المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

الرسم الصناعي

11

الفصل الدراسي الأول

الصف الحادي عشر

الفرع الصناعي

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملاحظاتكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:
هاتف:8-5/4617304، فاكس: 4637569، ص.ب: 1930، الرمز البريدي: 11118
أو بوساطة البريد الإلكتروني: E-mail: VocSubjects.Division@moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (2020/62)، تاريخ 2020/6/24م؛ بدءًا من العام الدراسي 2020م/ 2021م.

حقوق الطبع جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمّان - الأردن/ ص- ب: 1930

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2020/7/2384)
ISBN: 978 - 9957 - 84 - 966 -5

لجنة التوجيه والإشراف على هذا الكتاب:

د. حسن رمضان حجة — د. أيمن بهجت عبد الله
د. مهند قاسم القضاة — د. زبيدة حسن أبو شويمة
م. حمد عزات أحمرو — م. باسل محمود غضية

لجنة تأليف هذا الكتاب:

م. "محمد أمين" جبر أبو دوش — م. زياد ياسر دناوي
م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

التحرير العلمي: م. حمد عزات أحمرو — م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة
التحرير اللغوي: نضال أحمد موسى — التحرير الفني: نداء فؤاد أبو شنب
التصميم: عائد فؤاد سمّور — الرسم: إبراهيم محمد شاكر
الإنتاج: د. عبد الرحمن سليمان أبو صعيليك

دقق الطباعة: م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة
راجعها: م. "محمد أمين" جبر أبو دوش

الطبعة الأولى — **1441هـ / 2020م**
أعيدت طباعته — **2022-2021م**

منهاجي
متعة التعليم الهادف

قائمة المحتويات

الوحدة		الموضوع	الصفحة
		المقدمة	5
الوحدة الأولى: مدخل إلى الرسم الصناعي	أولاً	مفهوم الرسم الصناعي	11
	ثانيًا	أدوات الرسم الصناعي	12
	ثالثًا	مهارات الرسم الأساسية وعمليات الإخراج	18
	رابعًا	خطوط الرسم الصناعي	24
	خامسًا	مقياس الرسم (Drawing Scale)	27
		تمارين الوحدة	29
الوحدة الثانية: العمليات الهندسية	أولاً	رسم زوايا مختلفة	35
	ثانيًا	تنصيف زوايا مختلفة	38
	ثالثًا	رسم خط عمودي على قطعة مستقيمة	39
	رابعًا	تنصيف قطعة مستقيمة معلومة	40
	خامسًا	رسم الأشكال الهندسية	41
	سادسًا	الطريقة العامة لرسم المضلعات المنتظمة	49
	سابعًا	رسم قوس يمس ضلعي زاوية	52
	ثامنًا	رسم قوس يمس دائرتين من داخله	53
	تاسعًا	رسم قوس يمس قطعة مستقيمة ودائرة	54
	عاشرًا	رسم قوس نصف قُطْره معلوم، ويمس دائرتين من الخارج	55
	حادي عشر	تقسيم قطعة مستقيمة إلى عدد من الأقسام المتساوية	57
		تمارين الوحدة	62
الوحدة الثالثة: الإسقاط (الرسم ثنائي الأبعاد)	أولاً	مفهوم الإسقاط وأنواعه	67
	ثانيًا	توزيع المساقط على لوحة الرسم	70
	ثالثًا	مساقط الأجسام الهندسية المركبة	83
	رابعًا	الأسس الصحيحة لكتابة الأبعاد على المساقط	95
	خامسًا	زاويتا الإسقاط الأولى والثالثة	102
	سادسًا	استنتاج المسقط الثالث من مسقطين معلومين	114
		تمارين الوحدة	128
		مسرد المصطلحات	131
		قائمة المراجع	133

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

يسر وزارة التربية والتعليم أن تُقدِّم لمجتمعنا التربوي (طلبة ومعلِّمين) كتاب الرسم الصناعي الذي جاء منسجمًا مع فلسفة التربية والتعليم، وخطة تطوير التعليم في المملكة الأردنية الهاشمية، ومحققًا للاتجاهات العالمية الحديثة في التعليم الصناعي. روعي في هذا الكتاب عرض المحتوى بأسلوب تربوي شائق، وتنمية المفاهيم الصناعية، والمهارات ذات الصلة بتعليم التفكير وحل المشكلات، وإدماج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف.

اشتمل الكتاب على سبع وحدات، هي:

- **مدخل إلى الرسم الصناعي:** عرضت هذه الوحدة لمفهوم الرسم الصناعي، وأهميته، وأدواته، وكيفية تهيئة ورقة الرسم بحسب الأسس الصحيحة.
- **العمليات الهندسية:** تناولت هذه الوحدة العمليات الهندسية المختلفة، وقراءتها، وتفسيرها.
- **الإسقاط (الرسم ثنائي الأبعاد):** عرضت هذه الوحدة لمفهوم الإسقاط، ورسم المساقط الثلاثة للأجسام الهندسية، واستنتاج المسقط الثالث من مسقطين معلومين لأجسام هندسية مختلفة.
- **المنظور (الرسم ثلاثي الأبعاد):** عرضت هذه الوحدة لأهمية الرسم ثلاثي الأبعاد، وطرائق الرسم للمناظير المتوازية الآيزومترية والجبهية: البسيطة، والمركبة.
- **مدخل إلى القطاعات:** عرضت هذه الوحدة لمفهوم القطاعات، وأنواعها، وبيان آلية عمل القطاعات التوضيحية اللازمة لأجسام هندسية متنوعة.
- **الرسم الحر:** عرضت هذه الوحدة لمفهوم الرسم الحر، وأهدافه، وطرائق الرسم به.

- **الرسم باستخدام الحاسوب:** عرضت هذه الوحدة لمفهوم الرسم الصناعي باستخدام برنامج أوتوكاد (AutoCAD)، والمبادئ الرئيسة والأوامر والعمليات العامة لعملية الرسم باستخدامه.

ونحن إذ نُقدِّم هذا الجهد المتواضع، نأمل أن يُحقِّق أهدافه في بناء شخصية الطالب، وتنمية اتجاهات حب التعليم ومهارات التعليم المستمر، راجين تزويدنا بالتغذية الراجعة لتطويره، وتحسينه خدمة للمصلحة العامة.

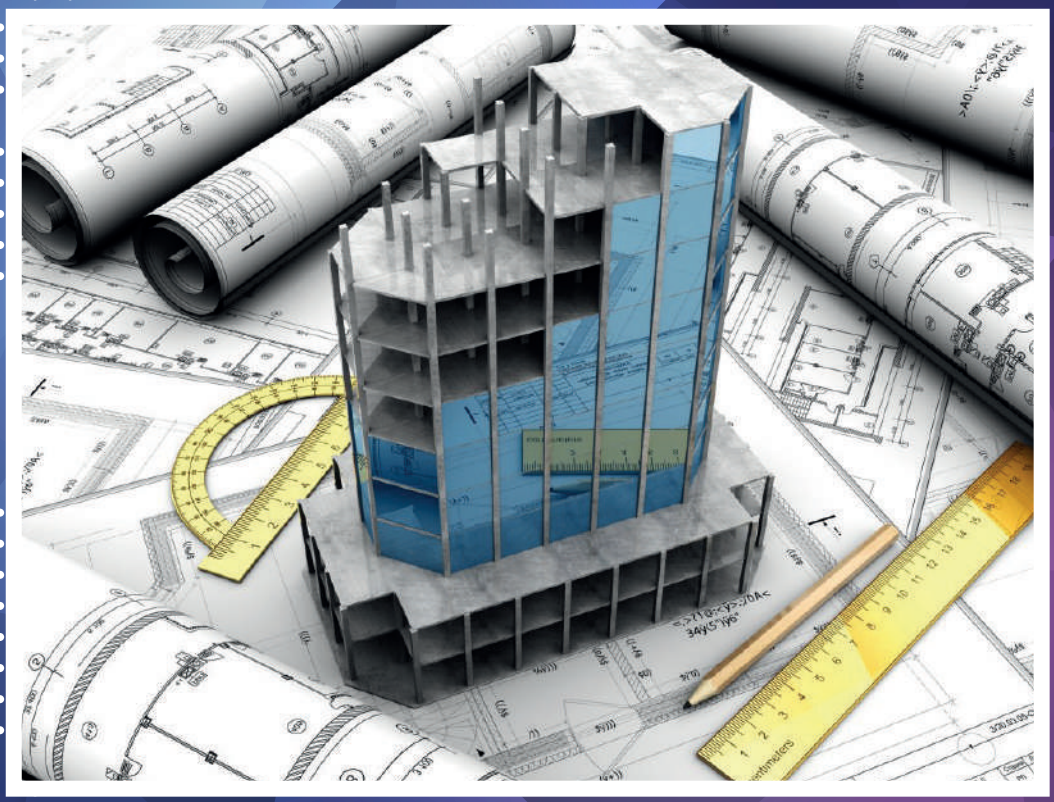
والله ولي التوفيق

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الوحدة الأولى

1

مدخل إلى الرسم الصناعي



- يتطلَّب الرسم الصناعي توافُر أدوات وتجهيزات خاصة، أُفسِّر ذلك.
- ما المهارات الأساسية لعملية الرسم الصناعي؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

يهدف الرسم الصناعي أساسًا إلى إنشاء رسوم متقنة ودقيقة باستخدام الأدوات والتجهيزات اللازمة لعملية الرسم، والإفادة منها في مجال التصنيع والبناء، وغير ذلك من مجالات القطاع الصناعي.

تُمثِّل الرسوم الهندسية أحد الأسس المهمة التي تقوم عليها فروع الهندسة جميعها؛ إذ إنها أول ما يُستخدَم عند بدء العمل بتصميم مُنتَج جديد، أو بناء منشأة جديدة، وما يتبع ذلك من عمليات التعديل والتطوير للرسوم وصولاً إلى مرحلة التنفيذ.

يتعيَّن على الطلبة الالتزام بالدقة، وحسن الأداء، والنظافة، والإتقان في أثناء عملية الرسم، وتعرُّف الطريقة المثلى لاستخدام أدوات الرسم الهندسي، وكيفية العناية بها.

قد يتوارد إلى الذهن أسئلة عِدَّة، أهمها: لماذا يُعَدُّ الرسم الصناعي عملية مهمة جدًّا للأفراد الذين يعملون في مختلف مجالات القطاع الصناعي؟ ما الأدوات والتجهيزات اللازمة للرسم الصناعي؟ ما الخطوات الواجب اتباعها في عملية الرسم؟ ما المهارات الأساسية للرسم؟

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يُعرِّف مفهوم الرسم الصناعي.
- يُعدِّد أدوات الرسم الصناعي.
- يُطبِّق مهارات الرسم الأساسية تطبيقًا صحيحًا.
- يرسم إطار ورقة الرسم وجدول المعلومات على نحوٍ سريع دقيق.
- يُنفِّذ عملية إعداد ورقة الرسم.
- يرسم أشكالًا هندسيةً بسيطةً بمهارة وإتقان.
- يتعرف أنواع خطوط الرسم الصناعي واستخداماتها.
- يتبين مفهوم مقياس الرسم وا ستخداماته.

إجراءات السلامة والصحة المهنية الخاصة

بالرسم الصناعي

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

2- تَجنُّب المزاح في أثناء عملية الرسم، والحرص على استخدام أدوات الرسم فقط في عملية الرسم، وبخاصة الأدوات الحادة والأقلام والمسطرة؛ لكيلا يؤذي الطلبة أنفسهم، أو يُلحِقوا الأذى بزملائهم.

3- عدم وضع قلم الرصاص والفرجار في جيب القميص من دون غطاء، والاحتفاظ بهما في علبة خاصة بأدوات الرسم.

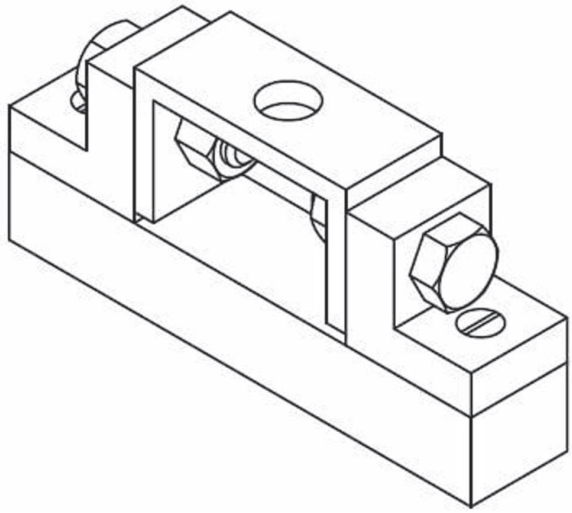
4- تبادُل أدوات الرسم بين الزملاء باليد عند الحاجة، وعدم رميها في ما بينهم؛ حفاظًا على سلامتهم.

5- الالتزام باتباع تعليمات المعلِّم في حصة الرسم.

انظر وتساءل

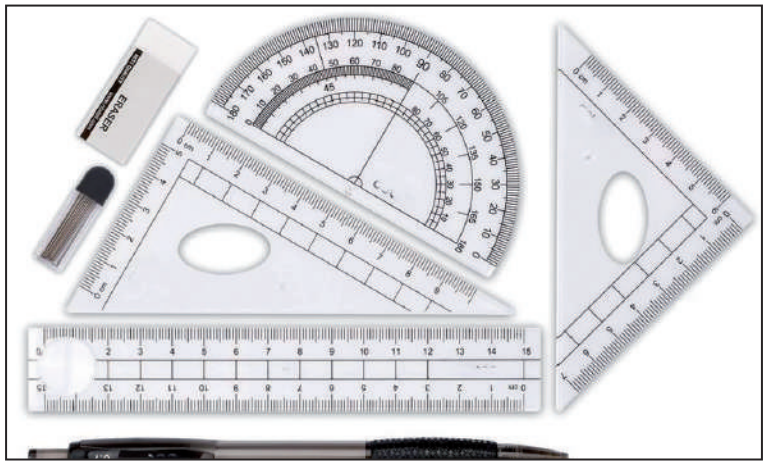
قد يصعب على الإنسان أن يصف الأجسام والأشكال بالكلمات؛ لذا، فإنه يستخدم الرسم وسيلةً تساعده على التعبير، فالرسم هو إحدى الوسائل الأساسية للتواصل بين بني البشر.

يوضح الشكلان المجاوران نوعين من أنواع الرسم. هل تستطيع رسم الشكلين بطريقة الرسم نفسها، أم أن هناك لكل شكل أسسًا خاصة بعملية الرسم.



استكشف

ما الأدوات اللازمة لعملية الرسم الهندسي. وما الشروط الواجب مراعاتها عند عملية الرسم؟



إقرأ وتعلم

أولًا مفهوم الرسم الصناعي

يُعَدُّ الرسم الصناعي اللغة المتداولة بين العاملين في مختلف مجالات القطاع الصناعي، وتتمثَّل أهميته في قدرته على تجاوز حواجز الترجمة، وعوائق اللغات؛ ما جعله عنصرًا رئيسًا من عناصر تطور العملية الصناعية في العالَم، فهو يُستخدَم في قطاعات الصناعة جميعها، ويُبدَأ به عند التخطيط لتصنيع مُنتَج معين.

لذلك، يُنظَر إلى الرسم الصناعي بوصفه لغة عالمية يتخاطب بها المهندسون والفنيون لمناقشة ما يراد تصميمه أو تصنيعه بأقل وقت وجهد ممكنين.

للرسم الصناعي قواعد وقوانين ومصطلحات ينبغي الإحاطة بها؛ ليسهل تعلُّمه، والإفادة منه، وقد وضعت الدول الصناعية المتطورة مواصفات قياسية دولية له، مثل: النظام الألماني (DIN)، والنظام الأمريكي (ANSI).

فائدة

- (DIN): اختصار للمعهد الألماني للتوحيد القياسي، وهو المنظمة الوطنية الألمانية لتنظيم القياسات وتوحيدها.
- (ANSI): اختصار للمعهد الوطني الأمريكي للمعايير، وهو منظمة تُعنى بدعم المعايير الطوعية الأمريكية، ونظام تقييم المطابقة، وتعزيز تأثيره محليًّا ودوليًّا.

علمًا بأن كلا المعهدين عضو في المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO).

بناءً على ما سبق، يتعيَّن على الطالب معرفة القواعد والقوانين الخاصة بعلم الرسم الصناعي؛ ليكتسب القدرة على الرسم، وتطبيق الأفكار العلمية والهندسية، وقراءة الرسوم الهندسية المختلفة وتحليلها؛ ما يجعله أهلًا للعمل في القطاع الصناعي.

بدأ الاهتمام بتطوير علم الرسم الصناعي في مطلع الثمانينيات من القرن الماضي، وكان الرسم وقتئذٍ يتم بصورة يدوية، ويتطلَّب استخدام أدوات عديدة، مثل: طاولة الرسم، ومسطرة الرسم، والمثلثات، وغيرها من الأدوات، ثم أصبح الاعتماد فيه على جهاز الحاسوب، وعلى برامج التصميم الخاصة بعملية الرسم التي أشهرها برنامج (AutoCAD) الذي أحدث ثورة في علم الرسم الصناعي؛ لقدرته على تصميم الرسوم المطلوبة ورسمها بدقة وسرعة وإتقان. وبالرغم من ذلك، فلا يزال تعلُّم الرسم اليدوي ضرورة ومهارة لازمة ورئيسة للعمل في القطاع الصناعي.

تتمثَّل أهمية الرسم الصناعي في ما يأتي:

1- اعتماده مُكوِّنًا رئيسًا في عملية إعداد الفنيين والمهندسين للعمل في القطاع الصناعي.

2- تمكين الطلبة من أداء أيِّ عمل بدقة وسرعة وإتقان.

3- تنمية قدرة الطلبة على التخيل والتصور، وهما عاملان أساسيان لإنجاز العمل بكفاءة.

4- مساعدة الطلبة على تطوير قدراتهم في ما يخص حل المشكلات.

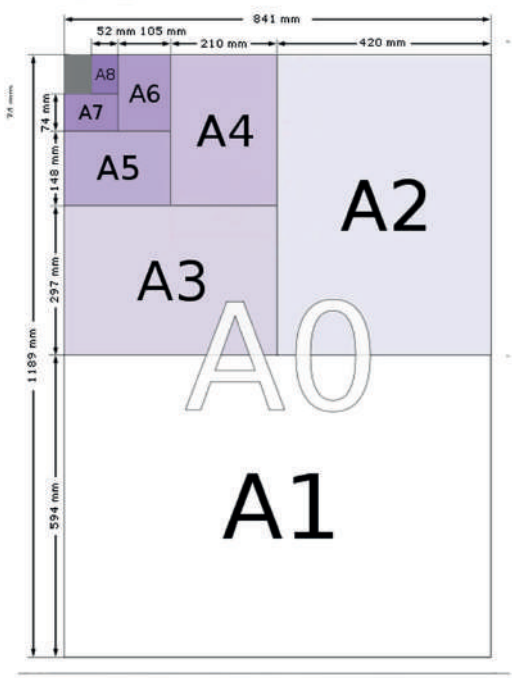
ثانيًا أدوات الرسم الصناعي

يُستخدَم العديد من الأدوات والتجهيزات الخاصة بالرسم الصناعي، ويُفضَّل دائمًا اختيار النوعية الجيدة والمناسبة من هذه الأدوات، فضلًا عن استعمالها بمهارة وحِرَفية، وهذه أهمها:

1- ورقة الرسم (لوحة الرسم) (Drawing Paper)

تُستخدَم في عملية الرسم أوراق متعددة الأنواع والقياسات، مثل: الورق الخشن، والورق الناعم، والورق العادي الذي يُستعمَل للتصوير.

للورق العادي أوزان عِدَّة، ويُفضَّل استخدام الورق من وزن (80gr)؛ نظرًا إلى سُمْكه المناسب لعملية الرسم. وبالمثل، توجد قياسات متعددة لهذا النوع من الورق، تبعًا لنظام القياسات المُتَّبع. ومن أشهر أنظمة القياس، المعيار العالمي الذي يُعبَّر عنه بالحرف (A)، متبوعًا برقم يدل على أبعاد الورقة. ويُعَدُّ كلٌّ من القياس (A3)، و(A4) أشهر هذه القياسات، وأكثرها شيوعًا واستخدامًا في عملية الرسم، أنظرُ الشكل (1 - 1) الذي يعرض لأبعاد الورق بحسب المعيار العالمي.



الشكل (1-1): أبعاد الورق وفق المعيار العالمي.

أبحث

أبحثُ في مصادر المعرفة المتوافرة عن الأنظمة والمعايير الأخرى لقياسات الورق، ولا سيما النظام الأمريكي، ثم أقارنُه بالمعيار العالمي.

أُفكِّر

ما العلاقة بين طول لوحات الرسم المختلفة وعرضها؟

2- طاولة الرسم، أو لوح الرسم (Drawing Table)

تتطلَّب عملية الرسم توفير مكان مناسب لتثبيت ورقة الرسم، مثل الطاولة الخاصة بالرسم التي قد تكون ثابتة، أو متحركة، ويمكن التحكم في ارتفاعها وميلانها، كما في الشكل (1-2/ أ)، أو اللوح الخشبي، أو اللوح البلاستيكي ذي الأبعاد المناسبة الذي يكون أكبر من ورقة الرسم في حال عدم توافر الطاولة الخاصة بالرسم، كما في الشكل (1-2/ب). يُشترَط في طاولة الرسم ولوح الرسم أن تكون حوافهما الجانبية مستقيمة تمامًا ومتعامدة، وأن يكون سطحهما مستويًا تمامًا، وخاليًا من التموجات والنتوءات.

الشكل (1-2/ أ): طاولة الرسم.

الشكل (1-2/ ب): لوح الرسم.

3- أقلام الرصاص (Pencils)

يُعَدُّ قلم الرصاص الأداة الفضلى في عملية الرسم الصناعي؛ نظرًا إلى سهولة الرسم به، وإمكانية محو ما رُسِمَ وتعديله. هناك نوعان من أقلام الرصاص، هما: قلم الرصاص الخشبي، وقلم الرصاص الميكانيكي القابل للتعبئة (Mechanical Pencil)، علمًا بأن نوع قلم الرصاص يُؤثِّر تأثيرًا كبيرًا في دقة الرسوم ووضوحها، وفي نظافة ورقة الرسم.

تُصنَّف أقلام الرصاص الخشبية إلى أنواع عِدَّة بحسب صلابتها، ودرجة وضوحها، كالآتي:

أ - **الأقلام الخشبية الصلبة (Hardness):** يُرمَز إليها بالرمز H، وكلما زادت قيمة الرقم المتبوع بالحرف فيها زادت درجة صلابتها، وقلَّت درجة وضوح الخط.

ب - **الأقلام الخشبية متوسطة الليونة:** يُرمَز إليها بالرمز HB، وهي متوسطة الليونة، ومتوسطة درجة وضوح الخط؛ لذا، فهي الأكثر شيوعًا واستخدامًا.

جـ - **الأقلام الخشبية اللينة (Blackness):** يُرمَز إليها بالرمز B، وكلما زادت قيمة الرقم المتبوع بالحرف فيها زادت درجة السواد في الخط.

يُبيِّن الشكل (1-3) تدرجات أقلام الرصاص الخشبي تبعًا لدرجة الوضوح.

أمّا قلم الرصاص الميكانيكي فلا يُصنَع من الخشب، وإنما يُصنَع من المعدن أو البلاستيك، وتُعبَّأُ فيه عيدان الرصاص التي تختلف في ما بينها من حيث السُّمْك، وأشهرها: (0.5 مم)، و(0.7 مم)، و(0.3مم). يُفضَّل استخدام قلم الرصاص الميكانيكي في عملية الرسم؛ نظرًا إلى عدم تغيُّر سُمْك الخط في أثناء عملية الرسم، وعدم الحاجة إلى بَرْيِهِ، خلافًا لقلم الرصاص الخشبي الذي يتغيَّر سُمْكه، ويجب بَرْيُهُ دائمًا في أثناء عملية الرسم، علمًا بأن قلم الرصاص الميكانيكي يُستعمَل لمختلف أنواع الخطوط العادية والخفيفة والتهشير.

الشكل (1-3): تدرجات قلم الرصاص الخشبي.

4- مسطرة الرسم الهندسي (T Square)

تُعَدُّ مسطرة الرسم الهندسي المعروفة باسم مسطرة الرسم (T) إحدى أهم الركائز الأساسية في عملية الرسم الصناعي؛ نظرًا إلى طبيعة شكلها، فالجزء الطويل المُدرَّج، ورأسها الذي يتعامد معه، يساعدان على عملية رسم الخطوط والأشكال بدقة، وهي أيضًا تُمثِّل قاعدة ارتكاز للمثلثات عند رسم الخطوط العمودية والمائلة.

لمسطرة الرسم الهندسي أطوال مختلفة، وهي تُصنَع من مواد عِدَّة، ويُفضَّل دائمًا استخدام الطول الذي يُناسِب طاولة الرسم، أو لوح الرسم المُستخدَم، وكذلك استخدام النوع البلاستيكي الشفّاف منها، أنظر الشكل (1-4).

الشكل (1-4): مسطرة الرسم (T).

أُفكِّر

لماذا يشترَط في سطح المسطرة أن يكون ناعمًا وخاليًا من أيِّ كسور؟ لماذا يُفضَّل استخدام المسطرة الشفافة ذات الوزن الخفيف؟

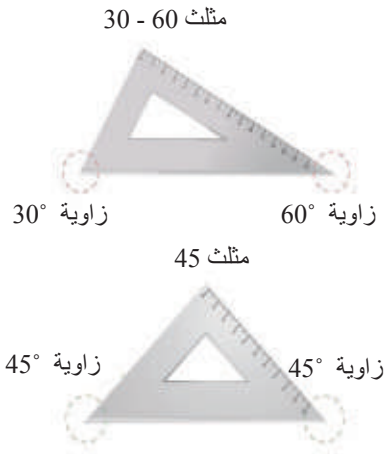
5- مثلثات الرسم (Drawing Triangles)

تُلازِم المثلثات مسطرة الرسم (T) في عملية الرسم الصناعي، وهي تُستخدَم في رسم الخطوط العمودية والخطوط المائلة بزوايا مختلفة. هناك نوعان من المثلثات قائمة الزاوية؛ هما:

أ - المثلث الثلاثيني الستيني (30° - 60°).

ب - المثلث المتساوي الساقين(مثلث 45°).

ويُبيِّن الشكل (1-5) أشكال المثلثات المعروفة، ويُفضَّل استخدام المثلثات التي تُناسِب حجومها مسطرة الرسم (T) ولوحة الرسم.



الشكل (1-5): أشكال مثلثات الرسم.

أُفسِّر

لماذا يجب دائمًا التحقق من أن أطراف المثلثات غير مكسورة؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

6- الفرجار والمقسّم (Compass and Divider)

الشكل (1-6): الفرجار، والمقسّم.

يتشابه الفرجار والمقسّم في الشكل العام، ويختلفان في الوظيفة؛ إذ يُستعَمل الفرجار لرسم الدوائر والأقواس ذات الأقطار المختلفة، في حين يُستعمَل المقسّم لنقل أبعاد الرسوم إلى لوحة الرسم، وتقسيم المسافات إلى أجزاء متساوية.

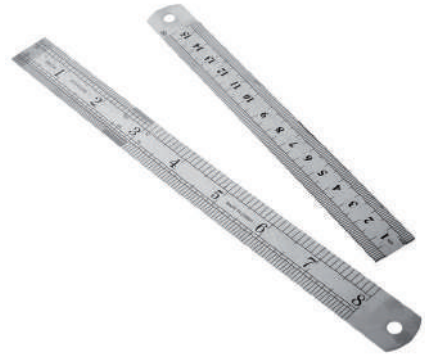
للفرجار طرفان: أحدهما مُدبَّب، والآخر مُزوَّد بقلم رصاص. أمّا المقسّم فطرفاه مُدبَّبان. انظر الشكل (1-6).

7- الأدوات المساعدة

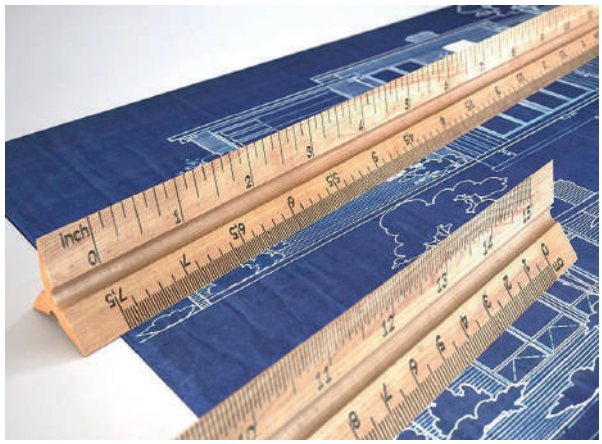
من الأدوات التي تساعد على إكمال عملية الرسم، وتثبيت ورقة الرسم، والمحافظة على نظافتها:

أ - المسطرة المُدرَّجة: تُستعَمل هذه المسطرة للقياس، لا للرسم، وهي ذات أطوال وأنواع مختلفة، ولها جانبان مُدرَّجان، ويُفضَّل استخدام المسطرة التي يتناسب طولها مع ورقة الرسم، كما في الشكل (1-7/أ).

ب - مسطرة مقياس الرسم (Scale Ruler): تُسهِم هذه المسطرة بفاعلية في عملية الرسم الهندسي؛ فهي مُدرَّجة بستة مقاييس مختلفة للرسم، ومثلثة الشكل كما في الشكل (1-7/ب).



الشكل (1-7/أ): مسطرة مُدرجة.



الشكل (1-7/ب): مسطرة مقياس الرسم.

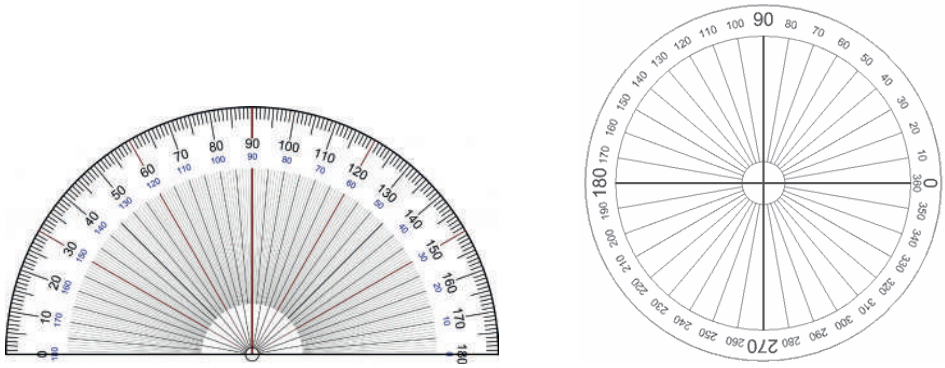
أبحثُ

أَبحثُ في مصادر المعرفة المتوافرة عن مواصفات مسطرة مقياس الرسم (Scale)، وعن سبب تدريجها بستة مقاييس مختلفة، مُبيِّنًا هذه المقاييس، ثم أكتب تقريرًا عن ذلك، ثم أقرؤه أمام الزملاء في الصف.

جـ - **الطبعات (الشبلونات) (Chaplons/ Templates):** الطبعات هي مساطر تحوي العديد من الرموز والأشكال الهندسية بمقاسات مختلفة؛ وتستخدم لتسهيل عملية الرسم، ولا سيما رسم الدوائر الصغيرة وبعض الأشكال الهندسية. أنظرُ الشكل (1-8).

الشكل (1-8): بعض أشكال الطبعات.

د - **المنقلة (Protractor):** تُستعمَل المنقلة لقياس الزوايا، وإيجاد قيمها تبعًا لنظام الدرجات المُستخدَم في قياس الزوايا. تُصنَّف المنقلة إلى نوعين، هما: المنقلة الدائرية التي تُستخدَم في قياس الزوايا حتى (360°)، والمنقلة نصف الدائرية التي تُقاس بها الزوايا حتى (180°)، وهي الأكثر استخدامًا وشيوعًا في عملية الرسم الصناعي. أنظرُ الشكل (1-9).



الشكل (1-9): نوعا المناقل.

هـ - **الممحاة:** تُستعمَل الممحاة لمحوِ الخطوط غير المرغوب فيها، والمحافظة على نظافة اللوحة؛ لذا يُنصحَ فقط باستخدام الأنواع الجيدة منها.

و - **المبراة:** تُستعمَل المبراة لجعل رأس قلم الرصاص الخشبي مُدبَّبًا، وذلك بِبَرْيِهِ ليصبح جاهزًا للاستخدام في عملية الرسم.

ز - **أدوات التنظيف:** تُستعمَل قطعة قماش أو فرشاة ناعمة لتنظيف لوحة الرسم، وأدوات الرسم، وطاولة الرسم، ولوح الرسم.

ح - **الشريط اللاصق:** يُستخدَم الشريط اللاصق في تثبيت ورقة الرسم من أطرافها على طاولة الرسم؛ لمنع انزلاق ورقة الرسم أو تمزُّقها في أثناء عملية الرسم.

التمرين (1)

1- ما أهمية الرسم الصناعي؟
2- لماذا لا يُفضَّل استخدام قلم الحبر في عملية الرسم الصناعي؟
3- فيمَ يُستفاد من الطبعات (الشبلونات)؟
4- لماذا يُستخدَم لوح الرسم أو طاولة الرسم في عملية الرسم؟
5- ما أهمية مسطرة الرسم (T) في الرسم الصناعي؟

الشروط الواجب مراعاتها في أثناء الرسم الصناعي:

1- الاستعمال الصحيح لأدوات الرسم الصناعي، وحملها على نحوٍ لا يؤدي إلى تلفها، وحفظها في مكان مناسب.
2- المحافظة على النظافة الدائمة لأدوات الرسم؛ ما يساعد على بقاء لوحة الرسم نظيفة ومرتبة.
3- مراعاة أن يكون مكان الرسم مرتبًا ونظيفًا ومهيئًا لعملية الرسم؛ ما يساعد الطالب على إتمام رسمه بدقة وسرعة.
4- عدم طي ورقة الرسم؛ لأن ذلك يُؤثِّر في جودة الرسم.

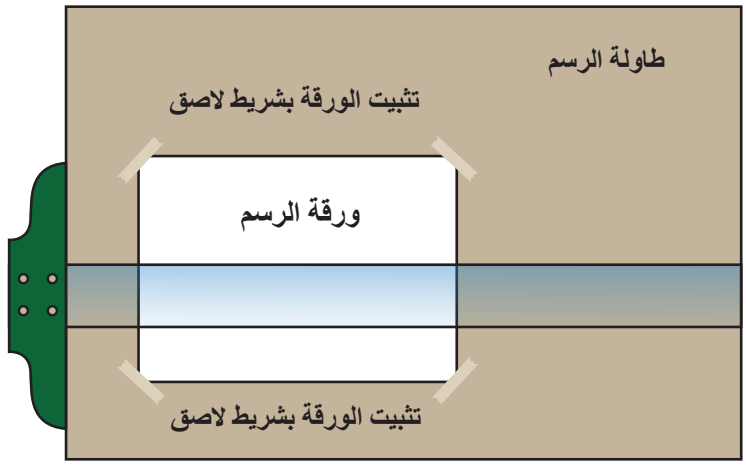
ثالثًا مهارات الرسم الأساسية وعمليات الإخراج

1- تثبيت ورقة الرسم

قبل البدء بعملية الرسم، يجب تثبيت ورقة الرسم على طاولة (أو لوح) الرسم، وضبط الورقة أفقيًّا وعموديًّا عليها، وذلك باستخدام مسطرة الرسم (T) والشريط اللاصق. وفي ما يأتي الإجراءات المتبعة في عملية التثبيت التي يُبيِّنها الشكل (1-10/أ):

أ - وضع رأس المسطرة ملاصقًا للحافة اليسرى من طاولة الرسم، ومطابقة حافة المسطرة تمامًا للحافة السفلية لورقة الرسم، ثم تثبيت طرفي الورقة العلويين بالشريط اللاصق.

ب - تحريك المسطرة في أيِّ اتجاه، والأفضل وضعها في منتصف الورقة، ثم تثبيت طرفي الورقة السفليين باستخدام شريط لاصق.



الشكل (1-10/أ): طريقة تثبيت ورقة الرسم.

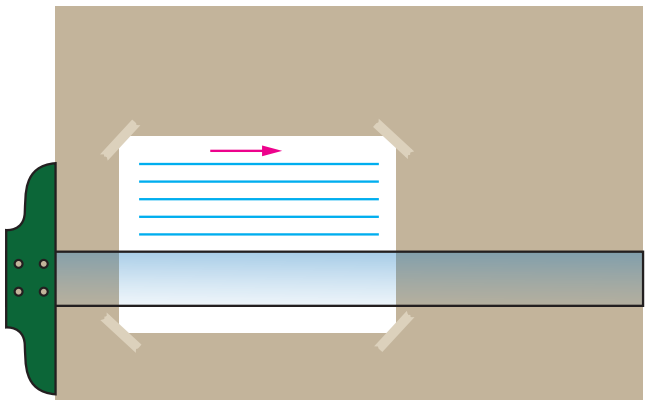
جـ - استخدام الشريط اللاصق استخدامًا صحيحًا، بحيث لا يُؤثِّر في رسم إطار الورقة كاملًا، ولا يسمح للورقة بالانزلاق. ويُبيِّن الشكل (1-10/ب) بعض الطرائق غير الصحيحة لاستخدام الشريط اللاصق.

الشكل (1-10/ب): اللصق غير الصحيح لورقة الرسم.

2- رسم الخطوط الأفقية والعمودية والمائلة

لرسم الخطوط على ورقة الرسم، يجب أولًا تثبيت الورقة على طاولة (أو لوح) الرسم، ثم وضع مسطرة الرسم (T) على الطاولة، بحيث يلامس رأس المسطرة الطرف الأيسر للطاولة (أو اللوح) بصورة كاملة.

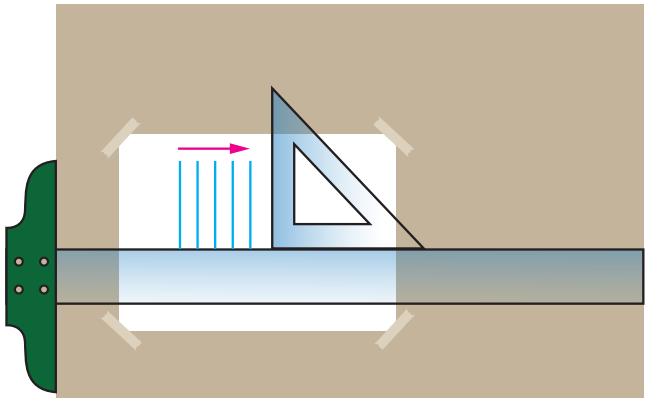
أ- رسم الخطوط الأفقية: بعد وضع مسطرة الرسم (T) عند المكان المطلوب لرسم الخط الأفقي، تُثبَّت المسطرة بالضغط عليها باليد اليسرى، ثم يُمسَك بقلم الرصاص باليد اليمنى لرسم الخط من اليسار إلى اليمين من فوق الحافة العلوية للمسطرة، كما هو مُوضَّح في الشكل (1-11).



الشكل (1-11): رسم الخطوط الأفقية.

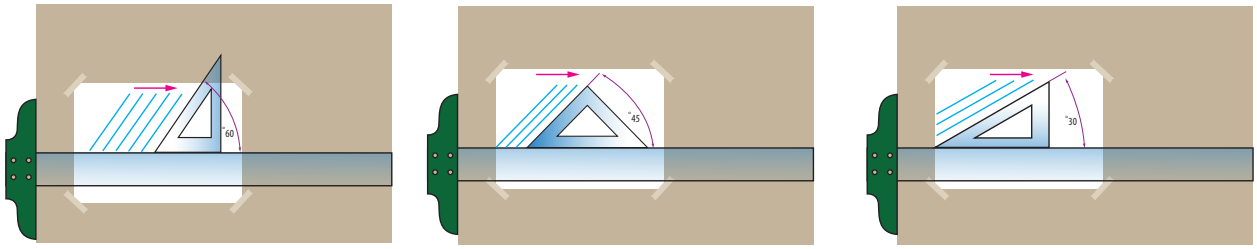
منهاجي
متعة التعليم الهادف

ب- رسم الخطوط العمودية: بعد وضع المسطرة عند المكان المطلوب لرسم الخط، يوضع أحد المثلثات على مسطرة (T) بشكل قائم، ثم يُضغَط على المثلث والمسطرة معًا لمنعهما من الانزلاق، ثم يُرسَم الخط العمودي في الوضع المطلوب. أنظرُ الشكل (1-12).



الشكل (1-12): رسم الخطوط العمودية.

جـ- رسم الخطوط المائلة: يُستعمَل مثلث مناسب لرسم الخطوط المائلة بزاوية معينة، بحيث ترتكز حافة المثلث على حافة مسطرة (T)، بحسب الزاوية المراد رسم الخط المائل عندها. وبعد تثبيت المثلث والمسطرة معًا، يُرسَم الخط المائل، ويمكن أيضًا رسَم الخطوط المتوازية المائلة. أنظرُ الشكل (1-13).



الشكل (1-13): رسم الخطوط المائلة بزوايا مختلفة.

3- رسم الدائرة

يُستعمَل الفرجار لرسم الدائرة، وذلك بفتحه فتحة تساوي نصف قُطْر الدائرة المطلوب رسمها، ثم يُرسَم خطا محور متقاطعان عموديًا بحيث تكون نقطة تقاطعهما مركز الدائرة، ويُثبَّت الجزء المُدبَّب من الفرجار في مركز الدائرة، ثم يُدوَّر مع بقاء فتحته ثابتة، حتى تُرسَم الدائرة كاملة.

تذكر

في أثناء عملية تثبيت ورقة الرسم على لوح الرسم، يستطيع الطالب الأعسر أن يضع رأس المسطرة ملاصقًا للحافة اليُمنى للوح الرسم.

4- إعداد ورقة الرسم

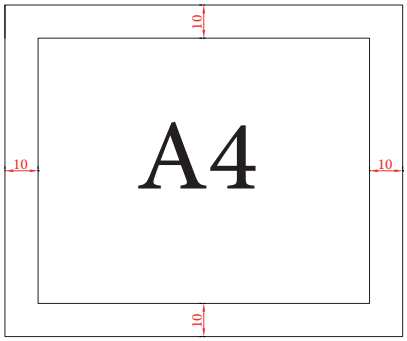
قبل البدء بعملية الرسم على ورقة الرسم، يجب تجهيز ورقة الرسم وإعدادها على نحوٍ مرتب وواضح، بحيث يمكن قراءة الرسوم، ومعرفة المعلومات المتعلقة بها.

تتلخَّص عملية إعداد ورقة الرسم في ما يأتي:

أ - توفير أدوات الرسم جميعها قبل البدء بعملية الرسم.

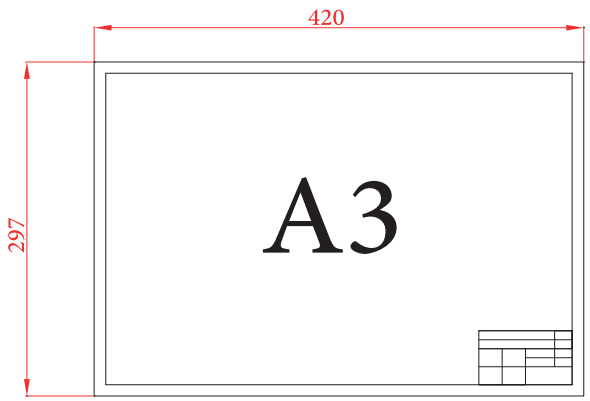
ب - تثبيت الورقة على طاولة (أو لوح) الرسم بصورة صحيحة.

جـ - رسم إطار للورقة؛ أي رسم خطوط أفقية وعمودية تبعد عن حافة ورقة الرسم (10mm) من الجهات كلها، كما في الشكل (1-14).



الشكل (1-14): رسم إطار ورقة الرسم.

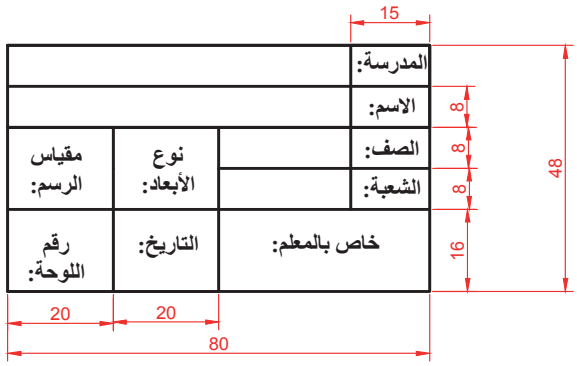
د - رسم جدول المعلومات الذي يحوي كل المعلومات اللازمة للتعريف بالرسم، والطالب، والمعلِّم المُقوِّم للرسم. هناك أشكال عِدَّة لجدول المعلومات، وذلك تبعًا لحجم الورق المُستخدَم في عملية الرسم، فإذا كانت ورقة الرسم من حجم (A3)، فإنه يُفضَّل رسم جدول المعلومات أسفل يمين ورقة الرسم، كما في الشكل (1-15/أ)؛ فأبعاد ورقة (A3) مناسبة لرسم جدول المعلومات بأبعاده الصحيحة من دون أن يُؤثِّر ذلك في حجم الرسم المطلوب.



الشكل (1-15/أ): رسم جدول المعلومات باستخدام ورقة (A3).

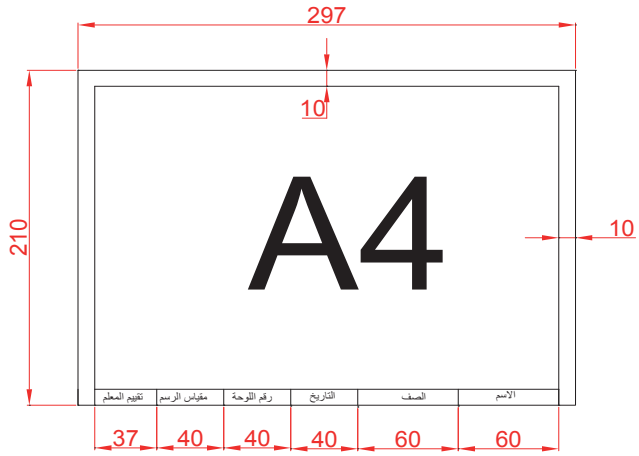
يُرسَم جدول المعلومات في صفحة من حجم (A3) كما في الشكل (1-15/ب).

أمّا إذا كانت ورقة الرسم من حجم (A4)، فإن جدول المعلومات يُرسَم كما في الشكل (1-15/جـ)؛ لأن حجم الورقة صغير، ولا يتسع لجدول المعلومات الخاص بورقة (A3).



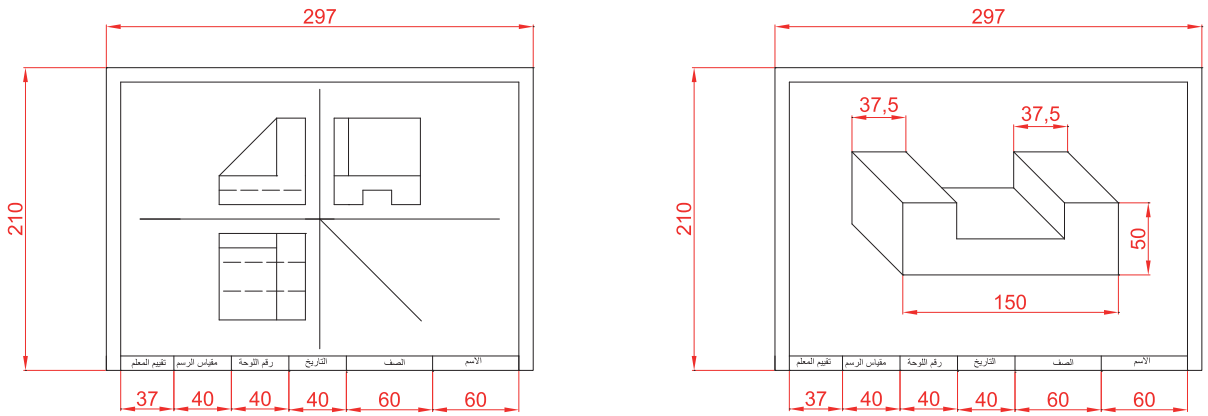
الشكل (1-15/ب): مُكوِّنات جدول المعلومات.

