جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

الفرع الصناعي

المكننة الزراعية

الصف الثاني

المؤلفون

د. سعد عباس خضر حيدر موسى حسين
عماد محمود علوان
مهدي عبد الرضا سعيد منصور ناصر حسين

الطبعة الثالثة
2021م - 1443هـ

استناداً إلى القانون يوزع مجاناً ويمنع بيعه وتداوله

المقدمة:

بتوجيه من المديرية العامة للتعليم المهني وتنفيذاً للنهج الذي وضعته لتحديث مناهج التعليم المهني بما يواكب التطور الحاصل في المجالات الصناعية كافة، نقدم هذا الكتاب المتخصص في الرسم الصناعي ضمن اختصاص المكننة الزراعية، وبأسلوب عرض قد يختلف عما كان متبعاً في كتب الرسم الهندسي والصناعي لكنه استمراراً لنفس منهجية كتاب الرسم الهندسي والصناعي للمرحلة الأولى، والذي يحتوي على توضيح للمعلومة قبل رسمها فضلاً عن كون هذا التخصص من الأهمية التي تستوجب تركيز المعلومة والتي تكون متواصلة ومتكاملة مع ما يتعلمه الطالب في العلوم الصناعية والتدريب العملي.

تضمن الكتاب ستة فصول، تناول الفصل الأول مراجعة سريعة لما تعلمه الطالب من أساسيات الرسم الهندسي والصناعي في المرحلة الدراسية السابقة، أما الفصل الثاني فيتعرف من خلاله الطالب على رسم المجسم (المنظور)، وقد ركز الفصل الثالث على رسم المساقط المتعددة من المنظور، في حين عرض الفصل الرابع موضوع رسم قطاعات، أما الفصل الخامس فقد تناول وسائل الربط الميكانيكية، وأما الفصل السادس فقد تضمن أساسيات الرسم بمساعدة الحاسوب والبدايات الضرورية في رسم الخطوط والأشكال، في أسلوب ثنائي الأبعاد فضلاً عن أوليات الرسم ثلاثي الأبعاد.

ونحن إذ نهدي هذا الكتاب لطلبتنا الأعزاء لا ندعي بكماله ولا بتمامه، بل كان اجتهاداً منا في عرض المعلومات عن الرسم الصناعي لهذا التخصص المهم لتكون استمراراً لتفكير هندسي علمي سليم وركيزة انطلاق لتكملة التعلّم نحو المرحلة الدراسية القادمة والتي ستكون أكثر تخصصاً آملين أن تكون هذه المعلومات ذات فائدة عملية تؤهل الطالب في اختصاصه وأساساً لتكملة دراسته في هذا المجال التقني، وختاما نتقدم بالشكر إلى السادة الخبراء لجهودهم في مراجعة الكتاب.

ونسأل الله أن يجعل هذا الكتاب من العلم الذي ينتفع به، آملين أن نكون قد وفقنا في تقديم ما يخدم ويعزز التوجه لدى أبنائنا الطلبة في مسيرتهم العلمية والمهنية، والله وليّ التوفيق.

المؤلفون

محتويات الكتاب

الموضوع	رقم الصفحة
المقدمة	3
المحتويات	4
الفصل الأول : مدخل إلى الرسم الهندسي	5
تمهيد	6
مراجعة لمبادي الرسم الهندسي ووضع الأبعاد	6
كتابة الأبعاد	8
أسئلة الفصل الأول	11
الفصل الثاني: رسم المنظور	13
تمهيد	14
المجسم (المنظور)	14
طرائق رسم المنظور	15
أسئلة الفصل الثاني	18
الفصل الثالث: رسم المساقط المتعددة من المنظور	19
تمهيد	20
توزيع المساقط على ورقة الرسم	20
استنتاج المسقط الثالث	23
مساقط المشغولات التي تحتوي على مجاري	29
أسئلة الفصل الثالث	37
الفصل الرابع: رسم القطاعات	40
تمهيد	41
المستوى القاطع	41
أنواع القطاعات	43
الأجزاء التي لا تقطع	51
أسئلة الفصل الرابع	45
الفصل الخامس: وسائل الربط الميكانيكي	58
تمهيد	59
اللوالب المسننة والصواميل	60
النوابض	65
نقل الحركة بالسيور والبكرات	69
أسئلة الفصل الخامس	72
الفصل السادس: الرسم المعان بالحاسوب	75
تمهيد	76
التعرف على واجهة البرنامج الأساسية	77
الرسم الدقيق ومساعدات الرسم	80
أوامر الرسم في إنشاء الرسوم ثنائية الأبعاد	83
الرسم ثلاثي الأبعاد 3D	90
الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D	95
طباعة الرسوم والإخراج	99
أسئلة الفصل السادس	100

الفصل الأول

مدخل إلى الرسم الهندسي

Introduction to Engineering Drawing

أهداف الفصل الأول:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:

1. يتبع القواعد الاساسية المستعملة في الرسم الهندسي.
2. ينظم جدول البيانات.
3. يضيف الأبعاد والنصوص للرسم.

1-1 تمهيد

يُعد الرسم الهندسي لغة تخاطب المصممين وجميع العاملين في الميادين الهندسية المختلفة كافة (ميكانيكية، كهربائية، مدنية، معمارية وغيرها) سواء عن طريق تحضير الرسومات الهندسية، أو عن طريق دراسة وفهم الرسومات الهندسية المُعدّة لتنفيذ التصميم المطلوب. وبما أن لكل لغة قواعد وأصول خاصة بها فان للرسم الهندسي والصناعي قواعد وضوابط خاصة به أيضاً يجب أن يفهمها جميع العاملين في المجالات الهندسية كافة وذلك لنقل التكنولوجيا وتنفيذ التصاميم الهندسية بصورة موحدة ومتقنة.

2-1 مراجعة لمبادئ الرسم الهندسي ووضع الأبعاد

1-2-1 تحضير وتثبيت ورقة الرسم:

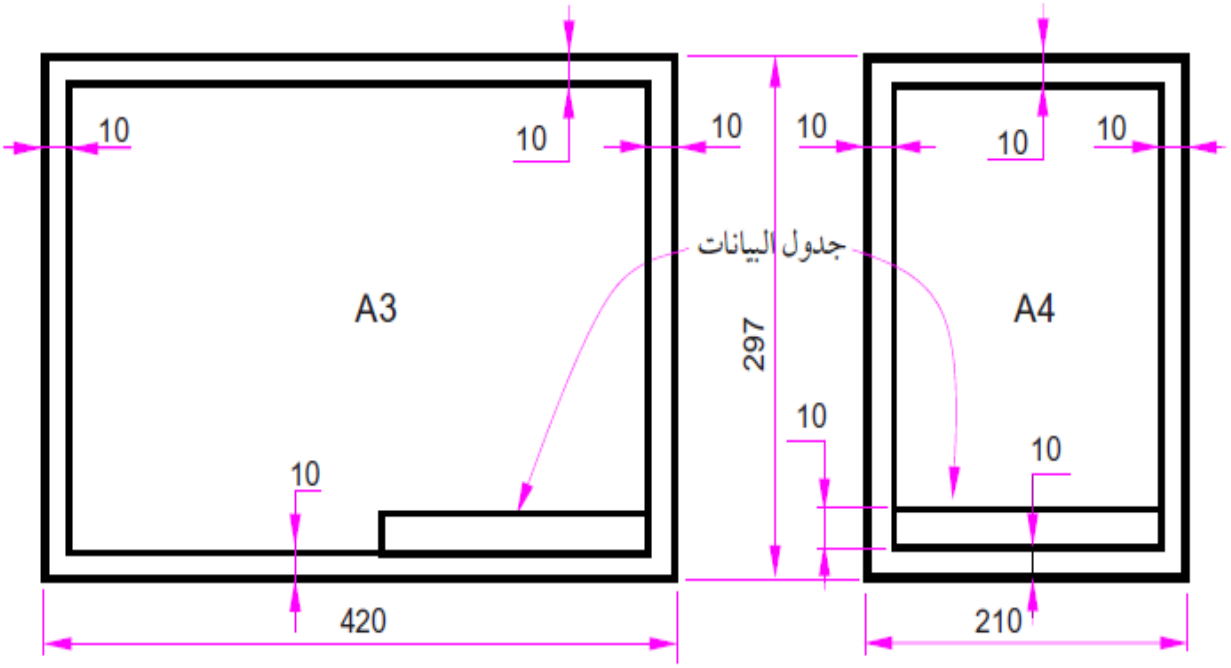
يتم تحضير لوحة الرسم تمهيداً للرسم بإتباع الخطوات الآتية، الشكل (1-1):

1. تعيين مقياس الرسم بالنسبة لأبعاد الشكل.
2. اختيار لوحة الرسم المناسبة.
3. تثبيت لوحة الرسم على طاولة الرسم.
4. رسم الخطوط التي تحدد مقياس لوحة الرسم بخط غامق (خط الإطار) Border Line.

الشكل (1-1) تثبيت الورقة على لوحة الرسم

2-2-1 رسم اطار لوحة الرسم:

بعد تحديد حجم ورقة الرسم (A2 أو A3) نبدأ برسم مستطيل داخل ورقة الرسم ليشكل إطاراً للوحة باستعمال المسطرة حرف T والمثلث قائم الزاوية. ويكون الإطار على بعد 10 mm من جميع حواف الورقة لتحديد المنطقة التي يتم فيها الرسم، مع تحديد موقع جدول البيانات أو المعلومات المناسب، الشكل (1-2).



الشكل (1-2) إطار ورقة الرسم

3-2-1 تحضير جدول البيانات:

يرسم جدول البيانات في أسفل لوحة الرسم ويتغير شكله ومضمونه بحسب قياس واتجاه اللوحة ويحتوي على المعلومات المهمة عن الرسم مثل (اسم الطالب، الاختصاص، رقم اللوحة، التاريخ، ومقياس الرسم) لذلك يجب كتابتها بشكل منتظم لتسهيل القراءة، الشكل (1-3).

الشكل (1-3) ورقة الرسم بإطار وجدول المعلومات

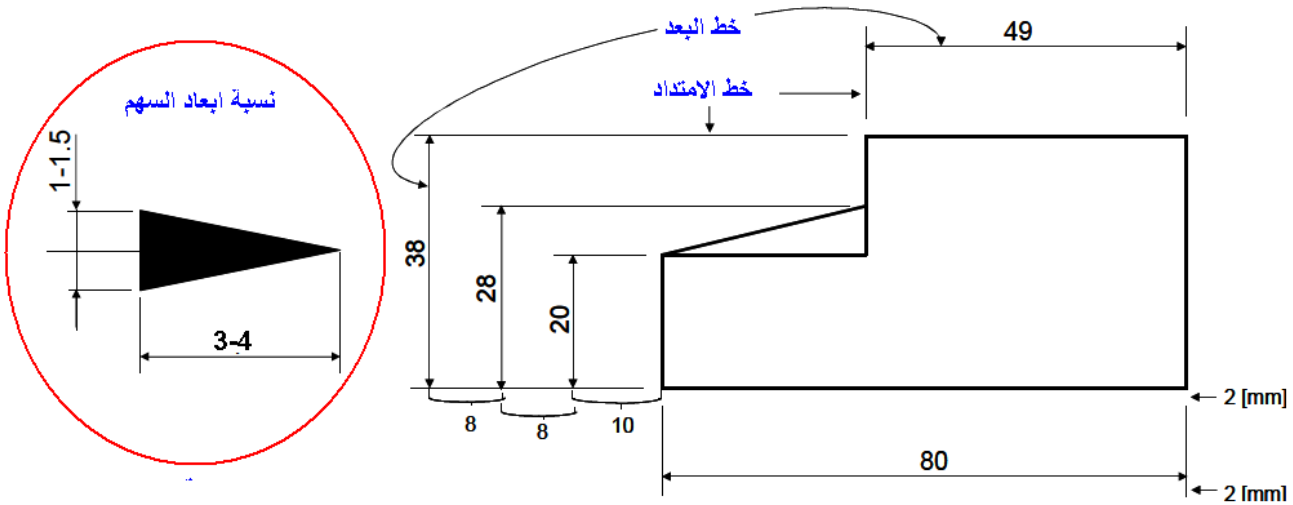
3-1 كتابة (وضع) الأبعاد

إن رسم المساقط يبين واحداً من المعلومات اللازمة لوصف الجسم فضلاً عن تبيان الأبعاد الكاملة للجسم، ويجب أن توضع الأبعاد بأفضل طريقة بحيث تتوافر جميع الأبعاد الضرورية بصورة مباشرة على الرسم، إذ يتم وضع الأبعاد باستخدام العناصر الأساسية والمتضمنة (خطوط الامتداد، خطوط البعد ذات الأسهم، مقدار البعد، والملاحظات)، لاحظ الشكل (1-4).

1- خط البعد Dimension Line عبارة عن خط رفيع مستمر بقلم 4H، طرفاه محددان بسهمين يشيران إلى اتجاه ومقدار البعد، إذ توضع الأعداد الدالة على المقاس فوق خطوط الأبعاد وفي المنتصف كلما أمكن ذلك.

2- خط الامتداد Extension Line يكون خطاً رفيعاً مستمراً بقلم 4H، يمتد من النقطة التي يراد تنسيب البعد إليها، ويكون متعامد مع خط البعد، إلاّ في الحالات الخاصة، ويمد خط الامتداد بمسافة صغيرة (حوالي 2 mm) إلى ما بعد خط البعد ويفضل ترك فجوة صغيرة بحدود (1-2) mm بين الرسم وخط الامتداد.

3- يكون السهم ذو رأس مدبب وطرفاه مستقيمين ويكون ممتلئاً وبنسبة طول الى عرض 1:3، إذ يرسم بشكل منتظم بقلم H ويكون قياسه ثابت في الرسم الواحد تبعاً لسمك الخط المستعمل في الرسم ولا يتغير تبعاً لمقياس الرسم أو طول البعد.



