

زاوية السن: الزاوية المحصورة بين سنين متجاورين.

يُبيِّن الشكل (1-14) الأجزاء الرئيسة لأحد اللوالب.

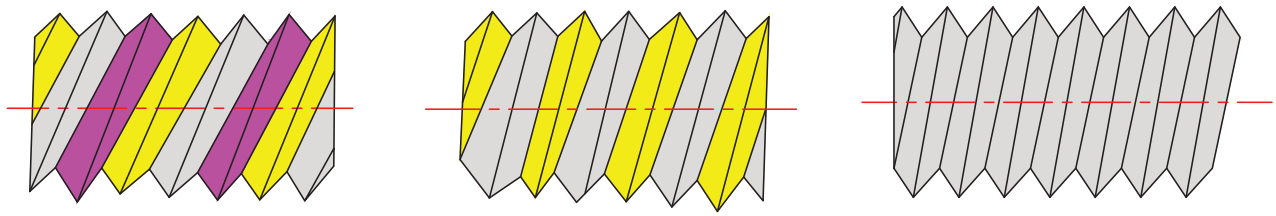


الشكل (1-14): الأجزاء الرئيسة لأحد اللوالب.

2- تصنيفات البراغي

أ - تصنيف البراغي بحسب عدد اللوالب:

1. السن المفردة: سن يتطلَّب تشكيلها لولبًا واحدًا على سطح الأسطوانة، وهو الأكثر شيوعًا.
2. السن المتعددة اللوالب: سن مُركَّبة تتكوَّن من أكثر من لولب واحد على سطح الأسطوانة، وتُستعمَل لتسريع حركة البرغي في أثناء عمليتي الفك والتركيب، انظر الشكل (1-15).



سن أحادية اللولب. سن ثنائية اللولب. سن ثلاثية اللولب.

الشكل (1-15): أنواع البراغي بحسب عدد اللوالب.

ب- تصنيف البراغي بحسب شكل السطح الخارجي:

1. السن المستقيمة: سن تكون على سطح أسطواني مستقيم.
2. السن المخروطية : سن تكون على سطح مخروطي.

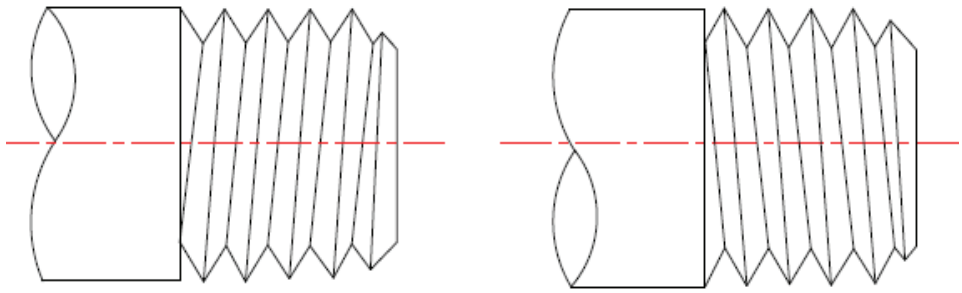
يُبيِّن الشكل (1-16) سنًّا مستقيمة، وأُخرى مخروطية.

سن مستقيمة. سن مخروطية.

الشكل (1-16): أنواع البراغي بحسب الشكل الخارجي.

جـ تصنيف البراغي بحسب اتجاه السن:

1. السن اليمينية: سن تدور في اتجاه اليمين (في اتجاه دوران عقارب الساعة) عند الربط، وتُفَك بالعكس.
2. السن اليسارية: سن تدور في اتجاه اليسار (عكس اتجاه دوران عقارب الساعة) عند الربط، وتُفَك عند لفِّها في اتجاه اليمين، انظر الشكل (1-17).



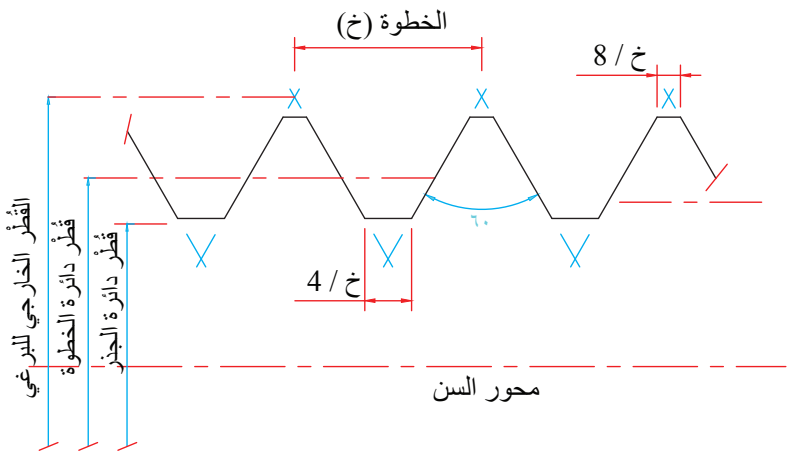
الشكل (1-17): أنواع البراغي بحسب اتجاه السن.

فكِّر

أُناقِش زملائي في اختلاف سن أسطوانة الأوكسجين عن أسطوانة الأستيلين من حيث الاتجاه.

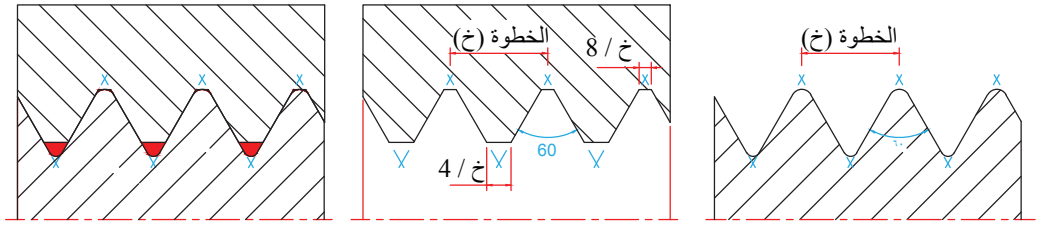
د ـ تصنيف البراغي بحسب شكل السن: تختلف أشكال أسنان البراغي لتلائم الأغراض المختلفة، وتاليًا بعض أشكال البراغي شائعة الاستعمال:

1. السن المترية: هي أكثر الأسنان استخدامًا، وبخاصة في حالات الربط والتثبيت، انظر الشكل (1-18).



الشكل (1-18): السن المترية.

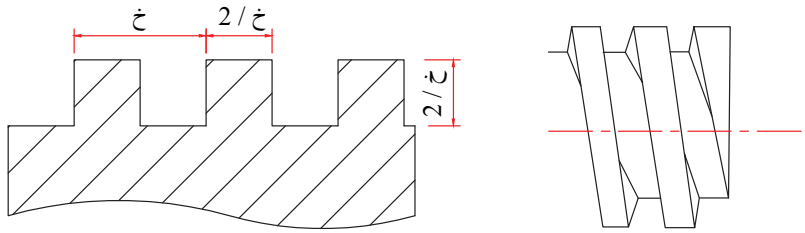
2. السن الموحدة: تُستخدَم هذه السن بكثرة في الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا، ويُلاحَظ عليها اختلاف شكل قمة السن والقاع بين البرغي من الخارج والصامولة الملولبة من الداخل، انظر الشكل (1-19).



سن موحدة خارجية (برغي). سن موحدة داخلية (صامولة). سن موحدة داخلية وخارجية في وضعية التركيب.

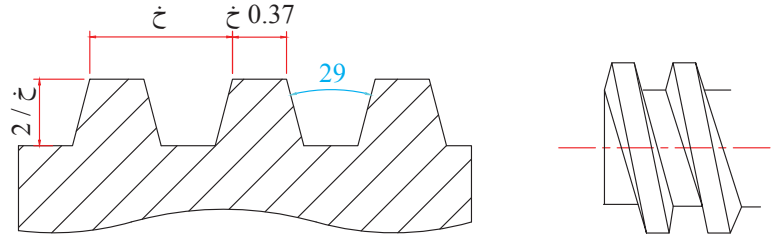
الشكل (1-19): السن الموحدة (الخارجية، والداخلية).

3. السن المربعة: تُستعمَل هذه السن لنقل القوى في اتجاه محور اللولب كما في الروافع والمخارط، انظر الشكل (1-20).



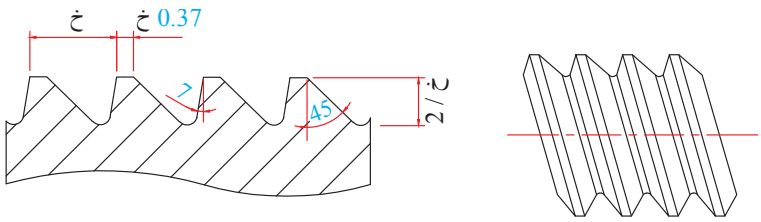
الشكل (1-20): السن المربعة.

4. السن شبه المنحرفة (الأكمة): تُشبِه السن المربعة في الاستخدام؛ إذ تنقل القوى في اتجاه محور اللولب في الآلات الميكانيكية، انظر الشكل (1-21).



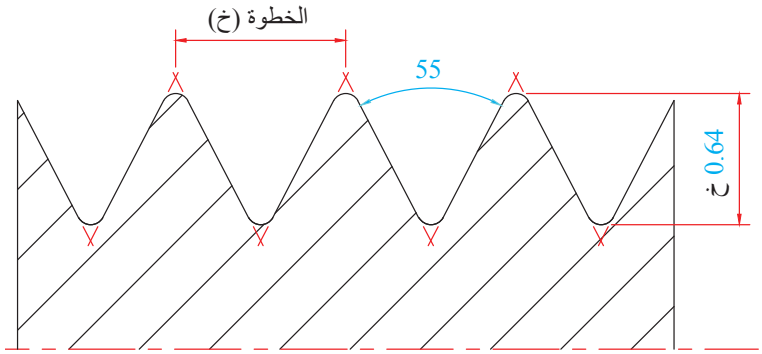
الشكل (1-21): السن شبه المنحرفة (الأكمة).

5. السن الكتفية (المنشارية): تُستعمَل هذه السن لنقل القوى في اتجاه واحد فقط، مثل عمود الدوران في الملزمة، انظر الشكل (1-22).



الشكل (1-22): السن الكتفية (المنشارية).

6. السن البريطانية: تُسمّى سن (Whit Worth)، وتقاس أبعادها بالبوصة، وهي ذات رأس وقاع مدوريـن، انظر الشكل (1-23).



الشكل (1-23): السن البريطانية (Whit Worth).

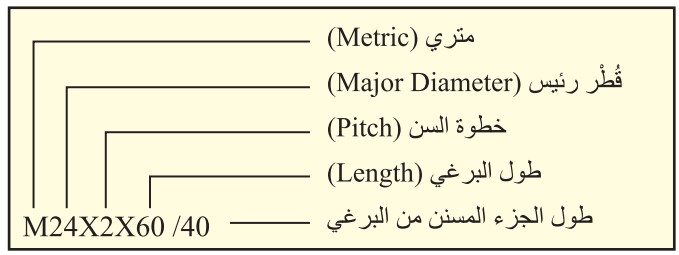
هـ- تصنيف البراغي بحسب رتبة السن:

1. رتبة السن: يُقصَد بها مقدار الخلوص أو التفاوت بين أسنان البراغي وأسنان الصواميل، وهي تُصنَّف إلى ثلاث رتب:
   - الرتبة الأولى: مقدار الخلوص كبير؛ لذا تُركَّب الصامولة بسهولة.
   - الرتبة الثانية: مقدار الخلوص متوسط.
   - الرتبة الثالثة: مقدار الخلوص صغير؛ لذا يتطلَّب التركيب قوة كبيرة.

2. الرمز الاصطلاحي لبُعْد السن: تُحدَّد مقاسات الأسنان بتحديد خطوة السن والقُطْر الخارجي الذي يسبق الحرف (M) للدلالة على أنه نظام متري، مثل [M12 × 2]، حيث:

- النظام المتري: M - القُطْر (مم): 12 - الخطوة: 2

يُمكِن تعريف أبعاد البرغي من دون رسمه كما يأتي (علمًا بأن جميع الأبعاد بالملمترات):



3- أنواع البراغي

تختلف أنواع البراغي بحسب استخداماتها؛ وطرائق ربطها. وفي ما يأتي أهم أنواع البراغي:

أ- **البراغي العادية:** تُستعمَل مع الصواميل لربط العناصر ذات الثقوب النافذة، انظر الشكل (1-24).

الشكل (1-24): البراغي العادية.

ب- **براغي الرأس الحلقي:** تُستعمَل لربط العناصر غير النافذة (أي لا تُستخدَم فيها الصواميل) في أثناء شدِّ البراغي وتثبيتها، ويكون العنصر الذي يصل إليه نهاية البرغي مسننًّا، انظر الشكل (1-25).

الشكل (1-25): براغي الرأس الحلقي.

جـ- **براغي الآلة:** تُشبِه براغي الرأس الحلقي، لكن مقاساتها صغيرة، وهي تستعمل لربط العناصر قليلة السُّمْك، انظر الشكل (1-26).

الشكل (1-26): براغي الآلة.

د - **براغي الضبط والتثبيت:** تُستعمَل لضبط (معايرة) عنصر في وضع معين، (مثل: ضبط (معايرة) ضغط الهواء في ضاغطة الهواء)، وتثبيت بكرة على محور دوّار، انظر الشكل (1-27).

الشكل (1-27): بعض أشكال براغي الضبط.

هـ **البراغي المسننة من الطرفين (الأوتاد):** تُستعمَل لربط قطعتين معدنيتين، إحداهما مسننة، ويُثبَّت بها الطرف الأول من الوتد، والأُخرى فيها ثقب غير مسنن يمر منه الطرف الآخر من الوتد، ويربط بصامولة، انظر الشكل (1-28/ أ).

الشكل (1 – 28 / أ): الوتد.

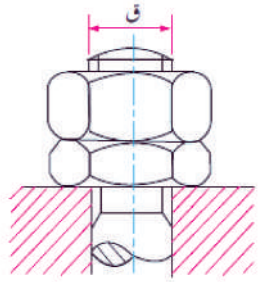
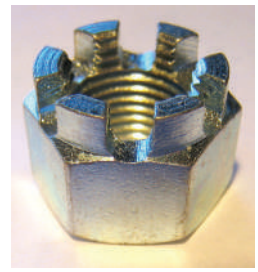
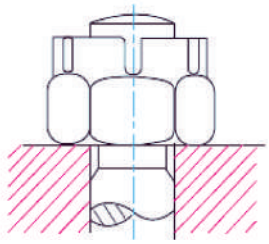
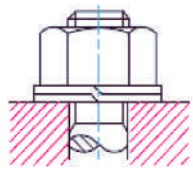
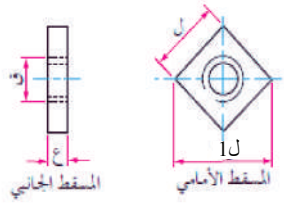
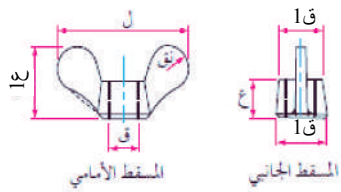
و - **براغي الصاج:** تمتاز هذه البراغي بأنها كبيرة الخطوة، ومسلوبة الطرف، ومختلفة الحجوم، انظر الشكل (1-29/ ب).

الشكل (1-29/ ب): براغي الصاج.

4-الصواميل (NUTS)

تُستعمَل الصواميل لربط البراغي وشدِّها في القطع المثقوبة النافذة، ويجب إحكام عملية الشدِّ لضمان عدم الفك، وبخاصة في الآلات كثيرة الاهتزاز؛ لذا صُنِع كثير من الصواميل بحجوم وأشكال مختلفة لتُناسِب الاستخدامات المتعددة لكلٍّ منها، انظر الجدول (1-7).

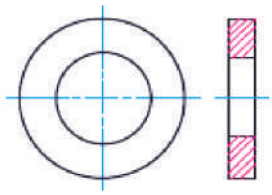
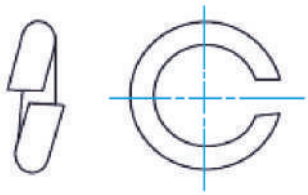
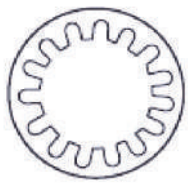
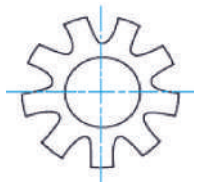
الجدول (1-7): بعض أنواع الصواميل.

الرقم	نوع الصامولة	شكل الصامولة	رسم الصامولة
1	الصواميل السداسية القياسية (Hexagonal Nut): تُستعمَل للأغراض العامة.		
2	صواميل الزنق (القفل) (Lock Nut): تُستعمَل لمنع الارتخاء.		
3	الصواميل البرجية (Castle Nut): تُربَط بالبرغي المثقوب لضمان عدم الفك.		
4	الصامولة الحلقية (Ring Nut): يُستفاد منها في منع الفك بسهولة.		
5	الصواميل المربعة (Squared Nut): تُستعمَل للأحمال الخفيفة.		
6	الصواميل المجنحة أو صواميل الفراشة (Wing Nut): تُستعمَل لشدِّها بأصابع اليد.		

5- أنواع الحلقات (الروانديلات)

الحلقة (الروانديلة) قطعة معدنية لها ثقب دائري، وهي تُستعمَل لمنع ارتخاء البراغي والصواميل بعد شدِّها، ومنع اهتزازها، وبخاصة في الأجزاء المتحركة، انظر الجدول (1-8).

الجدول (1-8): بعض أنواع الحلقات (الروانديلات).

الرقم	نوع الحلقة	شكل الحلقة	رسم الحلقة
1	حلقة عادية (Washers).		
2	حلقة زنبركية (Coil).		
4	حلقة أسنان داخلية (Internal Teeth).		
5	حلقة أسنان خارجية (External Teeth).		

6- رسم البراغي والصواميل

قبل تعرُّف الطرائق الصحيحة لرسم البراغي والصواميل، يجب معرفة مواصفات البرغي وأبعاده. استُخدِم رمز اصطلاحي في النظام المتري يُبيِّن جميع أبعاد البرغي اللازمة لعملية الرسم، أو لشرائه عند الضرورة.

المثال (1-5)

جِد مواصفات البرغي الذي ينطبق عليه الرمز الآتي : M16×2×50/25

الحل

M : متري.

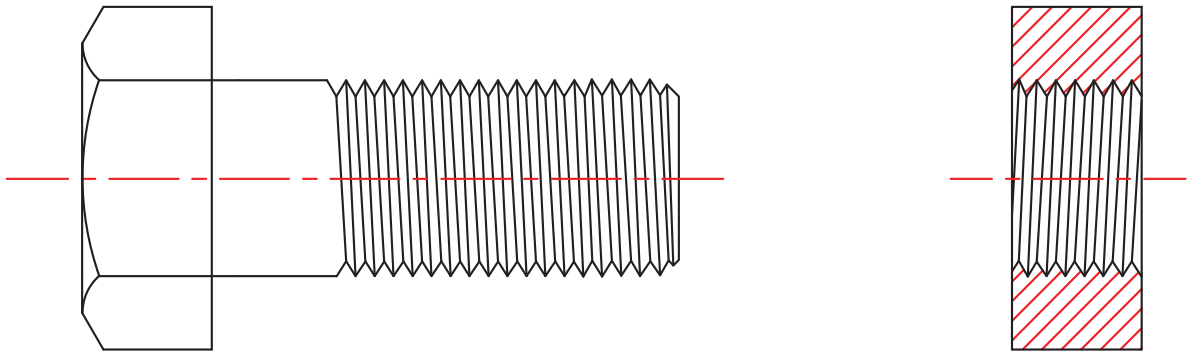
16 : القُطْر الرئيس (مم).

2 : خطوة السن (مم).

50 : طول البرغي (مم).

25 : طول الجزء المسنن من البرغي (مم).

أ - **الرسم التفصيلي للبرغي والفتحة المسننة:** يحتاج الرسم التفصيلي اليدوي للبراغي والفتحات المسننة إلى دقة وجهد كبيرين لرسم خطوط متتالية ومتوازية. يُبيِّن الشكل (1-29) رسمًا تفصيليًّا لمسقط برغي، وقطاعًا لفتحة مسننة بشكلها الحقيقي.

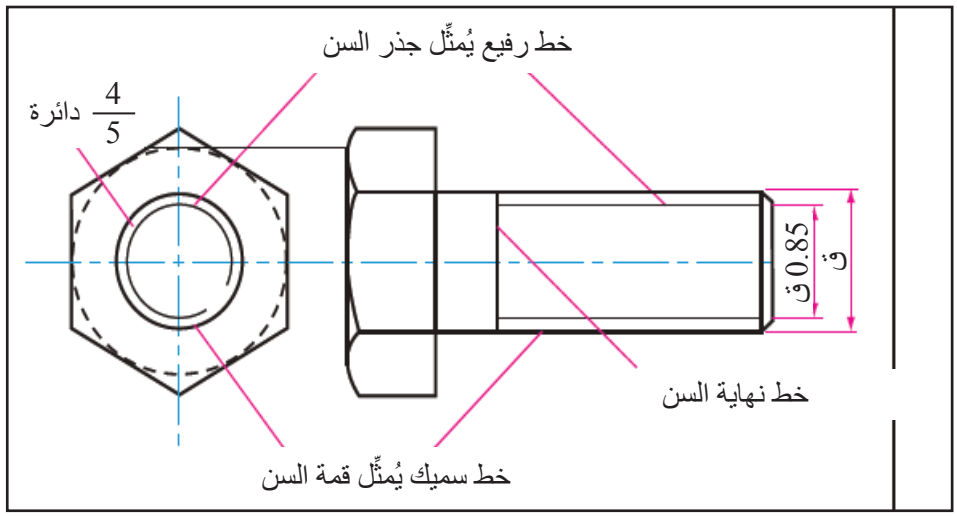


أسنان خارجية. أسنان داخلية.

الشكل (1-30): رسم تفصيلي لأسنان داخلية وخارجية.

ب- الطريقة البسيطة لرسم البراغي والصواميل: لرسم البراغي، يجب معرفة طول البرغي، وطول جزئه المسنن، وقُطْره الأكبر (القُطْر الرئيس)، ثم اتباع الخطوات الآتية:

1. رسم الحدِّ الخارجي بخط متصل سميك.
2. رسم حدِّ القُطْر الصغير (جذر السن) بخط متصل رفيع.
   (ملحوظة: قُطْر جذر السن يساوي 0.85 من القُطْر الرئيس).
3. رسم محيط القُطْر الرئيس بخط متصل سميك في المسقط الذي يُظهِر سن البرغي بدائرة. أمّا محيط دائرة الجذر فيُرسَم بأربعة أخماس دائرة بخط متصل رفيع. يُبيِّن الشكل (1-31) الطريقة البسيطة لرسم أسنان البراغي والصواميل.

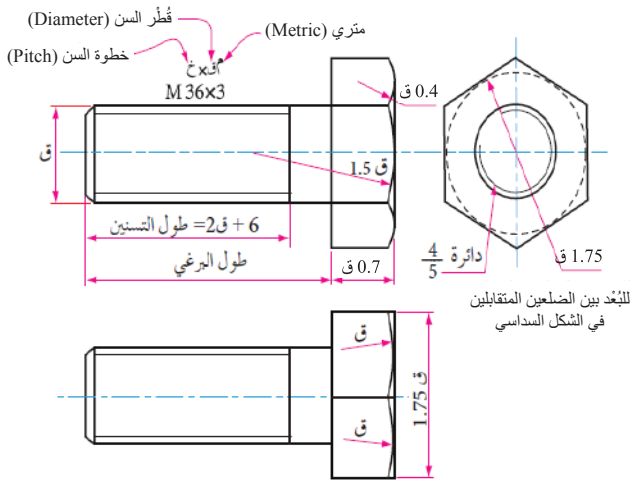


الشكل (1-31): الطريقة البسيطة لرسم أسنان البراغي.

تُرسَم رؤوس البراغي والصواميل بإحدى الطريقتين الآتيتين:

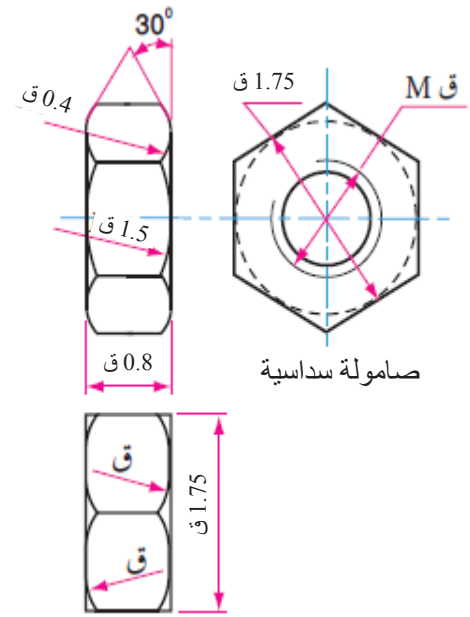
1. الرسم بالأبعاد الدقيقة التي في الجداول القياسية.
2. الرسم بالأبعاد التقريبية بالنسبة إلى القُطْـر الخارجي لأسـنان البراغي.

يُبيِّن الشكل (1-32) أبعاد البرغي المتري بالنسبة إلى القُطْر الخارجي لأسنان البراغي.

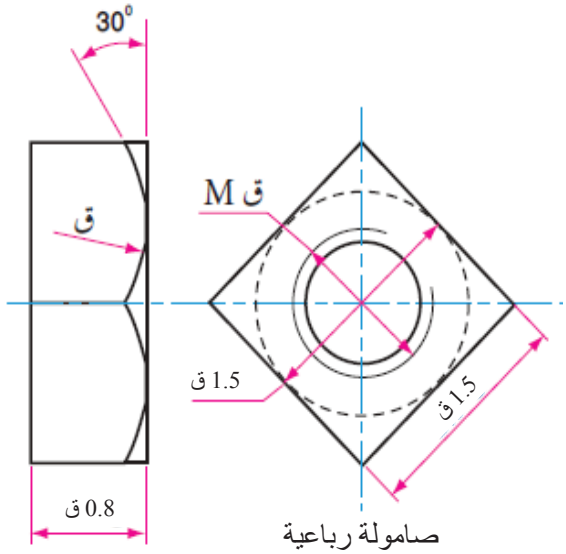


الشكل (1-32): أبعاد البرغي.

يُبيِّن الشكل (1-33) أبعاد الصامولة السداسية، ويُبيِّن الشكل (1-34) أبعاد الصامولة الرباعية.



الشكل (1-33): أبعاد الصامولة السداسية.

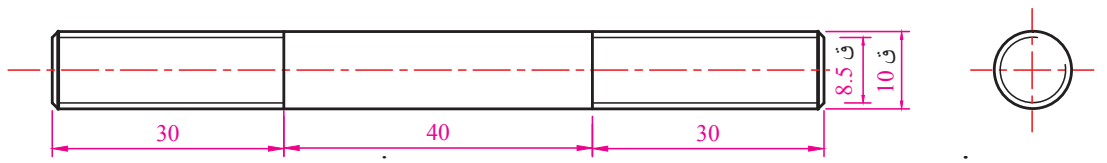


الشكل (1-34): أبعاد الصامولة الرباعية.

المثال (1-6)

ارسم المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لبرغي مسنن من الجهتين (وتد) المبين في الشكل(1-35)، علمًا بأن طول البرغي (100) مم، وطول الجزء المسنن من كل طرف (30) مم، وقُطْر البرغي الخارجي (10) مم.

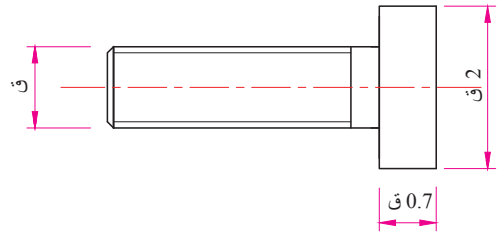
الحل



الشكل (1-35): المسقطان الأمامي والجانبي لأحد الأوتاد.

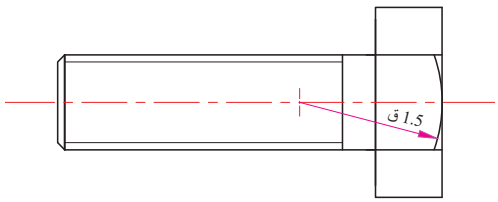
جـ - لرسم مساقط رأس البراغي السداسية، اتبع الخطوات الآتية:

1. ارسم مستطيلًا ارتفاعه (2 ق)، وعرضه (0.7 ق)، حيث ق: القُطْر الرئيس، ثم ارسم طول البرغي، انظر الشكل (1-36/ أ).



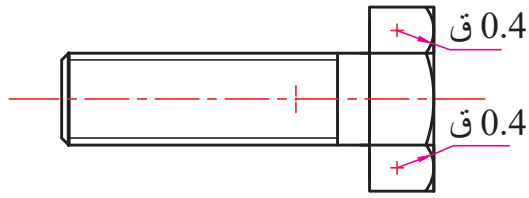
الشكل (1-36/ أ).

2. ارسم الخطين الداخليين لرأس البرغي على امتداد الحدِّ الخارجي للبرغي كما في الشكل (1-36/ ب). ثم ارسم قوسًا دائريًّا نصف قُطْره (1.5 ق) ومركزه على امتداد محور البرغي، بحيث يلامس القوس الحدَّ الخارجي لرأس البرغي، ويلامس طرفاه الخطين الداخليين لرأس البرغي.

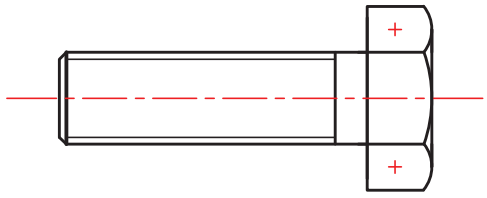


الشكل (1-36/ ب).

3. ارسم قوسين على طرفي رأس البرغي، بحيث يلامس القوس الحدَّ الخارجي لرأس البرغي، ويلامس طرفه القوس الذي رسمته في الخطوة السابقة، ويكون نصف قُطْر القوس (0.4 ق)، انظر الشكل (1-36/ جـ)، ثم امسح الزوائد كما في الشكل (1-36/ د).

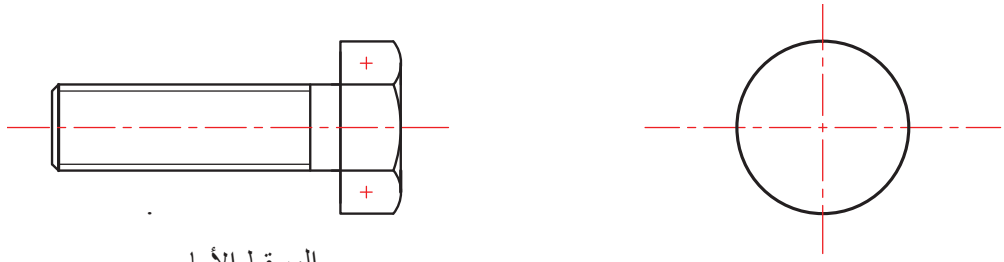


الشكل (1-36/ جـ): تحديد مراكز الأقواس.



الشكل (1-36/ د).

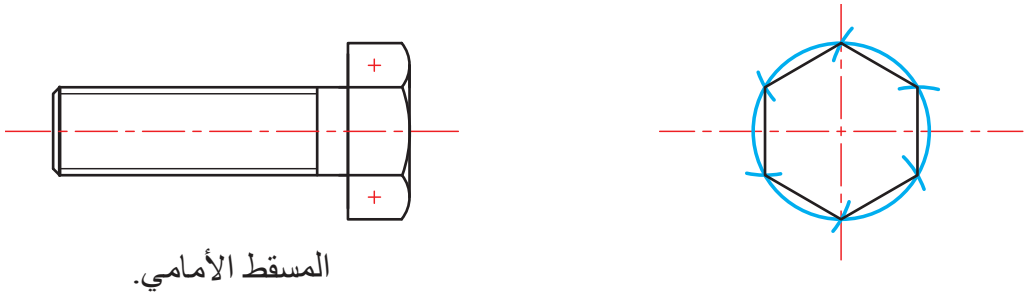
4. ارسم المسقط الجانبي، ثم ارسم دائرة قُطْرها (2 ق)، بحيث يكون مركزها على نفس محور المسقط الأمامي للبرغي، انظر الشكل (1-36/ هـ).



المسقط الأمامي

الشكل (1-36/ هـ).

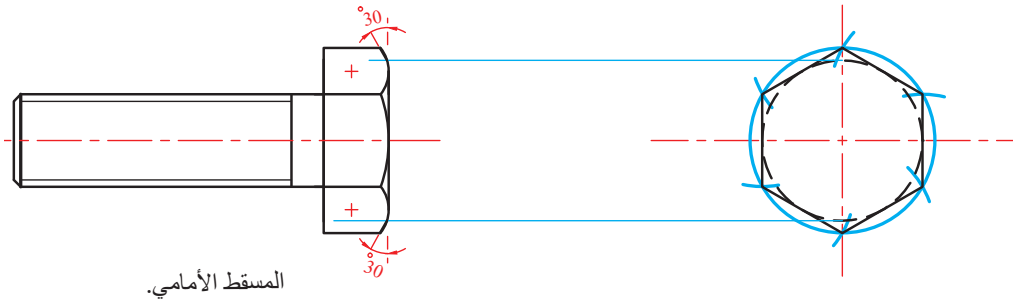
5. ارسم شكلًا سداسيًّا داخل الدائرة، بحيث تكون إحدى زواياه في أعلى نقطة من الدائرة.
ملحوظة: يجب تقسيم الدائرة إلى ستة أجزاء متساوية؛ لتحديد زوايا الشكل السداسي كما في الشكل (1-36/ و).



المسقط الأمامي.

الشكل (1-36/ و).

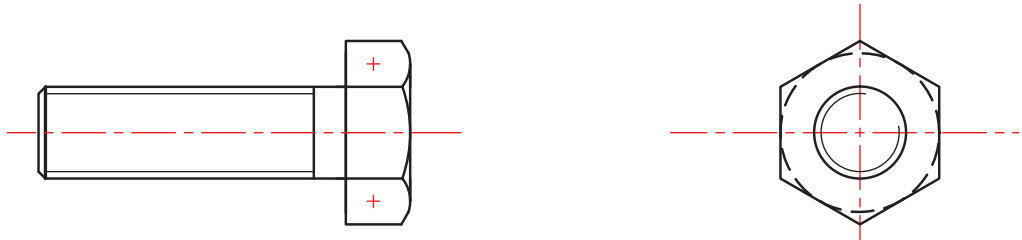
6. ارسم دائرة مركزها نفس مركز الشكل السداسي، بحيث تمس أضلاع الشكل السداسي من المنتصف.
ملحوظة: تُمثِّل هذه الدائرة الإمالة (الكسحة) في رأس البرغي من الأعلى، وقد رُسِمت بخط متقطع لأنها مخفية. وعلى امتداد الدائرة ارسم خطًّا مائلًا (كسحة) في المسقط الأمامي من أسفل ومن أعلى بزاوية (30°) كما في الشكل (1-36/ ز).



المسقط الأمامي.

الشكل (1-36/ ز).

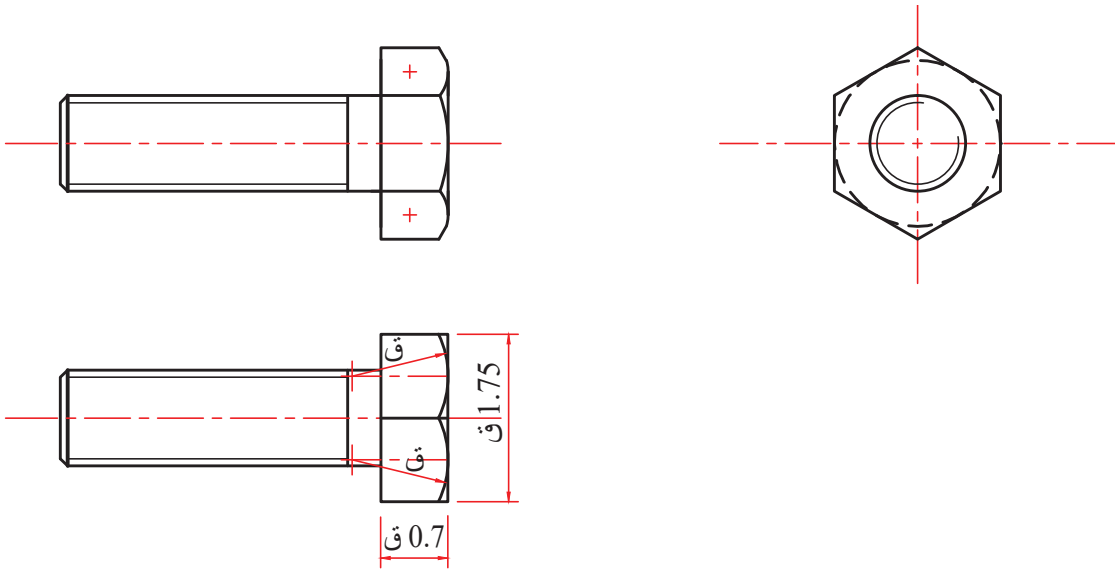
7. ارسم دوائر الجزء المسنن كما تعلَّمت سابقًا، ثم امسح الخطوط الزائدة كما في الشكل (1-36/ جـ).



المسقط الأمامي. المسقط الجانبي.

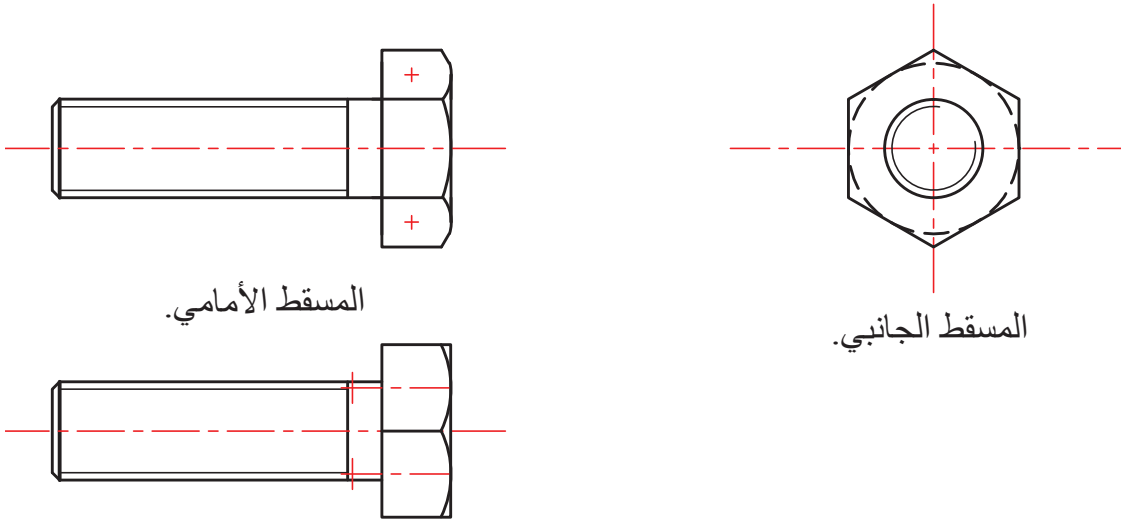
الشكل (1-36/ ح): الرسم المطلوب.

8. لرسم المسقط الأفقي، ارسم مسقط البرغي كما في المسقط الأمامي، ثم ارسم مستطيلًا عرضه (0.7 ق) وارتفاعه (1.75 ق) لرأس البرغي، ثم اقسمه من المنتصف بخط أفقي ليصبح مستطيلين، انظر الشكل (1-36/ ط). بعد ذلك ارسم قوسًا في كل مستطيل من المستطيلين، نصف قُطْره (ق)، بحيث يلامس القوس ضلع المستطيل من الخارج، ويلامس طرفا القوس ضلعي المستطيل العلوي والسفلي.



الشكل (1-36/ ط).

9. امسح الخطوط الزائدة، فتصبح المساقط جاهزة، انظر الشكل (1-36/ ي).



المسقط الجانبي.

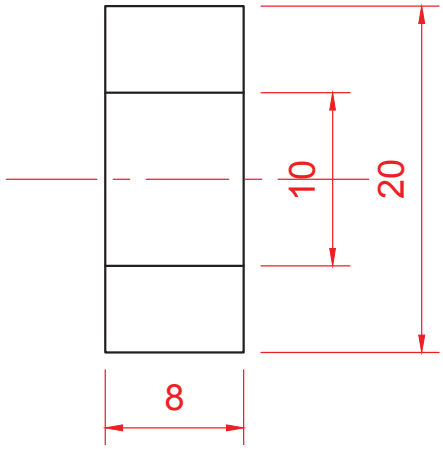
المسقط الأمامي.

المسقط الأفقي.

الشكل (1-36/ ي).

المثال (1-7)

ارسم مساقط صامولة سداسية لبرغي قياس قُطْره الرئيس (10) مم، علمًا بأن سُمْك الصامولة (0.8) ق.



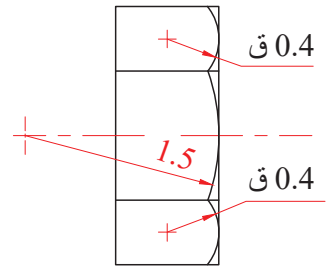
الشكل (1-37/ أ).

الحل

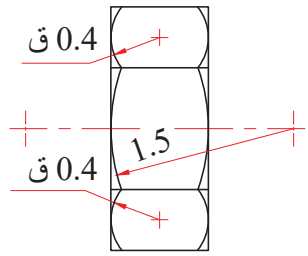
أتبع خطوات مشابهة لخطوات رسم رأس البرغي في رسم الصامولة كما يأتي:

1- ارسم مستطيلًا عرضه (0.8) ق، وارتفاعه (2) ق، ثم ارسم خطين أفقيين، البُعْد بينهما (ق)، ومنتصف البُعْد بينهما هو خط المحور، انظر الشكل (1-37/ أ).

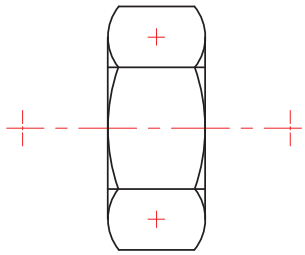
2- ارسم القوس الوسطي الكبير بنصف قُطْر (1.5) ق، ثم ارسم القوسين الصغيرين بنصف قُطْر (0.4) ق، مُتَّبِعًا خطوات رسم رأس البرغي نفسها، انظر الشكل (1-37/ ب)، ثم كرِّر الخطوات نفسها للجهة الأُخرى من الصامولة كما في الشكل (1-37/ جـ)، ثم امسح الخطوط الزائدة كما في الشكل (1-37/ د).



الشكل (1-37/ ب).

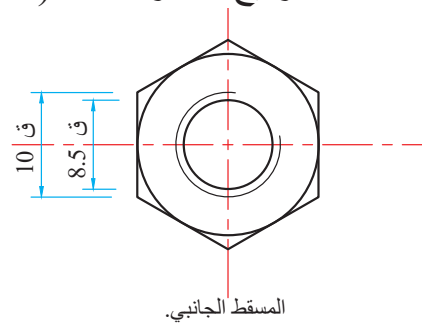


الشكل (1-37/ جـ).

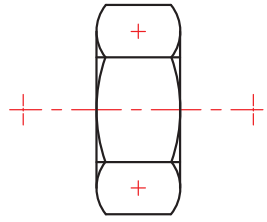


الشكل (1-37/ د).

3- ارسم المسقط الجانبي كما في رأس البرغي؛ على أن يكون المحيط الصغير للسن دائرة كاملة بخط متصل سميك، ويكون المحيط الكبير للسن (محيط جذر السن للصامولة) دائرة غير مكتملة بخط متصل رفيع، انظر الشكل (1-37/ هـ).



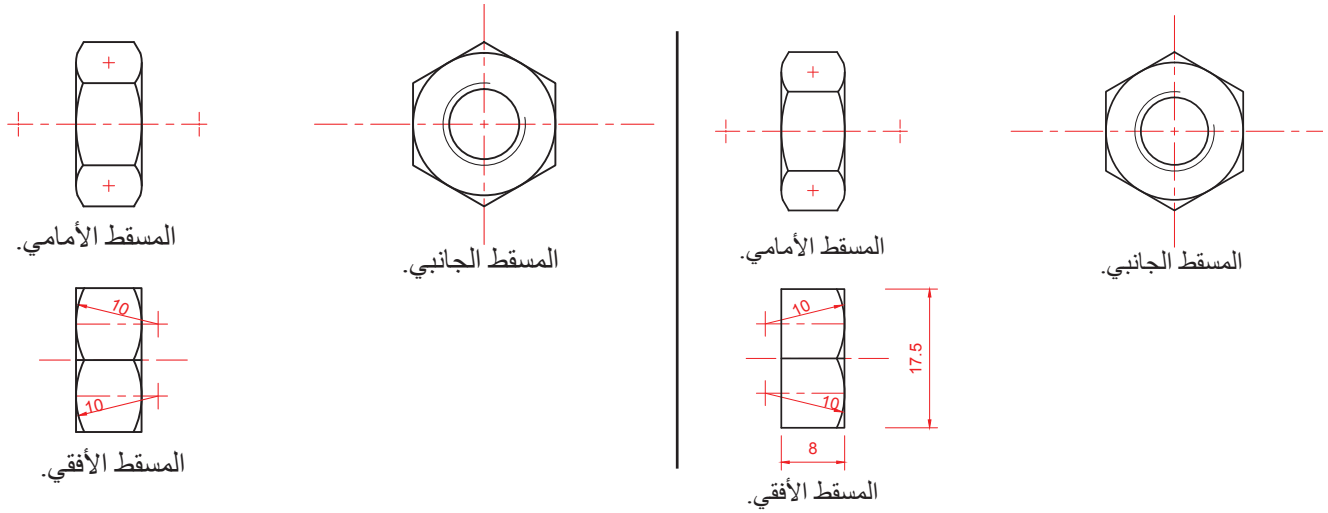
المسقط الجانبي.



المسقط الأمامي.

الشكل (1-37/ هـ).

4- ارسم المسقط الأفقي للصامولة كما رسمْتَ المسقط الأفقي لرأس البرغي، ولكن لطرفي الصامولة، انظر الشكل (1-37/ و)، والشكل (1-37/ ز)، ثم امسح الخطوط الزائدة، فينتج المسقط الأفقي.

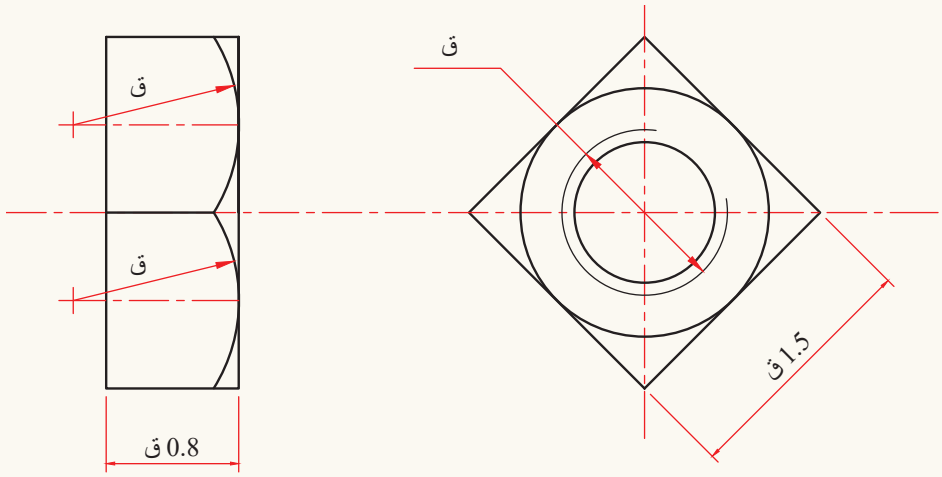


الشكل (1-37/ و).

الشكل (1-37/ ز).

نشاط

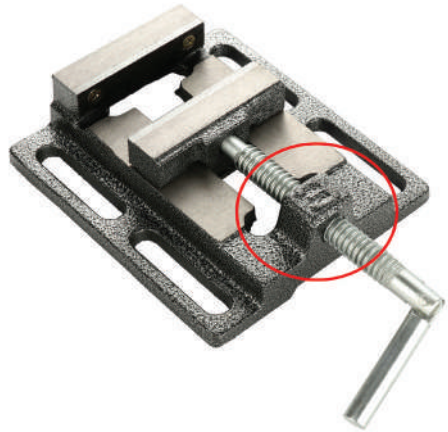
ارسم المساقط الثلاثة لصامولة رباعية بدلالة المسقطين الأمامي والجانبي كما في الشكل الآتي، علمًا بأن القُطْر الرئيس (20) مم.



تذكَّر

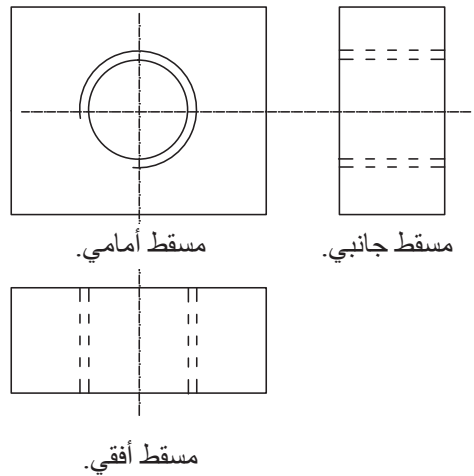
- قُطْر الدائرة الخارجية لرأس البرغي والصامولة يساوي ضعف قُطْر البرغي؛ أي (2 ق).
- ارتفاع رأس البرغي (0.7 ق)، وارتفاع رأس الصامولة (0.8 ق).
- نصف قُطْر قوس الشطفة الكبير في المسقط الأمامي (نق) هو (1.5 ق)، وللقوسين الجانبيين (نق) هو (0.4 ق).
- قوسا المسقط الأفقي يُرسَمان بطريقة رسم القوس الكبير في المسقط الأمامي، ولكن من دون شطفة.

جـ - الرسم المبسط لأسنان الفتحة المسننة: انظر إلى الشكل (1-38/ أ)، مُلاحظًا الجزء المحاط بدائرة، وهو قطعة معدنية لها فتحة نافذة مسننة من الداخل، ويمر بها العمود المسنن الخاص بالملزمة. فما الطريقة الصحيحة لرسم مساقط هذا الجزء وقطاعاته؟



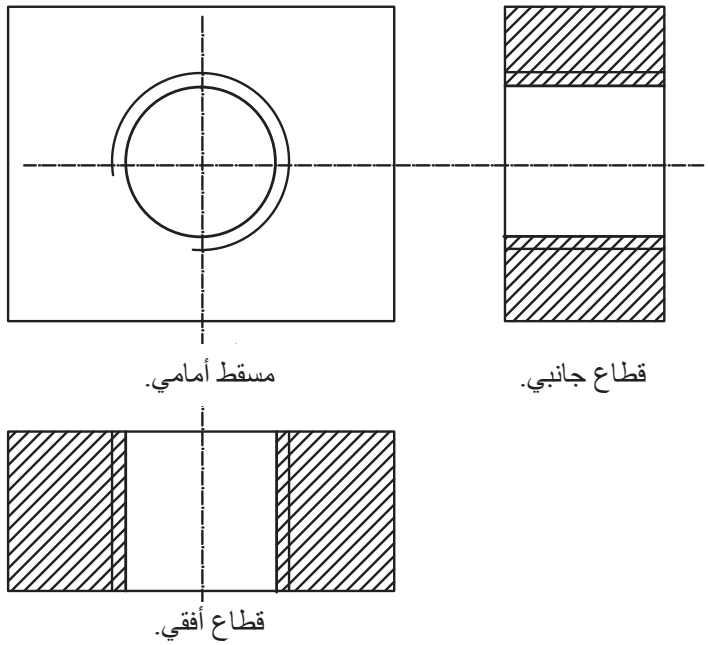
الشكل (1-38/ أ): الفتحة المسننة.

تُرسَم رؤوس الأسنان وجذورها في المسقطين الجانبي والأفقي بخطوط مقطعة (بطريقة الخطوط المخفية نفسها) في حين تُرسَم الدوائر في المسقط الأمامي بطريقة الدوائر في الصواميل نفسها، انظر الشكل (1-38/ ب).