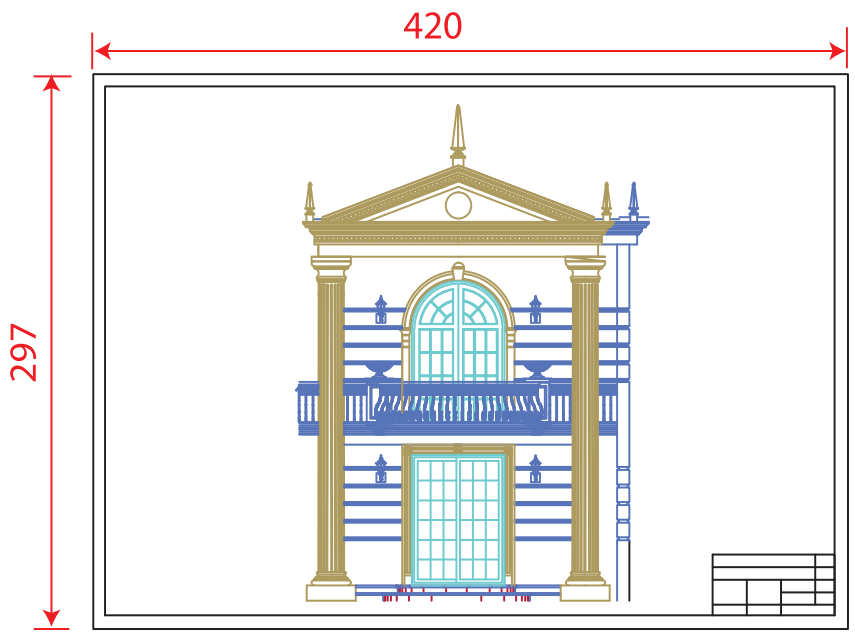
هـ - تحديد المكان المناسب للرسوم على ورقة الرسم.



الشكل (1-15/جـ): رسم جدول المعلومات باستخدام ورقة (A4).

و - بدء الرسم بقلم الرصاص المناسب، ثم وضع الأبعاد على الرسم بعد الانتهاء من رسم التفاصيل جميعها. ويُبيِّن الشكل (1-16) بعض الرسوم على أوراق الرسم من حجم (A4) أو (A3) بوجود جدول المعلومات.





الشكل (1-16): إعداد ورقة الرسم مع بعض الرسوم.

التمرين (3)

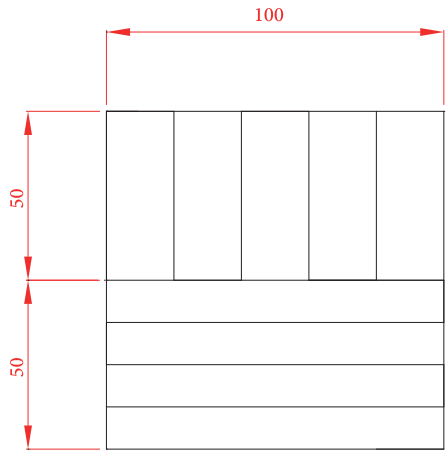
أُحضِّر ورقة الرسم (A3) لتكون جاهزة لعملية الرسم.

أُحضِّر ورقة الرسم (A4) لتكون جاهزة لعملية الرسم.

تذكر

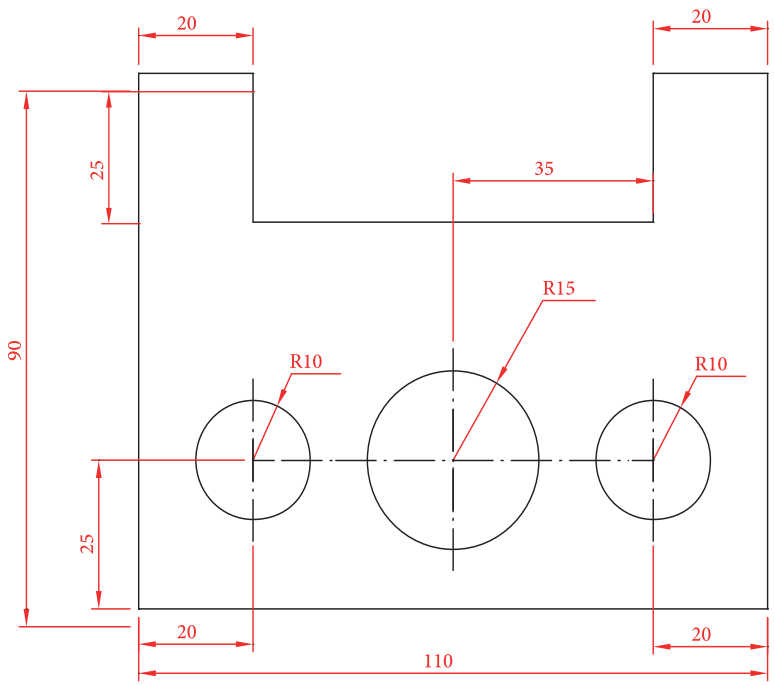
تذكر أن جميع الأبعاد المستخدمة في هذا الكتاب بالمم (mm).

التمرين (4)



أرسمُ الشكل المجاور باستخدام أدوات الرسم الهندسي بعد إعداد ورقة الرسم إعدادًا صحيحًا.

التمرين (5)



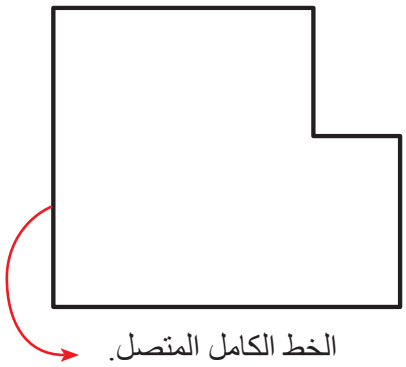
أرسمُ الشكل المجاور باستخدام أدوات الرسم الهندسي بعد إعداد ورقة الرسم إعدادًا صحيحًا.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الخط هو المُكوِّن الرئيس في عملية الرسم الصناعي؛ فالرسوم تتكون من دوائر، وسطوح، وحواف مرئية وغير مرئية، وخطوط لها أكثر من سُمْك وشكل، وهي على النحو الآتي:

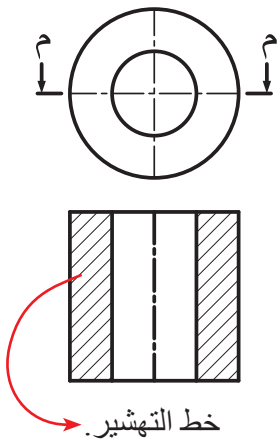
1- الخط الكامل المتصل، أو الخط الواضح

خط متصل يُستخدَم في رسم الحواف الظاهرة من الجسم، كما في الشكل المجاور.



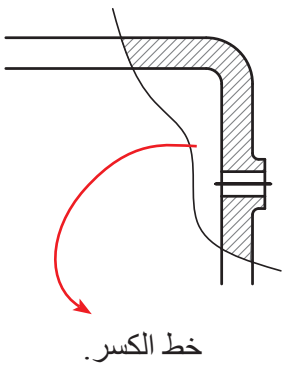
2- خط التهشير

خط رفيع متصل يُرسَم بزاوية (45°)، ويُستخدَم في السطوح التي جرى عليها القطع، كما في الشكل المجاور.



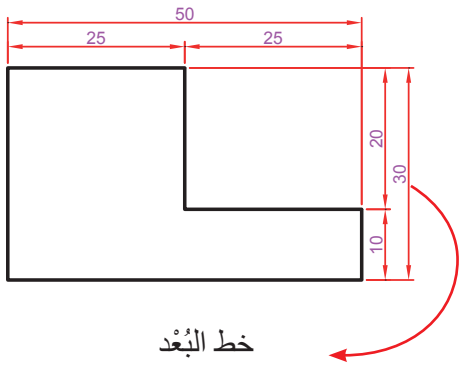
3- خط الكسر

خط يدوي رفيع يُستخدَم في القطاعات الجزئية لتوضيح الأجزاء الداخلية المقطوعة، كما في الشكل المجاور.



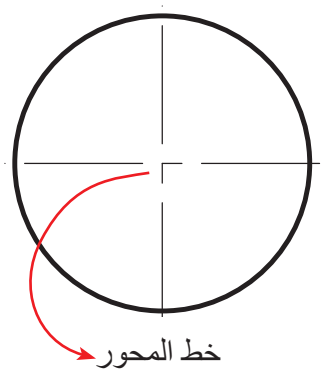
4- خط البُعْد

خط رفيع يُستعمَل للدلالة على القياس، كما في الشكل المجاور.



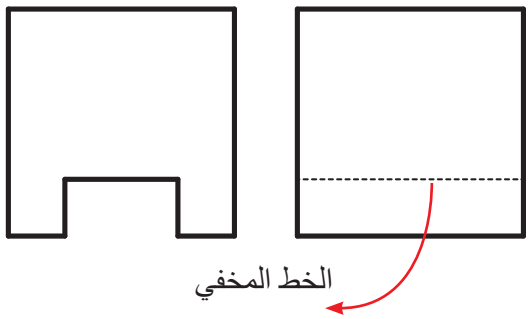
5- خط المحور (المركز)

خط يُستخدَم في تحديد مراكز الدوائر والأقواس، كما في الشكل المجاور.



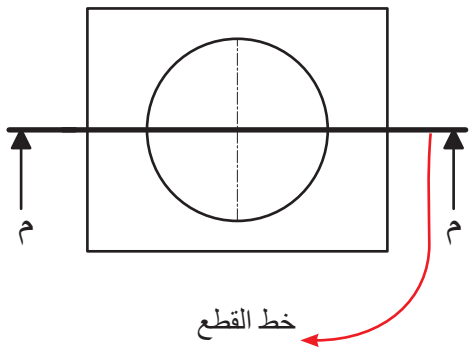
6- الخط المتقطع (المخفي)

خط يُستخدَم في رسم الخطوط غير المرئية، كما في الشكل المجاور.



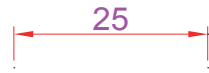
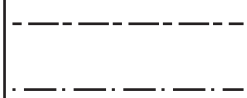
7- خط القطع

خط يُستعمَل لبيان مكان القطع، واتجاه إسقاط القطع، كما في الشكل المجاور.



يُبيِّن الجدول (1-1) أنواع الخطوط واستخداماتها في الرسم الصناعي، والمعلومات خاصتها:

الجدول (1-1): أنواع الخطوط واستخداماتها في الرسم الصناعي.

الرقم	نوع الخط	شكل الخط	سُمْك الخط (mm)	وصف الخط	مجال استخدام الخط
1	الخط الظاهر (المستمر)		0.5	خط متصل	تمثيل الحواف المرئية من الجسم.
2	خط التهشير		0.3	مائل بزاوية 45°	تهشير المناطق المقطوعة.
3	خط الكسر		0.3	خط متصل متعرج	تحديد مكان القطع.
4	خط البُعْد		0.3	خط ينتهي بسهمين	تحديد أبعاد الجسم.
5	خط المحور		0.3	خط يتكون من شرطة طويلة، وشرطة قصيرة. أو خط يتكون من شرطة طويلة ونقطة.	تحديد مراكز الدوائر والأقواس.
6	الخط المتقطع		0.3	خط يتكون من شرطات قصيرة غير متصلة.	تمثيل الحواف غير المرئية من الجسم.
7	خط القطع		0.7	خط محوري ينتهي بطرفين سميكين.	الدلالة على مكان القطع.

أبحث

أَبحثُ في مصادر المعرفة المتوافرة عن أنواع أخرى من الخطوط تُستخدَم في الرسم، ثم أكتب تقريرًا عنها، ثم أناقشه مع زملائي في غرفة الصف.

لا يمكن دائمًا رسم الأشكال بالأبعاد الحقيقية نفسها، لذا فقد نحتاج أحيانًا إلى التحكم في أبعاد الرسم على اللوحة. فالرسوم ذوات الأبعاد الكبيرة لا يمكن أن تُرسَم بالبعد نفسه، وقد نحتاج أحيانًا إلى رسم قطع صغيرة مثل أجزاء من آلة مثلًا، ولكن لا يمكن رسمها بوضوح ودقة وهي بأبعادها الصغيرة؛ لذا نستخدم مقياس الرسم (Scale)، الذي يُعرَف بأنه نسبة البُعْد في الرسم إلى البُعْد الحقيقي. يُقسَّم مقياس الرسم إلى ثلاثة أنواع، هي:

1- مقياس التصغير (Reducing)

يُقصَد به تقليل القياس الحقيقي حتى يتلاءم مع ورقة الرسم المستخدمة، ويُكتَب بالصيغة: (1:X)، ومن أمثلته: (1:2) التي تُقرَأ: واحد إلى اثنين، و(1:100) التي تُقرَأ: واحد إلى مئة، وهكذا.

يُستعمَل هذا المقياس لرسم أشكال كبيرة جدًّا، مثل رسم مزرعة أبعادها (50m X 100m)؛ إذ يُستخدَم هنا مقياس التصغير (1:1000)؛ أي إن كل (1000cm) من البُعْد الحقيقي يساوي (1cm) سم على ورقة الرسم، فتصبح أبعاد المزرعة على ورقة الرسم (5cm X 10cm).

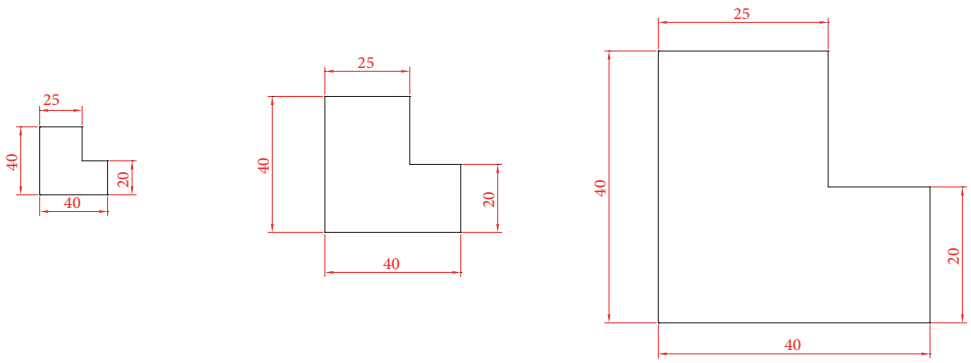
2- مقياس التكبير (Enlarging)

يُقصَد به زيادة القياس الحقيقي على ورقة الرسم، ويُكتَب بالصيغة: (X:1)، ومن أمثلته: (2:1) التي تُقرَأ: اثنان إلى واحد، و(10:1) التي تُقرَأ: عشرة إلى واحد، وهكذا. يُستعمل هذا المقياس لرسم أشكال صغيرة، مثل رسم برغي .

3- المقياس الطبيعي

يُقصَد به رسم الشكل بأبعاده الحقيقية، ويُكتَب بالصيغة: (1:1)، وتُقرَأ: واحد إلى واحد.

يجب كتابة الأبعاد الحقيقية للشكل على ورقة الرسم، والإشارة إلى مقياس الرسم المُستخدَم، وشمول مقياس الرسم الأبعاد جميعها في الرسم، ما عدا الزوايا التي تُرسَم بقيمتها الحقيقية. ويُبيِّن الشكل (1-17) أنواع مقياس الرسم.



مقياس تصغير (1:2). مقياس طبيعي (1:1). مقياس تكبير (2:1).

الشكل (1-17): أنواع مقياس الرسم.

الإثراء والتوسع

أبحثُ في شبكة الإنترنت ومصادر المعرفة المتوافرة في مدرستي عن طرائق أخرى لعملية تثبيت ورقة الرسم على لوح الرسم، وأبحثُ عن أدوات هندسية أخرى قد تساعد في عملية الرسم الصناعي.

القياس والتقويم

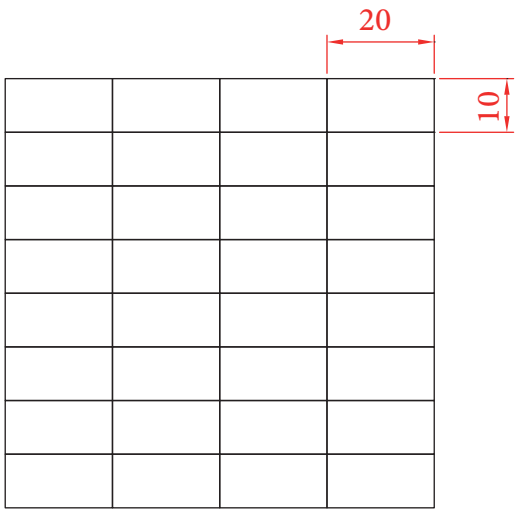
بعد دراستي هذه الوحدة أستطيع أن:

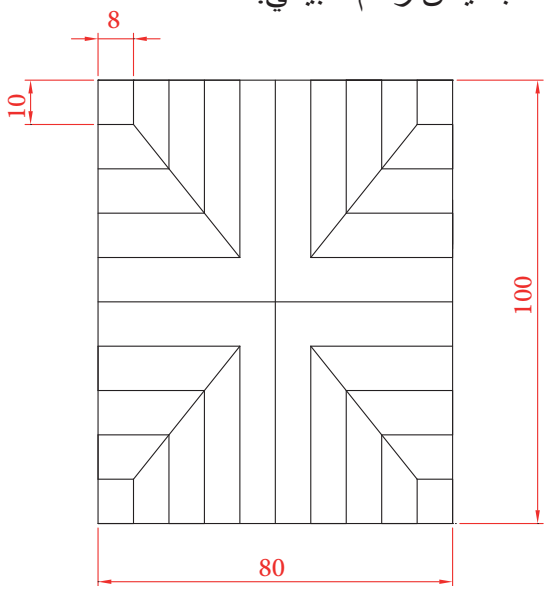
الرقم	مؤشر الأداء	ممتاز	جيد	في حاجة إلى التحسين
1	أُطبِّق تعليمات السلامة والصحة المهنية في حصة الرسم الصناعي.			
2	أُعرِّف مفهوم الرسم الصناعي.			
3	أُبيِّن أهمية الرسم الصناعي.			
4	أستعمل أدوات الرسم الصناعي استعمالًا صحيحًا.			
5	أُعدِّد أدوات الرسم الصناعي.			
6	أُميِّز مقاس أوراق الرسم بعضها من بعض.			
7	أُثبِّت ورقة الرسم على طاولة الرسم، وأرسم الإطار وجدول المعلومات.			
8	أرسم الخطوط الأفقية والعمودية والمائلة على نحوٍ متقن.			
9	أرسم الدوائر والأقواس بالفرجار.			
10	أنقل الرسوم وأُحاكيها بصورة صحيحة.			
11	أميز خطوط الرسم، وأحدد استعمالاتها.			
12	أعي أهمية مقياس الرسم، وأوجه استعماله.			

منهاجي
متعة التعليم الهادف

التمرين الأول

أُجهِّز ورقة الرسم بصورة صحيحة، ثم أرسمُ الشكلين الآتيين باستعمال أدوات الرسم الهندسي المناسبة، بمقياس رسم طبيعي.

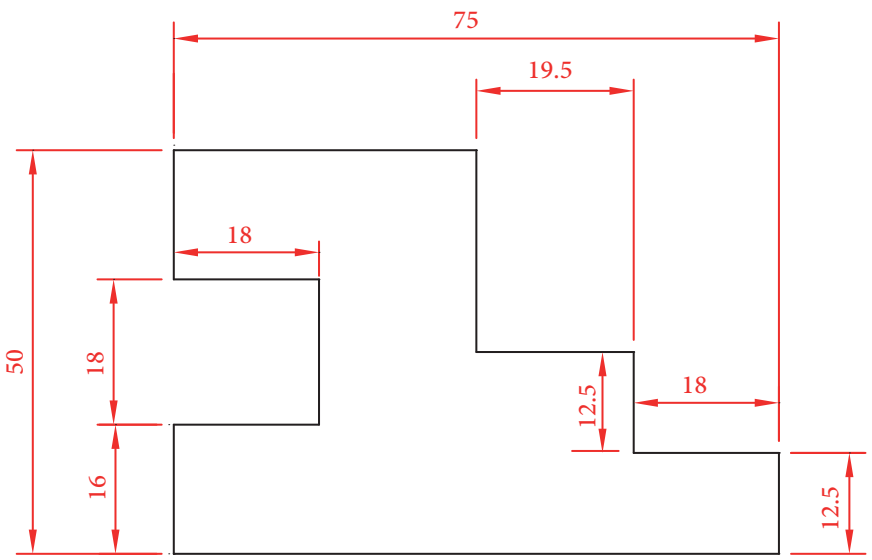




التمرين الثاني

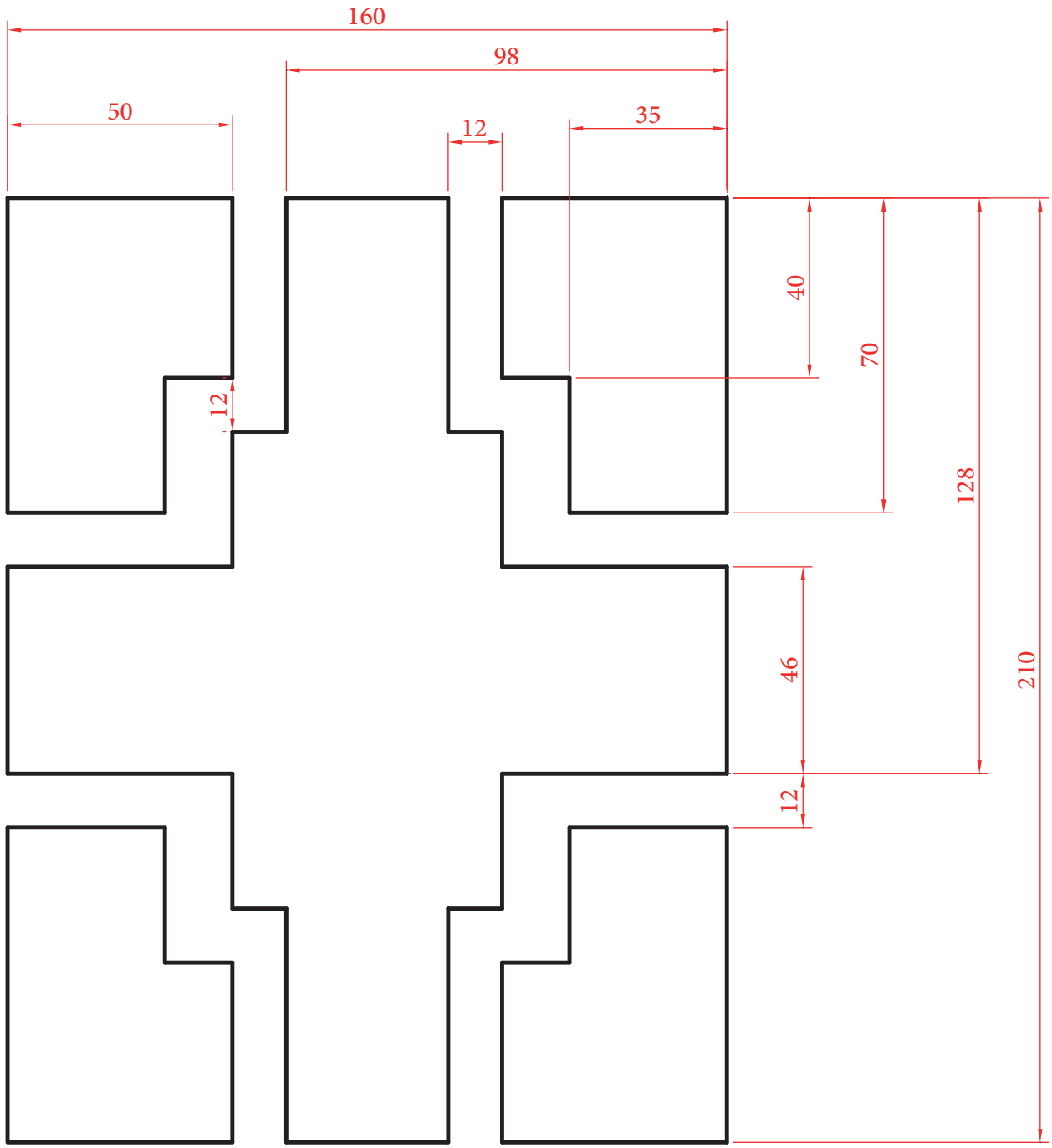
أنقلُ الشكلين الآتيين إلى ورقة الرسم مُستعمِلًا مقياس الرسم (1:1).

أ)



منهاجي
متعة التعليم الهادف

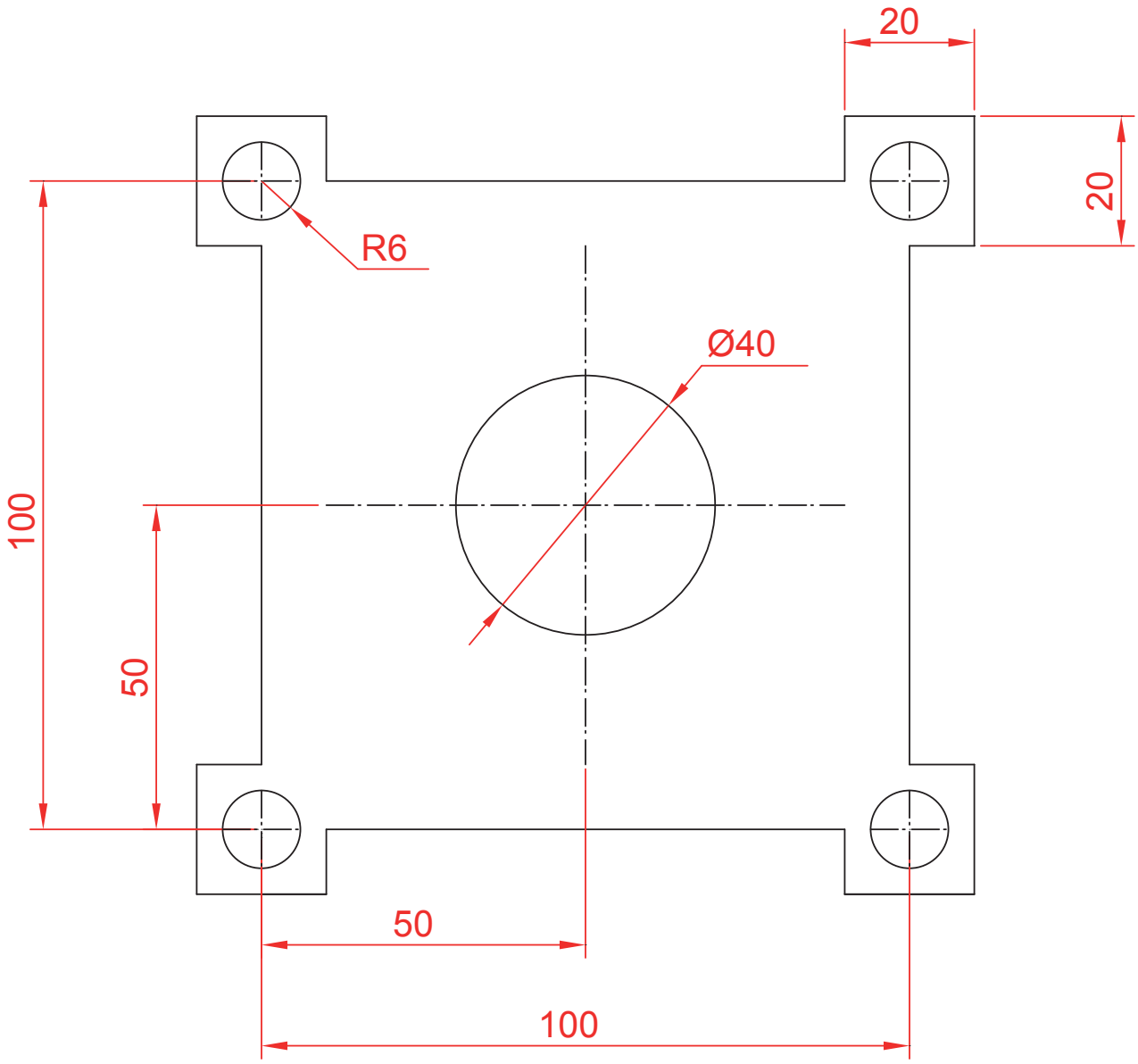
ب)



منهاجي
متعة التعليم الهادف

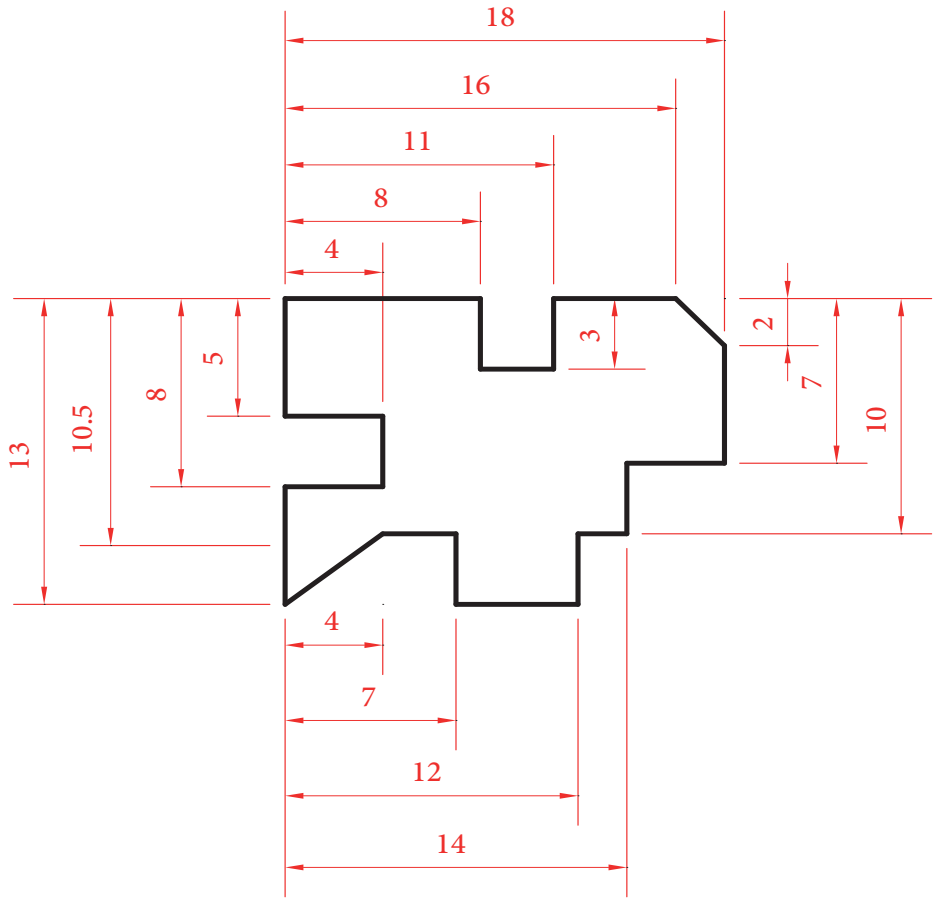
التمرين الثالث

أنقل الشكل الآتي إلى ورقة الرسم مُستعمِلًا مقياس الرسم (1:1).



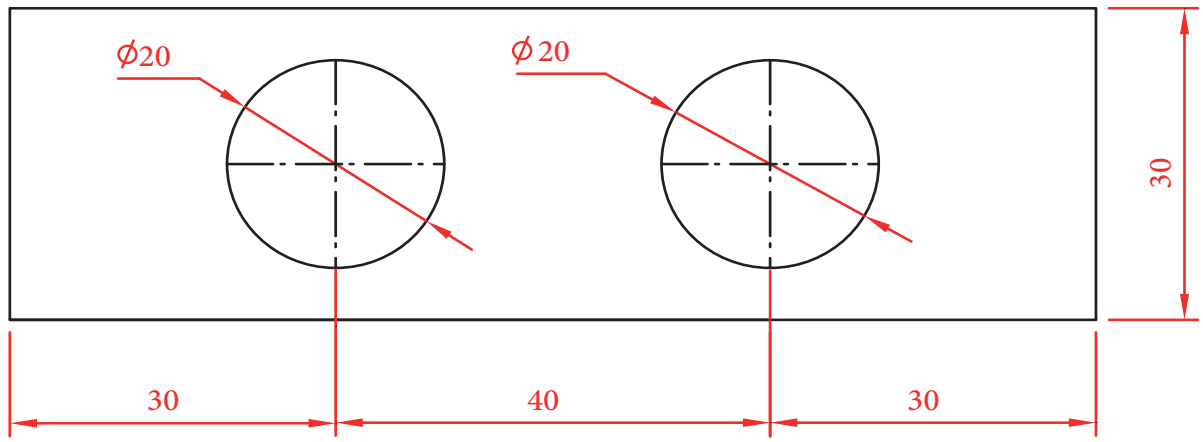
التمرين الرابع

أنقلُ الشكل الآتي إلى ورقة الرسم مُستعمِلًا مقياس رسم التكبير (4:1).



التمرين الخامس

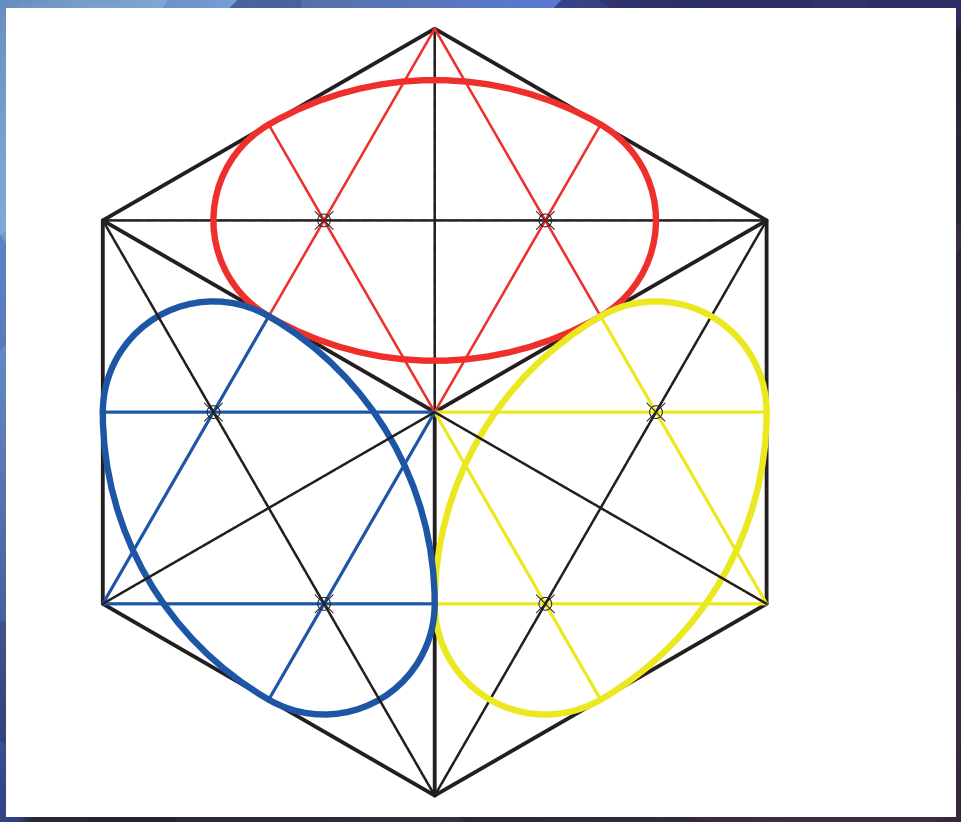
أنقلُ الشكل الآتي إلى ورقة الرسم مُستعمِلًا مقياس رسم تصغير مناسبًا.



الوحدة الثانية

2

العمليات الهندسية



- ما المقصود بالعمليات الهندسية؟
- فيَم يُستفاد من العمليات الهندسية في الحياة العملية؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

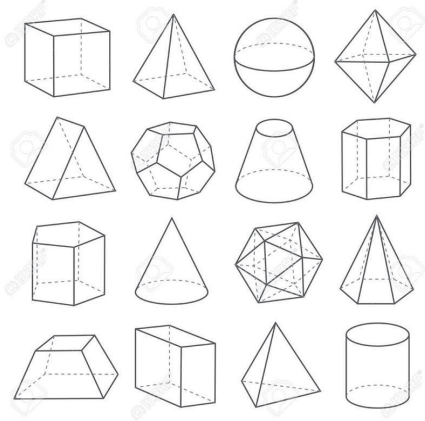
يُمثِّل الرسم الصناعي اللغة المشتركة بين أصحاب التخصص الواحد، والطريقة التي تُترجِم أفكار المهندسين إلى خطوط وأبعاد على قطعة من الورق؛ إذ يُعبِّر المهندس عن أفكاره برسمها على الورق قبل البدء بتنفيذ مراحل العمل المختلفة.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرَّف طرائق رسم الزوايا المختلفة.
- يتعرَّف طريقة تنصيف زاوية.
- يرسم عمودًا على قطعة مستقيمة.
- يُنفِّذ عملية تنصيف لقطعة مستقيمة معلومة.
- يرسم أشكالًا هندسيةً.
- يتعرَّف طريقة رسم قوس يمس ضلعي زاوية.
- يرسم قوسًا يمس دائرتين من داخله.
- يرسم قوسًا يمس قطعة مستقيمة ودائرة.
- يرسم دائرة بنصف قُطْر معلوم يمس دائرتين من الخارج.
- يُقسِّم قطعة مستقيمة إلى عدد من الأقسام المتساوية.

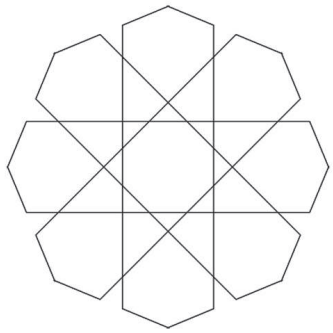
انظر وتساءل

هل سألت يومًا عن الطريقة الهندسية الصحيحة لرسم الأشكال الهندسية كما في الشكل المجاور؟



استكشف

هل تستطيع رسم الشكل المجاور دون معرفة أسس رسم الأشكال الهندسية؟

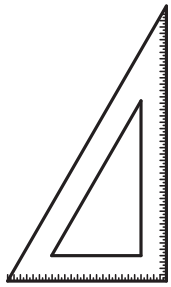


اقرأ وتعلم

أولًا رسم زوايا مختلفة

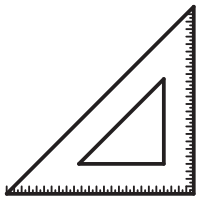
تُعَدُّ الزاوية أحد الأجزاء الأساسية في تكوين النماذج والأشكال الهندسية المختلفة، ويمكن رسمها بطريقتين، هما:

1- رسم الزاوية بمثلث ثابت الزوايا (إحدى زواياه 30°، والأخرى 60°) كما في الشكل (2-1).



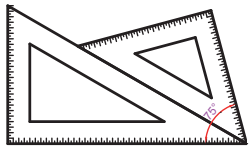
الشكل (2-1).

أو رسمها بمثلث زاويته (45º)، كمـا في الشكـل (2-2).



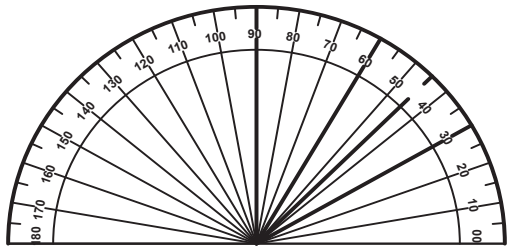
الشكل (2-2).

أو رسمها بالمثلثين معًا لتصبح الزاوية مركبة، مثل:
(75º = 45º + 30º)، كمـا في الشكـل (2-3).



الشكل (2-3).

2- رسم الزاوية باستعمال المنقلة، كمـا في الشـكل (2-4).



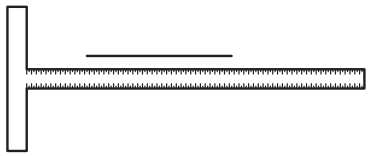
الشكل (2-4).

أتذكَّر

أنواع الزوايا التي درستها في الصفوف السابقة، ثم أرسمُها.

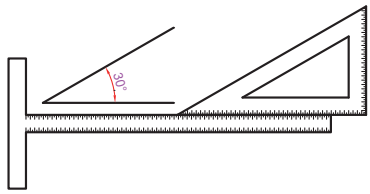
رسم زاوية مقدارها 30º باستعمال المثلث

1- أرسمُ قطعة مستقيمة باستعمال حافة مسطرة الرسم (T)، كما في الشكل (2-5/أ).



الشكل (2-5/أ).

2- أُثبِّت المثلث على حافة المسطرة، ثم أرسمُ قطعة مستقيمة موازية لوتر المثلث، فينتج خط بزاوية 30º كما في الشكل (2-5/ب).



الشكل (2-5/ب).

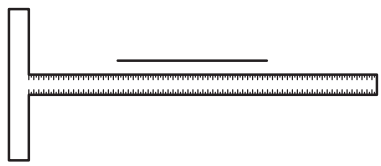
تمرين(1)

أرسمُ زاوية بمقدار 45º باستعمال المثلث، ومسطرة الرسم (T).

أرسمُ زاوية بمقدار 105º باستعمال المثلث، ومسطرة الرسم (T).

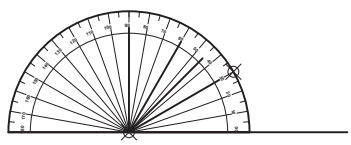
رسم زوايا مختلفة باستعمال المنقلة:

1- أرسمُ قطعة مستقيمة باستعمال حافة مسطرة الرسم (T) كما في الشكل (2-6/أ).



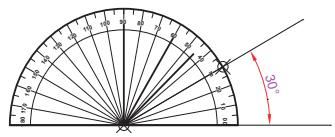
الشكل (2-6/أ).

2- أُحدِّدُ نقطة مركز المنقلة، ثم أضع نقطة على الزاوية المطلوبة كما في الشكل (2-6/ب).



الشكل (2-6/ب).

3- أصلُ نقطة المركز بالزاوية المحددة كما في الشكل (2-6/جـ).



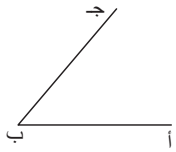
الشكل (2-6/جـ).

تمرين (2)

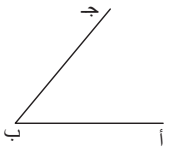
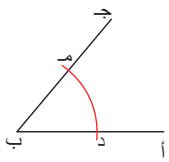
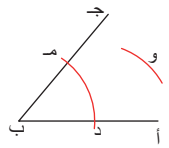
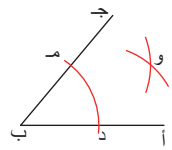
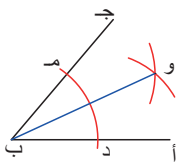
أرسمُ زاوية مقدارها 70° باستخدام المنقلة.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

يتطلَّب العمل في أحيان كثيرة تنصيف زوايا مختلفة باستخدام الطرائق الهندسية، ويمكن تنصيف الزوايا باستخدام المنقلة، ولكن قد لا يكون تنصيفها دقيقًا؛ لذا فإنها تُنصَّف باستخدام الأدوات الهندسية المناسبة، كما في تنصيف الزاوية الحادة المُبيَّنة في الشكل (2-7).



الشكل (2-7)

1- أرسمُ الزاوية الحادة (أ ب جـ) باستخدام المثلث, ومسطرة الرسم (T) .	
2- أُثبِّت الفرجار عند رأس الزاوية في النقطة (ب)، ثم أفتحُه فتحة مناسبة لرسم قوس يقطع ضلعي الزاوية عند النقطة (م – د).	
3- أُثبِّت الفرجار في النقطة (م)، ثم أفتحُه فتحة مناسبة لرسم قوس داخل الزاوية.	
4- أُثبِّت الفرجار في النقطة (د)، ثم أفتحُه فتحة مناسبة لرسم قوس داخل الزاوية، بحيث يتقاطع القوسان في النقطة (و).	
5- أرسمُ قطعة مستقيمة تصل النقطة (و) بمركز الزاوية (ب)، فتكون القطعة المستقيمة (ب و) مُنصِّفةً للزاوية المرسومة.	

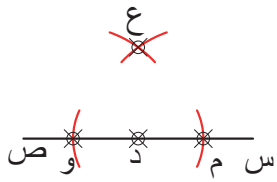
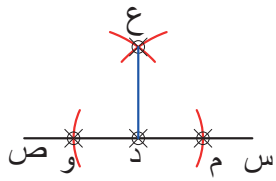
تمرين (3)

أرسمُ زاويتين: إحداهما قائمة، والأخرى منفرجة، ثم أُنصِّفهما.

ثالثًا رسم خط عمودي على قطعة مستقيمة

تتطلَّب بعض العمليات الهندسية رسم عمود على قطعة مستقيمة باستخدام الطرائق والأدوات الهندسية المناسبة.

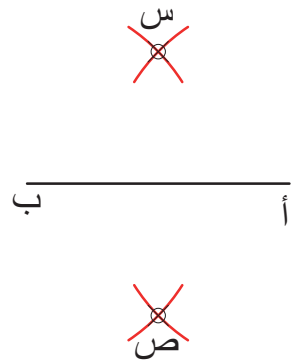
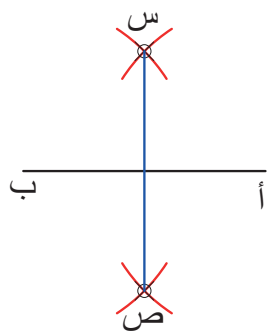
لرسم عمود على القطعة المستقيمة (س ص) من النقطة (د)، أتَّبعُ الخطوات الآتية:

1- أرسمُ القطعة المستقيمة (س ص) .	
2- أُحدِّدُ النقطة (د) على القطعة المستقيمة (س ص)، كما في الشكل المجاور.	
3- أُثبِّت الفرجار في النقطة (د)، ثم أرسمُ قوسًا يقطع القطعة المستقيمة في (م و)، كما في الشكل المجاور.	
4- أُثبِّت الفرجار في النقطة (م)، ثم أفتحُه فتحة أكبر لرسم قوس خارج المستقيم. بعد ذلك أُثبِّت الفرجار في النقطة (و)، ثم أفتحُه الفتحة نفسها لرسم قوس يتقاطع مع القوس الأول في النقطة (ع)، كما في الشكل المجاور .	
5- أرسمُ قطعة مستقيمة تصل النقطة (ع) بالنقطة (د)، فينتج العمود المطلوب، كما في الشكل المجاور.	