الشكل (1-4) العناصر الأساسية للأبعاد وشكل رأس السهم

عند وضع الأبعاد المطلوبة يجب مراعاة القواعد الآتية:

1- يجب أن لا تقل المسافة لخط البعد الأقرب لخط الرسم عن (8-10 mm)، وأما خطوط الأبعاد الأخرى الموازية للأول فيجب أن تقع على مسافة لا تقل عن (6-8 mm) عن بعضها.

2- يجب أن لا تتقاطع خطوط الامتداد مع بعضها، ولا يجوز استعمال خط الرسم كخط امتداد، أو أن يكون خط البعد امتداداً له، فضلاً على تجنُب تقاطع خطوط الامتداد مع خطوط الجسم.

3- ترتيب الأبعاد في مجموعات وتوضع في مستوٍ واحد كلما أمكن ذلك.

4- تجنُب وضع الأبعاد على الخطوط المخفية كلما أمكن ذلك.

5- بالإمكان استعمال الخط المرشد وهو عبارة عن خط رفيع مستمر يرشد إلى ملاحظة أو بعد وينتهي بسهم أو نقطة ملامساً الجزء الذي تعود إليه الملاحظة أو البعد.

6- تكتب الأرقام والرموز الدالة عليها (وحداتها بالمليمتر) فوق خط البعد وفي المنتصف كلما أمكن ذلك ولا توضع وحدة القياس بجانب الرقم، في حين توضع الأبعاد الجانبية بحيث تقرأ من اليمين.

7- عند ضيق المجال يمكن وضع الأسهم من الخارج ووضع الرقم فوق خط القياس وإذا كان المجال لا يتسع للرقم فيمكن وضعه في الخارج أيضاً.

8- إن خط بعد الزاوية يكون بشكل قوس دائري مركزه نقطة تقاطع ضلعي الزاوية، ويرسم بنصف قطر مناسب، وتكون أبعاد الزوايا بالدرجات مع تجنب استعمال خط الجسم لوضع البعد.

9- تعطى أبعاد الأقواس الدائرية بإعطاء مقدار نصف القطر في المسقط الذي يبين الشكل الحقيقي للقوس، إذ يرسم خط البعد بزاوية مناسبة بحيث يمر امتداده في المركز ويسبق البعد الحرف R ليدل على نصف القطر. بينما الدوائر تمثل بالرمز (فاي) (Ø) الذي يسبق البعد للدلالة على القطر.

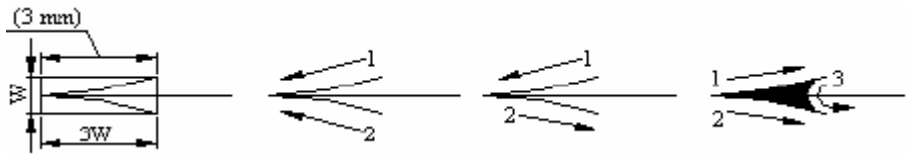
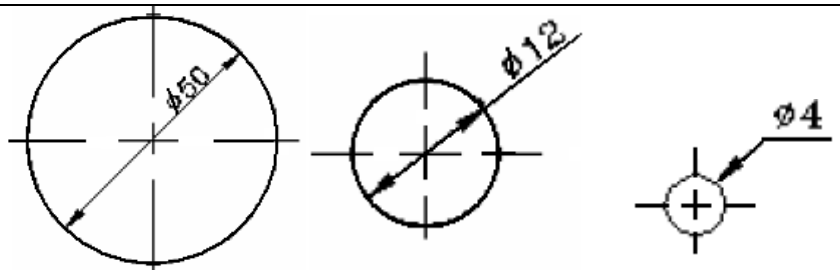
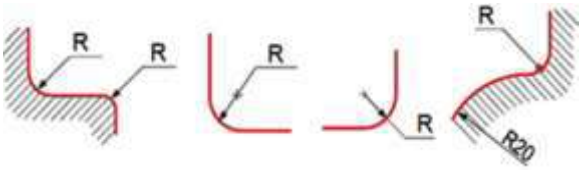
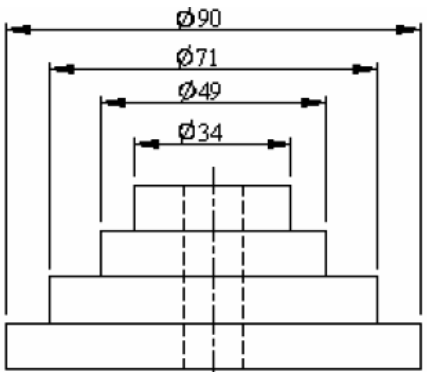
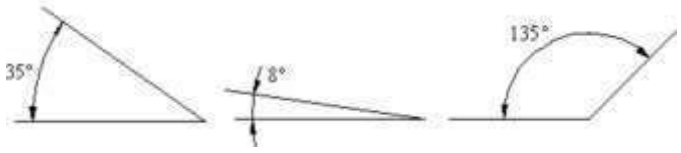
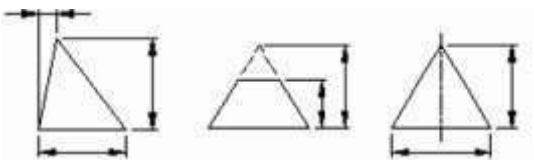
10- لا توضع الأبعاد داخل المسقط إلا إذا أدى ذلك الى زيادة في الوضوح.

11- لا تكرر الأبعاد ولا توضع تلك التي ليست لها ضرورة أو التي تستنتج من أبعاد أخرى، مع مراعاة وضع الأبعاد على المسقط الذي يبين الشكل بصورة أوضح.

12- يجب أن لا تتقاطع الأرقام بخطوط الأبعاد أو أية خطوط أخرى في الرسم، على أن لا توضع قيم الأبعاد بشكل مزدحم أو بشكل يصعب قراءتها.

ويبيّن الجدول الآتي (1-1) بعض الملاحظات للأشكال الشائعة معززةً بالرسم لطريقة تنفيذ عملية وضع الأبعاد.

الجدول (1-1) أمثلة على القواعد الرئيسة عند وضع وكتابة الأبعاد

ت	اسم الشكل	اسلوب وضع البعد
1	رسم رؤوس الاسهم	
2	الدوائر الكبيرة، الصغيرة، والصغيرة جدا	
3	نصف قطر دائرة مركزها يقع داخل حدود ورقة الرسم، وخارج حدود ورقة الرسم	
4	الأقواس	
5	اسطوانات متحدة المركز	
6	الزوايا	
7	المثلثات	

أسئلة الفصل الأول

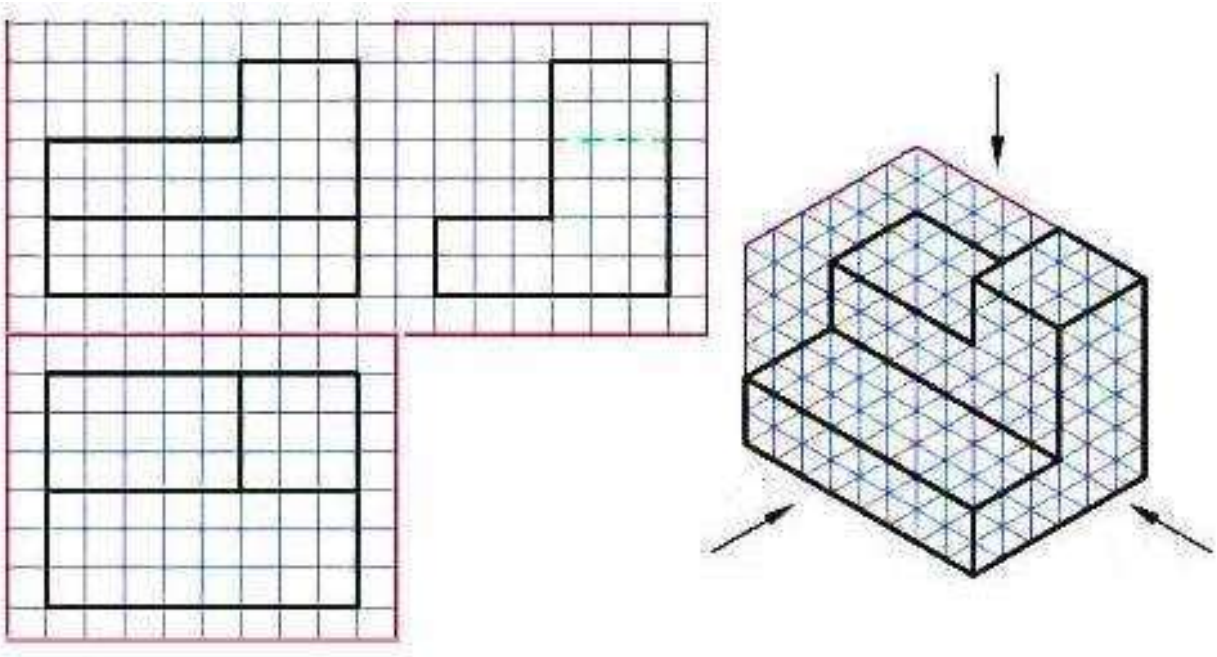
س1- بيّن طريقة تثبيت ورقة الرسم على لوحة الرسم.

س2- ما الأبعاد النظامية لورقة الرسم A4؟

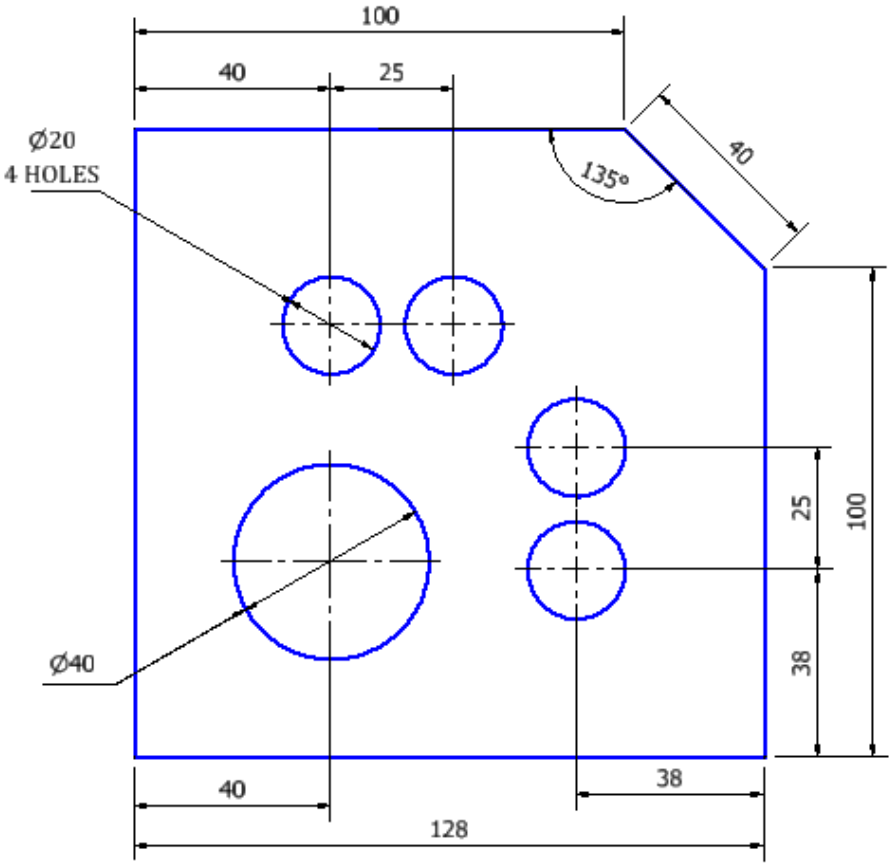
س3- ما العناصر الاساسية لتنفيذ ووضع الابعاد على الرسوم والمساقط؟ وضّح إجابتك بالرسم والتأشير على العناصر الأساسية.

س4- ارسم لوحة نظامية والمبينة في الشكل (1-3) تحتوي على أسهم (ترسم الاسهم بعناية) وبالصياغة المشار اليها في الشكل (1-4) والجدول (1-1) - اولاً - للقياسات (8، 10، 15، 22، 38، 46، 55، 70، 82، 96، 108، 120، 135) وبثلاث محاولات لكل بعد.

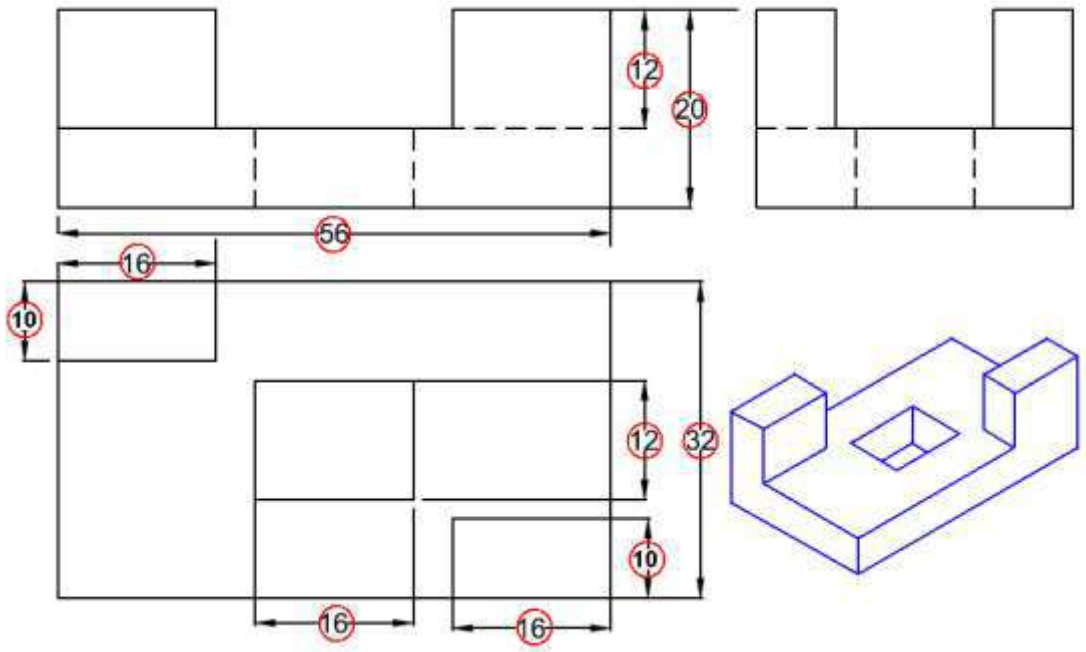
س5- المساقط الثلاثة المستنتجة من المنظور والمبينة في الشكل ادناه قد نفذت على ورق بياني بواقع 10 mm لتقسيماته، ارسم المساقط الثلاث، ثم ضع الأبعاد الضرورية موزعة على المساقط متبعا القواعد الرئيسة في وضعها.