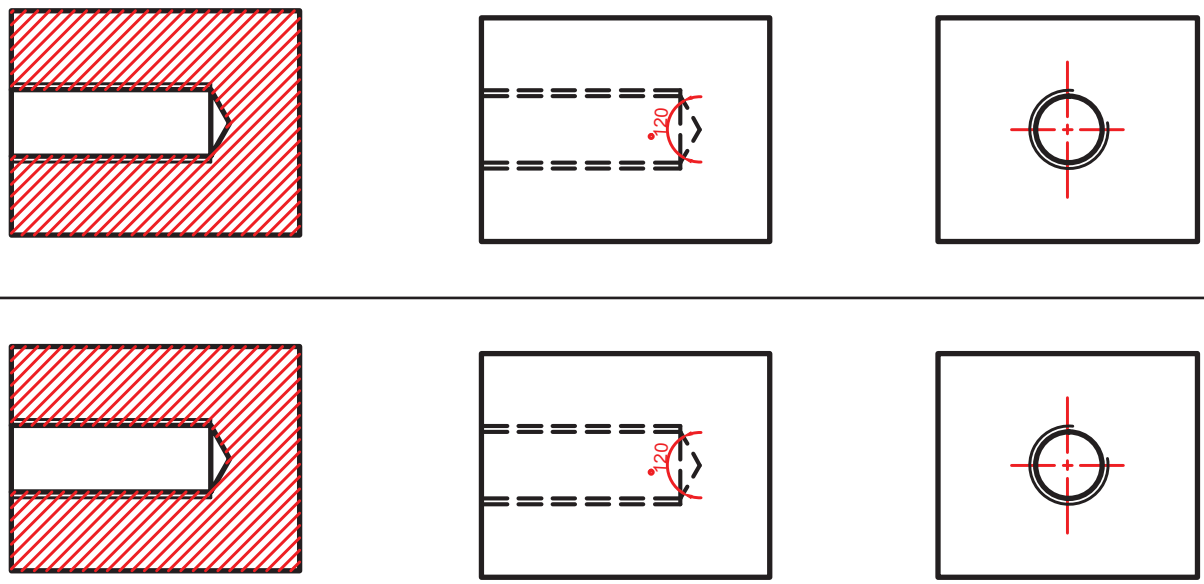
الشكل (1-38/ ب): مساقط الثقوب المسننة النافذة.

لرسم القطاعين الأمامي والأفقي، تُرسَم الخطوط التي تُظهِر قمم الأسنان بخطوط متصلة سميكة، أمّا الخطوط التي تُظهِر جذور متصلة رفيعة، انظر الشكل (1-38/جـ).



الشكل (1-38/ جـ): قطاعات الثقوب المسننة النافذة.

وفي حال كانت القطعة المثقوبة مسننة بثقب غير نافذ، فإن مساقطها وقطاعاتها تُرسَم بالطريقة المُبيَّنة في الشكل (1-38/د).

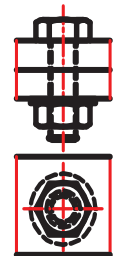
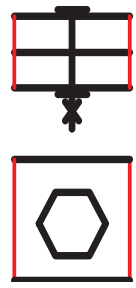
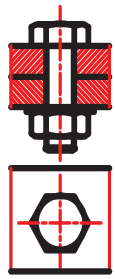
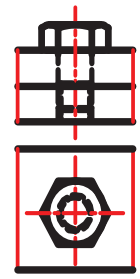
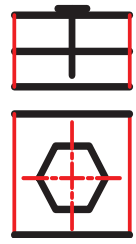
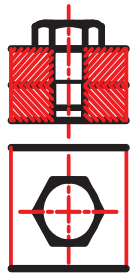
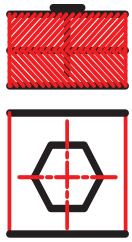
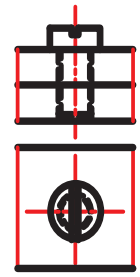
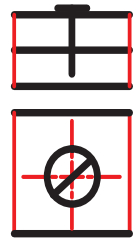
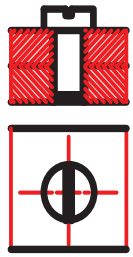
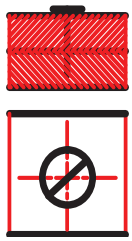
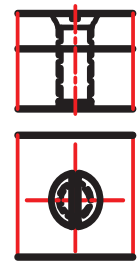
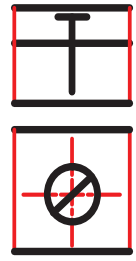
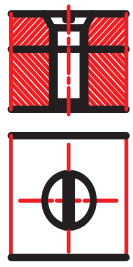
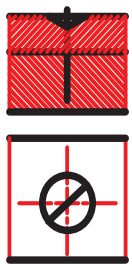


الشكل (1-38/ د): مساقط والقطاعات للثقوب المسننة غير النافذة .

7- الرموز المستخدمة للبراغي والصواميل

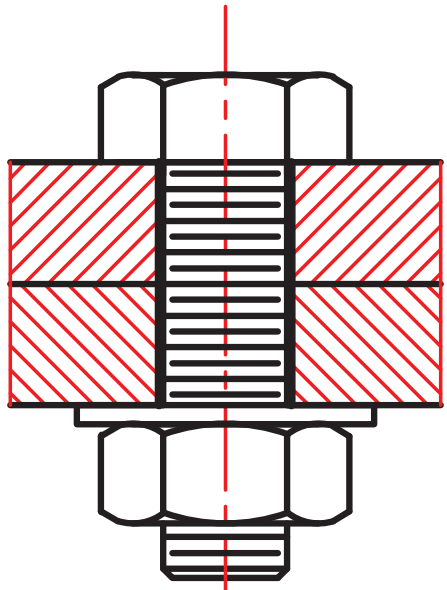
يُبيِّن الجدول (1-9) رسمًا لبعض وصلات البراغي والصواميل (المساقط والقطاعات) والرموز الخاصة بها.

الجدول (1-9): رسم وصلات البراغي والصواميل ورموزها في حالة القطاع والمساقط.

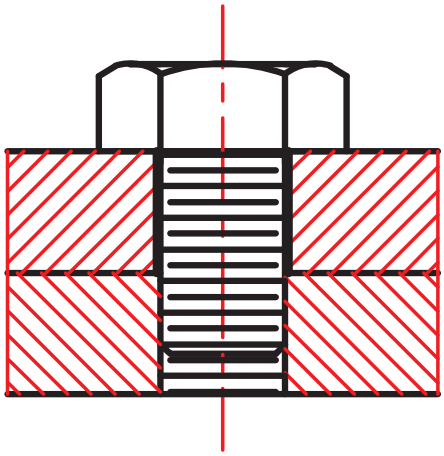
الوصلة	المسقط	الرمز	القطاع	الرمز
وصلة برغي سداسي وصامولة وحلقة.				
وصلة برغي سداسي ذي ثقب مسنن.				
وصلة برغي دائري ذي ثقب مسنن.				
وصلة برغي برأس غاطس ذي ثقب مسنن.				

8- تطبيقات على استعمالات البراغي والصواميل

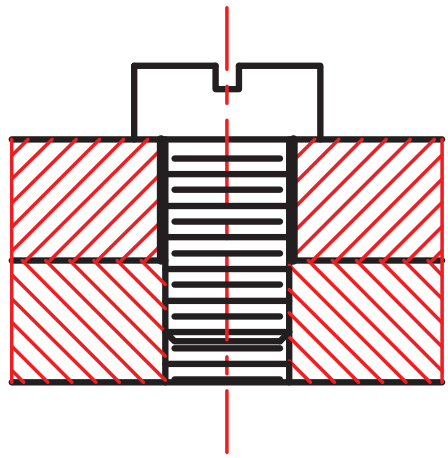
يُبيِّن الشكل (1-39) رسمًا تخطيطيًّا لطرائق الربط بالأنواع المختلفة لبعض البراغي.



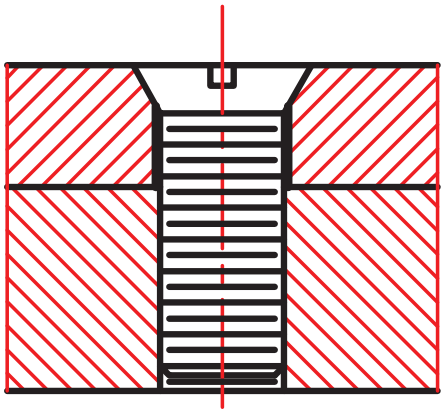
(أ) البرغي العادي.



(ب) البرغي الحلقي.



(جـ) برغي الرأس الدائري.



(د) البرغي الغاطس.

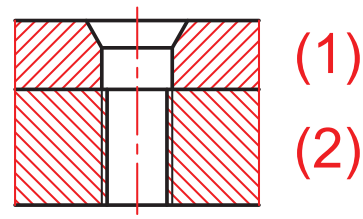
الشكل (1-39): بعض أنواع البراغي.

تذكَّر

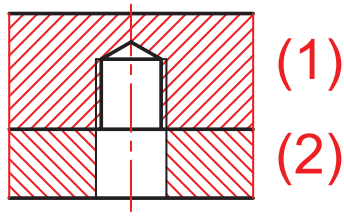
البراغي والصواميل لا تُقطَع، ولا تُهشَّر في حال كان مستوى القطع موازيًا لمحورهما.

المثال (1-8)

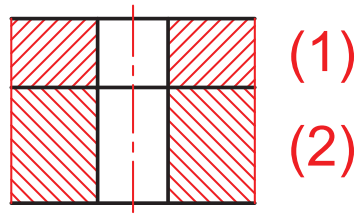
استخدم البراغي والصواميل المناسبة لربط القطعتين (1) و (2) في كل حالة من الحالات الآتية المبينة في الأشكال:



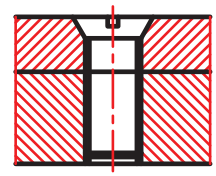
(أ)



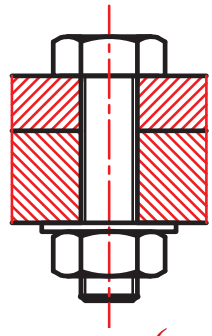
(ب)



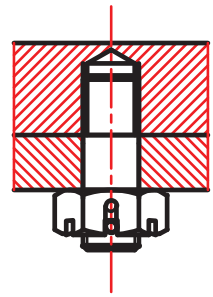
(جـ)



(أ) استخدام برغي غاطس.

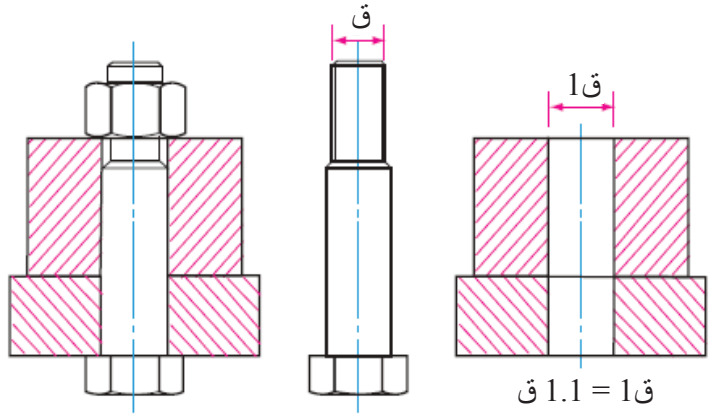


(جـ) نستخدم برغي عادي ورونديله وصامولة.

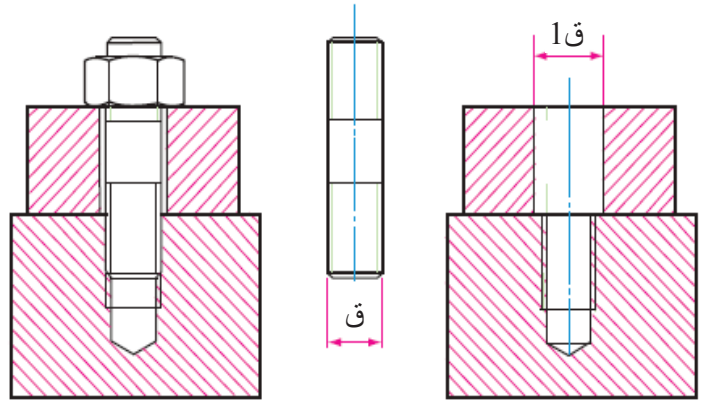


(ب) نستخدم برغي وتد وصامولة برجية.

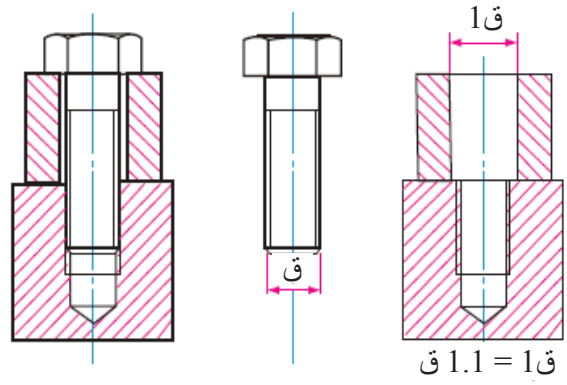
يُبيِّن الشكل (1-40) بعض أنواع ربط المعادن.



(أ) الربط بالبراغي العادية.



(ب) الربط بالأوتاد.

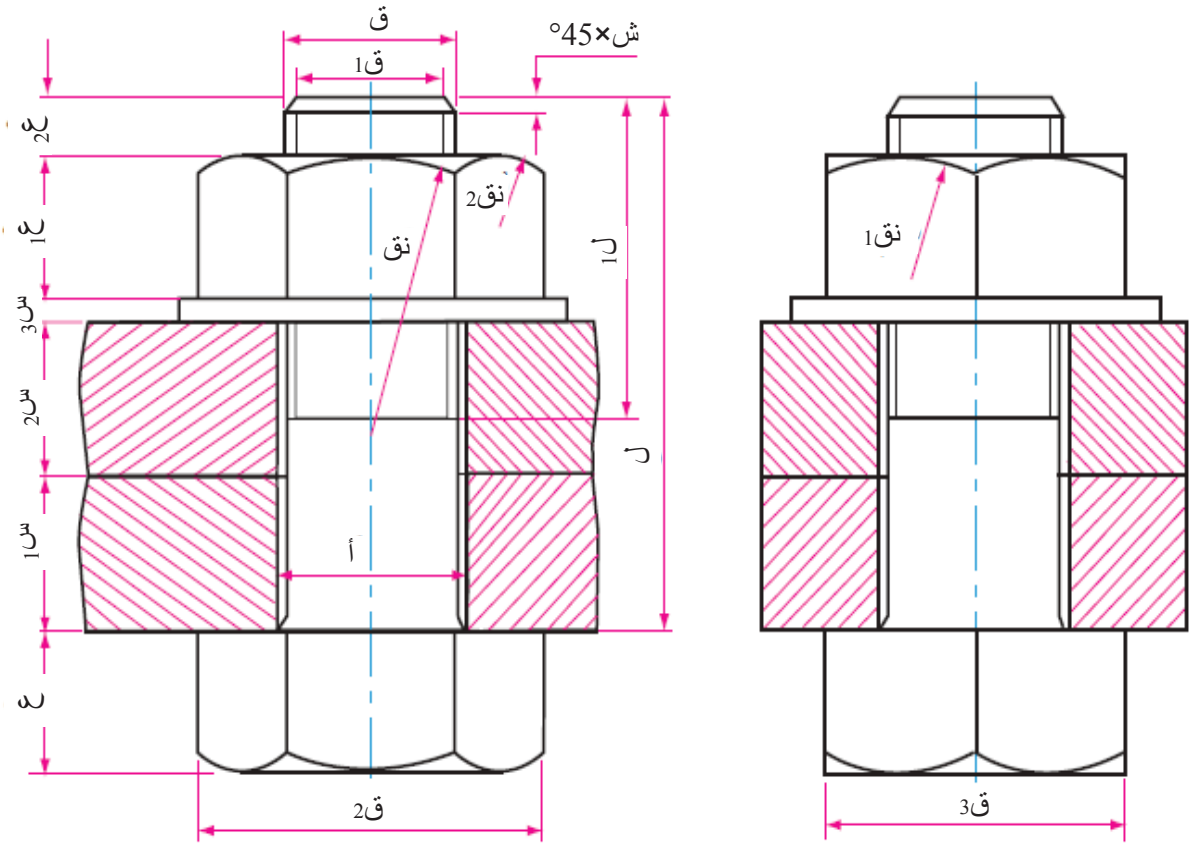


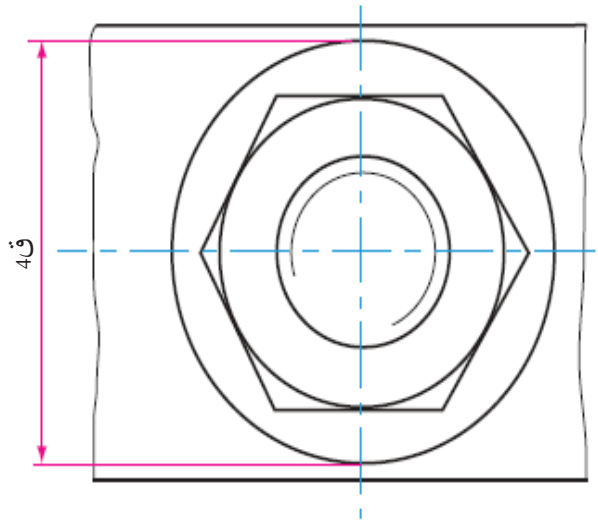
(جـ) الربط بالبراغي ذوات الرأس الحلقي.

الشكل (1-40): ربط المعادن.

المثال (1-9)

يُبيِّن الشكل (1-41) البراغي والصواميل في المساقط الثلاثة والقطاعات.





ق = قُطْر البرغي
ق1 = 0.85 ق
ع = 0.7 ق
ع1 = 0.8 ق
ع2 = 0.35 ق
س3 = 0.15 ق
س1 = سُمْك القطعة الأولى
ق4 = 2.2 ق

ق2 = 2 ق
ق3 = 1.75 ق
ل1 = 2 ق + 6 مم
أ = 1.1 ق
نق = 1.5 ق
نق1 = ق
نق2 = 0.4 ق
س2 = سُمْك القطعة الثانية

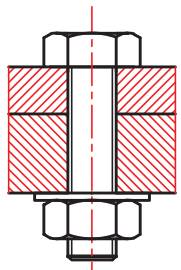
الشكل (1-41): البراغي والصواميل في المساقط الثلاثة والقطاعات.

المثال (1-10)

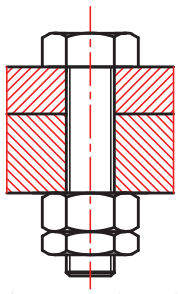
تتعرَّض البراغي التي تربط الآلآت الكثيرة الاهتزاز للارتخاء، وضِّح بالرسم ثلاث طرائق لمنع حدوث ذلك.

الحل

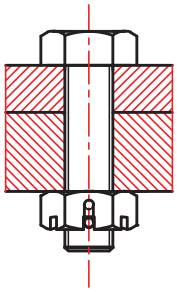
يُبيِّن الشكل (1-42) ثلاث طرائق تحول دون ارتخاء البراغي.



1- استخدام برغي عادي، وصامولة، وحلقة (روندیلة).



2- استخدام برغي عادي، وصامولة ربط، وصامولة حزق.



3- استخدام برغي عادي مثقوب، وصامولة برجية، ومسمار.

الشكل (1-42): بعض طرائق منع البراغي من الارتخاء والفك.

المثال (1-11)

اختر شكل السن المناسب لكل برغي من البراغي المشار إليها في الأشكال الآتية.

ملاحظًا اختلاف أشكال أسنان البراغي تبعًا لوظيفة البراغي.

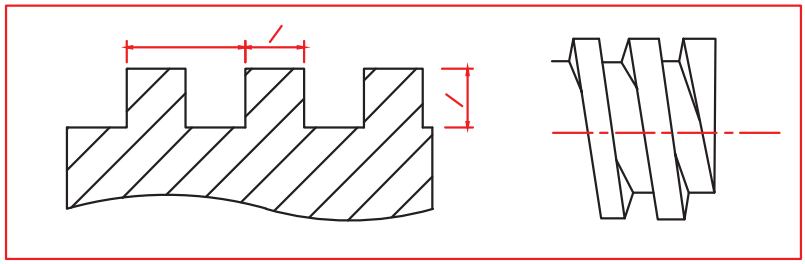
(أ)

(ب)

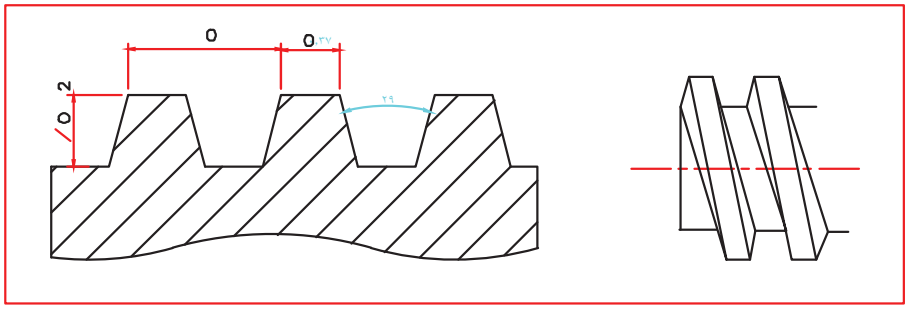
(جـ)

الحل

أ ـ السن المربعة، أو السن شبه المنحرفة (الأكمة) وتستخدم للروافع:

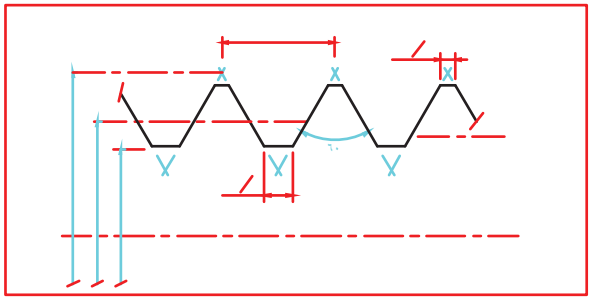


السن المربعة



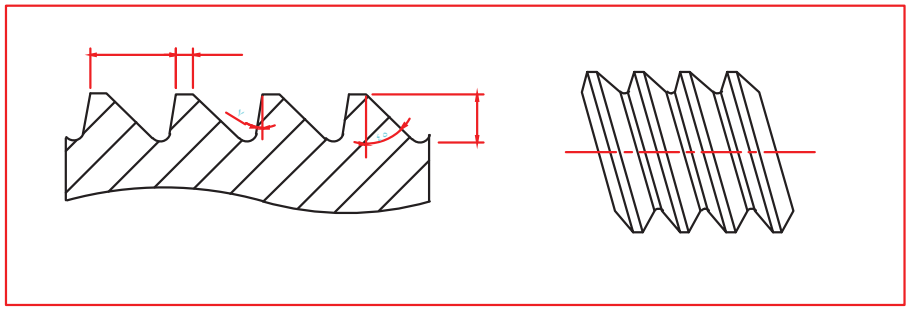
السن المنحرفة (الأكمة)

ب ـ السن المترية برغي تثبيت الملزمة على الطاولة كما في (ب):



السن المترية

جـ ـ السن الكتفية (المنشارية) وتستخدم كعمود دوران للملزمة



السن الكتفية (المنشارية)

أُفكِّر ثم أُجيب:

1- لماذا توجد سن يمينية وأُخرى يسارية؟

2- ما علاقة اتجاه السن في الأجهزة الكهربائية الحركية؟

تُصنَّف البراغي أحيانًا بحسب شكل رأس البرغي؛ لذا تُختار الأداة المناسبة للفك والتركيب. املأ الفراغ في الجدول الآتي بأسماء ورسوم للبراغي بحسب شكل الرأس والأدوات المناسبة للفك والتركيب.

اسم البرغي بحسب شكل الرأس	شكل رأس البرغي	الأداة المناسبة للفك والتركيب	شكل الأداة

- مستعينًا ببرنامج الرسم باستخدام الحاسوب (AutoCAD) ارسم عددًا من البراغي والصواميل والحلقات (الروونديلات) بحسب أسس الرسم التي درستها في الصف الحادي عشر.

ثالثًا: اللحام (WELDING)

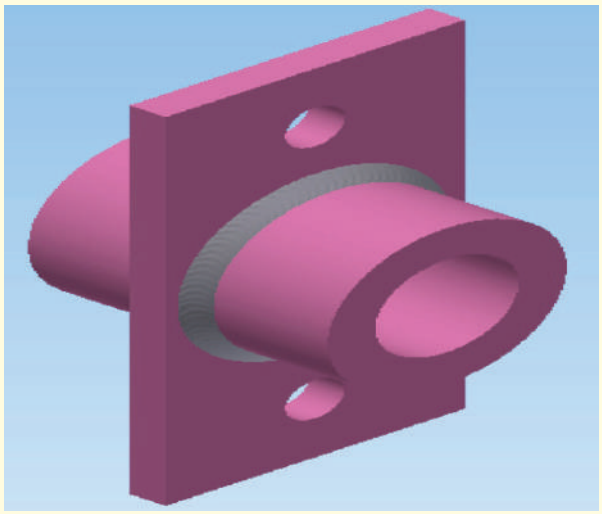
النتاجات

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرَّف وصلات اللحام الشائعة الاستخدام، وأنواع الشطفات الملائمة لها.
- يُميِّز أنواع اللحام من حالات اللحام.
- يتعرَّف رموز اللحام الأساسية والثانوية، ويُحدِّد موقع كل رمز منها.
- يُفسِّر رموز اللحام المُركَّبة.
- يُفسِّر دلالة الأحرف في الرسوم.
- يُمثِّل رموز اللحام بصورة عملية تطبيقية.

القياس والتقويم

انظر وتساءل



تُبيِّن الصورة الآتية مجسمًا معدنيًّا يُستعمَل بوصفه حاملًا.

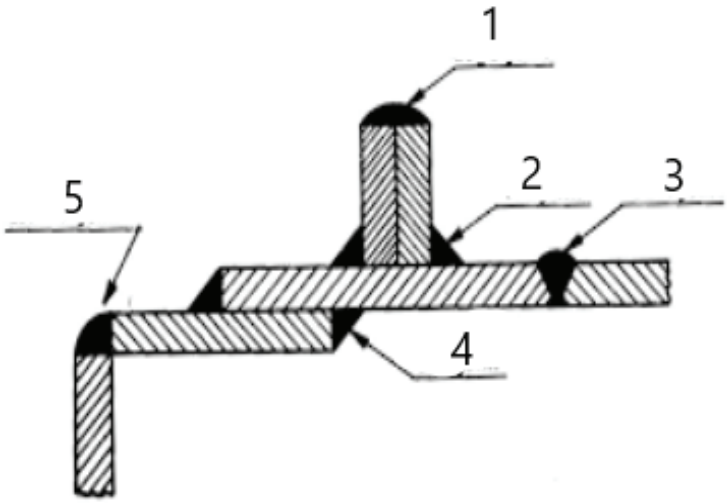
ما طريقة الربط المستخدمة في هذا المُجسَّم؟

لماذا لم تُستعمَل البرشمة أو البراغي والصواميل لربط المُجسَّم؟

استكشف

انظر إلى الشكل المجاور، مُلاحِظًا كيفية ربط القطع المعدنية للمُجسَّم؛ إذ جُمِّعت عن طريق اللحام، فأخذت أوضاعًا مختلفة.

ما أسماء الوصلات؟ ما أنواع اللحام؟



اقرأ وتعلَّم

يُستخدَم اللحام في ربط القطع المعدنية بعضها ببعض، ويُعَدُّ من أكثر طرائق ربط المعادن شيوعًا وانتشارًا؛ نظرًا إلى سرعة التنفيذ، وقوة الوصلات الملحومة ومتانتها مقارنةً بطرائق الربط الأُخرى، مثل: البراغي، والبرشمة؛ إذ يُستخدَم اللحام في صناعة أجزاء الآلات، وصناعة السفن والسيارات، وجميع الإنشاءات المعدنية المختلفة.

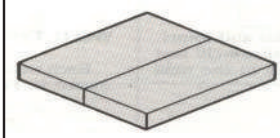
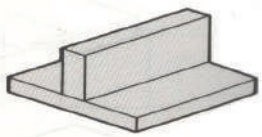
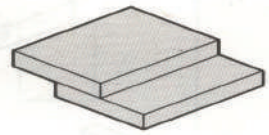
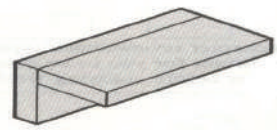
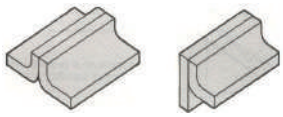
1- وصلات اللحام (Welding Joints)

تُصنَّف وصلات اللحام بحسب وضع القطع عند ربطها بأيٍّ من طرائق اللحام المعروفة، وتُعرَف وصلة اللحام من شكل مقطعها، ويُعبَّر عنها في الرسم بإحدى الطريقتين الآتيتين:

- رسم مفصل يظهر الأبعاد جميعها.
- استخدام الرموز التمثيلية.

يُبيِّن الجدول (1-10) الأنواع الرئيسة لوصلات اللحام.

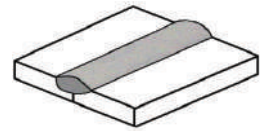
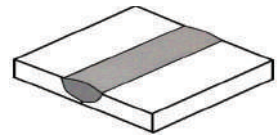
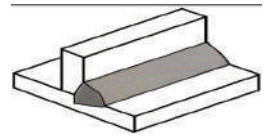
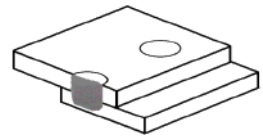
الجدول (1-10): وصلات اللحام.

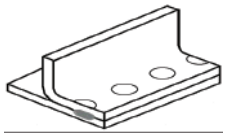
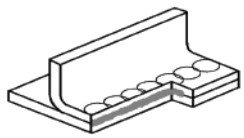
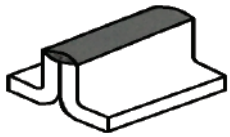
نوع وصلة اللحام	شكل وصلة اللحام	نوع وصلة اللحام	شكل وصلة اللحام
الوصلة التناكبية (التقابلية) (Butt joint).		الوصلة على شكل حرف (T) (T-Joint).	
الوصلة التطابقية (الانطباقية) (Lap Joint).		الوصلة الطرفية (Edge Joint).	
الوصلة الزاوية (الركنية) (Corner Joint).		الوصلة المشفهة (Flange Joint).	

2- حالات اللحام (Welding Types)

تتطلَّب عملية اللحام واحدة أو أكثر من حالات اللحام المُبيَّنة في الجدول (1-11).

الجدول (1 - 11): حالات اللحام.

حالة اللحام	شكل حالة اللحام
اللحام الحزي (Groove Welding).	
اللحام السطحي (Surface Welding).	
اللحام الزاوي (التعبوي) (Fillet Welding).	
اللحام المساري (Plug Welding).	

حالة اللحام	شكل حالة اللحام
لحام النقطة (Spot Welding).	
اللحام الدرزي (Seam Welding).	
اللحام الطرفي (Flange Welding).	

النشاط 3

تأمَّل الشكل (1-43)؛ لتتعرَّف ثلاثًا من وصلات اللحام، وثلاثًا من حالاته:

الوصلات:

1- .....

2- .....

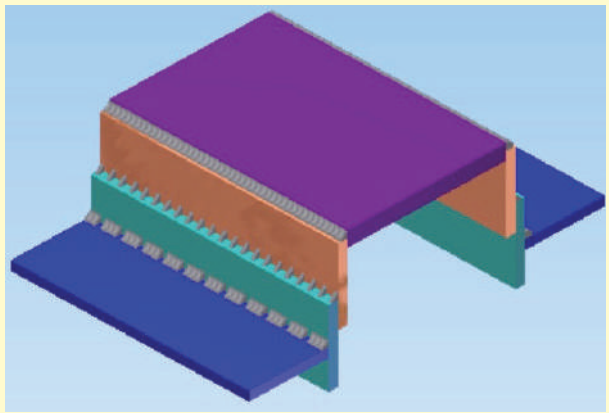
3- .....

حالات اللحام:

1- .....

2- .....

3- .....

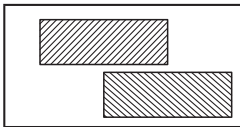
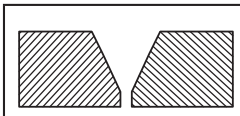
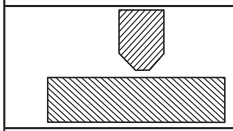
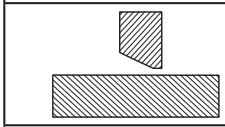
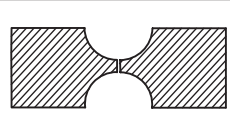
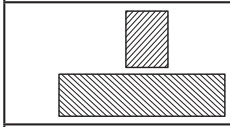
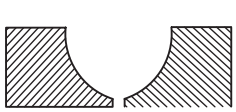
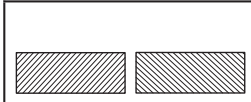
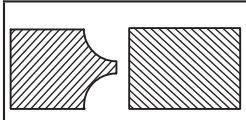
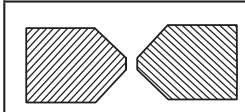
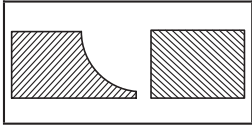
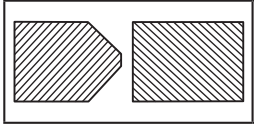


الشكل (1-43): وصلات اللحام وحالاته.

3- إعداد الوصلات (Joint Preparation)

تُجهَّز أطراف الوصلات عندما يكون سُمْك القطع كبيرًا، وذلك بعمل شطفات متعددة الأشكال على الجوانب التي سيقع عليها خط اللحام؛ وصولًا إلى نفاذية وعمق كافٍ للحام؛ ما يمنح الوصلة متانة وقوة تتناسب مع سُمْك المعدن، وتُجهَّز هذه الأطراف بأشكال مختلفة كما في الجدول (1-12).

الجدول (1-12): إعداد الوصلات.

التطابقية		تناكبية حرف - V - مفردة	
شطفة مزدوجة - T		تناكبية مفردة شطفة	
شطفة مفردة - T		تناكبية حرف - U - مزدوجة	
قائمة - T		تناكبية حرف - U - مفردة	
تناكبية مفتوحة		تناكبية حرف - J - مزدوجة	
تناكبية حرف - V - مفتوحة		تناكبية حرف - J - مفردة	
تناكبية شطفة مزدوجة			

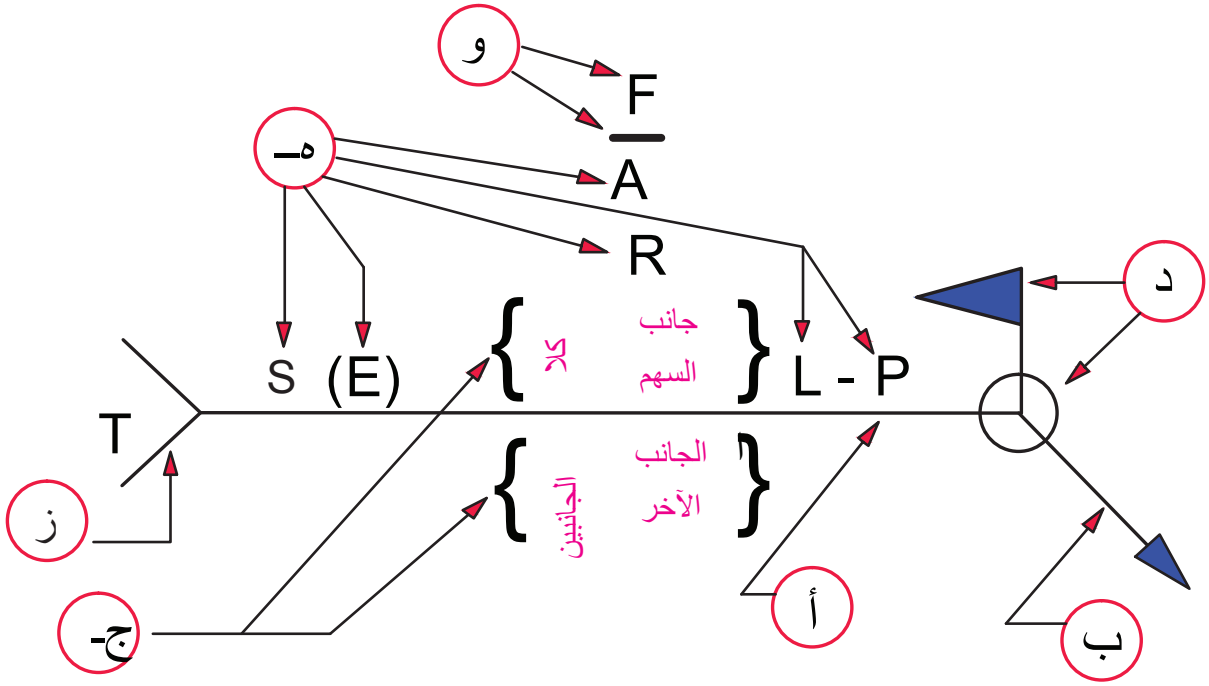
4- رموز اللحام (Welding Symbols)

يُعَدُّ إظهار اللحام بشكله الحقيقي على الرسوم والمخططات في أثناء عملية التصميم أمرًا صعبًا ومعقدًا؛ لذا فقد اتُّفِق على استخدام رموز ومصطلحات متعارف عليها عالميًّا للدلالة على نوع سطح اللحام، وشكله، وحالاته، ومقاساته، وجميع الملاحظات المتعلقة بذلك التي عُرِفت برموز اللحام، وأصبحت لغة التفاهم بين المهندس والمُصمِّم وفني اللحام.

تُستعمَل رموز اللحام لاختصار كَمٍّ كبير من معلومات اللحام إلى كَمٍّ بسيط في مساحة صغيرة. وعند تمثيل هذه الرموز على الرسوم، فإنه يَتعَيَّن على فني اللحام تفسيرها عند التنفيذ. ستتعرَّف في ما يأتي رموز اللحام ومصطلحاته الأساسية والثانوية، فضلًا عن تفسير هذه الرموز، وتحديد موقعها، ورسمها، واستخدامها في وصف أنواع اللحام على الرسوم التنفيذية. وهذه الرموز مهمة لعمل المصمم؛ إذ تُوفِّر له جميع المعلومات اللازمة لعملية اللحام، وكذلك نوع اللحام المطلوب.

يُعرَّف رمز اللحام بأنه رسم مبسط يُحدِّد كامل متطلَّبات اللحام. وقد لا توجد حاجة إلى وضع بعض العناصر في حالة عدم استخدامها.

أ - **عناصر رمز اللحام:** يُبيِّن الشكل (1-44) العناصر الكاملة لرمز اللحام مُجمَّعة.



الشكل (1-44): العناصر الكاملة لرمز اللحام.

يتضمَّن رمز اللحام العناصر المشار إليها بالأحرف الآتية:

أ - خط المرجع (Reference line).
ب - السهم (Arrow).
جـ - الرمز الأساسي (Base symbol).
د - الرموز الثانوية (التكميلية) (Supplementary symbol).
هـ - الأبعاد: طول اللحام، وطول الخطوة، وعمق اللحام، وفتحة الجذر (Dimensions).
و - رموز التشطيب النهائي (Finish symbol).
ز - الذيل (Tail).

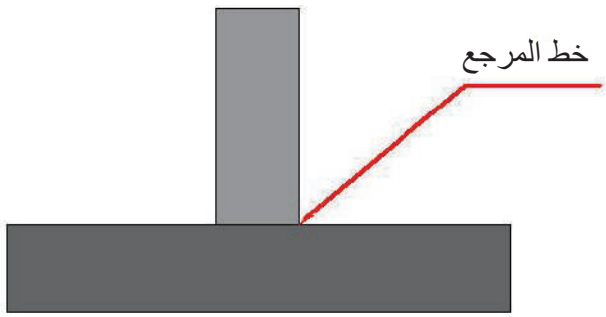
يُبيِّن الجدول (1-13) معاني الأحرف الإنجليزية المُبيَّنة على رمز اللحام.

الجدول (1-13): تفسير معاني أحرف رمز اللحام المُجمَّع.

F	(FACE FINISHING)	طريقة تشطيب سطح اللحام.
A	(ANGLE BEVELING)	زاوية الشق أو الحز.
R	(ROOTING DEPTH AND OPENING)	فتحة جذر اللحام وعمقه.
S	(SIZE OF WELD)	قياس اللحام.
L	(LENGTH OF WELD BEAD)	طول خط اللحام.
P	(PITCH)	طول الخطوة للحام المتقطع.

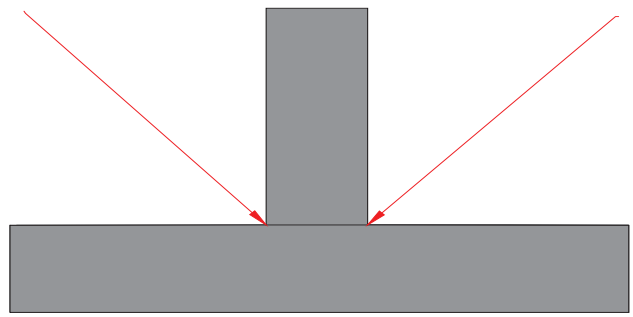
ب- تعريف موجز لعناصر رمز اللحام

1. **خـط المرجع:** يُمثِّل هـذا الخط العمود الفقـري لرمز اللحام، ويكون دائمًا في الوضـع الأفقي، ويتصل بخط السـهم وموقـع العناصر الأُخرى التي تصف عمليـة اللحـام فوقـه وتحتـه كما في الشكل (1-45).



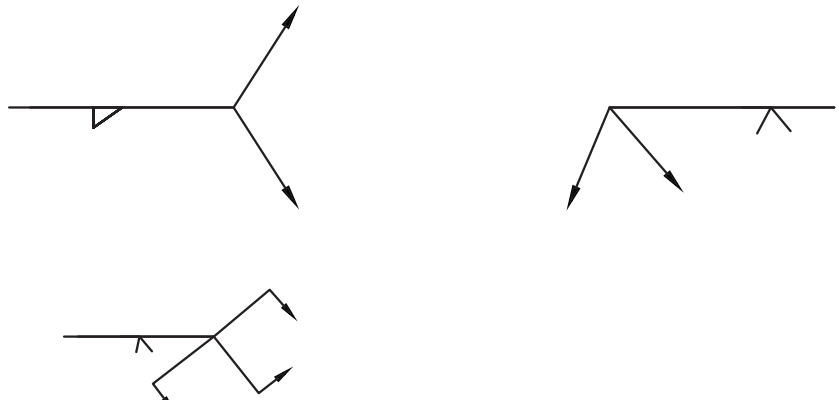
الشكل (1-45): خط المرجع.

2. **السهم:** يشيرالسهم إلى جانب الوصلة التي يراد لحامها، وهو يتصل بخط المرجع. وشكل السهم وموقعه مهمان جدًّا في عملية الرسم، واستعماله إجباري، وهو يلامس مقطع الوصلة، ولا يكون موازيًا للرسم، انظر الشكل (1-46) الذي يُبيِّن سهم رمز اللحام.



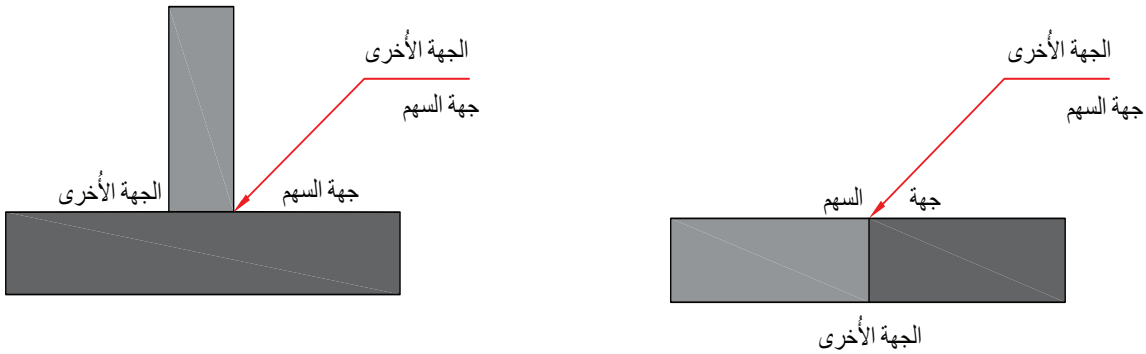
الشكل (1-46): سهم رمز اللحام.

توجد أشكال أُخرى للسهم تُستعمَل في حالة تكرار رمز اللحام لأكثر من وصلة، ويُلاحَظ من الشكل (1-47) أن خط المرجع يظل في المستوى الأفقي.



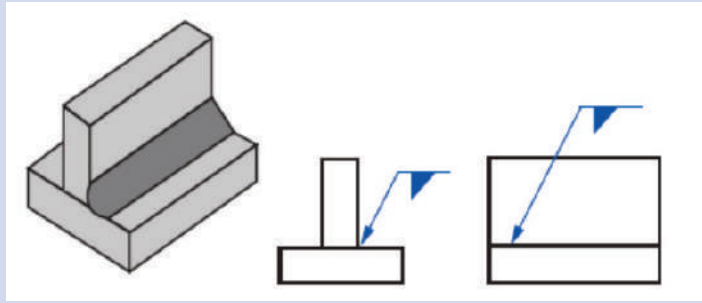
الشكل (1-47): أشكال أُخرى للسهم.

3. **جهة السهم:** يُطلَق على الجانب الذي يلامس السهم اسم جهة السهم، وهي الجهة السفلى لخط المرجع التي تشير إلى الجانب القريب لوصلة اللحام.
4. **الجهة الأُخرى:** الجهة العلوية لخط المرجع التي تكون عكس جهة السهم، وتشير إلى جانب الوصلة البعيد، انظر الشكل (1-48).



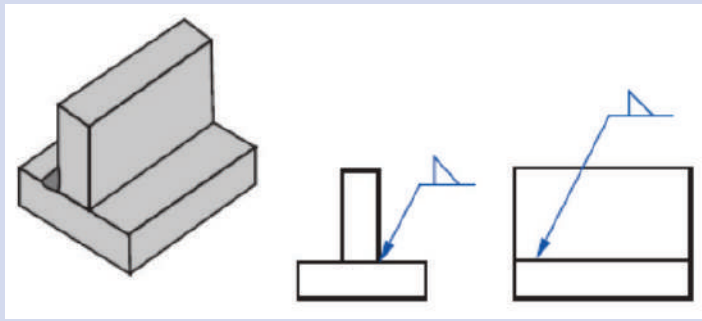
الشكل (1-48): جهة السهم والجهة الأُخرى.

- إذا كان رمز اللحام أسفل خط المرجع، فإن اللحام يقع جهة السهم كما في الشكل (1-49).



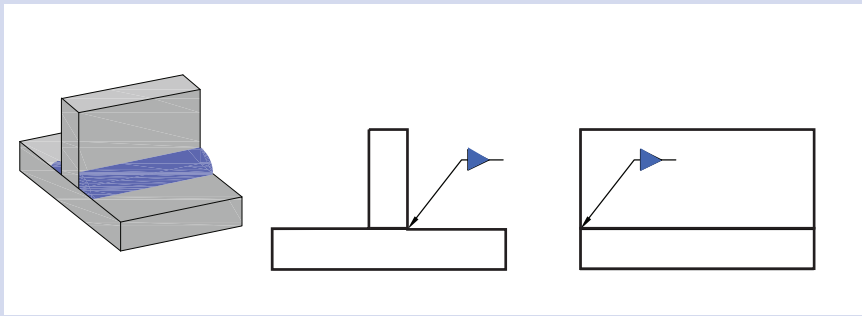
الشكل (1-49): اللحام في جهة السهم.

- إذا كان رمز اللحام فوق خط المرجع، فإن اللحام يكون في الجهة الأُخرى للسهم كما في الشكل (1-50).



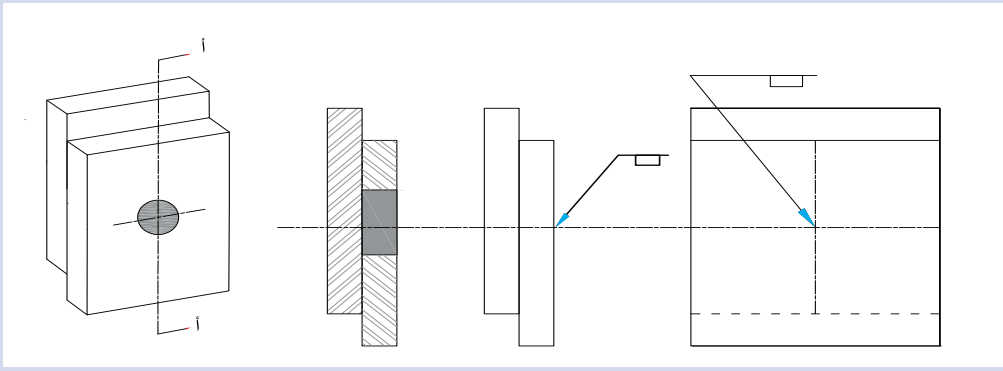
الشكل (1-50): اللحام في الجهة الأُخرى.

- إذا كان رمز اللحام فوق خط المرجع وأسفله، دلَّ ذلك على أن اللحام المطلوب يكون في كلتا الجهتين للوصلة كما في الشكل (1-51).



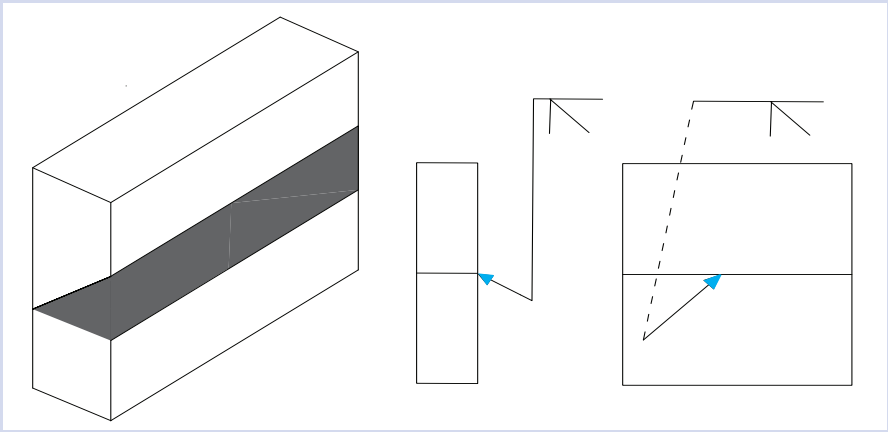
الشكل (1-51): اللحام في كلا الجانبين.

- في حالة اللحام المسماري، أو لحام النقطة، أو اللحام الدرزي، فإن السهم يشير إلى السطح الخارجي لوصلة اللحام في مركز اللحام المطلوب كما في الشكل (1-52).



الشكل (1-52): خط المرجع وموضع اللحام المسماري.

- في حالة اللحام الحزي والشطفات المفردة، فإن رأس السهم يشير إلى المقطع العمودي للسطح الذي يراد تجهيزه كما في الشكل (1-53).



الشكل (1-53): خط المرجع بالنسبة إلى الشطفات المفردة.

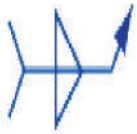
جـ - رمز اللحام الأساسي: تحتوي رموز اللحام على جميع المعلومات المتعلقة بوصلة اللحام، ويُعبِّر كل رمز عن نوع اللحام المُستعمَل، والأطراف المطلوبة لعملية اللحام؛ ما يعني أنه وصف أو تصوير لشكل مقطع اللحام للوصلة. يُبيِّن الجدول (1-14) رموز اللحام الأساسية.

الجدول (1-14): رموز اللحام الأساسية.

الوصلات المشفهة		اللحام السطحي	اللحام الخلفي	اللحام التناكبي (الحزي)							لحام المقاومة (الدرزة)	لحام المقاومة (النقطة)	اللحام المسماري والشقي	اللحام الزاوي (التعبوي)
زاوية	طرفية			موسعة مفردة	موسعة على شكل حرف (V)	(J)	(U)	شطفة مفردة	(V)	قائمة				

يُبيِّن الجدول (1-15) بعض رموز اللحام الأساسية، ونوع اللحام، وموقع الرمز بالنسبة إلى خط المرجع.

الجدول (1-15): رموز اللحام.