منهاجي
متعة التعليم الهادف

رابعًا تنصيف قطعة مستقيمة معلومة

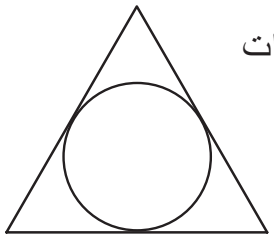
تتطلَّب بعض العمليات الهندسية تنصيف قطعة مستقيمة معلومة باستخدام الطرائق والأدوات الهندسية المناسبة. وفي ما يأتي خطوات تنصيف القطعة المستقيمة (أ ب) :

1- أرسمُ القطعة المستقيمة (أ ب) .	
2- أُثبِّت الفرجار في النقطة (أ)، ثم أفتحُه فتحة أكبر من نصف القطعة المستقيمة لرسم قوس خارج القطعة من الجهتين. بعد ذلك، أُثبِّت الفرجار في النقطة (ب)، ثم أفتحُه الفتحة نفسها لرسم قوس خارج القطعة المستقيمة من الجهتين، بحيث يتقاطع القوسان في النقطتين (س - ص) .	
3- أرسمُ قطعة مستقيمة تصل النقطة (س) بالنقطة (ص)، فتكون القطعة المستقيمة (س- ص) هي المنُصِّف للقطعة المستقيمة (أ- ب) .	

تمرين (4)

أُنصِّفُ القطعة المستقيمة (أ ب) التي طولها (110) مم.

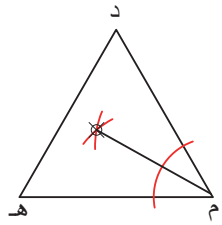
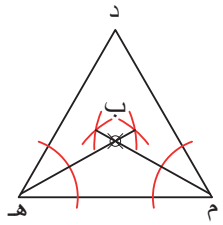
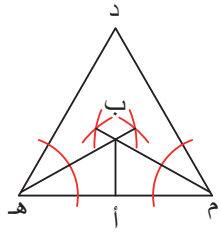
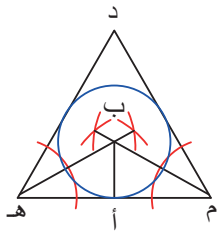
منهاجي
متعة التعليم الهادف



تختلف طرائق رسم الأشكال الهندسية باختلاف المعطيات. وفي ما يأتي الخطوات الواجب اتباعها لتعلُّم رسم الأشكال الهندسية.

1- رسم دائرة داخل مثلث

لرسم دائرة داخل المثلث (د م هـ) كما في الشكل (2-8)، أَتَّبِع الخطوات الآتية: الشكل (2-8).

أ - أُنصِّف الزاوية (م) كما تعلَّمت سابقًا.	
ب- أُنصِّف الزاوية (هـ)، فيتقاطع المُنصَّفان في النقطة (ب).	
جـ- أرسمُ عمودًا من النقطة (ب) إلى الضلع (م هـ)، فيتقاطع معه في النقطة (أ) .	
د- أفتحُ الفرجار فتحة تُعادِل طول نصف القُطْر (ب أ)، ثم أرسمُ الدائرة.	

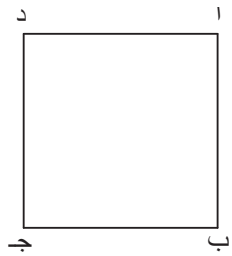
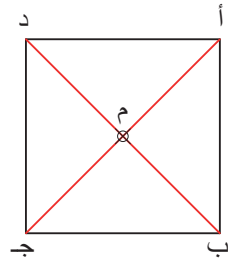
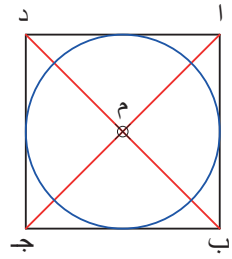
منهاجي
متعة التعليم الهادف

تمرين (5)

أرسمُ دائرة داخل مثلث قائم الزاوية.

2- رسم دائرة داخل مربع

لرسم دائرة داخل مربع، أَتَّبِع الخطوات الآتية:

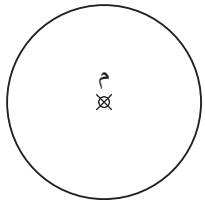
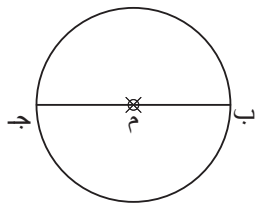
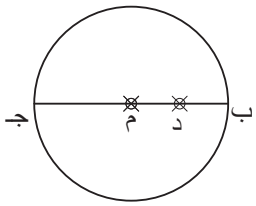
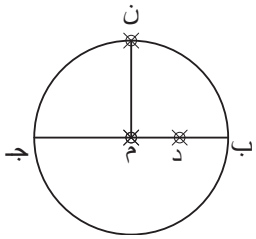
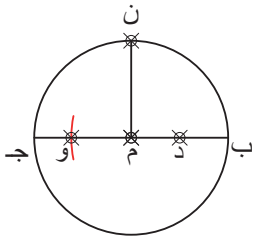
أ - أرسمُ المربع (أ ب ج د) .	
ب- أرسمُ قُطْرين للمربع، فتكون نقطة التقاطع بين القُطْرين (م) مركز الدائرة .	
جـ- أُثبِّت الفرجار في النقطة (م)، ثم أفتحُه فتحة تساوي نصف طول ضلع المربع، وأرسمُ الدائرة .	

تمرين (6)

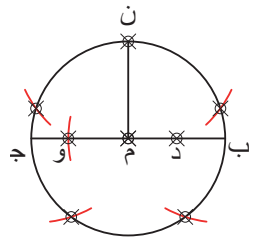
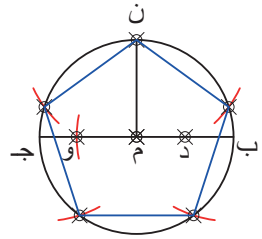
أرسمُ دائرة داخل مربع طول ضلعه (60) مم. كم نصف قُطْر الدائرة؟

3- رسم شكل خماسي داخل دائرة

لرسم شكل خماسي داخل دائرة، أَتَّبِع الخطوات الآتية:

أ - أرسمُ دائرة مركزها (م) .	
ب- أرسمُ قُطْر الدائرة (ب-ج) .	
جـ- أُنصِّف نصف القُطْر (ب م) في النقطة (د).	
د- أرسمُ عمودًا على مركز الدائرة بحيث يقطع محيط الدائرة في النقطة (ن) .	
هـ- أُثبِّت الفرجار في النقطة (د)، ثم أفتحُه فتحة تساوي (د - ن)، ثم أرسمُ قوسًا يقطع نصف قُطْر الدائرة في (و) .	

منهاجي
متعة التعليم الهادف

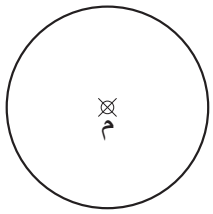
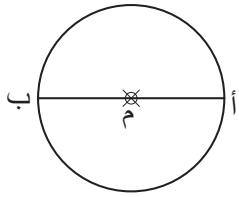
و- أُثبِّت الفرجار في النقطة (ن)، ثم أفتحُه فتحة تساوي (ن و)، وأقطع محيط الدائرة، فتكون المسافة (ن- و) هي طول ضلع الشكل الخماسي، ثم أُكمِلُ تقسيم الدائرة، فينتج الشكل الخماسي المطلوب.	
ز- أرسمُ أضلاع الشكل الخماسي المطلوب بتوصيل نقاط تقاطع الأقواس بمحيط الدائرة .	

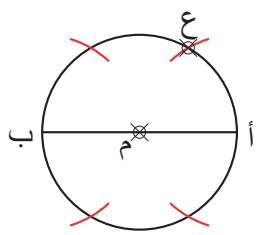
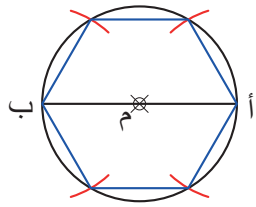
أبحث

أبحثُ في الشبكة المعلوماتية (الإنترنت) عن طرائق أخرى لرسم الشكل الخماسي، أو أستعينُ بمعلِّمي لرسم شكل خماسي معلوم طول ضلعه.

4- رسم شكل سداسي داخل دائرة معلوم طول ضلعه

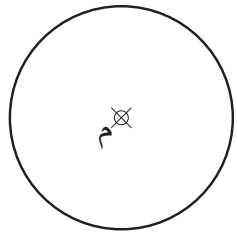
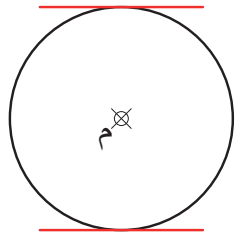
لرسم شكل سداسي داخل دائرة معلوم طول ضلعه، أَتَّبِع الخطوات الآتية:

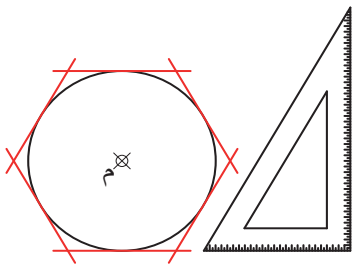
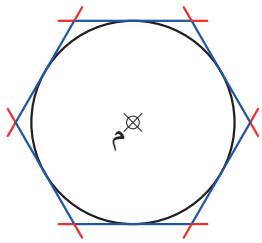
أ - أُحدِّدُ النقطة (م)، ثم أرسمُ الدائرة بنصف قُطْر معلوم مساوٍ لطول ضلـع الشكل السداسي .	
ب- أرسمُ قُطْر الدائرة (أ – ب) .	

جـ- أُثبِّت الفرجار في النقطة (أ)، ثم أفتحُه فتحة تساوي نصف قُطْر الدائرة، ثم أرسمُ قوسًا يقطع محيط الدائرة في (ع)، ثم أُكمِلُ تقسيم محيط الدائرة إلى ستة أجزاء متساوية .	
د - أرسمُ قطعة مستقيمة تصل نقاط تقاطع محيط الدائرة بالأقواس، فينتج الشكل السداسي المطلوب .	

5- رسم شكل سداسي خارج دائرة معلوم نصف قُطْرها

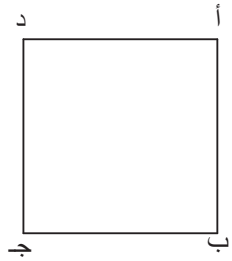
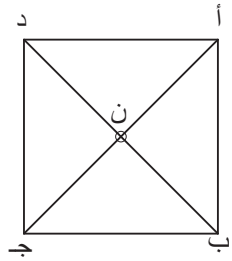
لرسم شكل سداسي خارج دائرة معلوم نصف قُطْرها، أَتَّبِع الخطوات الآتية:

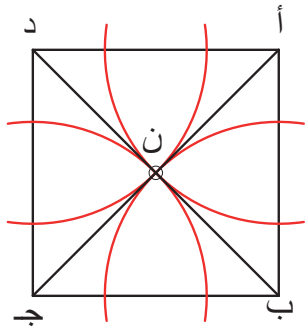
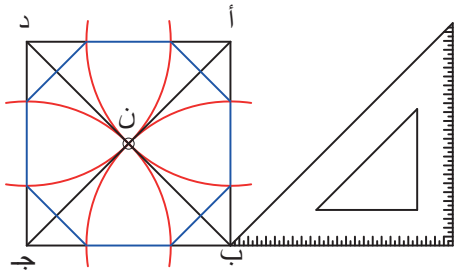
أ - أرسمُ دائرة مركزها النقطة (م) .	
ب - أرسمُ مماسًّا للدائرة باستخدام مسطرة الرسم (T) من أعلى الدائرة وأسفلها .	

جـ- باستخدام المثلث (30º - 60º) ومسطرة الرسم (T)، أرسمُ مماسًّا للدائرة .	
د - تكون تقاطعات المماسات هي رؤوس الشكل السداسي المطلوب .	

6- رسم شكل ثماني داخل مربع

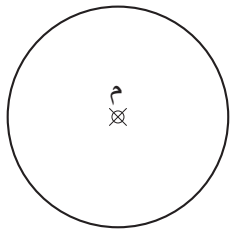
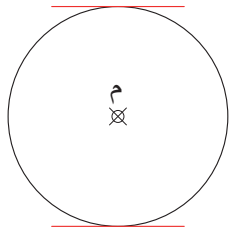
لرسم شكل ثماني داخل مربع، أَتَّبِع الخطوات الآتية:

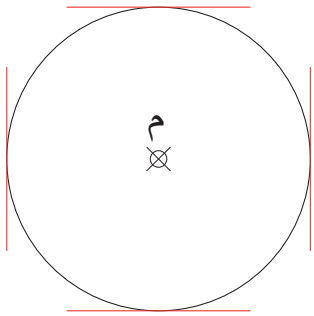
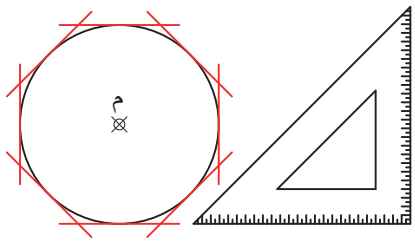
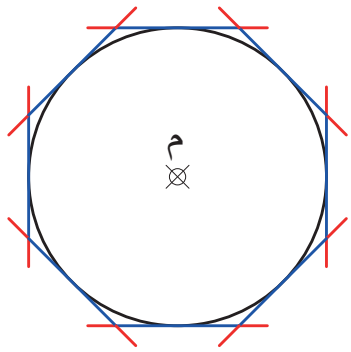
أ - أرسمُ مربعًا باستخدام مسطرة الرسم (T) والمثلث .	
ب - أرسمُ أقطار المربع .	

جـ- أُثبِّت الفرجار في رؤوس المربع، ثم أفتحُه فتحة تساوي نصف قُطْره (أ-ن)، ثم أرسمُ أقواسًا تقطع أضلاع المربع.	
د- أصل نقاط تقاطع أضلاع المربع بالأقواس، فينتج الشكل الثماني المطلوب.	

7- رسم شكل ثماني خارج دائرة

لرسم شكل ثماني خارج دائرة، أَتَّبِع الخطوات الآتية:

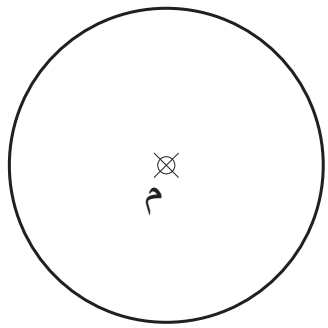
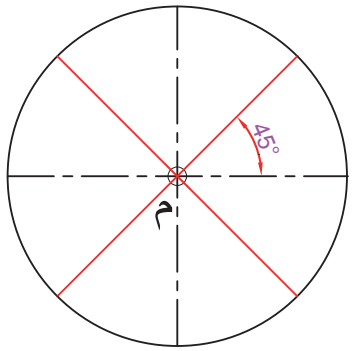
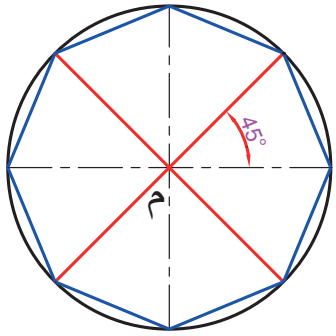
أ - أرسمُ دائرة مركزها النقطة (م) باستخدام الفرجار.	
ب- أرسمُ مماسًّا للدائرة من الأعلى ومن الأسفل باستخدام مسطرة الرسم (T) .	

جـ- أرسمُ مماسين عموديين للدائرة من جهتي اليمين واليسار باستخدام مسطرة الرسم (T) والمثلث.	
د- أرسمُ مماسات مائلة للدائرة باستخدام مسطرة الرسم (T) ومثلث الزاوية (45º).	
هـ- تكون تقاطعات المماسات هي رؤوس الشكل الثماني المطلوب.	

تعرَّفت في الدروس السابقة طرائق رسم المضلعات المنتظمة لكل شكل من الأشكال، وسأتّعَّرف في ما يأتي الطريقة العامة لرسم الأشكال الهندسية المنتظمة.

1- الطريقة العامة الأولى باستخدام الزوايا

لرسم أي شكل هندسي منتظم، نرسم دائرة ونقسّم زواياها على عدد أضلاع الشكل المطلوب، فلرسم شكل ثماني منتظم نقسّم ($360^\circ \div 8 = 45^\circ$) فتنتج الزاوية المطلوبة، وأتبعُ الخطوات الآتية:

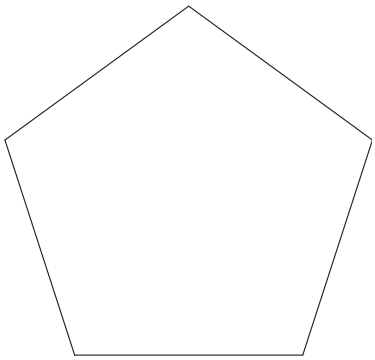
أ - أرسمُ دائرة مركزها النقطة (م) باستخدام الفرجار.	
ب- أرسمُ أقطار الدائرة وأقطار الشكل الثماني باستخدام مسطرة الرسم (T) ومثلث الزاوية (45°)، أو باستخدام المنقلة.	
جـ- أرسمُ أضلاع الشكل الثماني المطلوب عن طريق توصيل نقاط تقاطع الأقطار بمحيط الدائرة.	

تمرين (7)

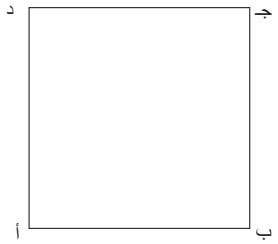
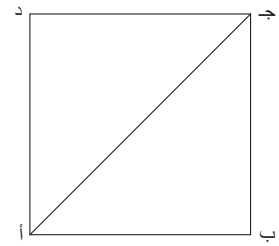
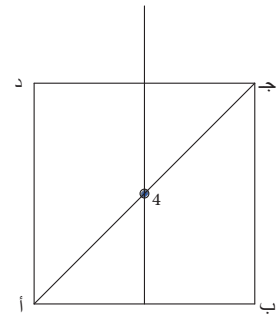
أرسمُ شكلًا خماسيًّا منتظمًا باستخدام الطريقة العامة الأولى.

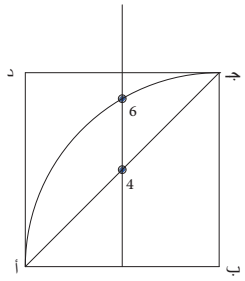
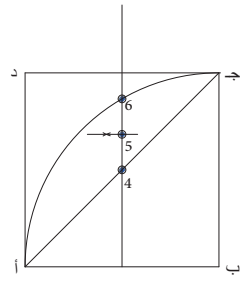
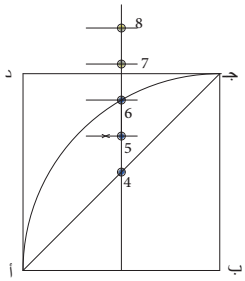
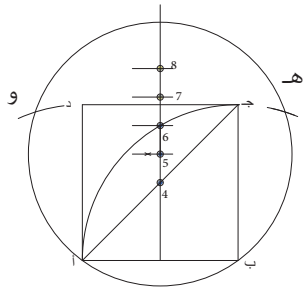
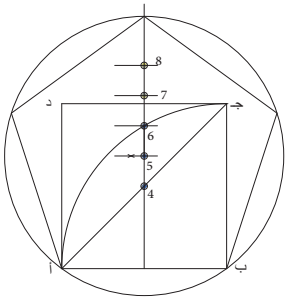
2- الطريقة العامة الثانية

يُبيِّن الشكل (2-9) مضلع منتظم خماسي طول ضلعه (أب)، ولرسم هذا المضلع المنتظم باستخدام الطريقة العامة الثانية، أتبعُ الخطوات الآتية:



الشكل (2-9): مضلع منتظم خماسي.

أ - أرسمُ الضلع (أب).	ب ـــــــــــــــــــــــ أ
ب- أُرسم عمودًا بطول الضلع (أب) من النقطة (أ) والنقطة (ب)، ثم أصل بين العمودين، فينتج الضلع (جـ د).	
جـ- أصلُ الوتر (أجـ).	
د- أُنصِّف الضلع (أب). ومن نقطة التنصيف أرسمُ عمودًا يقطع الوتر (أجـ) في النقطة 4.	

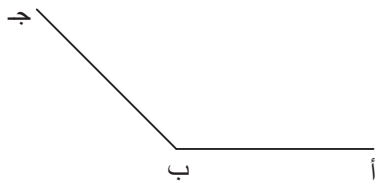
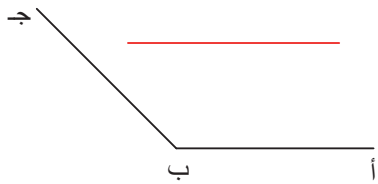
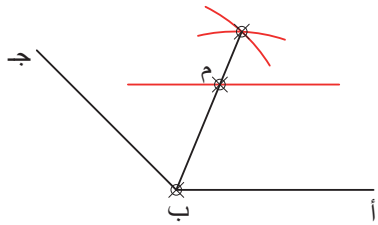
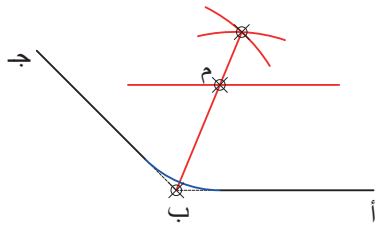
هـ- أفتحُ الفرجار فتحة تُعادِل طول الضلع (أب)، ومن النقطة (ب) أُرسمُ قوسًا ينتهي في النقطة (جـ)، ويقطع العمود المُنصِّف في النقطة 6.	
و- أُنصِّف القطعة المستقيمة (6-4) في النقطة 5.	
ز- أفتح الفرجار فتحة تُعادِل طول القطعة (6-5). ومن النقطة، (6) أرسمُ قوسًا صغيرًا يقطع العمود المُنصِّف في النقطة (6)، ثم أُكرِّر الخطوة نفسها في النقطة (7)، وهكذا.	
ح- أُثبِّت الفرجار في النقطة 5، ثم أفتحُه فتحة تُعادِل طول الضلع لرسم دائرة، ثم أرسمُ من النقطة (ب) قوسًا يقطع محيط الدائرة في النقطتين (هـ، و)، ثم أرسمُ من النقطة (أ) قوسًا يقطع محيط الدائرة.	
ط- أصلُ خطًّا بين نقاط التقاطع والدائرة، فينتج الشكل الخماسي.	

تمرين (8)

أرسمُ مضلعًا منتظمًا سباعي الأضلع باستخدام الطريقة العامة الثانية.

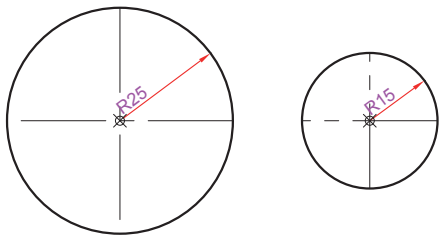
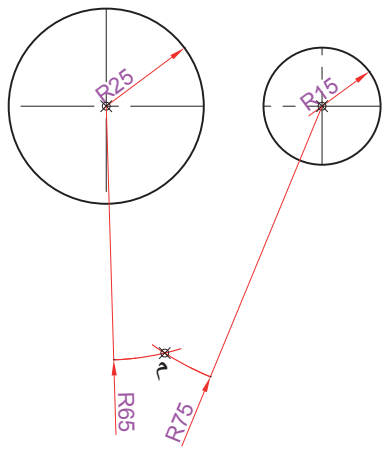
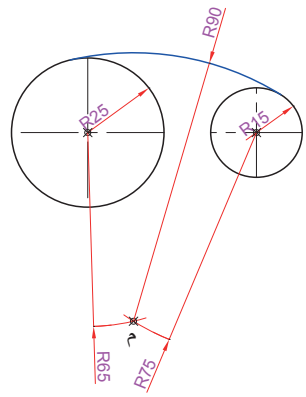
سابعًا رسم قوس يمس ضلعي زاوية

الأقواس والمنحنيات هي من الأجزاء الأساسية في تكوين النماذج والأشكال المختلفة. وفي ما يأتي الخطوات الواجب اتباعها لرسم قوس معلوم نصف قُطْره يمس ضلعي زاوية منفرجة:

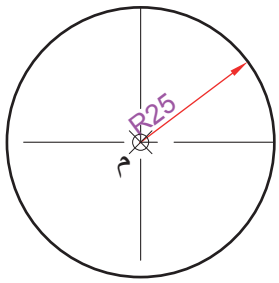
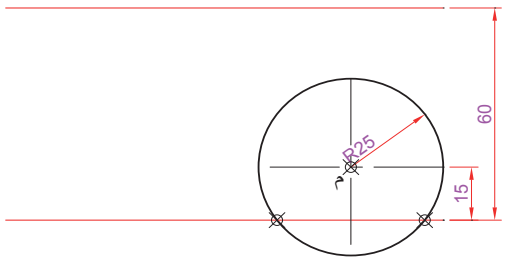
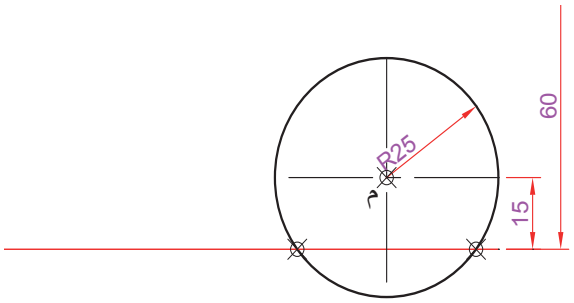
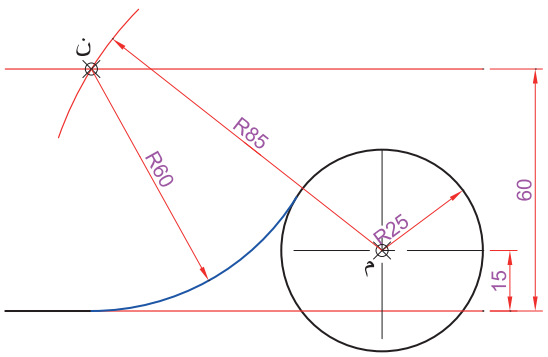
1- أرسمُ الزاوية المنفرجة (أ ب ج) .	
2- أرسمُ قطعة مستقيمة موازية للقطعة المستقيمة (أ ب).	
3- أُنصِّف الزاوية (أ ب جـ)، فتكون نقطة تقاطع قطعة التنصيف مع القطعة الموازية لضلع الزاوية هي مركز القوس المطلوب (م).	 الشكل (26-2/جـ).
4- أُثبِّت الفرجار في النقطة (م)، ثم أفتحُه فتحة تساوي المسافة بين النقطة (م) والقطعة الموازية (أ - ب) التي تُمثِّل نصف قُطْر القوس المراد رسمه، فينتج القوس الذي يمس ضلعي الزاوية (أ ب ج) .	

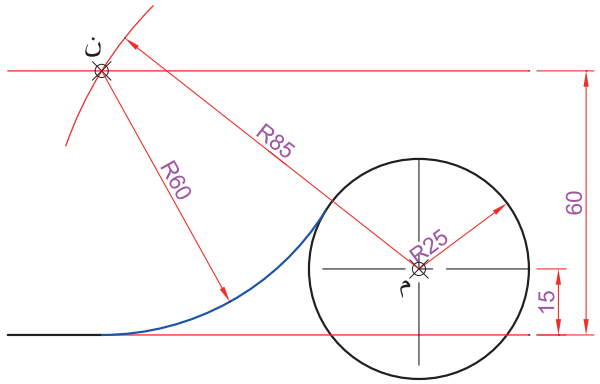
ثامنًا رسم قوس يمس دائرتين من داخله

تُظهِر الرسوم المختلفة أن القوس يمس دائرتين من داخله أو خارجه. وفي ما يأتي الخطوات الواجب اتباعها لرسم قوس نصف قُطْره (90mm)، ويمس دائرتين من داخله:

1- أرسمُ دائرتين قُطْر كلٍّ منهما (15mm) و(25mm) على التوالي.	
2- أُثبِّت الفرجار في مركز الدائرة الأولى، ثم أرسمُ قوسًا نصف قُطْره يساوي الفرق بين نصف قُطْر القوس ونصف قُطْر الدائرة الأولى (90 – 15 = 75mm)، وأُثبِّت الفرجار في مركز الدائرة الثانية، ثم أرسمُ قوسًا نصف قُطْره يساوي الفرق بين نصف قُطْر القوس ونصف قُطْر الدائرة الثانية (90 – 25 = 65mm)، فيتقاطع القوسان في النقطة (م) .	
3- أُثبِّت الفرجار في نقطة تقاطع القوسين (م)، ثم أفتحُه فتحة تساوي (90mm)، ثم أرسمُ القوس المطلوب.	

تتطلَّب بعض العمليات الهندسية رسم قوس نصف قُطْره معلوم، ويمس قطعة مستقيمة ودائرة من الخارج. لرسم قوس نصف قُطْره (60mm)، ويمس قطعة مستقيمة ودائرة، أَتَّبِع الخطوات الآتية:

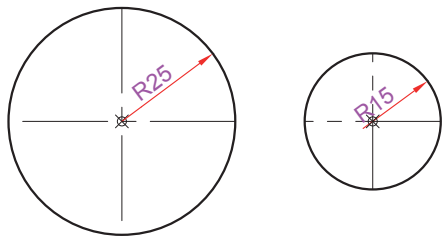
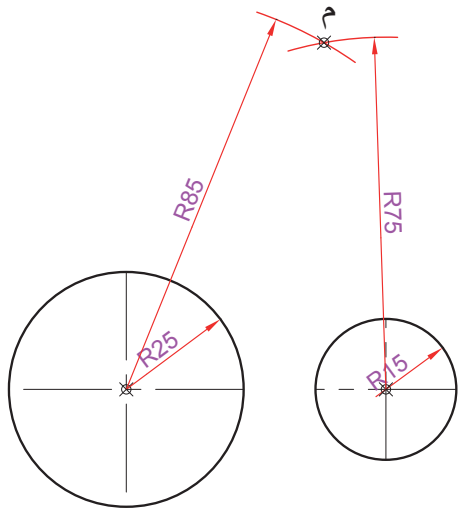
1- أرسمُ دائرة نصف قُطْرها (25mm).	
2- أرسمُ قطعة مستقيمة تقطع محيط الدائرة في نقطتين، وتبعد عن مركز الدائرة مسافة (15mm).	
3- أرسمُ خطًّا موازيًا للقطعة المستقيمة السابقة، (يبعد عنها مسافة (60mm) التي تساوي نصف قُطْر قوس التماس.	
4- أُثبِّت الفرجار في مركز الدائرة (م)، ثم أرسمُ قوسًا نصف قُطْره يساوي مجموع نصف قُطْر الدائرة ونصف قُطْر القوس المطلوب (60+25=85mm)، ثم أرسمُ قوسًا يقطع القطعة المستقيمة في النقطة (ن) .	

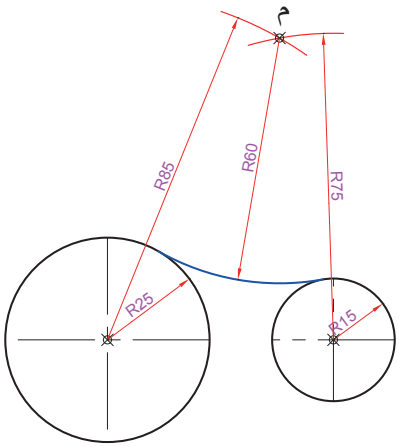
5- أُثبِّت الفرجار في النقطة (ن)، وفي نصف القُطْر (60mm) أرسمُ قوس المماس المطلوب.	

عاشرًا رسم قوس نصف قُطْره معلوم، ويمس دائرتين من الخارج

تتطلَّب بعض العمليات الهندسية رسم قوس نصف قُطْره معلوم، ويمس دائرتين من الخارج.

لرسم قوس نصف قُطْره (60mm)، ويمس دائرتين من الخارج، أَتَّبِع الخطوات الآتية:

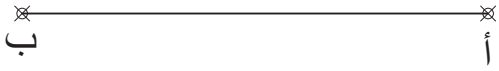
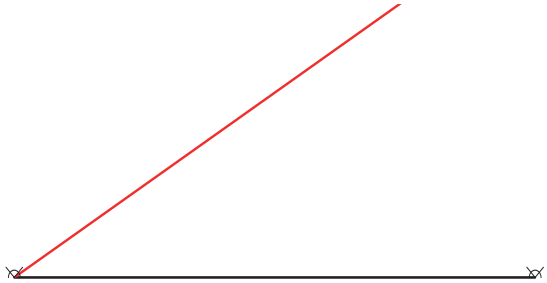
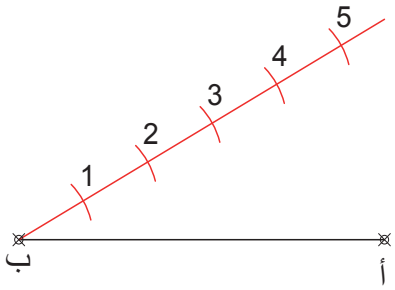
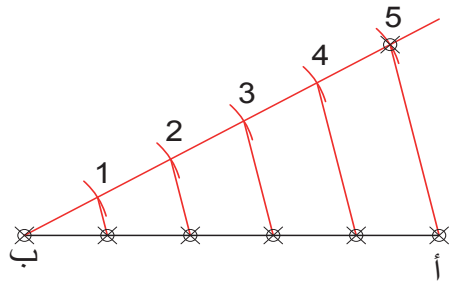
1- أرسمُ دائرتين نصف قُطْر كلٍّ منهما (15mm) و(25mm) على التوالي.	
2- أُثبِّت الفرجار في مركز الدائرة الأولى، ثم أرسمُ قوسًا نصف قُطْره يساوي مجموع نصف قُطْر القوس ونصف قُطْر الدائرة الأولى (60 +15 = 75mm). بعد ذلك أُثبِّت الفرجار في مركز الدائرة الثانية، ثم أرسمُ قوسًا نصف قُطْره يساوي مجموع نصف قُطْر القوس ونصف قُطْر الدائرة الثانية (60 +25=75mm)، فيتقاطع القوسان في النقطة (م).	

3- أُثبِّت الفرجار في نقطة تقاطع القوسين (م)، ثم أفتحُه فتحة تساوي (60mm)، ثم أرسمُ القوس المطلوب.	

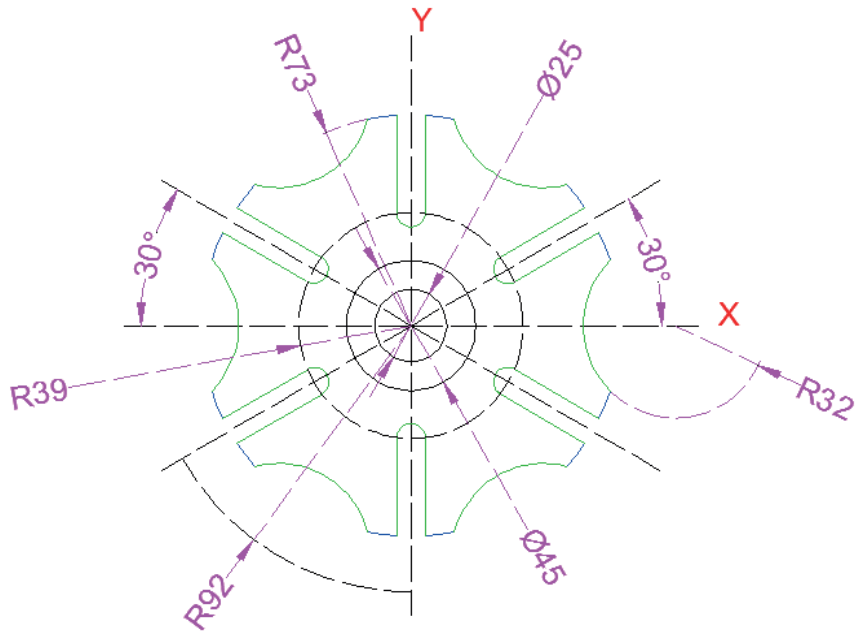
تمرين (9)

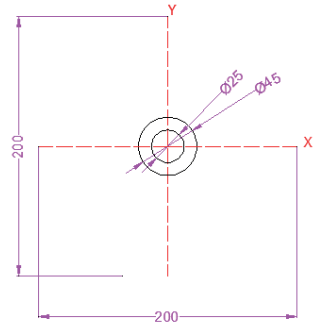
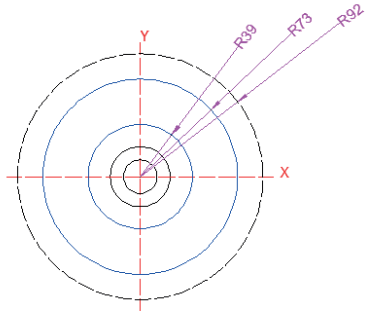
أرسمُ قوسًا نصف قُطْره (50mm) يمس الدائرة (م) من داخلها، والدائرة (ن) من خارجها، علمًا بأن نصف قُطْر الدائرة الأولى (15)، ونصف قُطر الدائرة الثانية (25mm).

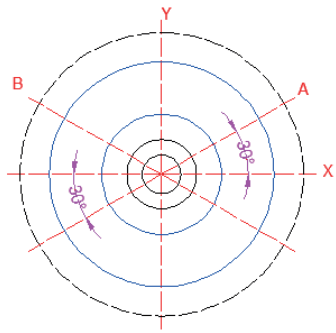
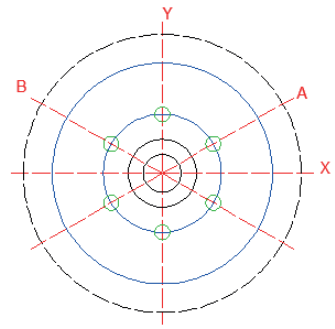
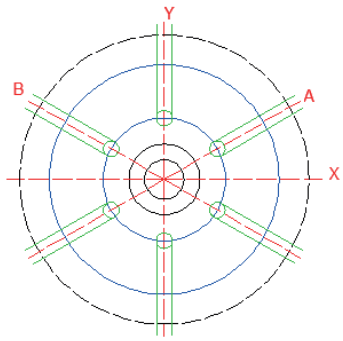
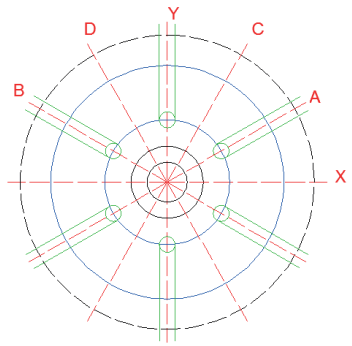
يتطلَّب العمل في كثير من الأحيان تقسيم قطعة مستقيمة عددًا من الأقسام المتساوية باستخدام الطرائق والأدوات الهندسية المناسبة. وفي ما يأتي الخطوات الواجب اتباعها:

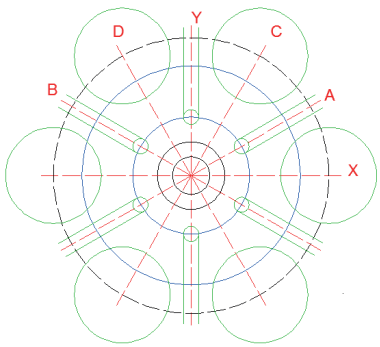
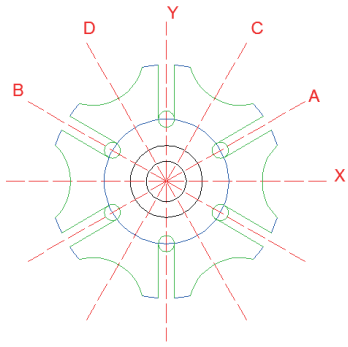
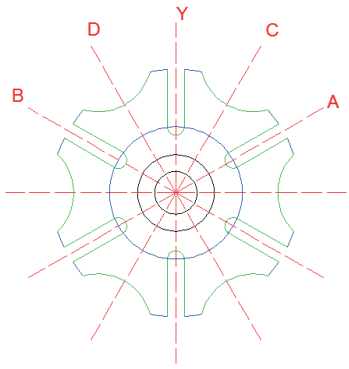
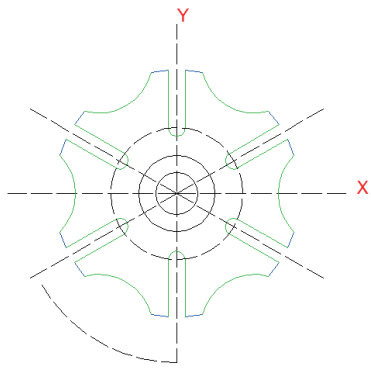
1- أرسمُ القطعة المستقيمة (أ- ب).	
2- أرسمُ من النقطة (ب) قطعة مستقيمة تصنع مع القطعة (أ ب) زاوية مناسبة.	
3- أُثبِّت الفرجار في النقطة (ب)، ثم أرسمُ أقواسًا مناسبة يُماثِل عددها عدد الأقسام المطلوبة، ولتكن خمسة أقسام .	
4- أرسمُ قطعة مستقيمة من النقطة (أ) إلى النقطة (5) على القطعة المستقيمة الجديدة، ثم أرسمُ خطوطًا توازيها من نقاط تقاطع الأقواس (1،2،3،4) مع القطعة المستقيمة إلى القطعة (أ ب) المطلوب تقسيمها.	

أرسمُ الشكل الآتي باستعمال مقياس الرسم (1:1).



الرقم	الخطوة	الرسم التوضيحي
1	أرسمُ المحورين (X) (Y) بطول (100mm)، ثم أرسمُ دائرتين من المركز(O) بقُطْر (25mm)، وقُطْر (45mm).	
2	أرسمُ من المركز ثلاث دوائر أنصاف أقطارها على الترتيب: R (39mm) R (73mm) R (92mm)	

3	أرسمُ من المركز محور (A) الذي يميل (30°) عن محور السينات الموجب، ثم أرسمُ من المركز محور (B) الذي يميل (30°) عن محور السينات السالب.	
4	من نقاط تقاطع المحاور (Y) و(A) و(B) مع الدائرة التي R (39 mm) أرسمُ ست دوائر، نصف قُطْر كلٍّ منها (10mm) .	
5	أرسمُ مماسات خارجة من تقاطع الدائرة. التي نق R (10mm) والدائرة التي R (39 mm)، وتقطع هذه مماسات الدائرة التي نق (60mm) .	
6	أرسمُ من المركز محور (C) الذي يميل (60°) عن محور السينات الموجب، ثم أرسمُ من المركز محور (D) الذي يميل (60°) عن محور السينات السالب.	

7	من نقاط تقاطع المحاور (X) و(C) و(D) مع الدائرة التي نق (92) مم، أرسمُ ست دوائر، نصف قُطْر كلٍّ منها (32mm).	
8	أمسح الخطوط غير اللازمة من تقاطع الدوائر التي R (32mm) مع الدوائر التي R (73mm) والدوائر التي R (39mm).	
9	أمسح الخطوط الزائدة من تقاطع الدوائر التي R (10mm) مع الدوائر التي نق R (39mm).	
10	أمسح المحاور غير الضرورية، فينتج الشكل المطلوب.	

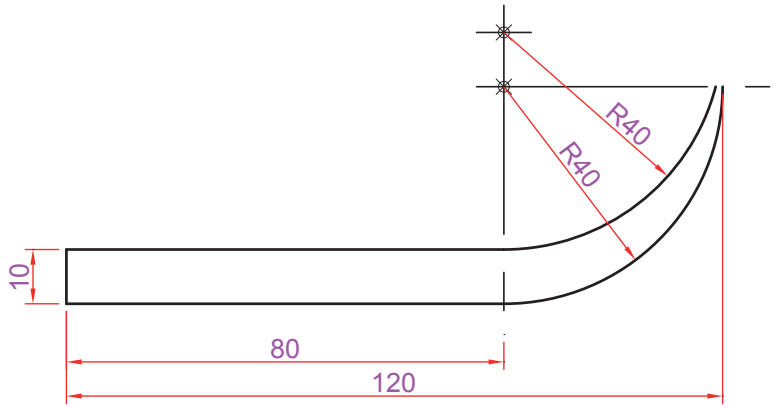
بعد دراستي هذه الوحدة أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	ممتاز	جيد	في حاجة إلى التحسين
1	أُنفِّذ الرسوم المطلوبة بصورة صحيحة.			
2	أُبيِّن أهمية العمليات الهندسية.			
3	أُنصِّف الزاوية الحادة، والقائمة، والمنفرجة.			
4	أرسمُ قوسًا يمس ضلعي زاوية.			
5	أرسمُ قوسًا يمس دائرتين من الداخل والخارج.			
6	أرسمُ قوسًا يمس قطعة مستقيمة ودائرة من الخارج.			
7	ارسم شكلًا خماسي الأضلاع.			
8	أرسمُ شكلًا سداسي الأضلاع.			
9	أرسمُ شكلًا ثماني الأضلاع.			
10	أتعرَّف عمليات هندسية مستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة.			

تمارين الوحدة

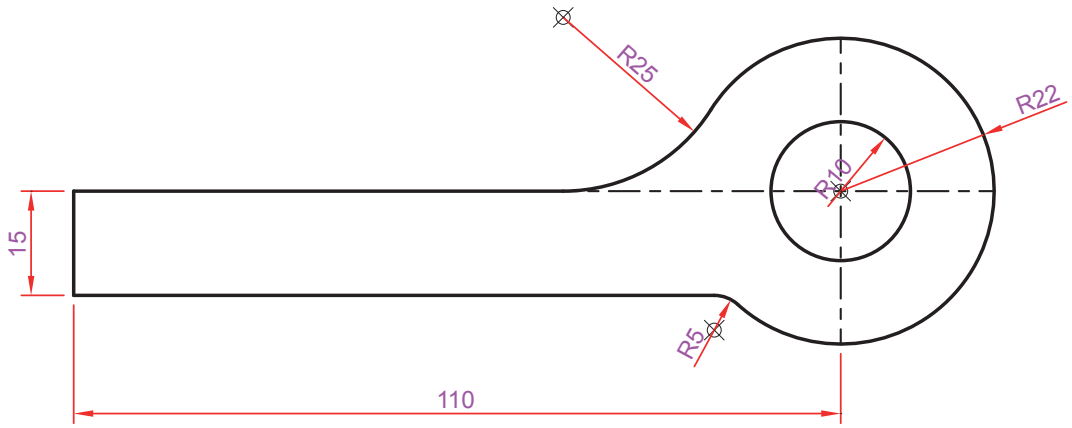
التمرين الأول

أرسمُ الشكل الآتي باستخدام مقياس الرسم (1:1).



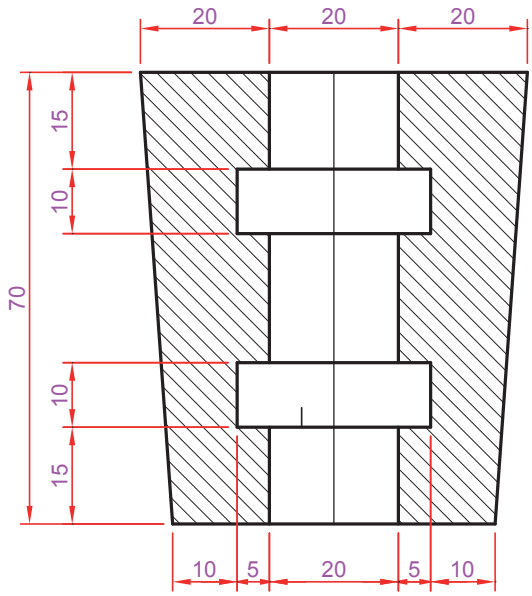
التمرين الثاني

أرسمُ الشكل الآتي باستخدام مقياس الرسم (1:1).