س6- اعد رسم المسقط المبين في الشكل أدناه ثم ضع الأبعاد، مع التقيد بالقواعد العامة في وضعها.



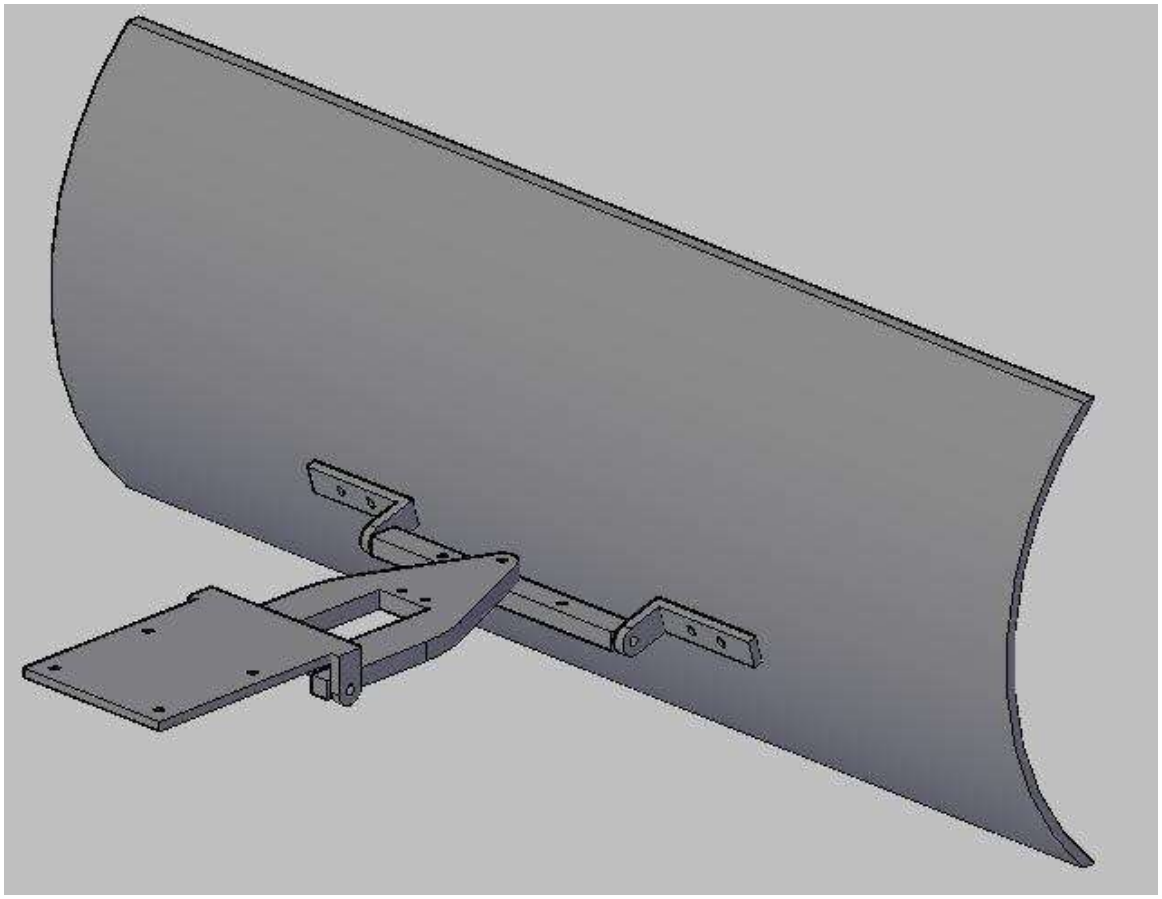
س7- في الشكل أدناه رسمت المساقط الثلاثة لمنظور متناظر حول محورين، وثبتت عليها الأبعاد بطريقة خاطئة بخلاف قواعد الرسم الاساسية، أعد رسم المساقط الثلاثة، وضع الأبعاد عليها بالطريقة الصحيحة بعد تشخيص الاخطاء الواردة في الشكل.



الفصل الثاني

رسم المجسم (المنظور)

Pictorial Drawing



أهداف الفصل الثاني:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على ان:

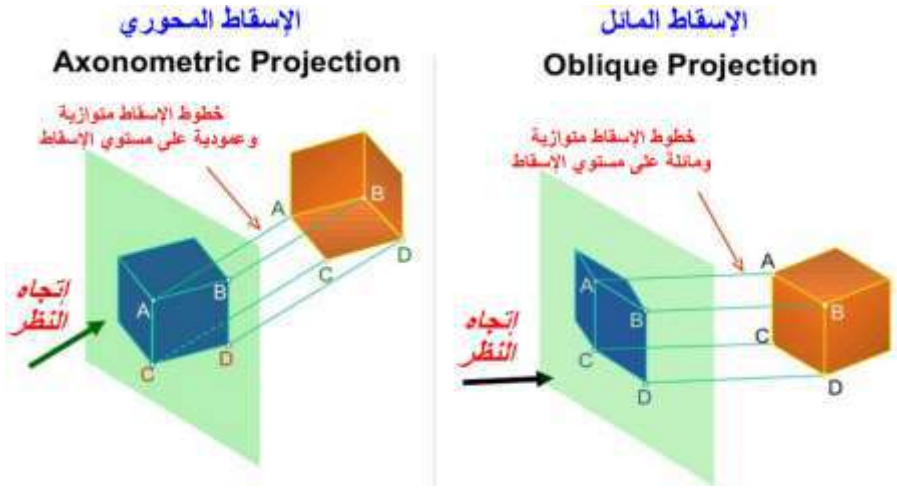
1. يتعرف على طرائق رسم المجسمات.
2. يرسم المنظور بطريقة الرسم المتقايس Isometric.
3. يرسم المنظور بطريقة الرسم المائل Oblique.

1-2 تمهيد:

لإيضاح الشكل المجسم لقطعة ما يصعب إدراك شكلها عن طريق مساقطها المرسومة، لابد من وجود أسلوب من الرسم الهندسي يظهر الجسم بأبعاده الثلاثة كما تراه العين البشرية وهذا ما يسمى بـ المنظور الهندسي. وتعني كلمة المنظور (جسم معين في الفراغ مرسوم على سطح مستوي ليوضحه من ثلاث جهات فيبدو مشابها للصورة الفوتوغرافية إذ يظهر الجسم كما تراه العين البشرية لمعرفة العلاقة بين أجزائه)، ولكل جسم شكل معين ومقاسات وأبعاد محددة، ولابد من اضافة الابعاد والملاحظات عليها ليسهل قراءة الرسم ووصفة بدقة كافية تسمح بتصنيعه وفق القياسات الموجودة على لوحة الرسم والتي تكتب على أسس وقواعد سليمة مما يؤدي الى إدراك الشكل الحقيقي للمنظور.

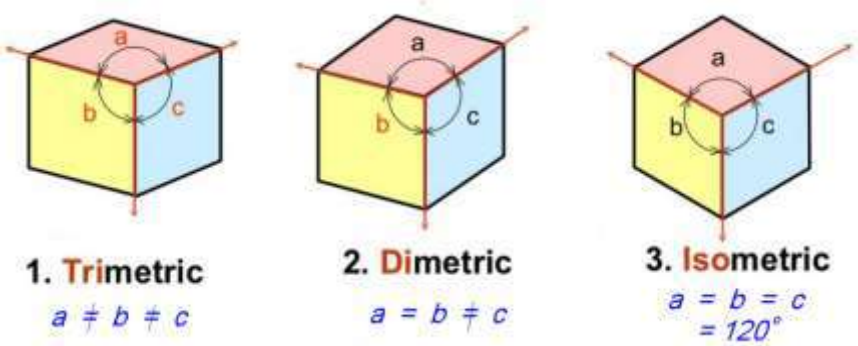
2-2 المجسم (المنظور)

درس الطالب في الصف الدراسي السابق أنظمة الإسقاط Projection Systems إذ يُعد الإسقاط المتوازي Parallel أحد تلك الأنظمة والذي يتفرع بدوره إلى نظامين للإسقاط هما الإسقاط المائل Oblique (يقسم على نوعين هما نظام كابينيت ونظام كافاليز) والإسقاط المتعامد Orthographic، ويتبع في هذا النظام أسلوب الإسقاط المحوري Axonometric، الشكل (2-1).



الشكل (2-1)

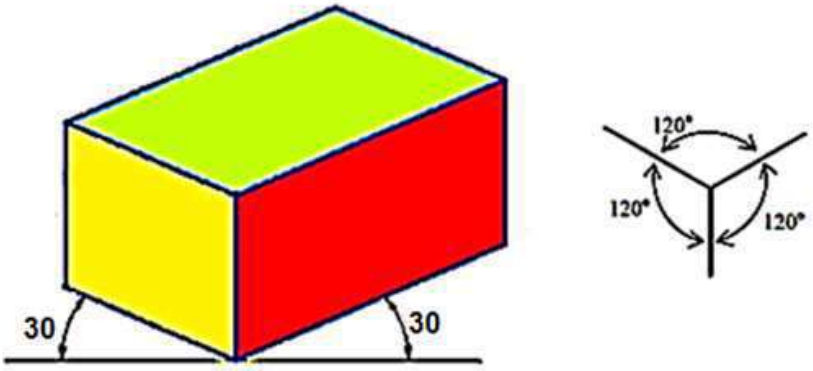
يُعد نظام الرسم المتقايس Isometric أحد الأنواع الثلاثة لنظام الإسقاط المحوري، ويبيّن الشكل (2-2) هذه الأنواع وقيم الزوايا (a, b, c) بين المحاور الثلاثة للجسم المنظور.



الشكل (2-2)

1. الرسم المتقايس (المنظور الآيزومتري) Isometric Drawing:

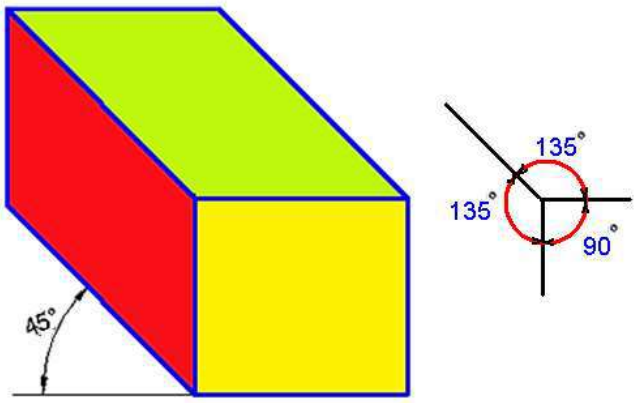
يرسم المنظور المتقايس بثلاثة مجموعات من الخطوط المتقايسة خط الطول فيه مائلا بزاوية 30° عن خط الأفق، وخط العرض مائلاً 30° عن خط الأفق في الاتجاه الآخر بينما يكون الارتفاع عمودياً وكل سطح يكون متعامداً مع السطوح المجاورة له، لاحظ الشكل (2-3).



الشكل (2-3)

2. رسم المنظور المائل Oblique:

ترسم السطوح المتعامدة بثلاث مجموعات من الخطوط المائلة، إذ يميل أحد المحاور مع المحور الأفقي للوحة الرسم بزاوية مقدارها 45°، وبهذا ستكون الزوايا بين المحاور الأساسية (135°، 90° ، 135°) كما موضّح في الشكل (2-4).



الشكل (2-4)

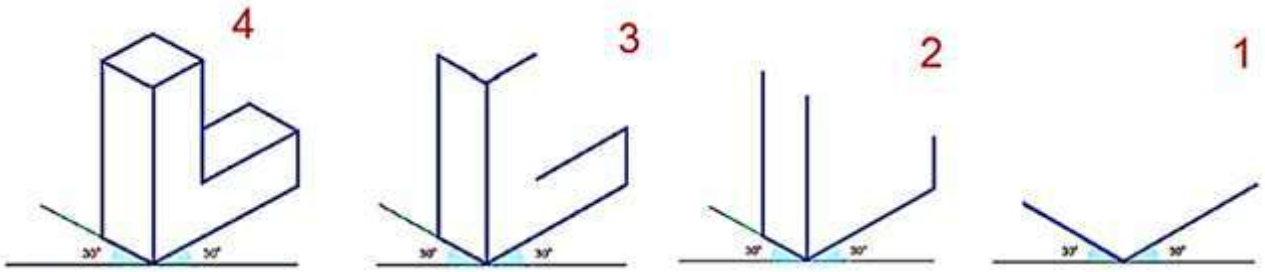
3-2 طرائق رسم المنظور

مثال (1): رسم المنظور الهندسي (طرائق المنظور المتقايس)

باستعمال المثلث (60°-30°) والمسطرة حرف T لرسم المنظور المتقايس.

الحل: تتبع الخطوات المبينة في الشكل (2-5) وكما يأتي:

1. يحدد نقطة البداية، ويرسم منها خطاً مائلاً بزاوية 30° مع خط الأفق ومن جهتي اليمين، واليسار.
2. يكمل رسم خطوط الارتفاع بمثلث بزاوية 90°.
3. يكمل رسم خطوط الطول والعرض بمثلث بزاوية 30°.
4. يكمل رسم بقية خطوط الارتفاع والعرض بزاوية 30°، 90°، ومسح الخطوط الزائدة ثم تحدد الخطوط الاساسية بقلم رصاص 4H فنحصل على الشكل المطلوب.