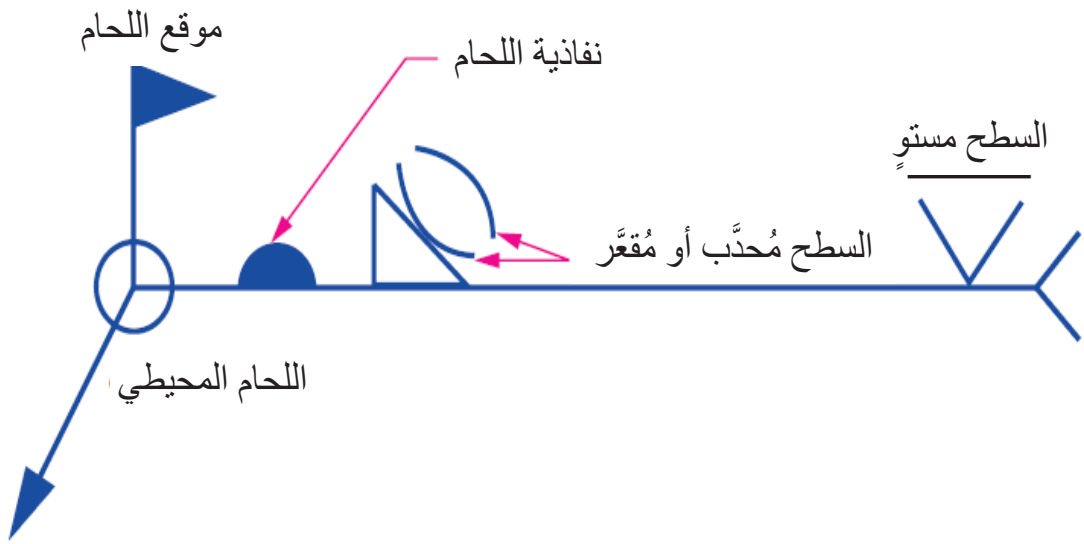
الرمز	نوع اللحام	الوصلة	موقع الرمز بالنسبة إلى خط المرجع		
			جانب السهم	الجانب الآخر	كلا الجانبين
	اللحام الزاوي (التعبوي)	تطابقية على شكل حرف (T)			
	اللحام المسماري	تطابقية			غير مُستعمَل
	لحام النقطة	تطابقية، مشفهة			غير مُستعمَل
	لحام الدرزة	تطابقية، مشفهة			غير مُستعمَل
	اللحام التناكبي	تناكبية قائمة			
	اللحام التناكبي	تناكبية على شكل حرف (V)			

د- **رموز اللحام الثانوية (التكميلية):** رموز تُستخدَم لوصف قراءات محددة وخاصة مع الرموز الأساسية، انظر الجدول (1-16).

الجدول (1-16): رموز اللحام الثانوية.

شكل سطح اللحام			نفاذية اللحام	موقع اللحام	اللحام المحيطي
مُقعَّر	مُحدَّب	مستوٍ			

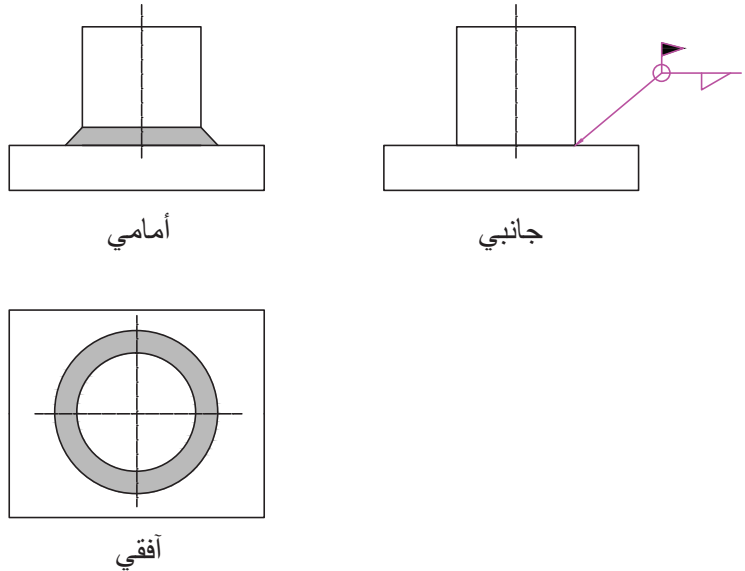
يُبيِّن الشكل (1-54) رسمًا توضيحيًّا لموقع الرموز الثانوية بالنسبة إلى خط المرجع والرمز الأساسي.



الشكل (1-54): رسم توضيحي لمقطع الرمز الثانوي (التكميلي).

المثال (1-12)

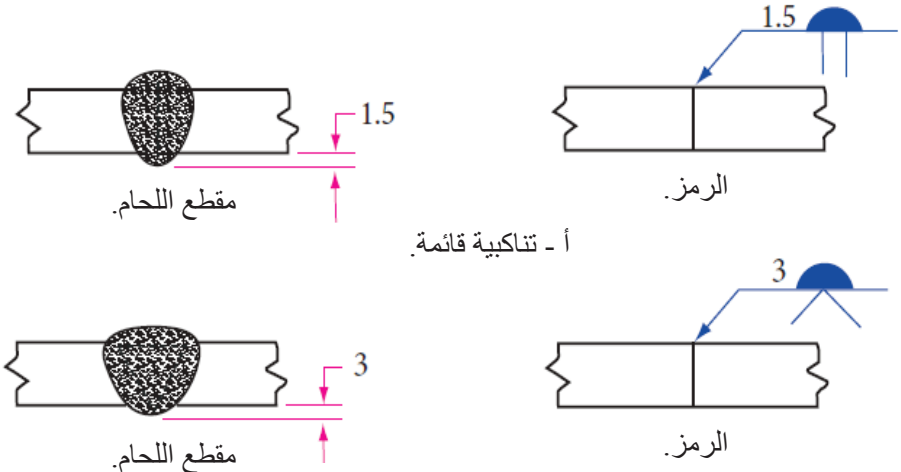
يُبيِّن الشكل (1-55) مساقط وصلة لحام تحتوي رمز اللحام المحيطي (◯) الذي يُستخدَم للدلالة على وجود اللحام حول الوصلة من دون توقف، ووجود رمز موقع تنفيذ اللحام. أمَّا رمز موقع تنفيذ اللحام (⚑) فيدل على أن إجراء عملية اللحام في الموقع.



الشكل (1-55): رمز اللحام المحيطي.

المثال (1-13)

يُبيِّن الشكل (1-56) رمز تغلغل اللحام (◡) الذي يُستعمَل عندما يكون التغلغل كاملًا، ويراد جعل سُمْك النفاذية إلى يسار الرمز، ورسمه على الجهة المعاكسة لرمز اللحام.



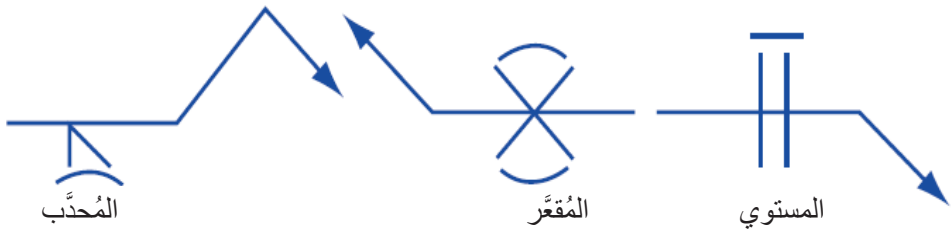
أ - تناكبية قائمة.

ب- تناكبية على شكل حرف (V).

الشكل (1-56): رمز تغلغل اللحام (النفاذية).

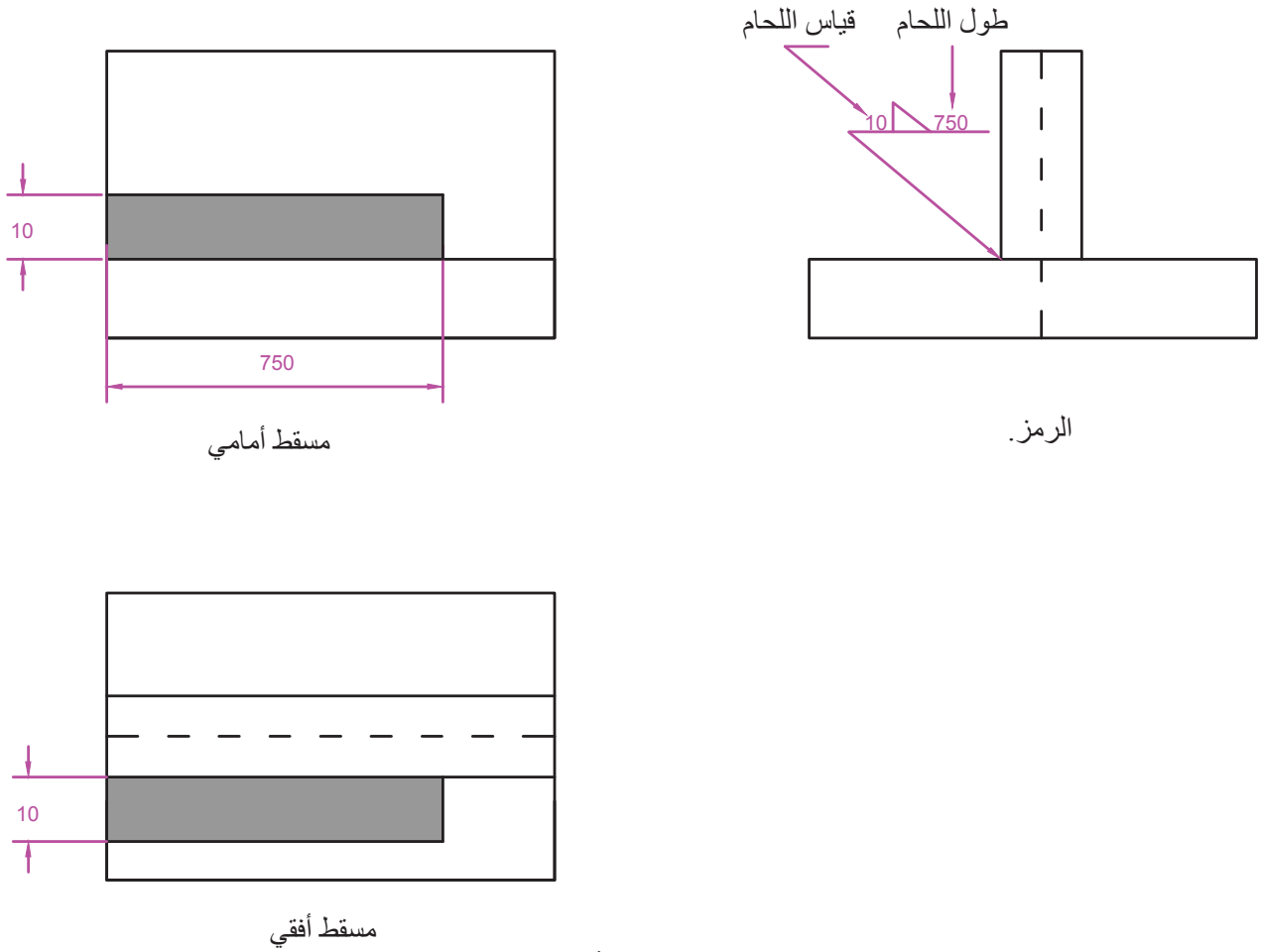
المثال (1-14)

يُبيِّن الشكل (1-57) رموز سطح اللحام المستوي، والمُحدَّب، والمُقعَّر.



الشكل (1-57): رموز سطح اللحام.

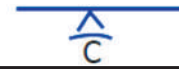
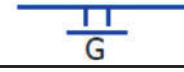
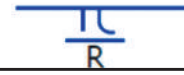
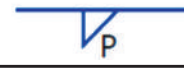
هـ - الأبعاد: توضَع قياسات اللحام بالملمترات، وتوضَع الزوايا بالدرجات، ويوضَع قياس مقطع اللحام على يسار الرمز الأساسي، في حين يوضَع طول اللحام على يمين الرمز، ولا يوضَع طول اللحام عندما يكون اللحام كاملًا، انظر الشكل (1-58).



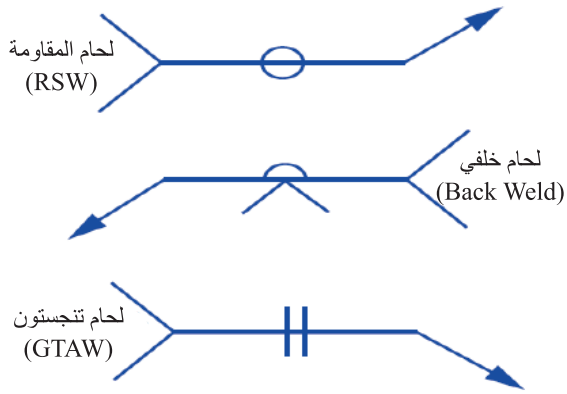
الشكل (1-58): أبعاد اللحام.

و- **رموز التشطيب النهائي:** تُستعمَل هذه الرموز مع رمز اللحام عندما يكون شكل سطح اللحام مهمًّا ويتطلَّب شكلًا معيَّنًا (مُحدَّب، مُقعَّر، مستوٍ)، انظر الجدول (1-17).

الجدول (1-17): رموز التشطيب النهائي وأنوعها.

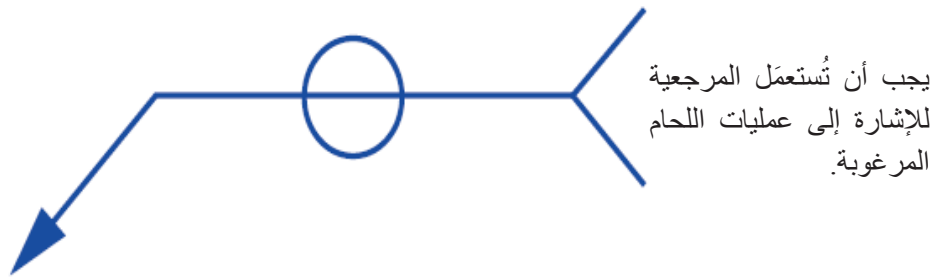
مثال	الرمز	الطريقة
	C	الأزملة (CHIPPING).
	G	الجلخ (GRAINDING).
	H	التطريق (HAMMERING).
	M	آلات التشغيل (MACHINING).
	R	الدرفلة (ROLLING).
	P	الطرق بحدِّ المطرقة (PEENING).

ز- **العلامات والرموز الخاصة:** معلومات ورموز خاصة تُكتَب في الذيل، وتكون غالبًا ملاحظات مختصرة، انظر الشكل (1-59).



الشكل (1-59): العلامات والرموز الخاصة.

ح- **الذيل:** يُستعمَل الذيل عند الضرورة للملاحظات المتعلقة بعملية اللحام، مثل: معدن السلك، وأيِّ مواصفات أخرى مطلوبة، أنظر الشكل (1-60)، علمًا بأنه يُحذَف عندما تكون الملاحظات غير مُستعمَلة.

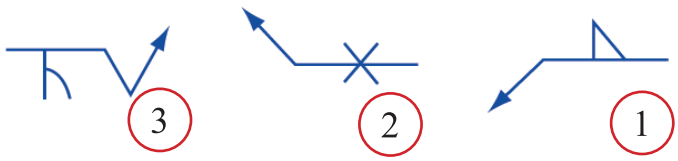


الشكل (1-60): ذيل رمز اللحام.

التمرين (1-2)

1- أحدِّد جهة السهم والجهة الأُخرى على الأسهم في الشكل المجاور.

2- على أيِّ جهة من خط المرجع تقع الرموز في الشكل المجاور؟



---------- ---------- ----------

التمرين (1-3)

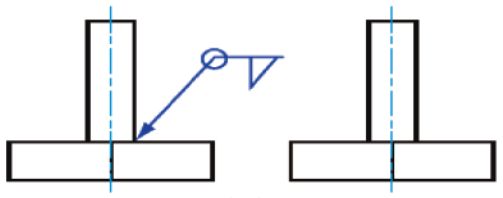
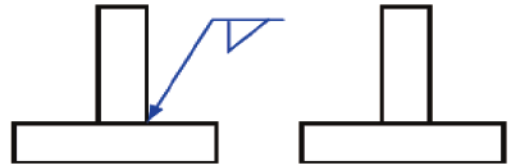
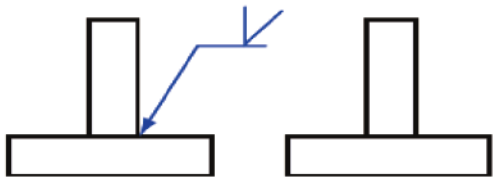
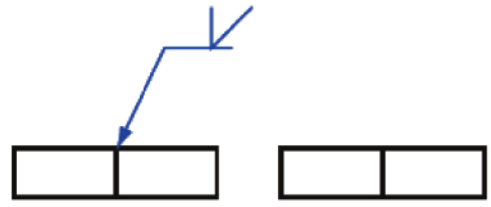
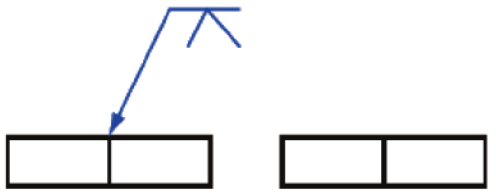
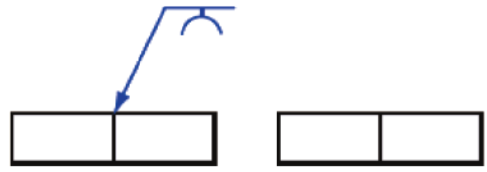
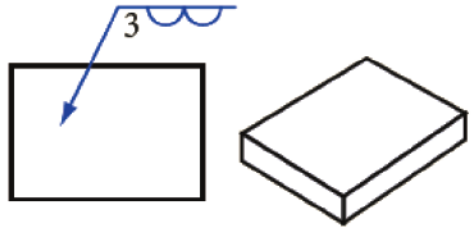
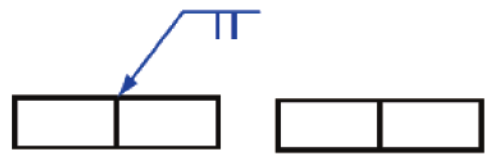
مستعينًا بالجدول (1-18)، ارسم الرمز الصحيح لوصلات اللحام الآتية:

الشكل التمثيلي	الشكل الفعلي	الشكل التمثيلي	الشكل الفعلي

الجدول (1-18): أشكال وصلات اللحام.

التمرين (1-4)

ارسم الشكل الفعلي للحام بحسب ما تشير إليه رموز اللحام في الجدول (1-19).

الشكل التمثيلي	الشكل الفعلي	الشكل التمثيلي	الشكل الفعلي
	(أ)		(ب)
	(جـ)		(د)
	(هـ)		(و)
	(ز)		(ح)
	(ط)		

الجدول (1-19): الشكل الحقيقي للحام.

5- الرموز المُركَّبة

ينتج الرمز المُركَّب من استخدام الرمز الثانوي (التكميلي) مع الرمز الأساسي لإعطاء وصف وتفصيل أكثر عن عملية اللحام المطلوبة. وفي ما يأتي أمثلة على الرموز المُركَّبة التي تُستعمَل مع الوصلات:

المثال (1-15)

فسِّر رمز اللحام المُبيَّن في الشكل (1-61).

الشكل (1-61): رمز اللحام.

تفسير الرمز:

- نوع الوصلة: تناكبية شطفة مفردة.
- سطح اللحام: مُحدَّب.
- الطريقة المُستخدَمة: التجليخ.
- النفاذية: كاملة.

المثال (1-15)

فسِّر رمز اللحام المُبيَّن في الشكل (1-62).

الشكل (1-62): رمز اللحام.

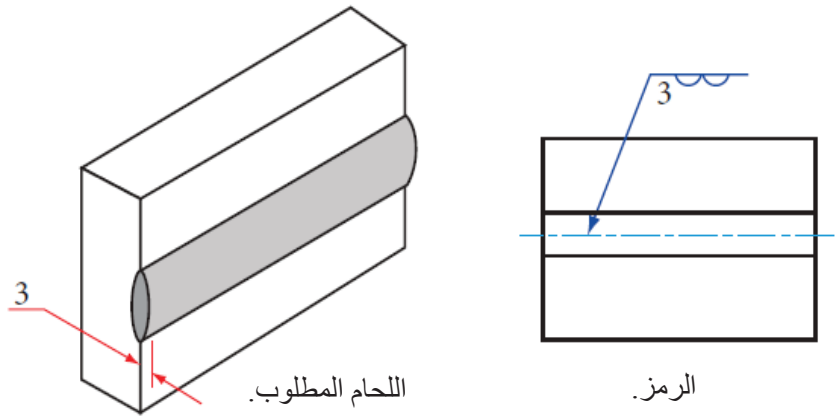
تفسير الرمز:

- نوع اللحام: تعبوي.
- سطح اللحام: محيطي.
- مكان اللحام: في الموقع.

6- تطبيقات على استخدام رموز اللحام

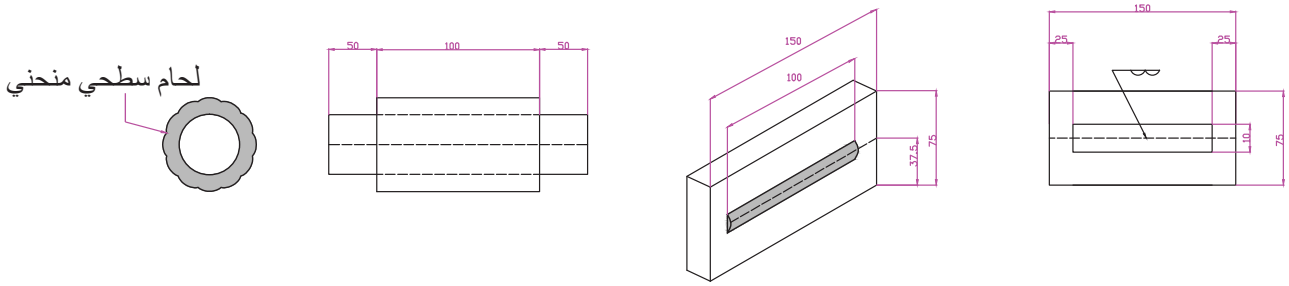
أ - في حالة اللحام السطحي (Surfacing Welding): يُستخدَم اللحام السطحي غالبًا في:

1. إطالة عمر الأجزاء المُعرَّضة للاهتراء التدريجي نتيجة ظروف الاحتكاك.
2. إعادة بناء (أو تلبيس) سطوح محامل أعمدة المرفق والصفائح المعدنية.
3. يضاف رمز اللحام السطحي إلى رمز اللحام؛ للإشارة إلى السطح أو السطوح التي ستُنشَأ باللحام؛ شرط الالتزام بما يأتي:
   - استخدام الرمز؛ سواء عُمِل خط، أو عِدَّة خطوط.
   - وضع الرمز دائمًا أسفل خط المرجع.
   - إشارة السهم إلى السطح الذي سيُرسَّب عليه اللحام.
   - جعل البُعْد الذي يُمثِّل سُمْك اللحام في نفس جانب خط المرجع إلى يسار الرمز كما في الشكل(1-63). وفي حال عدم وجود البُعْد، فهذا يعني أن السُّمْك غير مُحدَّد.



الشكل (1-63): زيادة سُمْك المعدن، وموضع البُعْد إلى يسار الرمز.

4. يُبيِّن الشكل (1-64) عرض اللحام السطحي وطوله؛ إذ توضَع الأبعاد على الرسم، لا على الرمز، باستثناء ارتفاع الترسيب (السُّمْك)، ولا توضَع أبعاد مع رمز اللحام السطحي عند لحام كامل المساحة للسطوح المستوية أو المنحنية.

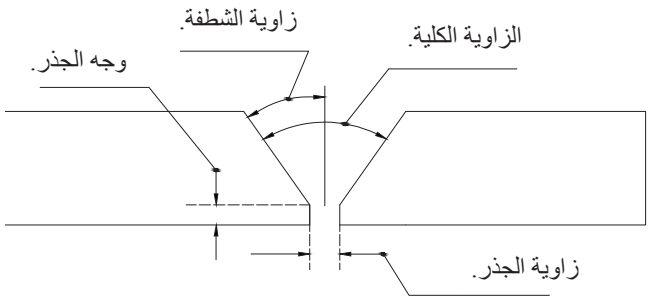


(أ) للسطوح المستوية. (ب) للسطوح المنحنية.

الشكل (1-64): أبعاد اللحام السطحي.

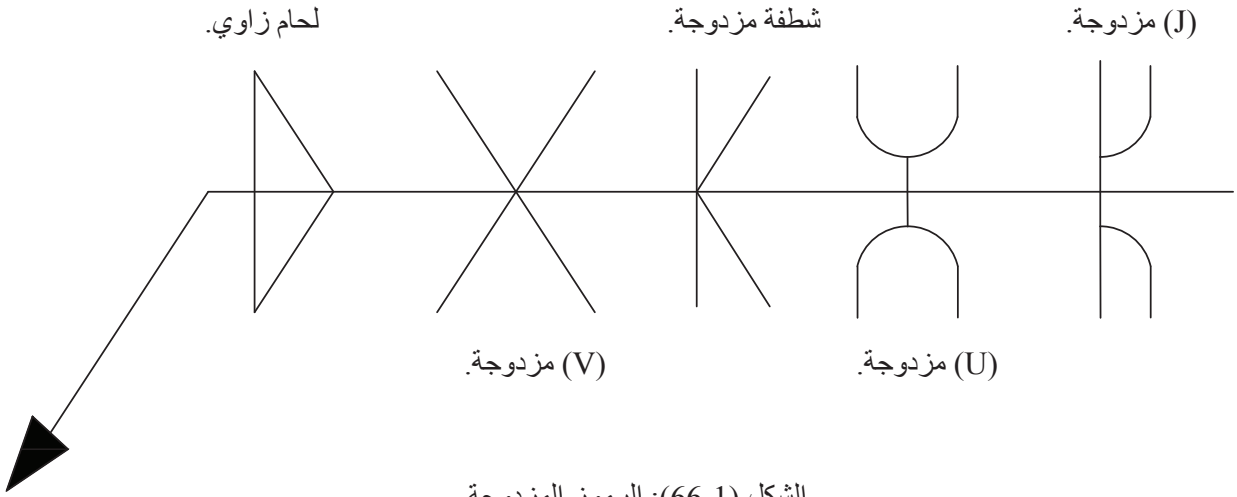
ب- في حالة اللحام التناكبي (الحزي) (Groove Welding): يُستخدَم اللحام الحزي للحم مقاطع معدنية ذوات سُمْك كبير. وباستثناء الوصلة القائمة والموسعة، فإن واحدة أو أكثر من القطع المراد وصلها تُجهَّز لتُشكِّل شطفات مختلفة، مثل: (J)، و(U)، و(V)، و(K). يُمكِن إزالة المعدن بإحدى الطرائق الآتية:

التجليخ، لهب الأوكسي أستلين، مَكِنات التشغيل، الأزملة. ويُبيِّن الشكل (1-65) أجزاء الوصلة التناكبية.



الشكل (1-65): أجزاء الوصلة التناكبية.

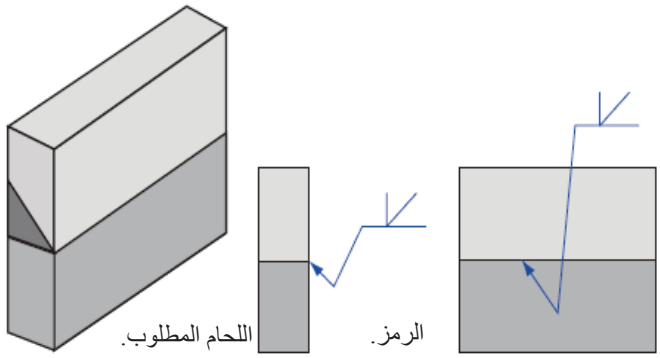
اللحام التناكبي المزدوج: لحام من الجهتين يُمثَّل بالرمزكما في الشكل (1-66)، ويوضَع على كلا الجانبين لخط المرجع عند كسر السهم المُستعمَل مع الشطفات المفردة، يجب أن



الشكل (1-66): الرموز المزدوجة.

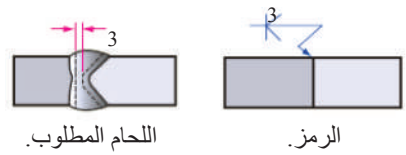
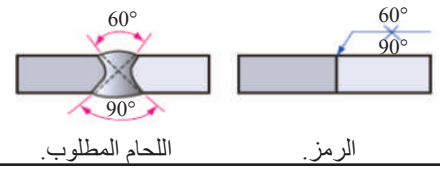
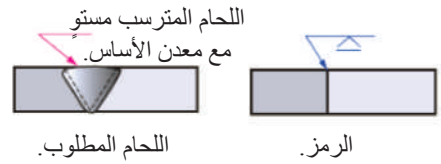
يشير السهم إلى القطعة المُجهَّزة، انظر الشكل (1-67).

توضَع أبعاد الوصلات المشطوفة على نحوٍ يراعي الضوابط المُبيَّنة في الجدول (1-20).



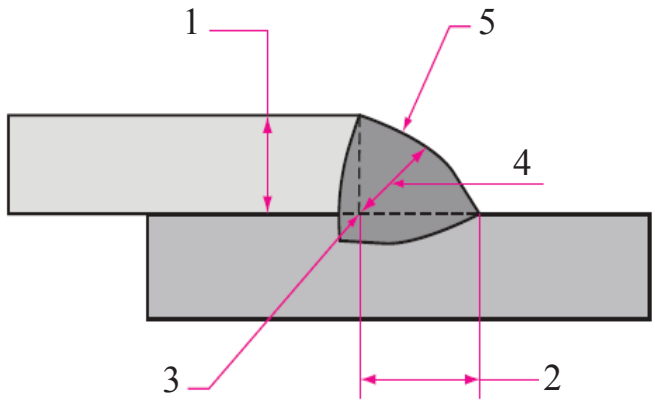
الشكل (1-67): كسر السهم للإشارة إلى القطعة المطلوب تجهيزها.

الجدول (1-20): بعض الضوابط الواجب مراعاتها للوصلات التناكبية المشطوفة.

الرقم	الضابط	الشكل
1	وضع قياس فتحة الجذر داخل الرمز.	
2	وضع زاوية الشطف (الحز) على الرمز.	
3	وضع رمز تسوية سطح اللحام مع معدن الأساس فوق رمز اللحام إذا كان الرمز فوق خط المرجع، وأسفله إن كان تحت خط المرجع	

جـ- في حالة اللحام التعبوي (الزاوي) (Fillet welding):

يكون مقطع اللحام على شكل مثلث قائم، ويُستخدَم هذا النوع من اللحام عندما تُشكِّل السطوح المراد لحامها زاوية، انظر الشكل (1-68) الذي يُبيِّن أجزاء اللحام التعبوي.



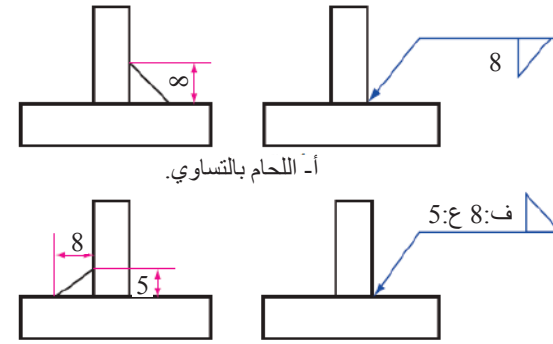
1- الساق العمودية. 2- الساق الأفقية. 3- جذر اللحام.
4- عمق اللحام. 5- سطح اللحام.

الشكل (1-68): أجزاء اللحام التعبوي.

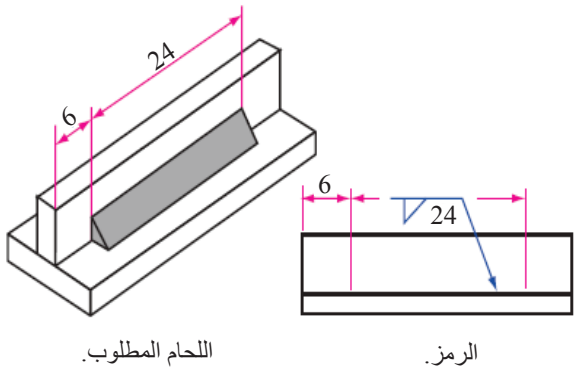
يُستخدَم الرمز(◺) للدلالة على اللحام الزاوي، ويوضَع فوق خط المرجع عندما يكون اللحام على الجانب الآخر للسهم، ويوضَع أسفل خط المرجع عندما يكون اللحام على الجانب نفسه للسهم.

تُكتَب الأبعاد على يسار الرمز للدلالة على قياس مقطع اللحام، وقد يكون اللحام بالتساوي على كلتا القطعتين كما في الشكل (1-69/ أ)، وقد يختلف ذلك عند لحم قطع متعددة السُّمْك. انظر الشكل (1-69/ ب).

يوضَع البُعْد على يمين الرمز للدلالة على طول خط اللحام كما في الشكل (1-70). وفي حالة اللحام المتواصل، وعلى طول الوصلة، لا توضَع أيُّ أبعاد.

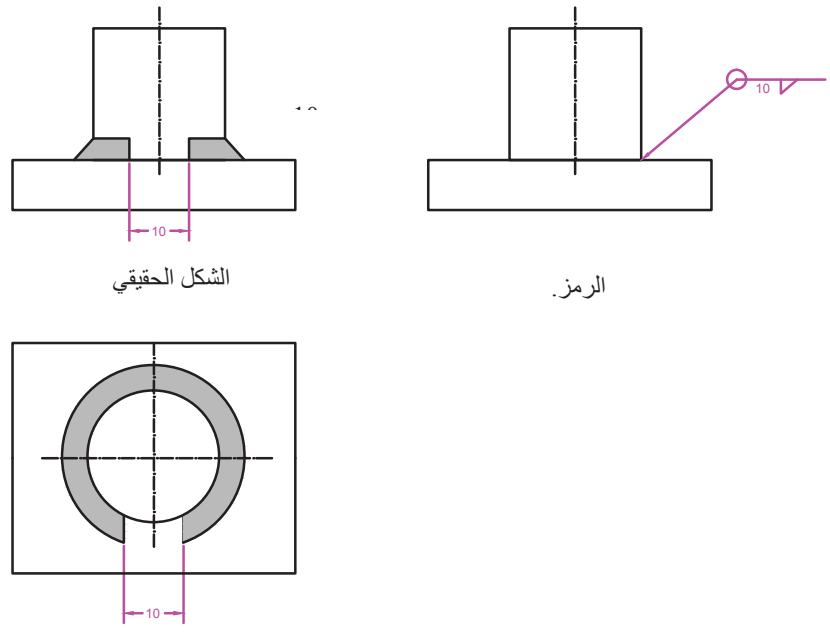


الشكل (1-69): وضع الرمز والأبعاد.



الشكل (1-70): رمز الدلالة على طول اللحام.

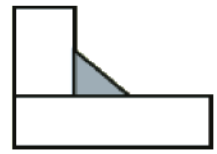
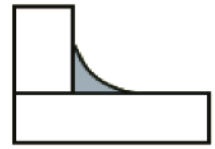
قد يكون اللحام التعبوي متواصلًا ودورانيًّا حول محيط الوصلة تبعًا لشكلها كما في الشكل (1-71).



الشكل (1-71): رمز الدلالة على اللحام المحيطي، أو اللحام الدوراني.

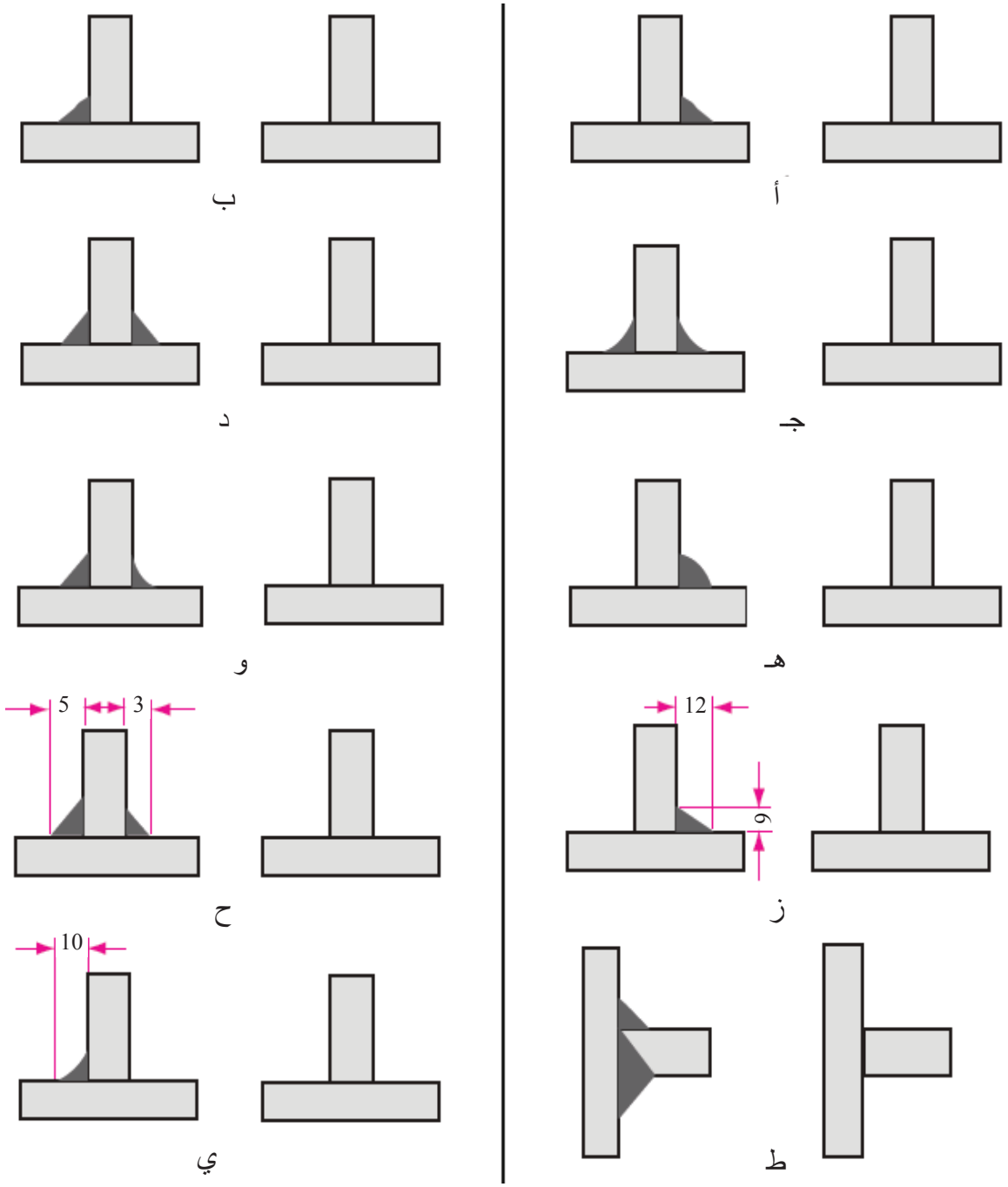
يُبيِّن الجدول (1-21) الرمز الذي يُعبِّر عن سطح خط اللحام المطلوب بعد التشطيب.

الجدول (1-21): رموز السطح النهائي لخط اللحام.

النوع	رمز اللحام الثانوي	رمز وصلة اللحام	اللحام
مستوٍ (FLAT)			
مُقعَّر (CONCAVE)			
مُحدَّب (CONVEX)			

التمرين (1-5)

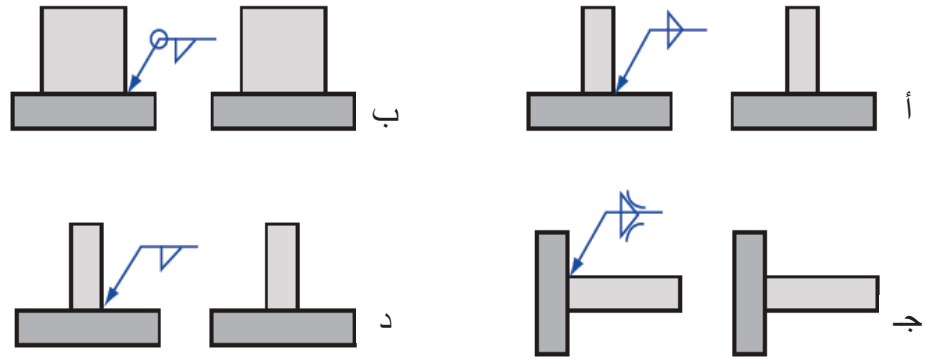
ارسم رمز اللحام الصحيح للوصلات المُبيَّنة في الشكل (1-72).



الشكل (1-72): أشكال وصلات اللحام.

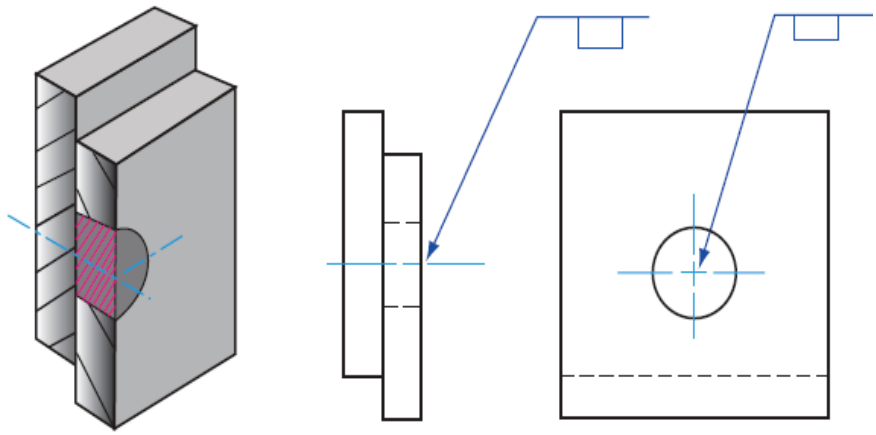
التمرين (1-6)

بيِّن شكل اللحام الفعلي للرموز على الوصلات في الشكل (1-73).



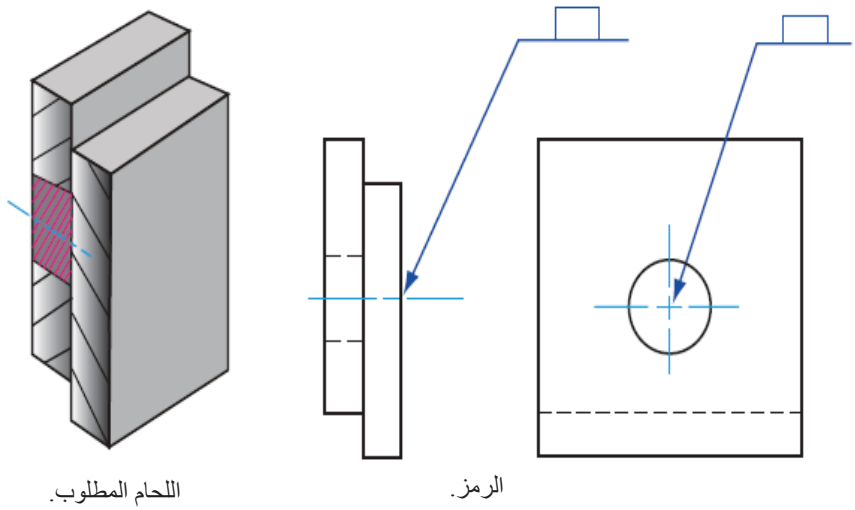
الشكل (1-73): الشكل الحقيقي.

د- **اللحام المسماري (Plug Welding):** لحام دائري يُنفَّذ عن طريق ثقب إحدى قطع المعدن، ثم توصيلها بالقطعة الأُخرى، فتتم عملية اللحام عن طريق الثقب، وقد يُمْلَأ الثقب كليًّا أو جزئيًّا بمعدن اللحام، انظر الشكل (1-74) الذي يُبيِّن رمز اللحام المسماري عندما يكون اللحام في جانب السهم.



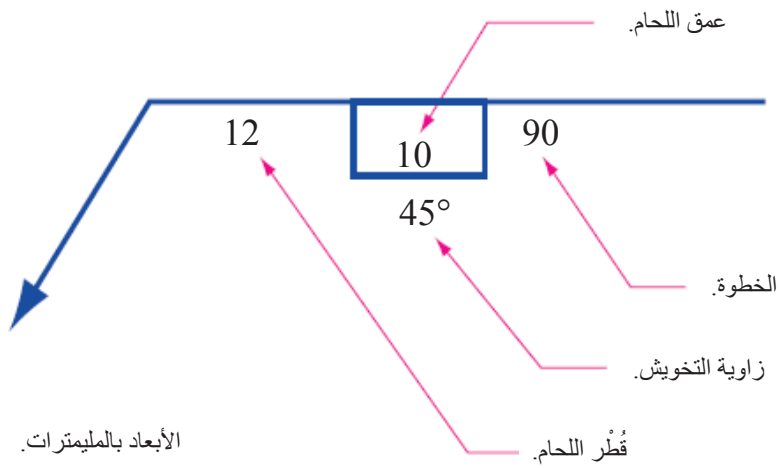
الشكل (1-74): اللحام في جانب السهم.

يُبيِّن الشكل (1-75) رمز اللحام المسماري عندما يكون اللحام في الجانب الآخر.



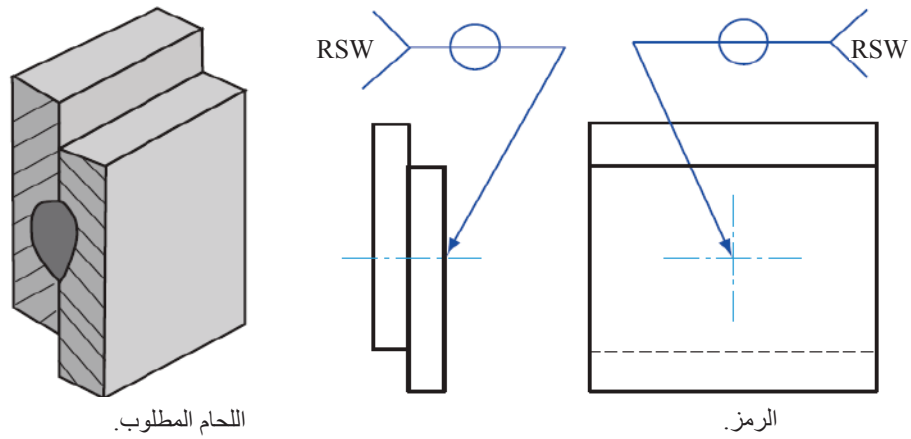
الشكل (1-75): اللحام المسماري في الجانب الآخر.

تُكتَب الأبعاد للحام المسماري على الجانب الذي يكون فيه رمز اللحام كما في الشكل (1-76).



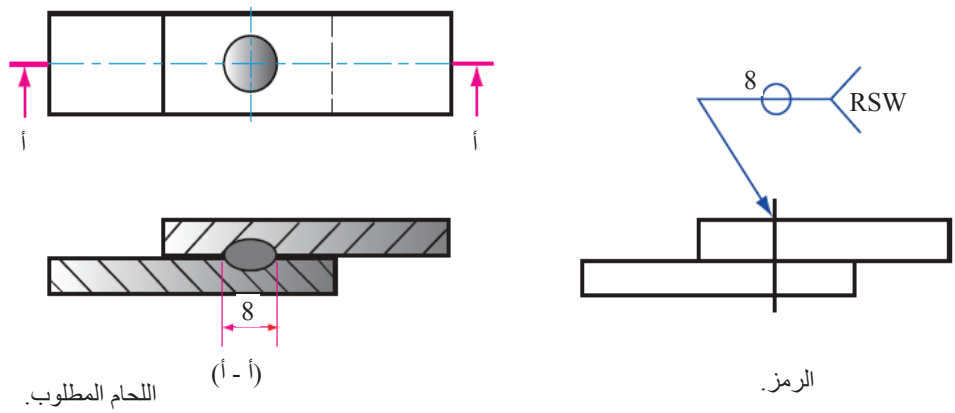
الشكل (1-76): أبعاد اللحام المسماري.

هـ ـ في حالة لحام النقطة (المقاومة الكهربائية) (Spot Welding): يشار إلى نوع عملية اللحام في ذيل رمز اللحام كما في الشكل (1-77)، ويُمثِّل الرمز (RSW) لحام المقاومة الكهربائية (RESISTANCE SPOT WELDING).



الشكل (1-77): رمز لحام النقطة، ونوع عملية اللحام على ذيل الرمز.

يُعـرَّف مقـاس لحام النقطة بأنه بُعْد يُمثِّل قُطْر اللحام على القطعة المراد توصيلها، وهو يوضَع إلى يسار رمز اللحام كما في الشكل (1-78).

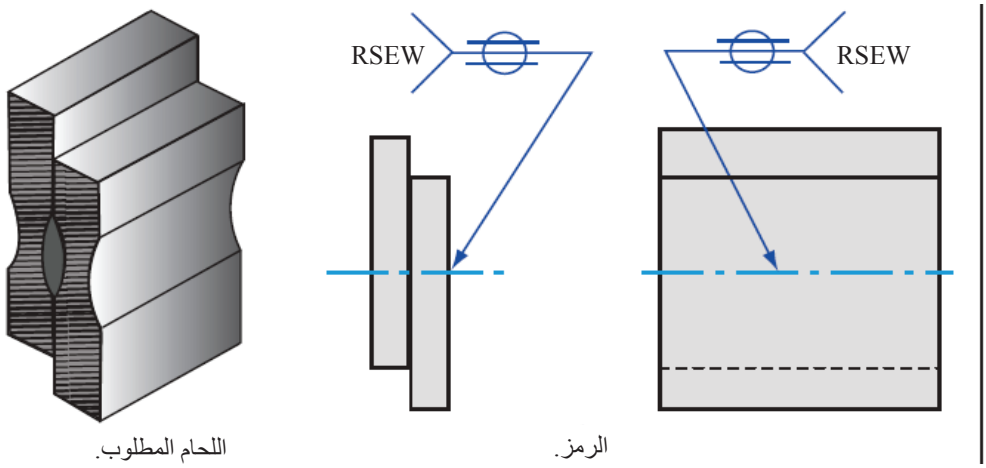


الشكل (1-78): رمز مقاس اللحام على يسار الرمز.

و- **في حالة اللحام الدرزي (Seam Welding):** يمرُّ اللحام الدرزي بعمليات عِدَّة، والعملية المُستخدمَة يشار إليها في ذيل رمز اللحام، ويكون موقع رمز اللحام الدرزي بالنسبة إلى خط المرجع من دون تحديد جانب السهم والجانب الآخر، انظر الشكل (1-79).

ملحوظة: (GTAW) هو اختصار للحام بقطب التنجستون (Gas Tengisten Arc Welding).

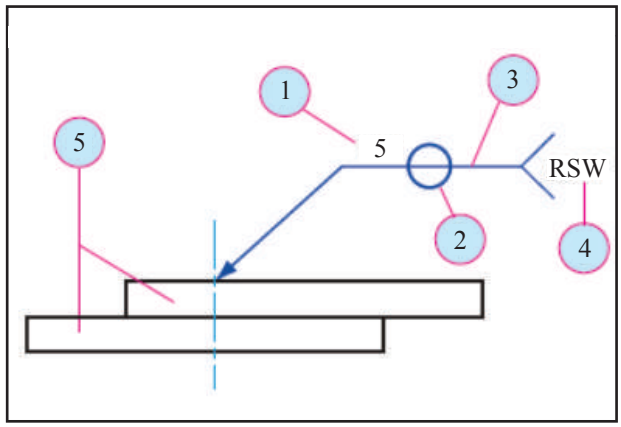
(RSEW) هو اختصار للحام المقاومة الدرزي (Resistance Seam Welding).



الشكل (1-79): رمز اللحام الدرزي.

التمرين (1-7)

صِفِ الرموز التي تُعبِّر عنها الأرقام في الشكل (1-80).



..... -1

..... -2

..... -3

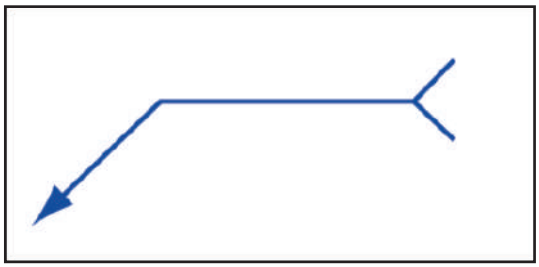
..... -4

..... -5

الشكل (1-80): لحام النقطة.

التمرين (1-8)

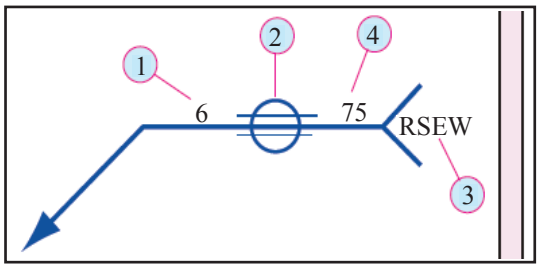
بيِّن موقع المعطيات على خط المرجع في الشكل (1-81).

1- (GTAW). 2- جانب السهم. 3- درزي مستوٍ. 4- طول الدرزة (120) مم.	

الشكل (1-81): موقع رموز اللحام.