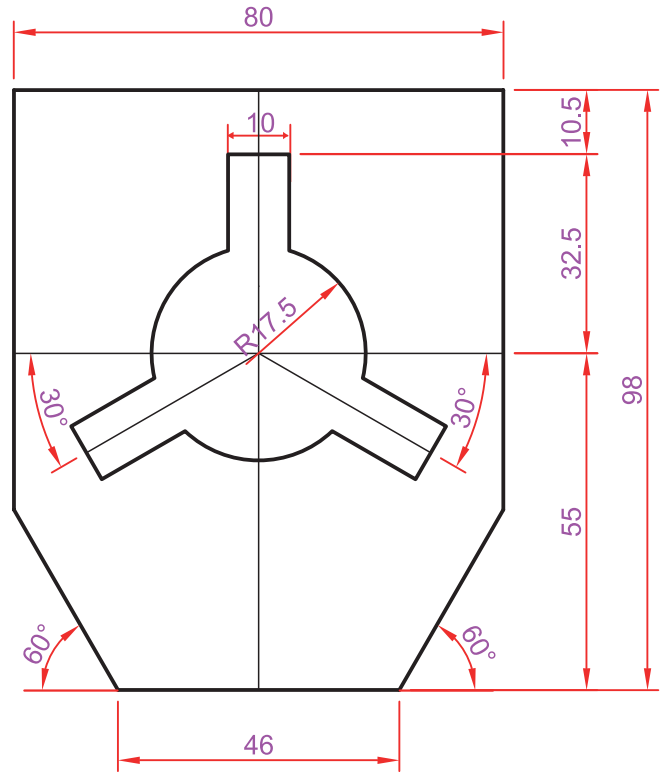
التمرين الثالث

أرسمُ الشكل الآتي باستخدام مقياس رسم مناسب.



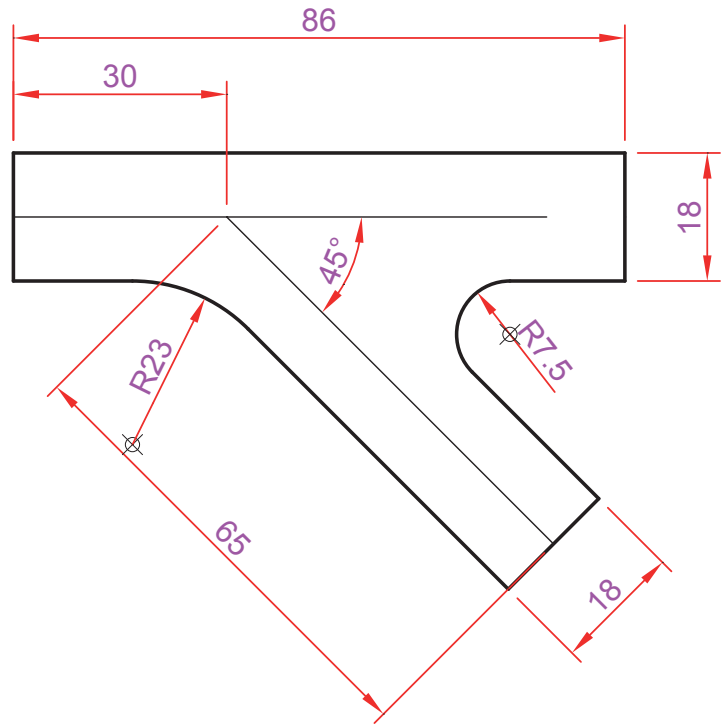
التمرين الرابع

أُرسم الشكل الآتي باستخدام الأدوات الهندسية، ومقياس رسم مناسب.



التمرين الخامس

أُرسم الشكل الآتي باستخدام الأدوات الهندسية، ومقياس رسم مناسب.



التمرين السادس

أرسمُ قوس دائرة نصف قُطْره (40mm)، ويمس ضلعي زاوية قائمة مقدارها (90º).

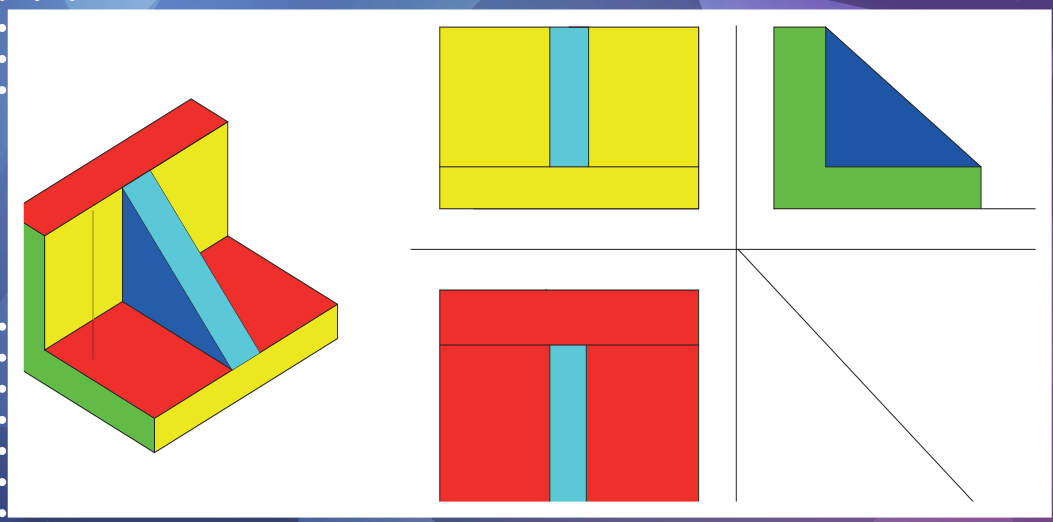
التمرين السابع

أرسمُ قوسًا يمس دائرتين من الداخل والخارج، قُطْر كلٍّ منهما (30mm) و(40mm) على التوالي، ونصف قُطْر القوس (70mm) .

الوحدة الثالثة

3

الإسقاط
(الرسم ثنائي الأبعاد)



- لماذا يُعَدُّ الرسم الهندسي لغة عالمية؟
- لماذا يُعَدُّ رسم المساقط أهم طرائق تمثيل الأجسام الهندسية؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

يُعرَّف الإسقاط في الرسم الهندسي بأنه رسم سطوح الجسم ثلاثية الأبعاد على مستوى ثنائي الأبعاد لهذه السطوح التي يسقط عليها النظر بشكل عمودي.

ولأن الجسم يتكون من أوجه عِدَّة؛ فإنه يكون مكعبًا سداسي الأوجه، أو منشورًا، أو أسطوانيًّا، أو أيَّ جسم هندسي متعدد السطوح. عند النظر إلى الجسم، تسقط أشعة النظر عموديًّا على جهة واحدة من الجسم، وتُرسَم السطوح على مستوى ثنائي الأبعاد.

ولمّا كان الرسم الهندسي يُمثِّل اللغة المتداولة بين الفنيين والمهندسين في المختبرات والمشاغل والمصانع ومواقع العمل المختلفة، فإن خطوة العمل الأولى تبدأ برسم المُنتَج على الورق قبل تنفيذها بصورة عملية.

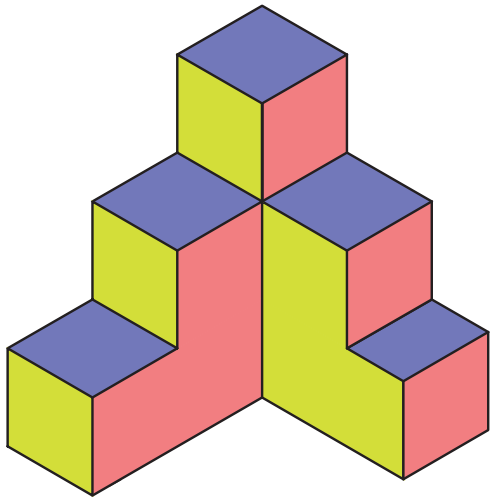
يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يُعرِّف مفهوم الإسقاط.
- يُحدِّد طريقة توزيع المساقط.
- يُحدِّد الأسس الصحيحة لوضع الأبعاد على المساقط.
- يتصور المساقط باستخدام وسائل تعليمية.
- يُميِّز زاوية الإسقاط الأولى من زاوية الإسقاط الثالثة.
- يرسم مساقط لمناظير مختلفة.
- يُوزِّع الأبعاد على المساقط الثلاثة.
- يستنتج المسقط الثالث من مسقطين معلومين.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

انظر وتساءل

هل حاولت يومًا رسم أوجه المجسم الهندسي في الشكل الآتي على ورقة الرسم؟ ما الطريقة المناسبة لذلك؟



استكشف

أنظر إلى بعض الأجسـام الموجودة حولي في غرفة الصف (مثل: مساحة اللوح، والطاولة، والكتاب المدرسي)، ثم أُحدِّد زاوية النظر إلى الجسم، مشيرًا بإصبعي إلى السطوح التي أراها من كل اتجاه.

اقرأ وتعلم

أولًا مفهوم الإسقاط وأنواعه

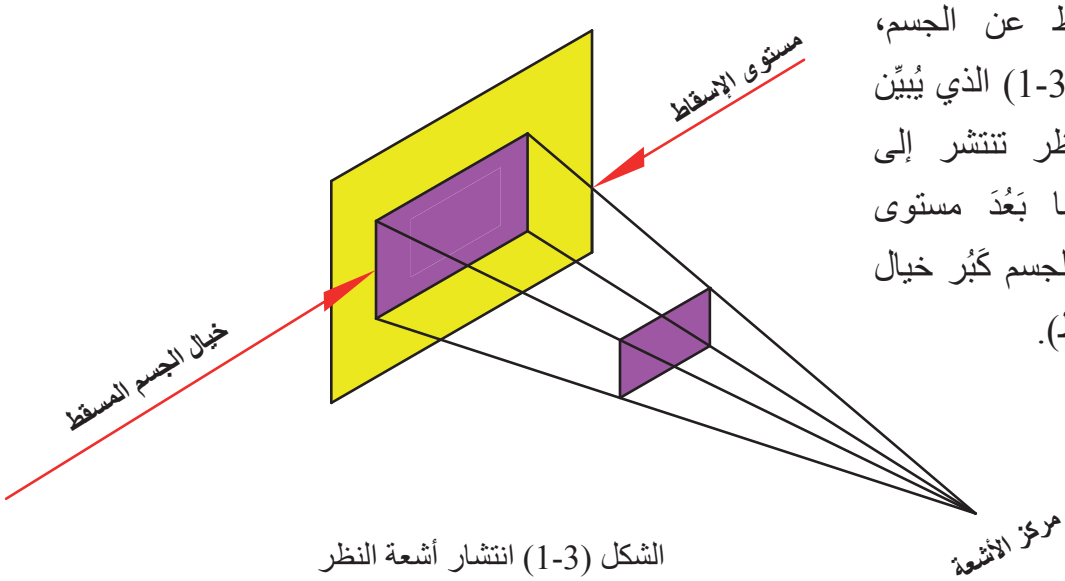
يُعرَّف الإسقاط في الرسم الهندسي بأنه رسم سطوح الجسم ثلاثية الأبعاد على مستوى ثنائي الأبعاد لهذه السطوح التي يسقط عليها النظر بشكل عمودي. يستفاد من الإسقاط في إعطاء الأجسام وصفًا دقيقًا من حيث الأبعاد والتفاصيل من مختلف الاتجاهات. يقسم الإسقاط نوعين هما:

1 - الإسقاط المركزي

في هذا النوع من الإسقاط تسقط أشعة النظر على الجسم من نقطة محددة في الفراغ، فتقطع حواف الجسم لتشكل خيالًا ثنائي الأبعاد على سطح الإسقاط تعتمد أبعاده على بُعْد مركز النظرعن الجسم، وبُعْد

منهاجي
متعة التعليم الهادف

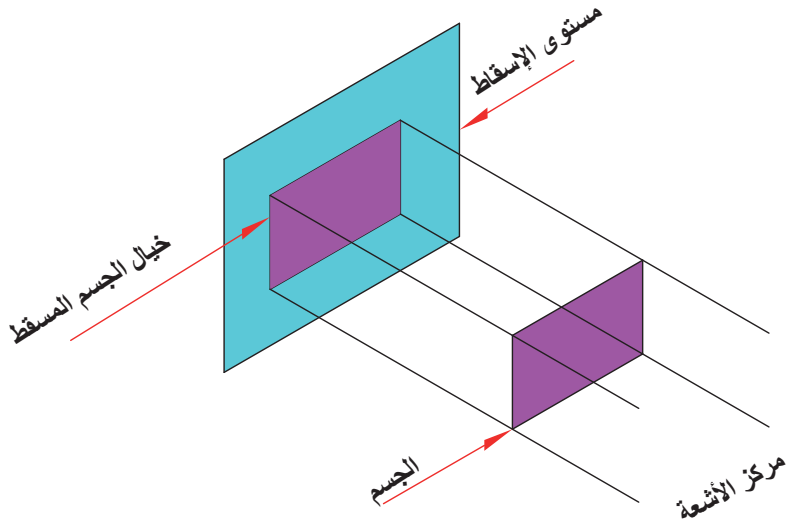
سطح الإسقاط عن الجسم، أنظر الشكل (3-1) الذي يُبيِّن أن أشعة النظر تنتشر إلى الخارج؛ فكلما بَعُدَ مستوى الإسقاط عن الجسم كَبُر خيال الجسم (المسقط).



الشكل (3-1) انتشار أشعة النظر

2 - الإسقاط العمودي (المتعامد)

يختلف هذا النوع من الإسقاط عن الإسقاط المركزي من حيث سقوط أشعة النظر على الجسم؛ إذ تقطع أشعة النظر الجسم عموديًّا، فيسقط خيال سطح الجسم على مستوى الإسقاط بالأبعاد نفسها، أنظر الشكل (3 - 2).



الشكل (3-2) سقوط أشعة النظر عموديًّا.

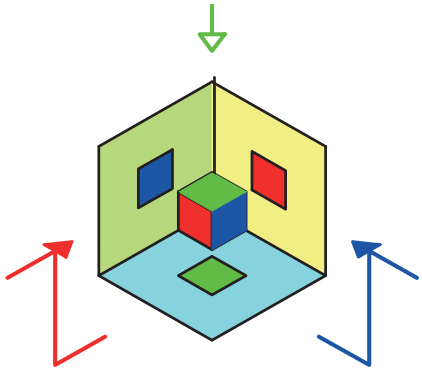
بوجه عام، تمتاز الأجسام بخصائص وصفات لا يمكن ملاحظتها بصورة مباشرة، مثل: الثقوب، والسطوح المائلة والمنحنية والأسطوانية والمجاري؛ لذا يجب رسم السطوح التي يقع عليها النظر وما خلفها لإظهار التفاصيل الكاملة لمحتوى الجسم؛ ما يُحتِّم النظر إلى الجسم من جهات عِدَّة لتحديد شكل هذه التفاصيل وأبعادها.

وهذه الجهات المختلفة التي يُنظَر إليها هي المساقط التي قد تكون من الأمام (المسقط الأمامي)، أو من الجانب (المسقط الجانبي)، أو من الأعلى (المسقط الأفقي).

تُرسَم هذه المساقط على سطح ثنائي الأبعاد يُسمّى مستوى الإسقاط ، وتُرتَّب المساقط عليه ترتيبًا صحيحًا لبيان العلاقة بين المساقط من حيث الأبعاد وتفاصيل أجزاء الجسم التي تظهر في كل مسقط.

أمّا العناصر الأساسية في الإسقاط العمودي لجسم هندسي، فهي: **زاوية النظر ، ومستوى الإسقاط، والمسقط.**

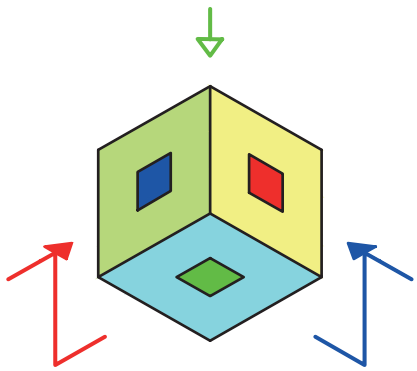
والمثال الآتي يُوضّح كُلًّا من هذه العناصر:



الشكل (3-3) مكعب مُغلَّق في الغرفة.

إذا افترضنا أن المكعب الظاهر في الشكل (3-3) مُعلَّق في منتصف غرفة الصف، وأننا ننظر إليه عموديًّا من جهة اليمين (السهم الأزرق)، فإن أشعة النظر ستسقط على السطح الأزرق للمكعب، وإن خيال هذا السطح سيسقط على الجدار المقابل لجهة النظر، فيظهر على الجدار في صورة مربع.

أمّا عند النظر إلى المكعب من أعلى (السهم الأخضر)، فإن أشعة النظر ستسقط عموديًّا على سطح المكعب الأخضر، وإن خيال هذا السطح سيسقط على أرضية غرفة الصف، فيظهر على شكل مربع.

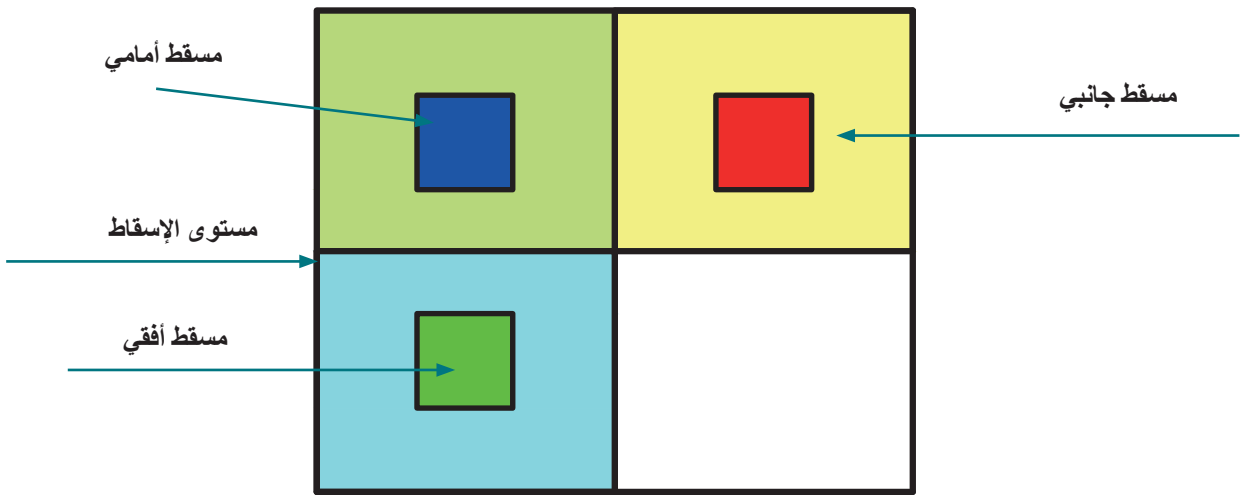


الشكل (3-4) سطوح المكعب.

وأمّا عند النظر إليه من جهة اليسار (السهم الأحمر)، فإن أشعة النظر ستسقط على سطح المكعب الأحمر، وإن خيال هذا السطح سيسقط على الجدار المقابل.

يَتبيَّن ممّا سبق أن عناصر الإسقاط العمودي مجتمعةً معًا تُظهِر - من زاوية النظر على سطوح الجسم (المكعب) - المربعات على جدران غرفة الصف وأرضيتها، كما في الشكل (3-4)، حيث تُمثِّل الأسهم زاوية النظر، ويُطلَق على المربعات اسم المساقط، وتُسمّى الجدران مستوى الإسقاط.

عند فتح الجدران لتصبح سطحًا مستويًا على شكل ثنائي الأبعاد، فإنها تُسمّى مستوى الإسقاط، وتظهر المساقط موزعة ومرتبة، كما في الشكل (3-5) .



الشكل (3-5) مستوى الاسقاط.

يُعَرَّف مسقط الجسم الهندسي بأنه السطح (أو السطوح) الذي يقع عليه النظر بصورة عمودية، ويظهر على الجدار المقابل لزاوية النظر.

عند التعمق في رسم المساقط، سيظهر في المسقط أجزاء مختفية باتجاه النظر، وكذلك يمكن رسم المسقط من جهة النظر نفسها كما سيرد لاحقًا في موضوعات الأجسام الهندسية، وزاويتي الإسقاط الأولى والثالثة.

أمّا مستوى الإسقاط فيُعرَّف بأنه السطح ثنائي الأبعاد الذي تظهر عليه المساقط الثلاثة (الأمامي، والجانبي، والأفقي).

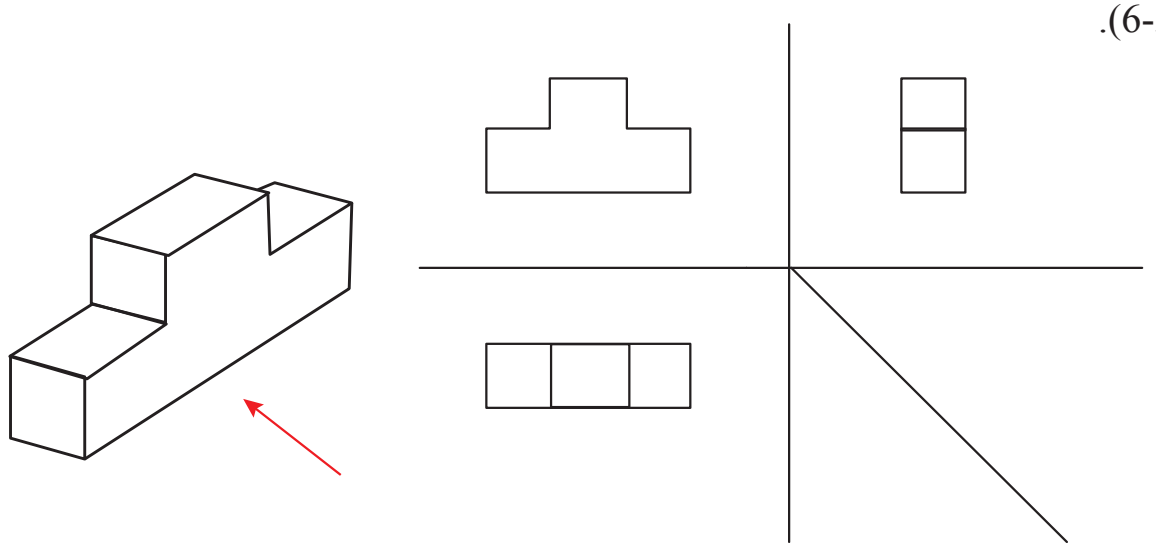
معلومة

يُطلق على أي جسم هندسي له طول وعرض وارتفاع اسم (**المنظور**)، وسنتعرف المنظور وأنواعه وكيفية رسمه في الفصل الدراسي الثاني.

ثانيًا توزيع المساقط على لوحة الرسم

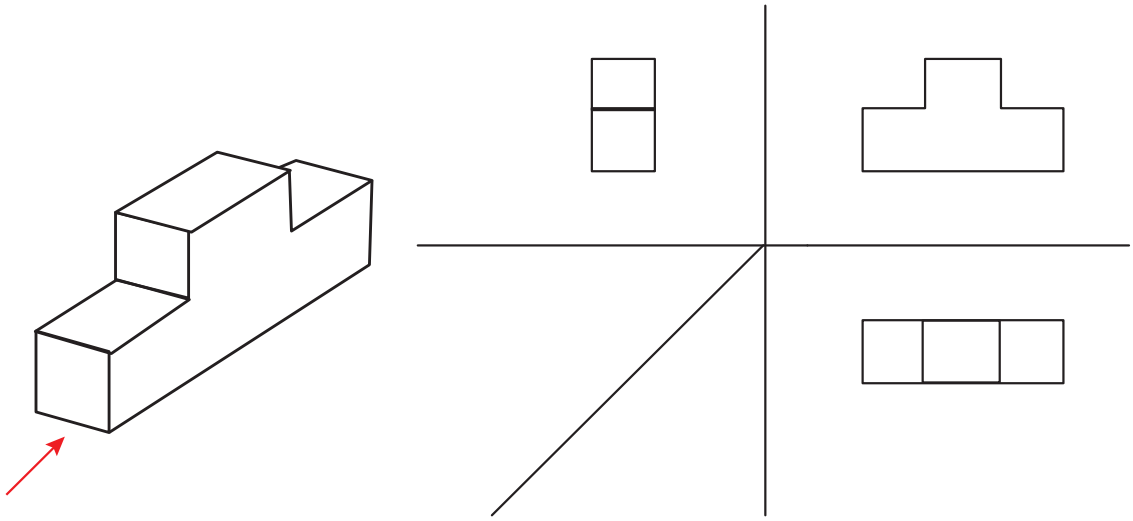
لرسم المساقط الثلاثة على لوحة الرسم؛ فإن اتجاه زاوية النظر إلى المنظور يُحدّد موقع المسقط الأمامي له، ويُعبر عنه من خلال رسم سهم يشير إليه.

فعند النظر إلى المنظور من جهة اليمين يُرسم المسقط الأمامي على يسار لوحة الرسم، ويُرسم المسقط الجانبي على يمين المسقط الأمامي ويُرسم المسقط الأفقي تحت المسقط الأمامي، كما هو مبين في الشكل (6-3).



الشكل (3-6) توزيع المساقط من جهة اليمين.

وعند النظر إلى المنظور من جهة اليسار يُرسم المسقط الأمامي على يمين لوحة الرسم، ويُرسم المسقط الجانبي على يسار المسقط الأمامي ويُرسم المسقط الأفقي تحت المسقط الأمامي، كما هو مبين في الشكل (7-3).



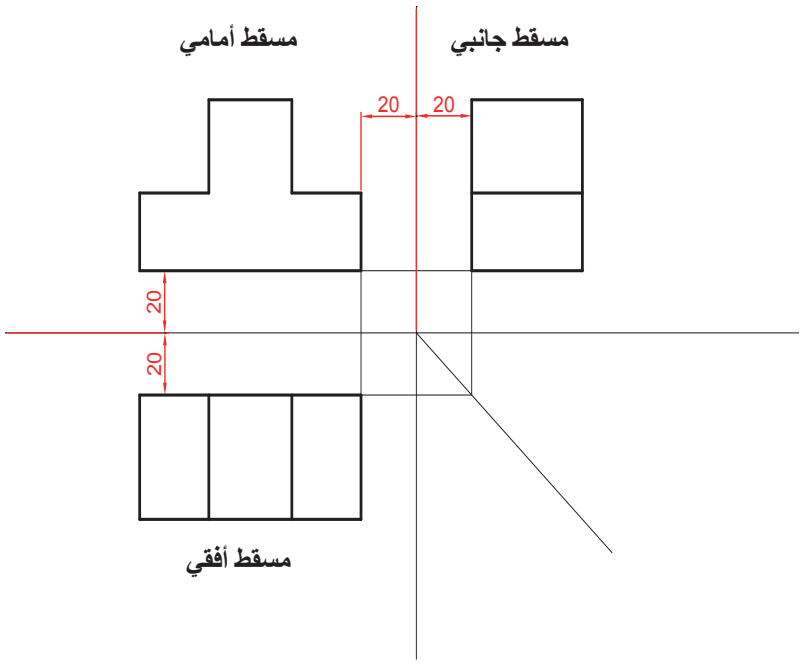
الشكل (3-7) توزيع المساقط من جهة اليسار.

وبعد تحديد موضع المساقط الثلاثة على لوحة الرسم وفقًا لاتجاه زاوية النظر، يتم توزيع وتحديد الأبعاد على اللوحة حسب أبعاد المنظور وعلاقة المساقط ببعضها.

تُوزَّع المساقط على ورقة الرسم باستخدام طريقتين، هما: التوزيع السريع، والتوزيع الدقيق. وفي ما يأتي بيان لكلتا الطريقتين.

1- طريقة التوزيع السريع

وفيها يكون محورا الإسقاط في منطقة متوسطة بين المساقط؛ أي إن المساقط تبعد مسافات متساوية عن المحاور، وتُحدَّد هذه المسافات وفقًا لطبيعة المنظور وأبعاده، أنظر الشكل (3-8).



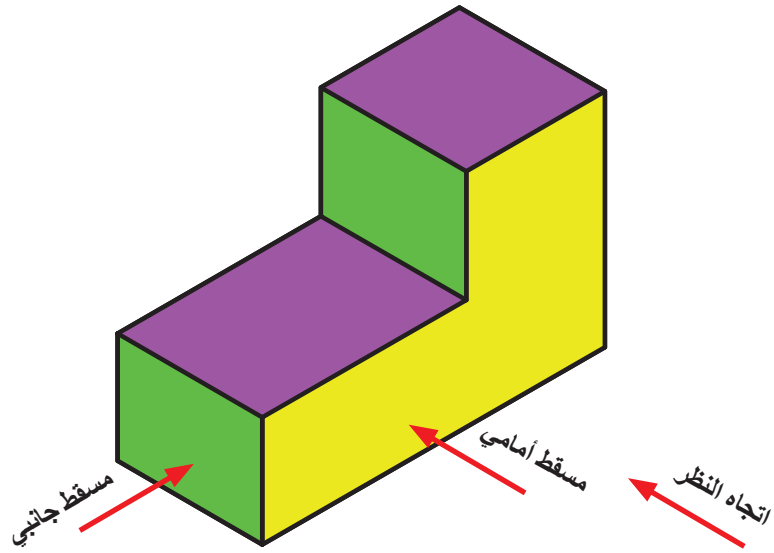
الشكل (3-8): توزيع المساقط بطريقة التوزيع السريع.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

2- طريقة التوزيع الدقيق

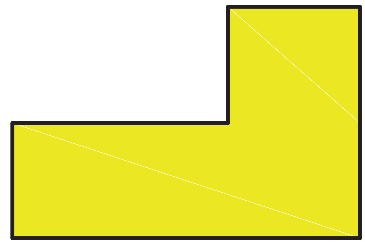
وفيها تُرسَم المساقط على مستوى الإسقاط بصورة ثنائية الأبعاد، وتُوزَّع المساقط وفق ترتيب وأبعاد تعتمد على أبعاد الجسم وموقعه بالنسبة إلى زاوية النظر؛ لتحديد موقع المساقط، وعلاقة المساقط بعضها ببعض.

يُمثِّل الشكل (3-9) جسمًا هندسيًّا بسيطًا (المنظور)، مُحدِّدًا زاوية النظر للمسقط الأمامي. كيف يمكن رسم المساقط الثلاثة (الأمامي، والجانبي، والأفقي)؟



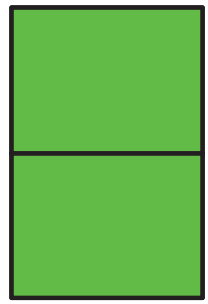
الشكل (3-9): توزيع المساقط بطريقة التوزيع الدقيق.

عند النظر إلى الجسم من جهة اليمين، وباتجاه السهم الذي يشير إلى المسقط الأمامي، فإن أشعة النظر تسقط عموديًّا على السطح ذي اللون الأصفر، فينتج رسم مُتعامِد. أنظر الشكل (3-9/أ).

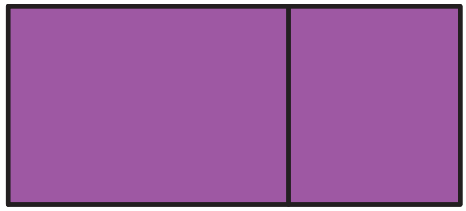


الشكل (3-9/أ): مسقط أمامي.

وعند النظر إلى الجسم من جهة اليسار، وباتجاه السهم الذي يشير إلى المسقط الجانبي، فإن أشعة النظر تسقط بشكل عموديًّا على كلٍّ من السطحين ذي اللون الأخضر، فينتج رسم مُتعامِد الشكل. أنظر الشكل (3-9/ب).



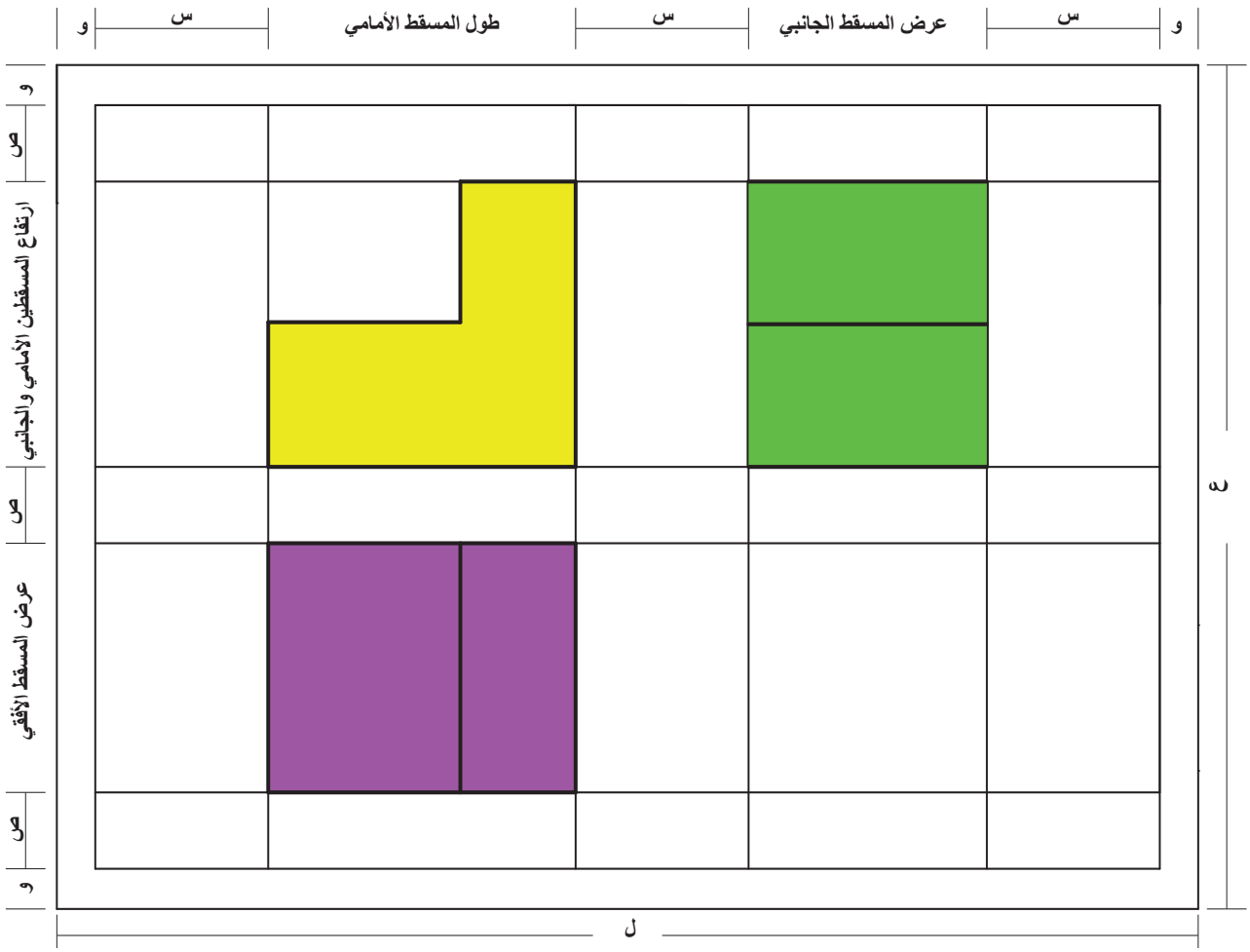
الشكل (3-9/ب): مسقط جانبي.



الشكل (3-9/جـ): مسقط أفقي.

أمّا عند النظر إلى الجسم من أعلى، وباتجاه السهم الذي يشير إلى المسقط الأفقي، فإن أشعة النظر تسقط عموديًّا على كلٍّ من السطحين ذي اللون النهدي، فينتج رسم مُتعامِد الشكل، أنظر الشكل (3-9/جـ).

وفي حال استخدام ورقة الرسم A4 بوصفها مستوى لسطح الإسقاط، فإنه يمكن توزيع المساقط عليها وترتيبها، كما في الشكل (3-10).



الشكل (3-10): توزيع ورقة الرسم A4.

يَتبيَّن من الشكل السابق أن اتجاه زاوية النظر إلى المنظور يُحدِّد موقع المسقط الأمامي للجسم؛ ما يعني أن المسقط الجانبي يُرسَم على يمين المسقط الأمامي، وأن المسقط الأفقي يقع تحت المسقط الأمامي، في ما يُعَدُّ من قواعد الإسقاط بالزاوية الأولى، علمًا بأن للجسم الهندسي (المنظور) طولًا، وعرضًا، وارتفاعًا.

لتقسيم طول ورقة الرسم، تُستخدَم المعادلة الآتية:

$$\text{س} = \frac{297\ (\text{ل}) - (\text{طول المسقط الأمامي} + \text{عرض المسقط الجانبي})}{3}$$

لتقسيم عرض ورقة الرسم، تُستخدَم المعادلة الآتية:

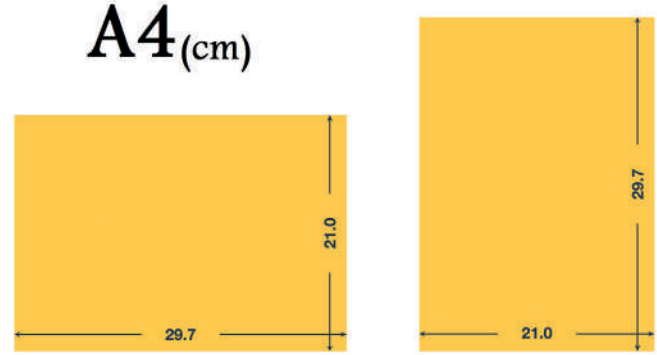
$$\text{ص} = \frac{210\ (\text{ع}) - (\text{ارتفاع المسقط الأمامي} + \text{عرض المسقط الأفقي})}{3}$$

يُلاحَظ عند تقسيم لوحة الرسم أن:

- ارتفاع المسقط الأمامي يساوي ارتفاع المسقط الجانبي.
- طول المسقط الأمامي يساوي طول المسقط الأفقي.
- عرض المسقط الجانبي يساوي عرض المسقط الأفقي.
- الرمز [س] يُمثِّل الفراغات المتساوية في طول ورقة الرسم.
- الرمز [ص] يُمثِّل الفراغات المتساوية في عرض ورقة الرسم.
- الرمز [و] يُمثِّل مسافة الإطار حول ورقة الرسم، وأنه يساوي (10mm).

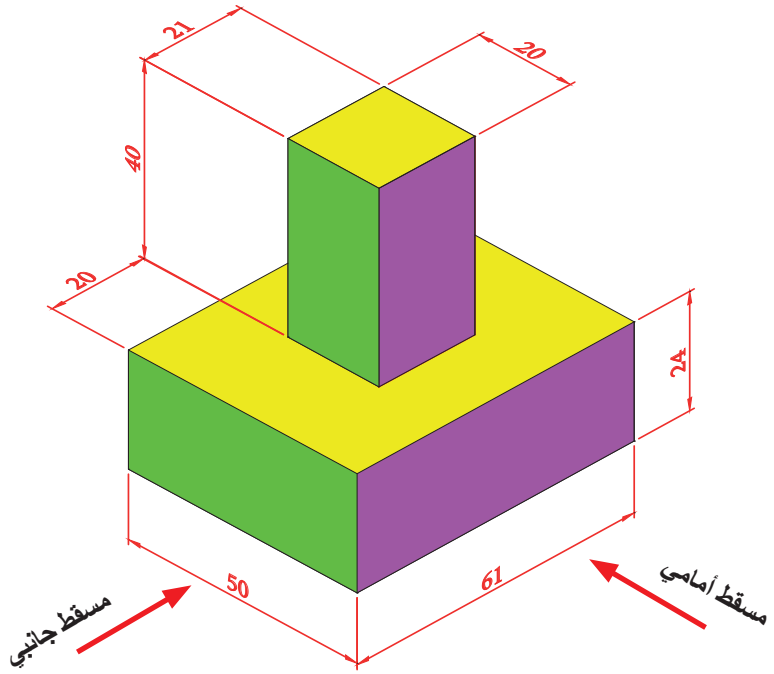
تذكر

أبعاد صفحة A4



المثال (1)

يُمثِّل الشكل الآتي منظورًا هندسيًّا. اعتمادًا على اتجاه النظر للمسقط الأمامي. أرسم على ورقة (A4) المسقط الأمامي، والجانبي، والأفقي، مراعيًا التوزيع على ورقة الرسم.



الحل

أُثبِّتُ لوحة الرسم (A4) على طاولة الرسم بصورة صحيحة، ثم أقسم اللوحة بحسب القياسات المعطاة من المنظور كما يأتي:

1- أجمع طول المسقط الأمامي (61 mm) مع عرض المسقط الجانبي (50 mm): $61 + 50 = 111$ mm

2- أطرح الناتج من طول لوحة الرسم: $297 - 111 = 186$ mm

3- أُقسِّم الناتج على 3: $186 \div 3 = 62$ mm

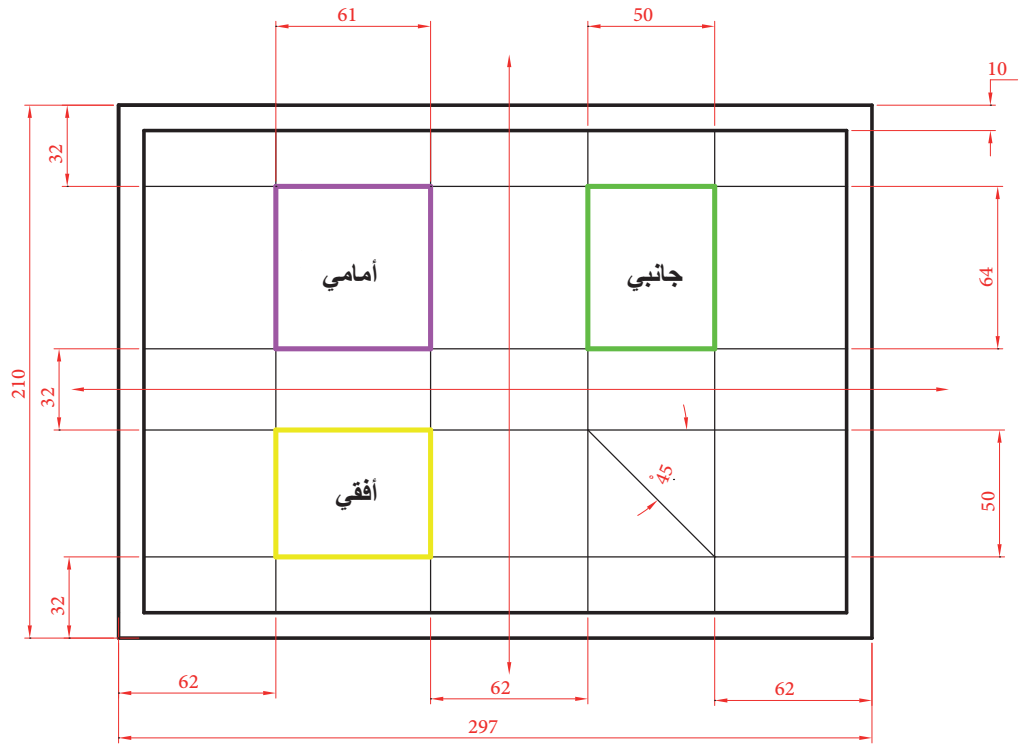
4- أجمع ارتفاع المسقط الأمامي (64 mm) مع عرض المسقط الأفقي (50 mm): $64 + 50 = 114$ mm

5- أطرح هذا المجموع من عرض لوحة الرسم: $210 - 114 = 96$ mm

6- أُقسِّم الناتج على 3: $96 \div 3 = 32$ mm

6- أُقسِّم الناتج على 3: $96 \div 3 = 32$

7- أُوزِّع لوحة الرسم كما في الشكل الآتي:

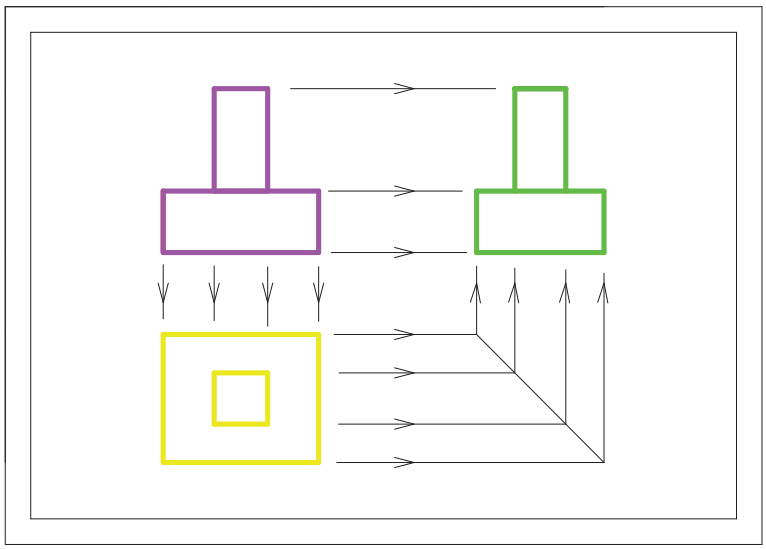


أُلاحِظ من توزيع المساقط على لوحة الرسم أن:

- طول المسقط الأمامي يساوي طول المسقط الأفقي.
- ارتفاع المسقط الأمامي يساوي ارتفاع المسقط الجانبي.
- عرض المسقط الأفقي يساوي عرض المسقط الجانبي.
- عرض الإطار المرسوم حول لوحة الرسم هو (10mm).

أرسم خطًّا بزاوية (45°) كما في الشكل السابق؛ لإسقاط الخطوط المساعدة من المسقط الأفقي إلى المسقط الجانبي، وبالعكس.

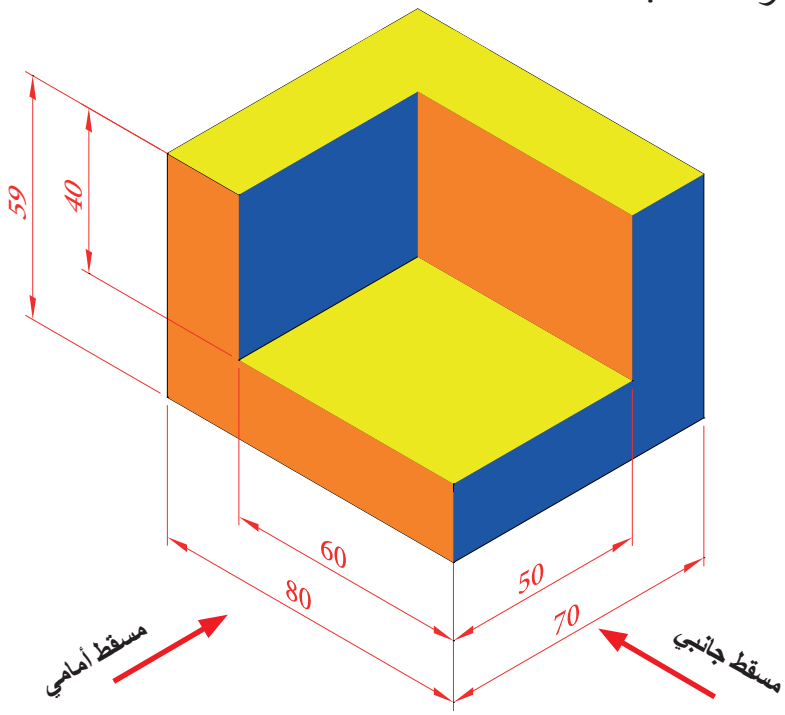
بعد توزيع الأبعاد على لوحة الرسم، وتحديد موقع كل مسقط في مكانه، يكون شكل لوحة الرسم كما يأتي:



يَتبيَّن ممّا سبق أن خطوط الإسقاط تُمثِّل أساسًا مهمًّا في أثناء عملية الرسم؛ لما لها من أهمية في تحديد الأبعاد للمساقط والأجزاء الموجودة في المسقط، وعلاقة قياس هذه الأجزاء بعضها ببعض.

المثال (2)

يُمثِّل الشكل الآتي منظورًا هندسيًّا. مستخدمًا ورقة الرسم، أرسم المسقط الأمامي، والجانبي، والأفقي تبعًا لاتجاه زاوية النظر المعطاة.