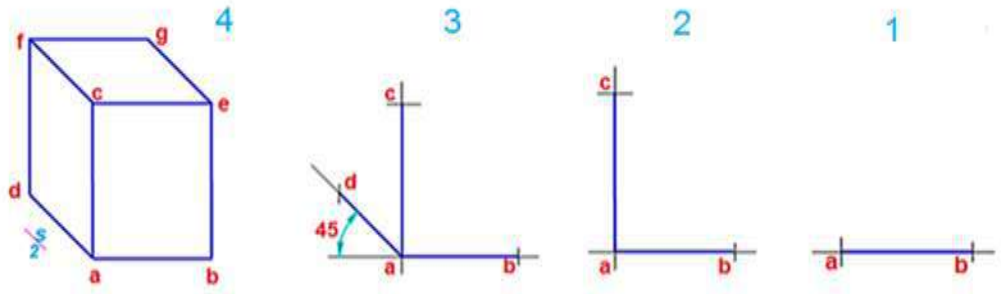
الشكل (2-5)

مثال (2): رسم متوازي المستطيلات بطريقة المنظور المائل

متوازي المستطيلات طولة L وعرضة S وارتفاعه H، استخدم المثلث (45°) والمسطرة حرف T.

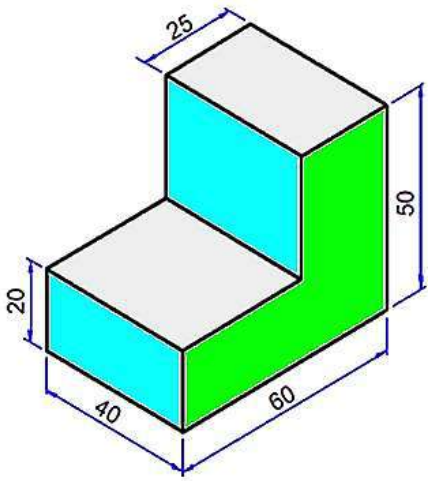
الحل: تتبع الخطوات المبينة في الشكل (2-6) وكما يأتي:

1. يحدد نقطة البداية ولتكن النقطة a.
2. يرسم منها خطاً أفقياً باتجاه اليمين ونحدد الطول L فتحدد النقطة b.
3. يرسم خطاً عمودياً من النقطة a أيضاً، يحدد عليه الارتفاع H، فتحدد النقطة c، ثم يرسم من النقطة a خطا مائلا بزاوية مقدارها 45° ونحدد عليه نصف البعد S، فتحدد النقطة d.
4. يرسم خطوط عمودية إلى الأعلى من النقاط b ، d ، وخطاً أفقياً موازياً للمستقيم ab من النقطة c، وخطاً مائلاً بزاوية (45°) موازياً للمستقيم ad من النقطة c، لتحديد النقاط e و f ، يكمل رسم الوجه الأفقي للمنظور برسم موازيات للمستقيمات ce و cf ليتم الحصول على النقطة g، فينتج متوازي الأضلاع المطلوب.



الشكل (2-6)

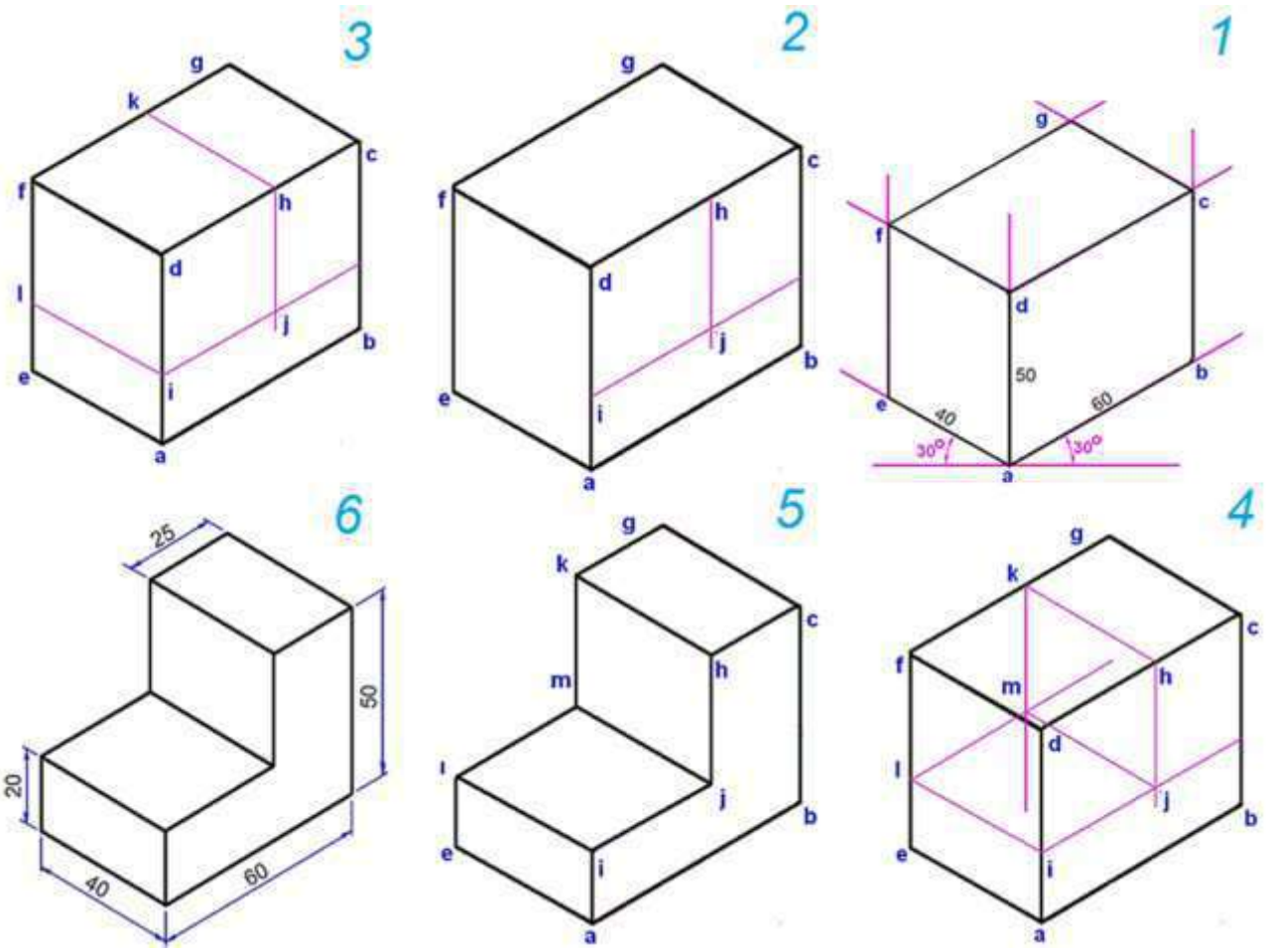
مثال (3): ارسم المنظور للجسم المبين في الشكل (2-7) بطريقة المنظور المتقايس.



الشكل (2-7)

الحل: يبيّن الشكل (2-8) مراحل رسم المنظور المطلوب وكما يأتي:

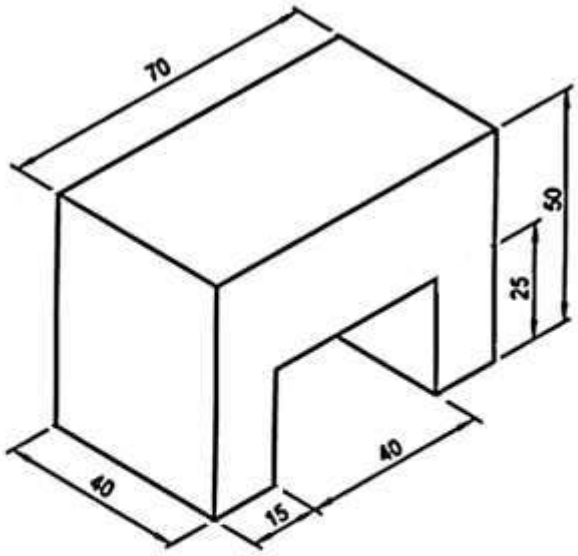
1. يرسم متوازي المستطيلات الذي يضم الشكل المطلوب، (بحسب الطريقة التي مر ذكرها)، وذلك بقياس الأبعاد كما يأتي: 60 mm على محور الطول المائل 30° (الجانب الأيمن)، 40 mm على محور العرض المائل 30° (الجانب الأيسر)، و 50 mm على محور الارتفاع (عمودي).
2. على الجزء الأمامي (abcd) يتم قياس 25 mm من النقطة c على الحافة العلوية فتنتج النقطة h، ويتم قياس 20 mm من النقطة a على الحافة اليسرى، فتنتج النقطة i ، ثم ترسم من النقطة h خطاً عمودياً للأسفل، ويرسم من النقطة i خطاً موازياً للخط ab فيتقاطعان في النقطة j.
3. يرسم من النقطة h خطاً (على السطح العلوي) موازياً للخط cg فنحصل على النقطة k وتكرر الخطوة نفسها، فيرسم خطاً آخر (موازياً للخط ae) من النقطة i ، فيتم الحصول على النقطة l.
4. يرسم من النقطة k خطاً عموديا للأسفل ومن النقطة l خطاً موازياً للخط a b ، فيتقاطعان في m، ويوصل بين النقطة m والنقاط l , j.
5. يتم تحديد الخطوط الأساسية بقلم (H)، وتزال خطوط التحديد غير الضرورية، فينتج المنظور المطلوب.
6. تضع على المنظور الناتج الأبعاد الضرورية، ليكون هو المنظور المتقايس المطلوب.

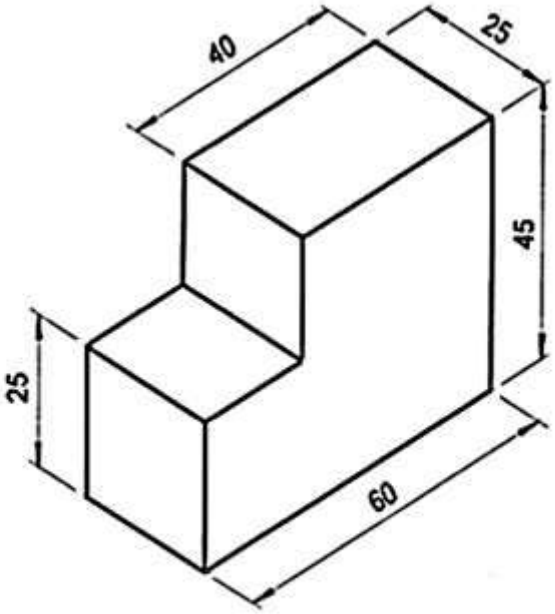


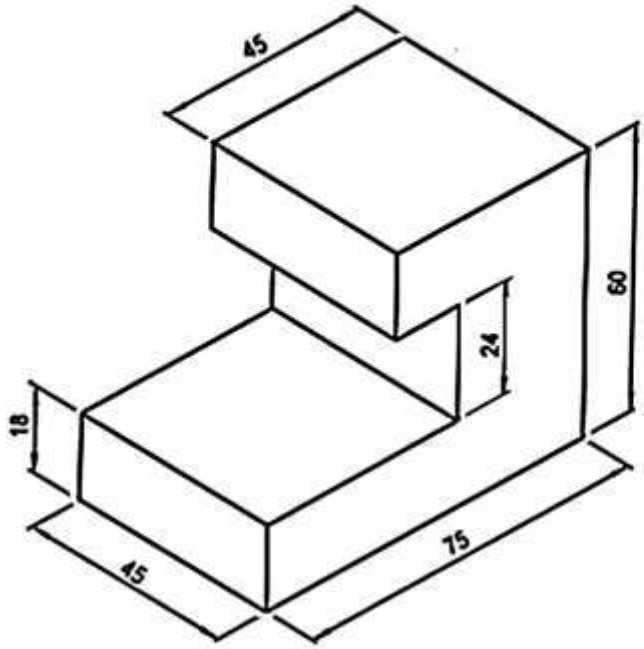
الشكل (2-8)

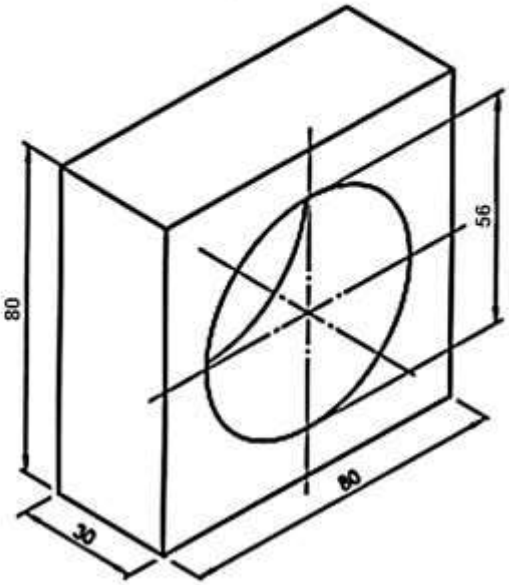
أسئلة الفصل الثاني

س1- بمقياس رسم 1:1 ارسم المنظور المتقايس (الآيزومتري) لكل من الأشكال الآتية:





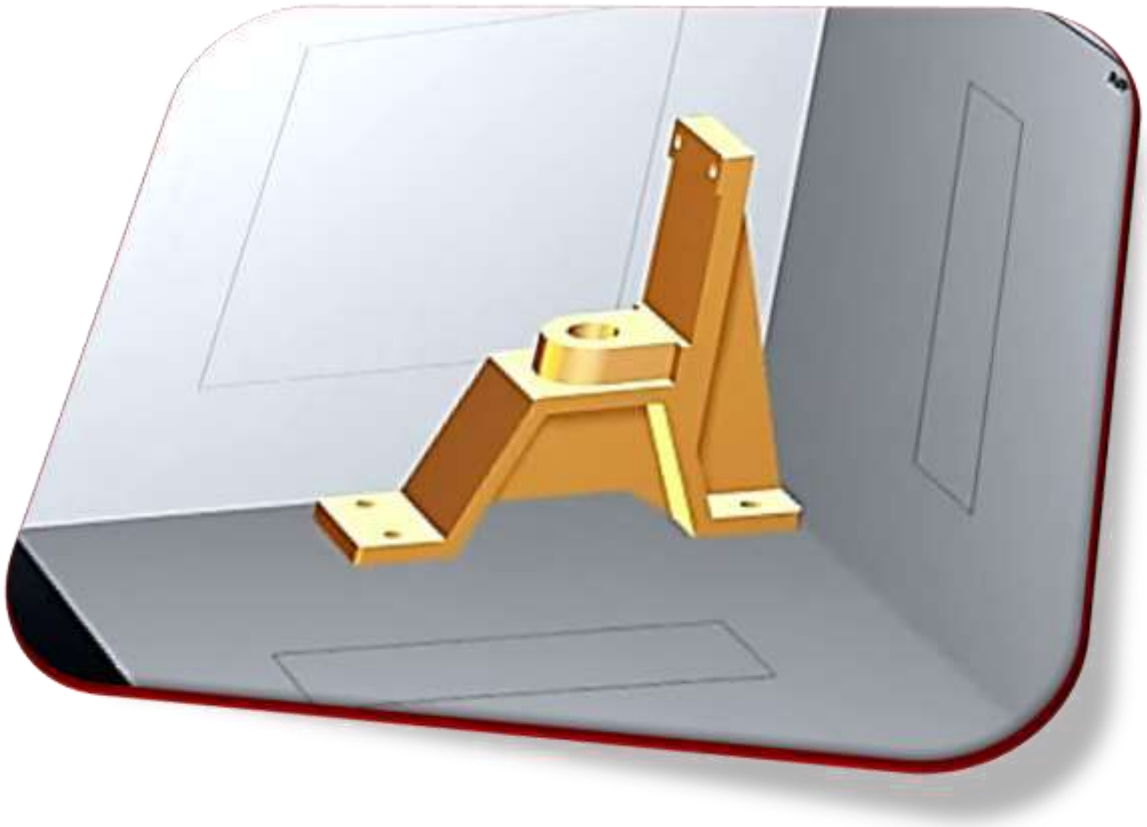




الفصل الثالث

رسم المساقط المتعددة من المنظور

Multi Views Drawing from Pictorial



أهداف الفصل الثالث

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على ان:

1. يوزع المساقط على ورقة الرسم.
2. يرسم جدول المعلومات في ورقة الرسم.
3. يرسم المساقط الثلاثة لمنظور معلوم.
4. يستنتج المسقط الثالث من مسقطين معلومين.
5. يرسم مساقط مشغولات منشورية وأسطوانية ومخروطية تحتوي على مجارٍ وجزء مسطح.

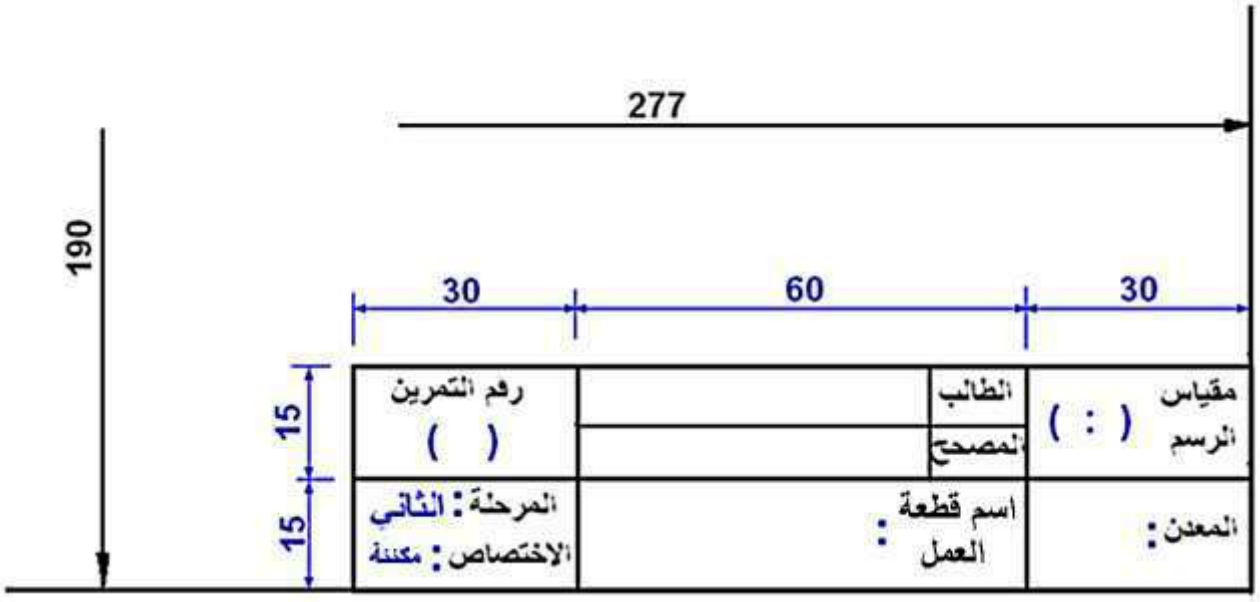
1-3 تمهيد

تعرف الطالب في دراسته السابقة على طرائق الإسقاط، وفي هذا الفصل سوف نتناول بشكل أكثر تفصيلاً طريقة رسم المساقط للمناظير الهندسية المختلفة مع طريقة استنتاج المسقط الثالث، إذ يعد الإسقاط العمودي من امثل الحلول لتنفيذ رسوم ثلاثية الأبعاد على سطح ورقة ذات بعدين، إذ يجب أن يبين الرسم بوضوح تفاصيل الخطوط الخارجية لكل الأوجه وبأبعاد دقيقة وكاملة، وخصوصاً عند وجود تفاصيل داخلية من غير الممكن إيضاحها في الأوجه الثلاثة للمنظور كالدوائر والأقواس والمجاري ذات العمق المحدد إلا باستعمال الإسقاط العمودي.

2-3 توزيع المساقط على ورقة الرسم

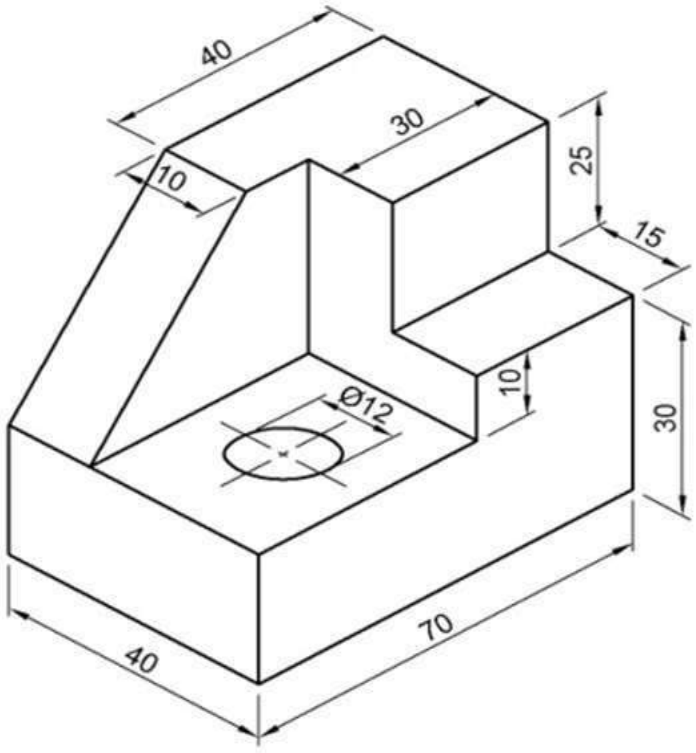
إن الهدف من تقسيم لوحة الرسم هو توزيع المساقط بشكل يضمن عدم خروجها عن إطار اللوحة فضلاً عن توزيعها بشكل منتظم لتكون أكثر وضوحاً ضمن ورقة الرسم والتي ستكون بقياس A4.

ومن الممكن اعتماد صيغة لجدول المعلومات غير التي اعتمدت في الصف الأول، وكما مبيّن في الشكل (3-1)، يكون في الزاوية اليمنى في أسفل ورقة الرسم ضمن الإطار ويحتوي على حقول (لمقياس الرسم، اسم الطالب، اسم المصحح، رقم التمرين، نوع المعدن، اسم قطعة العمل، الصف الدراسي والتخصص). ويرسم الجدول بعد عمل اطار للورقة يبعد 10 mm عن حافات الورقة لتبقى المساحة المخصصة للرسم بأبعاد $(277 \times 190)\ mm$.



الشكل (3-1) جدول المعلومات

مثال (1): الشكل (3-2) يبين منظور متقايس، بمقياس رسم 1:1 ، ارسم المساقط الثلاثة موزعةً بشكل متساوٍ على ورقة الرسم، مع وضع الأبعاد.



الشكل (3-2) مثال لمنظور متقايس

ملاحظة: اتبعت طريقة تنظيم المساقط على ورقة الرسم في الدراسة السابقة بأن تكون المسافات البينية متساوية للمحور الأفقي وكذلك تكون متساوية للمحور العمودي، فيما تم إتباع طريقة أخرى وهي تثبيت المسافة التي تفصل بين المساقط وبحيث لا تقل عن 30 mm، (تلك الطريقة مناسبة عند استنتاج المساقط المفقودة)، وتحسب بقية المسافات بموجب المعادلات الآتية، وللطالب اختيار الطريقة التي تناسبه عند توزيع المساقط على الورقة.

الحل: بعد رسم الجدول والإطار، يمكن اعتماد طريقة المسافات البينية، وكما يأتي:

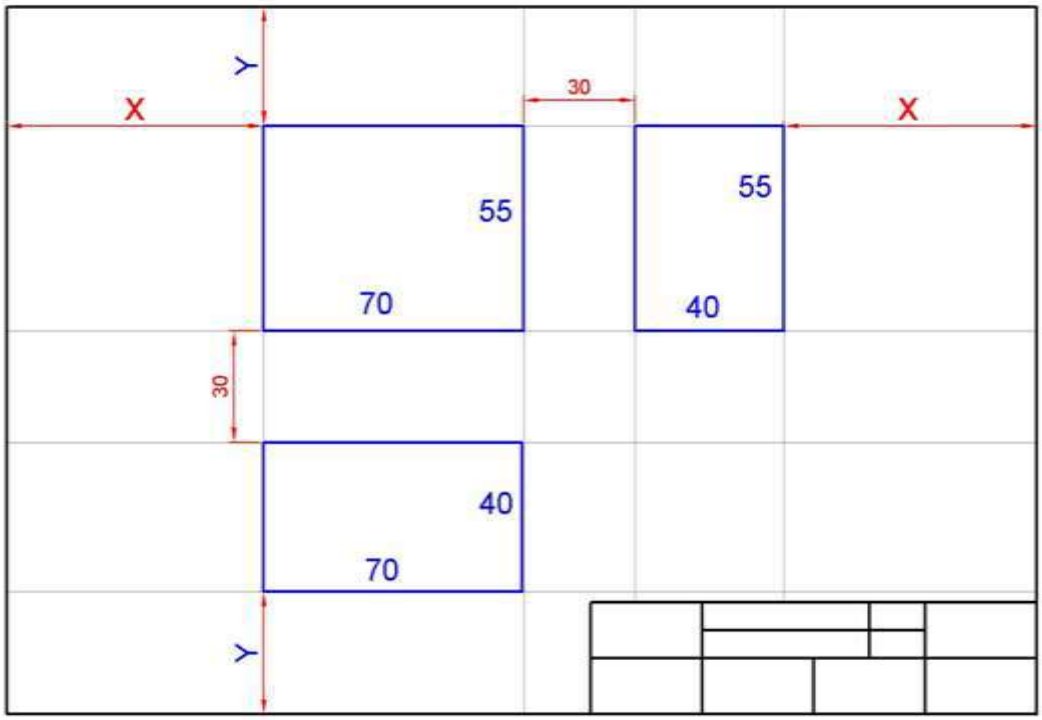
1. يحدد مجال مستطيل الشكل لرسم كل مسقط، (تحدد أبعاد المستطيلات الثلاثة والتي سوف تتضمن المساقط، وذلك بحساب البعد الكلي لكل من الطول والعرض والارتفاع للمنظور).
2. اختيار مسافة مناسبة بين كل مسقطين مع مراعاة وجود الحيز الكاف لوضع الأبعاد، وسنثبت البعد (30 mm) كمسافة أفقية بين المسقط الأمامي والمسقط الجانبي والمسافة العمودية نفسها تفصل بين المسقط الامامي والمسقط الأفقي، (يفضل ترك مسافة أكبر للمسافة العمودية احياناً).
3. يتم حساب المسافات البينية X, Y بحسب المعادلات الاتية:

$$X = \frac{277 - (70 + 30 + 40)}{2} = \frac{137}{2} = 68.5 \approx 69 \text{ mm}$$

$$Y = \frac{190 - (55 + 30 + 40)}{2} = \frac{65}{2} = 32.5 \approx 33 \text{ mm}$$