التمرين (1-9)

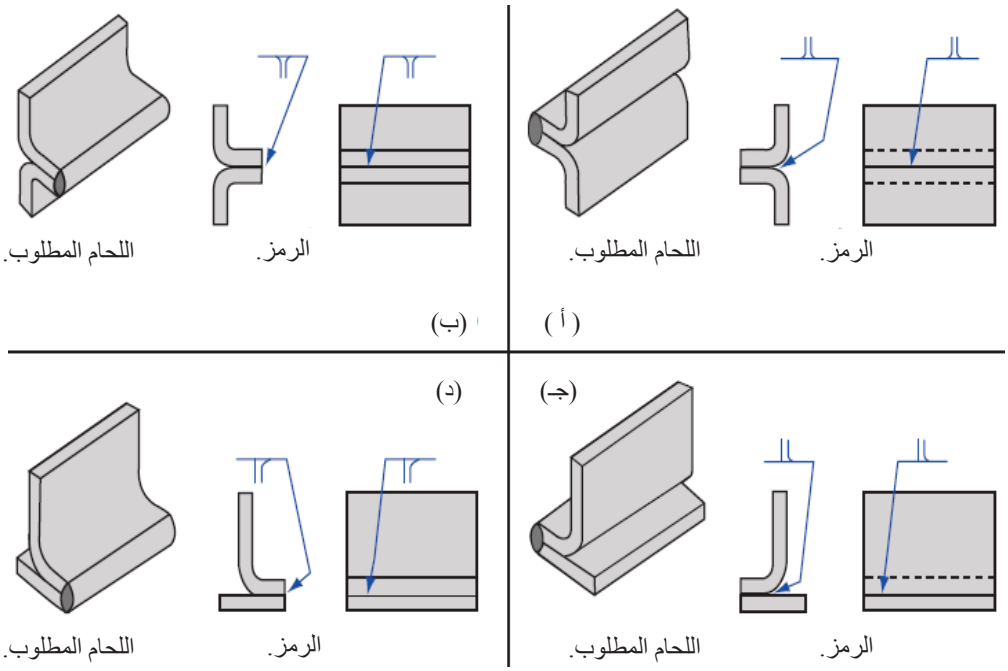
اذكر أسماء الأجزاء المُرقَّمة لرموز اللحام المُبيَّنة في الشكل (1-82).

1- ..... 2- ..... 3- 4-	

الشكل (1-82): رموز اللحام.

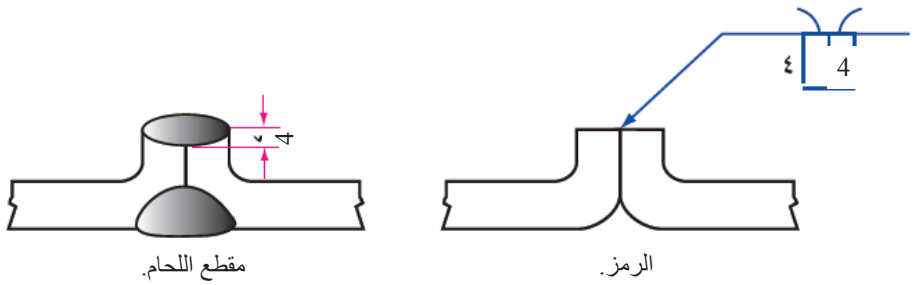
ز- **اللحام الطرفي (Flange Welding):** يُستعمَل هذا النوع للوصلات المشفهة، وذلك بثني أطراف القطعتين، أو إحداهما، وقد يشار إلى توسيعها (تفليجها) في حال كان السُّمْك قليلًا. يُبيِّن الشكل (1-83) بعض الأمثلة على رمز اللحام الطرفي، ويُلاحَظ عليها أن الرمز دائمًا من جانب واحد. وفي ما يخص الوصلة المشفهة التي يُثنى فيها طرف كل قطعة، فإنه يُستعمَل الرمز مع عمل انحناء لكلا الخطين قبل اتصالهما بخط المرجع، أنظر الشكل (1-83/ أ) والشكل (1-83/ ب).

أمّا بالنسبة إلى وصلة الزاوية المشفهة، فإن الانحناء يكون فقط لخط واحد كما في الشكل (1-83/ جـ) والشكل (1-83/ د).



الشكل (1-83): رمز الوصلات المشفهة.

يُبيِّن الشكل (1-84) اللحام الطرفي للوصلة الطرفية مع الوصلة التناكبية المفلجة، أو الموسعة.



اللحام الطرفي مُركَّب مع اللحام الحزي (الوصلة المفلجة، أو الموسعة المزدوجة).

الشكل (1-84): اللحام الطرفي.

مستعينًا ببرنامج الرسم باستخدام الحاسوب (AutoCAD)، ارسم حالات اللحام المختلفة، ثم اعرضها على المعلم.

أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

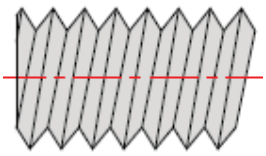
الرقم	مُؤشِّر الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُوضِّح مفهوم البرشمة.			
2	أتعرَّف أنواع مسامير البرشام.			
3	أتعرَّف أشكال مسامير البرشام.			
4	أرسم مسامير البرشام.			
5	أتعرَّف أنواع الوصلات المبرشمة.			
6	أرسم المسقط الأفقي والقطاع الأمامي للوصلات المبرشمة.			
7	أُصنِّف أنواع البراغي والصواميل والحلقات (الروانديلات).			
8	أتعرَّف أسنان البراغي والصواميل، وأشكالها، ورموزها الاصطلاحية.			
9	أتعرَّف الأشكال المختلفة لأسنان البراغي والصواميل.			
10	أرسم أشكال البراغي والصواميل والحلقات.			
11	أُفسِّر الرموز المستخدمة للبراغي ووصلاتها.			
12	أعمل تطبيقات على مساقط البراغي وقطاعاتها ووصلاتها.			
13	أتعرَّف وصلات اللحام الشائعة الاستعمال.			
14	أرسم وصلات اللحام المختلفة.			
15	أتعرَّف أنواع حالات اللحام.			
16	أتعرَّف أشكال الشطفات وأنواعها الملائمة للوصلات.			
17	أُحدِّد عناصر رمز اللحام المُجمَّع، والغرض منها.			
18	أُميِّز رموز اللحام الاساسية.			
19	أُميِّز رموز اللحام الإضافية (الثانوية).			
20	أُحدِّد موقع رمز اللحام.			
21	أُفسِّر رموز اللحام المُركَّبة.			
22	أتعرَّف الاختصارات المستخدمة في اللحام.			
23	أُفسِّر دلالة الأحرف في الرسوم.			
24	أعمل تطبيقات على رموز اللحام.			
25	أضع رموزًا لوصلات اللحام المختلفة في الرسوم التنفيذية.			

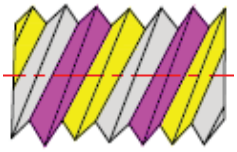
1- أ - ارسم مسمار برشام ذا رأس منبسط، قُطْره (20) مم، ويُستخدَم لجمع قطعتين، سُمْك كُلٍّ منهما (25) مم.

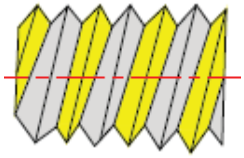
ب- ارسم مسمار برشام ذا رأس مخروطي، قُطْره (20) مم، ويُستخدَم لجمع قطعتين، سُمْك كُلٍّ منهما (25) مم.

2- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

(1) إحدى الأسنان الآتية تُعَدُّ مفردة اللولب:

أ - 

ب- 

جـ- 

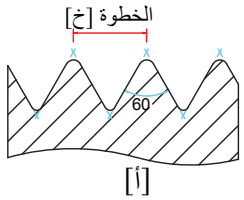
(2) أحد البراغي الآتية ذو سن مخروطية:

أ -

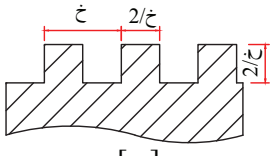
ب-

جـ-

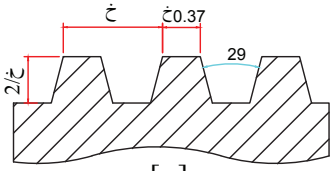
(3) إحدى الأسنان الآتية تُسمّى السن الأكمة:



[أ]

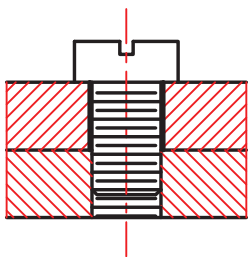


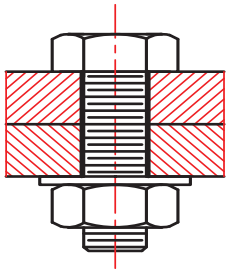
[ب]

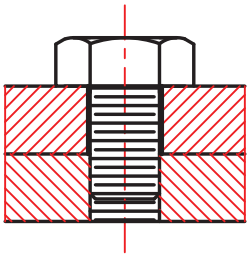


[ج]

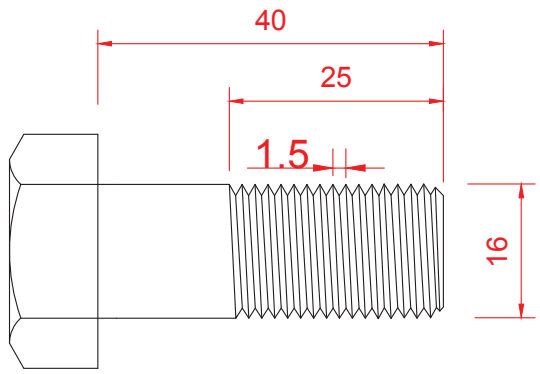
(4) أحد الرسوم التخطيطية الآتية يحوي برغيًّا عاديًّا:

أ - 

ب- 

جـ - 

(5) الرمز الذي يُناسِب البرغي المتري في الشكل المجاور هو:

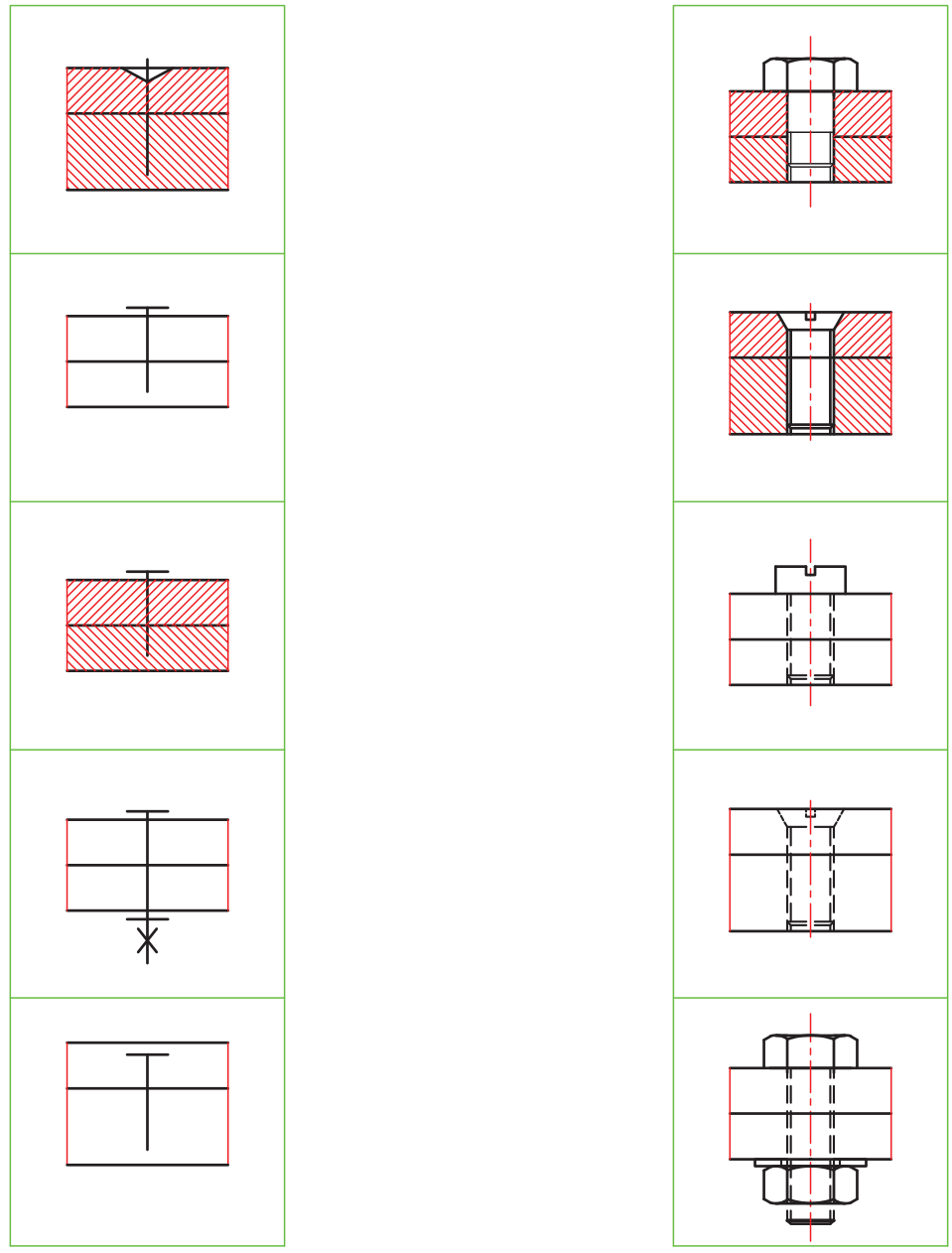


أ - M16×1.5×40/25

ب - M25×1.5×40/16

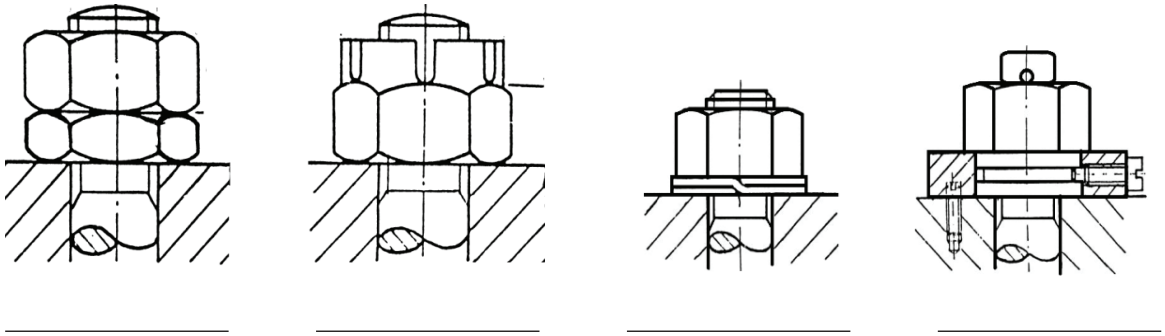
جـ - M16×25×40/1.5

3- صِلْ بخط بين الرسم في القائمة اليمنى والرمز الذي يُناسِبه في القائمة اليسرى في ما يأتي:



4- أ - ماذا يعني الرمز: M36 ×2×80/50 ؟

ب- اكتب أنواع الصواميل السداسية المُبيَّنة في الشكل الآتي:



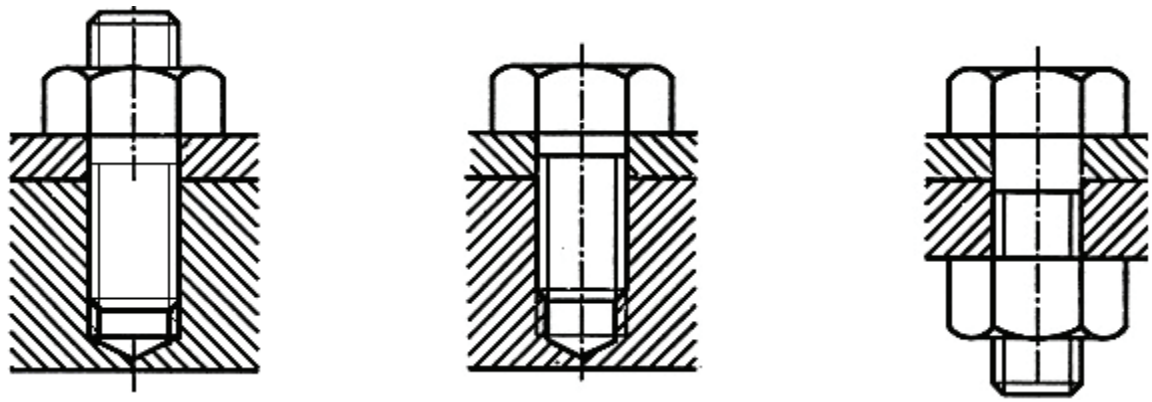
جـ - ارسم الصامولة السداسية (M20) بدلالة قُطْرها.

د- ارسم الصامولة المربّعة (M16) بدلالة قُطْرها.

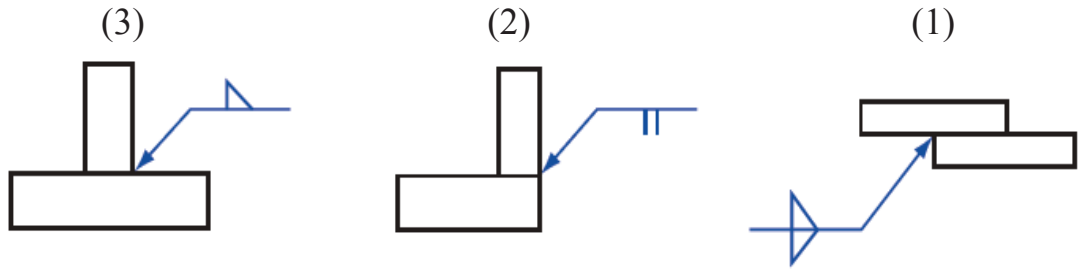
5- اذكر أسماء أنواع الحلقات المُبيَّنة في ما يأتي:

أ - ارسم المساقط الثلاثة للبرغي السداسي الذي مقاسه (M24)، وطول خطوته (3) ملم.

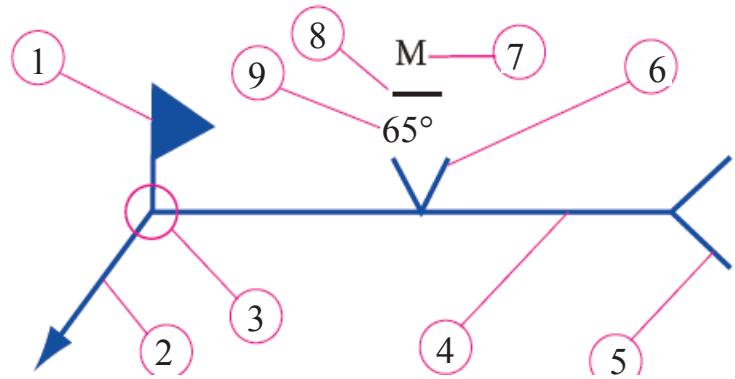
ب- ارسم التجميعات المُبيَّنة في الشكل الآتي باستعمال مقياس رسم مناسب.



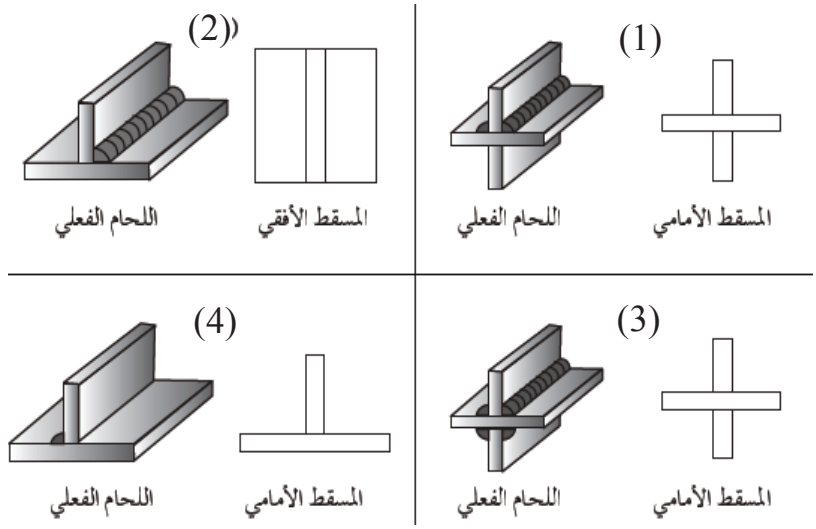
6- أ - حدِّد جهة اللحام بحسب ما يشير إليه السهم، وضع إشارة (x) في المكان الصحيح للوصلات في الشكل الآتي.



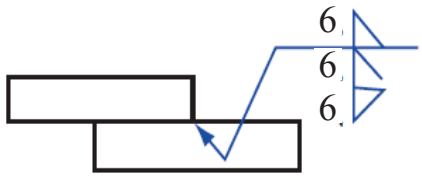
ب- ماذا تعني رموز اللحام المشار إليها بالأرقام في الشكل الآتي:

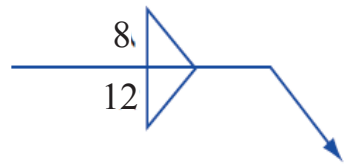


جـ - ارسم الرمز الصحيح لكل لحام في الشكل الآتي.

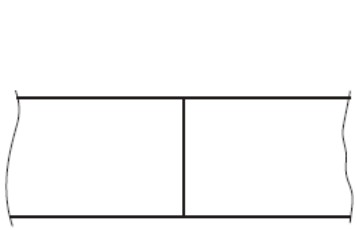


7- أ - ماذا تعني رموز اللحام المشار إليها بالأرقام في الشكل الآتي؟

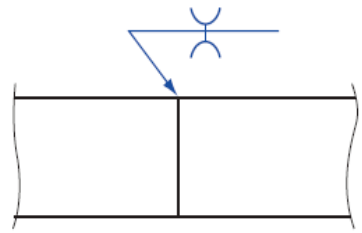




ب- أكمل الرسم في (أ) الذي يُمثِّل الشكل الفعلي لرمز اللحام في (ب).

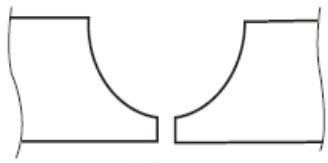


(2)

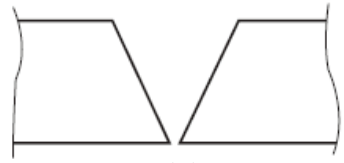


(1)

8- أ - اذكر أنواع الوصلات التناكبية في الشكل الآتي.

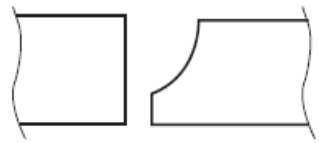


(2)



(1)

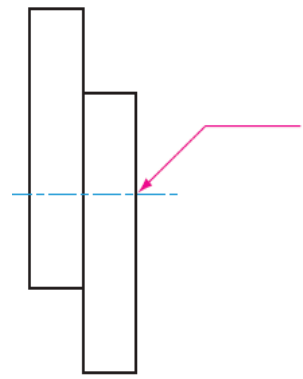
(4)



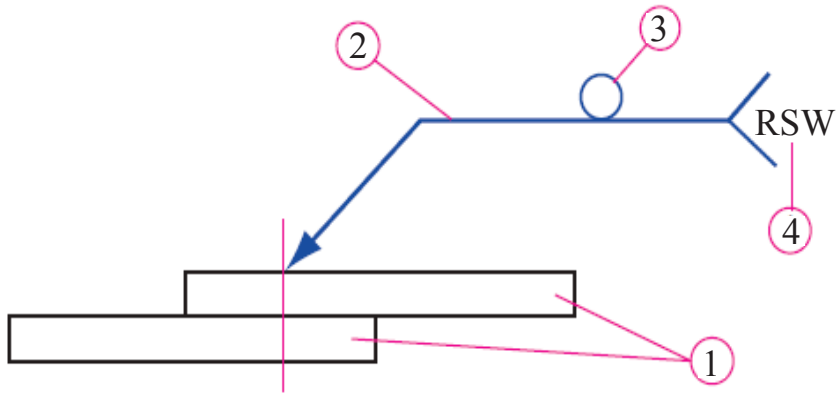
(3)

ب- أكمِل رمز اللحام في الشكل الآتي بحسب البيانات الظاهرة جانبًا.

- اللحام مسماري على الجهة الأُخرى.
- قياس اللحام: (12) مم.
- زاوية التخويش: (60°).



جـ - صِفْ في الشكل الآتي معنى الرموز المشار إليها بالأرقام.



9- أ - أكمل رسم رمز اللحام الدرزي في الشكل الآتي بحسب البيانات الظاهرة جانبًا.

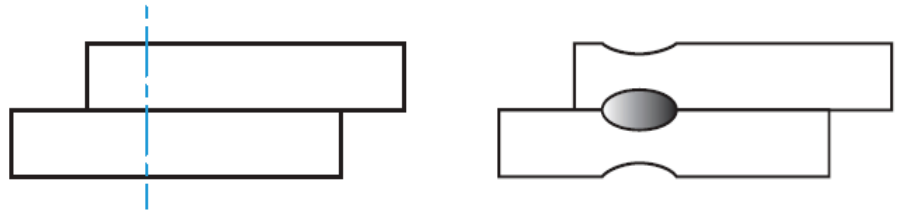
(1) لحام تيج (GTAW).

(2) جهة السهم.

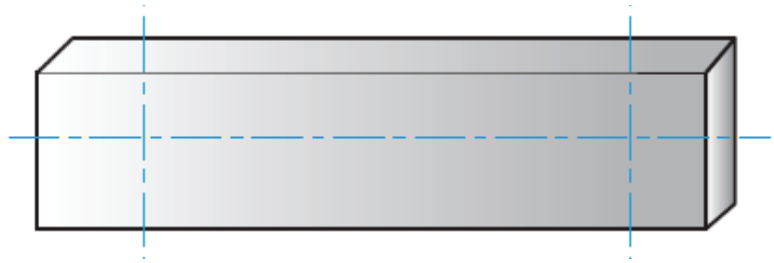
(3) سطح اللحام مستوٍ.

(4) عرض الدرزة (12) مم.

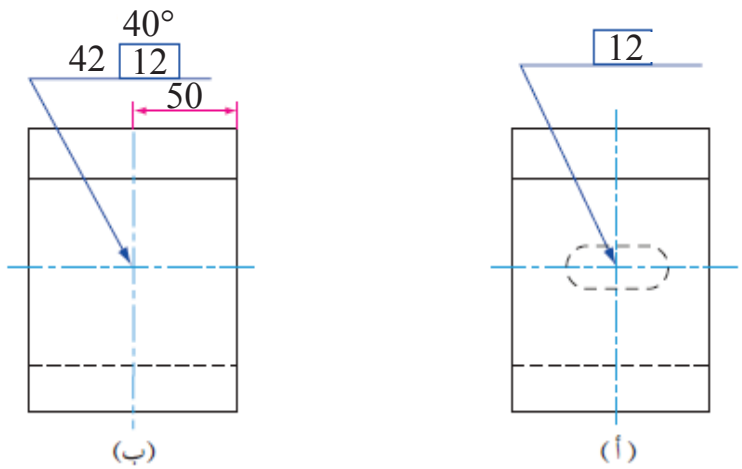
ب- بيِّن رمز اللحام الذي يصف وصلة اللحام الدرزي في الشكل الآتي.



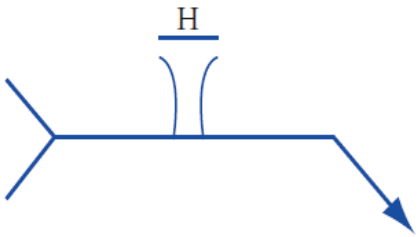
10- أ - حدِّد في الشكل الآتي اللحام السطحي بين المحورين العموديين، ثم ارسم اللحام الذي عرضه (9) مم.



ب- صِفْ رموز اللحام في الشكل الآتي.



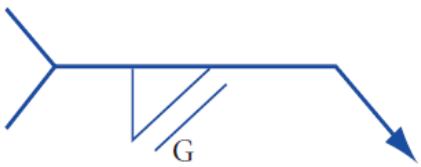
جـ - ادرس الشكل الآتي، ثم املأ الفراغ بما هو مناسب لكل رمز.



نوع اللحام: ..... .

سطح اللحام: ..... .

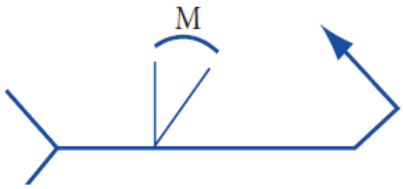
طريقة التشطيب: ..... .



نوع اللحام: ..... .

سطح اللحام: ..... .

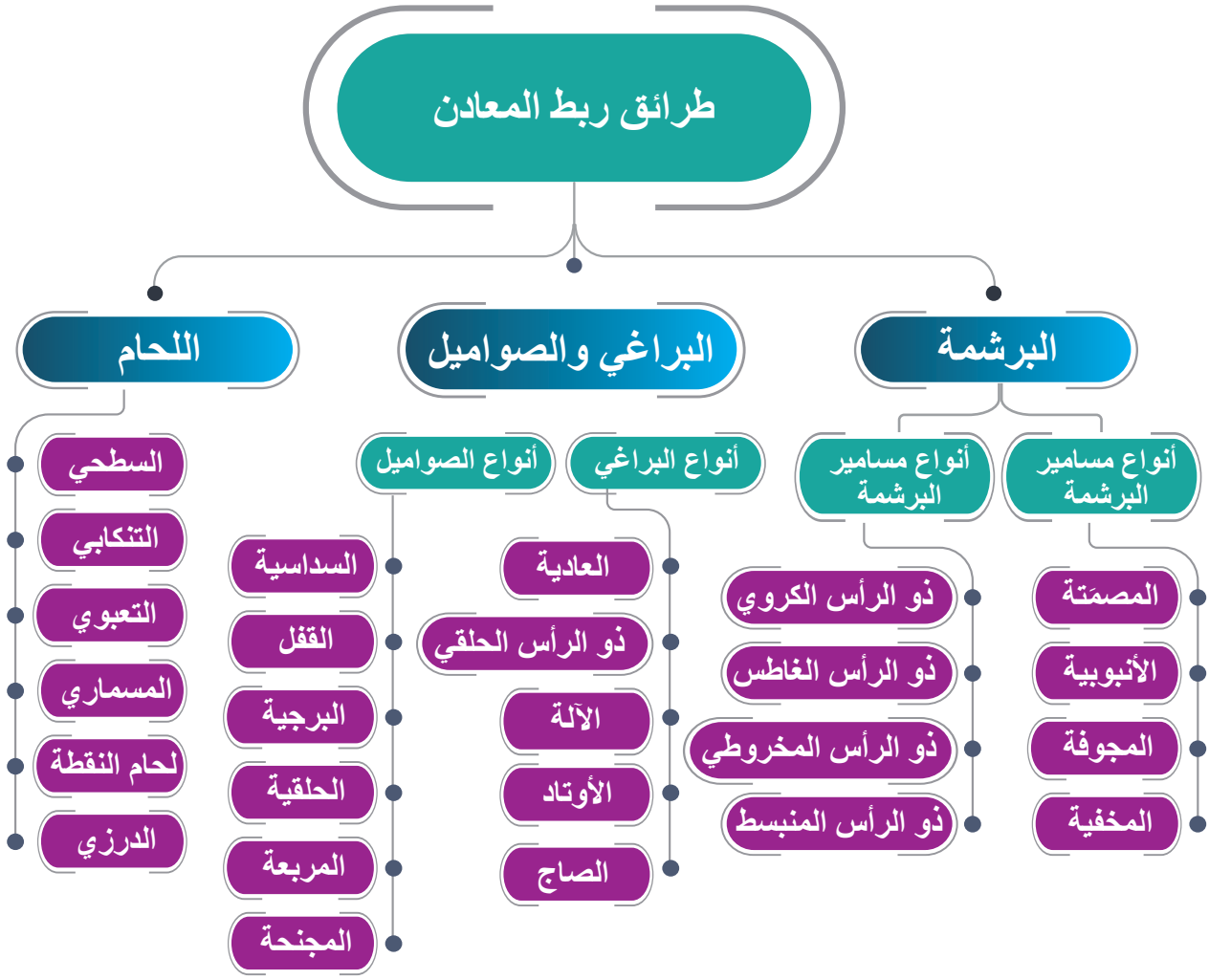
طريقة التشطيب: ..... .



نوع اللحام: ..... .

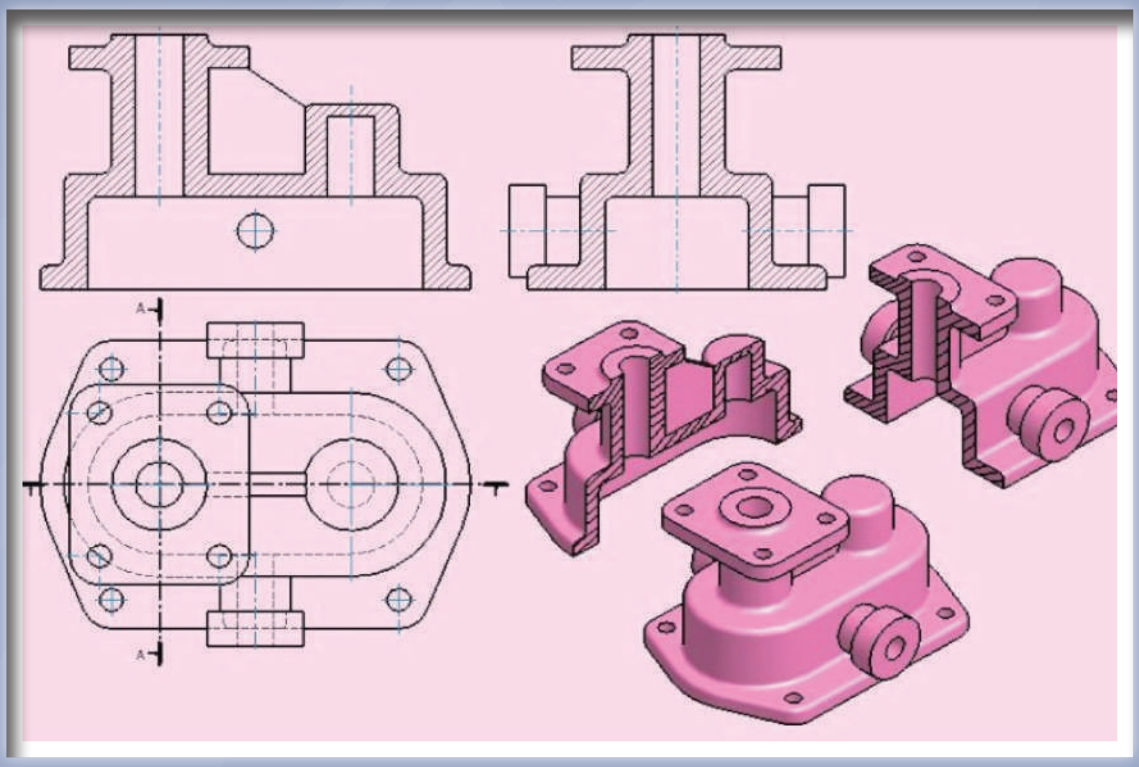
سطح اللحام: ..... .

طريقة التشطيب: ..... .


طرائق ربط المعادن
البرشمة
البراغي والصواميل
اللحام
أنواع مسامير البرشمة
أنواع مسامير البرشمة
المصمتة
الأنبوبية
المجوفة
المخفية
ذو الرأس الكروي
ذو الرأس الغاطس
ذو الرأس المخروطي
ذو الرأس المنبسط
أنواع البراغي
أنواع الصواميل
العادية
ذو الرأس الحلقي
الآلة
الأوتاد
الصاج
السداسية
القفل
البرجية
الحلقية
المربعة
المجنحة
السطحي
التنكابي
التعبوي
المسماري
لحام النقطة
الدرزي

الوحدة الثانية

القطاعات



تُبيِّن الصورة أعلاه قطعة ميكانيكية قُطِعت بمستوى قطع أمامي وجانبي.

- ما الفرق بين المسقط والقطاع؟
- متى تُستخدَم القطاعات؟

تعرَّفْتَ في الصف الحادي عشر طرائق رسم المنظور، واستنتاج المساقط الثلاثة منه، ورسم المسقطين المعطيين ثم استنتاج المسقط الثالث، وظهور الشكل الخارجي بوضوح. وكذلك إظهار التجاويف والأجزاء المختفية بخطوط متقطعة. ولكن، إذا كانت هذه الخطوط كثيرة ومتداخلة ومتشابكة، فإن الشكل العام للمسقط سيصبح معقدًا، وغير واضح؛ ولهذا السبب الرئيس تم عمل القطاعات.

تُستعمَل القطاعات بوصفها طريقة لرسم تفاصيل الجسم غير الواضحة، وتُعَدُّ إحدى أهم الطرائق لتوضيح الأجزاء الداخلية للقطع الميكانيكية في المجالات جميعها.

فعند تنفيذ قطاع ما، يَتعيَّن معرفة قواعد الرسم الهندسي والإسقاط، ونوع القطاع، والتهشير، ووضع الأبعاد عليه، فضلًا عن تصوُّر الجسم لنقل المعلومات المطلوبة عن الشكل ورسمها.

توجد أنواع كثيرة من القطاعات التي تُستخدَم في تمثيل القطع الميكانيكية، مثل:

القطاع الكامل، ونصف القطاع، والقطاعات االجزئية، وقطاع المحاذاة.

تعرض هذه الوحدة لأنواع القطاعات المذكورة آنفًا، ودورها في رسم قطع ميكانيكية تُستخدَم في اللحام وتشكيل المعادن.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يُوضِّح مفهوم القطاع.
- يبيِّن أهمية القطاع في رسم المقطع الميكانيكية.
- يُميِّز خطوط مستويات القطع.
- يتعرّف الأجزاء الميكانيكية التي لا تُقطَع ولا تُهشَر في القطاعات.
- يُميِّز إنواع القطاعات بعضها من بعض.
- يُمثِّل القطاعات بصورة عملية تطبيقية.

أولًا: القطاعات (Sections)

النتاجات

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرَّف مفهوم القطاع.
- يُفرِّق بين المسقط والقطاع.
- يرسم خطوط مستوى القطع، ويتعرَّف دلالاتها.
- يُطبِّق القواعد اللازمة لعملية التهشير على الرسوم.
- يتعرَّف الأجزاء الميكانيكية التي لا تُهشَّر عند القطع.

القياس والتقويم

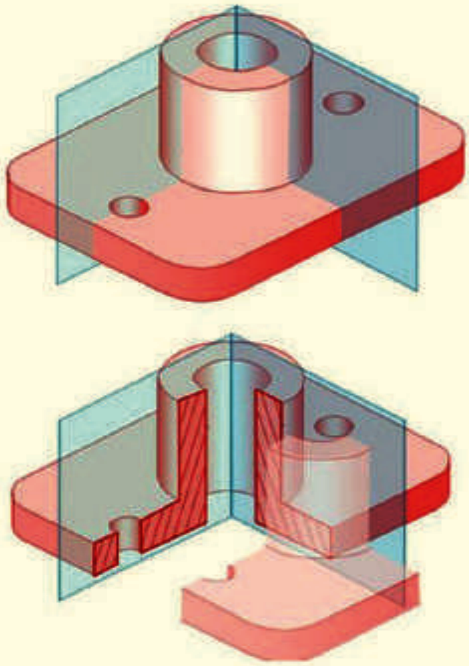
أولًا: القطاعات (Sections)

انظر .... وتساءل

يُمثِّل الشكل المجاور منظورًا لقاعدة بعد قطعه.

لماذا قُطِع؟

ما نوع القطاع الناتج؟



استكشف

ناقش معلمك وزملائك عن استخدامات القطاعات في الرسم الميكانيكي، وأنواعها.

اقرأ وتعلَّم

1- مفهوم القطاع

تستخدم القطاعات لبيان التفاصيل الداخلية للاجسام والتي يصعب دراستها من خلال المساقط، ويتم ذلك بتخيل قطع الاجسام بمستويات قاطعة ثم رسمه بطرق الاسقاط بعد إبعاد الجزء المقطوع.

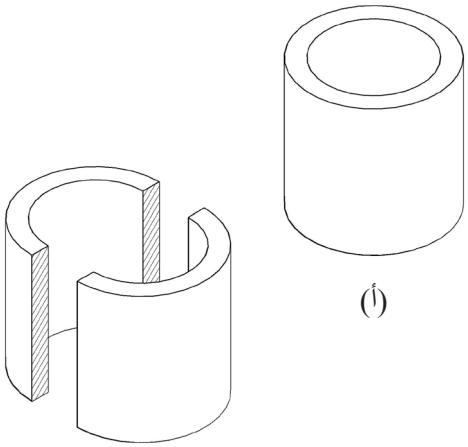
2- أهمية القطاع

أ - تسهيل قراءة الرسوم عن طريق تقليل الخطوط المتقاطعة في المسقط الواحد.

ب- إظهار الأجزاء الداخلية للقطع غير الظاهرة.

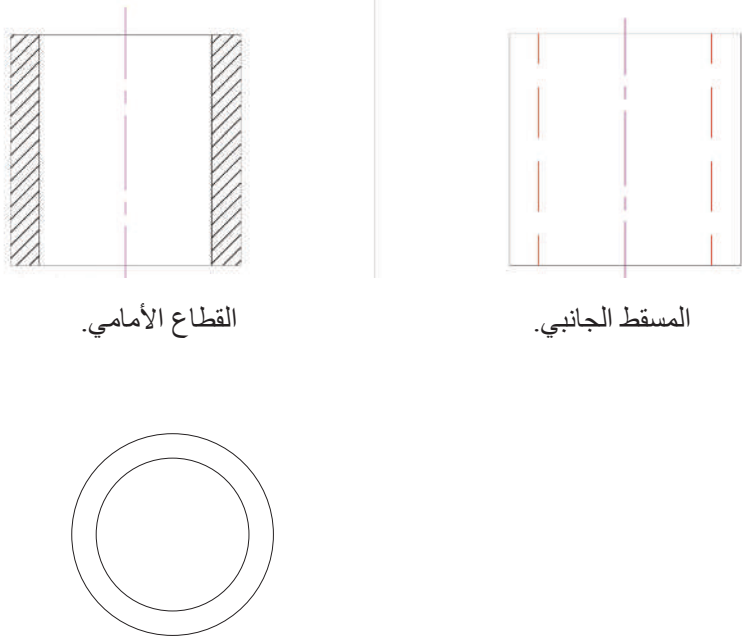
جـ- عدم الحاجة إلى مزيد من المساقط لتوضيح جسم معين.

يُبيِّن الشكل (2-1/ أ) أسطوانة مفرغة يمر مستوى القطع بمحورها، ويُبيِّن الشكل (2-1/ ب) أجزاءها الداخلية بعد عملية القطع.



الشكل (2-1): أسطوانة مفرغة قبل القطع وبعده.

بعد قطع الأسطوانة في الشكل (2-1) أصبح القطاع الأمامي، والمسقط الأفقي، والمسقط الجانبي كما في الشكل (2-2).



المسقط الجانبي.

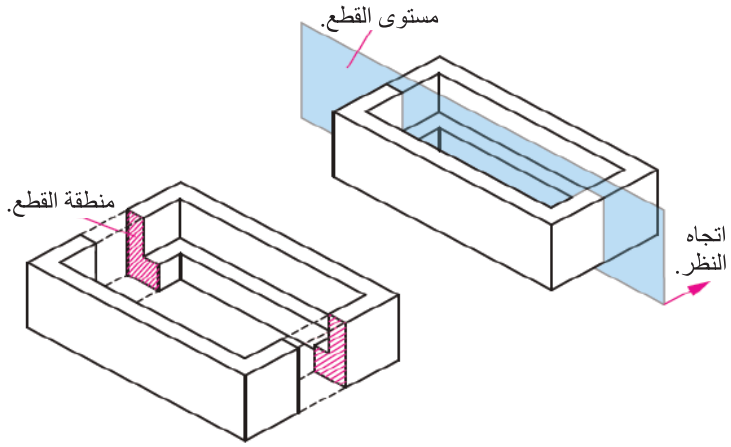
القطاع الأمامي.

المسقط الأفقي.

الشكل (2-2): القطاع الأمامي، والمسقط الأفقي، والمسقط الجانبي لأسطوانة.

المثال (2-1)

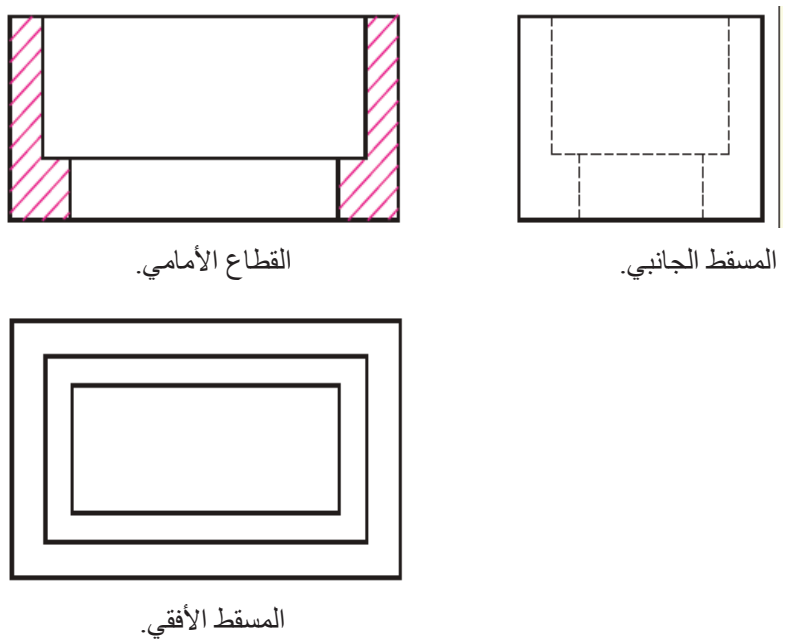
يُبيِّن الشكل (2-3) الطريقة المُتَّبعة في عملية القطع لإظهار أجزاء المنظور الداخلية.



الشكل (2-3): المنظور قبل عملية القطع وبعدها.

الحل

يُبيِّن الشكل (2-4) القطاع الأمامي والمسقط الأفقي والمسقط الجانبي للمنظور.

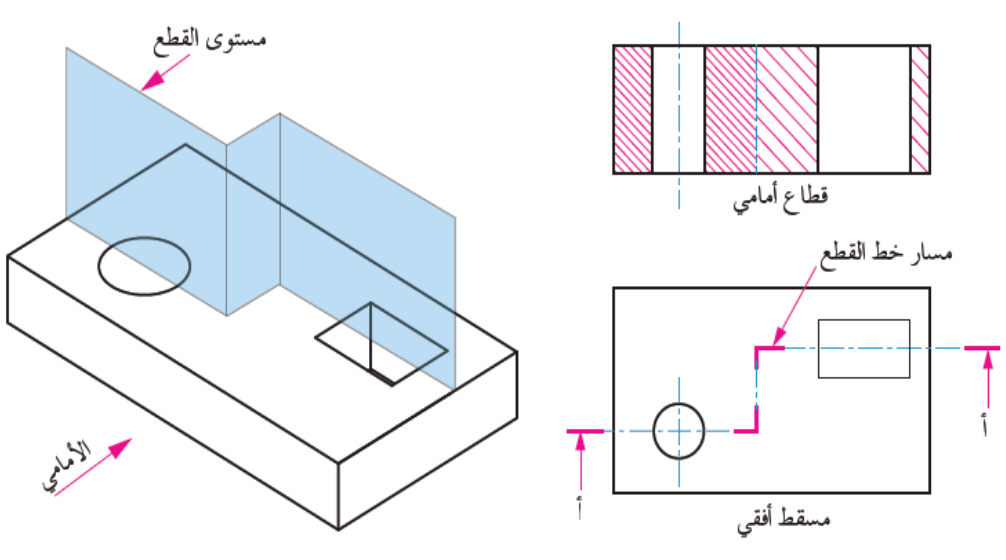


الشكل (2-4): القطاع والمساقط.

3- خطوط مستويات القطع

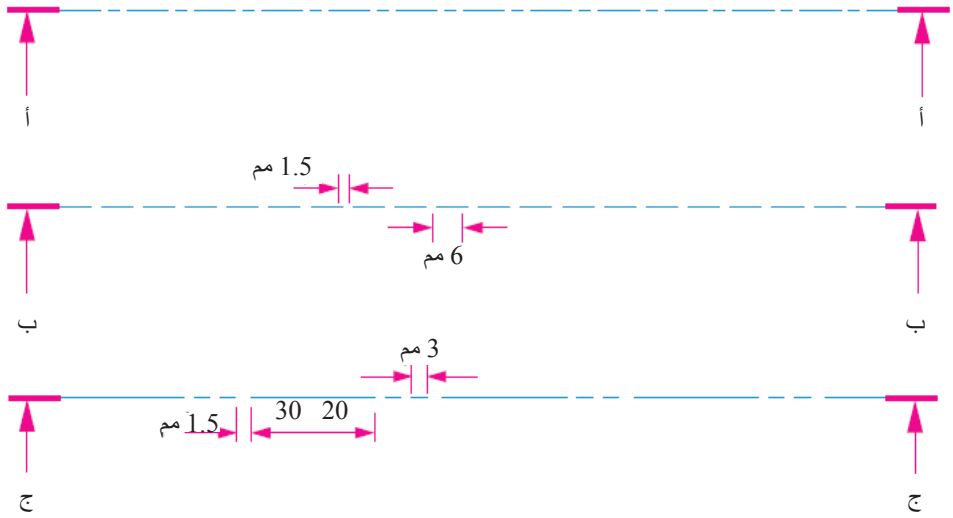
في كثير من المساقط يُلاحَظ وجود خطوط متقطعة كثيرة؛ ما يعني أن مُجسَّماتها تحتوي على أجزاء غير مرئية، مثل الثقوب، والمجاري، والتجاويف.

ولمشاهدتها يجب استخدام ما يُسمّى القطع للأجسام المرسومة (Sectioning)، وذلك بتخيُّل وجود مستوى قطع وهمي يمر بمسقط ما، ويعمل على إزالة أجزائه التي توجد قبل أسهم محور القطع، في ما يُعرّف بالمستوى القاطع (Cutting Plane)، وخط القطع (Cutting Line)، انظر الشكل (2-5).



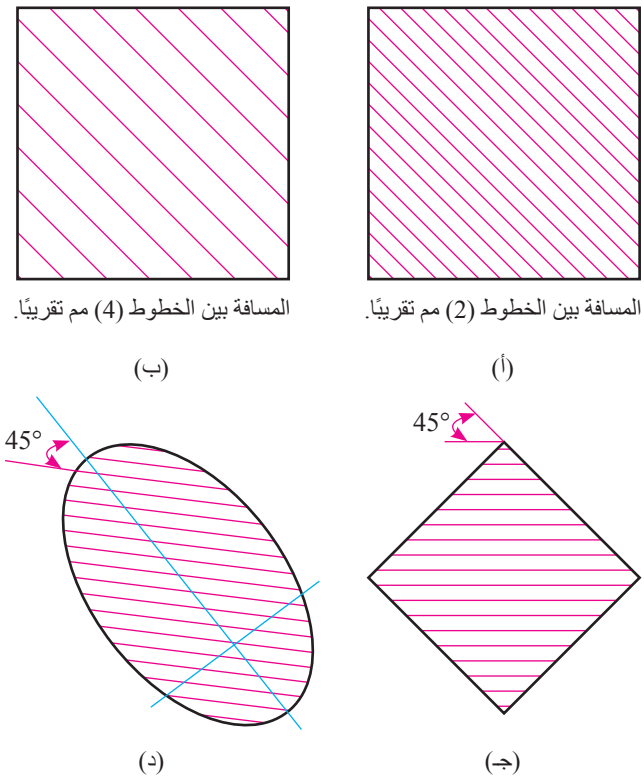
الشكل (2-5): مستوى القطع ومسار خط القطع.

أ ـ خط القطع: خط محوري ينتهي عند طرفيه بخطين سميكين، سُمْك كلٍّ منهما (0.8) مم، ويوضَع على طرفيه سهمان يشيران إلى اتجاه النظر بعد عملية القطع، ويُسمّى القطاع بحرفين متشابهين يُكتَبان تحت كل سهم، ويوجد أكثر من شكل لتمثيل خط القطع، انظر الشكل (2-6).



الشكل (2-6): خط القطع.

ب-خطوط التهشير (Hatching Lines): علامات يتركها المنشار (المستوى القاطع) في الأجزاء المصمتة، ويُعبَّر عنها بخطوط خفيفة متوازية مائلة بزاوية (45°) بالنسبة إلى خطوط إطار الرسم. والمسافات بين تلك الخطوط تكون متساوية، وتتراوح بين (2) مم و(4) مم أو تزيد على ذلك تبعًا لمساحة الرسم، انظر الشكل (2-7) الذي يُبيِّن نماذج مختلفة لرسم خطوط التهشير.