الحل

1- أجمع طول المسقط الأمامي مع عرض المسقط الجانبي: $80 + 70 = 150 \text{ mm}$

2- أطرح الناتج من طول ورقة الرسم، ثم أُقسِّمه على 3: $297 - 150 = 147 \text{ mm}$

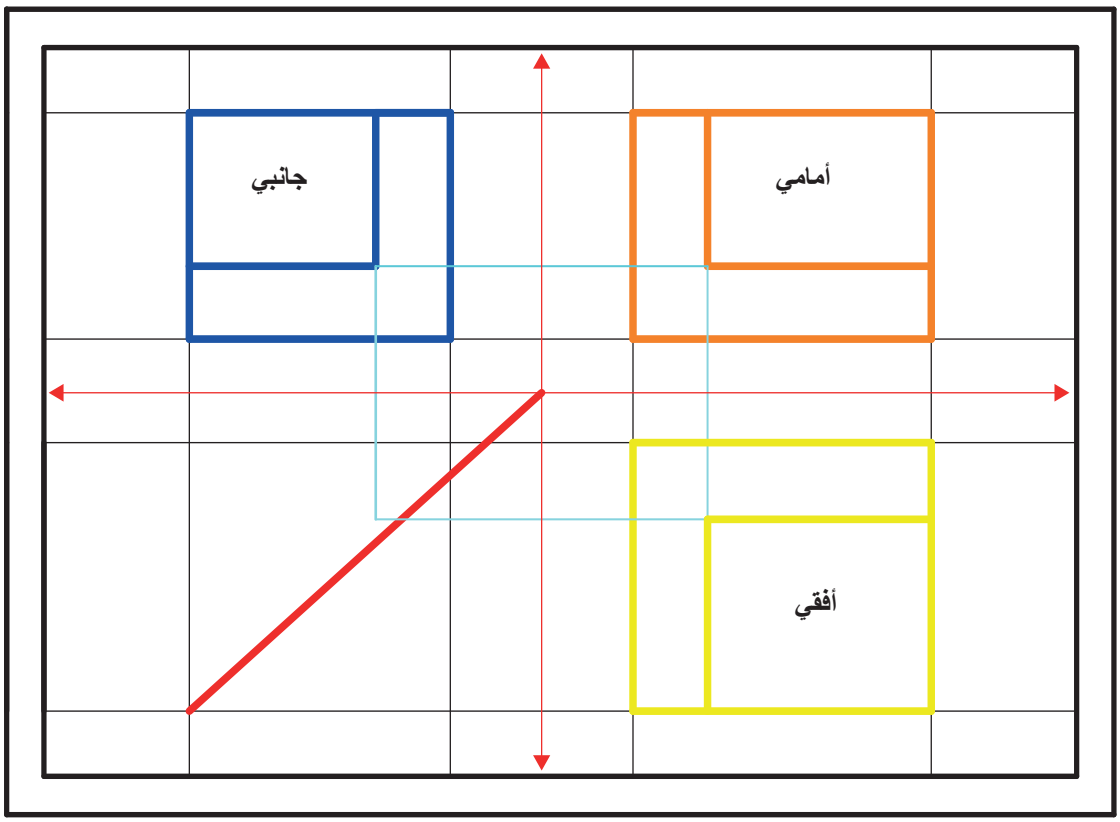
3- أُقسِّم الناتج على 3: $\frac{147}{3} = 49 \text{ mm}$

4- أجمع ارتفاع المسقط الأمامي مع عرض المسقط الأفقي: $59 + 70 = 129 \text{ mm}$

5- أطرح الناتج من عرض ورقة الرسم، ثم أُقسِّمه على 3: $210 - 129 = 81 \text{ mm}$

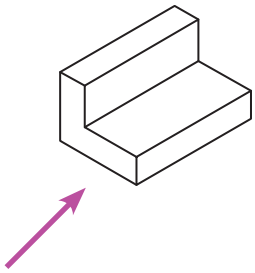
$\frac{81}{3} = 27 \text{ mm}$

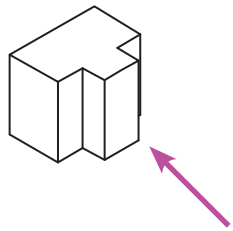
بعد توزيع لوحة الرسم ورسم المساقط، يكون الشكل النهائي للوحة الرسم كما في الشكل الآتي.

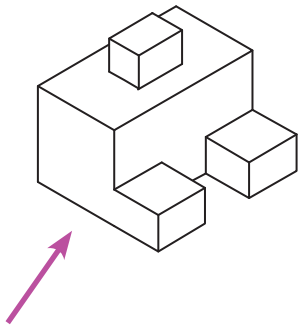


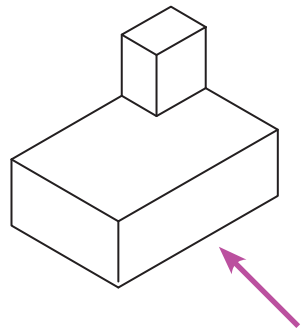
التمرين (2)

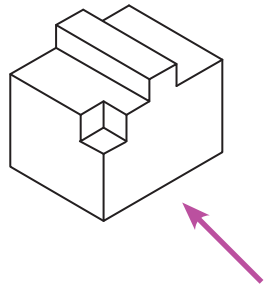
أُحدِّد المسقط الصحيح باتجاه النظر للأجسام الهندسية (المناظير) الآتية:





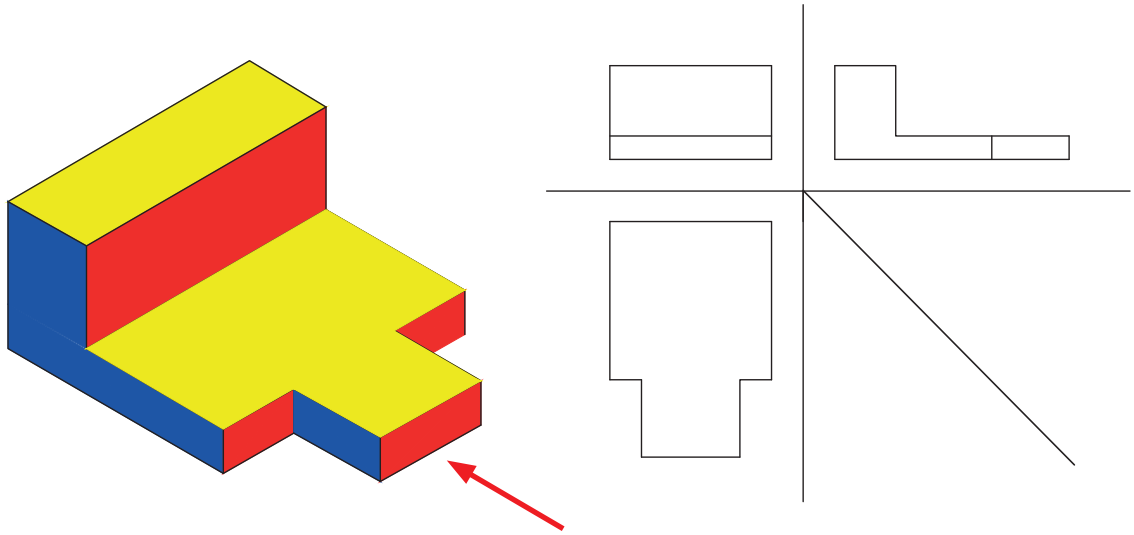


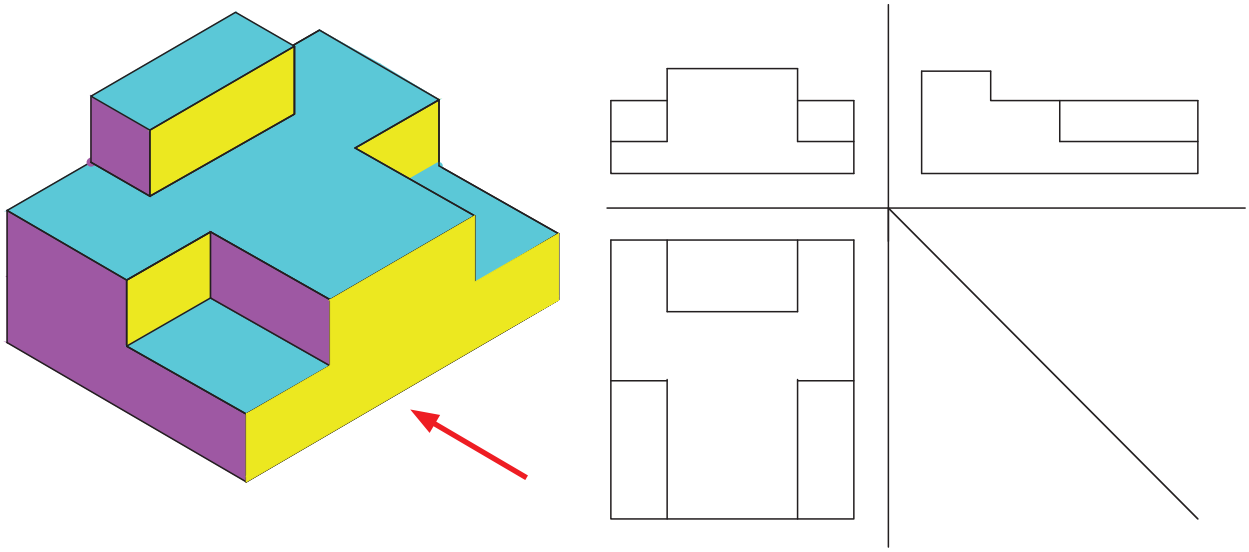


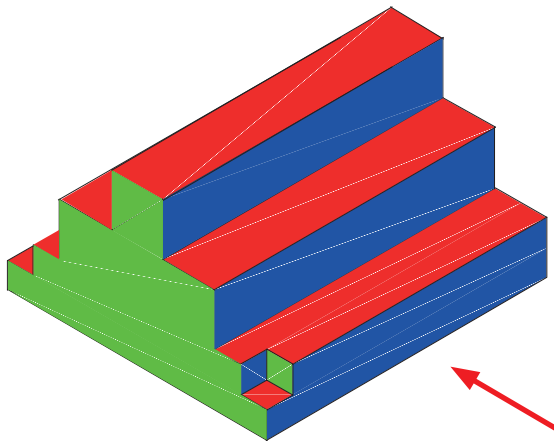


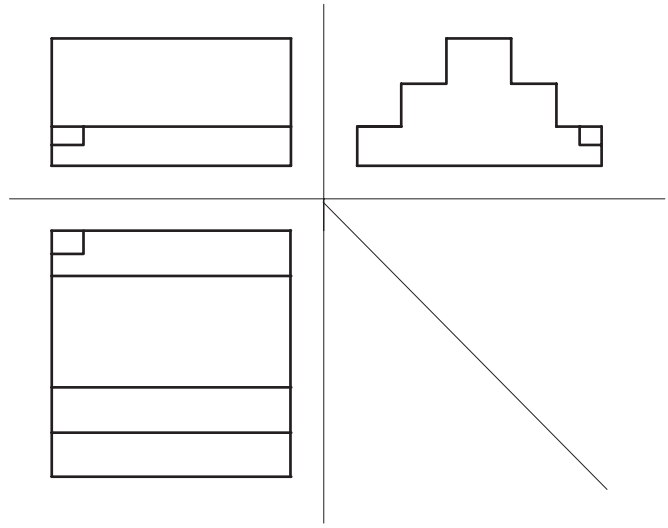
التمرين (2)

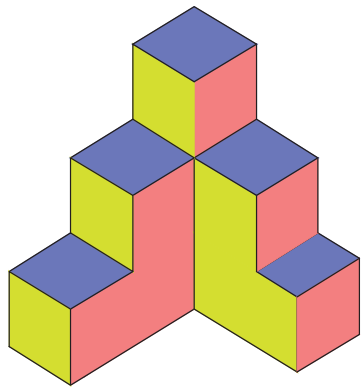
أُكمِل رسم الخطوط الناقصة لمساقط المناظير الآتية اعتمادًا على اتجاه النظر المشار إليه بالسهم بوصفه مسقطًا أماميًّا.

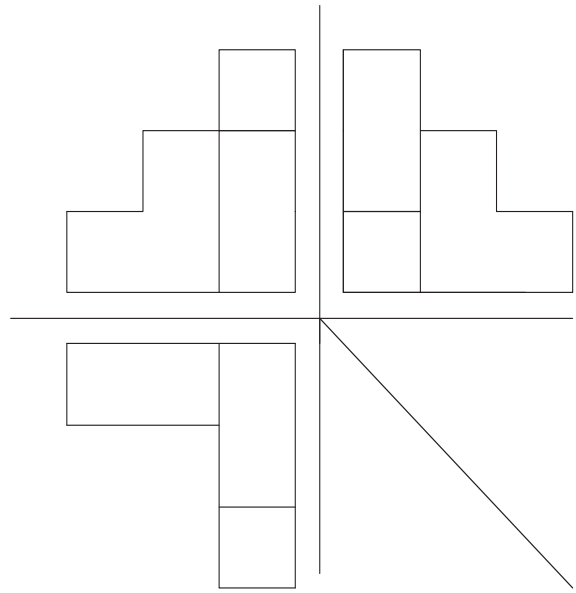


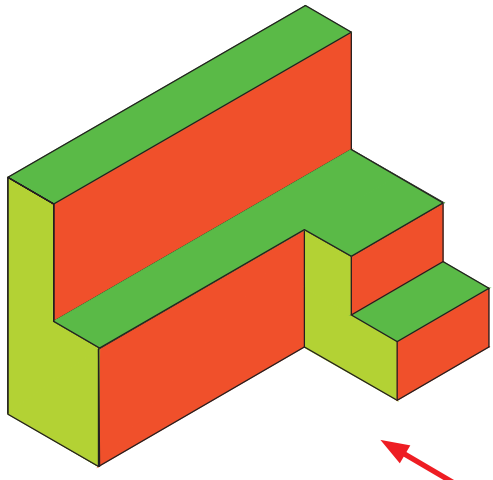


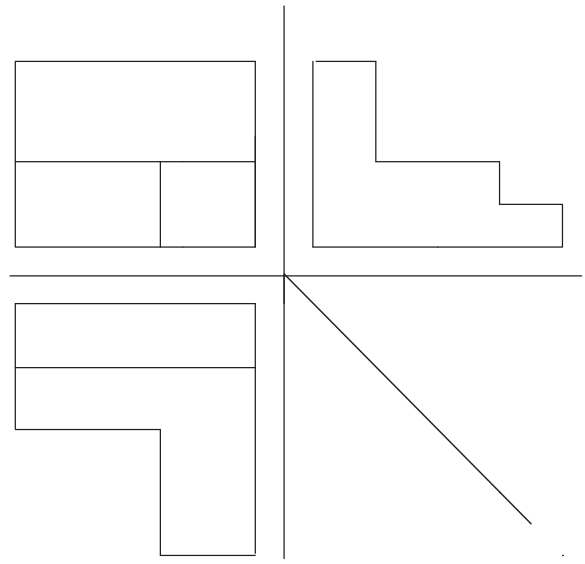










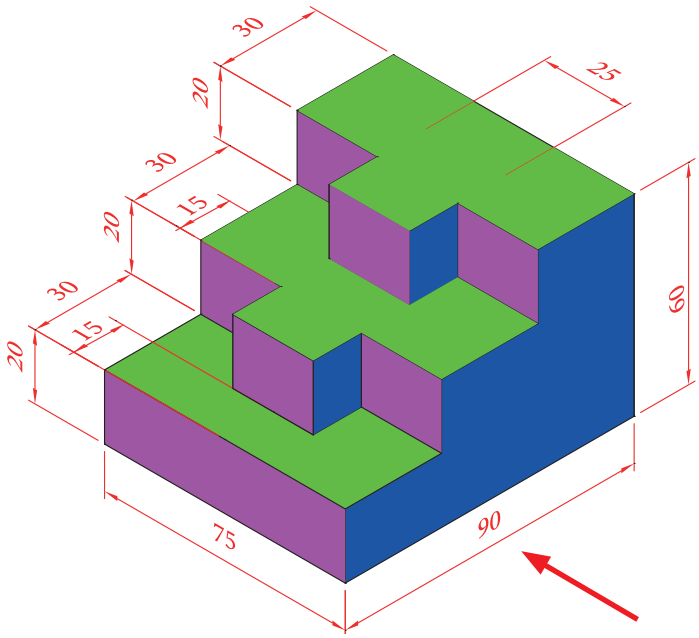


التمرين (3)

يُمثِّل الشكل التالي منظورًا هندسيًّا:

أُقسِّم لوحة الرسم بحسب الأبعاد المدونة على المنظور.

أرسم المسقط الأمامي، والمسقط الجانبي، والمسقط الأفقي.

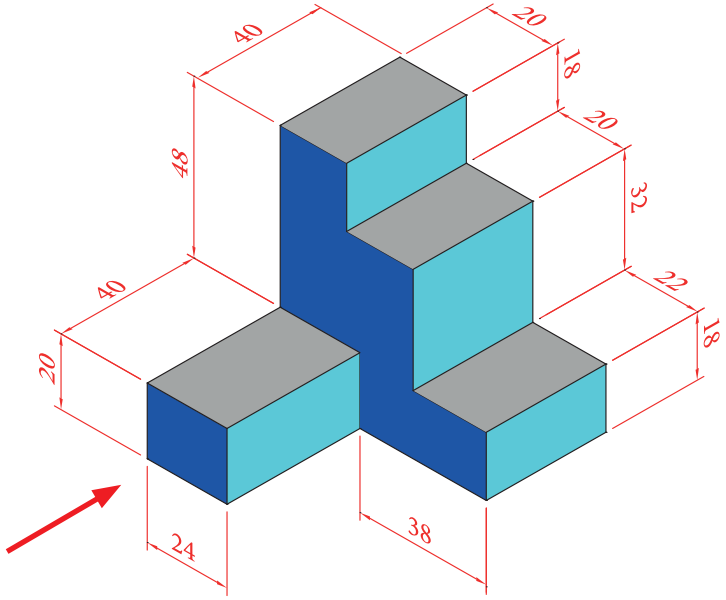


التمرين (4)

يُمثِّل الشكل التالي منظورًا هندسيًّا:

أ - أُقسِّم لوحة الرسم بحسب الأبعاد المدونة على المنظور.

ب- أرسم المسقط الأمامي، والمسقط الجانبي، والمسقط الأفقي.

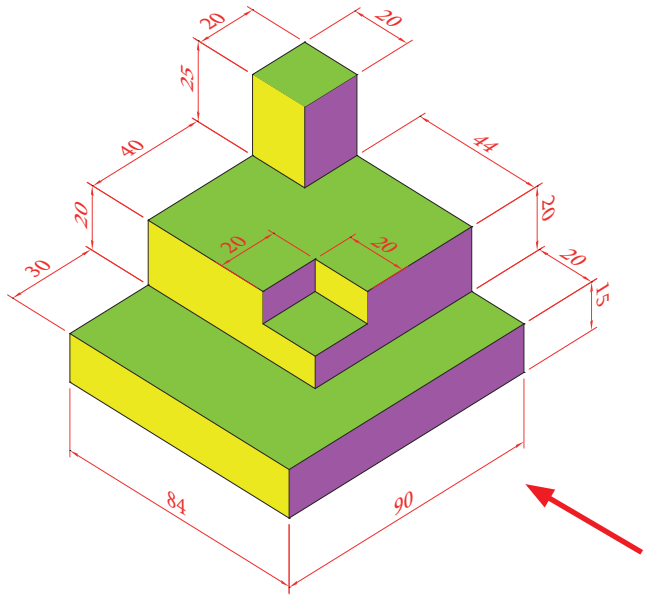


التمرين (5)

يُمثِّل الشكل التالي منظورًا هندسيًّا:

أ - أُقسِّم لوحة الرسم حسب الأبعاد المدونة على المنظور.

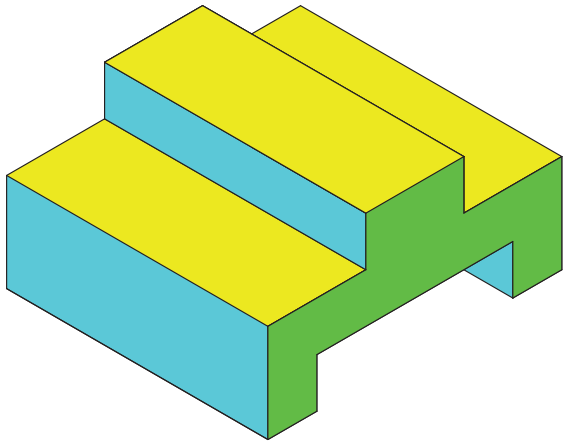
ب - أرسم المسقط الأمامي، والمسقط الجانبي، والمسقط الأفقي.



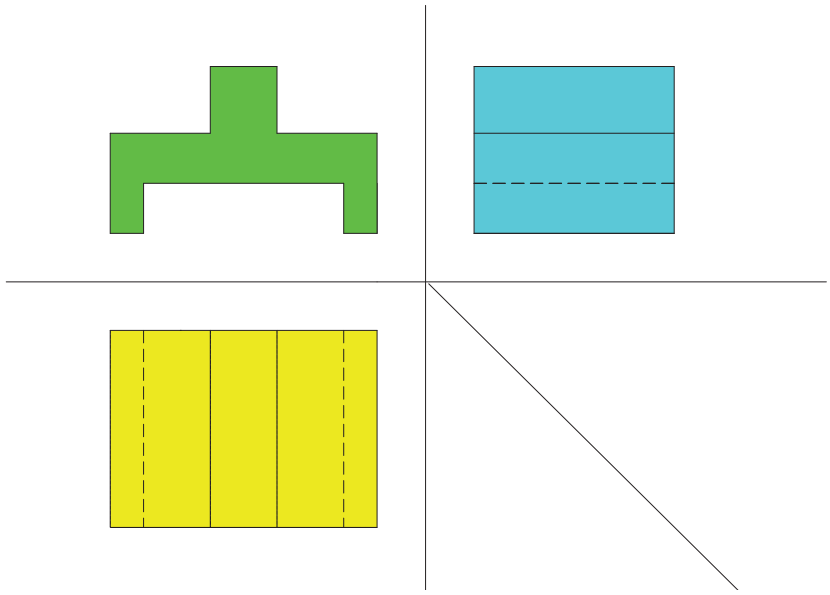
ثالثًا مساقط الأجسام الهندسية المركبة

مساقط الأجسام الهندسية المركبة هي أجسام هندسية (مناظير) تحتوي على سطوح داخلية (مجارٍ)، وسطوح مائلة، وأشكال أسطوانية داخلية وخارجية. عند رسم المساقط لهذه المناظير، فإن السطوح الداخلية تُرسَم بخطوط متقطعة، ويجب أن تظهر جميع السطوح والتفاصيل في كل مسقط لكل جزء من الجسم بالخطوط الواضحة أو المختفية، أنظر الشكل (3-11/أ) الذي يُمثِّل جسمًا هندسيًّا بسيطًا يحتوي على سطوح داخلية.

ماذا يُلاحَظ على مساقط المنظور في الشكل (3-11/ب)؟



الشكل (3-11/أ).



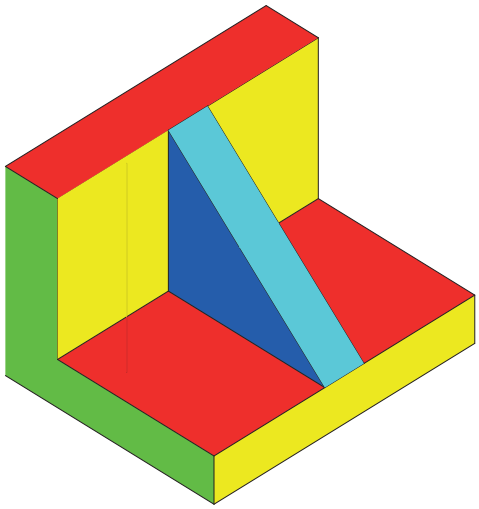
الشكل (3-11/ب).

عند سقوط النظرعموديًّا من زاوية النظر الأمامية جهة اليمين، يمكن رؤية سطح واحد فقط من الجسم باللون الأخضر، وهذا السطح هو المسقط الأمامي. أمّا عند النظر إلى الجسم من جهة اليسار، فيمكن رؤية سطحين مباشرة باللون الأزرق الفاتح. ومن المُلاحَظ أن للمنظور في الشكل السابق مجرًى داخليًّا يحوي ثلاثة سطوح: سطحين جانبيين، وسطحًا من أعلى، وأن السطحيين الجانبيين ينطبقان على بعضهما عند النظر إليهما من جهة اليسار، ولا يمكن رؤيتهما مباشرة. فعند رسم المسقط الجانبي، فإنهما يُرسَمان بخطوط مخفية، ويُمثَّلان بخط مخفي كما هو مُبيَّن على مستوى الإسقاط، أمّا السطح الداخلي فيُميَّز باللون الأزرق الغامق.

وفي المقابل، عند النظر إلى المنظور من أعلى، يمكن رؤية ثلاثة سطوح مباشرة باللون الأصفر، خلافًا لسطح المجرى الداخلي الذي لا يمكن رؤيته مباشرة، ويرسم بخطوط مختفية، كما هو مبين في المسقط الأفقي على مستوى الإسقاط.

المثال (3)

أرسم مساقط جسم يحتوي على سطح مائل، يُمثِّله الشكل الآتي، مُبيِّنًا كيف يظهر هذا السطح في المساقط الثلاثة.

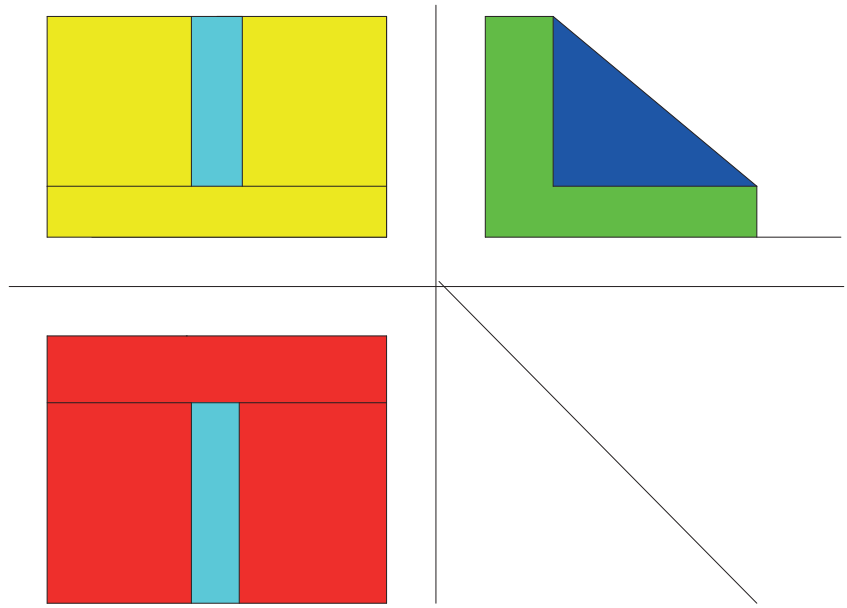


الحل

عند النظر إلى المنظور من المسقط الأمامي باتجاه السهم الظاهر، يمكن رؤية ثلاثة أسطح باللون الأصفر، ورؤية السطح المائل باللون الأزرق الفاتح الذي يُرسَم في المسقط بصورة مستطيل على مستوى الإسقاط.

وعند النظر إليه من المسقط الجانبي من جهة اليسار، يمكن رؤية سطحين: سطح باللون الأخضر، وسطح مائل على شكل مثلث باللون الأزرق الغامق.

أمّا عند النظر إليه من أعلى (مسقط أفقي)، فيمكن رؤية ثلاثة أسطح باللون الأحمر، وسطح مائل باللون الأزرق الفاتح على شكل مستطيل، كما هو مبين في الشكل الآتي:

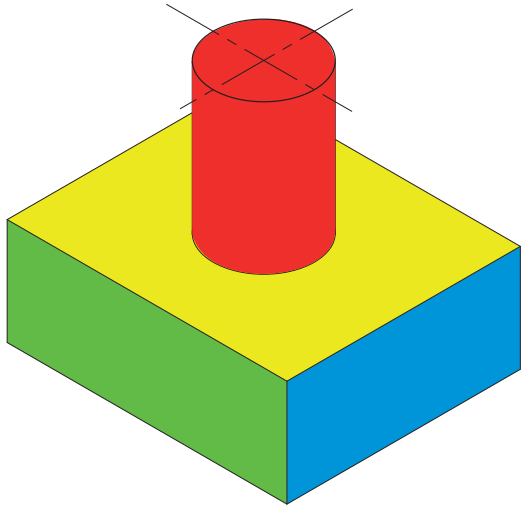


يَتبيَّن ممّا سبق أن السطوح المائلة تظهر في مسقط واحد بطولها الحقيقي كما هو الحال في المسقط الجانبي في المثال السابق خلافًا للمسقطين الأمامي والأفقي اللذين يظهران على شكل مستطيل بأقل من طولهما الحقيقي.

المثال (4)

أرسم مساقط جسم يحتوي على شكل أسطواني، يُمثِّله الشكل الآتي، مُبيِّنًا كيف يظهر هذا الشكل في المساقط الثلاثة.

الحل

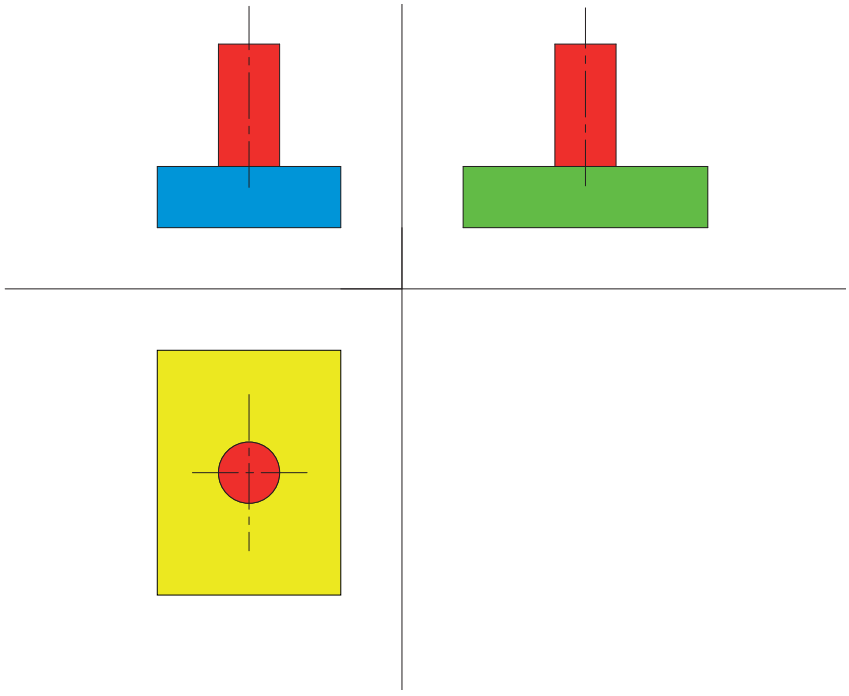


عند النظر إلى المنظور من المسقط الأمامي من جهة اليمين، يمكن رؤية السطح ذي اللون الأزرق، والأسطوانة التي تظهر على شكل مستطيل باللون الأحمر، ويتوسط هذا المستطيل خط محور كما هو مُبيَّن في المسقط.

وعند النظر إليه من المسقط الجانبي من جهة اليمين، يمكن رؤية السطح الأخضر، والأسطوانة التي تظهر على شكل مستطيل باللون الأحمر، ويتوسط هذا المستطيل خط محور كما هو مُبيَّن في المسقط.

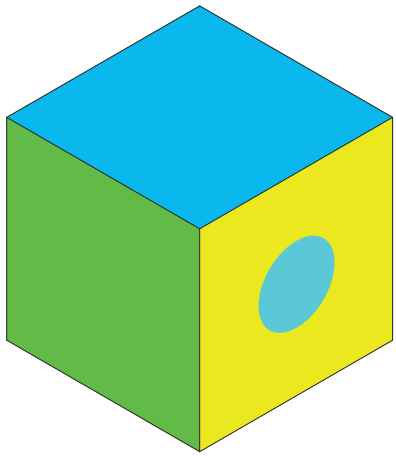
ومن المُلاحَظ أن الجسم الأسطواني يظهر في المسقطين الأمامي والجانبي على شكل مستطيل بالأبعاد نفسها؛ إذ إن طول المستطيل هو ارتفاع الأسطوانة، وعرضه يساوي قُطْر الأسطوانة.

أمّا عند النظر إليه من أعلى (مسقط أفقي)، فيمكن رؤية سطحين: سطح القاعدة باللون الأصفر، وسطح الأسطوانة العلوي باللون الأحمر على شكل دائرة يتوسطها خطا محور مُتعامِدان كما هو مُبيَّن في المسقط.



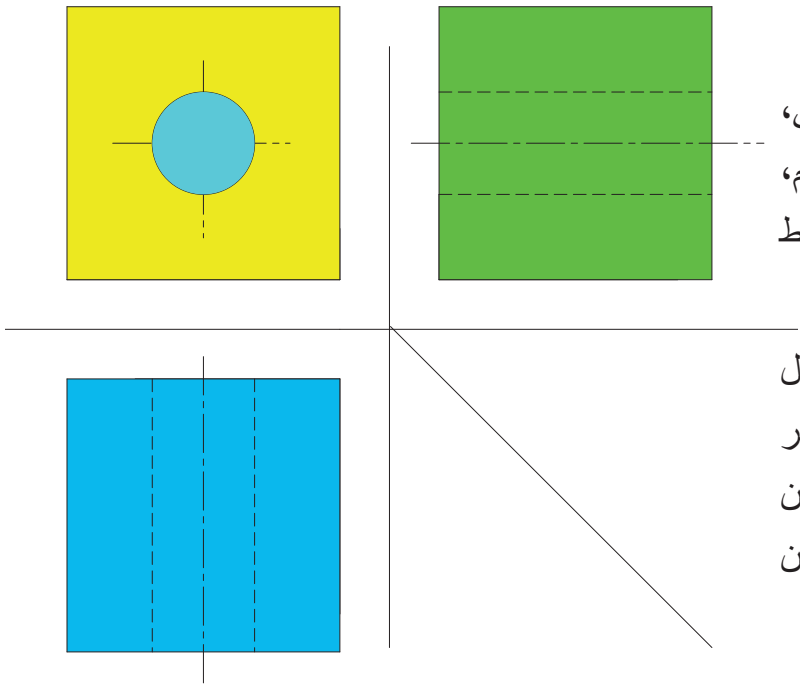
المثال (5)

أرسم مساقط جسم يحتوي على ثقب أسطواني داخلي يُمثِّله الشكل الآتي، مُبيِّنًا كيف يظهر الثقب في المساقط الثلاثة.



الحل

عند النظر إلى المنظور من المسقط الأمامي باتجاه السهم، يمكن رؤية مربع باللون الأصفر تتوسطه دائرة بقُطْر الثقب الموجود في منتصف الجسم. وعند النظر إليه من المسقط الجانبي من جهة اليسار، يمكن رؤية مربع أخضر. أمّا الثقب الذي يظهر على شكل مستطيل، فإنه يكون مُماثِلًا للمنظور من حيث الطول، وعرضه يساوي قُطْر الثقب، وهو لا يُشاهَد مباشرة، ويُرسَم بخطوط مخفية، ويتوسطه خط محور كما هو مُبيَّن في المسقط الجانبي على مستوى الإسقاط.

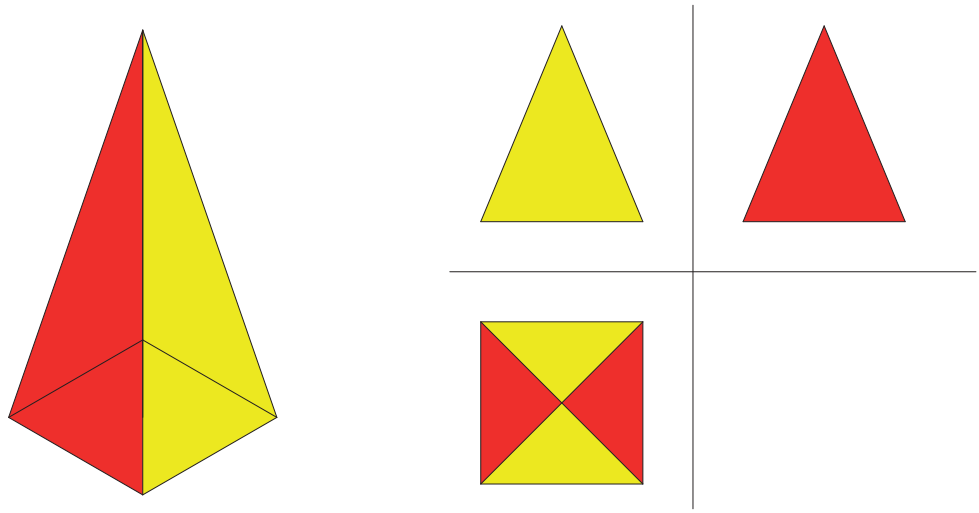


أمّا عند النظر إلى المنظور من أعلى، فيمكن رؤية مربع باللون حسب الرسم، ويرسم الثقب على شكل مستطيل بخطوط مخفية، وهو لا يشاهد مباشرة.

من المُلاحَظ أن الثقب ظهر على شكل دائرة في المسقط الأمامي؛ لأن إسقاط النظر كان عموديًّا على مركز الثقب، في حين ظهر الثقب على شكل مستطيل في المسقطين الجانبي والأفقي، ورُسِم بخطوط مخفية.

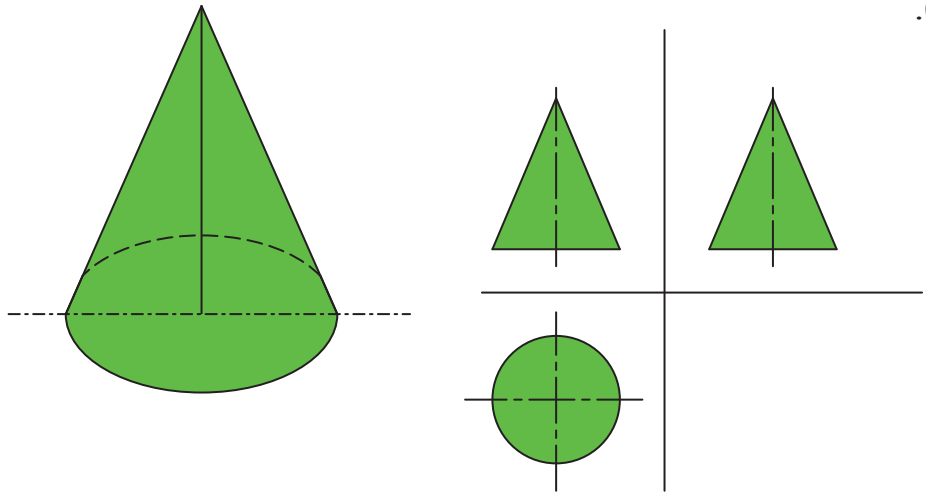
مساقط الأجسام ذوات النهايات المُدبَّبة

من الأجسام ذوات النهايات المُدبَّبة الهرم، والمخروط الكامل. ومن المعلوم أن للهرم أوجهًا عِدَّةً تبعًا لعدد أضلع القاعدة، وأن ارتفاع الأوجه ينتهي برأس مُدبَّب، وأن أوجه الهرم تُعامَل بوصفها سطوحًا تظهر بصورة مستوية في مسقطين، وبغير الطول الحقيقي للسطح، في حين يظهر السطح المائل بطوله الحقيقي في أحد المساقط، كما في الشكل (3-12).



الشكل (3-12): الهرم الرباعي.

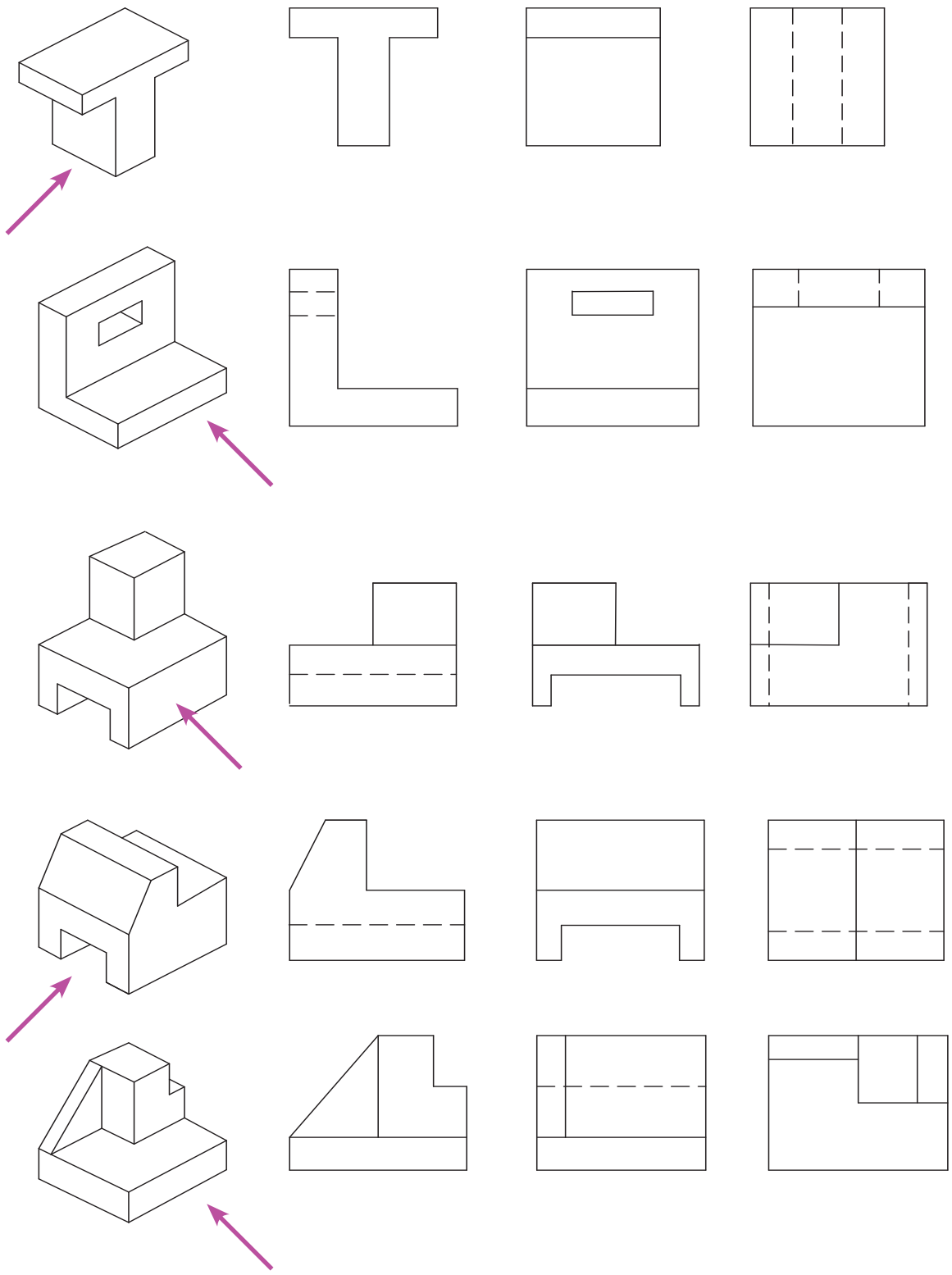
أمّا المخروط فقاعدته دائرة، وارتفاعه ينتهي برأس مُدبَّب، ويُعامَل بالمساقط معاملة الأسطوانة، أنظر الشكل (3-13).



الشكل (3-13): المخروط.

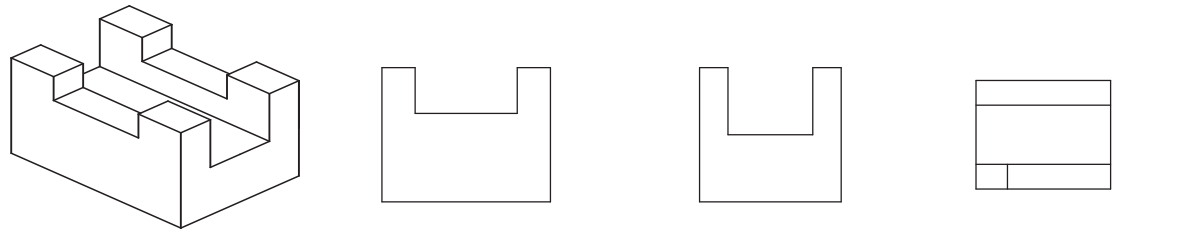
التمرين (6)

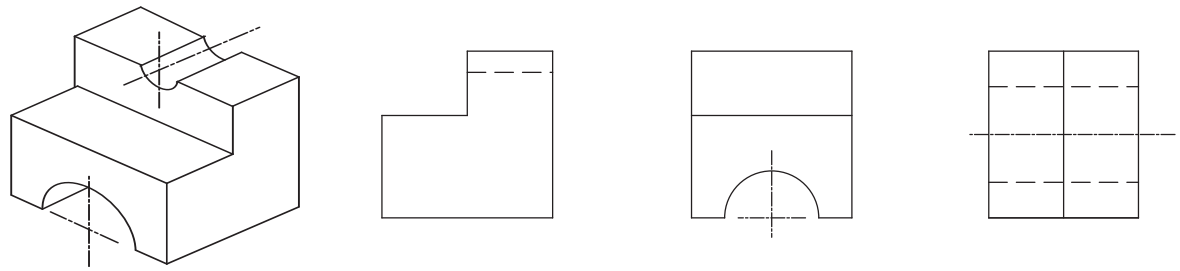
أُحدِّد المسقط الصحيح للمناظير الآتية باتجاه النظر المعطى:

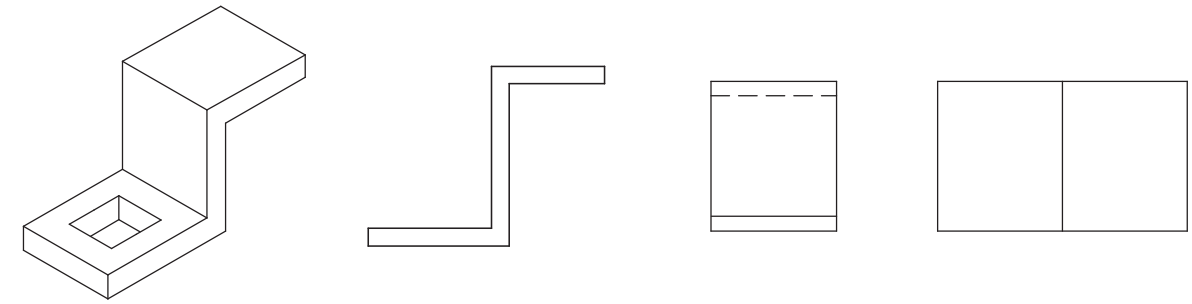


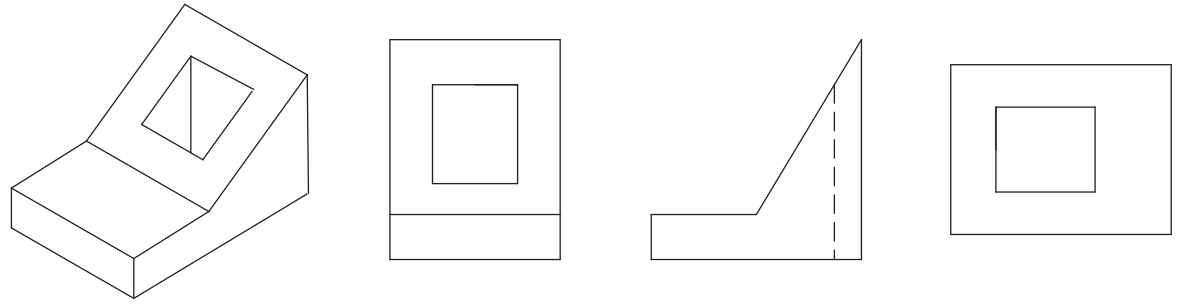
التمرين (7)

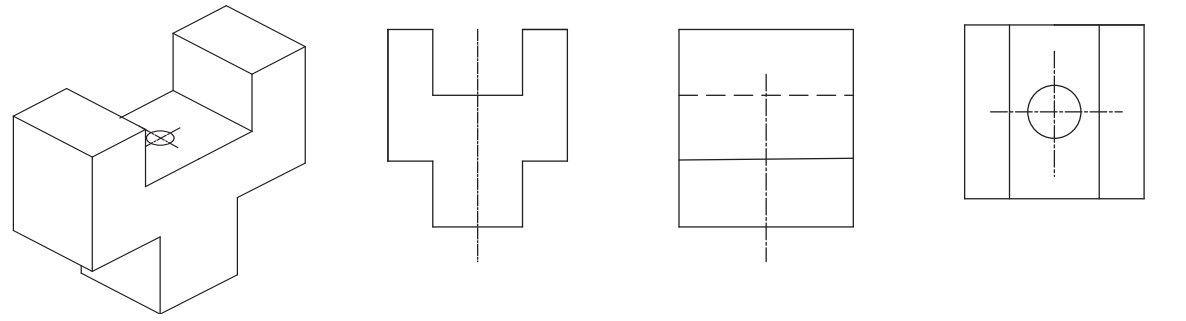
أُكمِل رسم الخطوط الناقصة في المساقط الآتية للمناظير المعطاة:









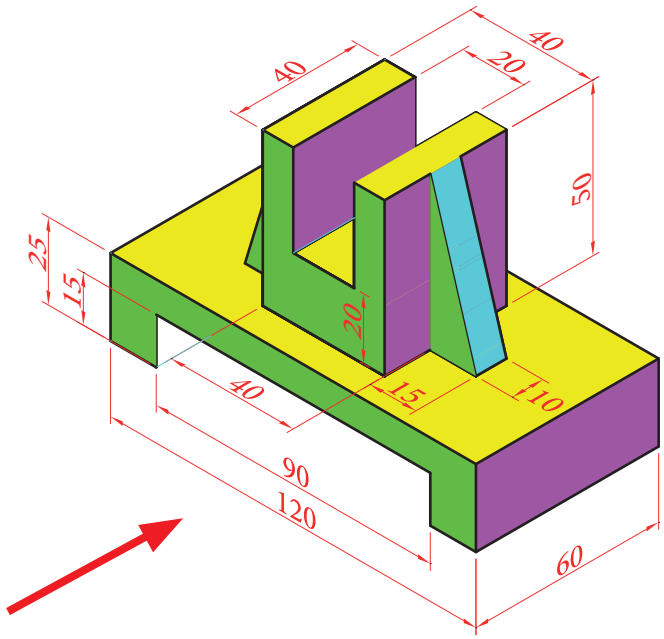


المثال (6)

يُمثِّل الشكل المجاور منظورًا هندسيًّا. أرسم بمقياس الرسم (1:1) كلًّا من:

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

مُوزِّعًا المساقط على لوحة الرسم توزيعًا صحيحًا.