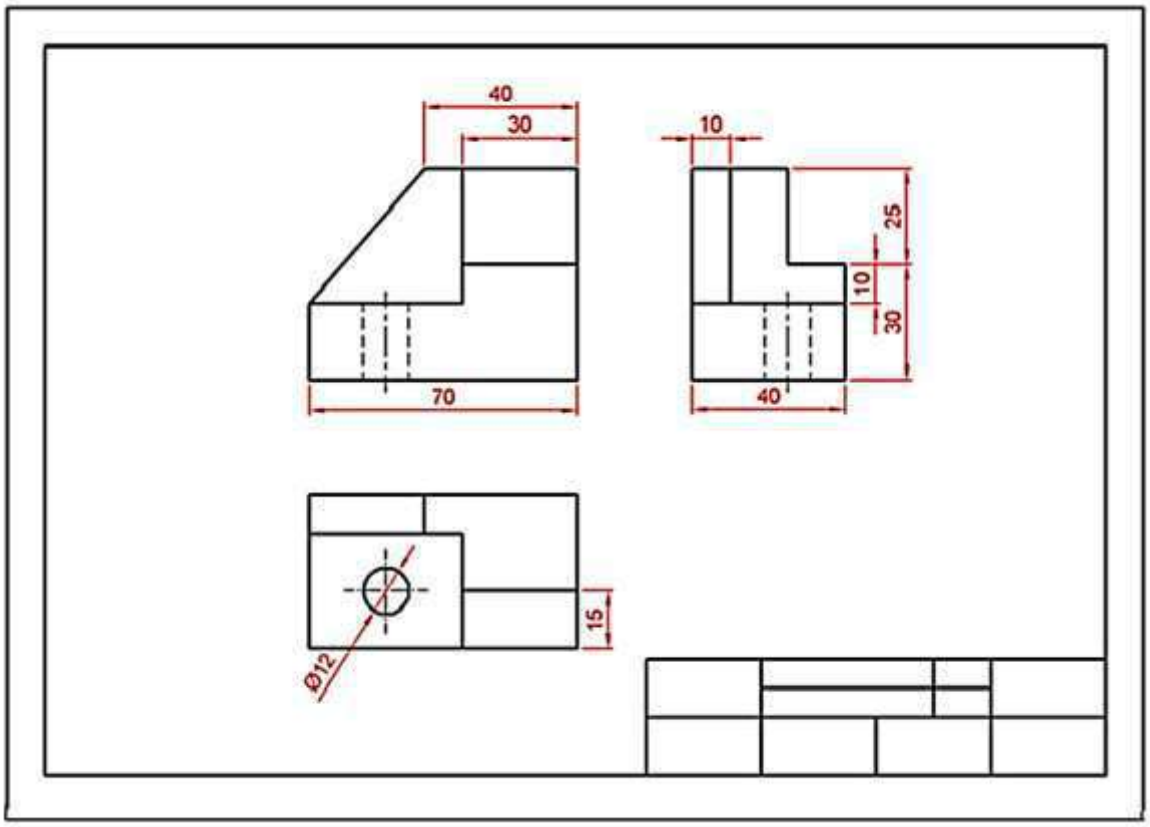
إذ ان المسافة X هي المسافة الأفقية الفاصلة بين حافتي إطار اللوحة الأيمن والأيسر، أما Y فهي المسافة العمودية الفاصلة بين حافتي إطار اللوحة الأعلى والأسفل.

4. باستعمال أدوات الرسم، نرسم تلك المستطيلات في مواقعها، وبخطوط رفيعة يمكن مسحها فيما بعد، الشكل (3-3).



الشكل (3-3) تحديد مواقع المساقط وتوزيعها على ورقة الرسم

5. تحدد تفاصيل المساقط المبينة في المنظور ونسقطها على تلك المستطيلات، ثم نمسح الخطوط الزائدة، وبذلك نحصل على المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، والأفقي) للمنظور، كما في الشكل (3-4).



الشكل (3-4) المساقط الثلاثة لمنظور متقايس

3-3 استنتاج المسقط الثالث (المساقط المفقودة) Evolve the Third View

إن عملية استنتاج المسقط الثالث من مسقطين معلومين يجب أن تسبقها دراسة جيدة لهذين المسقطين وفهم العلاقة بين النقاط والخطوط المختلفة. كما وتتطلب مهارة كبيرة في تخيل وتصور شكل المنظور للجسم وإمكانية رسم منظور له استناداً لما متوفر من مساقط. لذا فهي عملية عكسية لرسم المساقط الثلاثة من منظور معطى، ومن اجل تحقيق ذلك بيسر وسهولة لابد من فهم العلاقة بين المساقط الثلاثة وهي:

أولاً- العلاقة بين المسقطين الأمامي (الرأسي) والجانبي: يكونان على خط أفقي واحد، ويشتركان في الارتفاع بمعنى أن جميع الخطوط الأفقية في المسقطين الأمامي والجانبي على استقامة واحدة.

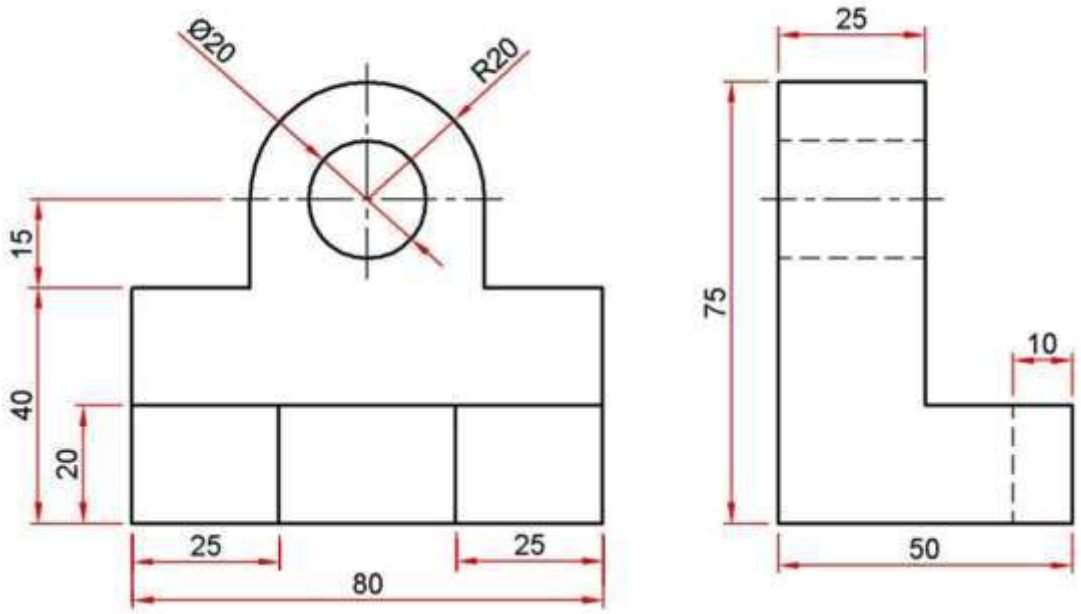
ثانياً- العلاقة بين المسقطين الأمامي والأفقي: يكونان على خط عمودي واحد، أي أن جميع الخطوط العمودية في المسقطين الأمامي والأفقي تكون على استقامة واحدة.

ثالثاً- العلاقة بين المسقطين الجانبي والأفقي: يشتركان بالعرض، بمعنى أن جميع الخطوط الأفقية في المسقط الأفقي تتحول لخطوط عمودية (رأسية) في المسقط الجانبي، وجميع الخطوط العمودية في المسقط الجانبي تتحول لخطوط أفقية في المسقط الأفقي عند تقاطعها مع خط الانعكاس المائل بزاوية 45°.

من هنا أصبح واضحاً أن المعلومات التي يعطيها المسقط الأمامي هي الطول والارتفاع، والجانبي العرض والارتفاع، أما الأفقي فيعطي الطول والعرض، أي يوجد بعد مشترك بين كل مسقطين وهذا ما نصطلح عليه العلاقة بين المساقط الثلاثة.

فعندما يكون المسقط الأمامي والمسقط الجانبي معلومين والمطلوب استنتاج المسقط الأفقي فإن جميع النقاط والخطوط الأمامية الموجودة في المسقط الأمامي تسقط عموديا باتجاه المسقط الأفقي، وكذلك فإن جميع النقاط والخطوط الأمامية الموجودة في المسقط الجانبي تسقط عمودياً لتتقاطع مع خط الانعكاس المائل بزاوية 45° فتتحول إلى خطوط أفقية باتجاه المسقط الأفقي لتتقاطع مع الخطوط العمودية الواردة من المسقط الأمامي وبذلك تتحدد نقاط المسقط الأفقي.

مثال (2): الشكل (3-5) يبيّن المسقطين الأمامي والجانبي لمنظور جسم ما، بعد إعادة رسم المسقطين، ارسم بمقياس رسم 1:1 المسقط الأفقي، موزعاً المساقط الثلاثة بشكل متساوٍ على ورقة الرسم واضعاً الأبعاد عليها.



الشكل (3-5) المسقطان المعلومان الأمامي والجانبي

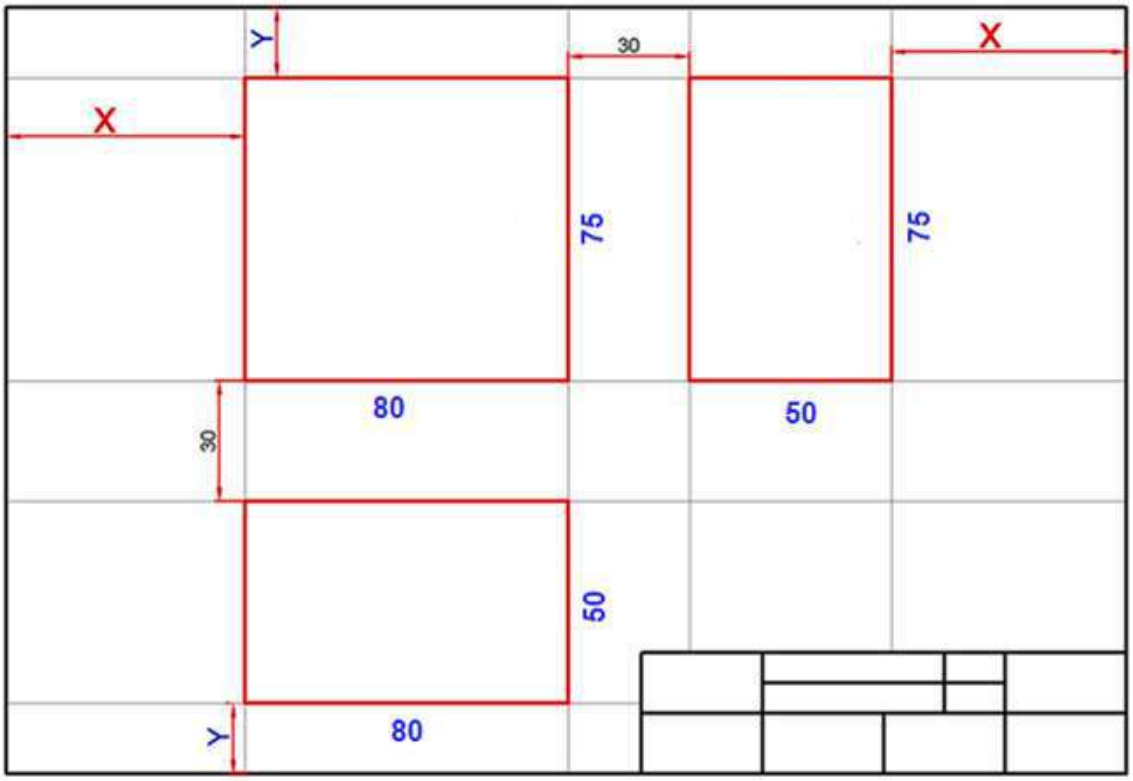
الحل:

أولاً: تستخرج قيم X،Y كما تعلمنا في المثال السابق.

$$X = \frac{277 - (80 + 30 + 50)}{2} = \frac{117}{2} = 58.5 \approx 59 \text{ mm}$$

$$Y = \frac{190 - (75 + 30 + 50)}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \approx 18 \text{ mm}$$

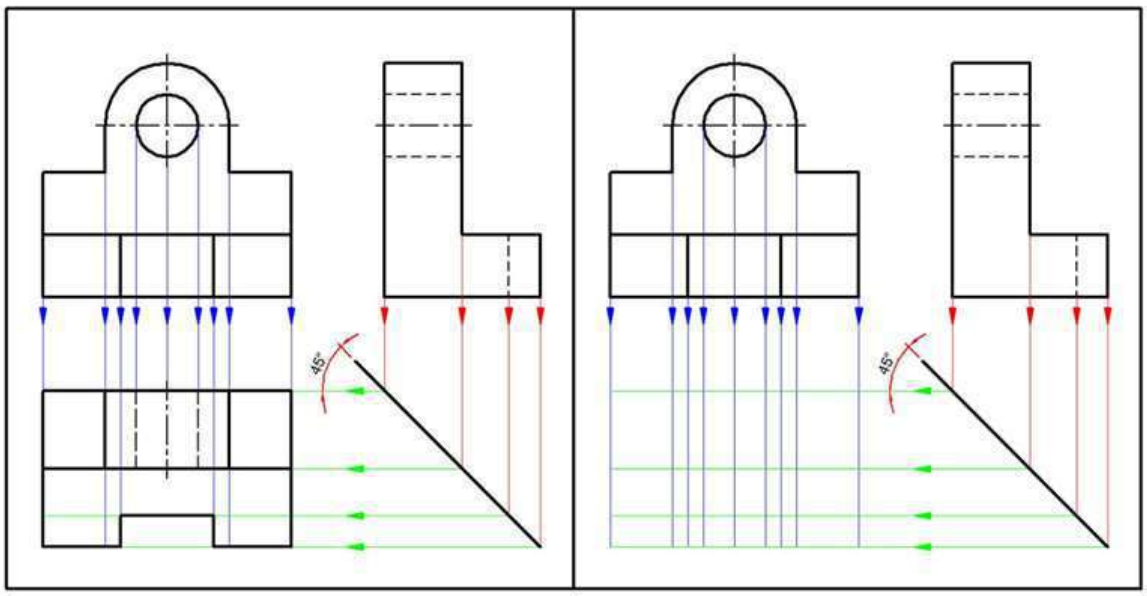
ثانياً: يحدد موقع الركن العلوي الأيسر من ورقة الرسم X=59 mm، Y=18 mm وترسم على أساسها ثلاثة مستطيلات تمثل المساقط الثلاثة، مع ملاحظة استعمال خطوط خفيفة أثناء الرسم ليسهل إزالتها فيما بعد كما في الشكل (3-6).