(أ) المسافة بين الخطوط (2) مم تقريبًا.

(ب) المسافة بين الخطوط (4) مم تقريبًا.

(جـ)

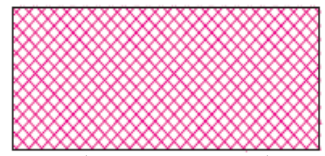
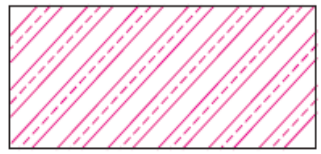
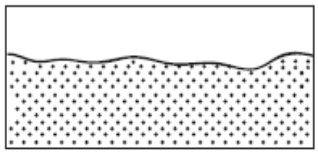
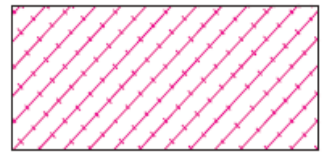
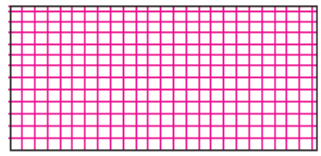
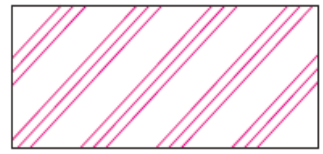
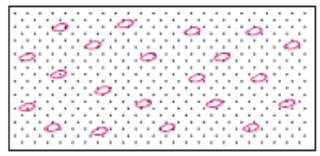
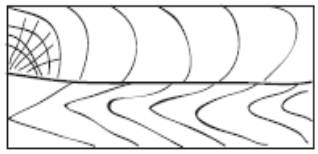
(د)

الشكل(2-7): بعض نماذج الرسم لخطوط التهشير.

يعتمد شكل التهشير على نوع مادة الجسم المراد قطعه، ويُبيِّن الجدول (2-1) أشكال خطوط التهشير لمجموعة من المواد الهندسية الشائعة الاستخدام.

الجدول (2-1): أشكال خطوط التهشير بحسب مادة القطع.

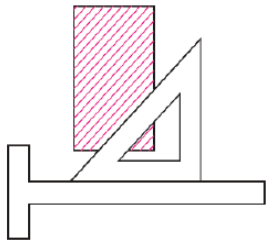
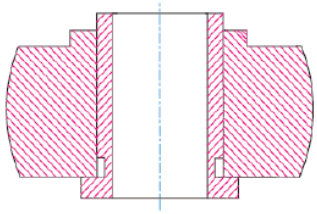
حديد مطاوع.	فلين، فيبر، جلد.	رخام، صخر، زجاج.
فولاذ.	عازل صوت.	
برونز، نحاس أصفر، نحاس أحمر.	عازل حراري.	

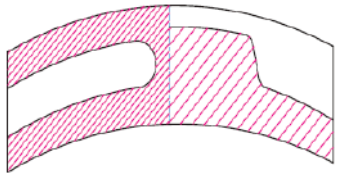
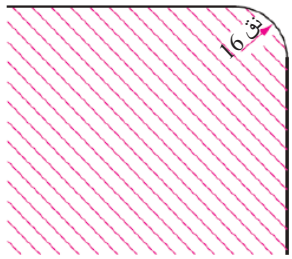
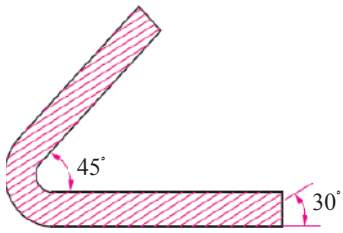
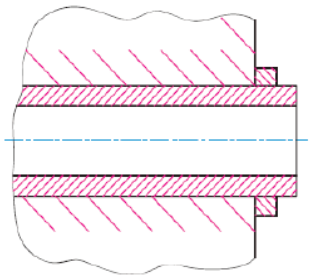
 زنك، رصاص، سبائك.	 تيتانيوم، مواد صعبة الانصهار.	 رمل.
 مغنيسيوم، ألمنيوم.	 لفيفة أسلاك.	
 مطاط، بلاستيك.	 خرسانة.	 خشب.

من القواعد الواجب مراعاتها في عملية التهشير:

1. تساوي المسافات بين خطوط التشهير، بحيث تتراوح بين (2) مم و(4) مم، أو تزيد على ذلك تبعًا لمساحة الرسم.
2. وجوب أن تكون حدود منطقة التهشير خطوطًا ظاهرة، ولا يمر خط ظاهر من خطوط الجسم الأساسية داخل منطقة التهشير، وإن حدث ذلك يجب مسحه.
3. مرور محور القطع في أحد المسقطين المجاورين للمسقط المراد عمل قطاع فيه، وتنفيذ عملية التهشير في المسقط المراد قطعه، انظر الجدول (2-2).

الجدول (2-2): قواعد التهشير.

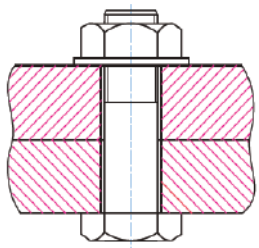
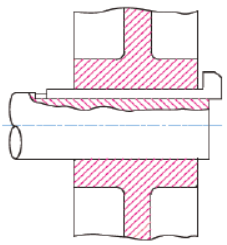
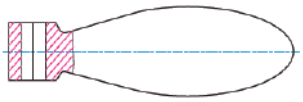
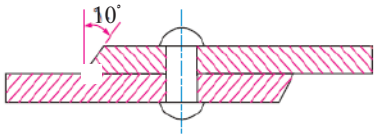
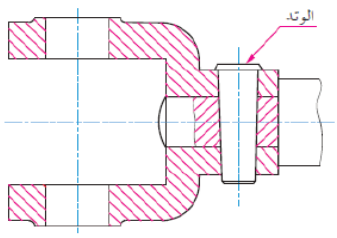
الرقم	القاعدة	الشكل التوضيحي
1	رسم خطوط التهشير في اتجاه واحد، وبزاوية (45°)، وتَساوي المسافة بينها طبقًا لحجم الرسم، وذلك عندما يكون السطح المقطوع سطحًا واحدًا (كلَّما كانت مساحة القطاع أكبر كانت المسافة بين خطوط التهشير أكبر، والعكس صحيح).	
2	رسم خطوط التهشير في اتجاهين متعاكسين في حال تكوُّن القطاع من قطعتين أو أكثر كما في الرسم التجميعي.	

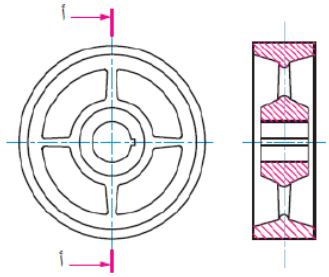
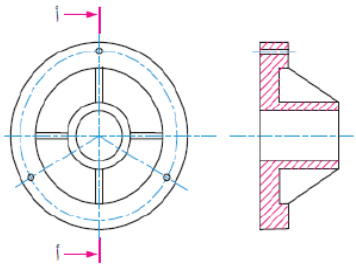
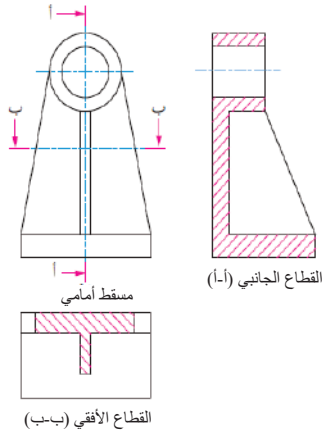
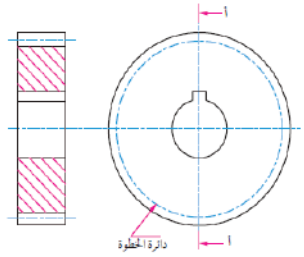
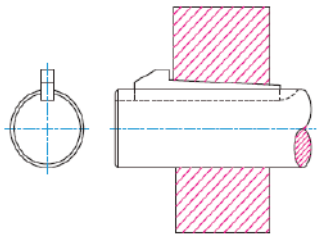
الرقم	القاعدة	الشكل التوضيحي
3	إذا كان القطاع عند مستويين متوازيين (أي مستوى متنقل) فيجب ألّا تنطبق خطوط التهشير على بعضها في كلا المستويين؛ ما يُحتِّم تغيير المسافة بين خطوط التهشير، أو تغيير زاوية الميل.	
4	عند كتابة البُعْد في مكان يحتوي على خطوط التهشير، يُترَك مكان البُعْد خاليًا من خطوط التهشير؛ لكيلا يحدث أيُّ تشويش بين الخطوط المختلفة للرسم.	
5	رسم خطوط التهشير بزاوية ميل مقدارها (45°) إلّا في حالات خاصة تُرسَم فيها بزاوية مختلفة. فالقطعة المراد تهشيرها في الشكل المجاور مرسومة بزاوية يبلغ ميلها (45°)؛ لذا يُفضَّل رسم خطوط التهشير بزاوية ميل مقدارها (30°).	
6	في حال القطاع المحتوي على جزء ذي مساحة كبيرة، تُهشَّر حافات هذا الجزء فقط؛ شرط أن تكون المسافة بين خطوط التهشير أكبر منها للمساحات الصغرى.	

4- الأجزاء الميكانيكية التي لا تُقطَع ولا تُهشَّر في القطاعات

يستفاد من عملية القطع في إظهار أجزاء القطع الداخلية. أمّا الأجزاء التي لا تخفي داخلها شيئًا فلا حاجة إلى قطعها؛ لذا اصطُلِح دوليًّا على عدم قطعها، والجدول (2-3) يُبيِّن معظم هذه الأجزاء.

الجدول(2-3): الأجزاء الميكانيكية التي لا تُقطَع ولا تُهشَّر.

الرقم	قاعدة التهشير	الشكل التوضيحي
1	**البراغي والصواميل (Bolts and Nuts).**	
2	**الأعمدة المصمتة (Shafts Solid):** لا تُقطَع الأعمدة المصمتة ما لم يكن فيها مجاري الخوابير.	
3	**مقابض الطارات (Handle)، والجزء الذي لا يُهشَّر.**	
4	**مسامير البرشام (Rivets):** لا تُقطَع، ولا تُهشَّر؛ لأنها مصمتة، وليس في داخلها أيُّ تجاويف أو فراغات.	
5	**الأوتاد المستدقة (المخروطية) (Taper Pin Joint):** تعمل على تثبيت الأجزاء الميكانيكية في الآلات، مثل: البكرات والمحامل بمحاورها الدورانية.	

الرقم	قاعدة التهشير	الشكل التوضيحي
6	**القطاعات في الطارات والبكرات والحذافات (Pulleys and Flywheels):** لا تُهشَّر حين يمر خط القطع باتجاهٍ موازٍ لمحور ذراعها.	
7	**ظهور الفلنجات في القطاعات (Flanges).**	
8	**القطاعات في الجدران الرقيقة والأعصاب (Webs):** القاعدة الأساسية في قطع العصب أنه لا يُهشَّر إذا قُطِع في اتجاه موازٍ لسطحه، لكنه يُهشَّر عند قطعه في اتجاه عمودي على سطحه.	
9	**أسنان التروس (Teeth of Gears):** عند قطع التروس (العجلات المسننة)، فإن الأسنان لا تُهشَّر.	
10	**الخوابير (Keys):** تُستعمَل لمنع الأجزاء الميكانيكية الدوّارة (مثل: التروس، والبكرات) من الانزلاق عند تركيبها على الأعمدة الدوّارة (Shafts)، وجميعها لا تُهشَّر؛ سواء في القطاع الطولي، أو في القطاع العرضي.	

يُبيِّن الجدول (2-4) بعض القطع الميكانيكية التي يجب ألّا تُقطَع أو تُهشَّر عند ظهورها في القطاعات.

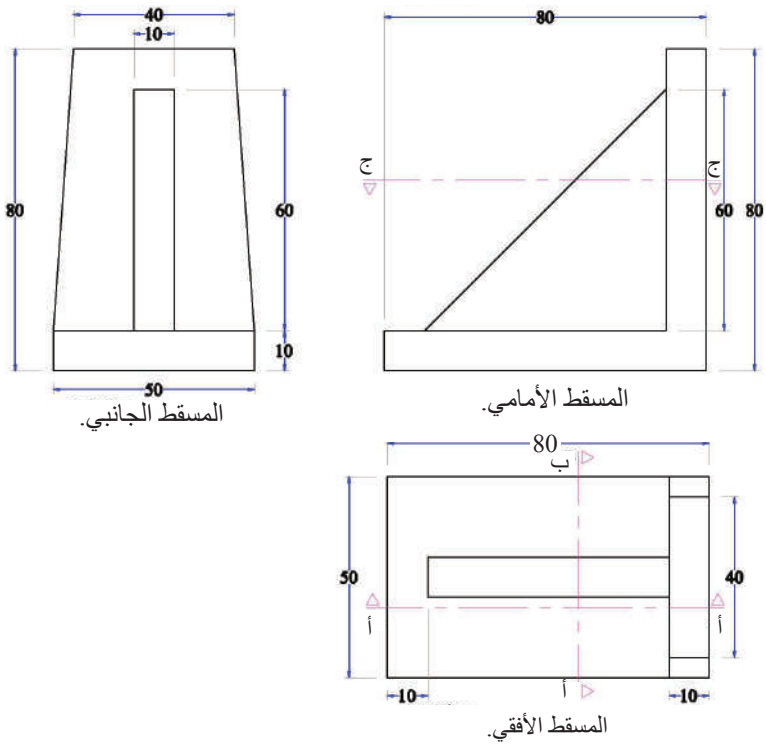
الجدول (2-4): القطع الميكانيكية التي لا تُقطَع ولا تُهشَّر

الجزء الميكانيكي	الإجراء الصحيح	الإجراء غير الصحيح
برغي		
وتد		
عمود ملولب		
ترس عدل		
صامولة		
مقبض		
هيكل معدني		

المثال (2-2)

يُبيِّن الشكل (2-8) ثلاثة مساقط؛ أمامي، وجانبي، وأفقي)، المطلوب:

- رسم القطاع الأمامي (ب – ب).
- رسم القطاع الجانبي (أ – أ).
- رسم القطاع الأفقي (ج – ج).



المسقط الجانبي.

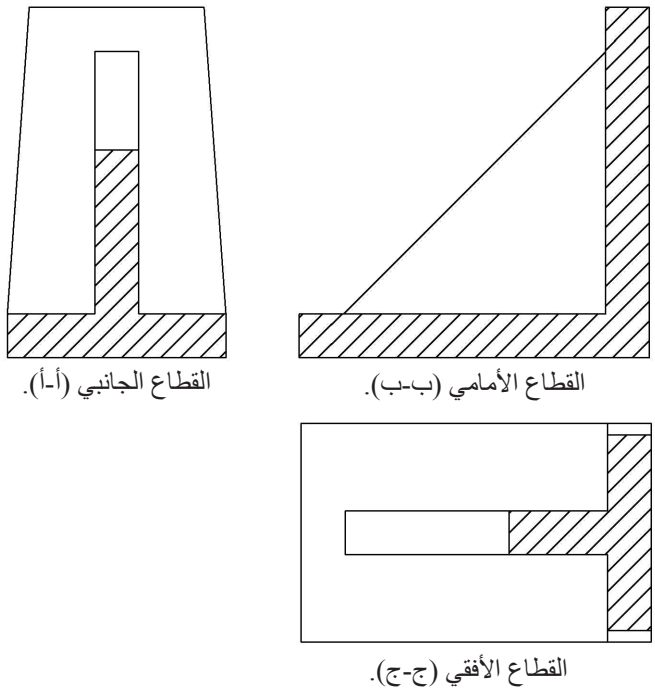
المسقط الأمامي.

المسقط الأفقي.

الشكل (2-8): المساقط.

الحل

يُبيِّن الشكل (2-9) حل المثال.



القطاع الجانبي (أ-أ).

القطاع الأمامي (ب-ب).

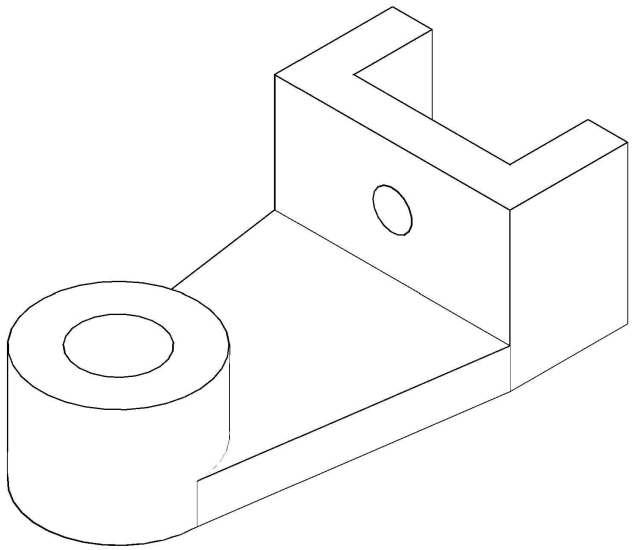
القطاع الأفقي (ج-ج).

الشكل (2-9): القطاعات المطلوبة.

المثال (2-3)

يُبيِّن الشكل (2-10) دعامة عمود.
المطلوب:

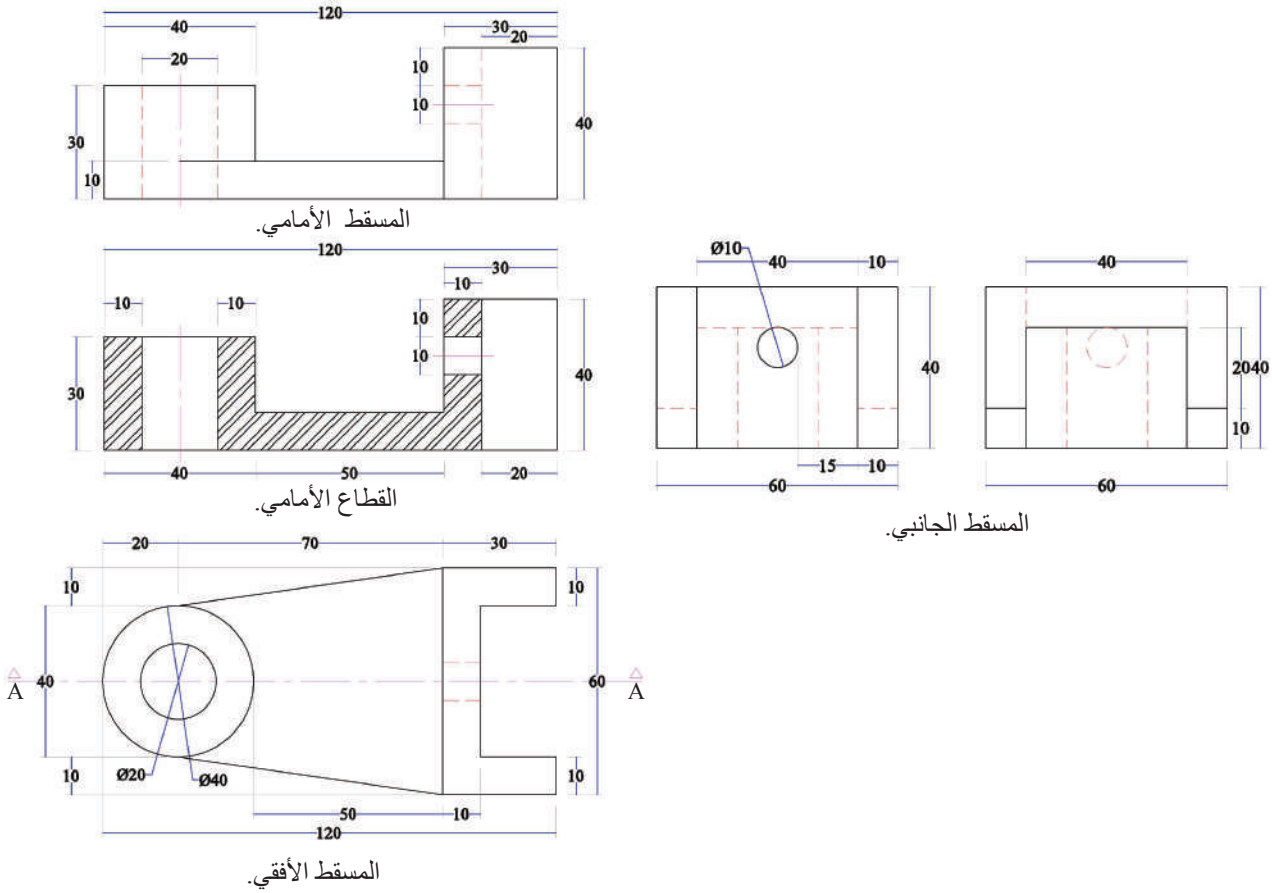
- رسم القطاع الأمامي كاملًا.
- رسم المسقط الأفقي.
- رسم المسقط الجانبي.
- رسم خط القطع على المسقط الأفقي.



الشكل (2-10): المنظور.

الحل

يُبيِّن الشكل (2-11) حل المثال.

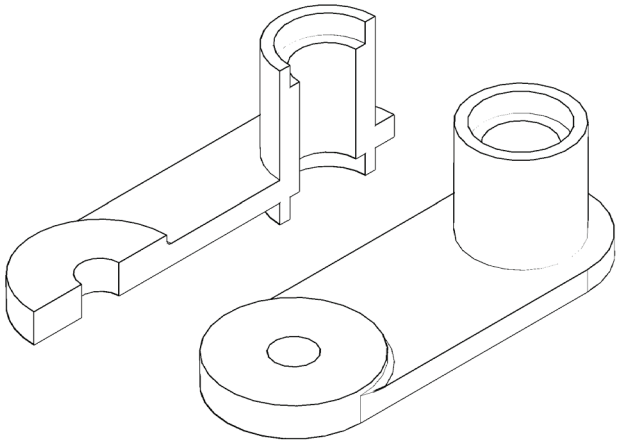


الشكل (2-11): المساقط.

المثال (2-4)

يُبيِّن الشكل (2-12) مُجسَّمًا لقطعة ميكانيكية قُطِعت بمستوى موازٍ للأمامي. المطلوب:

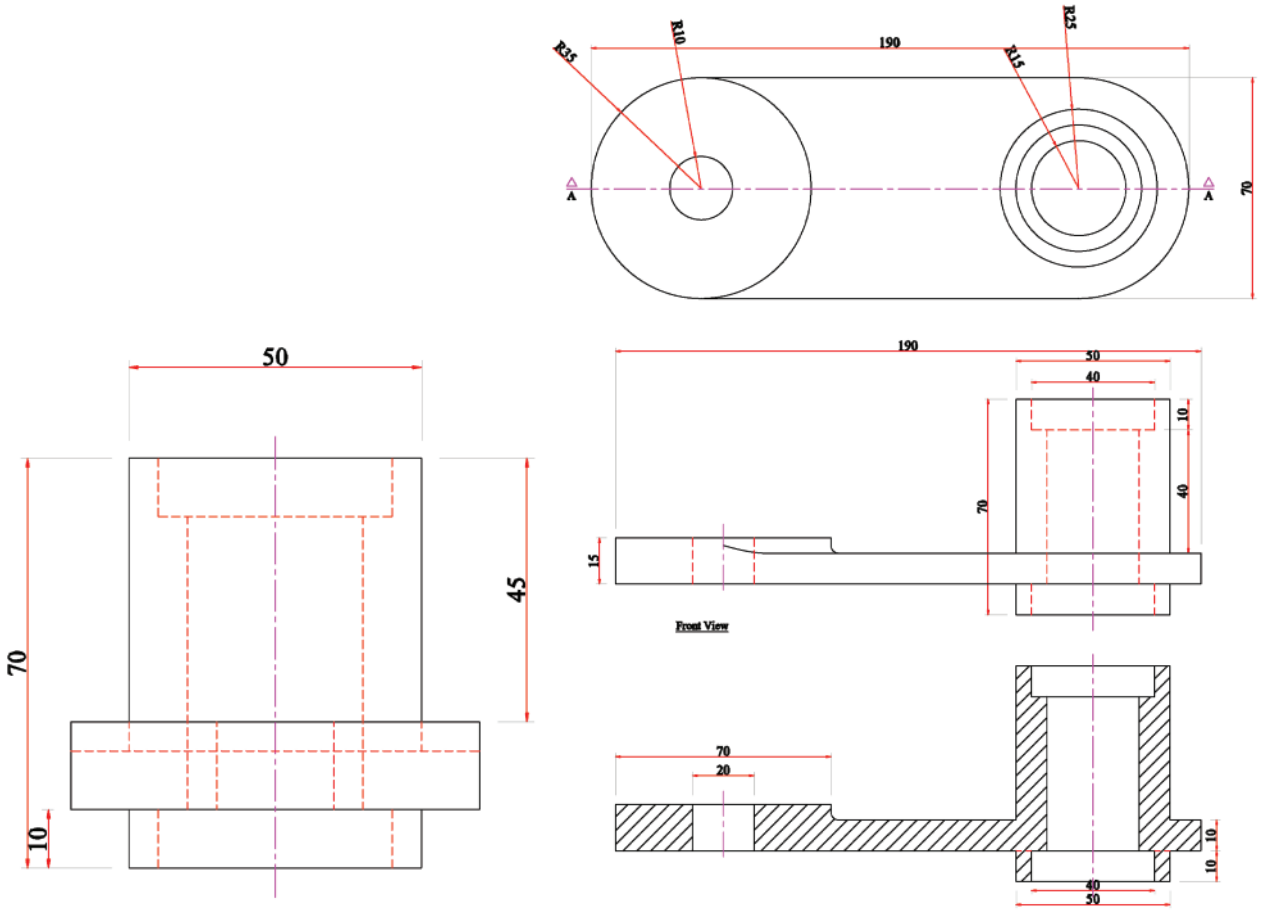
- رسم القطاع الأمامي الكامل (A – A).
- رسم المسقط الجانبي.
- رسم المسقط الأفقي.



الشكل (2-12): قطعة ميكانيكية قُطِعت بمستوى قطع موازٍ للأمامي.

الحل

يُبيِّن الشكل (2-13) حل المثال.



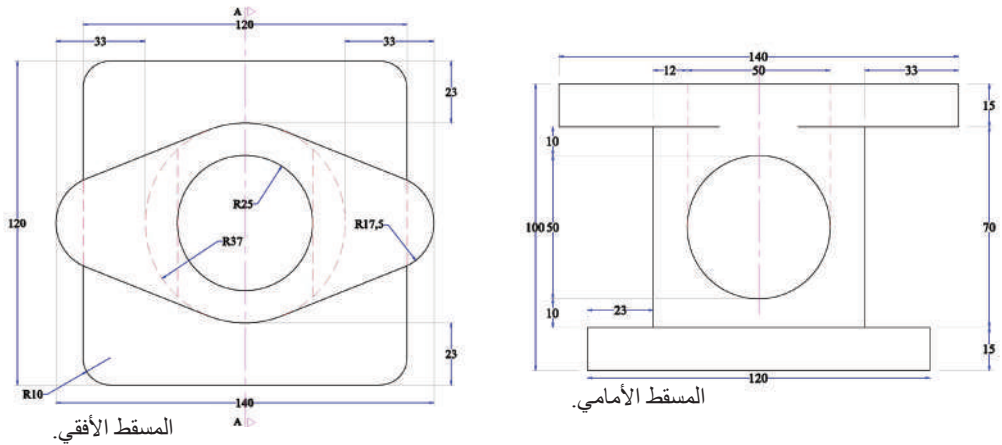
الشكل (2-13): القطاع والمساقط.

المثال (2-5)

يُبيِّن الشكل (2-14) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي.

المطلوب:

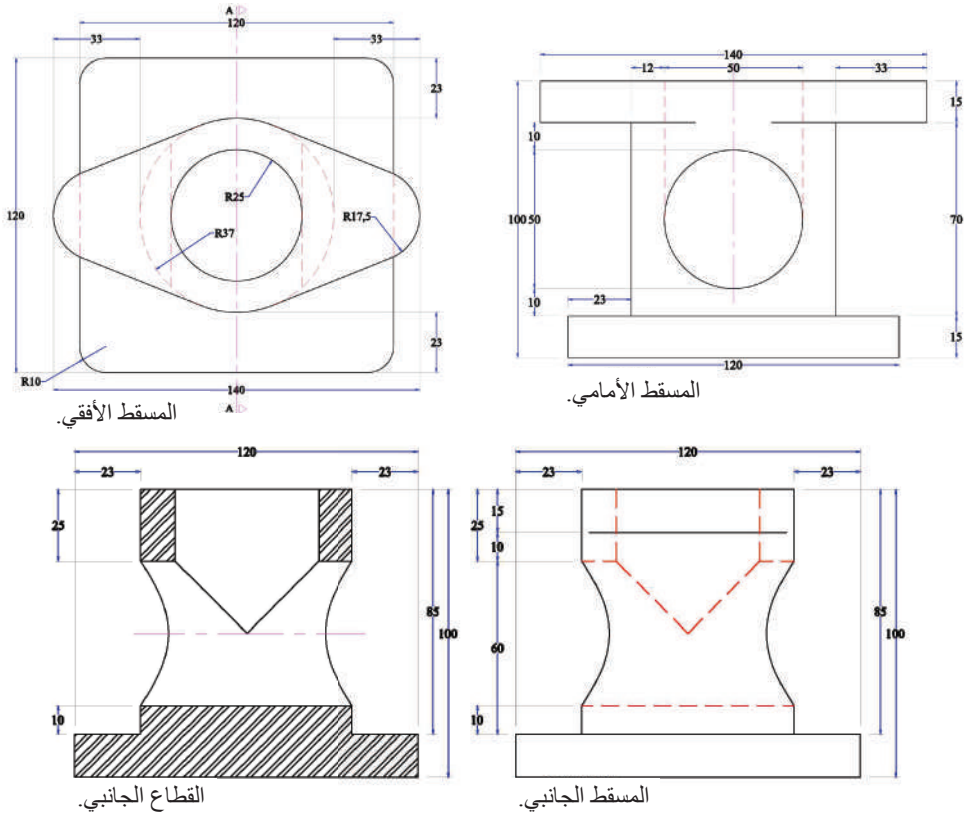
- رسم المسقط الأمامي.
- رسم القطاع الجانبي.
- رسم المسقط الأفقي.



الشكل (2-14): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي.

الحل

يُبيِّن الشكل (2-15) حل المثال.



الشكل (2-15): القطاع والمساقط المطلوبة.

5- أنواع القطاعات (Types of Sections)

تُصنَّف القطاعات بحسب حالة مستوى القطع في المجسم المراد قطعه إلى عشرة أنواع وهي:

أ - القطاع الكامل (Full Section View).

ب- القطاع النصفي (Half Section View).

جـ - القطاع الجزئي (Partial Section).

د - قطاعات المحاذاة (Aligned Sections).

هـ - القطاع الدوّار (Revolved Section).

و- القطاع المزال (Removed Section).

ز- القطاعات المائلة عن المستوى الأساسي (Oblique Sections).

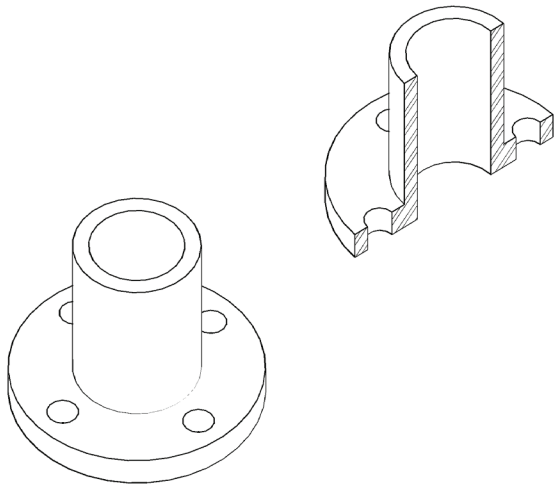
ح- القطاع المتنقل (Offset Section).

ط- القطاعات المتعاقبة (Successive Sections).

ي- قطاعات المواد ذوات السُّمْك القليل (Sections through thin material).

سيقتصر الحديث في هذا الدرس على القطاع الكامل، والقطاع النصفي، والقطاع الجزئي، وقطاع المحاذاة؛ لأهميتها في رسم قطع ميكانيكية تُستخدَم في اللحام وتشكيل المعادن.

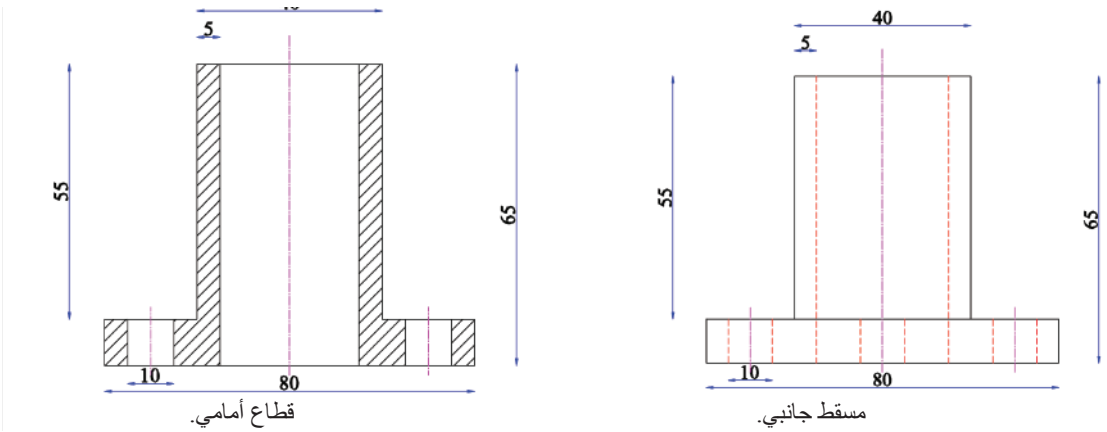
أ - القطاع الكامل الموازي: يُعَدُّ هذا القطاع من أكثر القطاعات استخدامًا، ويكون فيه مستوى القطع موازيًا لأحد مستويات المساقط الثلاثة (الأمامي، والأفقي، والجانبي). وهذا النوع يُستخدَم في الأجسام المتماثلة؛ إذ يمر مستوى القطع بمحور التماثل، ويُقسِّم الجسم إلى قسمين متماثلين، انظر الشكل (2-16).



الشكل (2-16).

تُقسَّم القطاعات الكاملة الموازية إلى ثلاثة أقسام، هي:

1. **القطاع الأمامي الكامل:** وفيه يكون مستوى القطع موازيًا للمستوى الأمامي، وعموديًّا على المستوى الأفقي؛ إذ يمر بمحور التماثل للجسم، وتُرسَم خطوط التهشير في المسقط الأمامي، انظر الشكل (2-17).



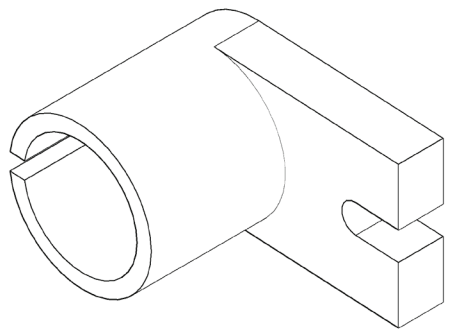
قطاع أمامي.

مسقط جانبي.

مسقط الأفقي.

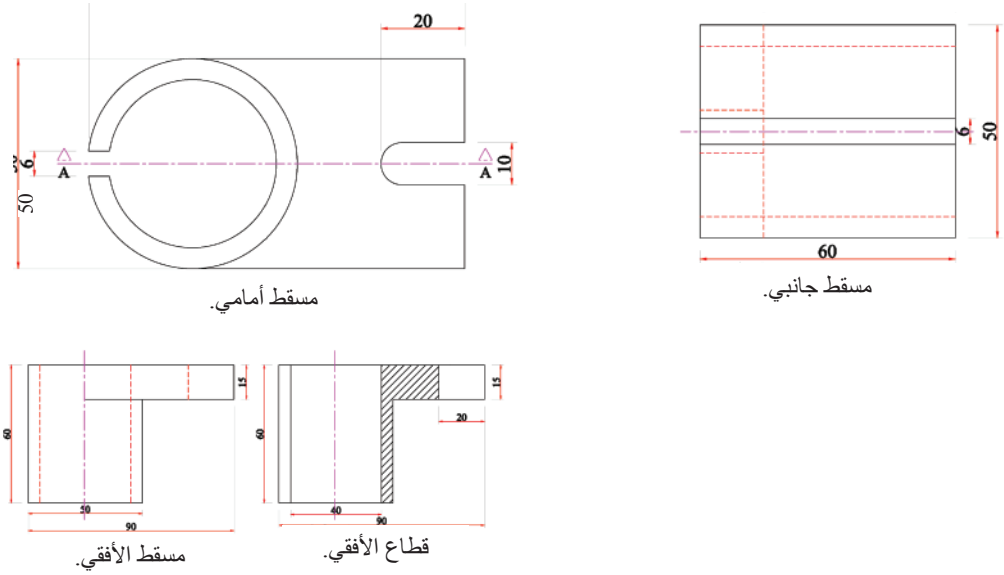
الشكل (2-17): القطاع والمساقط.

2. **القطاع الأفقي الكامل:** وفيه يكون مستوى القطع موازيًا للمستوى الأفقي وعموديًّا على المستوى الأمامي أو الجانبي؛ إذ تُرسَم خطوط التهشير في المسقط الأفقي، انظر الشكل (2-18).



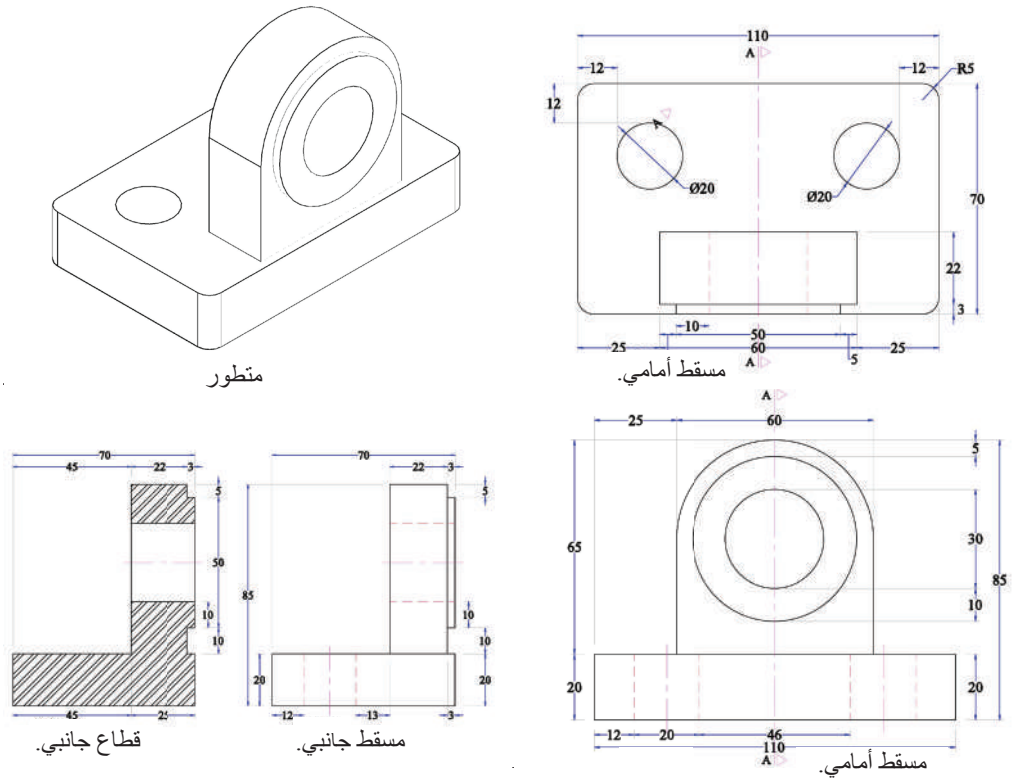
الشكل (2-18): المُجسَّم المراد قطعه بمستوى القطع.

يُبيِّن الشكل (2-19) مساقط المُجسَّم المقطوع وخط القطع المُبيَّن على المسقط الأمامي؛ لرسم القطاع الأفقي الكامل المطلوب.



الشكل (2-19): القطاع والمساقط.

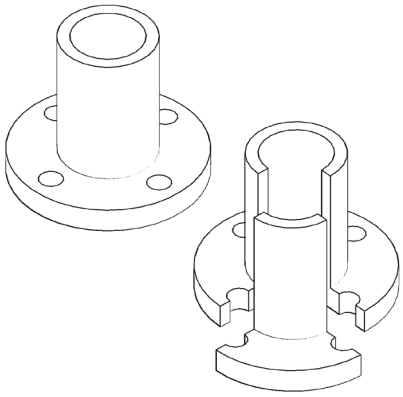
3. **القطاع الجانبي الكامل:** وفيه يكون مستوى القطع موازيًا للمستوى الجانبي، وعموديًّا على المستوى الأفقي أو الأمامي، وتُرسَم خطوط التهشير في المسقط الجانبي، انظر الشكل (2-20).



الشكل (2-20): القطاع والمساقط.

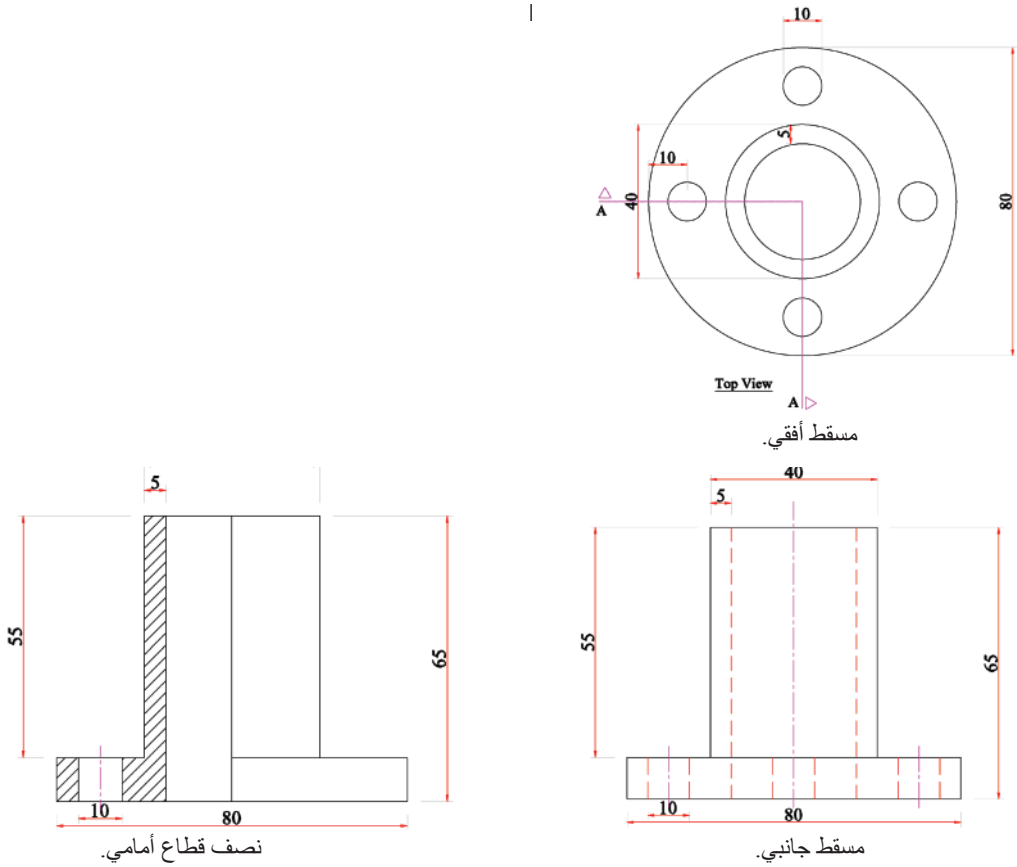
ملاحظة: تم رسم القطاع والمساقط بشكل منفصل وليس بترتيب الزاوية الأولى

ب- القطاع النصفي (نصف القطاع): عند إزالة ربع الجسم لمستويين متعامدين يمران بمحور التماثل، ينتج نصف قطاع، ونصف مسقط. يُستخدَم هذا القطاع في حالة المُجسَّمات المتماثلة لإظهار أجزاء داخلية من المُجسَّم، انظر الشكل (2-21) الذي يُبيِّن طريقة القطع.



الشكل (2-21): القطاع النصفي.

يُبيِّن الشكل (2-22) مسقطًا جانبيًّا، ومسقطًا أفقيًّا، ونصف قطاع أمامي.

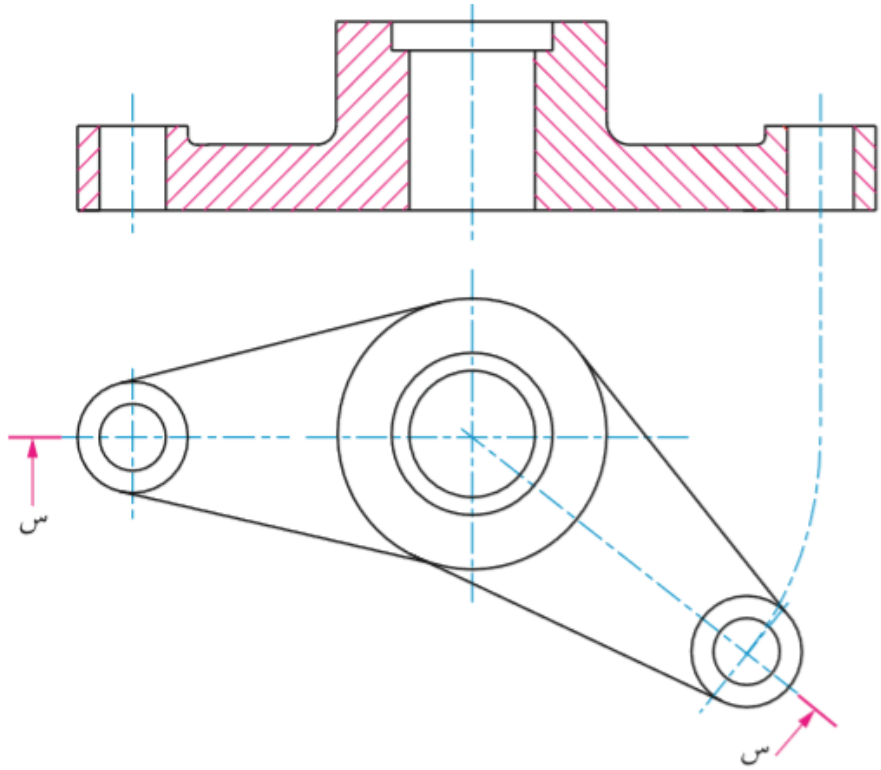


الشكل (2-22): القطاع النصفي.

جـ- القطاع الجزئي: يُستخدَم هذا النوع من القطاعات لإظهار جزء معين من المجسم، مثل إظهار فجوة أو ثقب، وكذلك إظهار معالم الأجزاء التي لا يجوز قطعها وتهشيرها، مثل: الخوابير، والأعمدة المصمتة.وفيه يشار إلى القطاع الموضعي على المسقط بخط متصل رفيع يُسمّى خط الكسر، ويُرسَم باليد الحرة، وتُهشَّر فقط المنطقة الواقعة داخل القطع، انظر الشكل (2-23).

الشكل (2-23): القطاع الجزئي.

د- قطاعات المحاذاة: يُستخدَم هذا النوع من القطاعات في حال وجود جزء في الجسم يميل بزاوية ما بالنسبة إلى المحور الرئيس، أو عندما لا تقع الأجزاء المراد إظهارها على خط محوري مستقيم. ويُبيِّن الشكل (2-24) إحدى هذه الحالات.

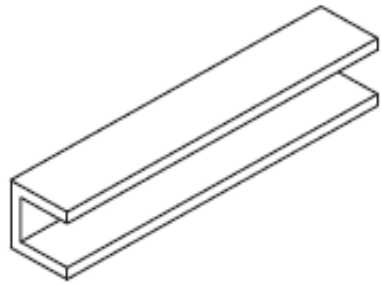


الشكل (2-24): قطاع المحاذاة.

تُساعِد قراءة القطاعات على معرفة نوع القطاع، وأهميته، واستخداماته، وأهم تفاصيله الداخلية.

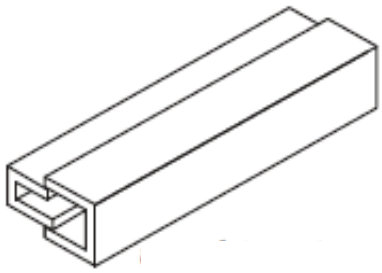
1- أمثلة على قراءة القطاعات

يُبيِّن الشكل (2-25) أشكال مقاطع القضبان المستعرضة في هيكل السيارة، ونوع كلٍّ منها.



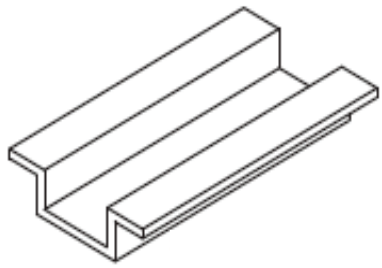
مجرى على شكل حرف (U).

(أ)



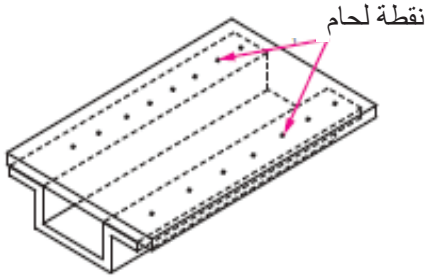
مجرى صندوقي مزدوج.

(ب)



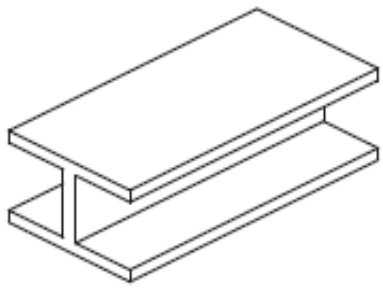
العلبة المفتوحة.

(جـ)



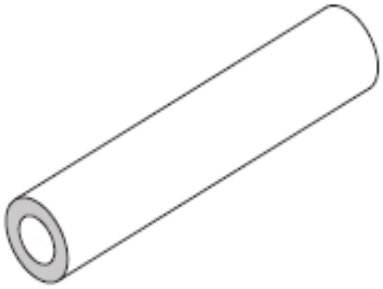
العلبة المغلقة.

(د)



دعامة على شكل حرف (I).

(هـ)

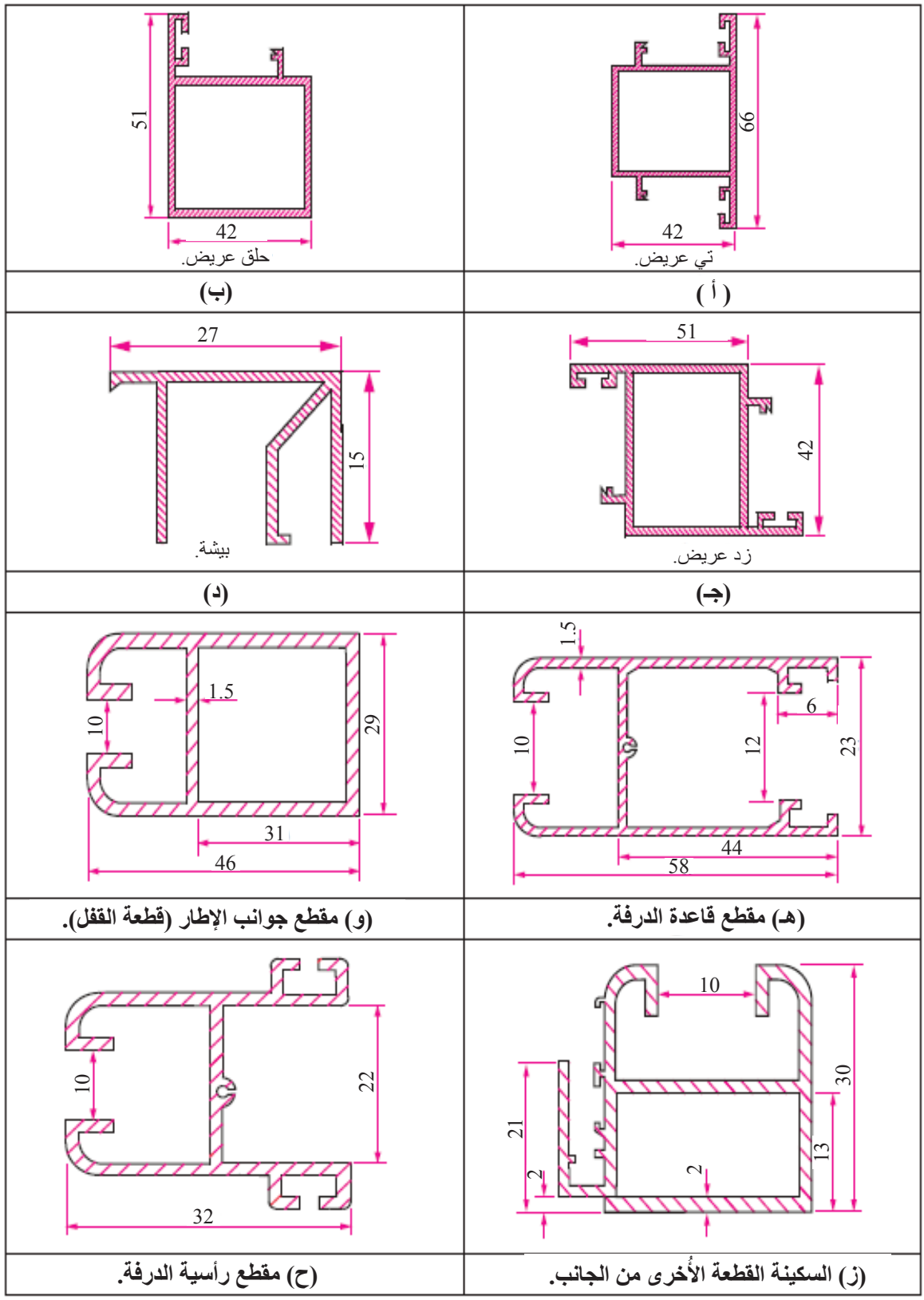


هيكل أنبوب.