الحل

أُوزِّع المساقط على لوحة الرسم:

1- أجمع طول المسقط الأمامي مع عرض المسقط الجانبي: $120 + 60 = 180$ mm

2- أطرح الناتج من طول ورقة الرسم: $297 - 180 = 117$ mm

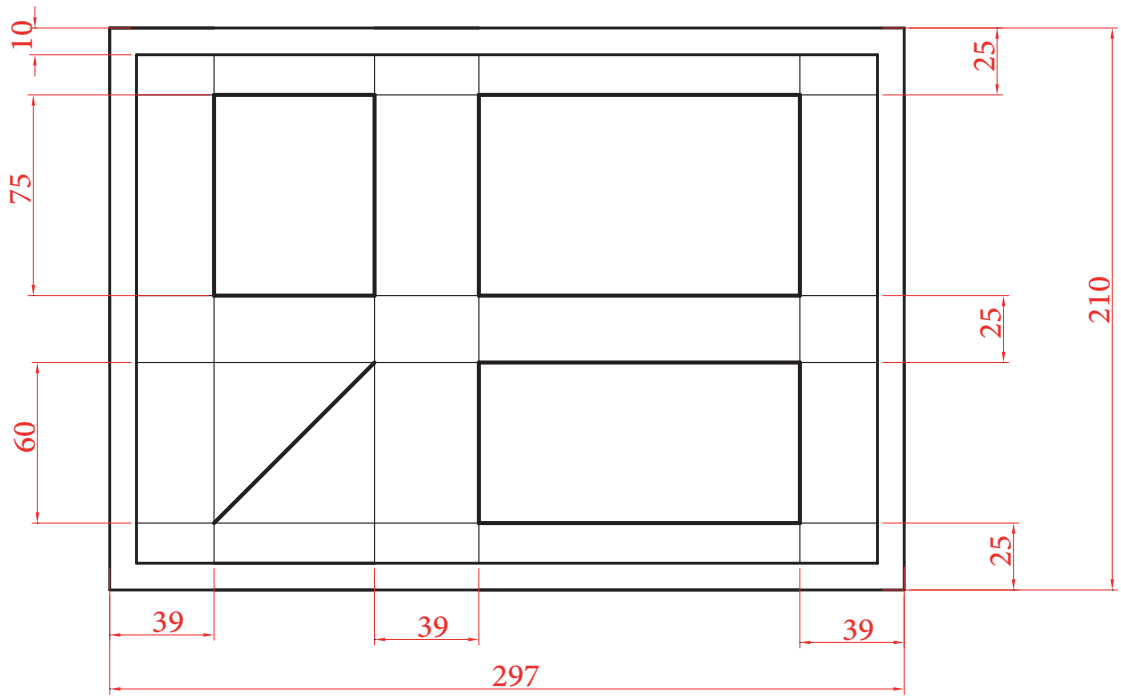
3- أُقسِّم الناتج على 3: $117 \div 3 = 39$ mm

4- أجمع ارتفاع المسقط الأمامي مع عرض المسقط الأفقي: $75 + 60 = 135$ mm

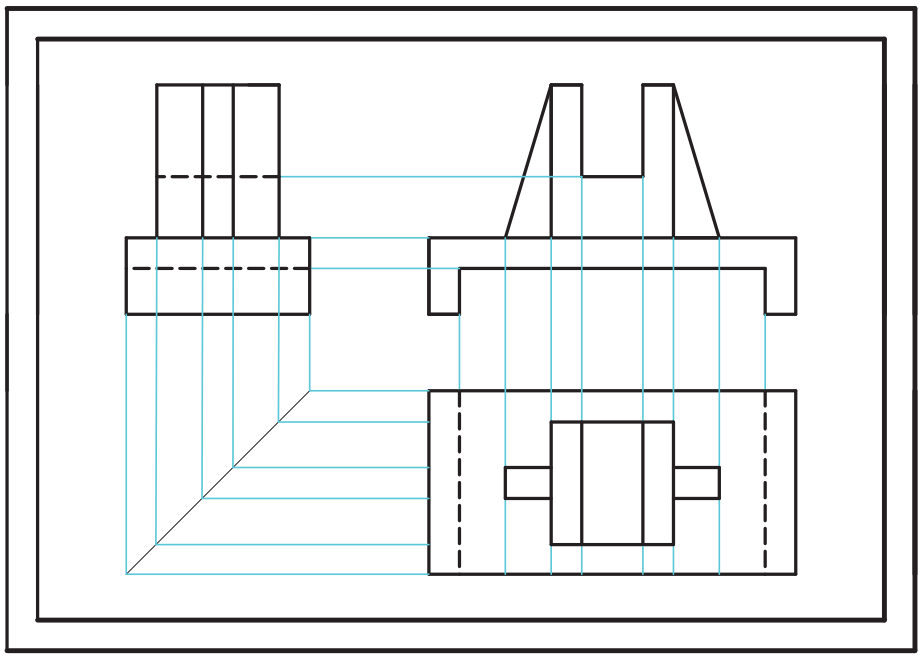
5- أطرح الناتج من عرض ورقة الرسم: $210 - 135 = 75$ mm

6- أُقسِّم الناتج على 3: $75 \div 3 = 25$ mm

7- أُقسِّم ورقة الرسم كما هو مُبيَّن في الشكل الآتي:



8- أرسم المساقط بالشكل النهائي، كما هو مُبيَّن في الشكل الآتي:



المثال (7)

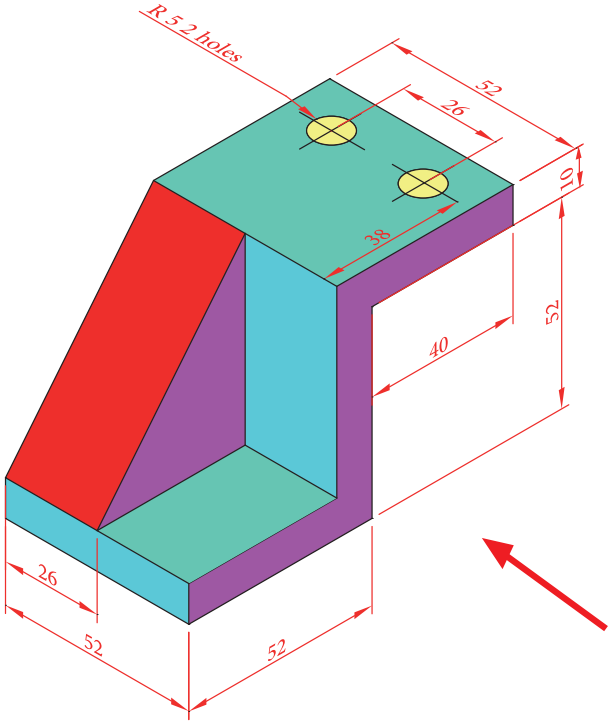
يُمثِّل الشكل المجاور منظورًا هندسيًّا. أرسم بمقياس الرسم (1:1):

ـ المسقط الأمامي.

ـ المسقط الأفقي.

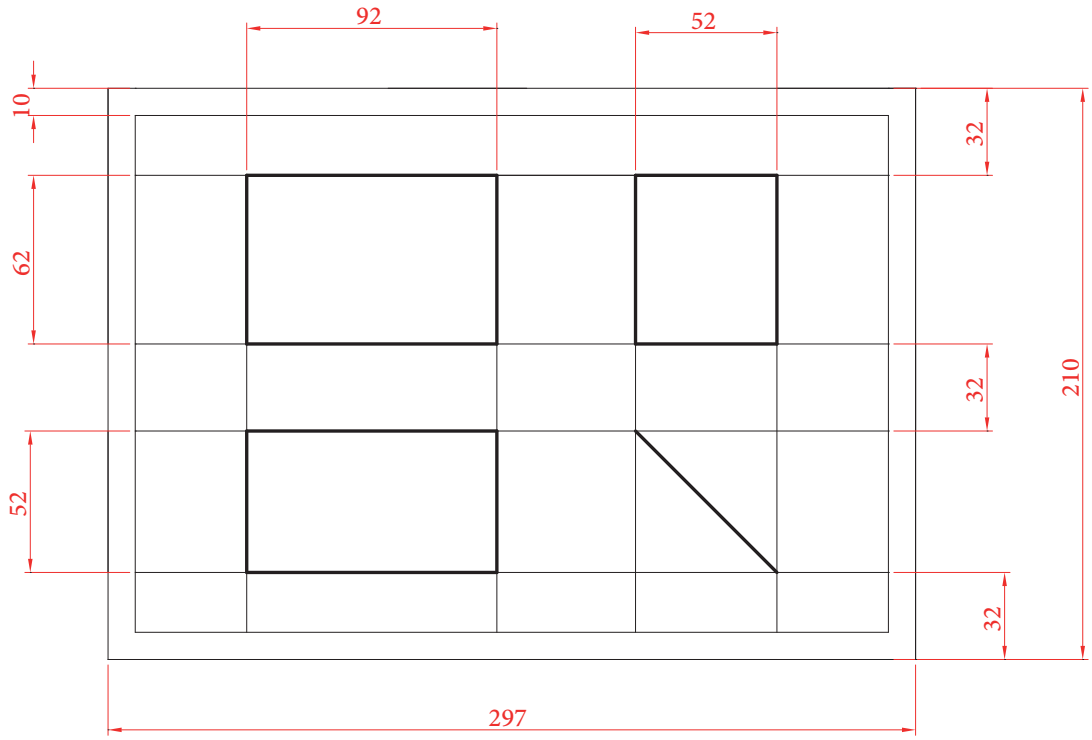
ـ المسقط الجانبي.

مُوزِّعًا المساقط على لوحة الرسم توزيعًا صحيحًا.

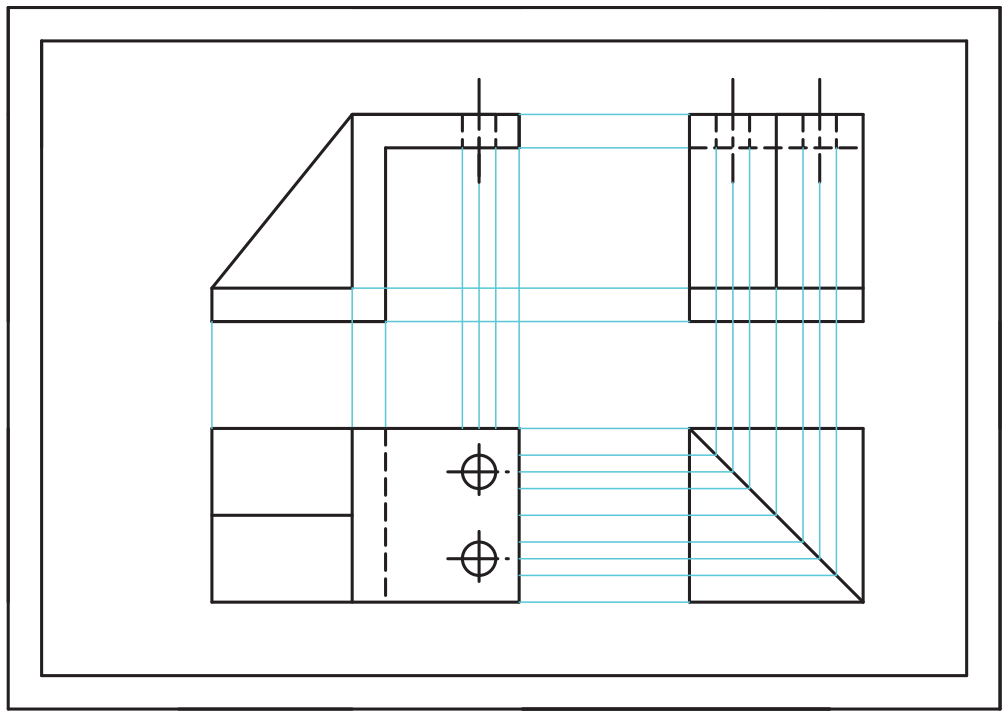


الحل

أُوزِّع المساقط على لوحة الرسم.



يُمثِّل الشكل الآتي المساقط الثلاثة، وخطوط الإسقاط.

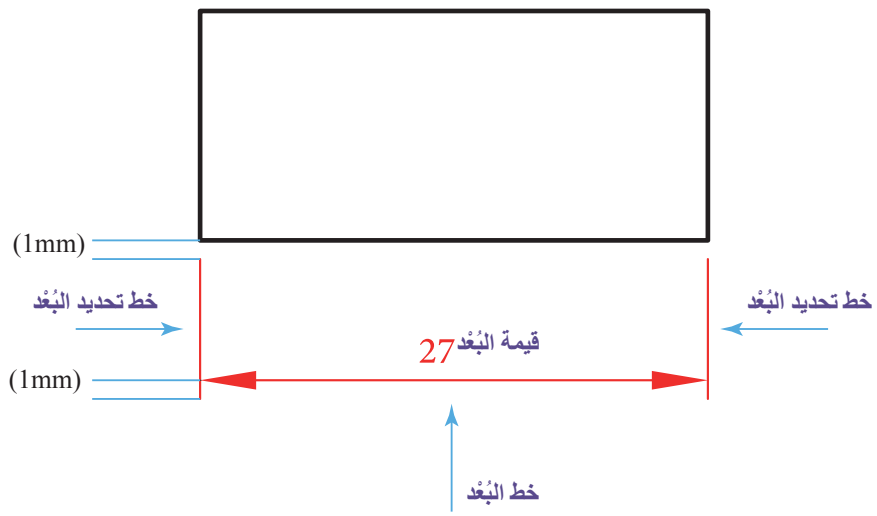


لكتابة الأبعاد على المساقط والرسوم الهندسية أهمية كبيرة تتمثَّل في فهم الشكل العام للجسم الهندسي، وتحديد العلاقة بين مساقط المنظور وتنفيذها، فضلًا عن أهميتها عند كتابتها على مسقطين واستنتاج المسقط الثالث؛ لذا يجب أن تكون الأبعاد صحيحة، ودقيقة، ومقروءة بوضوح وسهولة، ومُوزَّعة على المساقط توزيعًا صحيحًا.

لمعرفة الأسس الصحيحة لكتابة الأبعاد على المساقط، يجب تعرُّف المصطلحات الأساسية الآتية، وكيفية كتابتها على المساقط والرسوم:

1- المصطلحات المستخدمة في كتابة الأبعاد

أ - **خطا تحديد البُعْد:** يُرسَم هذان الخطان لتحديد بداية بُعْد مُعيَّن عن الجسم ونهايته، ففي الشكل (3-14) مثلًا، يبعد الخطان عن الجسم (1mm) من الجهتين، ويبلغ طولهما (10mm).



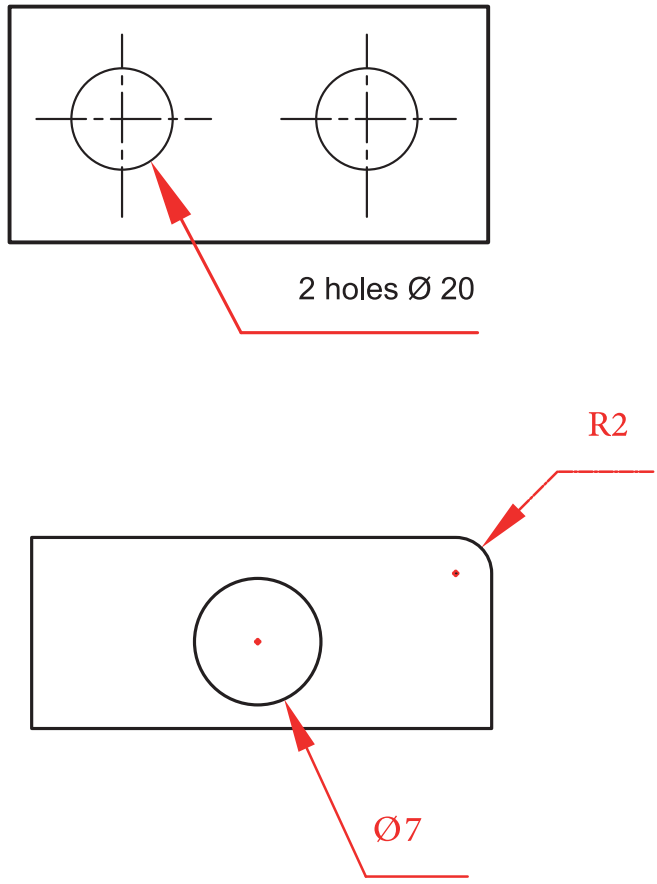
الشكل (3-14): المصطلحات المستخدمة في كتابة الأبعاد.

ب - **خط البُعْد:** خط يُرسَم بين خطي تحديد البُعْد، ويكون ملاصقًا من الطرفين لخطي تحديد البُعْد، وعلى بُعْد (1mm) إلى الداخل من خطي تحديد البُعْد، كما في الشكل السابق، ثم يُرسَم على نهايتي هذا الخط رأس من الجهتين.

جـ - **قيمة البُعْد (الرقم):** فيها يُكتَب البُعْد على منتصف خط البُعْد، ويرتفع عنه نحو (1.5mm).

د - **الدليل:** خط ينتهي أحد طرفيه بسهم يشير إلى جزء في المسقط، ويُكتَب على الملاحظة (أو البُعْد) التي تخص الجزء كما في الشكل السابق.

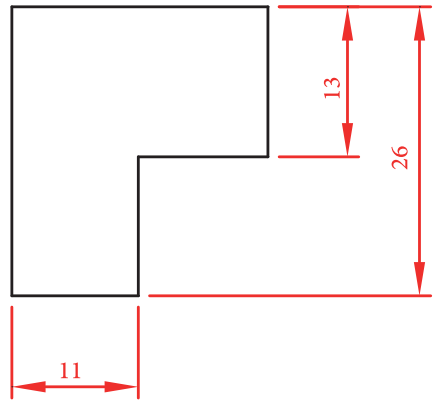
يُبيِّن الشكل (3-15) الأبعاد المدونة للدوائر والمنحنيات؛ إذ يشير الرمز (R) إلى نصف القُطْر، ويشير الرمز (Ø) إلى القُطْر.



الشكل (3-15): الأبعاد للدوائر والمنحنيات.

2- كتابة أكثر من بُعْد من الجهة نفسها

عند كتابة أكثر من بُعْد من الجهة نفسها، يكون البُعْد الأصغر هو الأقرب إلى المسقط، ثم يليه البُعْد الأكبر فالأكبر، كما في الشكل (3-16)، وتبلغ المسافة بين خطي البُعْد (10mm) تقريبًا.

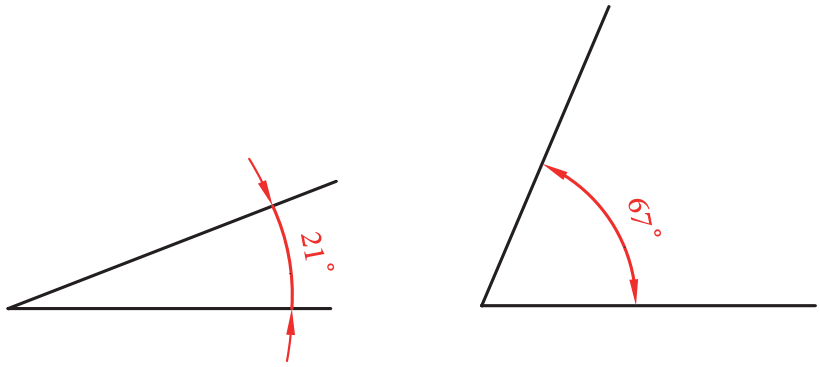


الشكل (16): كتابة أكثر من بُعْد من الجهة نفسها.

3- كتابة أبعاد الزوايا

إذا كانت الزاوية صغيرة، فإنه يُرسَم داخلها خطًّا تحديد على امتداد القوس من الجهتين، ينتهيان برأسي سهم ملاصقين لخطي الزاوية، ويُكتَب مقدار الزاوية فوق منتصف القوس.

أمّا إذا كانت الزاوية كبيرة فيُرسَم قوس داخل الزاوية، ينتهي طرفاه برأسي سهم، ويُكتَب البُعْد فوق منتصف القوس كما في الشكل (3-17).



الشكل (3-17): كتابة أبعاد الزوايا.

من الشروط الواجب اتباعها عند كتابة الأبعاد على المساقط:

1- مراعاة أن تكون خطوط الأبعاد خفيفة، لا بحجم خطوط رسم المساقط.

2- توزُّع الأبعاد على المساقط، وعدم تكرار البُعْد على أكثر من مسقط.

3- تجنُّب كتابة الأبعاد بين المساقط ما أمكن.

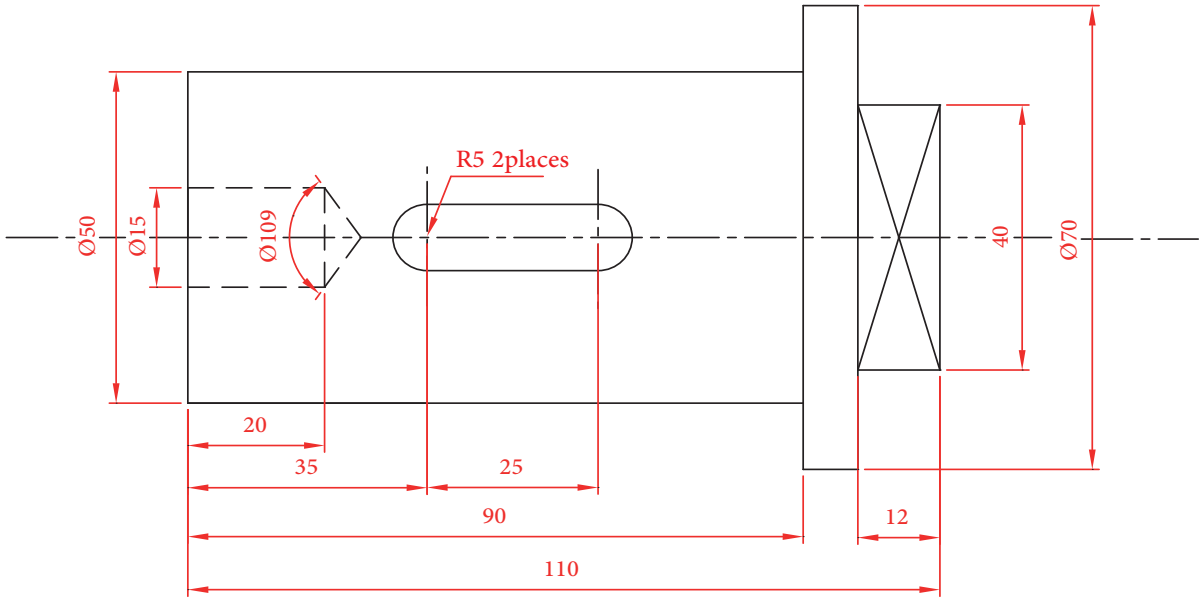
4- تجنُّب كتابة الأبعاد داخل المساقط ما أمكن.

5- كتابة البُعْد الحقيقي عند التكبير أو التصغير.

6- تجنُّب كتابة الأبعاد على الخطوط المخفية.

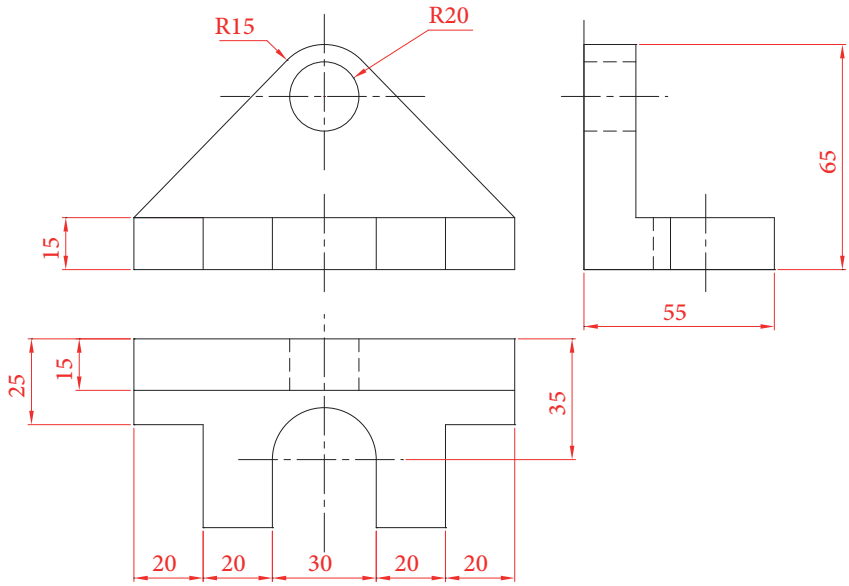
المثال (8)

يُمثِّل الشكل الآتي مسقطًا لقطعة ميكانيكية مُوزَّعة عليها الأبعاد توزيعًا صحيحًا.



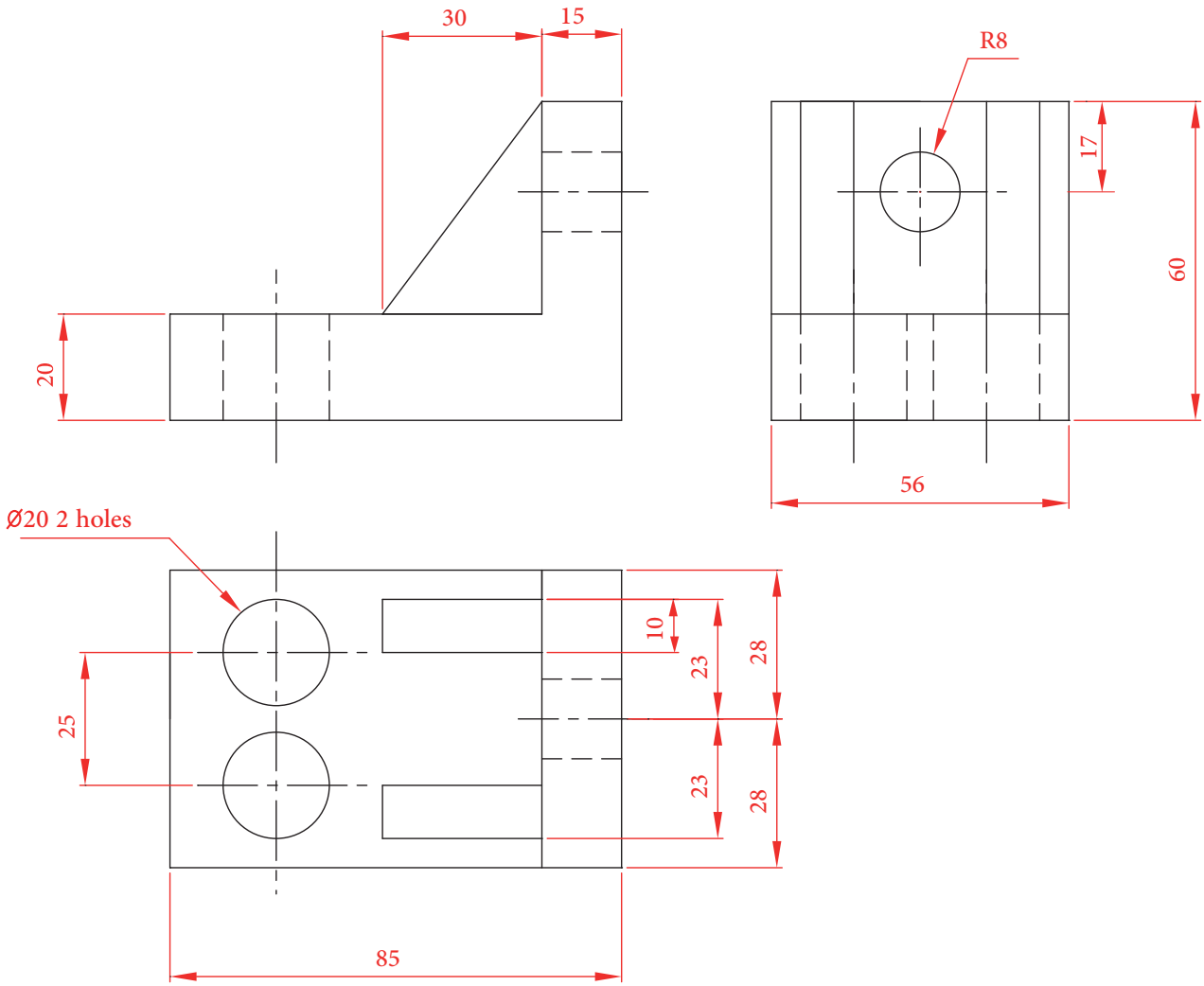
المثال (9)

يُمثِّل الشكل الآتي المساقط الثلاثة لمنظور هندسي مُوزَّعة عليه الأبعاد توزيعًا صحيحًا.



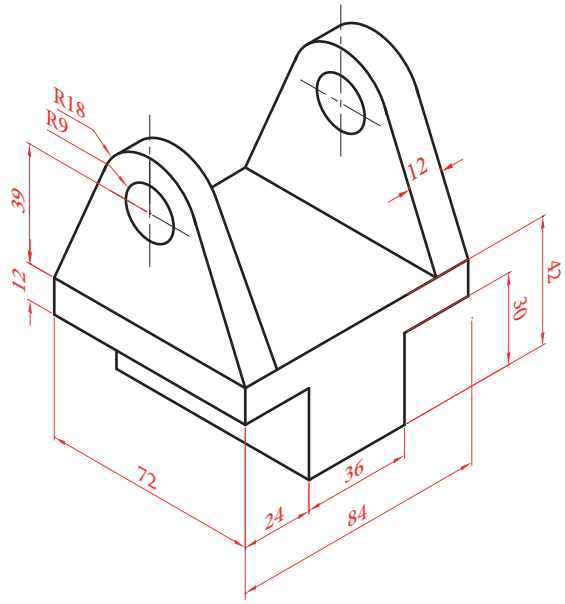
المثال (10)

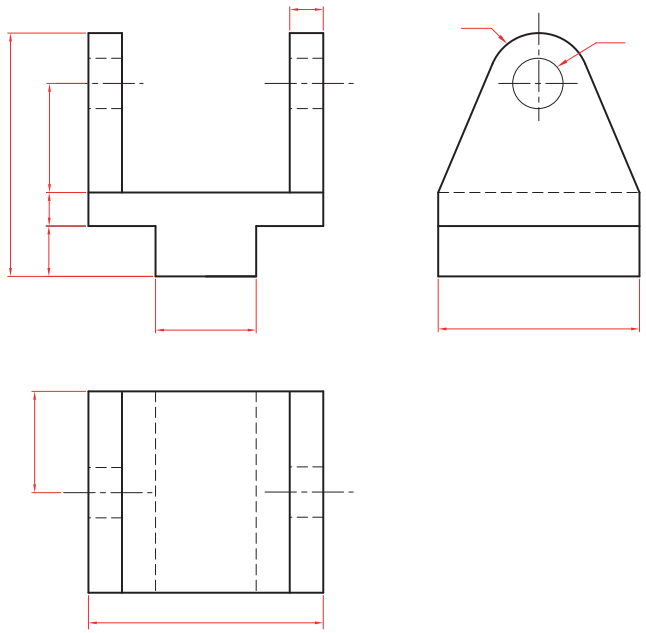
يُمثِّل الشكل الآتي المساقط الثلاثة لمنظور هندسي مُوزَّعة عليه الأبعاد توزيعًا صحيحًا.



التمرين (8)

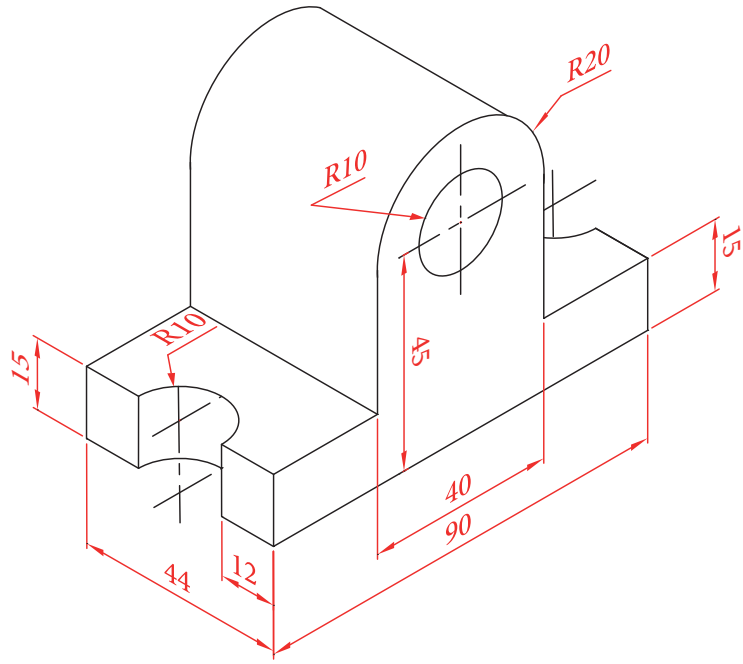
يُمثِّل الشكل الآتي منظورًا هندسيًّا، ويُمثِّل الشكل الذي يليه المساقط الثلاثة لهذا المنظور. أنقل الأبعاد من المنظور إلى المساقط.

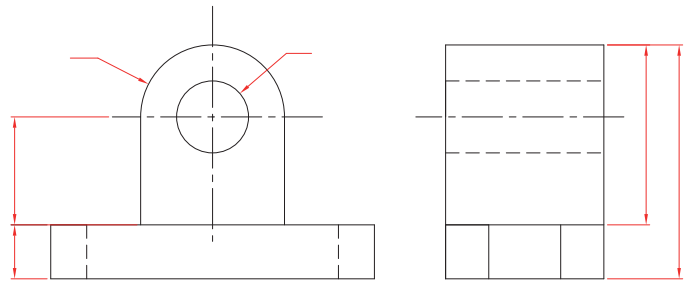


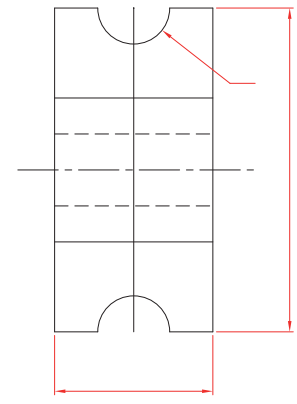


التمرين (9)

يُمثِّل الشكل الآتي منظورًا هندسيًّا، ويُمثِّل الشكل الذي يليه المساقط الثلاثة لهذا المنظور. أنقل الأبعاد من المنظور إلى المساقط.

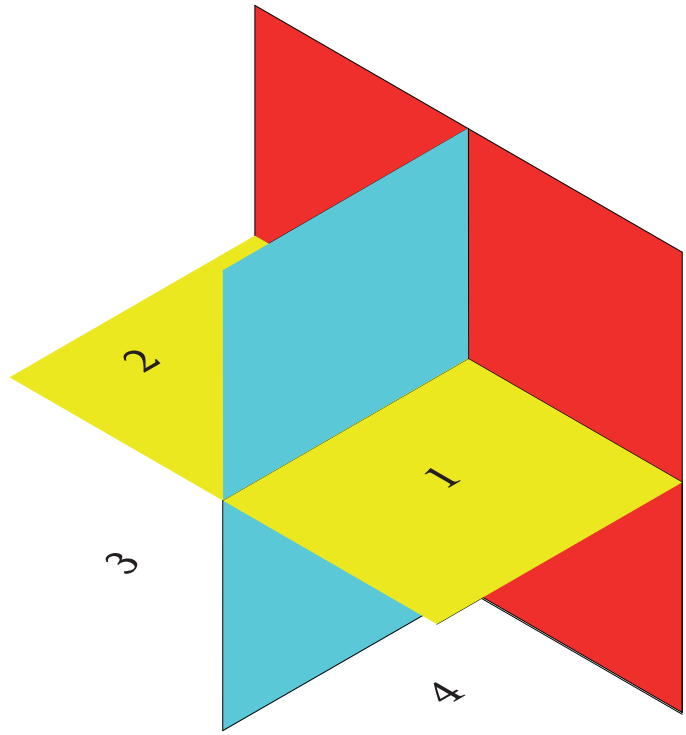






هناك نظامان لرسم المساقط على مستوى الإسقاط هما: النظام الأوروبي الذي يستخدم الإسقاط بالزاوية الأولى، والنظام الأمريكي الذي يستخدم الإسقاط بالزاوية الثالثة.

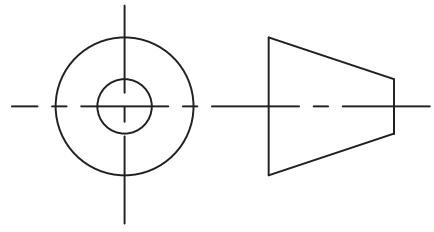
يُحدِّد نوع الإسقاط بحسب وضع الجسم في الزاوية الفراغية؛ إذ يُقسَّم الفراغ في الرسم إلى أربعة أرباع تنتج من تقاطع مستويين؛ أحدهما أفقي، والآخر عمودي، وتُغلَق هذه الأرباع بمستوى جانبي، بحيث يتكون كل ربع من ثلاثة مستويات يُرسَم عليها المساقط الثلاثة كما في الشكل (3-18).



الشكل (3-18): زوايا الإسقاط.

1- الإسقاط بالزاوية الأولى

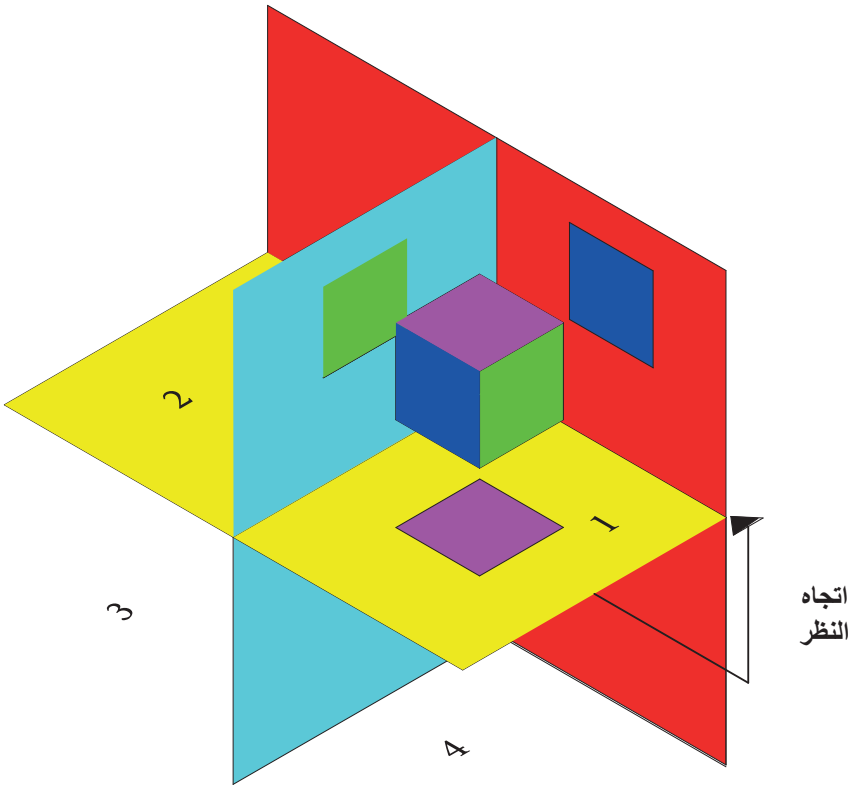
يُطلَق على الجسم في الفراغ الأول اسم الاسقاط بالزاوية الأولى، ويُرمَز إليها بالرمز المُبيَّن في الشكل (3-19).



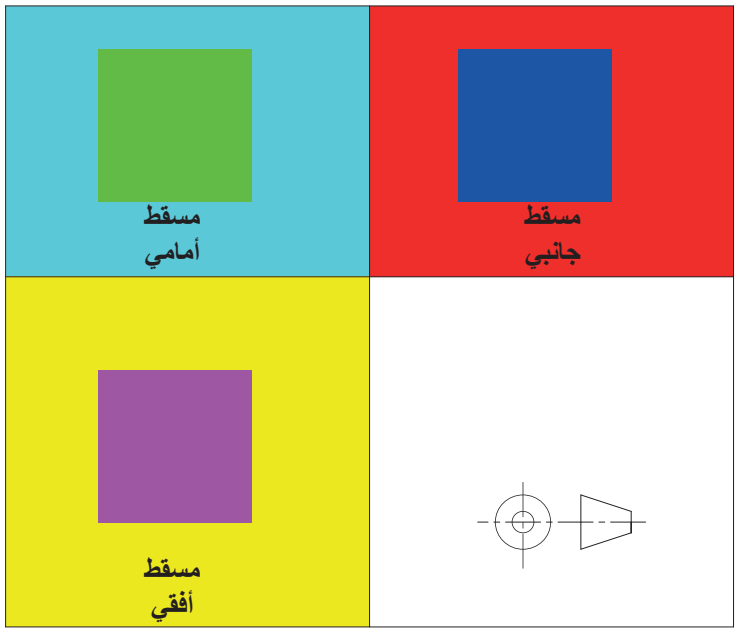
الشكل (3-19): رمز الإسقاط بالزاوية الأولى

يعتمد موضع المسقط الأمامي والمسقط الجانبي على اتجاه زاوية النظر. أمّا المسقط الأفقي فيكون دائمًا تحت المسقط الأمامي، علمًا بأن جميع التمارين والأمثلة السابقة تُمثِّل الإسقاط بالزاوية الأولى.

يُبيِّن الشكل (3-20) اتجاه النظر للمسقط الأمامي من جهة اليمين، ويُبيِّن الشكل (3-21) موضع المساقط على مستوى الإسقاط.

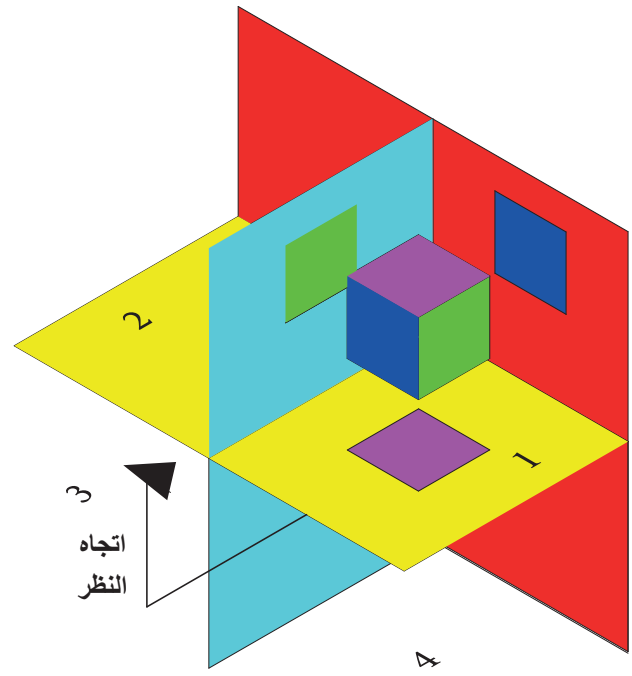


الشكل (3-20) الزاوية الأولى.

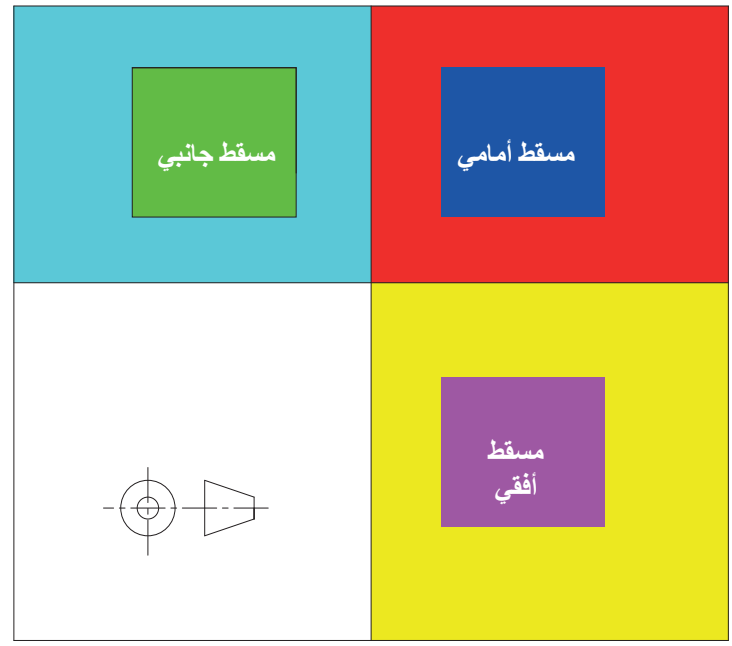


الشكل (3-21): مساقط الزاوية الأولى.