الشكل (3-6) توزيع مستطيلات المساقط على ورقة الرسم

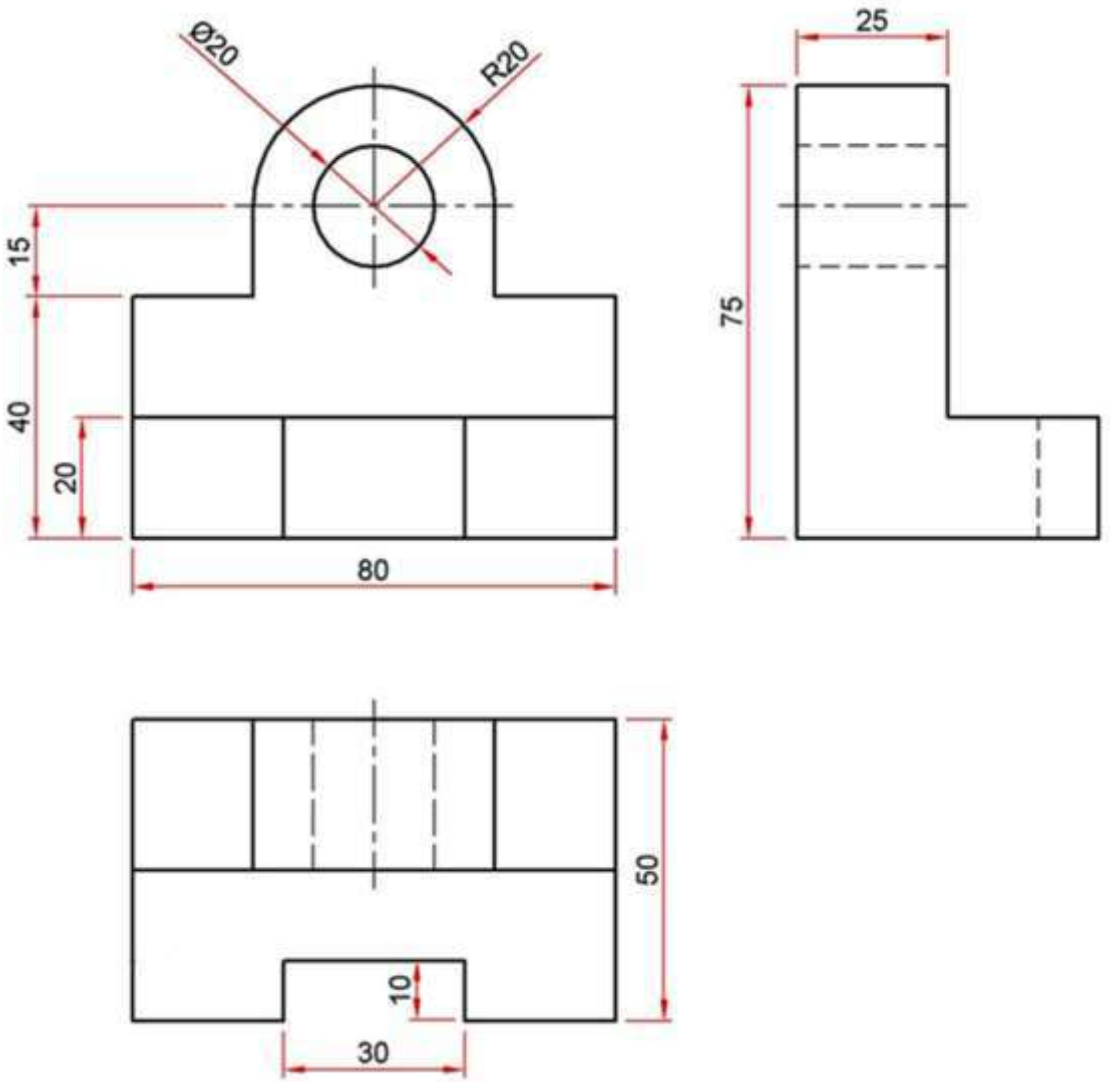
ثالثاً: يستنتج المسقط الأفقي بعد رسم تفاصيل المسقطين المعلومين وكما يأتي، الشكل (3-7):

1. تمد خطوط إسقاط من امتدادات الحدود الخارجية للمسقط الأمامي باتجاه المسقط الأفقي المطلوب (الأسهم زرقاء اللون).
2. تمد خطوط إسقاط امتدادات الحدود الخارجية للمسقط الجانبي باتجاه خط الانعكاس المائل بزاوية 45° (الأسهم حمراء اللون)، وتعكس باتجاه المسقط الأفقي (الأسهم خضراء اللون).
3. تحدد المعالم الخارجية والتفاصيل الداخلية للمسقط الأفقي.



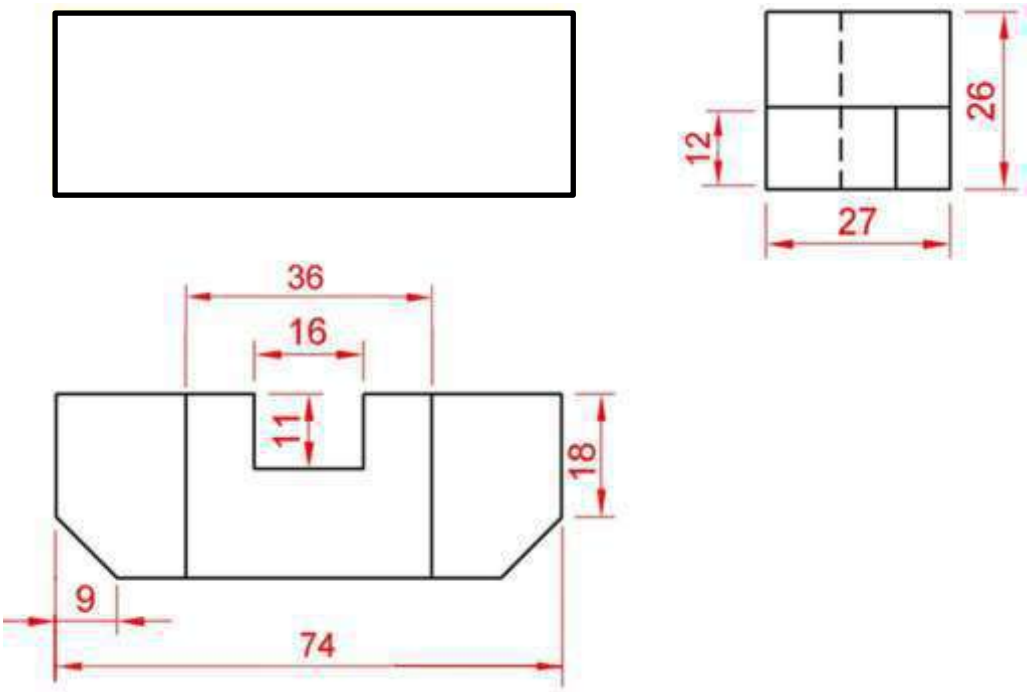
الشكل (3-7) مراحل استنتاج المسقط الأفقي

رابعاً: تمسح خطوط الإسقاط والخطوط الزائدة وتوضّح معالم المسقط بإعادة الرسم بقلم H، توضع الأبعاد على المساقط للحصول على الشكل المطلوب، الشكل (3-8).



الشكل (3-8) المساقط الثلاثة بعد استنتاج المسقط الأفقي

مثال (3): الشكل (3-9) يبيّن المسقط الجانبي والمسقط الأفقي لمنظور (جسم) ما، المطلوب استنتاج المسقط الأمامي ووضع الأبعاد على المساقط الثلاثة.

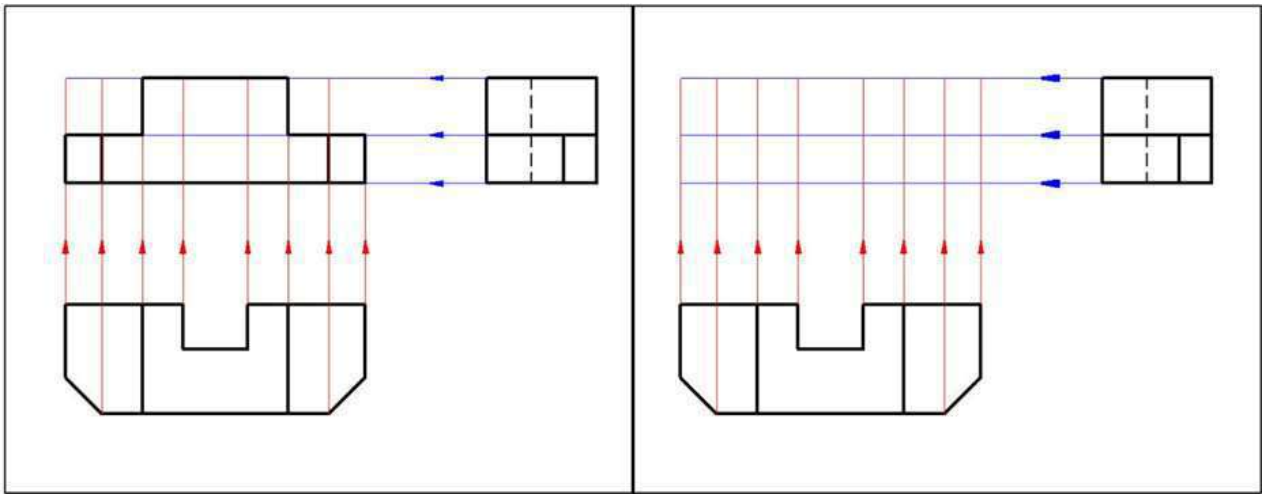


الشكل (3-9) المسقطان الأمامي والأفقي

الحل:

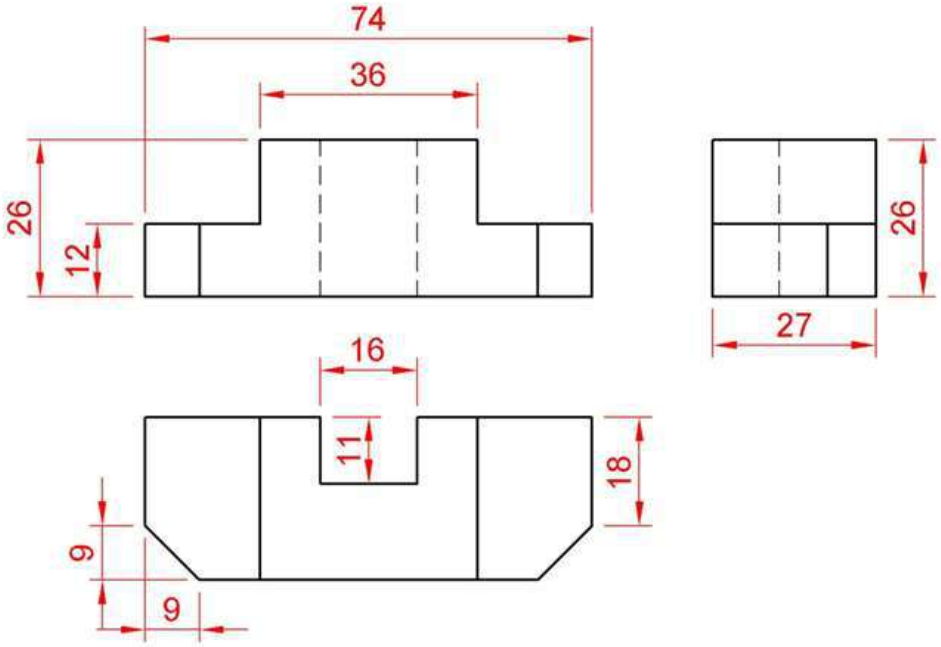
بعد رسم تفاصيل المسقطين المعلومين (كما مر سابقاً من توزيع المساقط على ورقة الرسم) نبدأ باستنتاج المسقط الأمامي وكما يأتي، لاحظ الشكل (3-10):

1. تمد خطوط إسقاط من الحدود الخارجية للمسقط الجانبي باتجاه مستطيل المسقط الأمامي (الأسهم زرقاء اللون).
2. تمد خطوط إسقاط من الحدود الخارجية للمسقط الأفقي باتجاه مستطيل المسقط الأمامي (الأسهم حمراء اللون).
3. تحدد المعالم الخارجية والتفاصيل الداخلية للمسقط الأمامي.



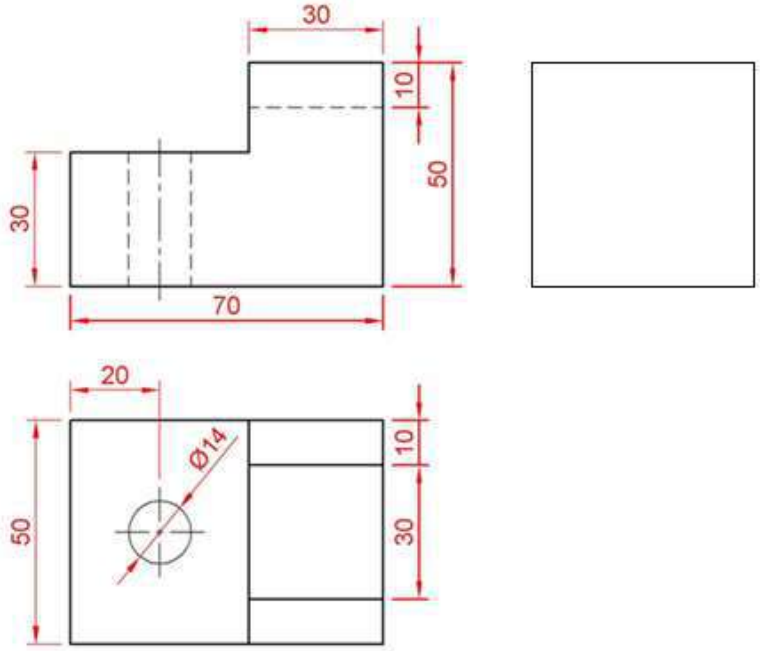
الشكل (3-10) مراحل استنتاج المسقط الأمامي

4. تمسح خطوط الإسقاط والخطوط الزائدة وتوضح معالم المسقط بقلم H، توضع الأبعاد على المساقط للحصول على الشكل المطلوب كما في الشكل (3-11).