(و)

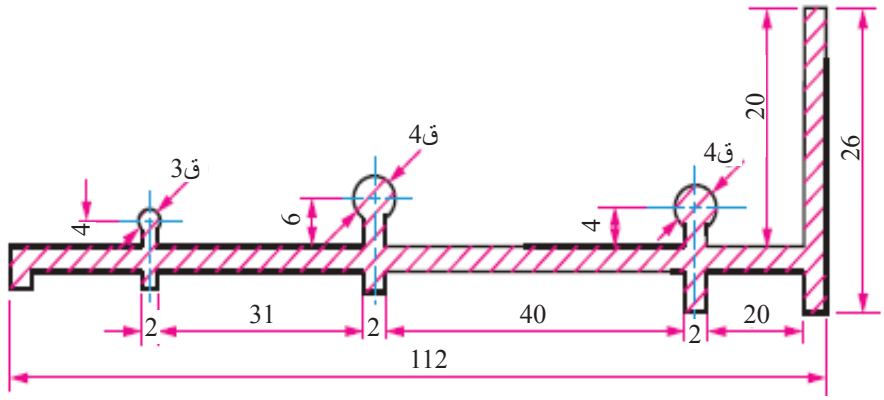
الشكل (2-25): أشكال مقاطع القضبان المستعرضة.

يُبيِّن الشكل (2-26) مقاطع الألمنيوم، ونوع كلٍّ منها.

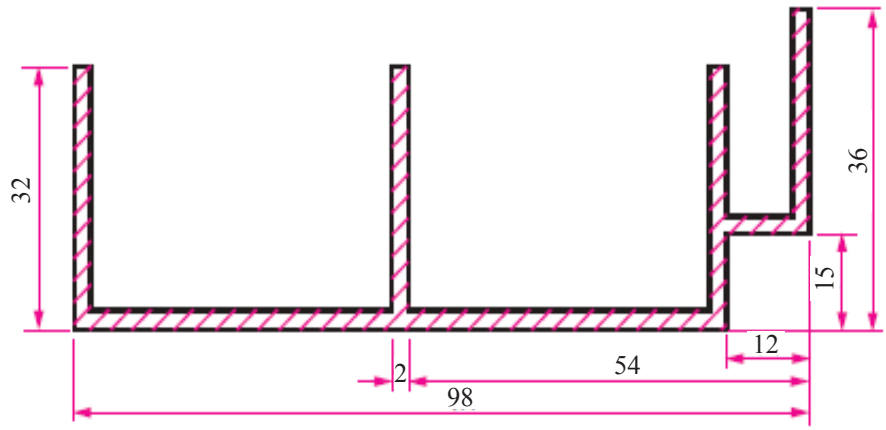


الشكل (2-26): مقاطع الألمنيوم.

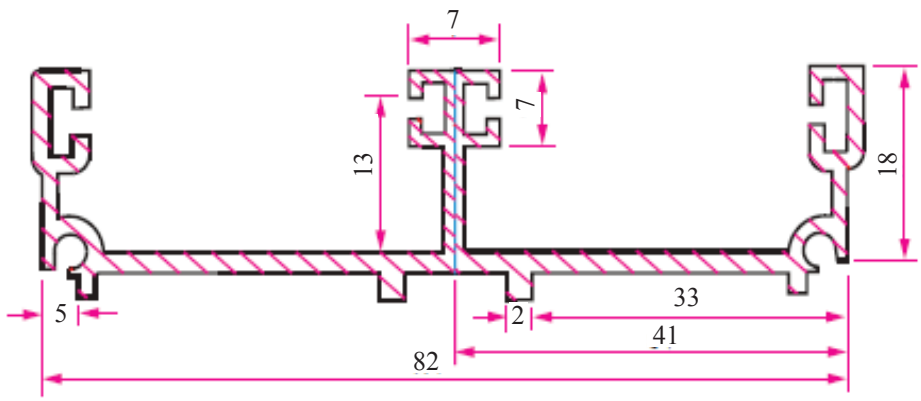
يُبيِّن الشكل (2-27) مقاطع الألمنيوم (الأبواب والشبابيك من النوع السحّاب).



(أ) مقطع قاعدة الإطار (يُكوِّن قاعدة الباب السفلية).



(ب) مقطع رأسية الإطار (يُكوِّن الضلع العلوي للإطار).



(جـ) مقطع جوانب الإطار (يُكوِّن جانب الإطار).

الشكل (2-27): مقاطع الألمنيوم.

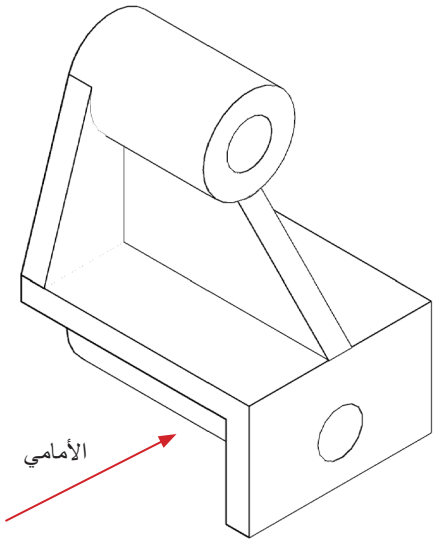
2- أمثلة عملية على القطاعات

المثال (2-6)

يُبيِّن الشكل (2-28) قطعة ميكانيكية.

المطلوب:

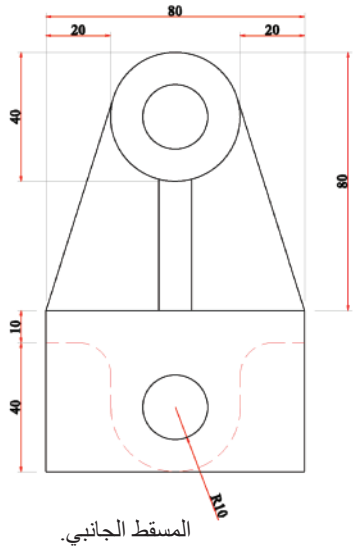
- رسم القطاع الأمامي.
- رسم المسقط الأفقي.
- رسم المسقط الجانبي.



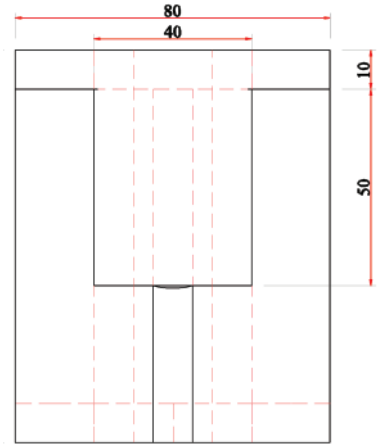
الشكل (2-28): قطعة ميكانيكية.

الحل

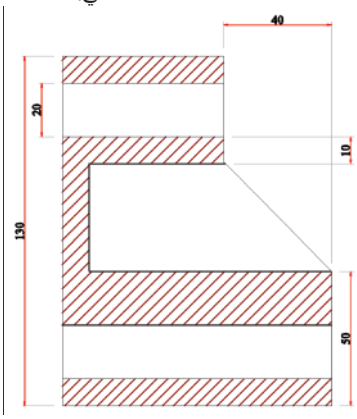
يُبيِّن الشكل (2-29) حل المثال.



المسقط الجانبي.



المسقط الأفقي.



القطاع أمامي.

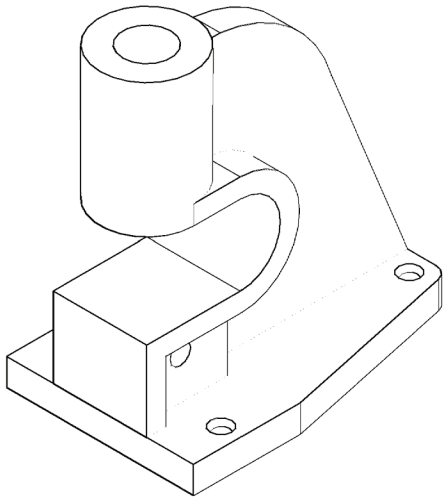
الشكل (2-29): القطاع والمساقط.

المثال (2-7)

يُبيِّن الشكل (2-30) قاعدة.

المطلوب:

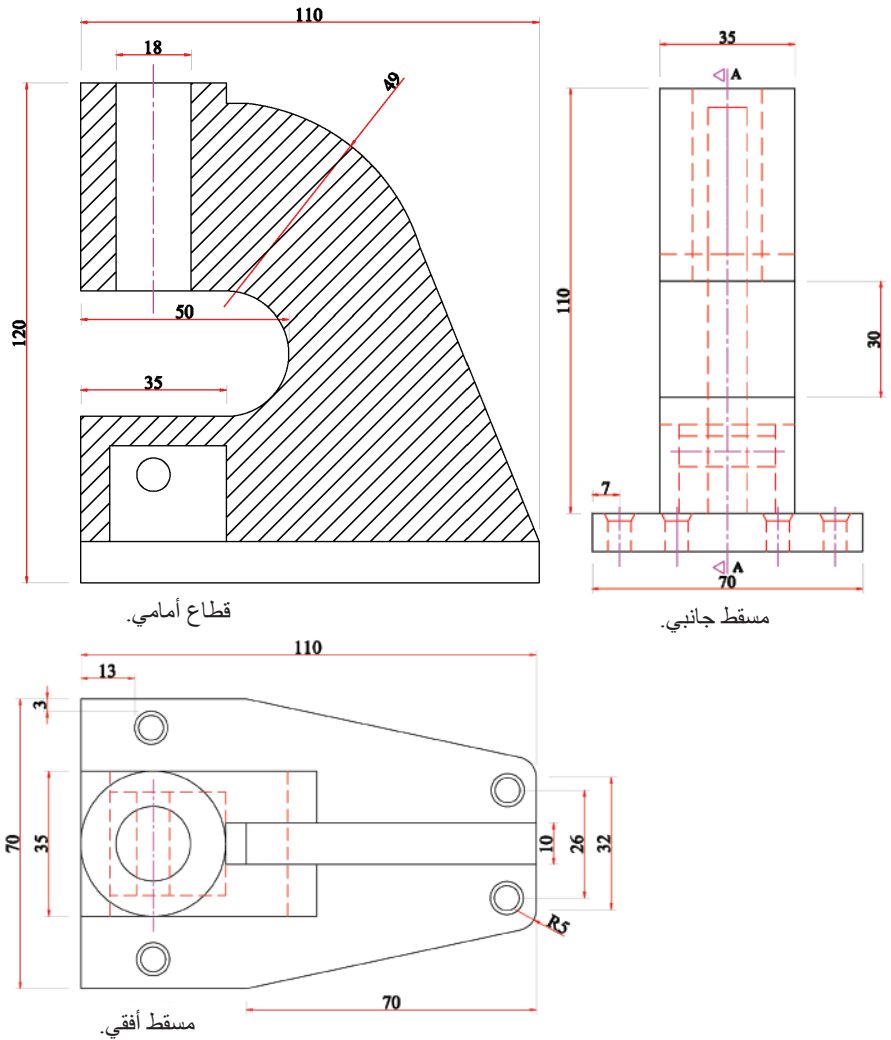
- رسم القطاع الأمامي.
- رسم المسقط الأفقي.
- رسم المسقط الجانبي.



الشكل (2-30): المنظور.

الحل

يُبيِّن الشكل (2-31) حل المثال.



قطاع أمامي.

مسقط جانبي.

مسقط أفقي.

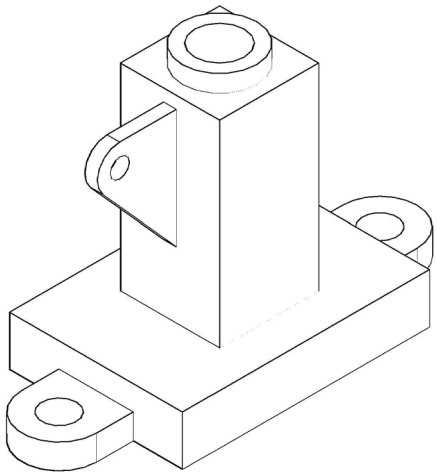
الشكل (2-31): القطاع والمساقط.

المثال (2-8)

يُبيِّن الشكل (2-32) مُجسَّمًا ثلاثي الأبعاد.

المطلوب:

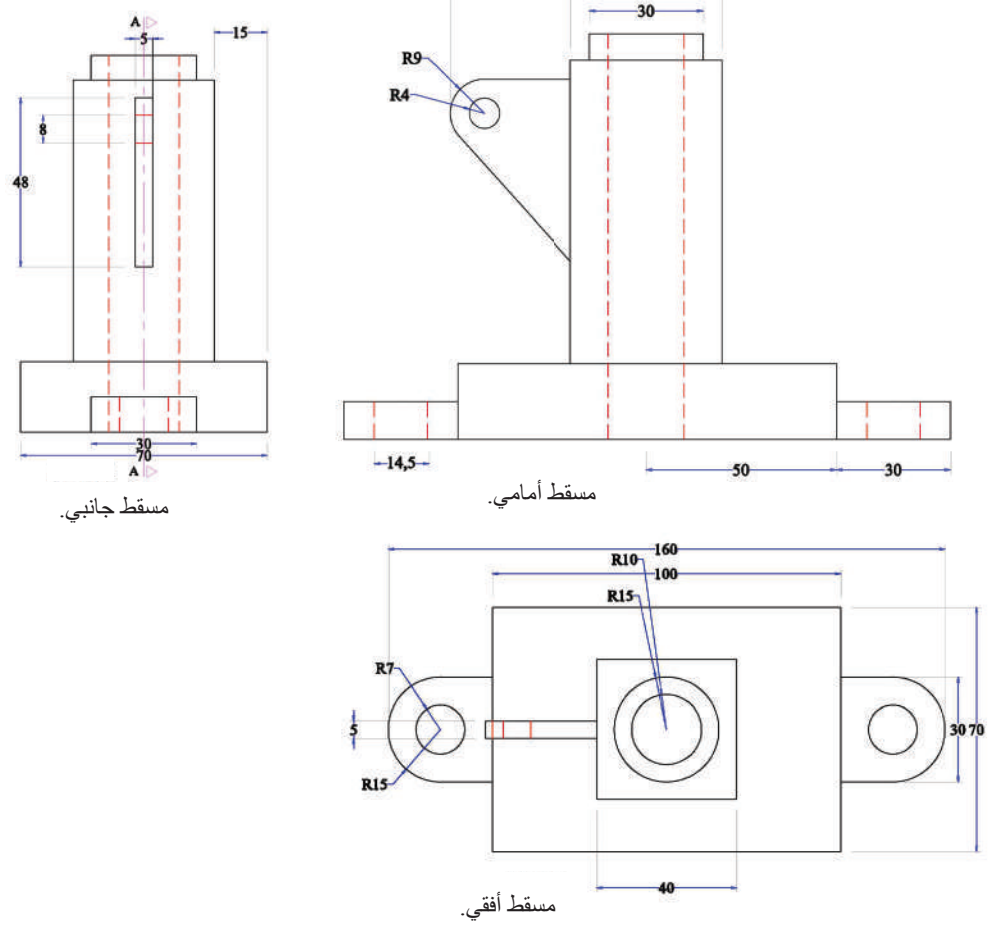
- رسم المسقط الأمامي.
- رسم المسقط الأفقي.
- رسم المسقط الجانبي.



الشكل (2-32): المنظور.

الحل

يُبيِّن الشكل (2-33) حل المثال.

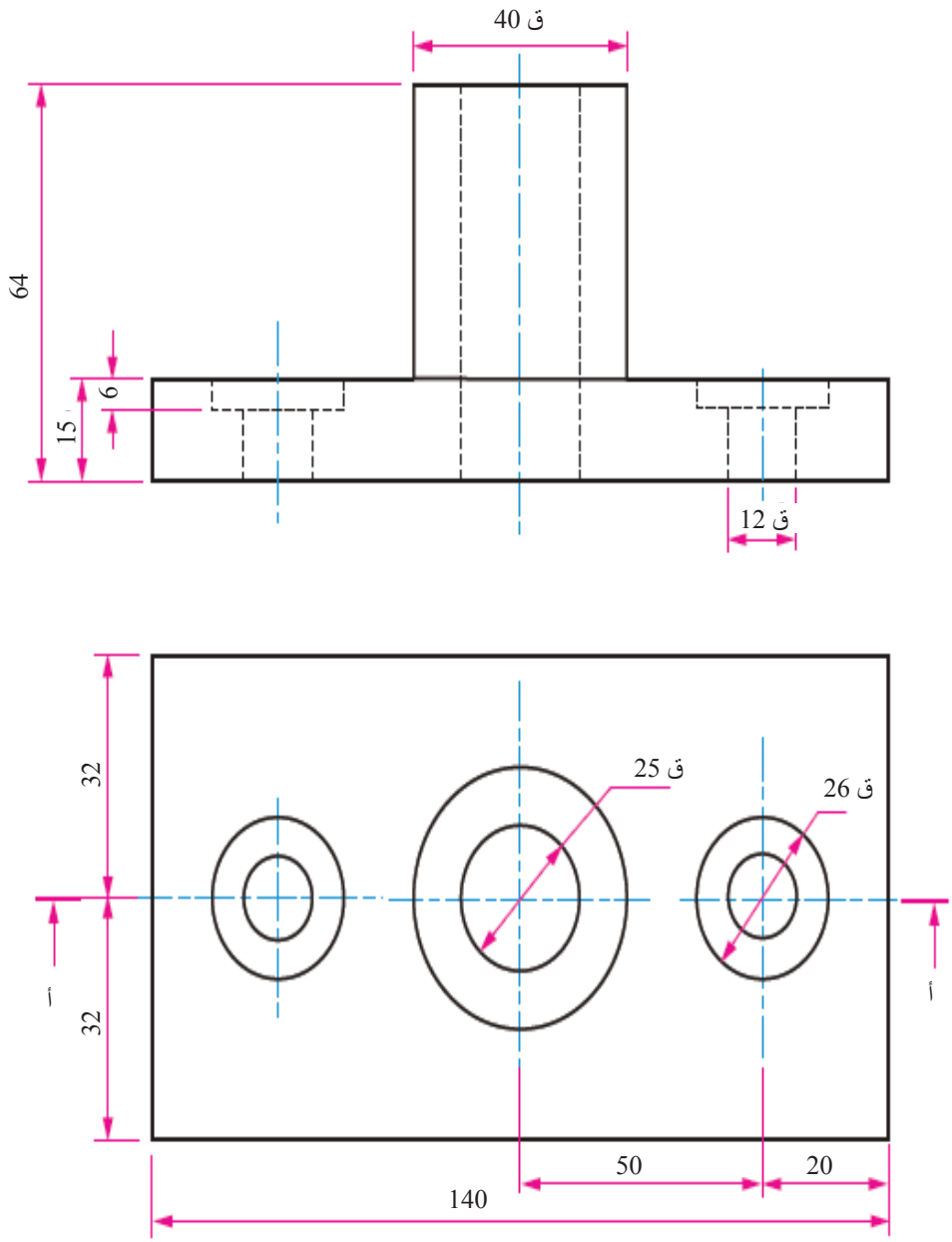


الشكل (2-33): القطاع والمساقط.

المثال (2-9)

يُبيِّن الشكل (2-34) مسقطًا أماميًّا وآخر أفقيًّا لقطعة ميكانيكية. ارسم ما يأتي باستعمال مقياس الرسم (1:1):

- القطاع الأمامي (أ-أ).
- المسقط الأفقي.
- المسقط الجانبي.



الشكل (2-34): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي.

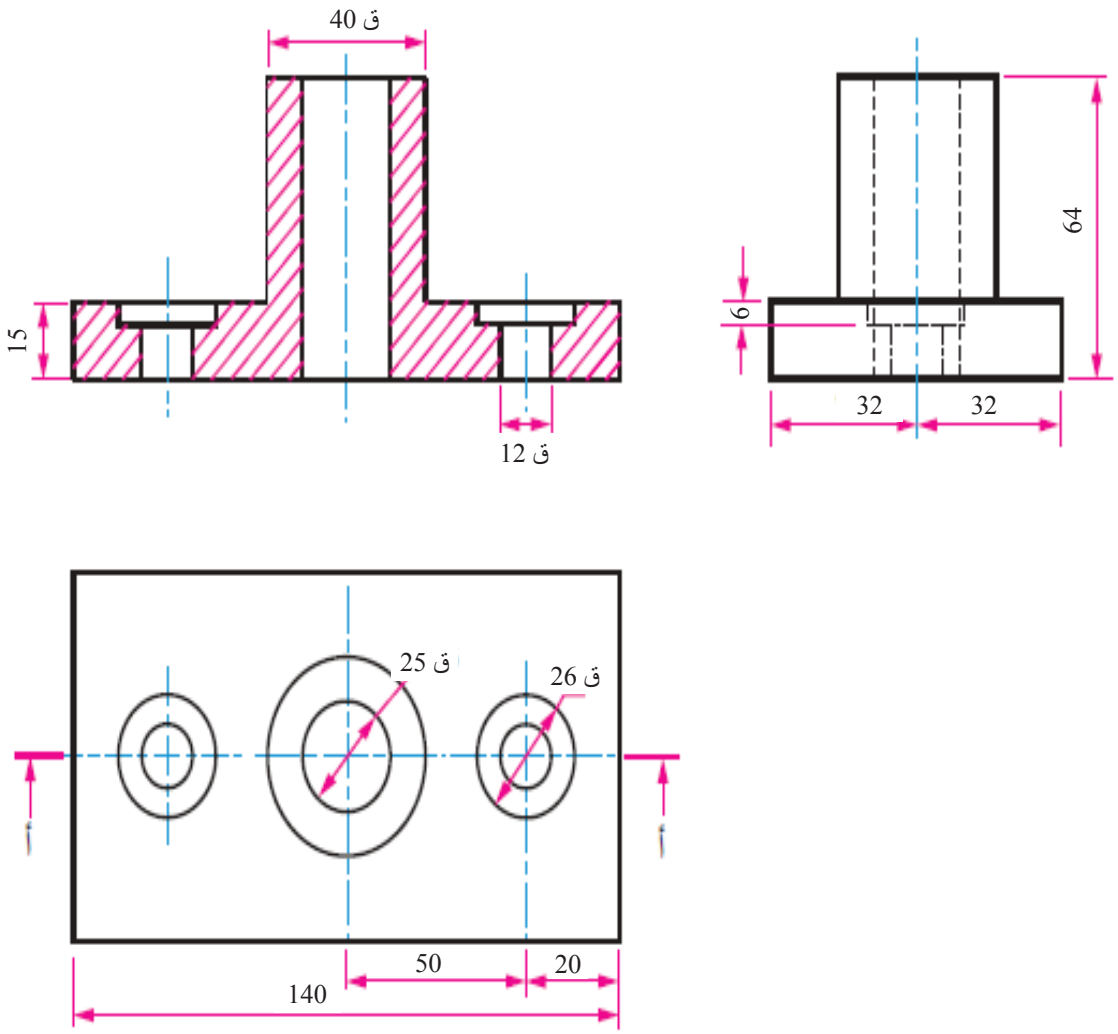
الحل

يُبيِّن الشكل (2-35) حل المثال مع ملاحظة ما يأتي:

1- أصبحت بعض الخطوط المتقطعة في المسقط الأمامي خطوطًا متصلة.

2- هُشِّرت المناطق المصمتة التي مر بها القطع.

3- رُسِم المسقط الثالث بطريقة الاستنتاج التي أُعطِيَت في المستوى الثاني.

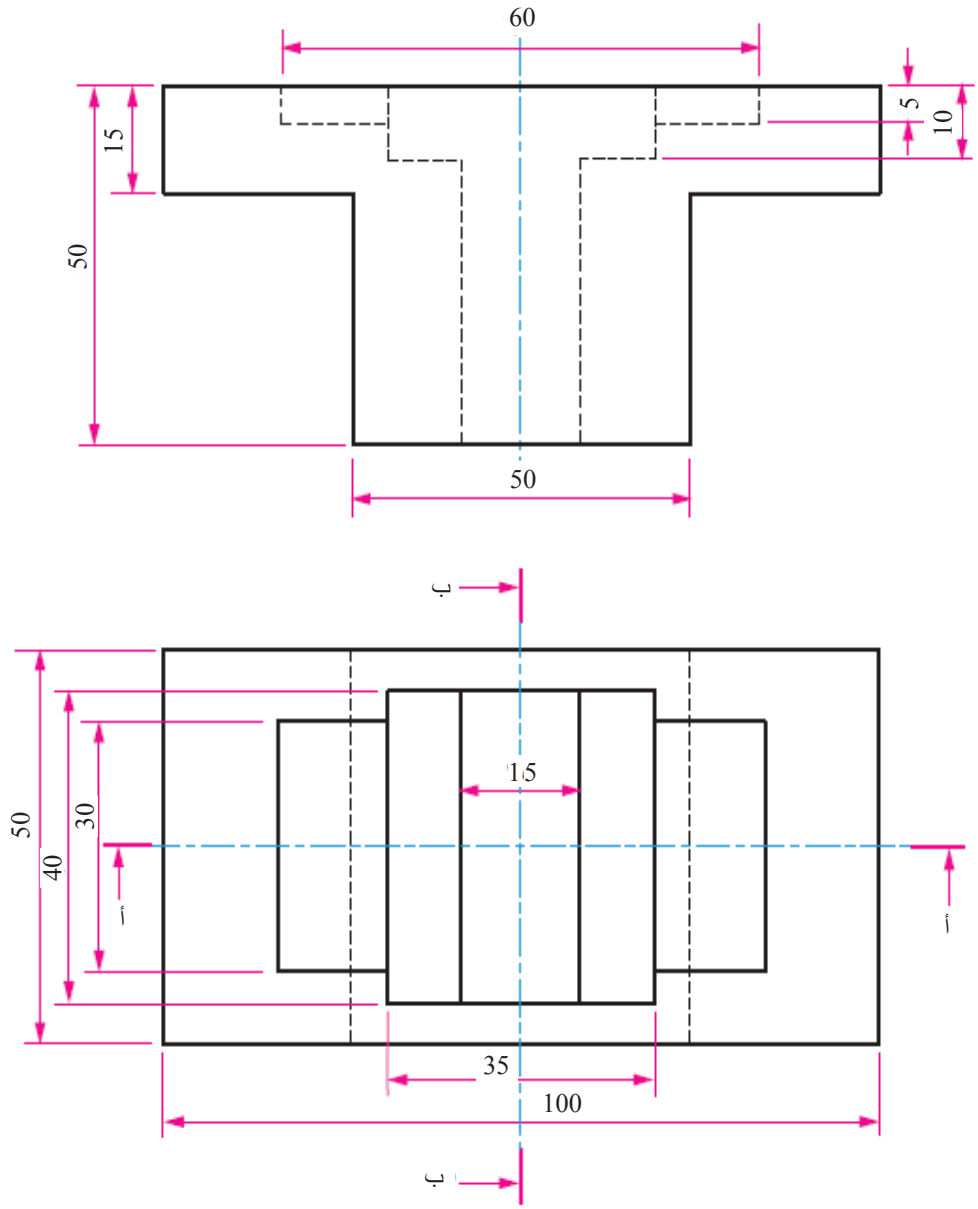


الشكل (2-35): القطاع الأمامي، والمسقط الأفقي، والمسقط الجانبي.

المثال (2-10)

يُبيِّن الشكل (2-36) مسقطًا أماميًّا وآخر أفقيًّا لقاعدة. ارسم ما يأتي باستعمال مقياس الرسم (1:1):

- القطاع الأمامي (أ-أ).
- المسقط الأفقي.
- القطاع الجانبي (ب-ب).



الشكل (2-36): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لقاعدة.

الحل

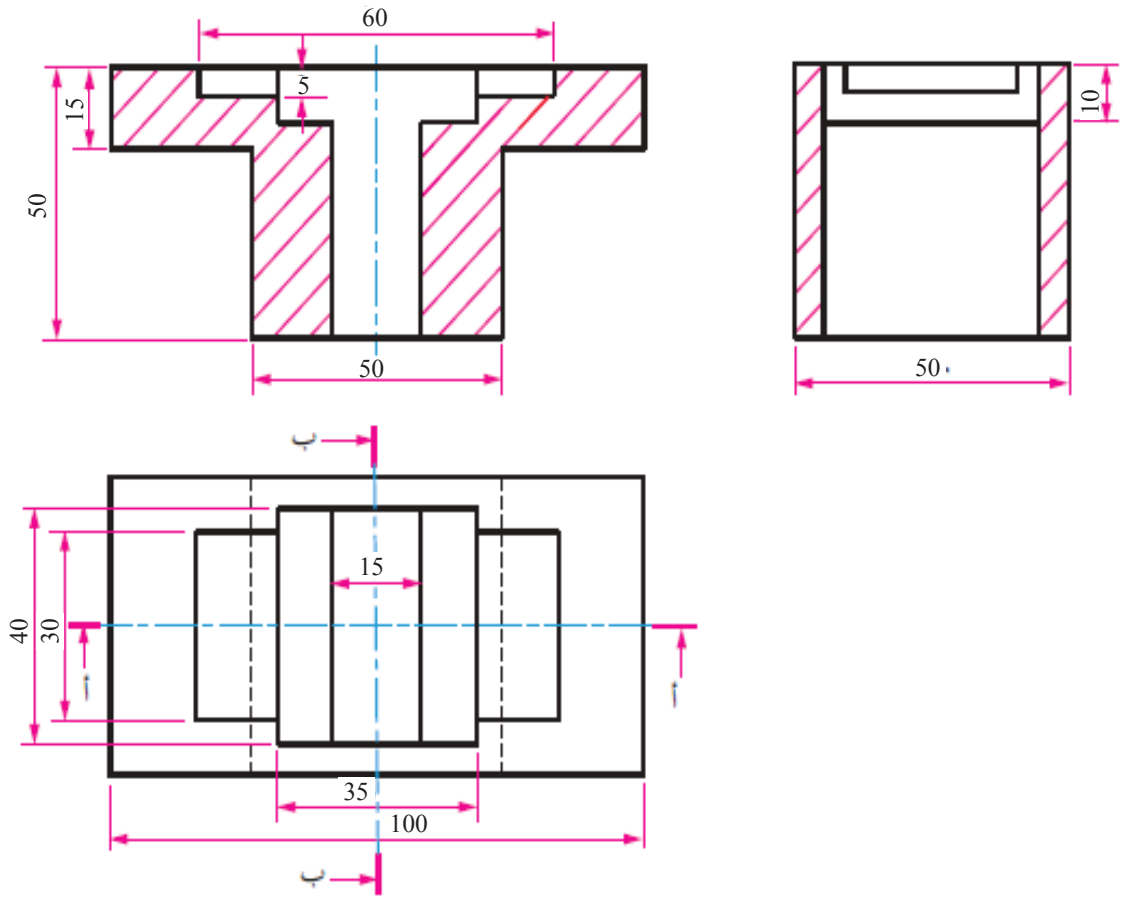
يُبيِّن الشكل (2-37) حل المثال مع ملاحظة ما يأتي:

1- أصبحت الخطوط المتقطعة في المسقط الأمامي خطوطًا متصلة.

2- هُشِّرت المناطق المصمتة التي مر بها القطع.

3- رُسِم القطاع الجانبي بطريقة الاستنتاج التي تعلَّمْتُها في المستوى الثاني.

4- رُسِم القطاع الأمامي والقطاع الجانبي طبقًا لخطوط القطع (أ-أ) و(ب-ب).



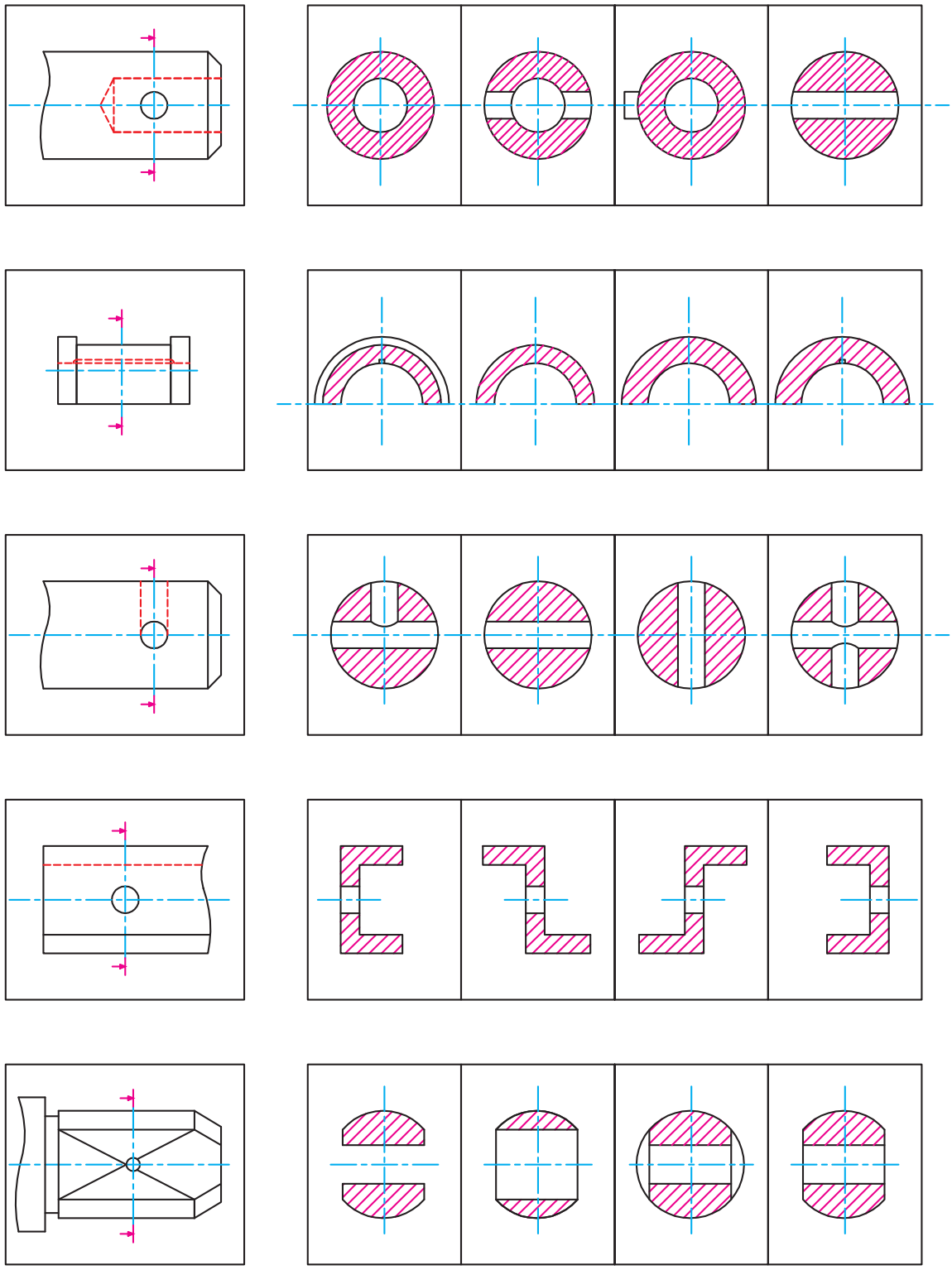
الشكل (2-37): القطاع الأمامي، والقطاع الجانبي، والمسقط الأفقي.

مستعينًا ببرنامج الرسم باستخدام الحاسوب (AutoCAD)، ارسم المثال (2-6) والمثال (2-10)، ثم اعرضهما على المعلم.

أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	مُؤشِّر الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُوضِّح مفهوم القطاع.			
2	أُميِّز مستويات القطع ودلالاتها.			
3	أُميِّز خط القطع ودلالاته.			
4	أتعرَّف مواصفات خطوط التهشير.			
5	أُطبِّق قواعد التهشير عند تنفيذ الرسوم بصورة صحيحة.			
6	أضبط المسافة بين خطوط التهشير.			
7	أُحدِّد الأجزاء التي لا تُهشَّر عند قطعها.			
8	أُعدِّد أنواع القطاعات.			
9	أُميِّز أنواع القطاعات بعضها من بعض.			
10	أُحدِّد العلاقة بين المسقط والقطاع.			
11	أرسم القطاع الأمامي الكامل للمناظير.			
12	أرسم القطاع الجانبي الكامل للمناظير.			
13	أرسم القطاع الأفقي الكامل للمناظير.			
14	أرسم نصف القطاع الأمامي، والجانبي، والأفقي.			
15	أرسم قطاعًا جزئيًّا في أيِّ مكان مُحدَّد على المسقط.			
16	أرسم قطاعًا لجسم يميل بزاوية ما بالنسبة إلى المحور الرئيس.			

1- أختار القطاع الصحيح عند خط القطع للفروع كلها في الأشكال الآتية.

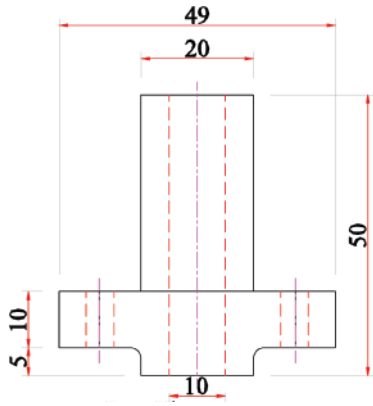


2- يُبيِّن الشكل الآتي المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لدعامة. ارسم باستعمال مقياس الرسم (2:1) ما يأتي:

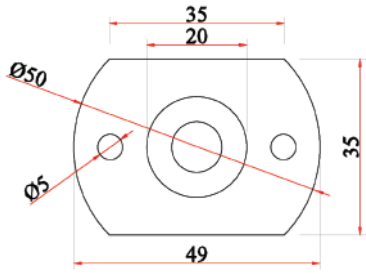
أ- المسقط الأمامي.

ب- المسقط الأفقي.

جـ - القطاع الجانبي.

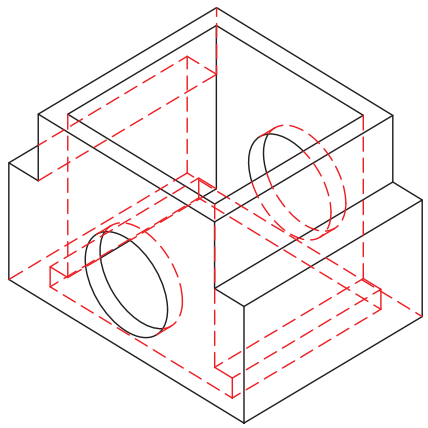


مسقط أفقي.



مسقط أمامي.

3- يُبيِّن الشكل المجاور حامل عمود. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) ما يأتي:



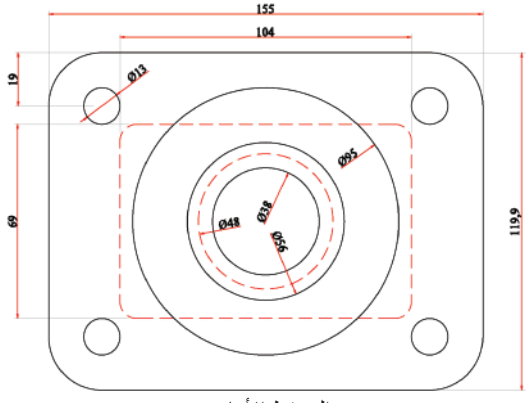
أ- نصف قطاع أمامي أيمن عند محور التماثل.

ب- نصف قطاع جانبي أيسر عند محور التماثل.

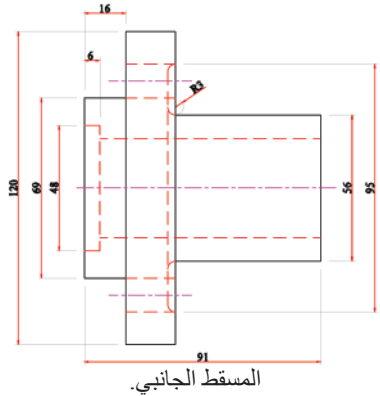
جـ - المسقط الأفقي.

4- يُبيِّن الشكل التالي المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لقطعة تثبيت. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) ما يأتي:

أ- المسقط الأمامي. ب- القطاع الجانبي. جـ - المسقط الأفقي.



المسقط الأمامي.



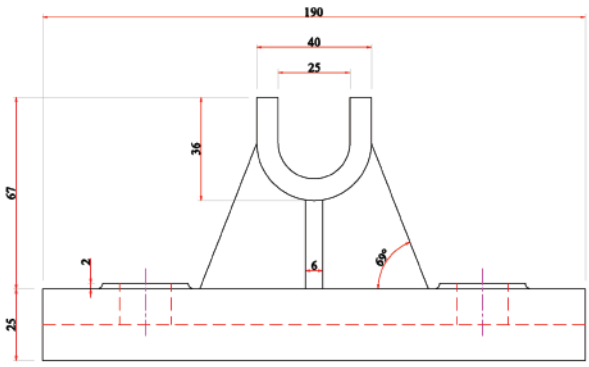
المسقط الجانبي.

5- يُبيِّن الشكل المجاور المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لكرسي محور. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) ما يأتي:

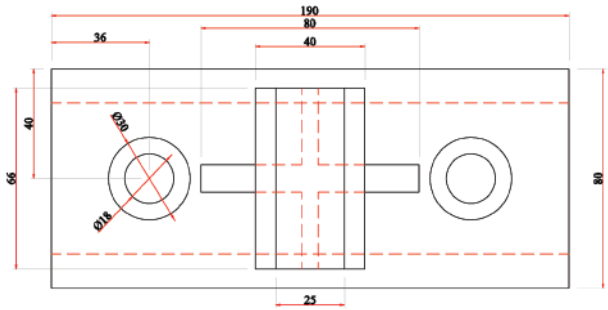
أ - القطاع الأمامي.

ب- القطاع الجانبي.

جـ - القطاع الأفقي.



المسقط الأمامي.



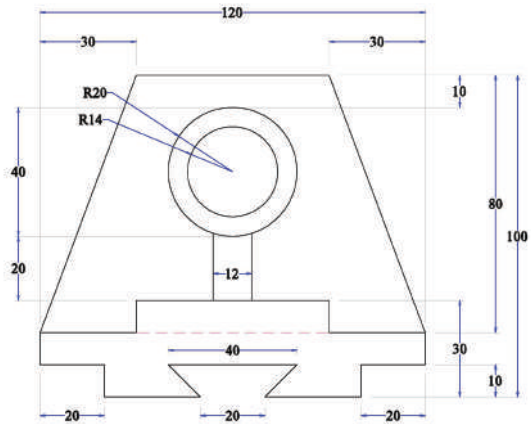
المسقط الأفقي.

6- يُبيِّن الشكل المجاور المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لعمود محور. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) ما يأتي:

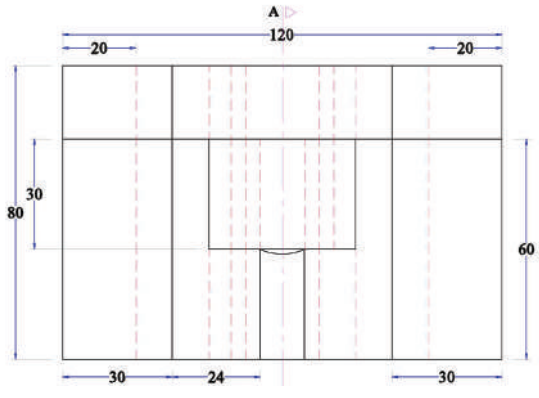
أ- القطاع الأمامي.

ب- القطاع الجانبي.

جـ - القطاع الأفقي.

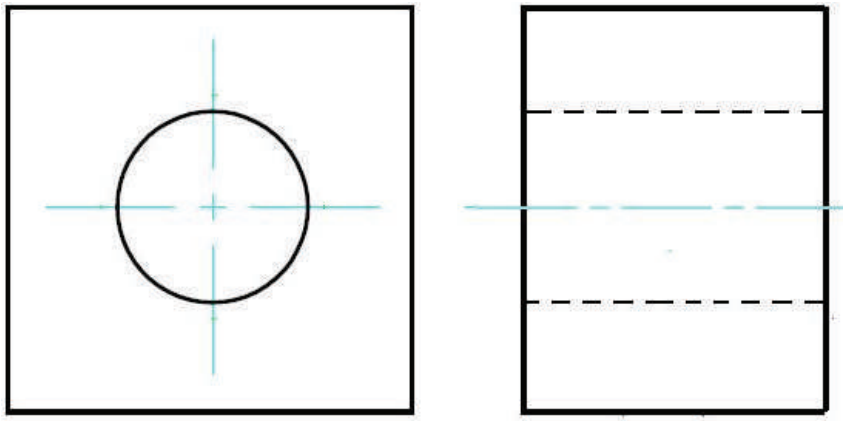


المسقط الأمامي.



المسقط الأفقي.

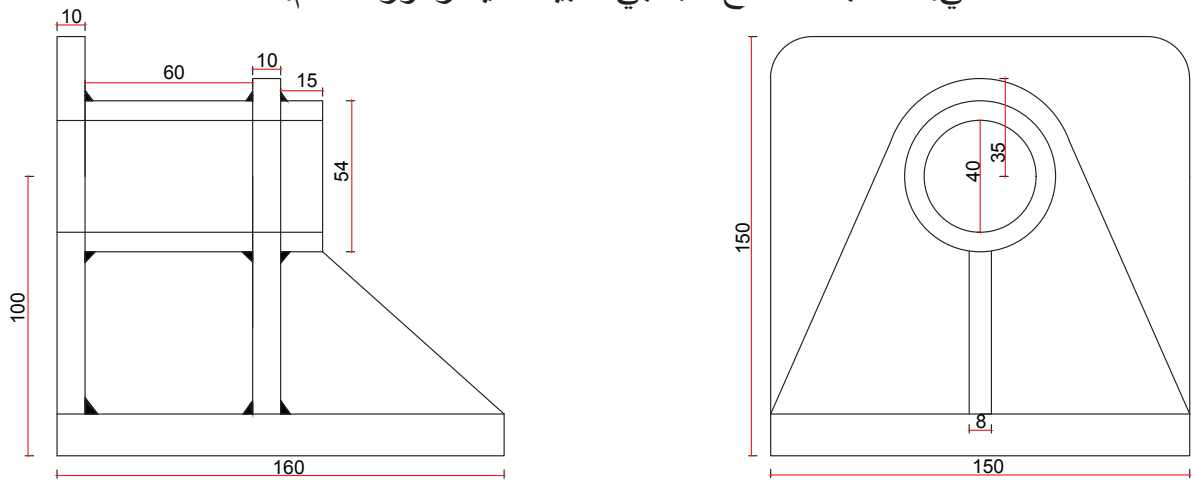
7- يُبيِّن الشكل الآتي المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لقطعة معدنية متوازية المستطيلات، ومثقوبة بثقب نافذ قُطْره (22) ملم، ويراد تسنينه. ارسم بالطريقة البسيطة المسقط الأمامي، والمسقط الجانبي، والقطاع الجانبي لإظهار شكل هذه السن.



المسقط الأمامي. المسقط الجانبي.

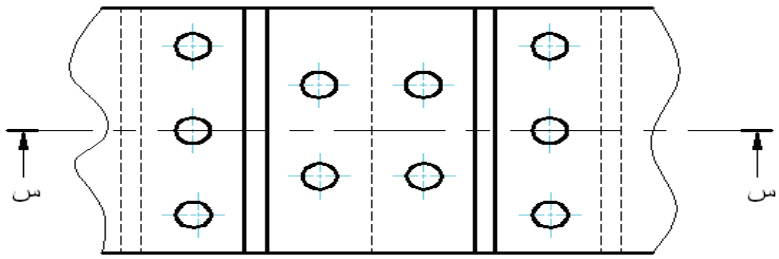
8- يُبيِّن الشكل الآتي المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لحامل جُمِّع باللحام، وظهرت فيه خطوط اللحام بصورة حقيقية. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) ما يأتي:

أ - المسقط الأمامي. ب- القطاع الجانبي، مُبيِّنًا عليه رموز اللحام.



المسقط الجانبي. المسقط الأمامي.

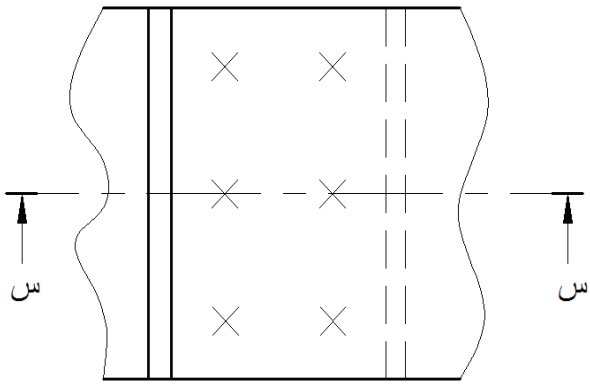
9- ارسم القطاع الأمامي (س–س) لوصلة البرشمة التناكبية المُبيَّنة في الشكل الآتي الذي يُمثِّل المسقط الأفقي.



10- مستعينًا بالشكل المجاور، ارسم ما يأتي:

أ - المسقط الأفقي.

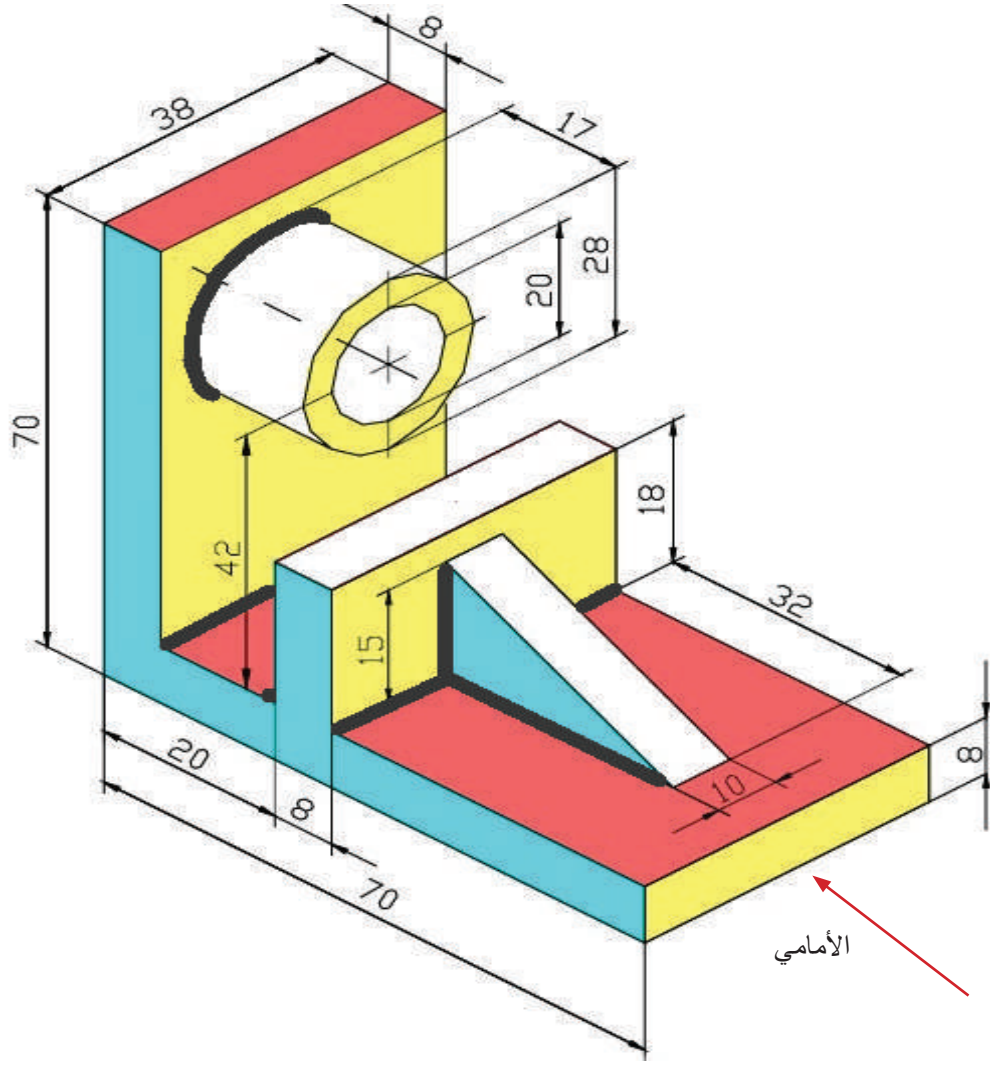
ب- القطاع الأمامي (س-س) لوصلة برشمة تربط قطعتين، سُمْك كُلٍّ منهما (2) مم، باستخدام مسمار برشام قُطْره (8) مم.