ويُبيِّن الشكل (3-22) اتجاه النظر للمسقط الأمامي من جهة اليسار، ويُبيِّن الشكل (3-23) موضع المساقط على مستوى الإسقاط.



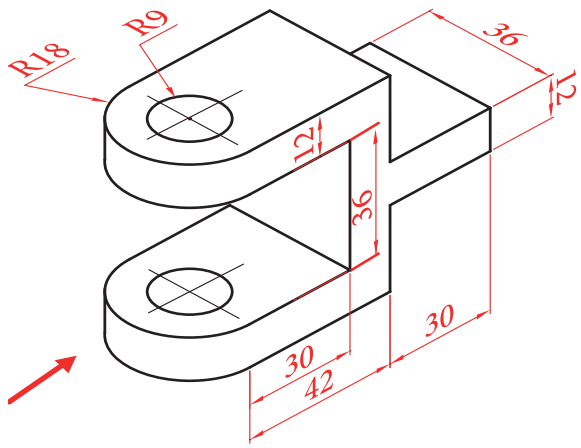
الشكل (3-22).



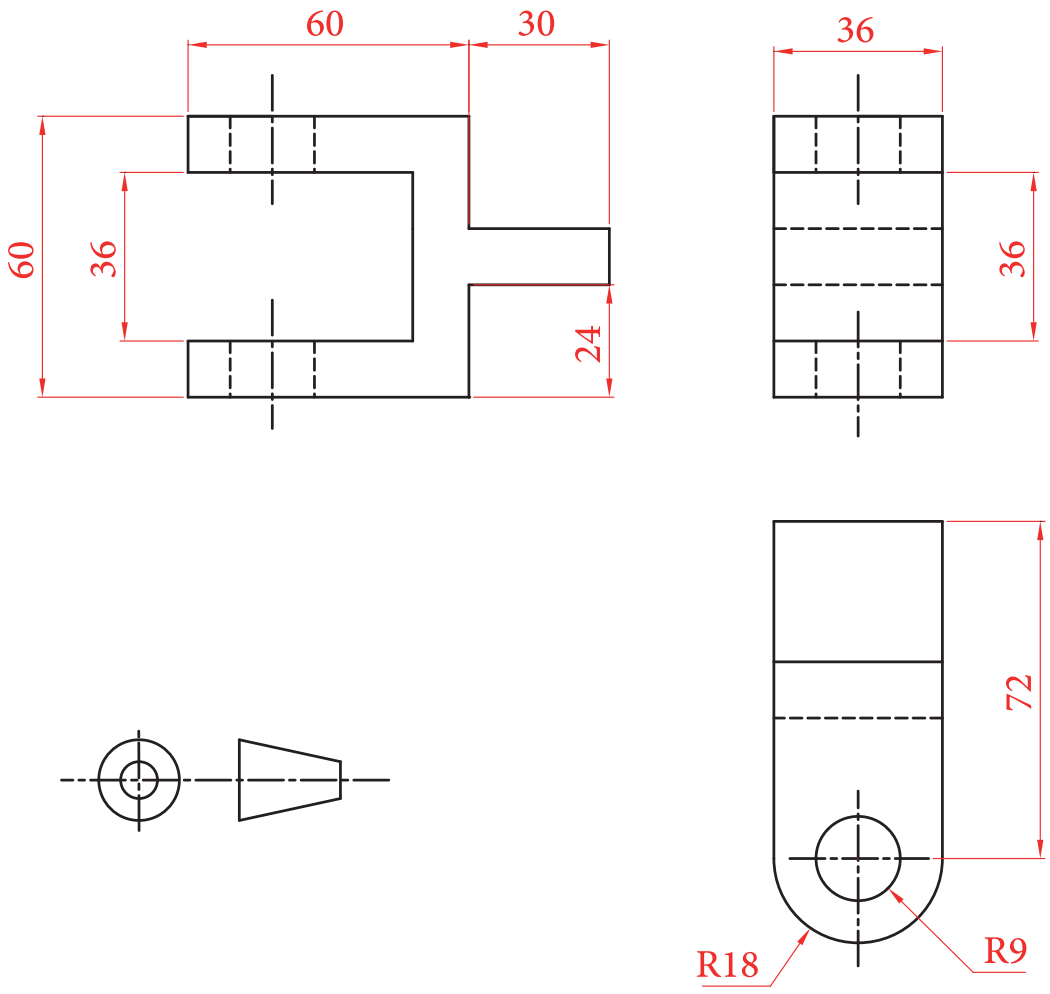
الشكل (3-24).

المثال (11)

يُمثِّل الشكل الآتي منظورًا لجسم هندسي.

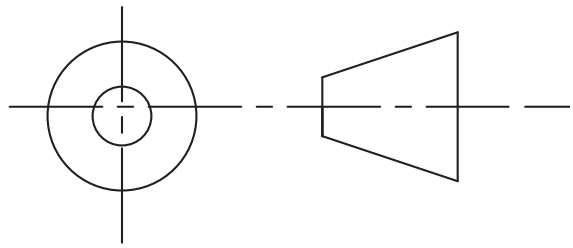


ويُبيِّن الشكل الآتي المساقط الثلاثة للمنظور بالزاوية الأولى.



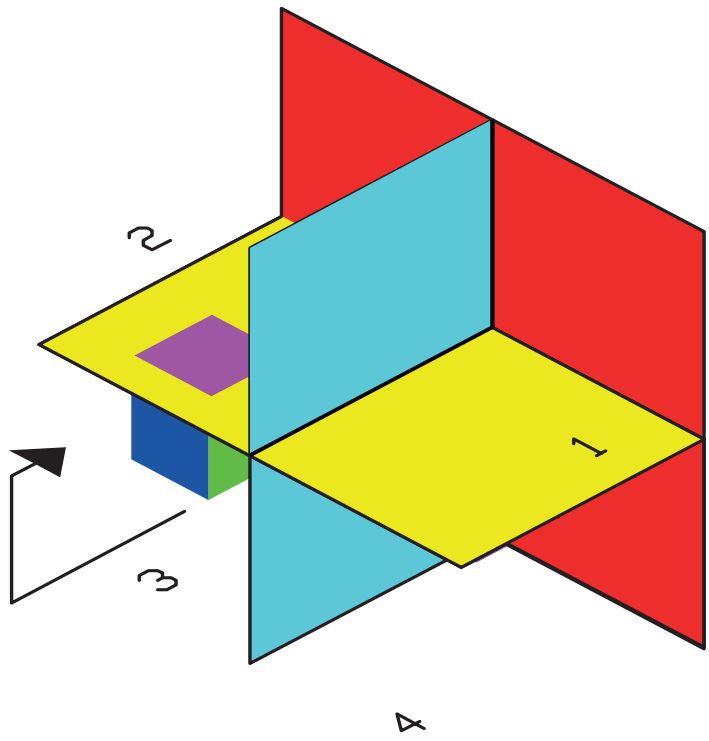
2- الإسقاط بالزاوية الثالثة

يُطلَق على الجسم في الفراغ الثالث اسم الإسقاط بالزاوية الثالثة، ويُرمَز إليها بالرمز المُبيَّن في الشكل (3-24).



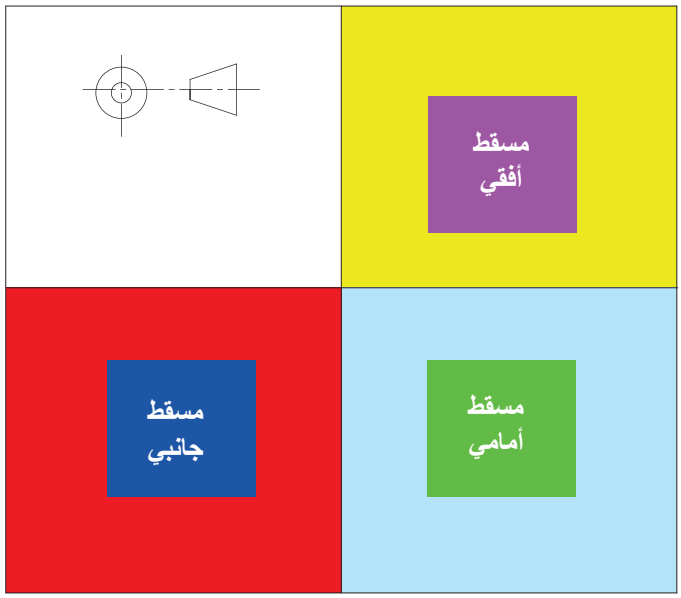
الشكل (3-24): رمز الإسقاط بالزاوية الثالثة.

يشير الشكل (3-25) إلى الجسم الموجود في الفراغ الثالث.

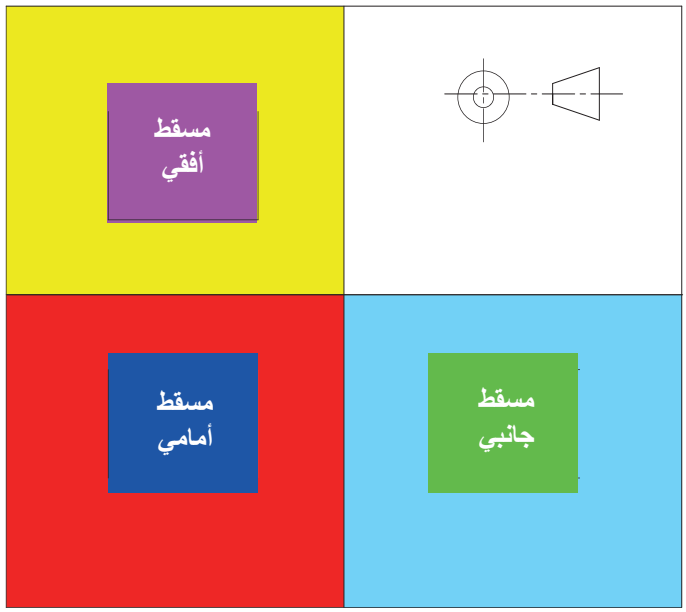


الشكل (3-25): الزاوية الثالثة.

أمّا الشكل (3-26) فيُبيِّن توزيع المساقط على مستوى الإسقاط عندما يكون النظر إلى الجسم من جهة اليسار (مسقط أمامي)، في حين يُبيِّن الشكل (3-27) توزيع المساقط عندما يكون النظر إلى الجسم من جهة اليمين.



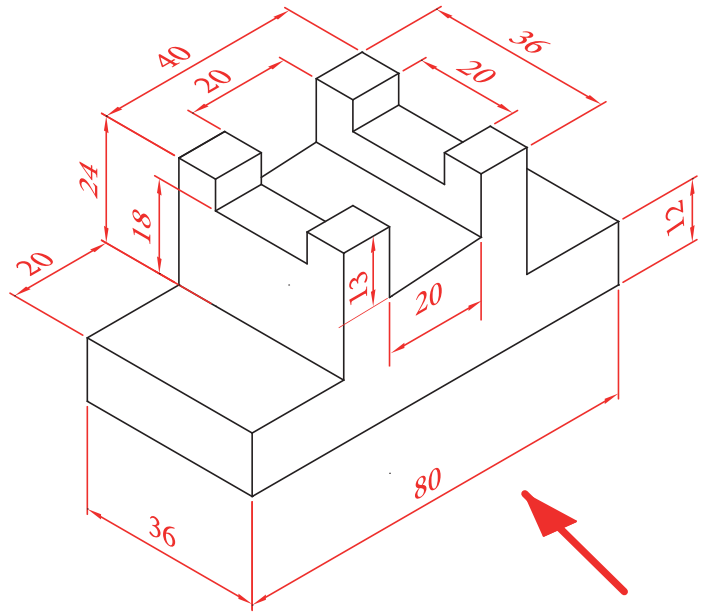
الشكل (3-26): مساقط الزاوية الأولى.



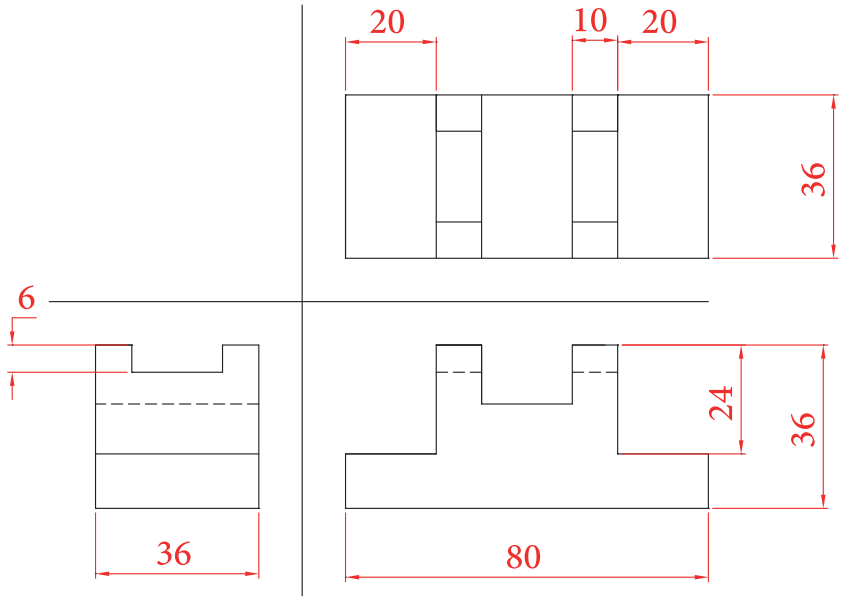
الشكل (3-27).

المثال (12)

يُمثِّل الشكل الآتي منظورًا لجسم هندسي. أرسمُ بمقياس الرسم (1:1) المساقط الثلاثة بزاوية الإسقاط الثالثة اعتمادًا على زاوية النظر المعطاة.

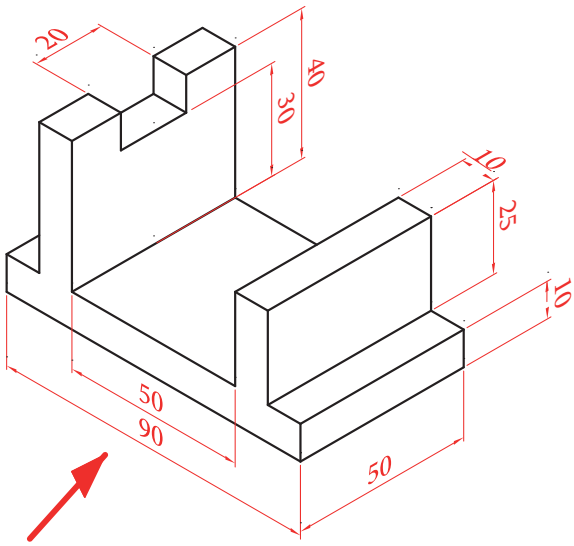


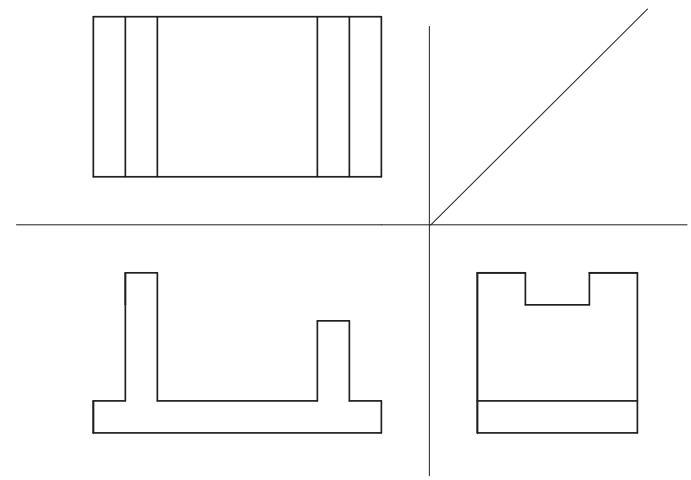
عند رسم المساقط الثلاثة على مستوى الإسقاط، فإن المسقط الأمامي يُرسَم بحسب اتجاه النظر المشار إليه بالسهم في المربع الثالث لمستوى الإسقاط، ومن جهة النظر إليه من اليمين، وإن المسقط الجانبي يُرسَم على يسار المسقط الأمامي، والمسقط الأفقي يُرسَم فوق المسقط الأمامي. أنظرُ الشكل الآتي:

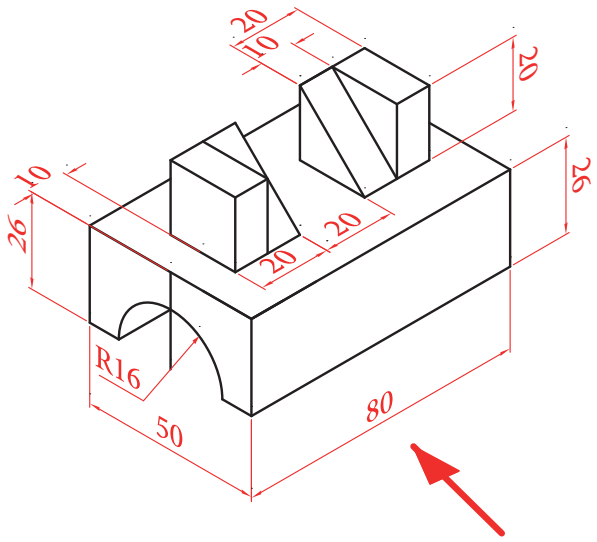


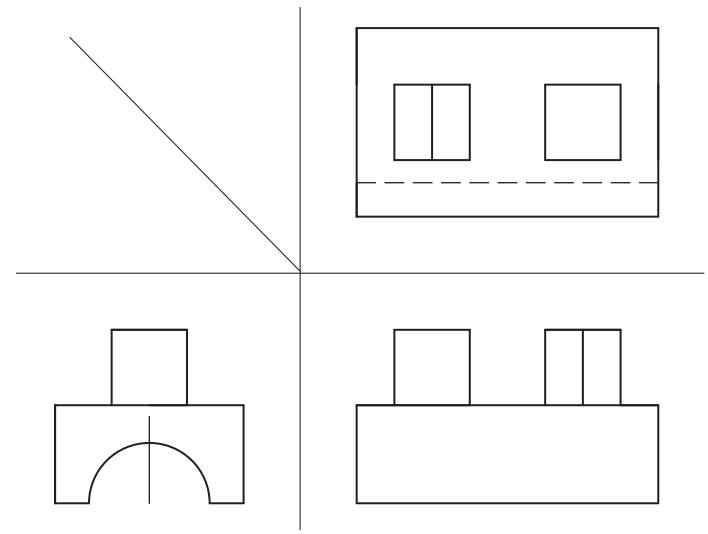
التمرين (10)

أُكمِل رسم المساقط للمناظير الآتية، تبعًا لزاوية النظر والإسقاط بالزاوية الثالثة.



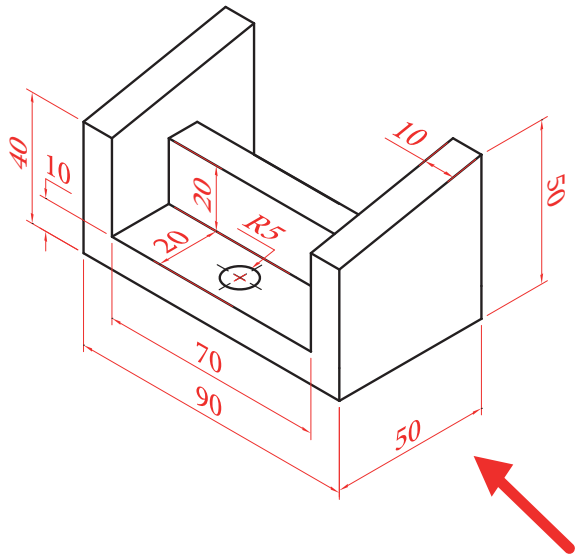


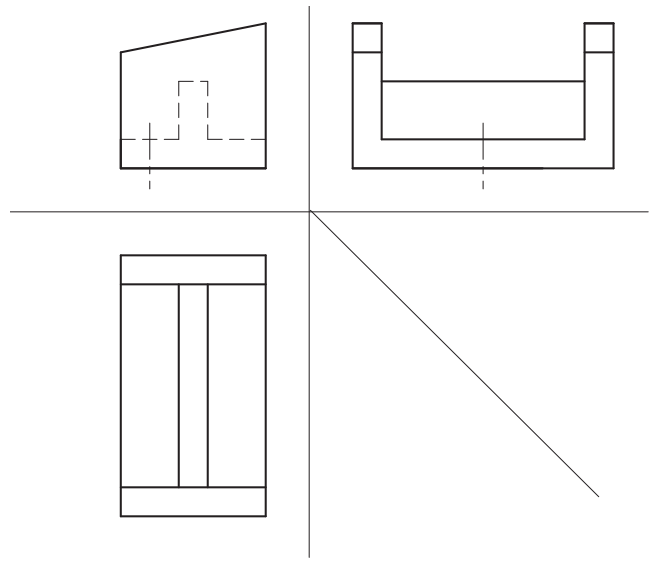


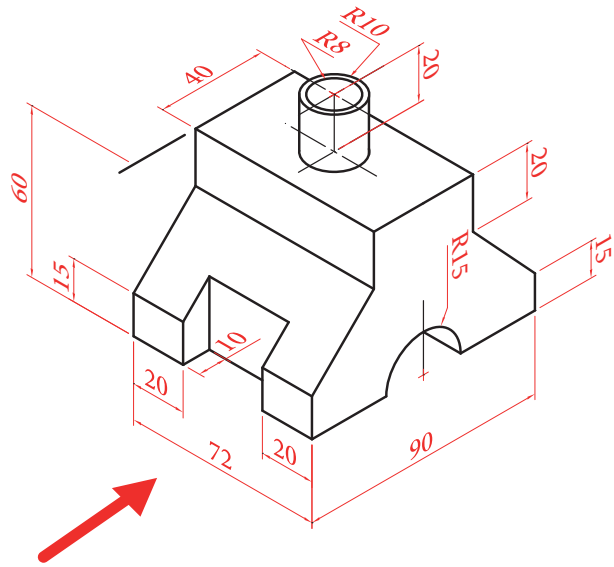


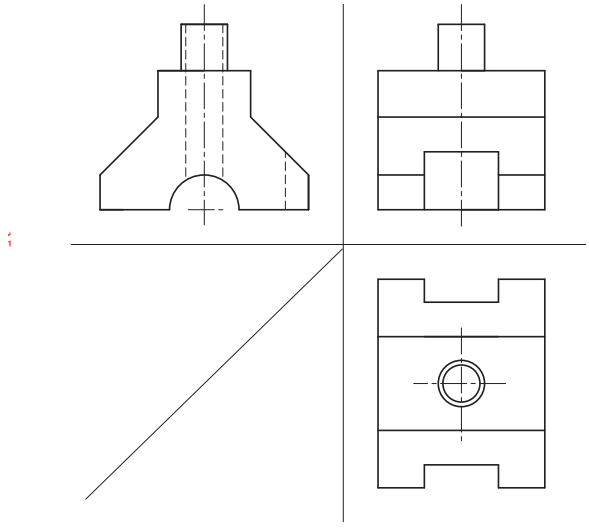
التمرين (11)

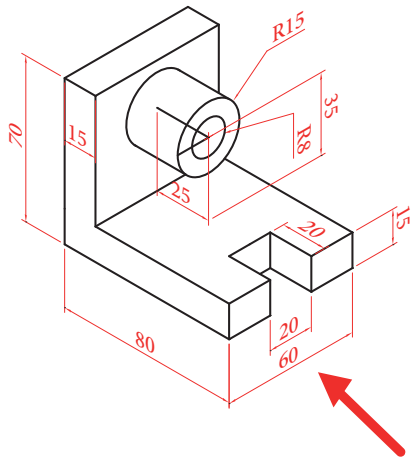
أُكمِل رسم المساقط للمناظير الآتية، تبعًا لزاوية النظر والإسقاط بالزاوية الأولى.

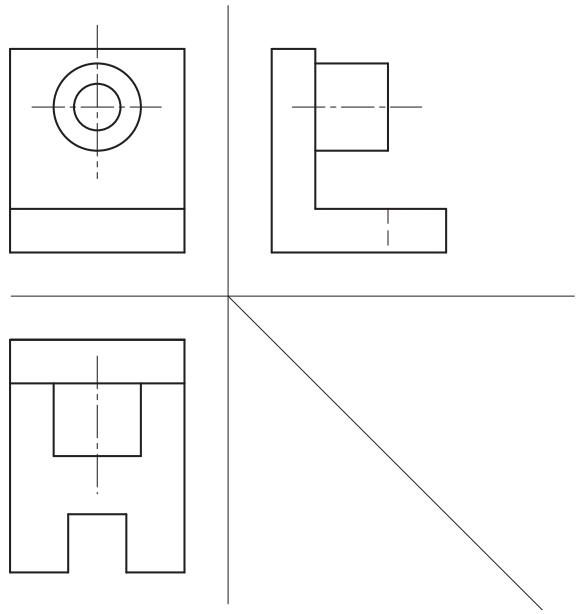


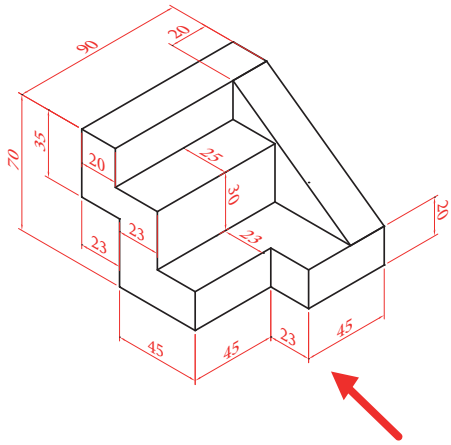


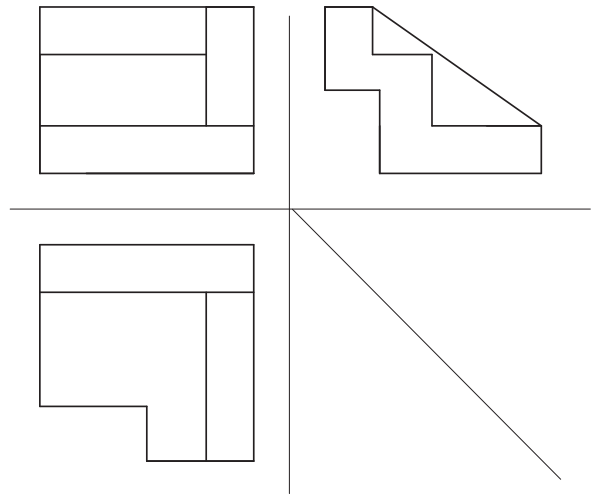


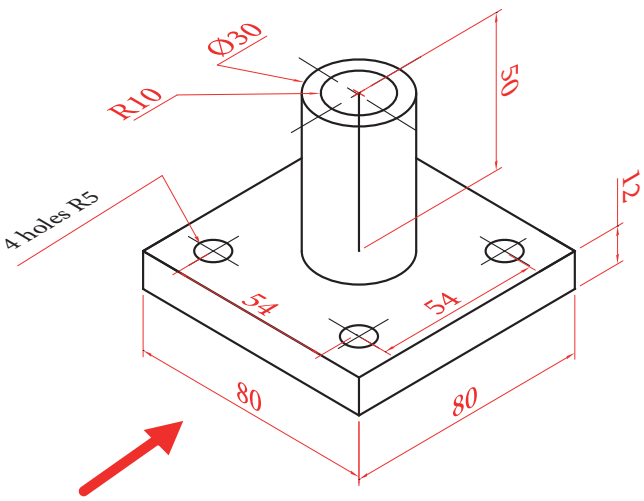


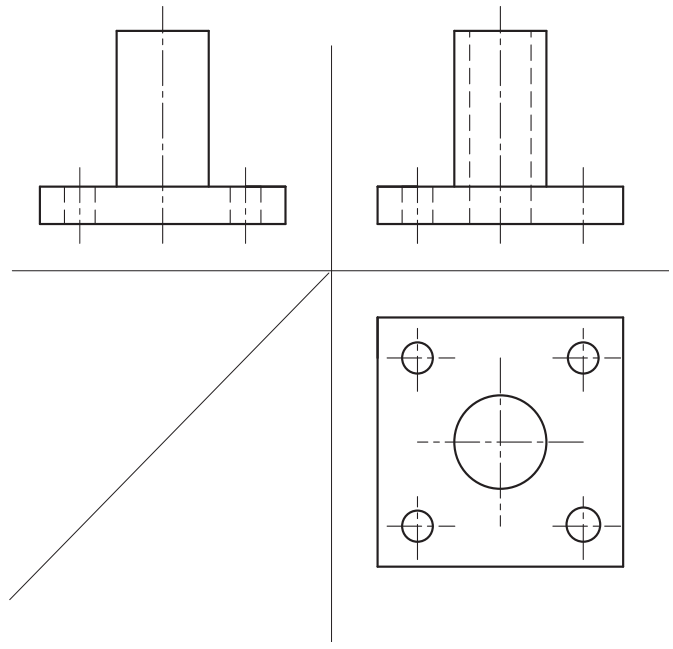

R15
35
R8
70
15
25
20
15
20
80
60




90
20
70
35
20
25
30
23
23
23
20
45
45
23
45

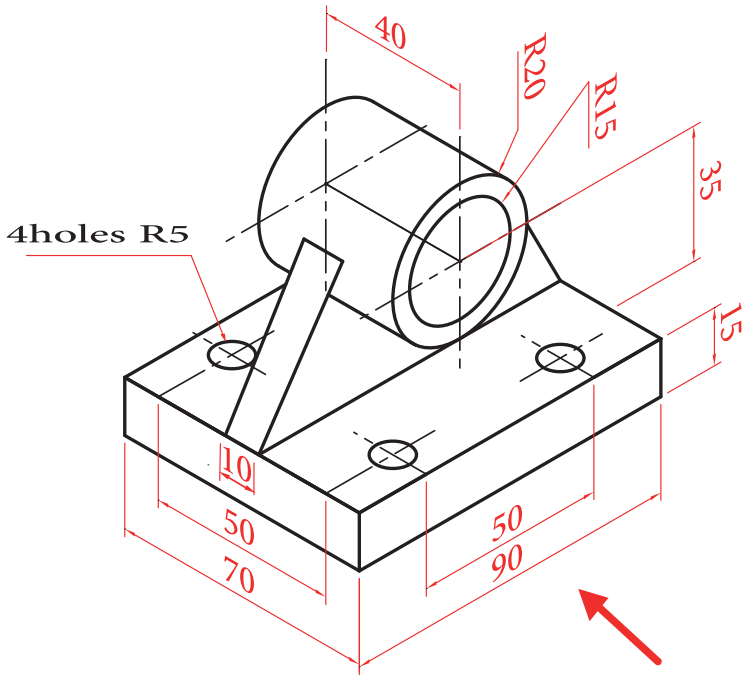


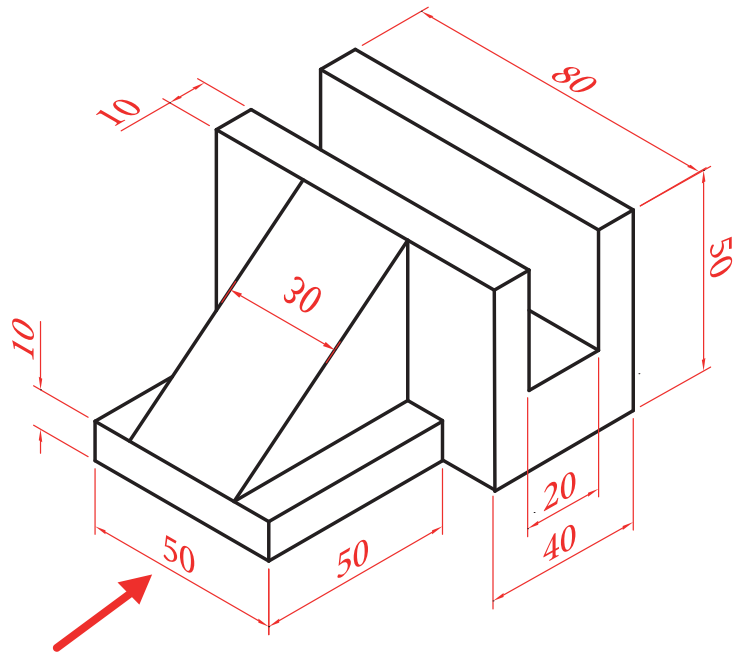

Ø30
R10
50
4 holes R5
12
54
54
80
80



التمرين (12)

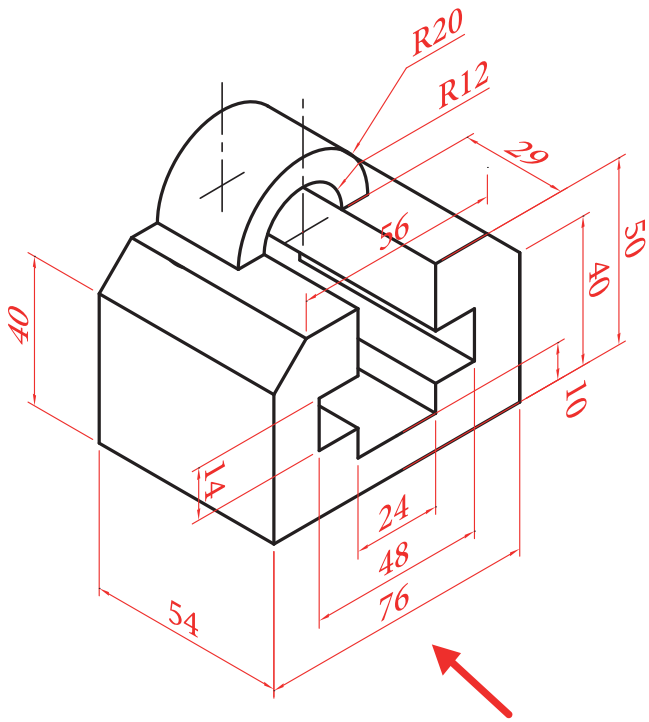
أرسم بمقياس الرسم (1:1) المساقط الثلاثة للمناظير الآتية؛ على أن يكون الإسقاط بالزاوية الأولى.

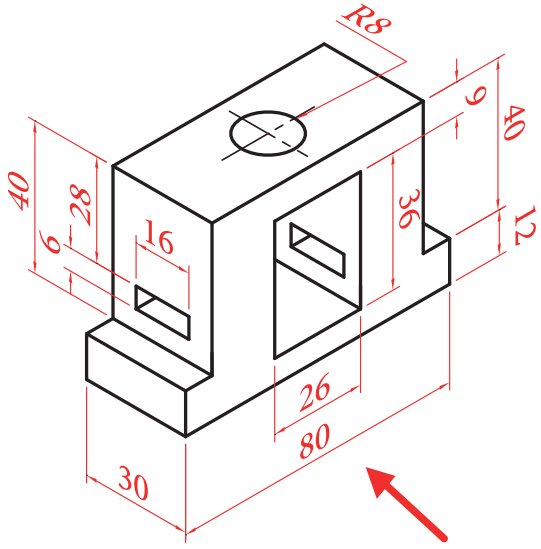




التمرين (13)

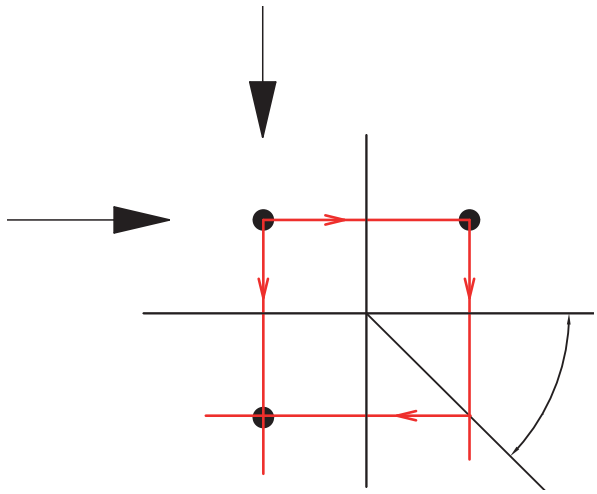
أرسمُ بمقياس الرسم (1:1) المساقط الثلاثة للمناظير الآتية؛ على أن يكون الإسقاط بالزاوية الثالثة.





تعلمت سابقًا رسم المساقط الثلاثة لجسم هندسي معلوم (المنظور)، وأن هناك عناصر أساسية لإتمام عملية الإسقاط العمودي، هي تحديد زاوية النظر التي تسقط منها أشعة النظر على جهة من المنظور على السطوح المباشرة للرؤية ورسمها على مستوى الإسقاط، وأن المساقط يرتبط بعضها ببعض من حيث الأبعاد؛ ما يجعل التخيل عنصرًا أساسيًّا في عملية رسم المساقط، لفهم الجسم الهندسي، وتفاصيله، وكل جزء فيه، وكيفية ظهوره في المساقط، وكيف يُرسَم، مثل الأجزاء المائلة، والأجزاء الأسطوانية، واختلاف رسمها من مسقط إلى آخر، والأجزاء المختفية التي لا تُرى بصورة مباشرة.

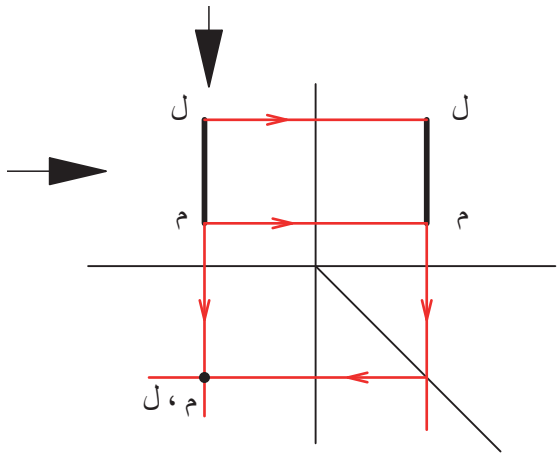
يُعَدُّ التخيل في عملية الإسقاط العمودي عنصرًا أساسيًّا في رسم المساقط اعتمادًا على جهة النظر، وتحديد أبعاد الجزء المراد رسمه، إذا نُظِر إليه من الأمام والجانب ومن الأعلى، ليكتمل رسم الجزء في المساقط الثلاثة. يتكوَّن المسقط من ثلاثة عناصر، هي: النقطة، والمستقيم، والمنحنى (الدائرة) أو جزء منه.



الشكل (3-28).

1- استنتاج المسقط الثالث لنقطة

يُمثِّل الشكل (3-28) مسقطًا أماميًّا وآخر جانبيًّا. وفيه تسقط أشعة النظر عموديًّا على النقطة من جهة اليسار، ويُرسَم خط الإسقاط من مسقط النقاط الأمامي للمسقط الجانبي، وتُرسَم خطوط الإسقاط من مسقط النقاط الأمامي إلى المسقط الأفقي، ومن مسقطها الجانبي إلى مسقطها الأفقي عن طريق عكس خط الإسقاط بزاوية (45°)، فيتقاطع خط إسقاط المسقط الأمامي مع خط إسقاط المسقط الجانبي في نقطة هي المسقط الأفقي.



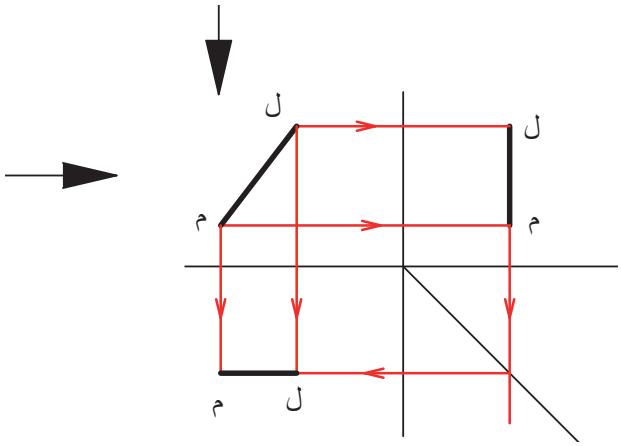
الشكل (3-29).

2- استنتاج المسقط الثالث لقطعة مستقيمة

يُمثِّل الشكل (3-29) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لقطعة مستقيمة. ما المسقط الأفقي لهذا الخط؟

عند النظر إلى القطعة المستقيمة (ل، م) من جهة اليسار، فإن أشعة النظر تسقط على المسقط الجانبي، فيظهر بطوله الحقيقي (ل،م). وعند رسم خط الإسقاط من أعلى القطعة، فإن النقطة (ل) تنطبق على النقطة (م)، فيسقط خط إسقاط واحد من المسقط الأمامي إلى المسقط الأفقي. وفي حال رُسِم خط الإسقاط من المسقط الجانبي وعكسه بزاوية (45°)، فإن النقطة (ل) تنطبق على النقطة (م)، فيتقاطع خط الإسقاط من المسقط الأمامي مع خط الإسقاط من المسقط الجانبي في نقطةٍ هي (ل ، م) التي تُمثِّل المسقط الأفقي.

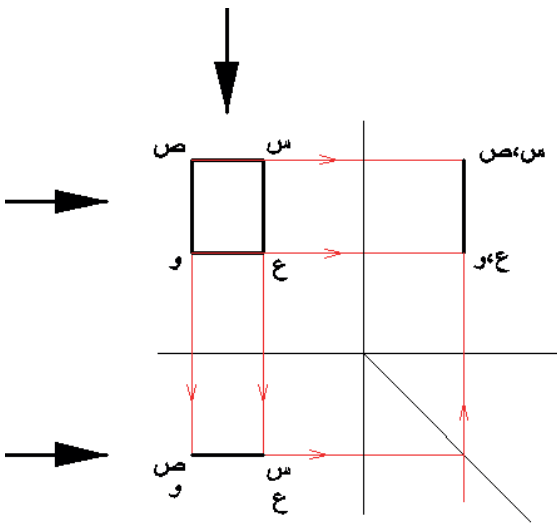
3- استنتاج المسقط الثالث لقطعة مستقيمة مائلة



الشكل (3-30).

يُبيِّن الشكل (3-30) القطعة المستقيمة المائلة (ل،م) التي تُمثِّل مسقطًا أماميًّا. عند سقوط أشعة النظر العمودية باتجاه المسقط الجانبي، يظهر الخط المستقيم (ل،م) بطول أقل من الطول الحقيقي للقطعة المائلة كما هو الحال في المسقط الأمامي. ولاستنتاج المسقط الأفقي، تُرسَم خطوط الإسقاط من المسقط الأمامي إلى المسقط الأفقي من النقطة (ل) والنقطة (م)، ثم يُرسَم خط الإسقاط من المسقط الجانبي، بحيث تنطبق النقطة (ل) على النقطة (م)، ويسقط خط واحد ينعكس بزاوية (45°) على المسقط الأفقي، فيقطع هذا الخط خطي الإسقاط من المسقط الأمامي في النقطتين (ل،م)، مُكوِّنًا المسقط الأفقي الذي لا يظهر بطوله الحقيقي.

4- استنتاج المسقط الثالث لمستوى



الشكل (3-31).

المستوى هو سطح ليس له سُمْك. يُمثِّل الشكل (3-31) سطحًا مستويًا على شكل مستطيل يظهر فيه المسقط الأمامي والمسقط الأفقي، فكيف يمكن استنتاج المسقط الجانبي فيه؟

من المُلاحَظ أن المسقط الأمامي هو مستطيل الشكل، وأنه أُشير إلى زواياه الأربع بالنقاط (س، ص،ع، و)، وأنه عند النظر إليه من أعلى - بوصفه مسقطًا أفقيًّا - فإن الخط العلوي (س، ص) ينطبق على الخط السفلي

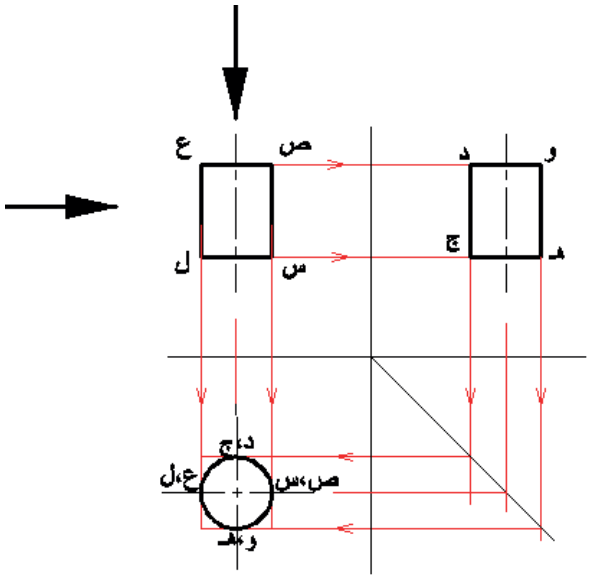
للمستطيل (ع، و)، فيظهر المسقط الأفقي على شكل خط تنطبق فيه النقطة (س) على النقطة (ع)، وتنطبق النقطة (ص) على النقطة (و). لاستنتاج المسقط الجانبي من المسقطين الأمامي والأفقي، تُرسَم خطوط الإسقاط من المسقط الأمامي إلى المسقط الجانبي. ولأن اتجاه النظر من اليسار؛ فإن النقطة (ص) تنطبق على النقطة (س)، والنقطة (و) تنطبق على النقطة (ع)، فيُرسَم خطّا الإسقاط من المسقط الأمامي إلى المسقط الجانبي، ويُرسَم خط الإسقاط من المسقط الأفقي إلى المسقط الجانبي، ويُعكَس بزاوية (45°)، فيتقاطع مع خطي الإسقاط من المسقط الأمامي في النقطتين (س، ص)، و(ع، و)، فتكون هذه القطعة المستقيمة هي المسقط الجانبي.

أُفكِّر

عند النظر إلى لوحة الرسم (A4) من الأمام، ماذا أُشاهِد؟ إذا نظرت من أعلى، فماذا أُشاهِد؟ إذا نظرت إليها جانبًا، فماذا أُشاهِد؟

5- استنتاج المسقط الثالث لأسطوانة

تعلمت سابقًا أنه عند رسم مساقط الأسطوانة، فإن إحدى جهات النظر إليها تكشف عن دائرة، في حين تكشف جهتا النظر الأخريان إليها عن مستطيل في كل جهة، تبعًا لاتجاه زاوية النظر، فما خطوات استخراج المسقط الثالث للأسطوانة؟

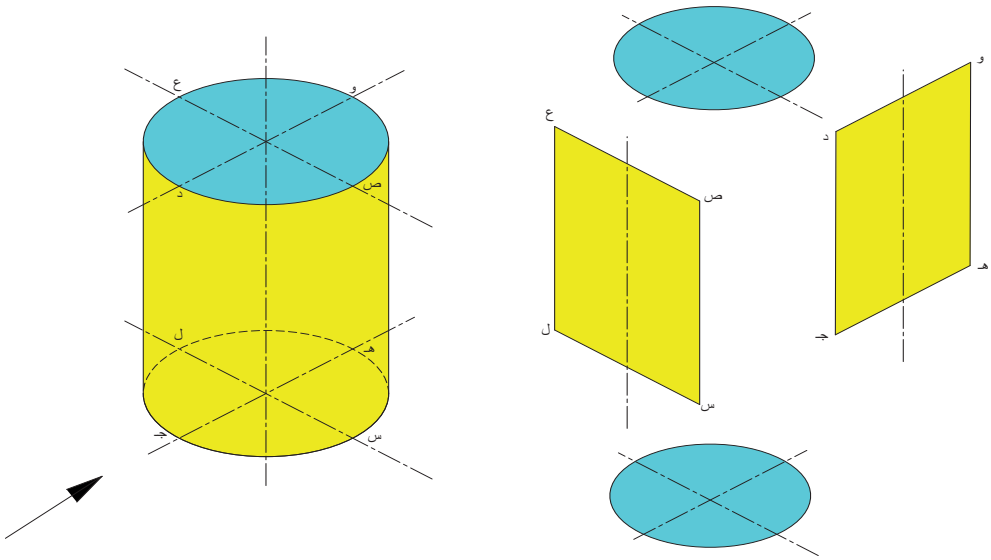


الشكل (3-32).