11- يُبيِّن الشكل الآتي منظورًا مُجمَّعًا باللحام. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) ما يأتي:

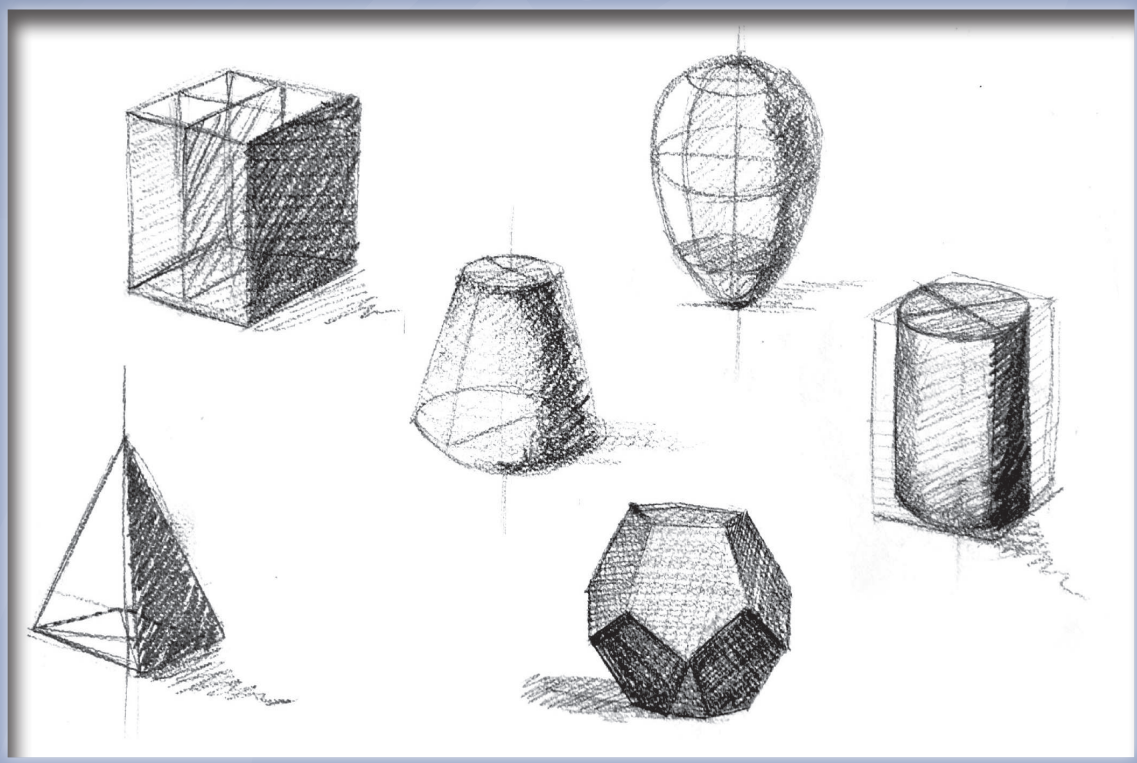
أ - المسقط الأمامي كاملًا، مُبيِّنًا عليه رموز اللحام.

ب- القطاع الجانبي كاملًا، مُبيِّنًا عليه الشكل الحقيقي للحام.



الوحدة الثالثة

الرسم الحر



- ما المجالات التي يُستخدَم فيها الرسم الحر؟
- هل يُغْني الرسم الحر عن الرسم الهندسي؟

الرسم الحر هو أحد أنواع الرسوم التي لا تُستعمَل فيها أداة مساعدة، مثل: المسطرة، والفرجار، والمنقلة، ويُستعمل فيها فقط أدوات الرسم الرئيسية، مثل: القلم، والورق، والممحاة.

يسعى المُصمِّمون دائمًا إلى تطوير مهارة الرسم الحر؛ لأهميتها، وتوفيرها الوقت، وما تمتاز به من سرعة في التنفيذ. ولهذا يُدرَّس موضوع الرسم الحر في الجامعات ضمن مساق منفرد.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يَتعرَّف مفهوم الرسم الحر وفوائده.
- يُحدِّد مواد الرسم الحر وأدواته.
- يُطبِّق الإجراءات الرئيسة للرسم الحر.
- يستخدم مبادئ الرسم الحر.
- يرسم الخطوط والمنحنيات والدوائر والأقواس باليد الحرة.
- يرسم المساقط باليد الحرة.
- يُنفِّذ خطوات إنتاج الرسوم الحرة.
- يرسم المُجسَّمات باليد الحرة.
- يرسم قطعًا وأجزاءً ميكانيكية باليد الحرة.

تعرض هذه الوحدة لمفهوم الرسم الحر، وفوائده، وأدواته، والإجراءات الرئيسة اللازمة لتنفيذه.

أولًا: الرسم الحر (Freehand Sketching)

النتاجات

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يَتعرَّف مفهوم الرسم الحر وفوائده.
- يُحدِّد مواد الرسم الحر وأدواته.
- يُطبِّق الإجراءات الرئيسة للرسم الحر.
- يستخدم مبادئ الرسم الحر.
- يرسم الخطوط والمنحنيات والدوائر والأقواس باليد الحرة.

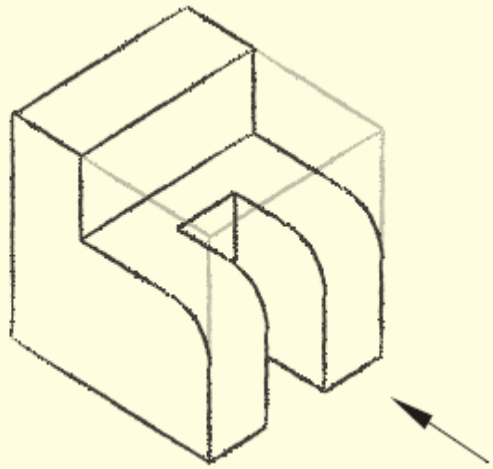
القياس والتقويم

أولًا: الرسم الحر (Freehand Sketching)

انظر وتساءل

انظر إلى الرسم المجاور الذي يُمثِّل منظورًا رُسِم باليد الحرة من دون استخدام أدوات الرسم، واستُخدِم في رسمه قلم وممحاة وورقة.

فيمَ يُستخدَم الرسم باليد الحرة؟



استكشف

ابحث في الشبكة العنكبوتية (الإنترنت) عن دور الرسم الحر في تبسيط التعبيرات الكلامية التي يصعب شرحها، والتمثيل السريع للأفكار على الورق.

اقرأ وتعلَّم

يتطلَّب الرسم الحر مهارة عالية وخيالًا خصبًا لتوثيق ما يجول به الخاطر على الورق باليد الحرة فقط، ويتمتَّع بعض الأشخاص بهذه المَلكة منذ صغرهم، لكنها بحاجة إلى صقل وتطوير عن طريق اتباع الإجراءات السليمة لتنفيذ الرسم، والتدريب الكافي لتخيُّل كيفية ظهور الأجسام ورسمها بصورة صحيحة.

1- مفهوم الرسم الحر وفوائده

الرسم الحر: رسم يعتمد على مهارة اليد في رسم الأشكال من دون استعانة بأدوات تُقيِّد حركة القلم، مثل: المسطرة، والمنقلة، والفرجار. فمهارة اليد هي التي تُوجِّه القلم إلى رسم الخطوط المستقيمة والمنحنية؛ ما يتطلَّب توافقًا ذهنيًّا جسديًّا للتحكُّم في حركة اليد.

للرسم الحر فوائد عديدة، منها:

أ - السرعة في إنجاز الرسوم الميكانيكية.

ب- التعبير عن التصاميم الجديدة برسوم أولية.

جـ - إيجاد حلول للمشكلات الفنية في أثناء العمل.

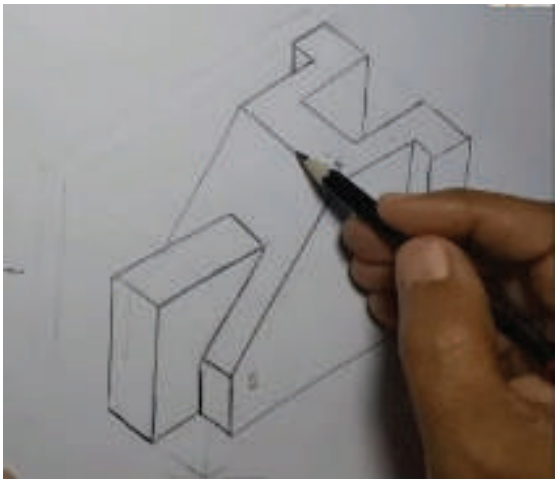
د - إقناع الآخرين بفكرة معينة.

هـ - تنمية القدرة على الانتباه للأشكال وتمييزها.

و- التعبير عن الذات والقيم الجمالية.

2- مواد الرسم الحر وأدواته

يتطلَّب الرسم الحر توافر الأدوات الآتية: قلم رصاص، وممحاة، وورق مربعات، أو ورق عادي. يُمكِن أيضًا استخدام أدوات أُخرى للرسم باليد الحرة، مثل: القلم، والطباشير، واللوح، وممحاة مناسبة، وقد يُستخدَم الحاسوب في ذلك من دون تحديد الزوايا واستقامة الخطوط والانحناءات في أثناء حركة اليد، انظر الشكل (3-1).



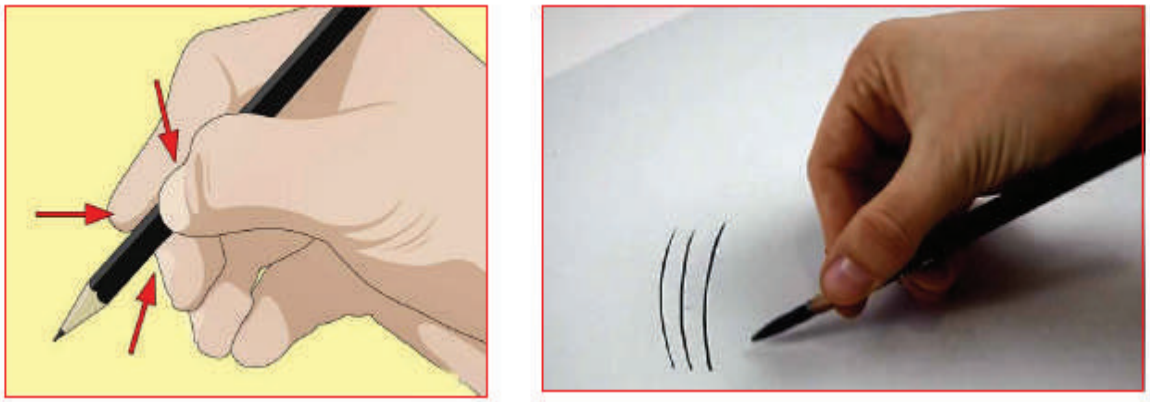
الشكل (3-1): رسم حر على الورق.

3- الإجراءات الرئيسة للرسم الحر

أ - مراعاة أن يكون وضع الجسم مريحًا.

ب- مراعاة أن يكون ميلان ورقة الرسم مناسبًا لميل الذراع.

جـ - مسك القلم بصورة تساعد على التحكُّم في حركته، وفي شِدَّة الخط المراد رسمه، انظر الشكل (3-2).



الشكل (3-2): مسك القلم بالطريقة المناسبة في أثناء عملية الرسم.

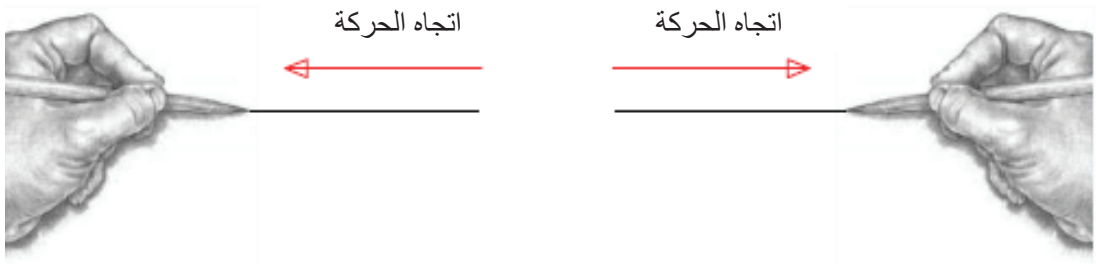
د- سحب رأس القلم دائمًا على لوحة الرسم؛ ما يريح اليد.

هـ - الاعتماد على حركة الذراع في الرسم أكثر من تحريك رسغ اليد.

4- مبادئ الرسم الحر

في ما يأتي بعض المبادئ الأساسية للرسم الحر:

أ - **رسم الخطوط المستقيمة:** يُفضَّل سحب رأس القلم على سطح لوحة الرسم عند رسم الخطوط المستقيمة، لذلك تُرسَم الخطوط الأفقية من اليسار إلى اليمين لمَنْ يستخدم اليد اليمنى، وتُرسَم من اليمين إلى اليسار لمَنْ يستخدم يده اليسرى، انظر الشكل (3-3).



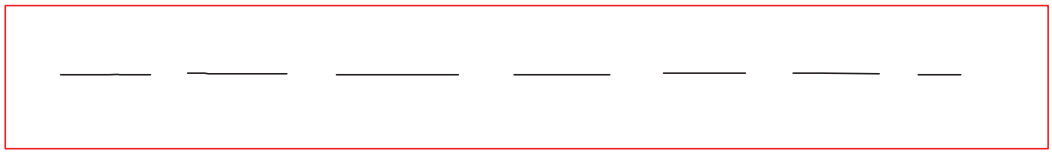
الشكل (3-3): اتجاه حركة اليد لرسم الخطوط الأفقية.

أمّا الخطوط الرأسية فتُرسَم من الأعلى إلى الأسفل، انظر الشكل (3-4).

الشكل (3-4): اتجاه حركة اليد في أثناء رسم الخطوط الرأسية.

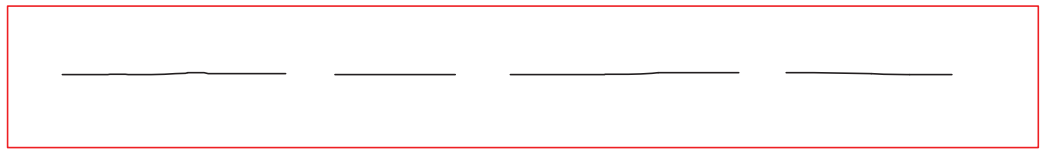
لرسم الخطوط الطويلة، تُتَّبَع الخطوات الآتية:

1. رسم مجموعة من الخطوط المستقيمة القصيرة بخط رفيع بين طرفي البداية والنهاية للخط الطويل، انظر الشكل (3-5/ أ).



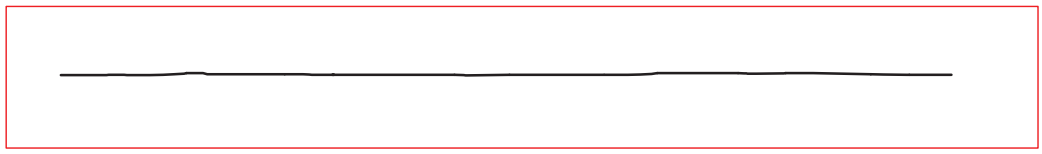
الشكل (3-5/ أ): رسم خطوط مستقيمة قصيرة ورفيعة.

2. توصيل الخطوط القصيرة ليصبح طولها أكبر، انظر الشكل (3-5/ ب).



الشكل (3-5/ب): توصيل الخطوط القصيرة لتصبح أكثر طولًا.

3. توصيل الخطوط بعضها ببعض لتُشكِّل الخط المطلوب، وزيادة سُمْك الخط، انظر الشكل (3-5/ جـ).

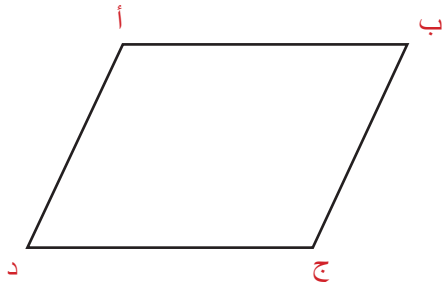


الشكل (3-5/ جـ): توصيل الخطوط لتصبح خطًّا واحدًا.

ب- **رسم الخطوط المائلة:** إذا لم تكن اللوحة ثابتة فإنه يُمكِن تدويرها بحيث تُرسَم الخطوط أفقيًّا أو رأسيًّا. أمّا إذا كانت اللوحة ثابتة، فيجب تغيير اتجاه رسغ اليد بحيث يُمكِن سحب رأس القلم في الاتجاه المطلوب.

المثال (3-1)

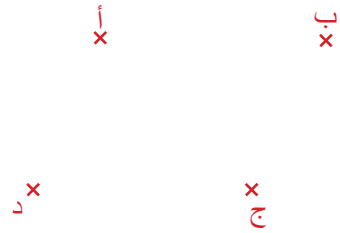
ارسم الشكل الهندسي (أ ب ج د) المُبيَّن في الشكل (3-6) رسمًا حرًّا بافتراض أن لوحة الرسم غير مُثبَّتة على طاولة الرسم.



الشكل (3-6): الشكل الهندسي (أ ب ج د).

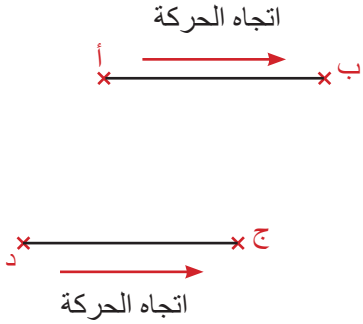
الحل

1 - حدِّد النقاط (أ، ب، ج، د) على ورقة الرسم كما في الشكل (3-6/ أ).



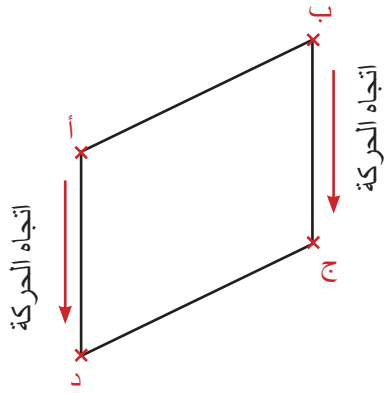
الشكل (3-6/ أ): تحديد النقاط (أ ، ب ، ج ، د)

2 - ارسم خطين أفقيين بسحب رأس القلم من النقطة (أ) إلى النقطة (ب)، ومن النقطة (د) إلى النقطة (ج) كما في الشكل (3-6/ ب).



الشكل (3-6/ ب): رسم الخطوط الأفقية.

3 - غيِّر اتجاه لوحة الرسم بحيث يكون الاتجاه من النقطة (أ) إلى النقطة (د) رأسيًّا، والاتجاه من النقطة (ب) إلى النقطة (ج) رأسيًّا، أنظر الشكل (3-6/جـ). ثم ارسم الخطوط الرأسية من النقطة (أ) إلى النقطة (د)، ومن النقطة (ب) إلى النقطة (ج).



الشكل (3-6/ جـ): تغيير اتجاه لوحة الرسم ورسم الخطوط الرأسية.

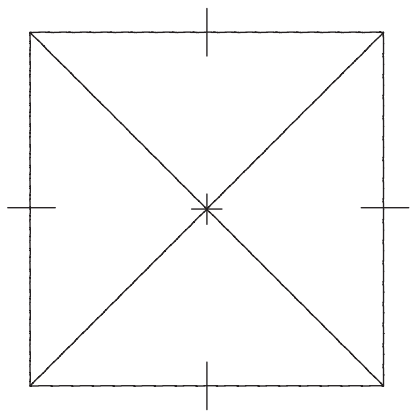
التمرين (3-1)

ارسم الشكل الهندسي (أ ب ج د) المُبيَّن في الشكل (3-6) رسمًا حرًّا من دون تغيير اتجاه الورقة.

ملحوظة: إذا كانت زاوية الخط المائل عن الخط الأفقي أقل من (45°) فإن الشكل يُرسَم بطريقة الخطوط الأفقية، وإذا كانت الزاوية أكبر من (45°) فإنه يُرسَم بطريقة الخطوط الرأسية؛ أيْ إن اتجاه حركة اليد من النقطة العلوية إلى النقطة السفلية.

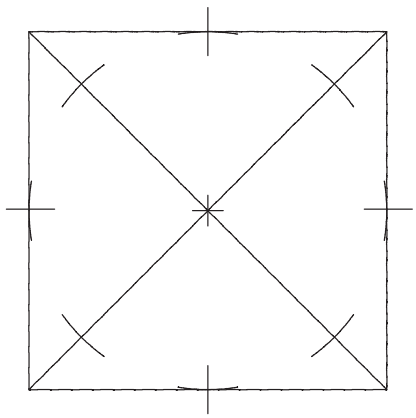
جـ - رسم الدوائر والأقواس: لرسم الدوائر والأقواس، اتَّبِع الخطوات الآتية:

1. أرسم مربعًا تمس الدائرة أضلاعه من الداخل، ويكون طول ضلعه مساويًا لقُطْر الدائرة تقريبًا. بعد ذلك ارسم قُطْري المربع لتحديد مركز الدائرة، ثم حدِّد منتصف أضلاعه كما في الشكل (3-7/ أ).



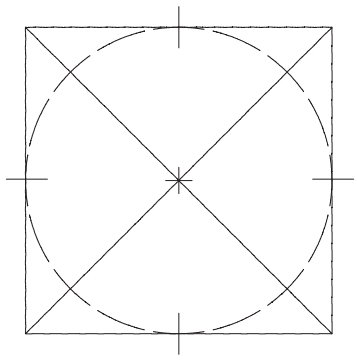
الشكل (3-7/ أ): رسم المربع والأقطار وتنصيفها.

2. ارسم أقواسًا صغيرة في أماكن تماس الدائرة مع الأضلاع، ثم ارسم أقواسًا مشابهة تُقاطِع أقطار المربع، وتبعد بمقدار نصف قُطْر الدائرة عن المركز، انظر الشكل (3-7/ ب).

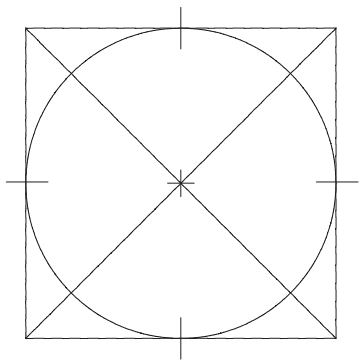


الشكل (3-7/ ب): رسم أقواس صغيرة تمس أضلاع المربع، وتقطع الأقطار.

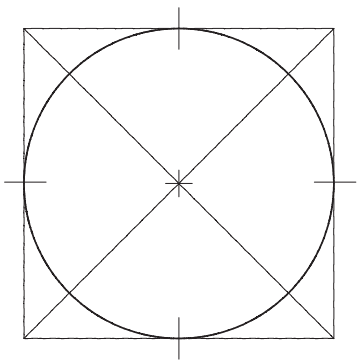
3. ارسم أقواسًا صغيرة بين الأقواس المماسة لأضلاع المربع والأقواس التي تُقاطِع الأقطار لإظهار الشكل الدائري كما في الشكل (3-7/ جـ)، ثم أكمِل الشكل الدائري كما في الشكل (3-7/ د)، ثم زِدْ سُمْك الخط كما في الشكل (3-7/ هـ).



الشكل (3-7/ جـ).



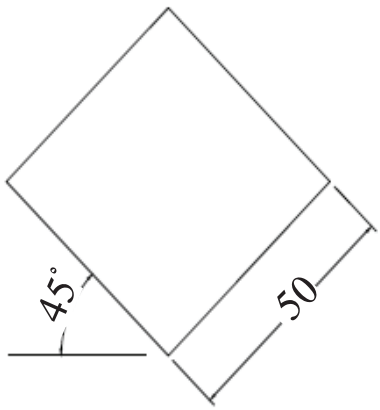
الشكل (3-7/ د).



الشكل (3-7/ هـ).

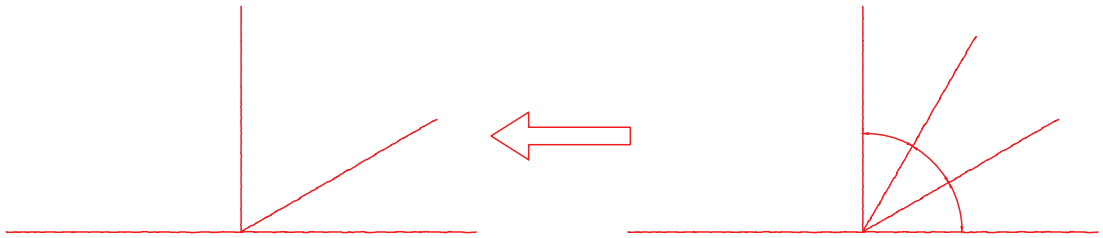
التمرين (3-2)

ارسم دائرة باليد الحرة بحيث تمس أضلاع المربع الظاهر في الشكل المجاور.



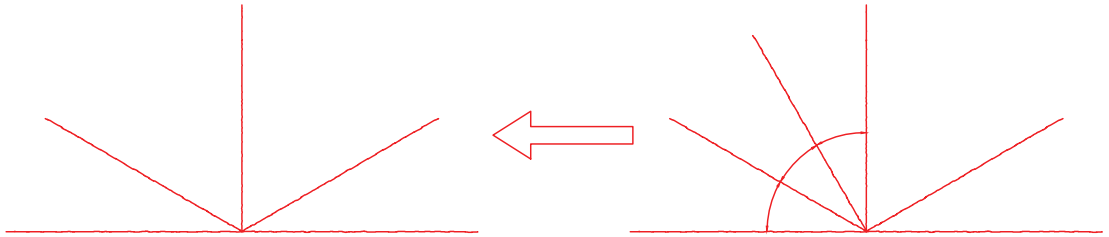
د- **رسم الشكل البيضوي:** تظهر الدوائر دائمًا في المُجسَّمات الآيزومترية بأشكال بيضوية. ولرسمها في مساقط المنظور الثلاثة رسمًا حرًّا، أتَّبِع الخطوات الآتية:

1. ارسم خطًّا أفقيًّا وآخر عموديًّا عليه من المنتصف تقريبًا، ثم ارسم خطًّا يميل عن الخط الأفقي بزاوية (30°)، ويمر أحد طرفيه بنقطة تقاطع الخط الأفقي والخط العمودي (قسِّم الزاوية (90°) إلى ثلاث زوايا متساوية، ثم امسح خط الزاوية الأُخرى، فيظل خط الزاوية (30°) مع الأفقي)، انظر الشكل (3-8).



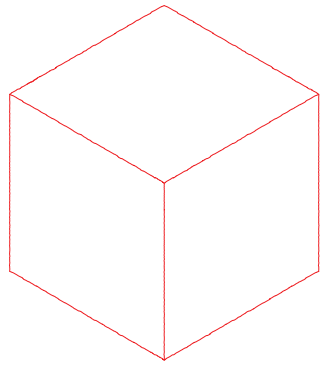
الشكل (3-8): رسم خط أفقي، وخط عمودي، وخط مائل بزاوية (30°) عن الأفقي.

2. كرِّر ما في الخطوة السابقة في الجهة اليسرى من الشكل، انظر الشكل (3-8/ أ).

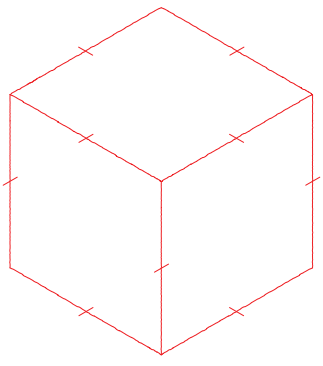


الشكل (3-8/ أ): رسم خط يميل بزاوية (30°) عن الأفقي من الجهة اليسرى.

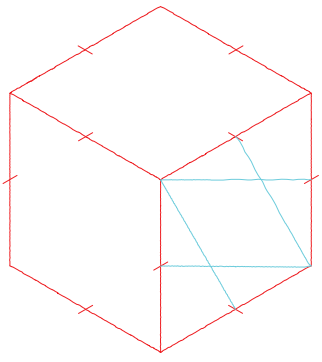
3. أكمِل شكل المكعب برسم خطوط موازية للخطوط المائلة والخط العمودي، وامسح الخط الأفقي، انظر الشكل (3-8/ ب)، ثم نصِّف أضلاع المكعب جميعها كما في الشكل (3-8/ ج)، ثم ارسم خطين من كل زاوية منفرجة (للمسقط الأمامي) يصلان منتصف الضلعين المقابلين، انظر الشكل (3-8/ د).



الشكل (3-8/ ب): إكمال شكل المكعب.

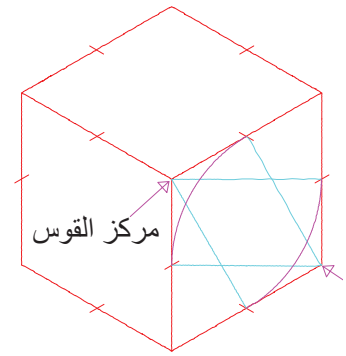


الشكل (3-8/ جـ): تنصيف أضلاع المكعب.

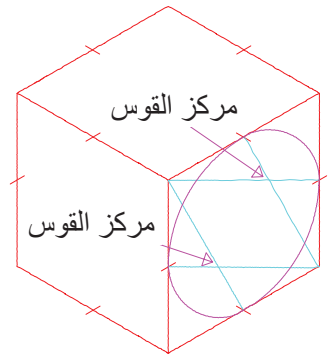


الشكل (3-8/ د): رسم خطوط من الزوايا المنفرجة.

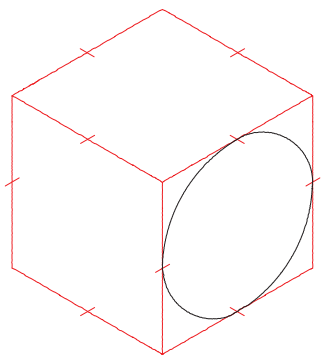
4. ارسم القوسين الكبيرين بحيث يكون مركز كل قوس رأس الزاوية المنفرجة، ويمس طرفا القوس منتصف الضلعين المقابلين، انظر الشكل (3-8/هـ). بعد ذلك ارسم القوسين الصغيرين، بحيث يكون مركز كل قوس نقطة تقاطع الخطين الداخليين، ويمس طرفا القوس منتصف الضلعين القريبين، انظر الشكل (3-8/ و)، ثم امسح الخطوط الزائدة، وزِدْ سُمْك الشكل البيضوي، انظر الشكل (3-8/ ز).



الشكل (3-8/ هـ): رسم القوسين الكبيرين.

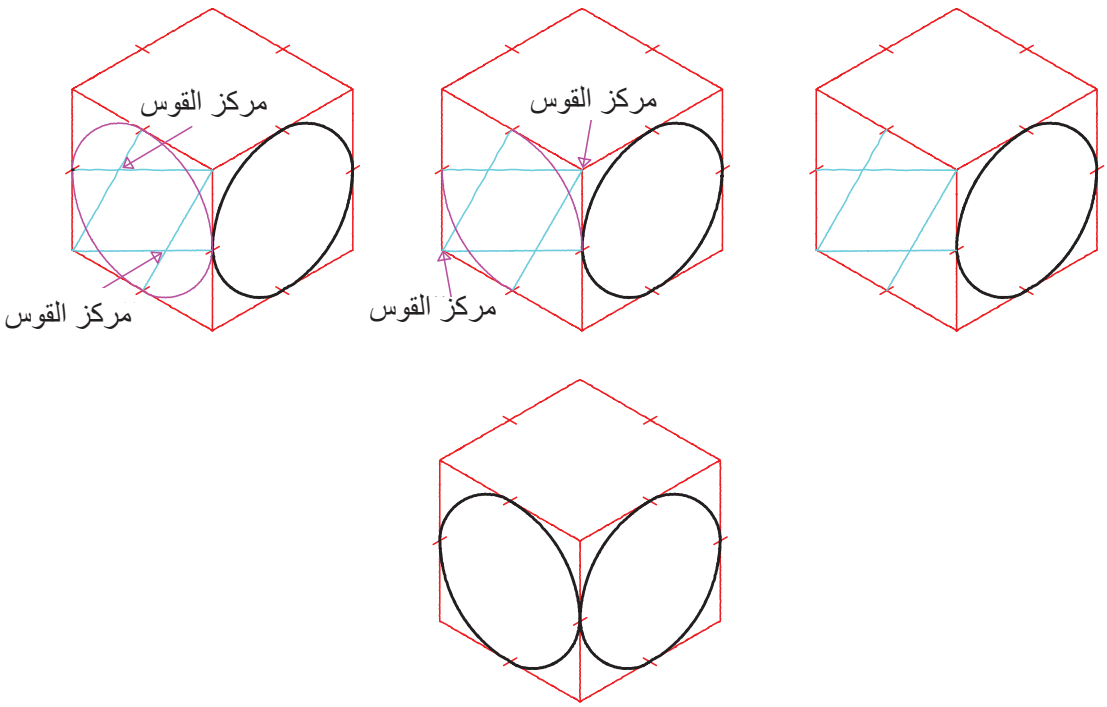


الشكل (3-8/ و): رسم القوسين الصغيرين (للمسقط الأمامي).



الشكل (3-8/ ز): مسح الخطوط الزائدة، وزيادة سُمْك الخط.

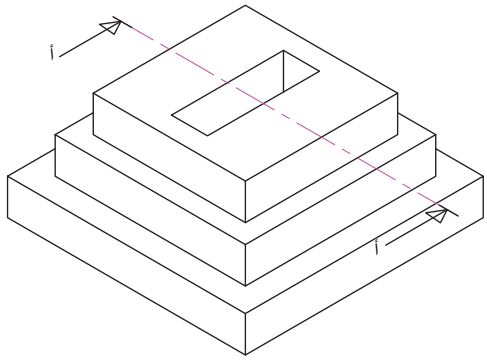
5. كرِّر الخطوات للمسقط الجانبي والمسقط الأفقي كما في الشكل (3-8/ ح).



الشكل (3-8/ ح): خطوات رسم الشكل البيضوي في المسقط الجانبي

المثال (3-2)

يُبيِّن الشكل (3-9) منظورًا آيزوميتريًا لأحد المُجسَّمات.



الشكل (3-9).

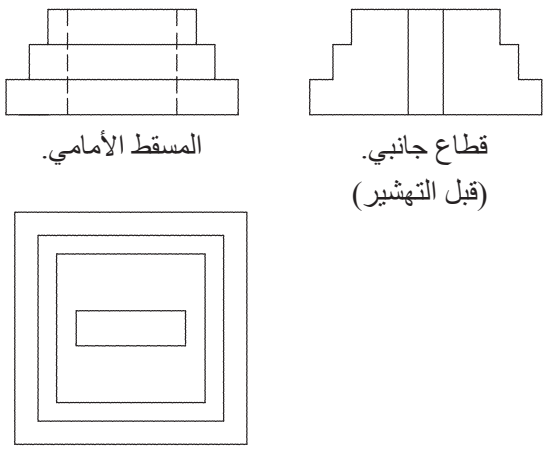
المطلوب: ارسم ما يأتي رسمًا حرًّا:

- المسقط الأمامي.
- القطاع الجانبي (أ-أ).
- المسقط الأفقي.

الحل

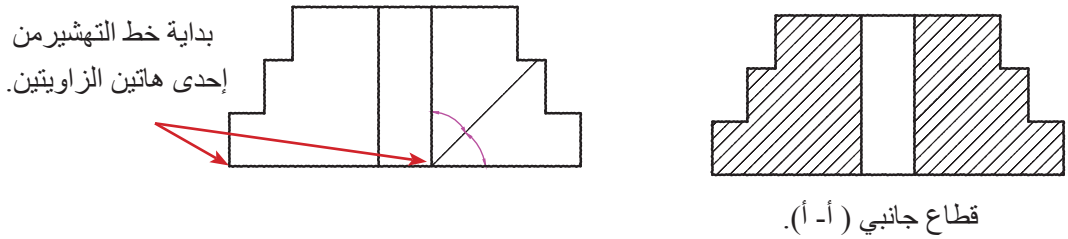
من المُلاحَظ أن جميع الخطوط المستخدمة في المسقطين الأمامي والأفقي والقطاع الجانبي هي خطوط أفقية ورأسية، وأنها تُرسَم كما تعلَّمْتَ، وأن خطوط التهشير تميل بزاوية (45°)، ويُحدَّد ميلانها بمحاولة تقسيم الزاوية (90°) إلى نصفين متساويين، ثم رسم خطوط متوازية لإتمام عملية التهشير.

1 - ارسم الخطوط الأفقية والعمودية للمسقطين الأمامي والأفقي والقطاع الجانبي (أ-أ) بخط رفيع، ثم زِدْ سُمْك الخطوط، انظر الشكل (3-10).



الشكل (3-10): رسم الخطوط الأفقية والعمودية للمساقط.

2 - لتهشير القطاع (أ-أ) بزاوية (45°)، ابدأ برسم خط مائل يُنصِّف الزاوية القائمة من إحدى الزاويتين السفليتين في اليسار؛ لبدء الخط منها، ثم ارسم خطوط موازية لهذا الخط كما في الشكل (3-10/ أ).

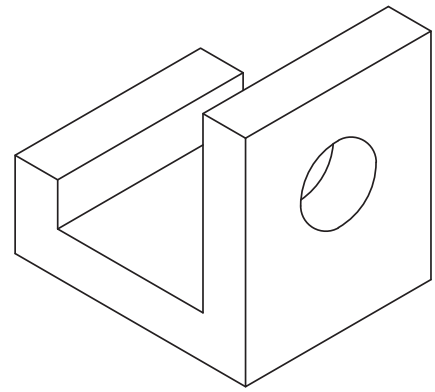


قطاع جانبي (أ- أ).

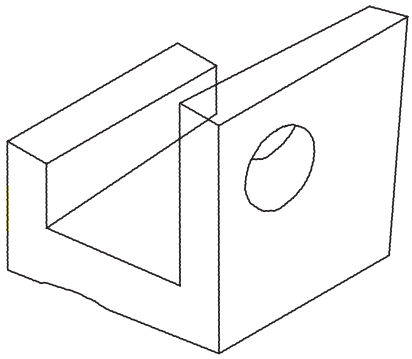
الشكل (3-10/ أ): رسم خط تهشير يُنصِّف الزاوية القائمة.

المثال (3-3)

يُبيِّن الشكل (3-11/ أ) منظورًا آيزومتريًّا لأحد المُجسَّمات، ويُبيِّن الشكل (3-11/ ب) رسمًا باليد الحرة لنفس المنظور الآيزومتري يحوي أخطاء مقصودة. بيِّن هذه الأخطاء.



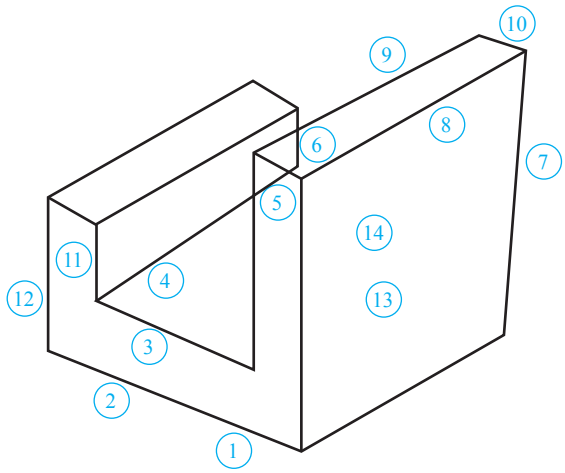
الشكل (3-11/ أ): منظور آيزومتري.



الشكل (3-11/ ب): الرسم الحر للمنظور الآيزومتري.

الحل

يُبيِّن الشكل المجاور الرسم الحر للمنظور الآيزومتري، وأرقامًا تشير إلى الأجزاء التي تحوي أخطاءً، تنطبق على الشكل (3-11/ب)، وبيانًا للأخطاء بجانب كل رقم.



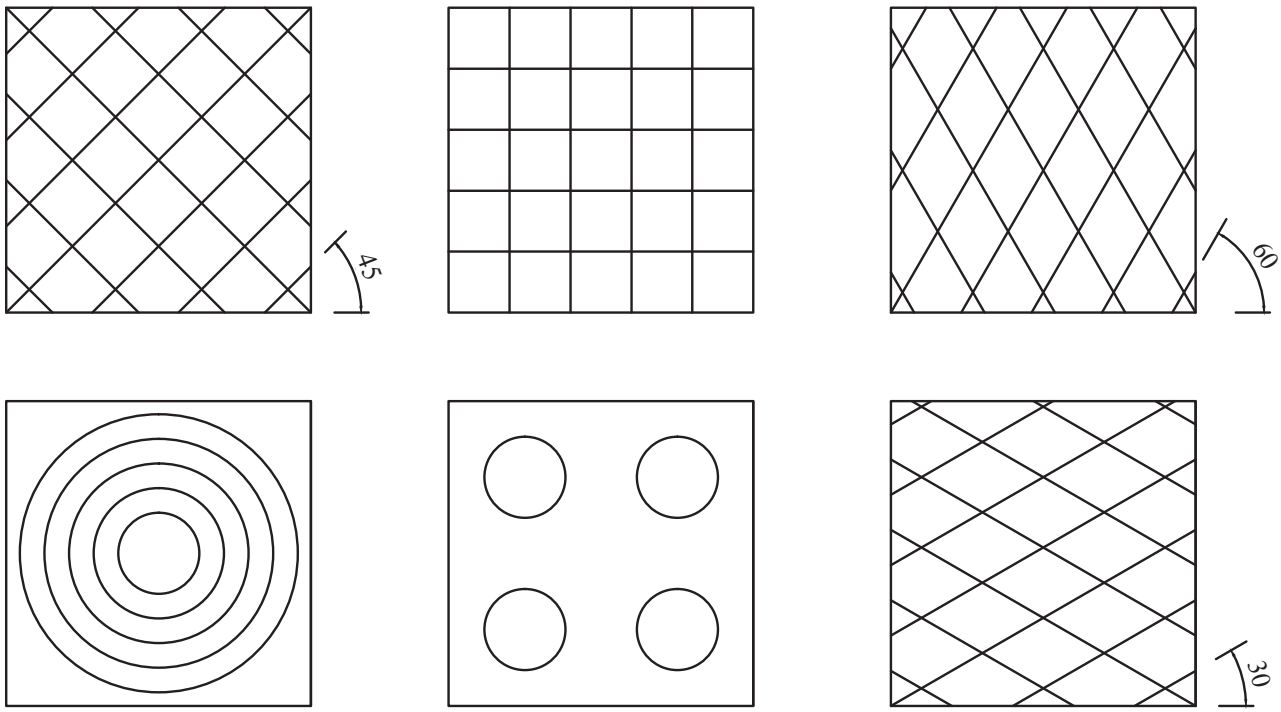
1 - ميلان الخط غير صحيح.
2 - استقامة الخط غير صحيحة.
3 - ميلان الخط غير صحيح.
4 - ميلان الخط غير صحيح.
5 - يجب ألّا يظهر امتداد هذا الخط في هذه المنطقة.
6 - يجب ألّا يظهر امتداد هذا الخط في هذه المنطقة.
7 - ميلان الخط غير صحيح.
8 - طول الخط غير صحيح.
9 - ميلان الخط وطوله غير صحيحين.
10 - ميلان الخط وطوله غير صحيحين.
11 - طول الخط غير صحيح.
12 - طول الخط غير صحيح.
13 - مكان الشكل البيضوي غير صحيح.
14 - شكل الجزء البيضوي ومكانه غير صحيحين.

قف أمام إحدى الآلات الموجودة في مشغلك ثم ارسمها باليد الحرة، ثم اعرض الرسم على معلمك.

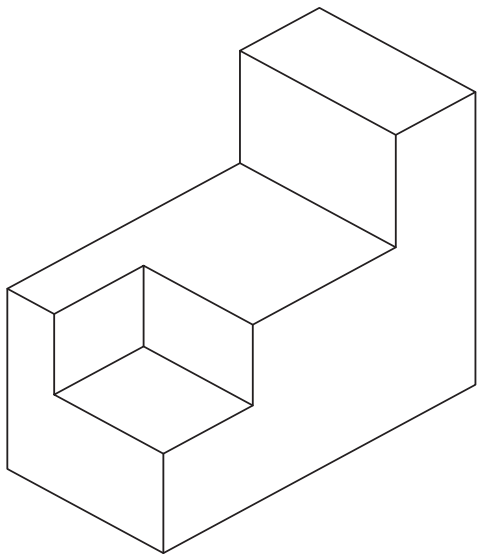
أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	مُؤشِّر الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتعرَّف أهمية الرسم الحر وفوائده.			
2	أُحدِّد مواد الرسم الحر وأدواته.			
3	أُطبِّق الإجراءات الأساسية للرسم الحر.			
4	أرسم الخطوط المستقيمة باليد الحرة.			
5	أرسم الخطوط المائلة باليد الحرة.			
6	أرسم المنحنيات والدوائر والأقواس باليد الحرة.			
7	أُنفِّذ خطوات إنتاج الرسوم الحرة.			
8	أرسم المساقط باليد الحرة.			
9	أرسم المُجسَّمات باليد الحرة.			
10	أرسم قطعًا وأجزاءً ميكانيكية رسمًا حرًّا.			

1- ارسم باليد الحرة الرسوم المُبيَّنة في الشكل الآتي.



2- يُبيِّن الشكل المجاور منظورًا آيزومتريًّا لأحد المُجسَّمات. مستعينًا بالشكل، ارسم باليد الحرة ما يأتي:



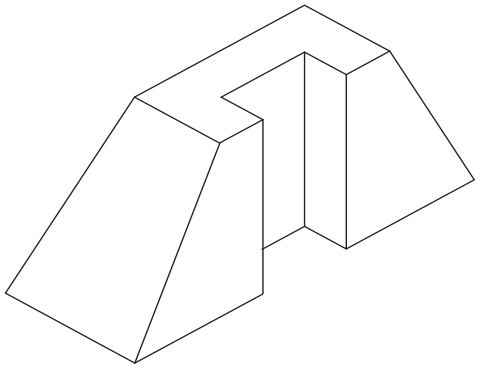
أ - المنظور الآيزومتري.

ب- المسقط الأمامي.

جـ- المسقط الجانبي.

د - المسقط الأفقي.

3- يُبيِّن الشكـــل المجاور منظورًا آيـزومتريًّا لأحد المُجسَّمات. مستعينًا بالشكل، ارسم باليد الحرة ما يأتي:



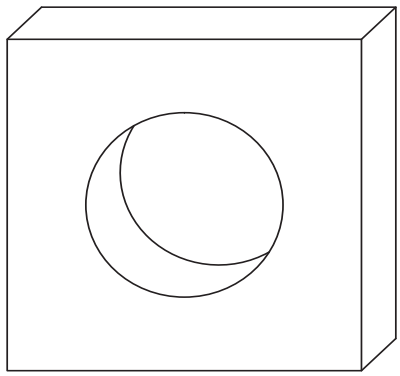
أ - المنظور الآيزومتري.

ب- المسقط الأمامي.

جـ- المسقط الجانبي.

د - المسقط الأفقي.

4- يُبيِّن الشكل المجاور منظورًا جبهيًّا لأحد المُجسَّمات. مستعينًا بالشكل، ارسم باليد الحرة ما يأتي:



أ - المنظور الآيزومتري.

ب- المسقط الأمامي.

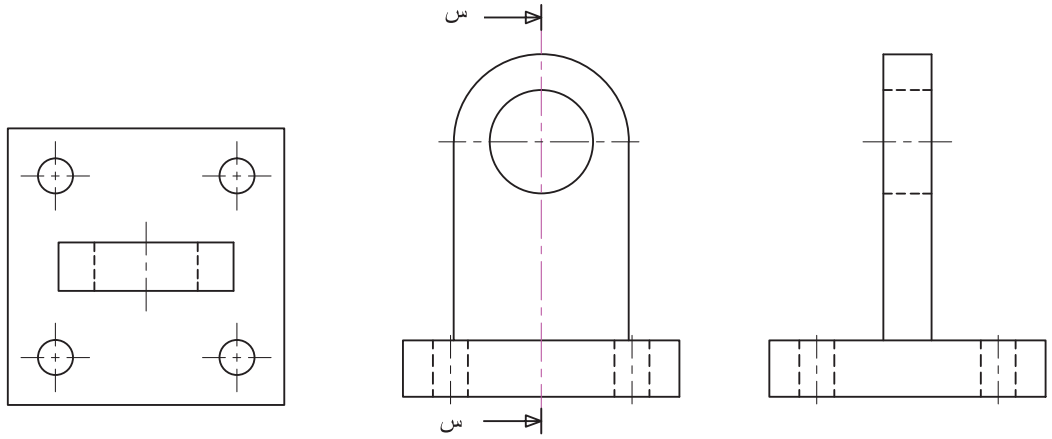
جـ- المسقط الجانبي.

د- المسقط الأفقي.

5- يُبيِّن الشكل الآتي مساقط إحدى القطع الميكانيكية. مستعينًا بالشكل، ارسم باليد الحرة ما يأتي:

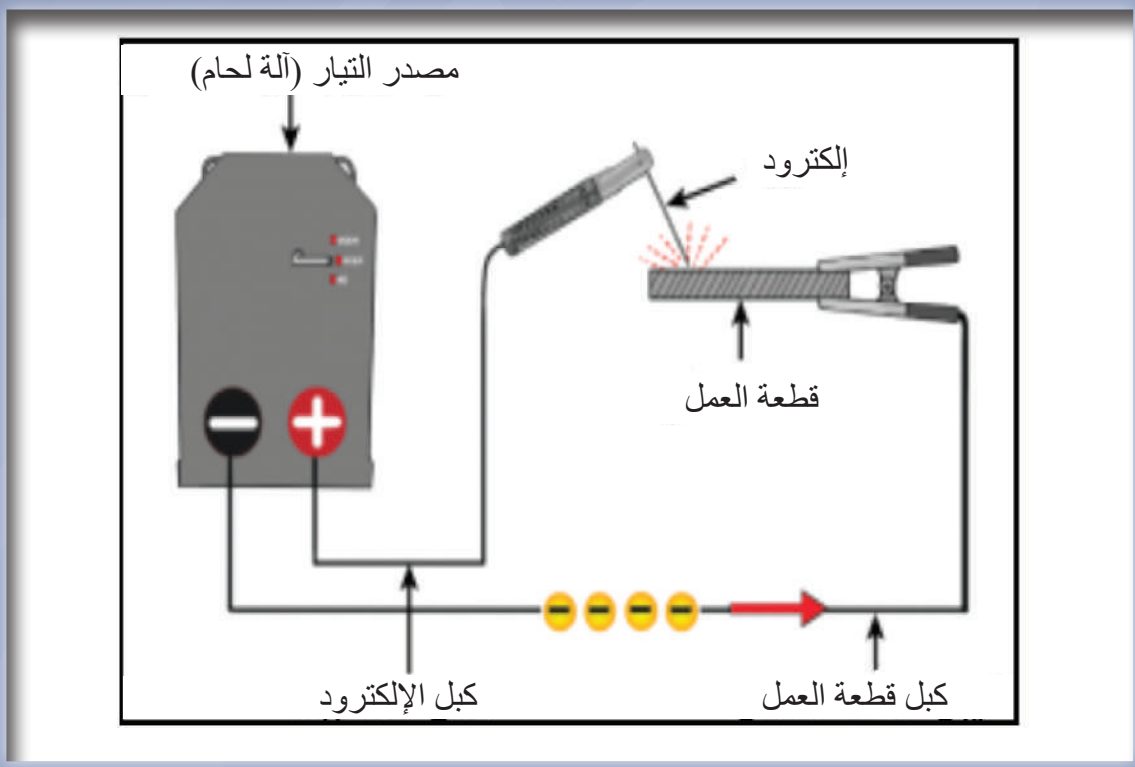
أ - المنظور الآيزومتري.