يظهر في الشكل (3-32) مسقطا الأسطوانة الأمامي والجانبي، يتوسطهما خط محور؛ ما يعني أن الجسم دائري. فعند النظر إلى المسقط الأمامي، نلحظ وجود مستطيل أُشير إلى زواياه بحرفي (ص) و(ع) من الأعلى، وبحرفي (س) و(ل) من الأسفل. أمّا المسقط الجانبي فمستطيل أُشير إلى زواياه بحرفي (و) و(د) من الأعلى، وبحرفي (هـ) و (ج) من الأسفل. وقد أُسقِط خطا المحور من المسقطين الأمامي والجانبي إلى المسقط الأفقي، فالتقيا في نقطة المركز للمسقط الأفقي.

عند النظر إلى المسقط الأمامي من الأعلى، فإن النقطة (ص) تنطبق على النقطة (س)، والنقطة (ع) تنطبق على النقطة (ل)، فتظهر النقطتان (ص، س) و (ع، ل) على خط المحور الأفقي للمسقط الأفقي.

وعند إسقاط خطوط الإسقاط من المسقط الجانبي إلى المسقط الأفقي، فإن النقطة (د) تنطبق على النقطة (ج)، والنقطة (و) تنطبق على النقطة (هـ)، فتظهر النقطتان (د،ج) و (و،هـ) على محور الخط العمودي للمسقط الأفقي، فترسم الدائرة بنصف قُطْر إلى إحدى نقاط التقاطع مع أحد المحاور، وهذا يعني أن للأسطوانة قاعدة علوية وأخرى سفلية كما في الشكل (3-33).



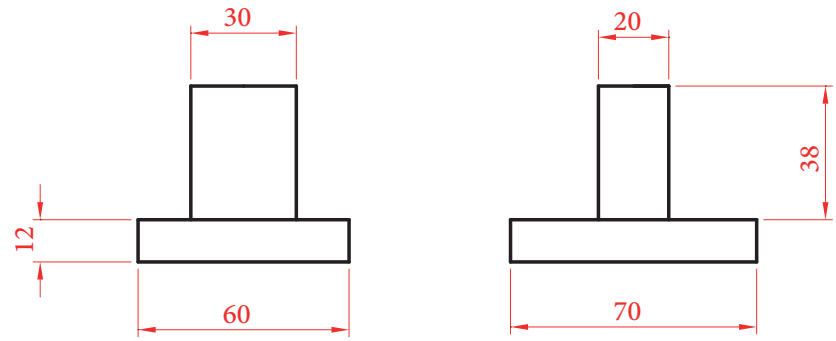
الشكل (3-33).

نشاط (3-2)

أرسم على ورقة الرسم أسطوانة مثل تلك التي في الشكل السابق، مراعيًا النظر من الجهات الثلاث للتحقق من مساقط الأسطوانة.

6- استنتاج المسقط الثالث لمسقطين معلومين

كيف يمكن رسم مسقط ثالث لمسقطين معلومين؟ يُظهِر الشكل (3-34) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لأحد الأشكال. أدرسُهما جيدًا من حيث اتجاه النظر والأبعاد المُبيَّنة عليهما لاستنتاج المسقط الثالث عن طريق الرسم.

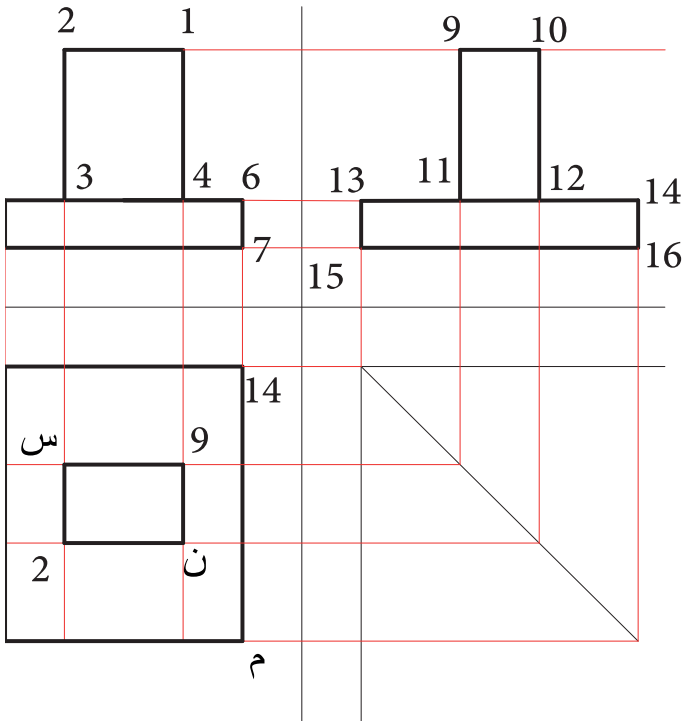


الشكل (3-34).

خطوات الرسم

(1) أُحدِّد أبعاد المساقط:

- طول المسقط الأمامي يساوي طول المسقط الأفقي (60mm).
- ارتفاع المسقط الأمامي يساوي ارتفاع المسقط الجانبي (50mm).
- عرض المسقط الجانبي يساوي ارتفاع المسقط الأفقي (70mm).
- أبعاد المسقط الأمامي (60×50mm).
- أبعاد المسقط الجانبي (70×50mm).
- أبعاد المسقط الأفقي (70×60mm).



الشكل (3-35).

(2) أرسم المسقطين المعطيين على لوحة الرسم بعد توزيع اللوحة كما تعلمت سابقًا.

(3) أُرقِّم كل نقطة في المسقطين.

(4) أرسم خطوط إسقاط من هذين المسقطين المعطيين إلى المسقط الأفقي الذي يراد استنتاجه.

(5) أربط الخطوط المشتركة بين المسقط الأمامي والمسقط الجانبي، ثم أُسقِطهما على المسقط الأفقي.

(6) القطعة (7،6) والقطعة (15،13) هما المشترك بين المسقط الأمامي والمسقط الجانبي. وعند إسقاطهما على المسقط الأفقي، فإنهما تتقاطعان في النقطة (م).

(7) مسقط القطعة المستقيمة (6،5) في المسقط الأمامي هو (م،5) في المسقط الأفقي.

(8) مسقط القطعة (14،13) في المسقط الجانبي هو (م،14) في المسقط الأفقي.

(9) تقاطع إسقاط النقطة (5) مع إسقاط النقطة (13) في النقطة (ل) يُكمِل إسقاط السطح الأفقي (م، 14، ل، 5).

(10) القطعة (1،4) والقطعة (12،10) هما المشترك بين المسقط الأمامي والمسقط الجانبي. وعند إسقاطهما على المسقط الأفقي، فإنهما تتقاطعان في النقطة (ن).

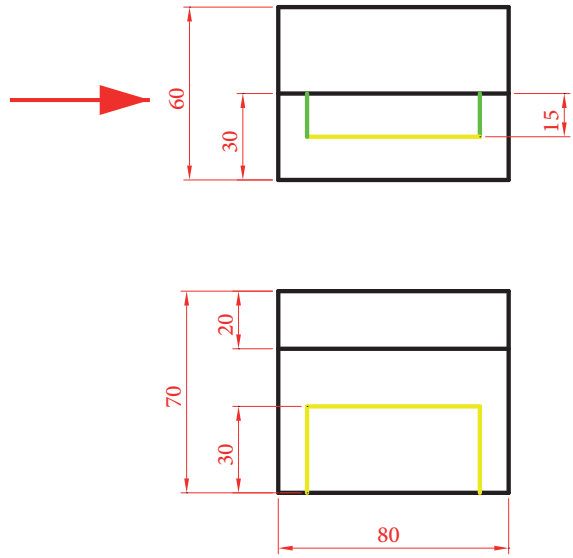
(11) مسقط الخط (2،1) في المسقط الأمامي يكون (ن،2) في المسقط الأفقي.

(12) مسقط القطعة المستقيمة (10،9) في المسقط الجانبي يكون (ن،9) في المسقط الأفقي.

(13) تقاطع إسقاط النقطة (9) مع إسقاط النقطة (2) في النقطة (س) يُكمِل إسقاط السطح الأفقي (ن، 9، س،2) كما في الشكل (3-35).

المثال (13)

يُمثِّل الشكل الآتي المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لجسم ما. أستنتج المسقط الجانبي لهذا الجسم.



الحل

لاستنتاج المسقط الجانبي من المسقطين الأمامي والأفقي، يجب اتباع الخطوات الوارد ذكرها في المثال السابق، وذلك بترقيم نقاط المساقط، ثم إسقاطها على المساقط الثلاثة:

1- أُرقِّم القطعة المستقيمة الخضراء في المسقط الأمامي بـ (1– 1×)، و (2–2×)، وهذا يعني أن هذه القطعة تنطبق على خط مساوٍ لها في الاتجاه نفسه بعمق السطح؛ أي خط من الأمام، وآخر من الخلف.

2- أُرقِّم القطعة المستقيمة الصفراء في المسقط الأفقي بـ (3– 3×) و (4 – 4×)، وهذا يعني أن الخط العلوي ينطبق على الخط السفلي.

3- أرسم خطوط إسقاط من المسقطين الأمامي والأفقي إلى المسقط الجانبي.

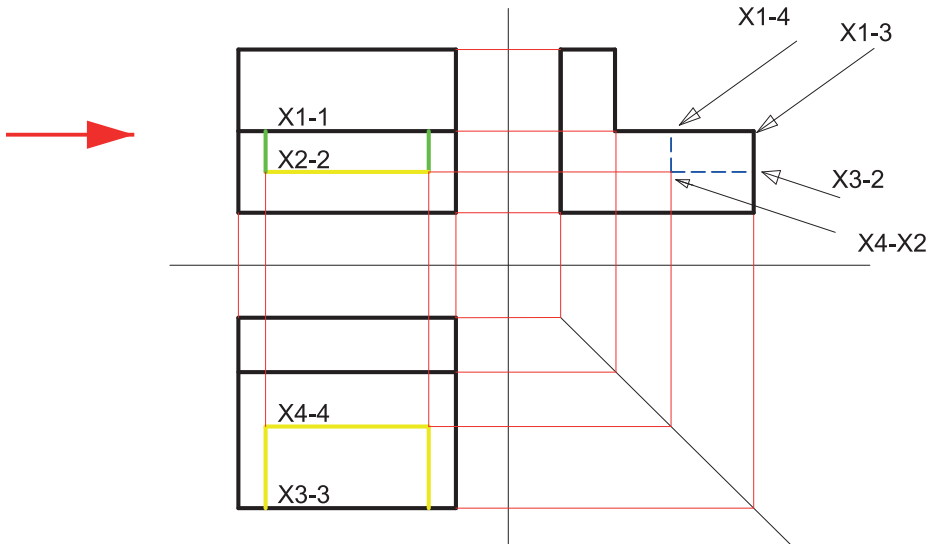
4- أُسقِط النقطة (1) على المسقط الجانبي، بحيث تتقاطع مع إسقاط النقطة (3)، فيتقاطعان في النقطة (3–1×).

5- أُسقِط النقطة (2) على المسقط الجانبي، بحيث تتقاطع مع إسقاط النقطة (3×)، فيتقاطعان في النقطة (3– 2×).

6- أُسقِط النقطة (1×) على المسقط الجانبي، بحيث تتقاطع مع إسقاط النقطة (4)، فيتقاطعان في النقطة (4–1×).

7- أُسقطِ النقطة (2 ×) على المسقط الجانبي، بحيث تتقاطع مع إسقاط النقطة (4×)، فيتقاطعان في النقطة (4× – 2×).

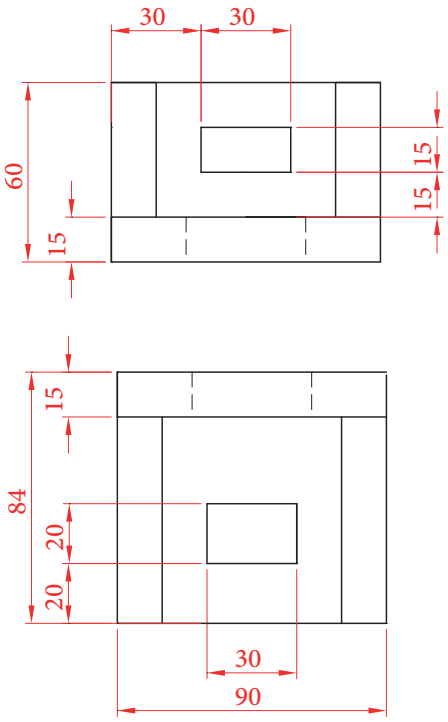
8- ظهر في الرسم خطوط الاختفاء (4 – 1×)، و(4× – 2 ×)، و (2× - 4×)، و(3× – 2). أنظرُ الشكل الآتي:



المثال (14)

يُمثِّل الشكل الآتي المسقطين الأمامي والأفقي لجسم هندسي (منظور):

- أستنتج المسقط الجانبي لهذا الجسم.
- أُوزِّع لوحة الرسم توزيعًا صحيحًا.



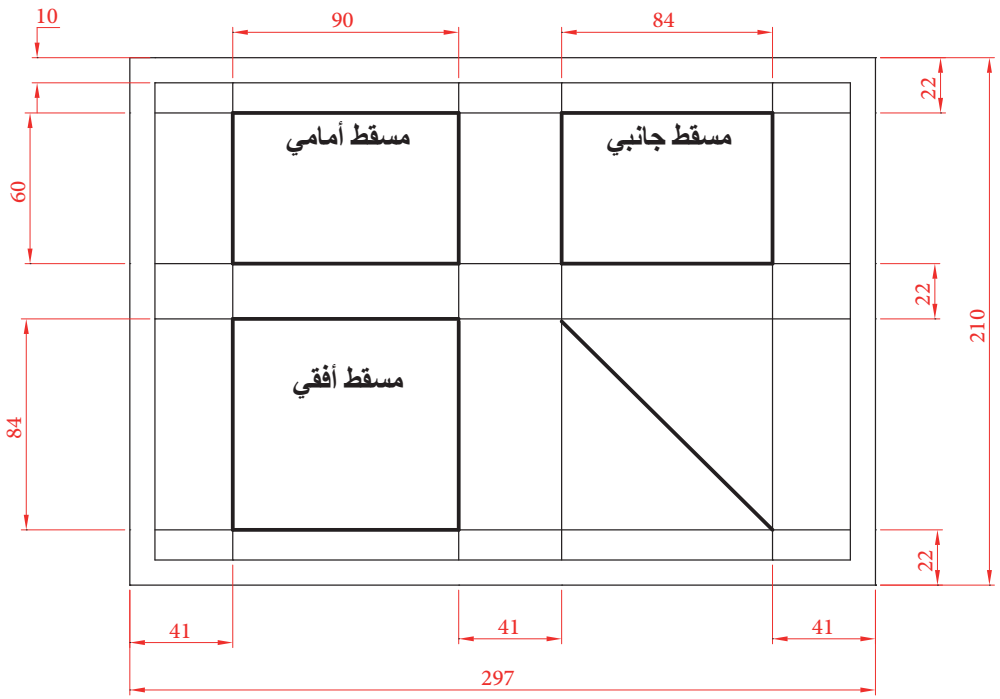
الحل

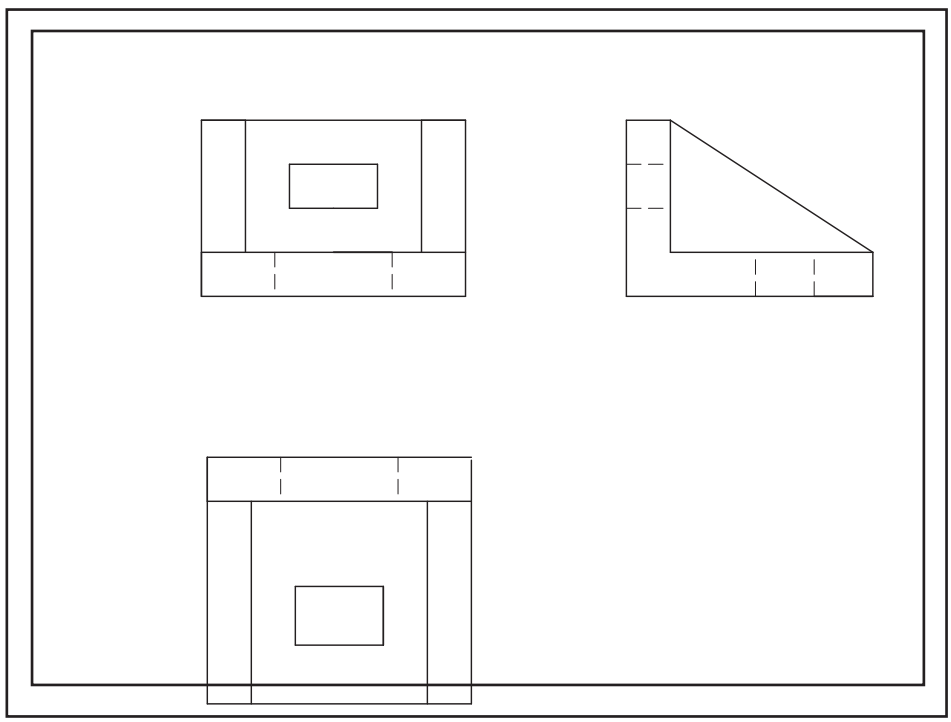
1- أُحدِّد أبعاد المساقط الثلاثة:

- طول المسقط الأمامي يساوي طول المسقط الأفقي (90mm) مم.
- ارتفاع المسقط الأمامي يساوي ارتفاع المسقط الجانبي (60mm) مم.
- عرض المسقط الجانبي يساوي ارتفاع المسقط الجانبي (84mm) مم.
- أُوزِّع الأبعاد على لوحة الرسم:

- 84 + 90 = 174mm
- 297 – 174 = 123mm
- 123 ÷ 3 = 41mm
- 84 + 60 = 144 mm
- 210 – 144 = 66mm
- 66 ÷ 3 = 22mm

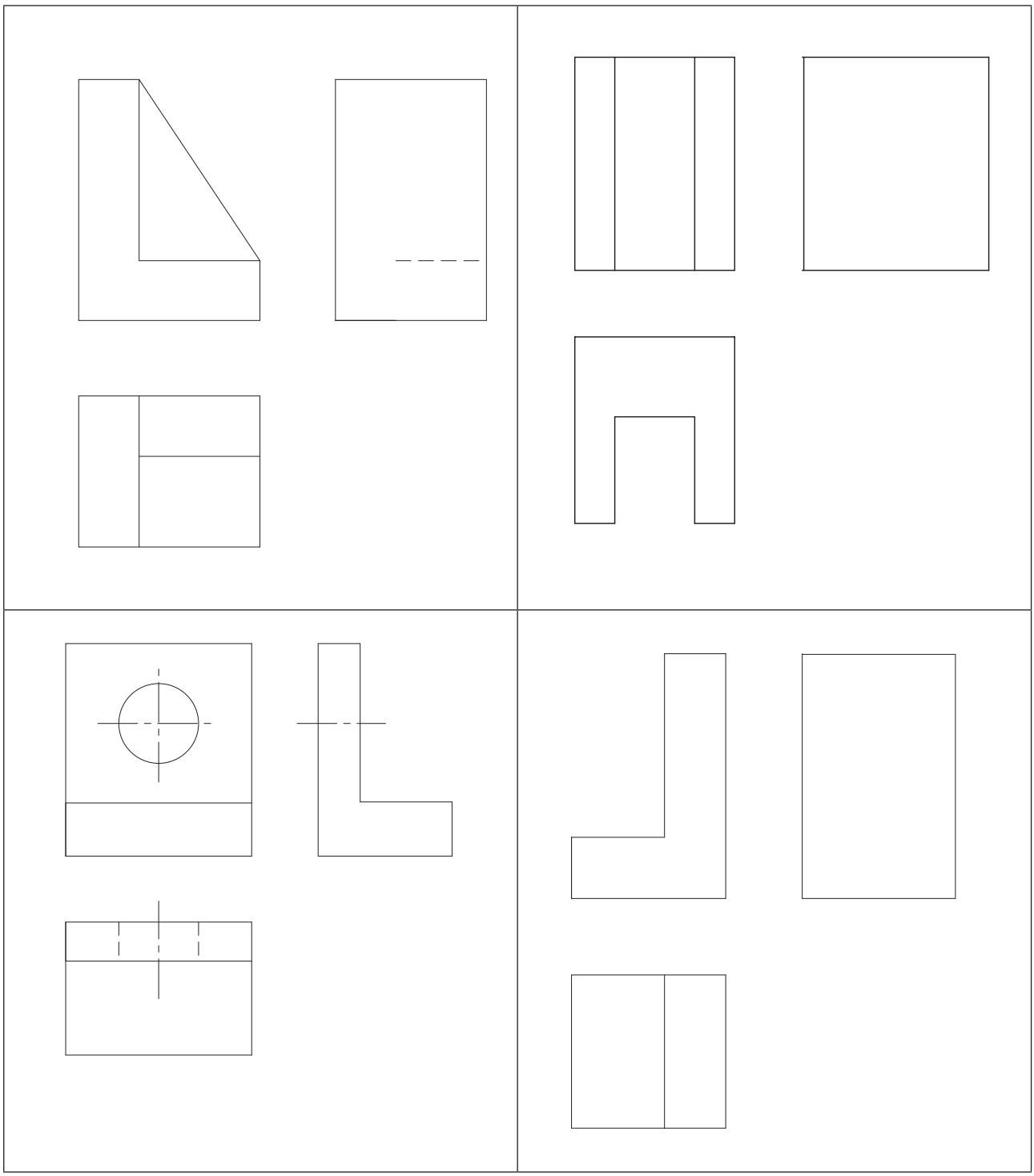
2- أُوزِّع لوحة الرسم كما في الشكلين الآتيين.





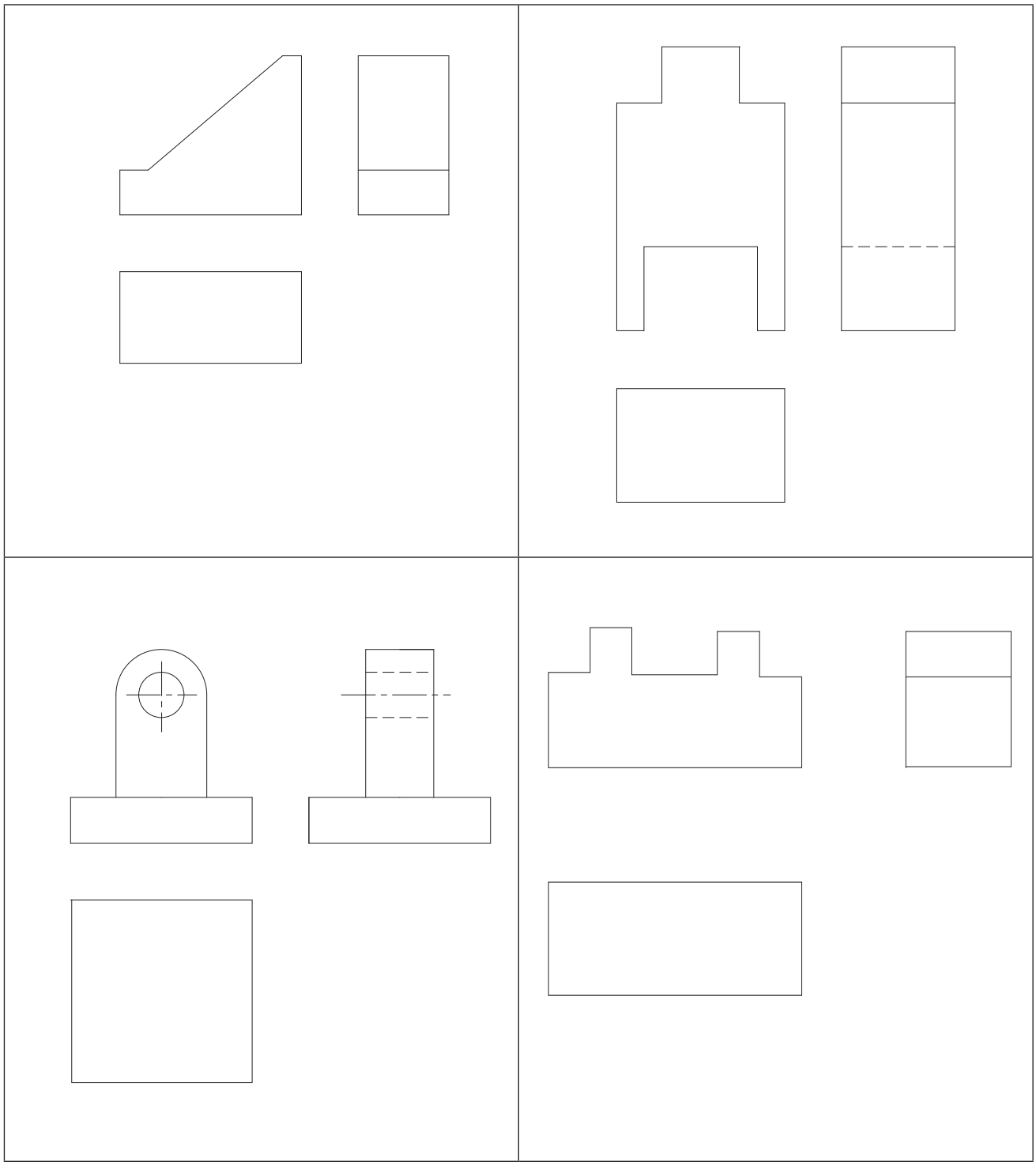
التمرين (14)

أُكمِل في ما يأتي الخطوط الناقصة في المسقط الجانبي، علمًا بأن المسقط الأمامي والمسقط الأفقي كاملان:



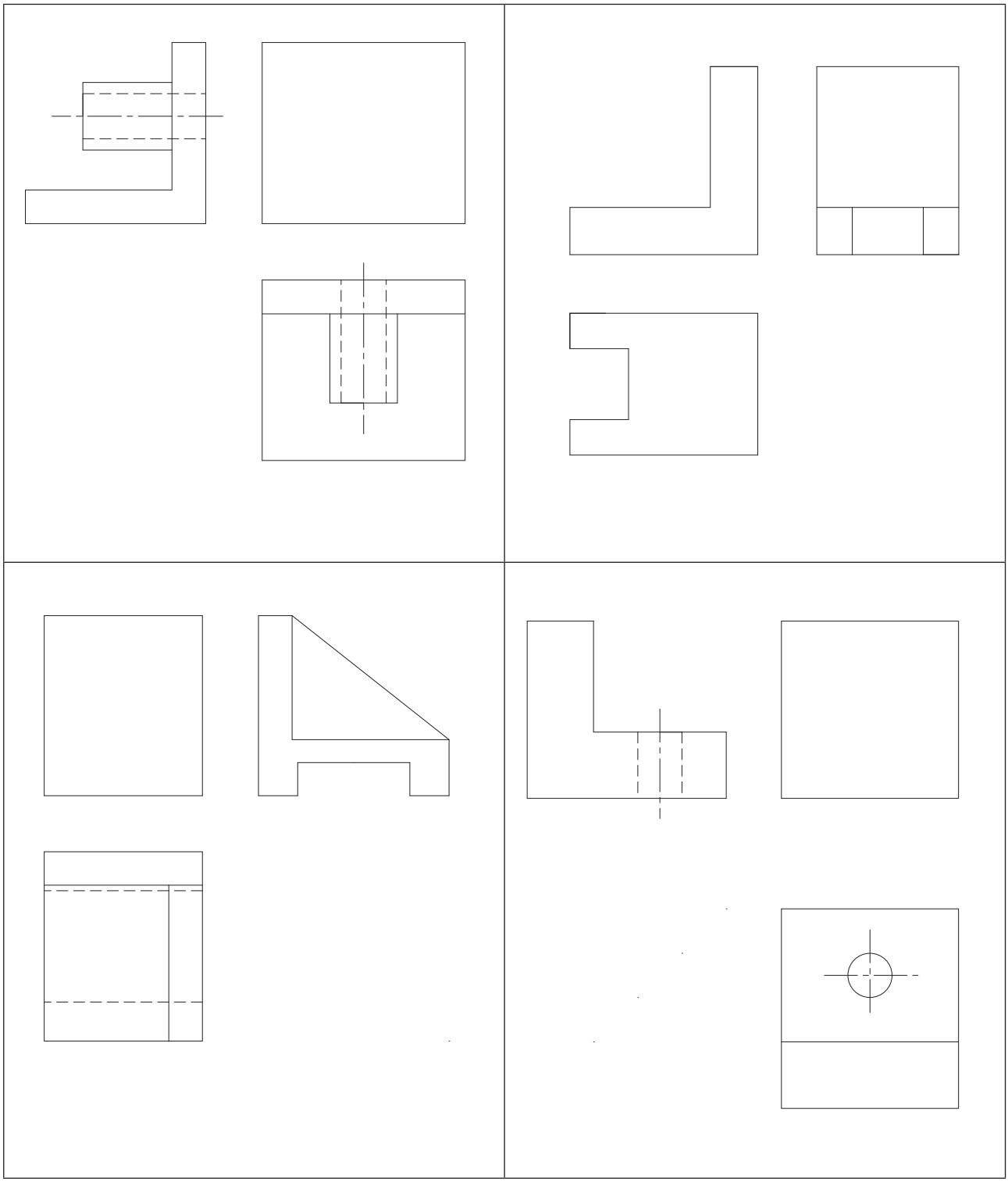
التمرين (15)

أُكمِل في ما يأتي الخطوط الناقصة في المسقط الأفقي، علمًا بأن المسقط الأمامي والمسقط الجانبي كاملان:



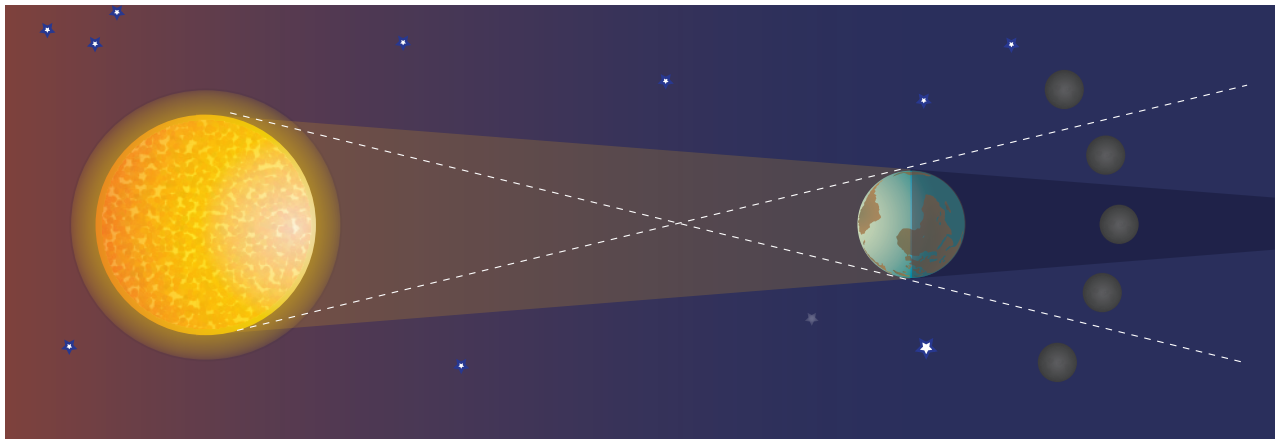
التمرين (16)

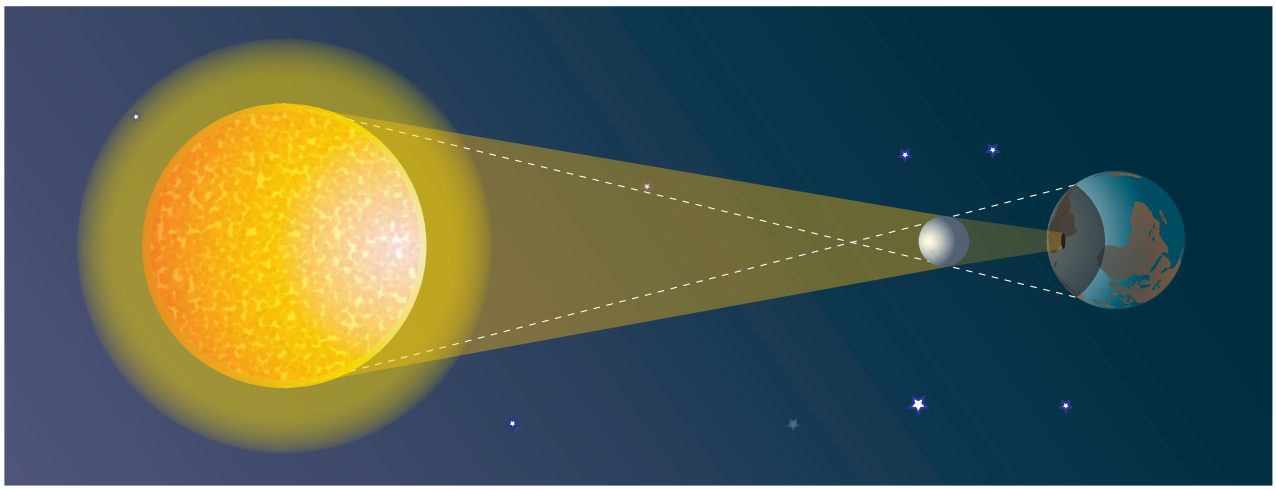
أُكمِل في ما يأتي الخطوط الناقصة في المسقط الأمامي، علمًا بأن المسقط الأفقي والمسقط الجانبي كاملان:



الإثراء والتوسع

أُفسِّر ظاهرتي الخسوف والكسوف الشمسي المُمثَّلتين في الشكلين الآتيين.
أيُّ أنواع الإسقاط يُمثِّل هاتين الظاهرتين؟





- أكتب تقريرًا مفصلًا عن اسقاط الزوايا الفراغية الأربعة بعد العودة إلى مصادر المعرفة المتوافرة في مدرستك، وأقرأه أمام زملائي.
- أبحث مع زملائك كيفية استنتاج منظور من خلال معرفة مساقطه الثلاثة. وأرسم منظور من خلال مساقطه الثلاثة.

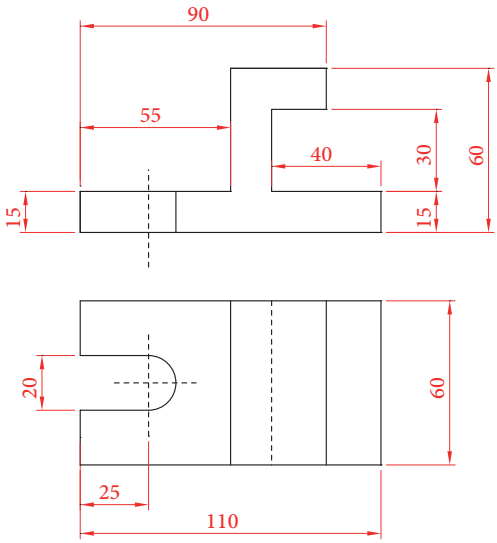
بعد دراستي هذه الوحدة أستطيع أن:

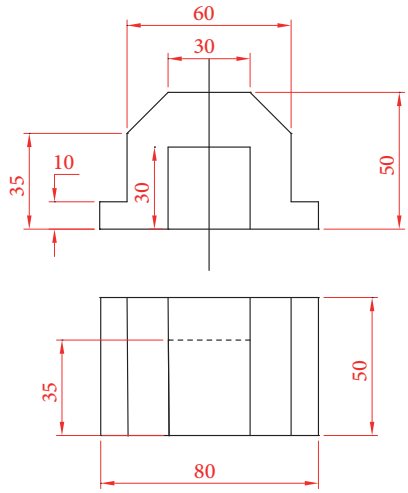
الرقم	مؤشر الأداء	ممتاز	جيد	في حاجة إلى التحسين
1	أُعرِّف مفهوم الإسقاط العمودي.			
2	أُحدِّد أهداف الإسقاط العمودي.			
3	أُميِّز أنواع الإسقاط العمودي بعضها من بعض.			
4	أُحدِّد عناصر الإسقاط العمودي.			
5	أتعرَّف الطريقة الصحيحة لتوزيع المساقط على لوحة الرسم.			
6	أرسمُ المساقط الثلاثة على لوحة الرسم.			
7	أكتبُ الأبعاد على المساقط بصورة صحيحة.			
8	أُميِّز الإسقاط بالزاوية الأولى من الإسقاط بالزاوية الثالثة.			
9	أستنتجُ المسقط الثالث من مسقطين معلومين.			
10	أرسمُ أشكالًا مختلفةً تُمثِّل الإسقاط العمودي.			

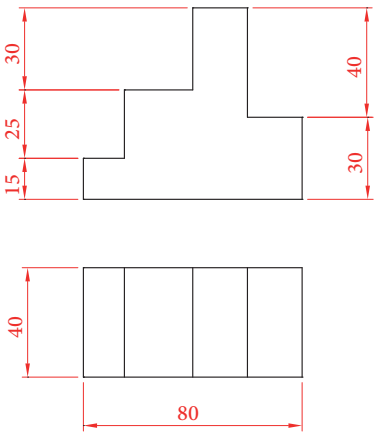
تمارين الوحدة

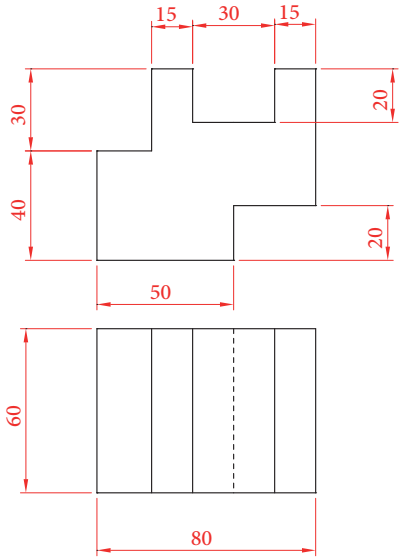
التمرين الأول

أرسمُ في ما يأتي المسقط الجانبي للمسقط الأمامي والمسقط الأفقي المعطيين بمقياس الرسم (1:1).



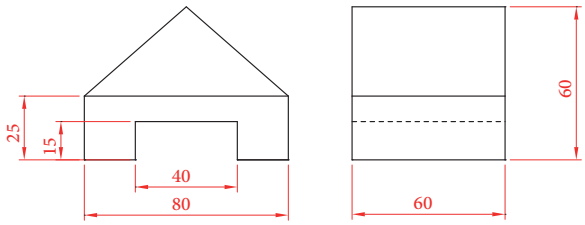


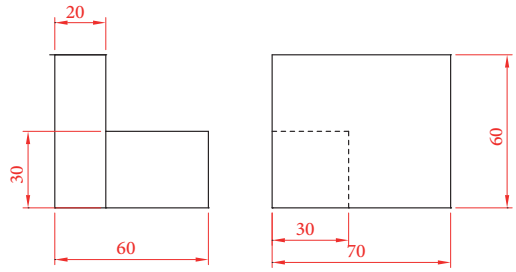


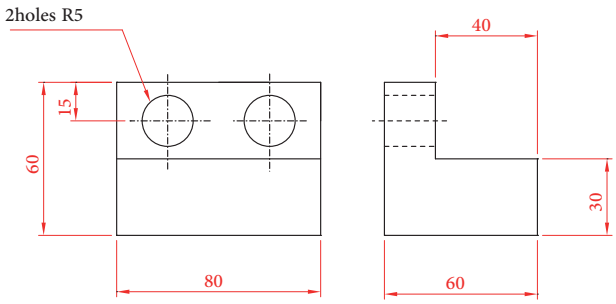


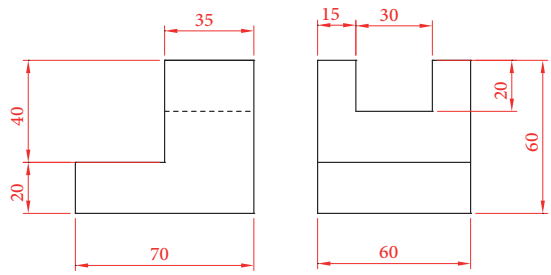
التمرين الثاني

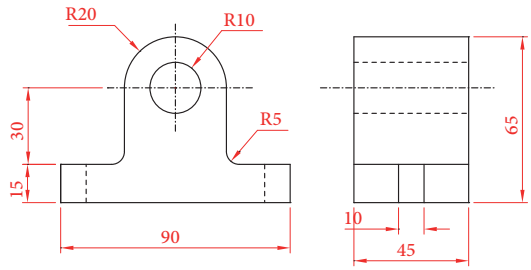
أرسمُ في ما يأتي المسقط الأفقي للمسقط الأمامي والمسقط الجانبي المعطيين بمقياس الرسم (1:1).

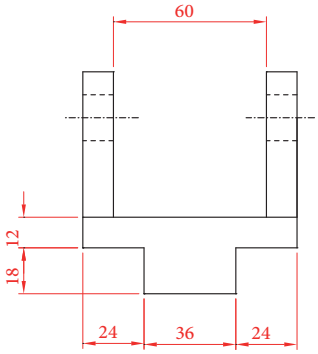


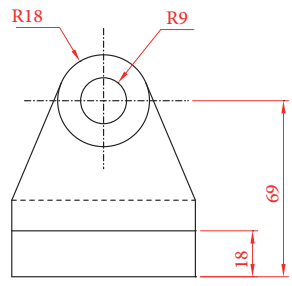






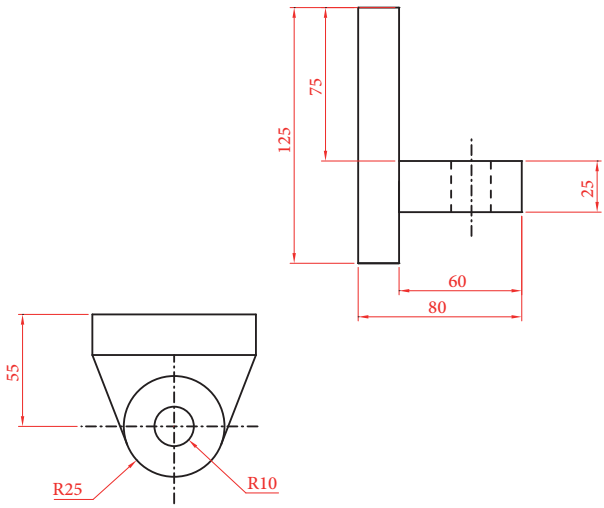


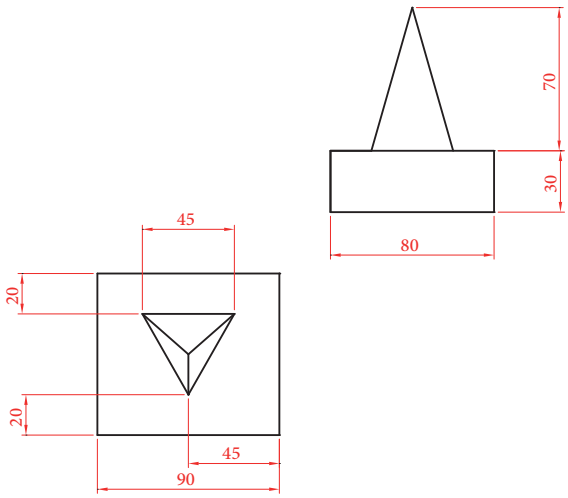


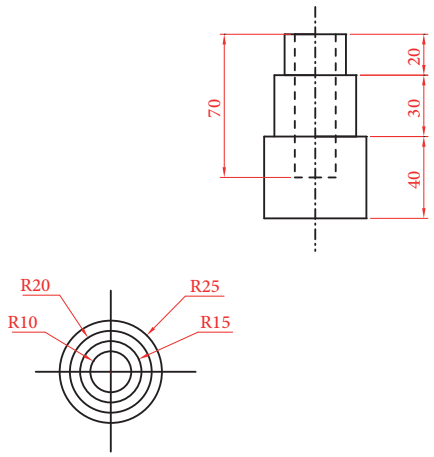


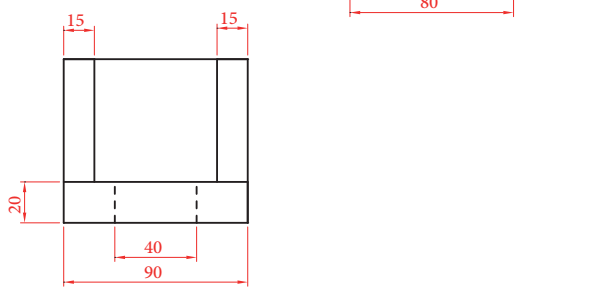
التمرين الثالث

أرسمُ في ما يأتي المسقط الأمامي للمسقط الأفقي والمسقط الجانبي المعطيين بمقياس الرسم (1:1).









مسرد المصطلحات

Blackness	درجة السواد
Break Line	خط الكسر
Centre Line	خط المحور
Chaplons/ Templates	الطبعات (الشبلونات)
Compass	الفرجار
Continuous Line	الخط المتصل أو الخط الواضح
Dashed Line	الخط المتقطع
Dimension Line	خط البُعْد
Dimensions	الأبعاد
Divider	المقسم
Draw	الرسم
Drawing Paper	ورقة الرسم
Drawing Scale	مقياس الرسم
Drawing Table	طاولة الرسم
Drawing Tools	أدوات الرسم الصناعي
Drawing Triangles	مثلثات الرسم
Enlarging Scale	مقياس التكبير
First projection angle	زاوية الإسقاط الأولى
Front projection	المسقط الأمامي
Hardness	الصلابة

Hatching Line	خط التهشير
Industrial drawing	الرسم الصناعي
Mechanical Pencil	قلم الرصاص الميكانيكي
Orthographic Projection	الإسقاط العمودي
Perspective Projection	الإسقاط المركزي
Projection	المنظور
Projection Plane	مستوى الإسقاط
Protractor	المنقلة
Reducing Scale	مقياس التصغير
Scale Ruler	مسطرة مقياس الرسم
Section Line	خط القطع
Side projection	المسقط الجانبي
T Square	مسطرة الرسم الهندسي
Third projection angle	زاوية الإسقاط الثالثة
Two Dimensional Drawings (2D)	الرسم ثنائي الأبعاد

قائمة المراجع

أولًا: المراجع العربية

1 - إدارة المناهج والكتب المدرسية . **الرسم الصناعي**، وزارة التربية والتعليم، ط1، عمّان، الأردن، 1995م.

2 - خالد داود، يوسف الور. **الرسم الهندسي لجميع التخصصات الهندسية**، ط1، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمّان، الأردن، 2010م.

3 - عامر الفلاحي. **أساسيات ومبادئ الرسم الهندسي**، ط1، مركز الكتاب الأكاديمي، عمّان، الأردن، 2011م.

4 - علي عيسوي. **الرسم الصناعي العام**، ط1، وزارة التربية والتعليم، البحرين، 1984م.

5 - محمود زعموط. **المرجع في الرسم الهندسي**، ط1، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمّان، الأردن، 2001م.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1- Khan, RA. Parvez,M. (2005), **Fundamentals of Engineering Drawing and AutoCAD**, 1st Edition , India.

2- Reddy, Venkata. (2008), **Text Book of Engineering Drawing**, 2nd Edition, BS Publications, India.

3- Simmons, Colin. Maguire, Dennis.(2004), **Manual of Engineering Drawing**, 2nd Edition, Elsevier Ltd, Oxford, UK.

4- Giesecke, Frederick. Other Authers. **Engineering Graphics**, 4th Edition, Macmillan Publishing Company, New York.

تم بحمد الله تعالى