ب- القطاع الجانبي (س-س).



الوحدة الرابعة

الرسم التخطيطي



- ماذا يُمثِّل الرسم في الصورة أعلاه؟
- ماذا يُسمّى هذا النوع من الرسم؟

الرسم التخطيطي: شكل أولي يساعد على إظهار جوانب الفكرة بصورة بسيطة باستخدام الرموز، وهو رسم رمزي يُستعمَل كثيرًا في الكتيبات (الكتالوجات) والدارات الميكانيكية المتكاملة، مثل: التمديدات الصحية، والتدفئة المركزية، وأنظمة التكييف والتبريد، والأعمال الميكانيكية التنفيذية، مثل: اللحام، وإنتاج الأجزاء الميكانيكية المُصطلَح عليها دوليًّا، مثل: البراغي، والصواميل، ومسامير البرشمة. يُستخدَم هذا النوع من الرسم في كتيبات الأجهزة والآلات لإظهار ترابط الأجزاء بعضها ببعض من دون إظهار كيفية ذلك.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرَّف أهمية الرسم التخطيطي.
- يتعرَّف مفهوم الرسم التخطيطي.
- يُطبِّق الإرشادات العامة للرسم التخطيطي.
- يرسم مخططًا لآلة اللحام بالقوس الكهربائي.
- يرسم مخططًا لآلة لحام التنجستون المحجوب بالغاز.
- يرسم مخططًا لآلة اللحام بالقوس المعدني المحجوب بالغاز.
- يرسم مخططًا لآلة لحام المقاومة.
- يرسم مخططًا لمحطة اللحام بالأكسي أستلين.

أولًا: الرسم التخطيطي

النتاجات

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

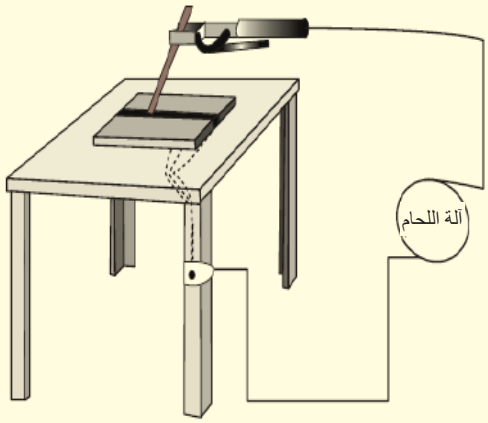
- يتعرَّف أهمية الرسم التخطيطي.
- يتعرَّف مفهوم الرسم التخطيطي.
- يُطبِّق الإرشادات العامة للرسم التخطيطي.
- يرسم مخططًا لآلة اللحام بالقوس الكهربائي.
- يرسم مخططًا لآلة لحام التنجستون المحجوب بالغاز.
- يرسم مخططًا لآلة اللحام بالقوس المعدني المحجوب بالغاز.
- يرسم مخططًا لآلة لحام المقاومة.
- يرسم مخططًا لمحطة اللحام بالأكسي أستلين.

القياس والتقويم

أولًا: الرسم التخطيطي

انظر وتساءل

انظر إلى الشكل المجاور الذي يُمثِّل مكونات وحدة لحام القوس الكهربائي اليدوي. لماذا رُسِمت الوحدة بهذه الصورة؟



استكشف

ابحث - بالتعاون مع زملائِك - عن العناصر المُكوِّنة لوحدات اللحام المختلفة.

اقرأ وتعلَّم

تُستخدَم الرسوم التخطيطية في الصناعة لتصوير الآلات والأجهزة المختلفة وتوضيح مبدأعملها، وتُستخدَم أيضًا عند إعداد جهاز جديد بوضع تصوُّر له، ولطريقة عمله، وإجراء أيِّ تعديلات لازمة عليه قبل البدء بالتنفيذ، علمًا بأن الرسوم التخطيطية لا تشمل التفاصيل غير الضرورية، وإنما تقتصر على الأجزاء التي تُبيِّن مبدأ العمل.

1- مفهوم الرسم التخطيطي

رسم بسيط يَستخدم رموزًا وخطوطًا بسيطة لنقل معلومات مهمة تُوضِّح كيفية عمل الوحدات الميكانيكية وفقًا لترتيب المُكوِّنات في الرسم. تعرض هذه الوحدة لعدد من المخططات الخاصة ببعض الآت اللحام التي يكثر استخدامها.

2- أهمية الرسم التخطيطي

تتمثَّل أهمية الرسم التخطيطي للأنظمة والأجهزة والآلات الميكانيكية في ما يأتي:

أ - سهولة الرسم التخطيطي مقارنةً بالرسم الميكانيكي من حيث: الإعداد، والتنفيذ، والقراءة. فالوقت اللازم لإعداد الرسم التخطيطي أقل كثيرًا من الوقت اللازم للرسم الميكانيكي.

ب- إظهار الأجزاء الرئيسية.

جـ- إظهار العلاقة بين المُكوِّنات، وتسلسل ترابط بعضها ببعض.

د- بيان مبدأ العمل.

هـ- بيان طريقة نقل الحركة بين المُكوِّنات.

الإرشادات العامة للرسم التخطيطي

أ - وجوب استخدام الخطوط الواضحة المتصلة.

ب- رسم المُكوِّنات الرئيسة فقط التي تُظهِر طريقة العمل.

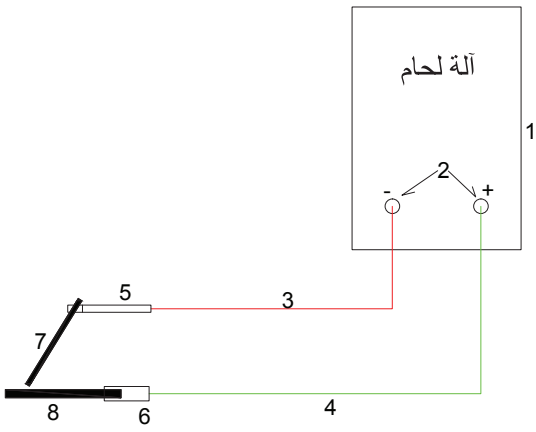
جـ- في حال تكرار رسم جزء معين أكثر من مرَّة في المخطط، يجب رسمه بالأبعاد نفسها.

د - الرسم التخطيطي لا يُوضِّح كيفية تصميم مُكوِّنات الوحدة الميكانيكية.

المثال (4-1)

تأمَّل الشكل (4-1)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- ماذا يُمثِّل المخطط في هذا الشكل؟
- ضع مـكان الأرقام التي على المخطط الأسماء التي تُمثِّلها؟
- ما نوع التيار المُستخدَم في المخطط؟



الشكل (4-1): مُكوِّنات محطة اللحام بالقوس الكهربائي.

الحل

1 - يُمثِّل المخطط وحدة لحام القوس الكهربائي اليدوي.

2 -

الرقم	اسم القطعة	الرقم	اسم القطعة
1	جسم آلة اللحام.	5	مقبض الإلكترود.
2	مصدر التيار.	6	المربط الأرضي.
3	كبل سلك اللحام.	7	إلكترود اللحام.
4	الكبل الأرضي.	8	قطعة العمل.

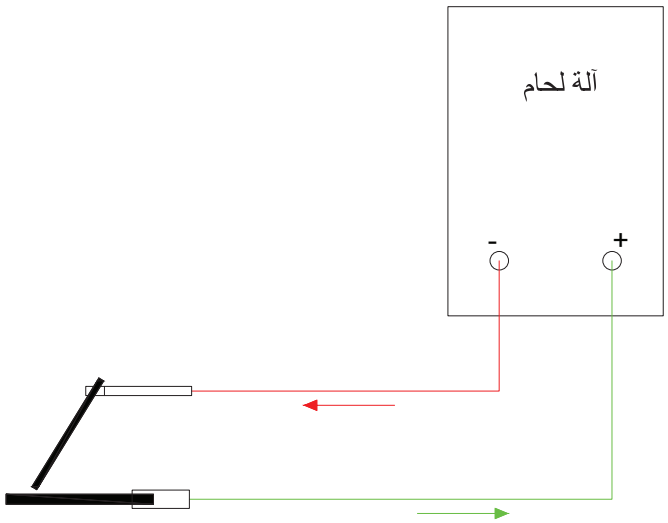
3 - نوع التيار المستخدم هو التيار المباشر.

المثال (4-2)

يُبيِّن الشكل (4-2) مخطط وحدة لحام القوس الكهربائي اليدوي.

المطلوب:

- ما نوع القطبية المُستخدَمة؟
- كيف تتوزَّع الحرارة بين إلكترود اللحام وقطعة العمل؟
- ارسم دارة اللحام المُرفَقة في حال عكس القطبية، مُوضِّحًا التغييرات الحاصلة في الفرعين: (1)، و(2).



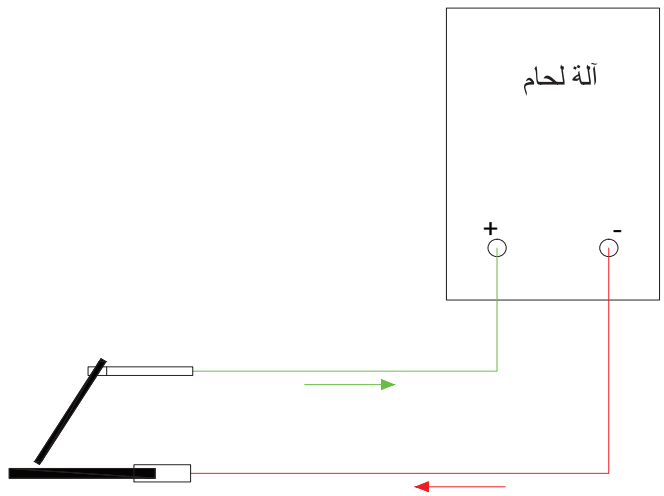
الشكل (4 - 2): مخطط دارة لحام القوس الكهربائي المغلف.

الحل

1 - نوع القطبية المستخدمة هو القطبية المستقيمة.

2 - تتوزَّع الحرارة بحيث يكون ثلثها لإلكترود اللحام، وثلثاها لقطعة العمل.

3 - تصبح القطبية معكوسة، وتتوزع الحرارة بحيث يكون ثلثاها لإلكترود اللحام، وثلثها لقطعة العمل، كما في الشكل (4-3).

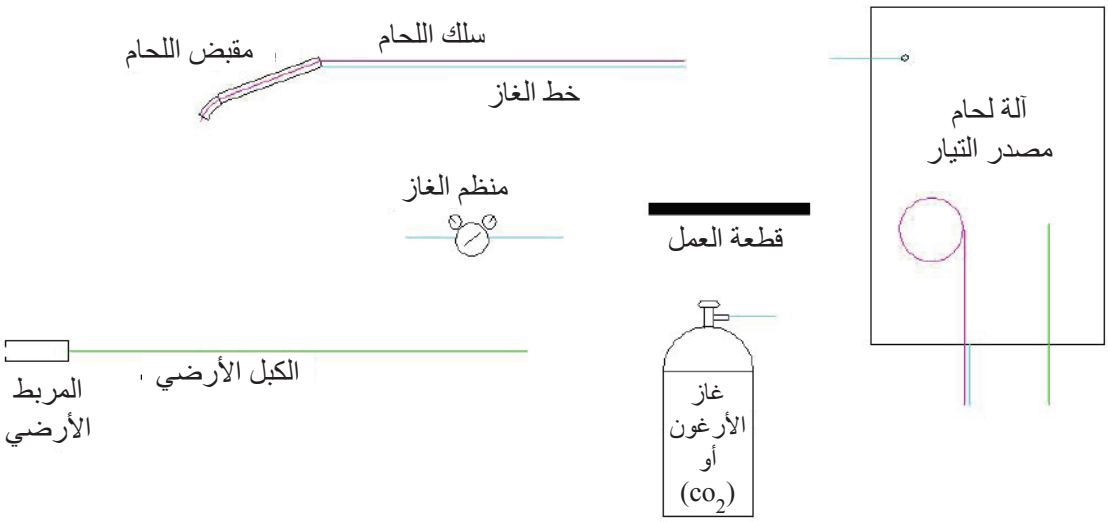


الشكل (4 - 3): مخطط دارة لحام القوس الكهربائي في حالة قطبية معكوسة.

المثال (4-3)

يُبيِّن الشكل (4-4) مُكوِّنات وحدة اللحام الكهربائي المعدني المحجوب بالغاز (الميج)، المطلوب:

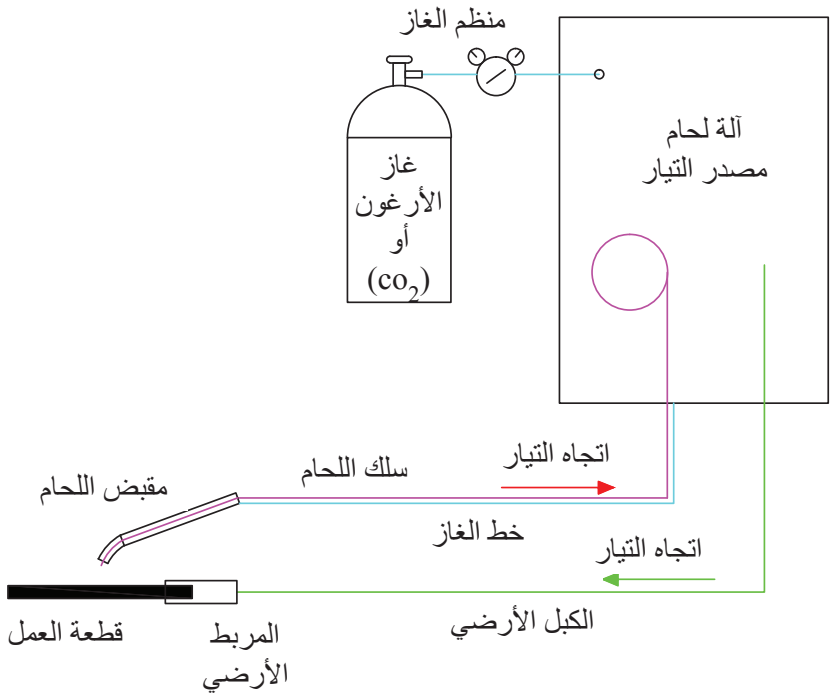
- ارسم مخططًا لهذه الوحدة يُبيِّن طريقة ربط مكوناتها.
- اكتب أسماء الأجزاء على الرسم، مُبيِّنًا اتجاه التيار الكهربائي.



الشكل (4-4): مكونات وحدة لحام الميج.

الحل

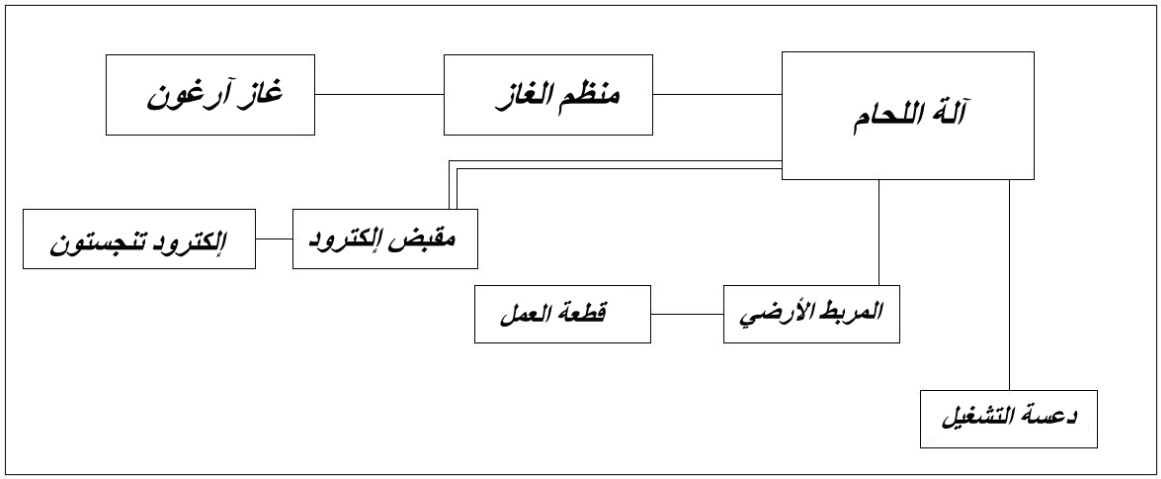
يُبيِّن الشكل (4-5) حل المثال.



الشكل (4-5): مخطط وحدة لحام الميج.

المثال (4-4)

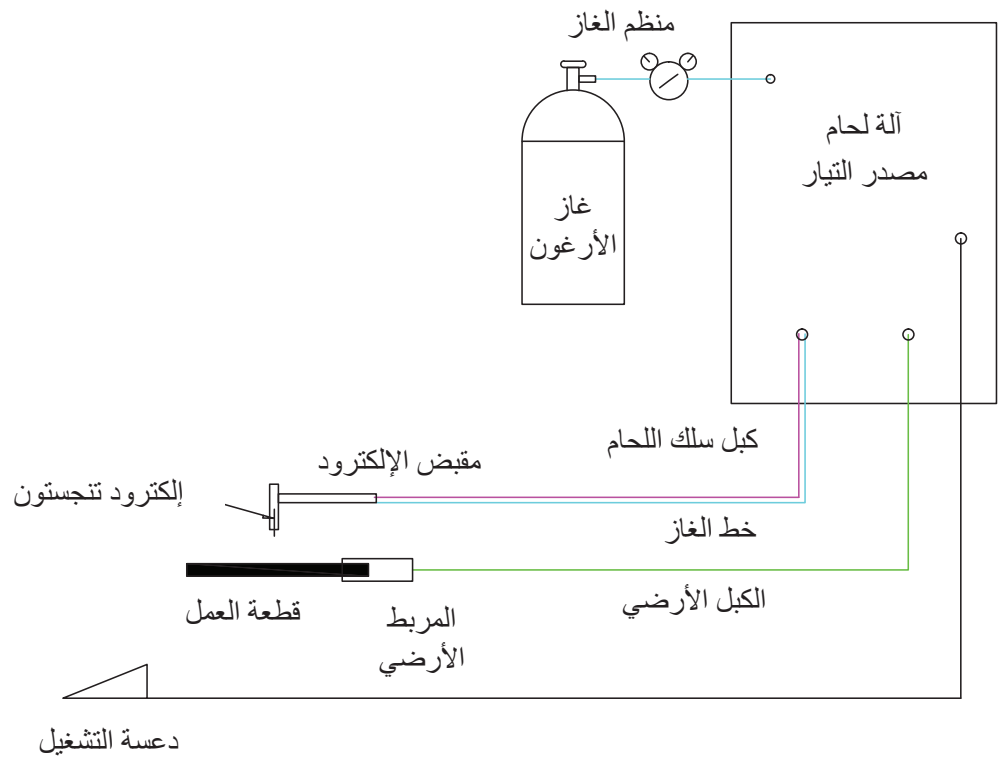
يُبيِّن الشكل (4-6) مخططًّا صندوقيًا لوحدة لحام التيج (TIG Welding). ارسم مخططًا لهذه الوحدة، مُبيِّنًا طريقة ربط مُكوِّناتها معًا.



الشكل (4-6): مخططًا صندوقيًا وحدة لحام التيج.

الحل

يُبيِّن الشكل (4-7) حل المثال.

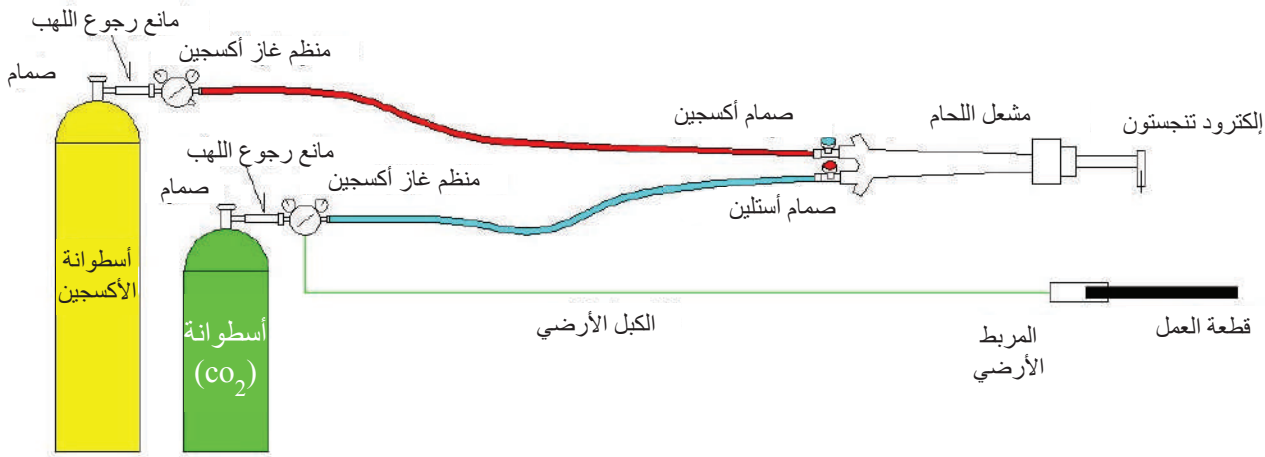


الشكل (4-7): مخطط وحدة لحام التيج.

المثال (4-5)

يُبيِّن الشكل (4-8) رسمًا تصويريًّا لوحدة اللحام بالأكسي أستلين يحوي أخطاءً مقصودة، المطلوب:

- جد هذه الأخطاء.
- ارسم مخططًا لهذه الوحدة.
- اكتب الأجزاء الصحيحة على الرسم.

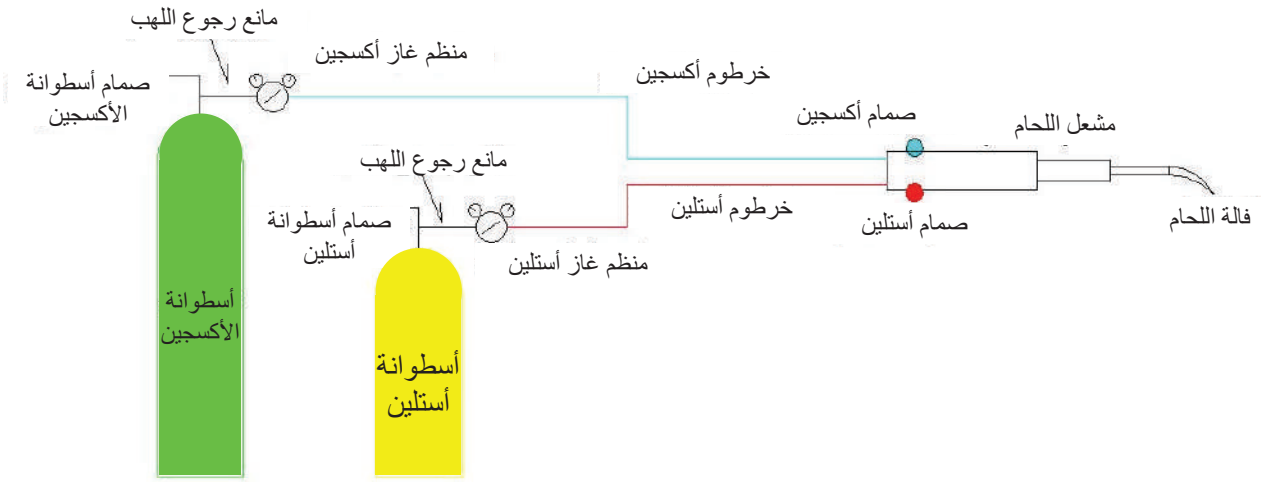


الشكل (4-8): وحدة لحام بالأكسي استلين تحوي أخطاء.

الحل

1. لون أسطوانة الأوكسجين (أزرق أو أسود أو أخضر) وليس أصفر.
2. الأسطوانة الصغيرة يجب أن تحوي على أستيلين وليس ثاني أكسيد الكربون.
3. لون أسطوانة الأستيلين أصفر أو أحمر.
4. يركب على اسطوانة الأستيلين منظم غاز خاص بالأستيلين.
5. خرطوم الأوكسجين لونه أزرق وليس أحمر.
6. خرطوم الأستيلين لونه أحمر وليس أزرق.
7. لا يركب إلكترود على مشعل اللحام وإنما يركب فالة لحام.
8. لا يوجد كبل ومربط أرضي في لحام الأكسي أستيلين.

يبين الشكل (4-9) الرسم التصويري للوحدة بعد تصحيح الأخطاء.



الشكل (4-9): وحدة لحام بالأكسي استلين.

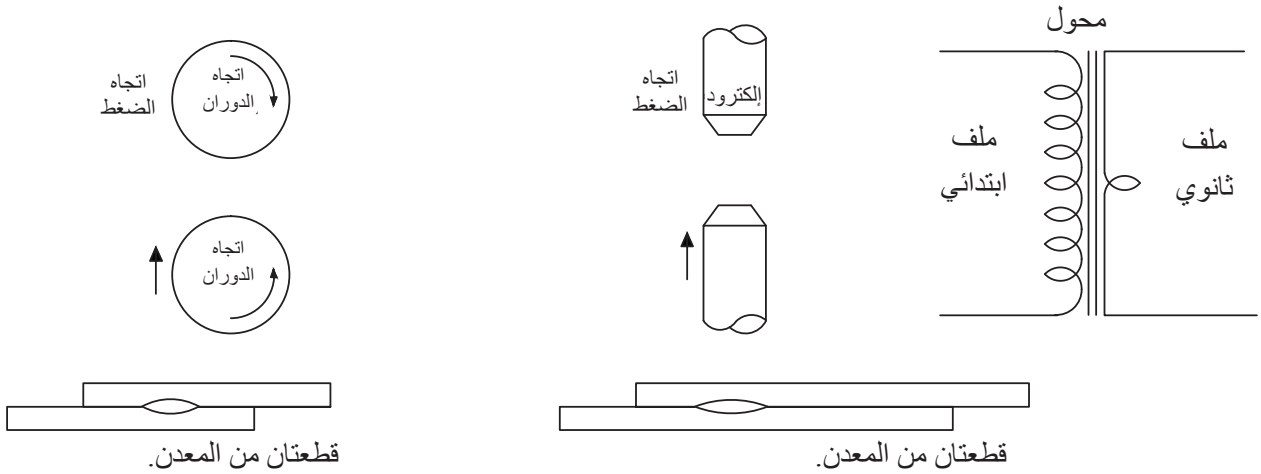
النشاط

ارسم مخططًا لوحدة اللحام الكهربائي المعدني المحجوب بالغاز في حالة القطبية المستقيمة.

المثال (4-6)

يُبيِّن الشكل (4-10) مُكوِّنات لحام النقطة (Spot Welding)، ولحام الدرزة (Seam Welding). ارسم مخططًا يُبيِّن طريقة ربط مُكوِّنات كلٍّ ممّا يأتي:

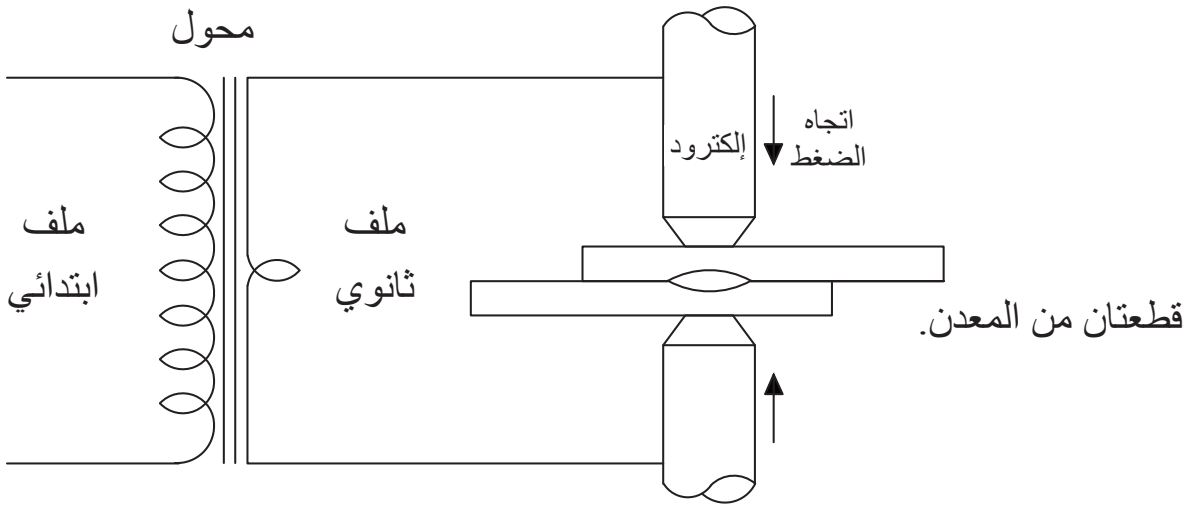
- وحدة لحام النقطة.
- وحدة لحام الدرزة.



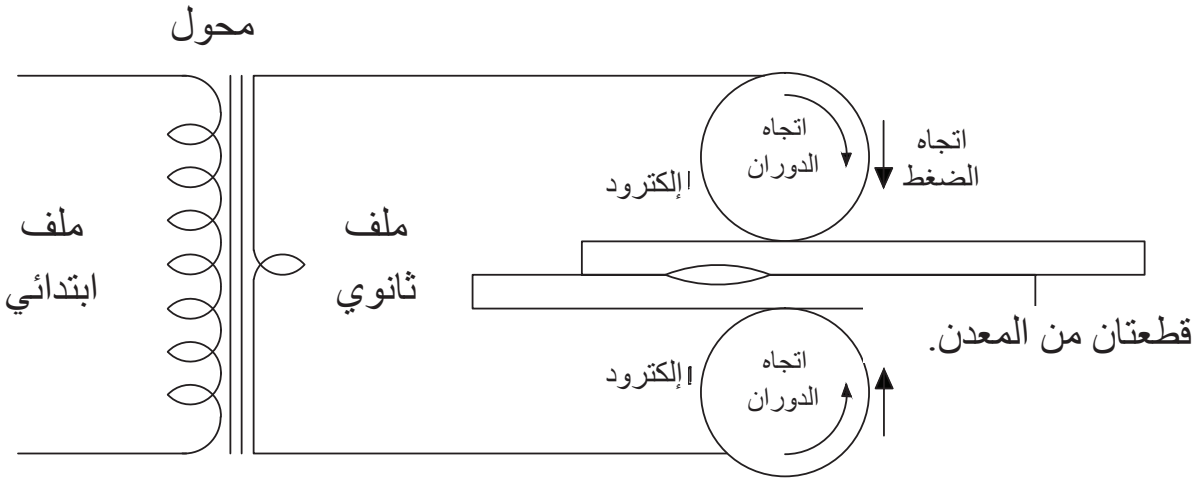
الشكل (4-10): مُكوِّنات وحدة لحام النقطة ولحام الدرزة.

الحل

يُبيِّن الشكلان (4-11) و(4-12) حل المثال.



الشكل (4-11): مخطط وحدة لحام النقطة.



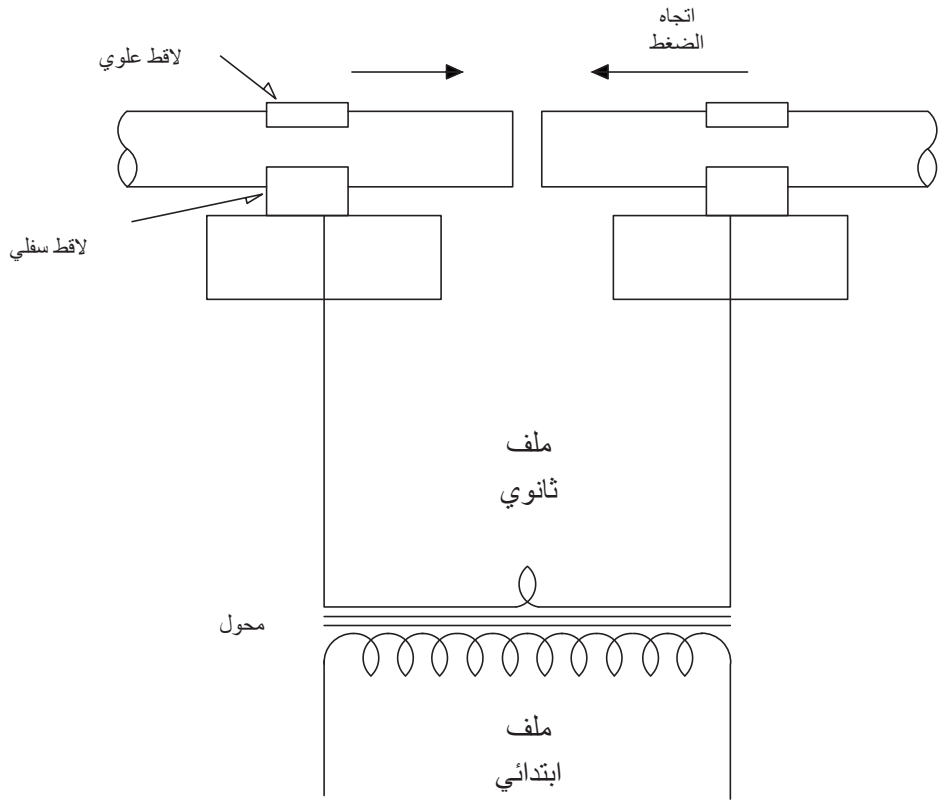
الشكل (4-12): مخطط وحدة لحام الدرزة.

المثال (4-7)

ارسم مخططًا لوحدة اللحام الوميضي.

الحل

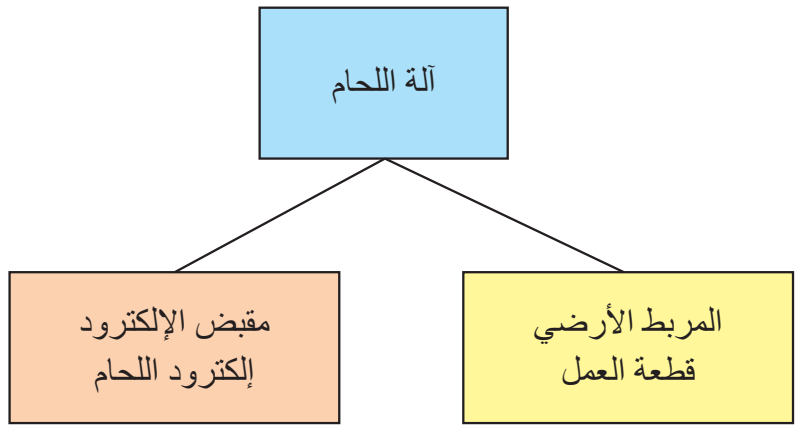
يُبيِّن الشكل (4-13) حل المثال.



الشكل (4-13): مخطط وحدة اللحام الوميضي.

المثال (4-8)

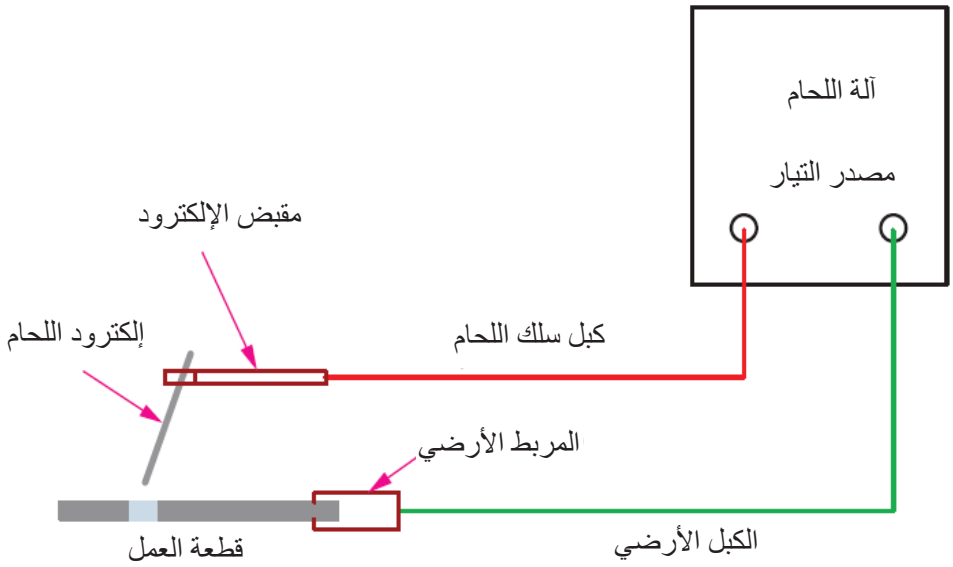
يُبيِّن الشكل (4-14) المخطط الصندوقي لوحدة القطع بالقوس الكهربائي. ارسم رسمًا تخطيطيًّا للوحدة.



الشكل (4-14): مخطط صندوقي لوحدة القطع بالقوس الكهربائي.

الحل

يُبيِّن الشكل (4-15) حل المثال.

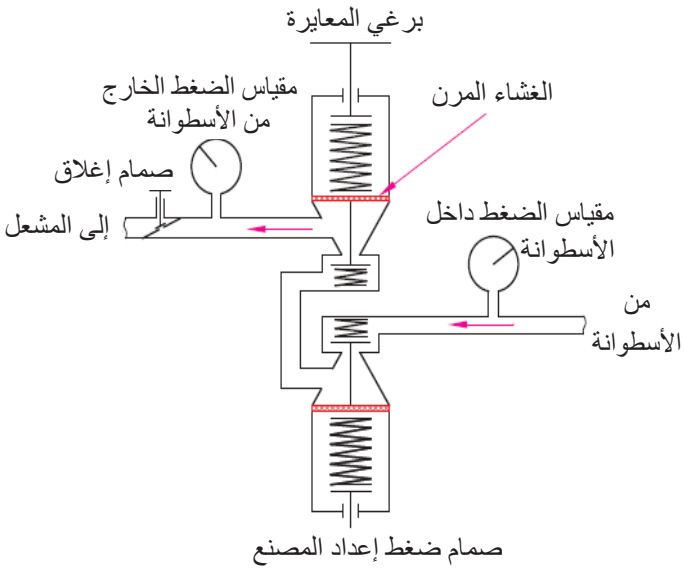


الشكل (4-15): مخطط وحدة القطع بالقوس الكهربائي.

المثال (4-9)

يُبيِّن الشكل (4-16) مخططًا لمنظم ضغط الأكسجين (gas regulator) ذي المرحلتين. المطلوب:

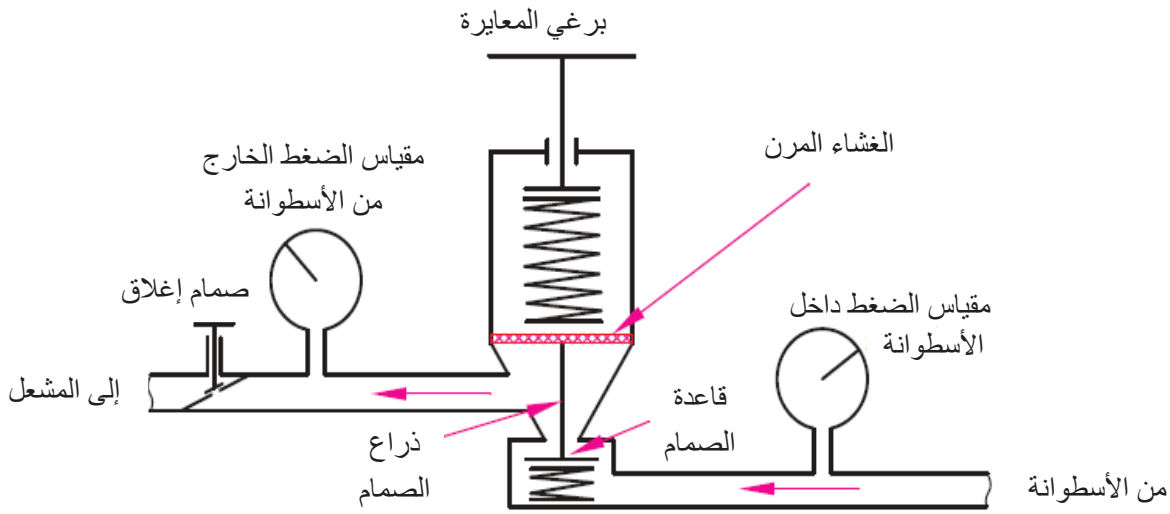
- ارسم مخططًا لمنظم ضغط غاز الأكسجين ذي المرحلة الواحدة بناءً على الشكل (4-16).
- اكتب أسماء الأجزاء على الرسم.



الشكل (4-16) مخطط لمنظم ضغط غاز الأكسجين ذي المرحلتين.

الحل

يُبيِّن الشكل (4-17) حل المثال.



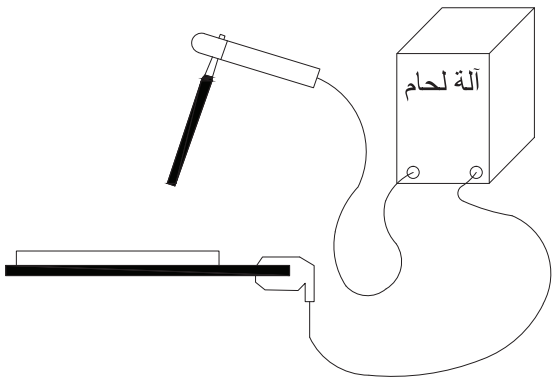
الشكل (4-17): مخطط لمنظم ضغط الأكسجين ذي المرحلة الواحدة.

ابحث في الشبكة العنكبوتية (الإنترنت) عن رسوم تخطيطية لأهم الآلات والمعدات المستخدمة في اللحام وتشكيل المعادن، ثم اعرضها على المعلم.

أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	مُؤشِّر الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتعرَّف أهمية الرسم التخطيطي.			
2	أتعرَّف مفهوم الرسم التخطيطي.			
3	أُطبِّق الإرشادات العامة في الرسم التخطيطي.			
4	أرسم مخططًا لوحدة اللحام بالقوس الكهربائي باستعمال إلكترود مغلف.			
5	أرسم مخططًا لوحدة اللحام بقوس التنجستون المحجوب بالغاز.			
6	أرسم مخططًا لوحدة اللحام بالقوس المعدني المحجوب بالغاز.			
7	أرسم مخططًا لدارة اللحام بالقوس الكهربائي ذي القطبية المعكوسة.			
8	أرسم مخططًا لدارة اللحام بالقوس الكهربائي ذي القطبية المستقيمة.			
9	أرسم مخططًا لوحدة لحام النقطة، ولحام الدرزة، واللحام الوميضي.			
10	أرسم مخططًا لوحدة لحام الأكسي أستيلين.			

1- يُبيِّن الشكل المجاور رسمًا تصويريًّا لوحدة اللحام بالقوس الكهربائي. إذا كان التيار المُستخدَم مُتردِّدًا، فارسم مخططًا لهذه الوحدة.



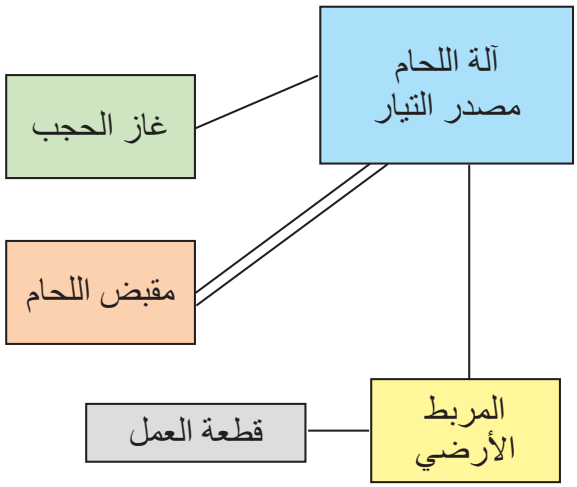
رسم تصويري لوحدة اللحام بالقوس الكهربائي.

2- يُبيِّن الشكل المجاور رسم صندوقي لوحدة لحام الميج.

المطلوب:

أ - ارسم مخطط وحدة لحام الميج، مُبيِّنًا اتجاه التيار في القطبية المستقيمة.

ب- اكتب أسماء الأجزاء على الرسم.



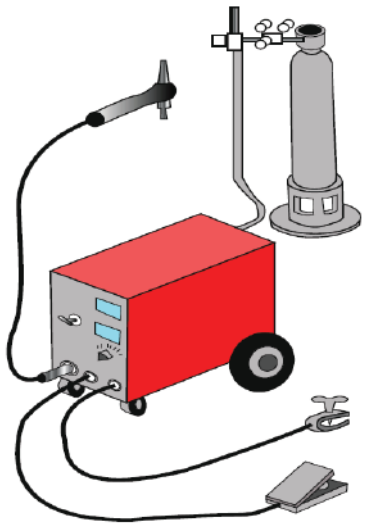
رسم صندوقي لوحدة لحام الميج.

3- يُبيِّن الشكل المجاور الرسم التصويري لوحدة اللحام بقوس التنجستون المحجوب بالغاز.

المطلوب:

أ - ارسم مخطط وحدة لحام التيج في أثناء العمل، مستعينًا بالرسم التصويري.

ب- اكتب أسماء الأجزاء على الرسم.



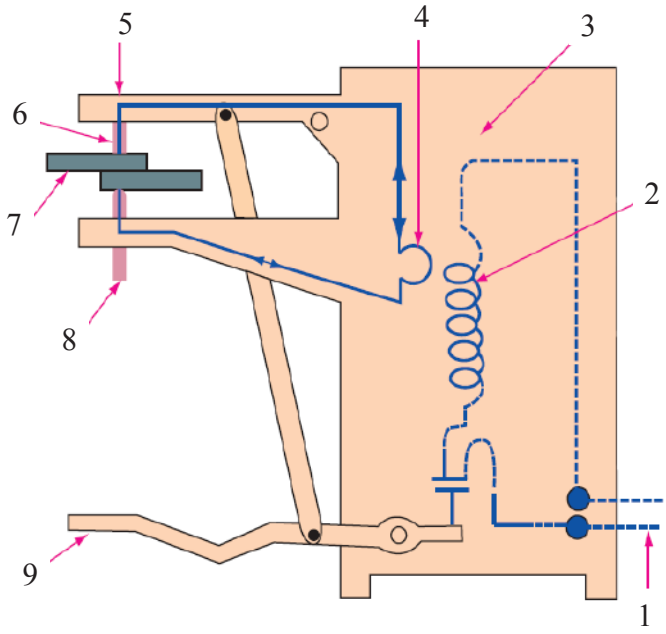
مُكوِّنات وحدة لحام التيج.

4- يُبيِّن الشكل المجاور رسم تخطيطي لآلة لحام النقطة.

المطلوب:

أ - اكتب أسماء الأجزاء المُوضَّحة في الرسم.

ب- ارسم مخططًا بسـيطًا لوحدة لحام النقطة.



رسم تخطيطي لآلة لحام النقطة.

مسرد المصطلحات

الرقم	المصطلح بالعربية	المصطلح بالإنجليزية
1	مُولِّد أستيلين	Acetylene Generator
2	قطاع المحاذاة	Aligned - Section
3	السن المشطوفة (الأمريكية)	AM National Thread
4	قطاع مساعد (للسطوح المائلة)	Auxiliary Sections
5	زاوية الشطف	Bevel angle
6	البراغي	Bolts
7	البراغي والصواميل	Bolts and Nuts
8	الوصلة التناكبية	Butt Joint
9	خط المحور	Center Line
10	الوصلة الزاوية	Corner Joint
11	قطاع عرضي	Cross - Section
12	خط القطع	Cutting Line
13	مستوى القطع	Cutting Plane
14	الوصلة الطرفية	Edge Joint
15	القطع بالقوس الكهربائي	Electric arc cutting
16	اللحام التعبوي	Fillet Weld
17	رموز التشطيب	Finish Symbols
18	الوصلات المشفهة	Flange Joint
19	اللحام الطرفي	Flange Weld
20	اللحام الوميضي	Flash Welding
21	المسطح أوالمستوي	Flat
22	الرسم الحر	Freehand Sketching
23	القطاع الكامل	Full Section
24	القطاع الجانبي الكامل	Full Section Side View

الرقم	المصطلح بالعربية	المصطلح بالإنجليزية
25	القطاع الأفقي الكامل	Full Section Top View
26	منظم ضغط الغاز	Gas Regulator
27	اللحام الحزي	Groove Weld
28	خطوط التهشير	Hatching Lines
29	المشعل الحاقن	Injector Torch
30	القُطْر الداخلي	Internal Diameter
31	الوصلة الانطباقية	Lap Joints
32	المسقط الجانبي الأيسر	Left - Side View
33	القُطْر الرئيس	Major Diameter
34	المتري	Metric
35	لحام الميج	MIG Welding
36	اللهب المتعادل	Neutral Flame
37	المشعل المتعادل	Neutral Torch
38	القطاع المتنقل (المتعرج)	Offset Section
39	الجانب الآخر	Other Side
40	البرغي المُحدَّب	Oval
41	اللهب المؤكسد	Oxidized Flame
42	لحام الأكسي أستيلين	Oxy-Acetylene Welding
43	القطاع الجزئي أو الموضعي	Partial or Local Section
44	القطع بقوس البلازما	Plasma Cutting
45	اللحام المسماري	Plug Weld
46	نصف القُطر	Radious
47	خط المرجع	Reference Line
48	القطاع المُزال	Removed - Section
49	لحام المقاومة	Resistance Welding

الرقم	المصطلح بالعربية	المصطلح بالإنجليزية
50	القطبية المعكوسة	Reversed Polarity
51	القطاع المُدار	Revolved - Section
52	المسقط الجانبي الأيمن	Right - Side View
53	قُطْر دارة الجذر	Root Diameter
54	وجه الجذر	Root Face
55	اللحام الخلفي	Root Welding
56	فتحة الجذر	Root Opening
57	القطاع الدوراني	Rotated Section
58	اللحام الدرزي	RSEW
59	لحام المقاومة	RSW
60	البراغي (تُشَدُّ بالمفكات)	Screw
61	اللحام الدرزي	Seam Welding
62	القطاع	Section
63	أعمدة الدوران لنقل الحركة	Shafts
64	لحام القوس المغلف	Shielded arc welding
65	وحدات القياس العالمية	SI
66	المسقط الجانبي	Side View
67	اللحام الشقّي	Slot Weld
68	لحام النقطة	Spot Welding
69	القطبية المستقيمة	Straight Polarity
70	السن المستقيمة	Straight Thread
71	القطاع المتعاقب	Succesive Section
72	اللحام السطحي	Surface Weld
73	القطاع المتماثل	Symmetrical Section
74	وصلة على شكل حرف (T)	T-Joint

الرقم	المصطلح بالعربية	المصطلح بالإنجليزية
75	الذيل	Tail
76	أسنان التروس	Teeth of Gears
77	زاوية السن	Thread Angle
78	رتبة السن	Thread Class
79	عمق السن	Thread Depth
80	شكل السن	Thread Form
81	جذر السن	Thread Root
82	سلسلة السن	Thread Series
83	لحام التيج	TIG Welding
84	حالات اللحام	Weld Types
85	خط اللحام	Weld Line
86	طول خط اللحام	Weld Line Length
87	عمق اللحام	Weld Depth
88	موقع اللحام	Weld Site
89	قياس مقطع اللحام	Weld Size
90	وصلات اللحام	Welding Joints
91	جذر اللحام	Welding Root
92	رموز اللحام	Welding Symbols
93	سن ويت روث	Whit Worth Thread
94	الصامولة المجنحة	Wing Nut
95	السن الدودية	Worm Thread

قائمة المراجع

أولًا: المراجع العربية

1- **الرسم التخصصي، تكنولوجيا اللحام والفبركة**، وزارة التربية والتعليم، ، ط1، 1999م

2- **الرسم الصناعي، التجليس وأشغال المعادن**، وزارة التربية والتعليم، الأردن، ط1، 1997م.

3- **الرسم الفني، تخصص ميكانيكا إنتاج**، المؤسسة العامة للتدريب الفني والمهني، المملكة العربية السعودية، 1429هـ.

4- سفيان أحمد، زينب والدوس، **الرسم الهندسي: تمارين وتطبيقات**، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمّان، 2011 م.

5- سفيان أحمد، **الرسم الهندسي**، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمّان، 2008 م.

6- محمود زعموط ، **المرجع في الرسم الهندسي**، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمّان - الأردن، 2001م.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1- Standard Symbols For Welding, Brazing and Nondestructive Examination / American Welding Society - 1998.

2- Manual Of Engineering Drawing -Third edition -2009 /Colin H. Simmons ,Dennis E. Maguire ,NEIL Phelp.

3- Manual Of Engineering Drawing -second edition - 2004 /Colin H. Simmons ,Dennis E. Maguire ,NEIL Phelp.

4- Engineering Drawing / Pearson Education M. B. Shah, B. C. Rana. 2007.

5- Blueprint Reading For Welder - A.E Bennett, Louis J .Siy / 2009. - Welding Print Reading - Jon.

تم بحمد اللّه