الشكل (3-11) المساقط الثلاثة بعد استنتاج المسقط الأمامي

مثال (4): الشكل (3-12) يبين المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لمنظور (جسم) ما، المطلوب استنتاج المسقط الجانبي ووضع الأبعاد على المساقط الثلاثة.

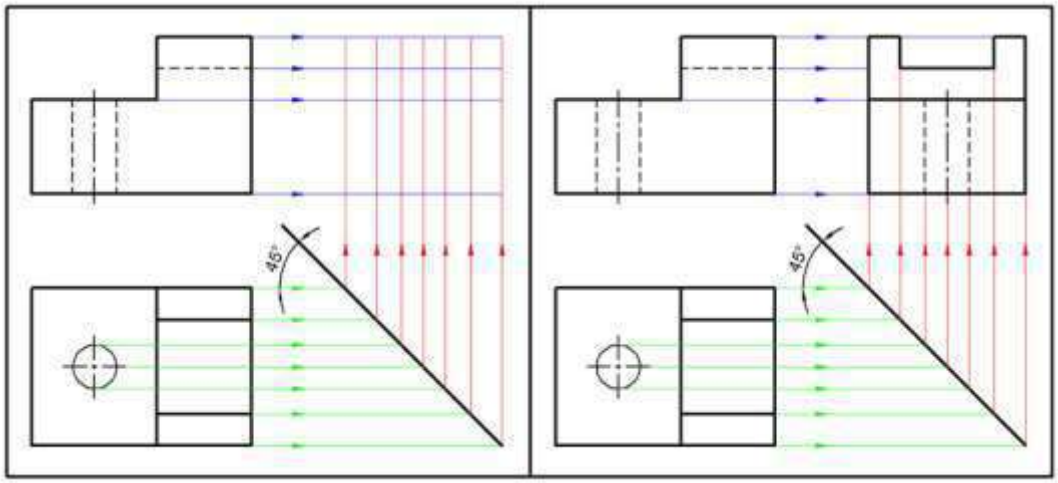


الشكل (3-12) المسقطين الأمامي والأفقي

الحل:

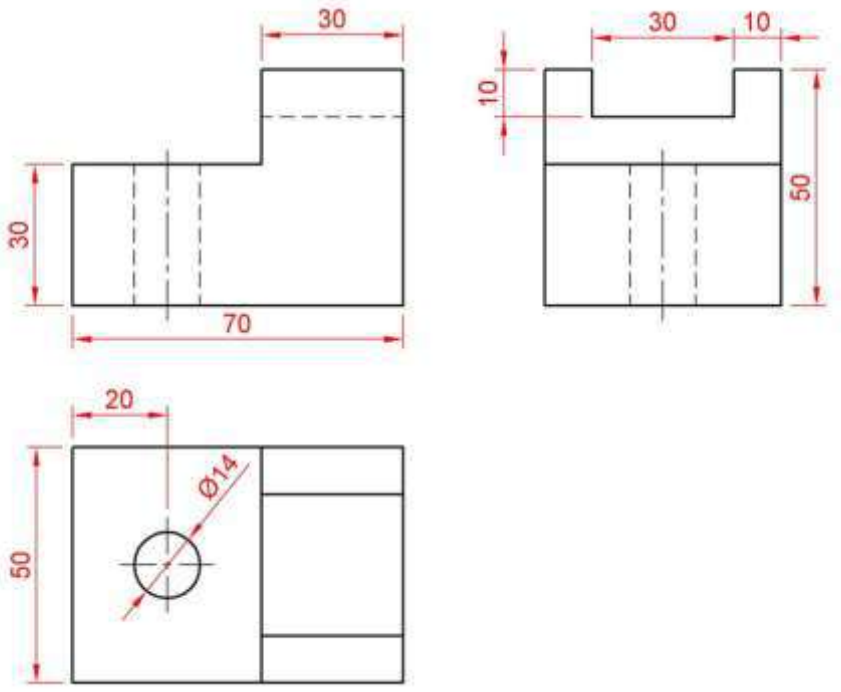
بعد رسم تفاصيل المسقطين المعلومين (كما مر سابقاً من توزيع المساقط على ورقة الرسم) نبدأ باستنتاج المسقط الجانبي وكما يأتي، الشكل (3-13):

1. تمد خطوط إسقاط من الحدود الخارجية للمسقط الأمامي باتجاه المسقط الجانبي (الأسهم زرقاء اللون).
2. تمد خطوط إسقاط من الحدود الخارجية للمسقط الأفقي باتجاه خط الانعكاس المرسوم بزاوية مقدارها 45° (الأسهم خضراء اللون).
3. تعكس من خط الانعكاس خطوط الإسقاط الأفقية الواردة من المسقط الأفقي نحو المسقط الجانبي (الأسهم حمراء اللون).
4. تحدد المعالم الخارجية والتفاصيل الداخلية للمسقط الجانبي.



الشكل(3-13) مراحل استنتاج المسقط الأفقي

5. تمسح خطوط الامتداد والخطوط الزائدة وتوضح معالم المسقط للحصول على الشكل المطلوب كما في الشكل (3-14).

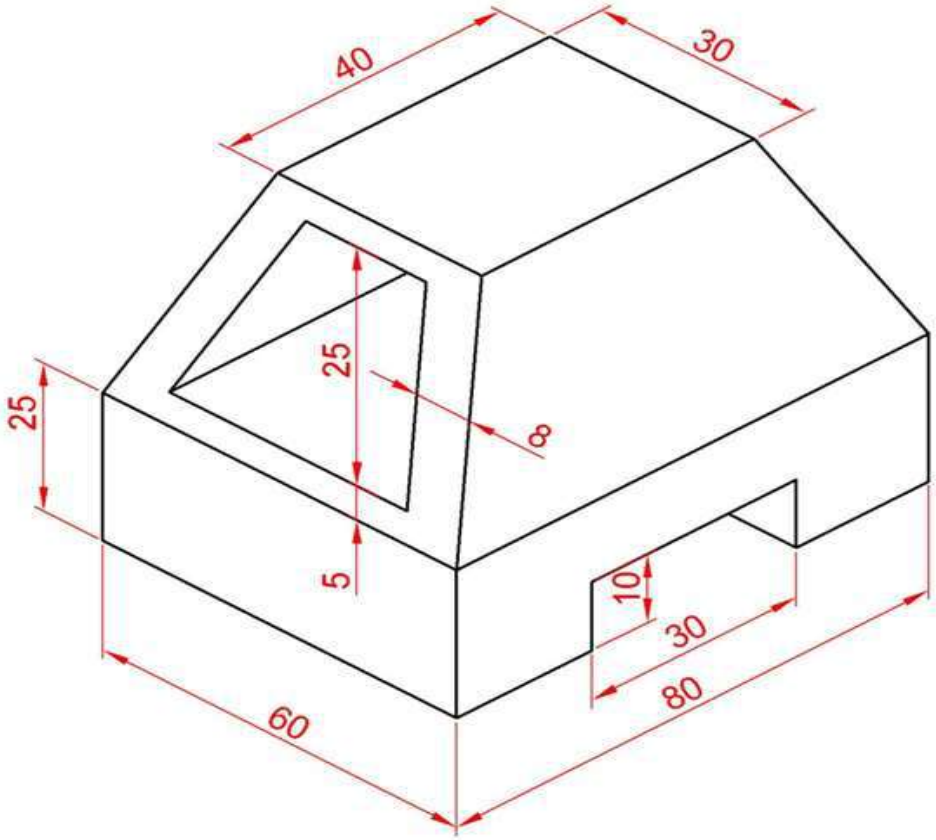


الشكل (3-14) المساقط الثلاثة بعد استنتاج المسقط الجانبي

4-3 مساقط المشغولات التي تحتوي على مجاري

إن رسم مساقط قطع العمل التي تحتوي على مجاري يحتاج إلى دقة كبيرة في عملية الإسقاط، إذ يتطلب الرسم عملية إسقاط من مسقط إلى آخر، لأن فتح المجرى يعني إزالة معدن من المشغولة مما يؤثر على البعد الأصلي للمشغولة، وكما سيتوضح في الأمثلة الآتية:

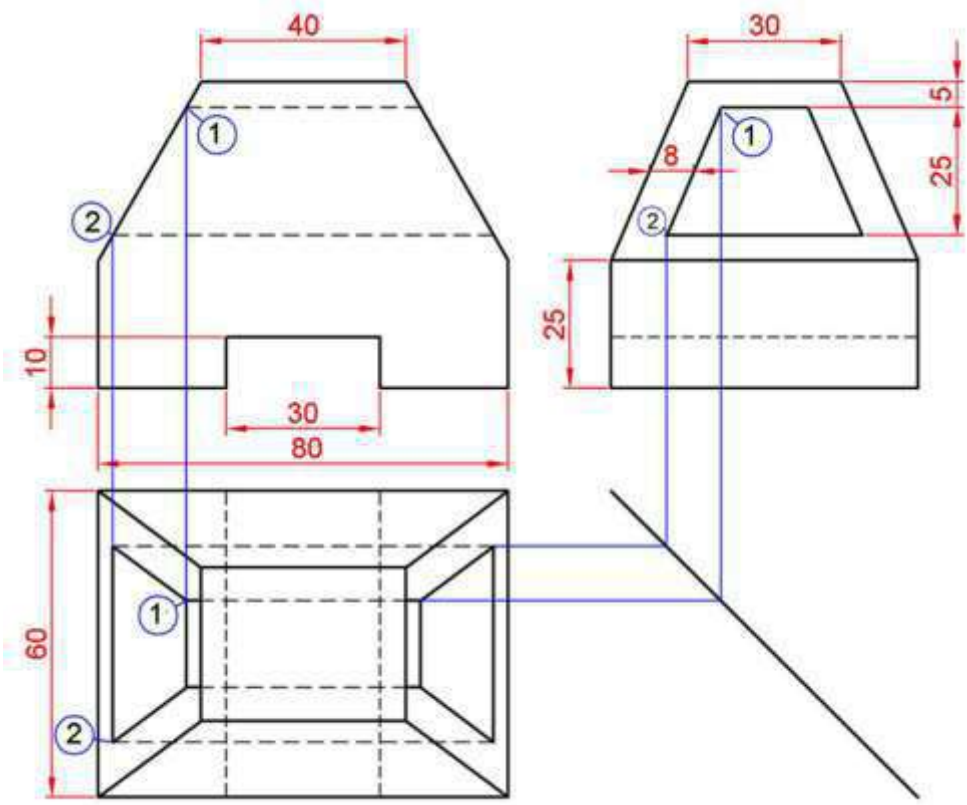
مثال (5): الشكل (3-15) يبين جسم منشوري الشكل مصنوع من الألمنيوم، فيه سطح مائل يحتوي على مجرى مفتوح، أرسم المساقط الثلاثة مع وضع الأبعاد.



الشكل (3-15) جسم منشوري الشكل فيه سطح مائل يحتوي على مجرى مفتوح

الحل:

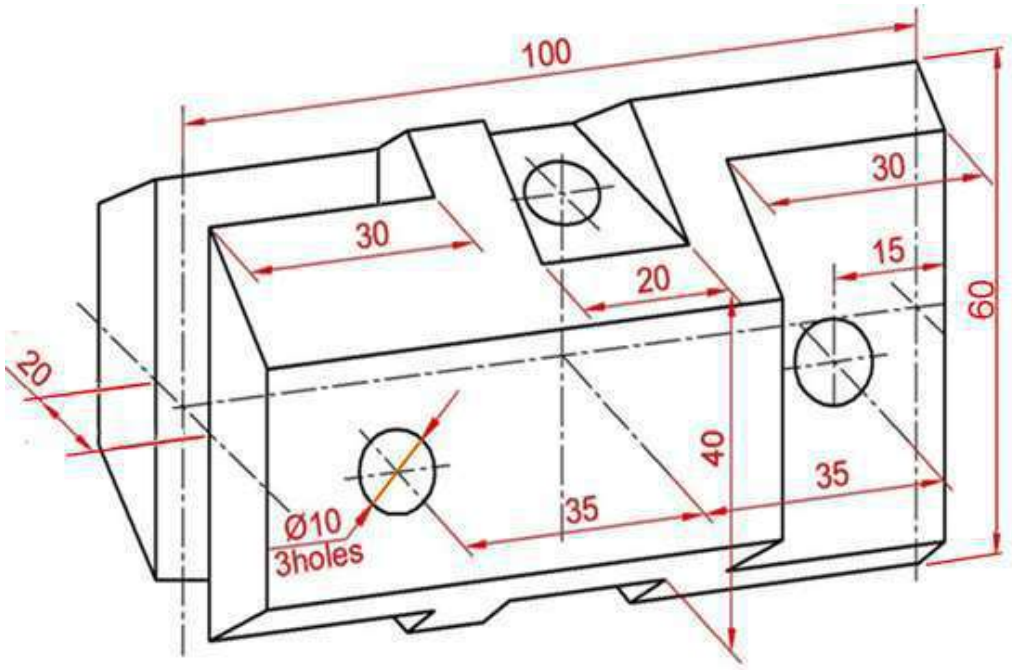
1. ترسم المساقط الثلاثة المطلوبة كما تعلمنا سابقا.
2. يلاحظ أن المجرى المائل المرسوم في المسقط الأمامي كخط مخفي يكون في المسقط الأفقي ناتجاً من إسقاط النقطتين (1) و (2)، الشكل (3-16).
3. تمد خطوط إسقاط من النقطتين المذكورتين الموجودتين في المسقط الأمامي باتجاه المسقط الأفقي ليتحدد طول المجرى الحقيقي.
4. تمد خطوط اسقاط من النقطتين (1) و (2) الموجودتين في المسقط الجانبي باتجاه المسقط الأفقي بعد انعكاسها من الخط المائل بزاوية 45° ليتم تحديد عرض المجرى الوهمي في المسقط الأفقي.



الشكل (3-16) المساقط الثلاثة لجسم منشوري فيه سطح مائل ومجرى مفتوح

5-3 مساقط الأجسام التي تحتوي على مجرى باتجاه قطري (المحاور الرئيسة)

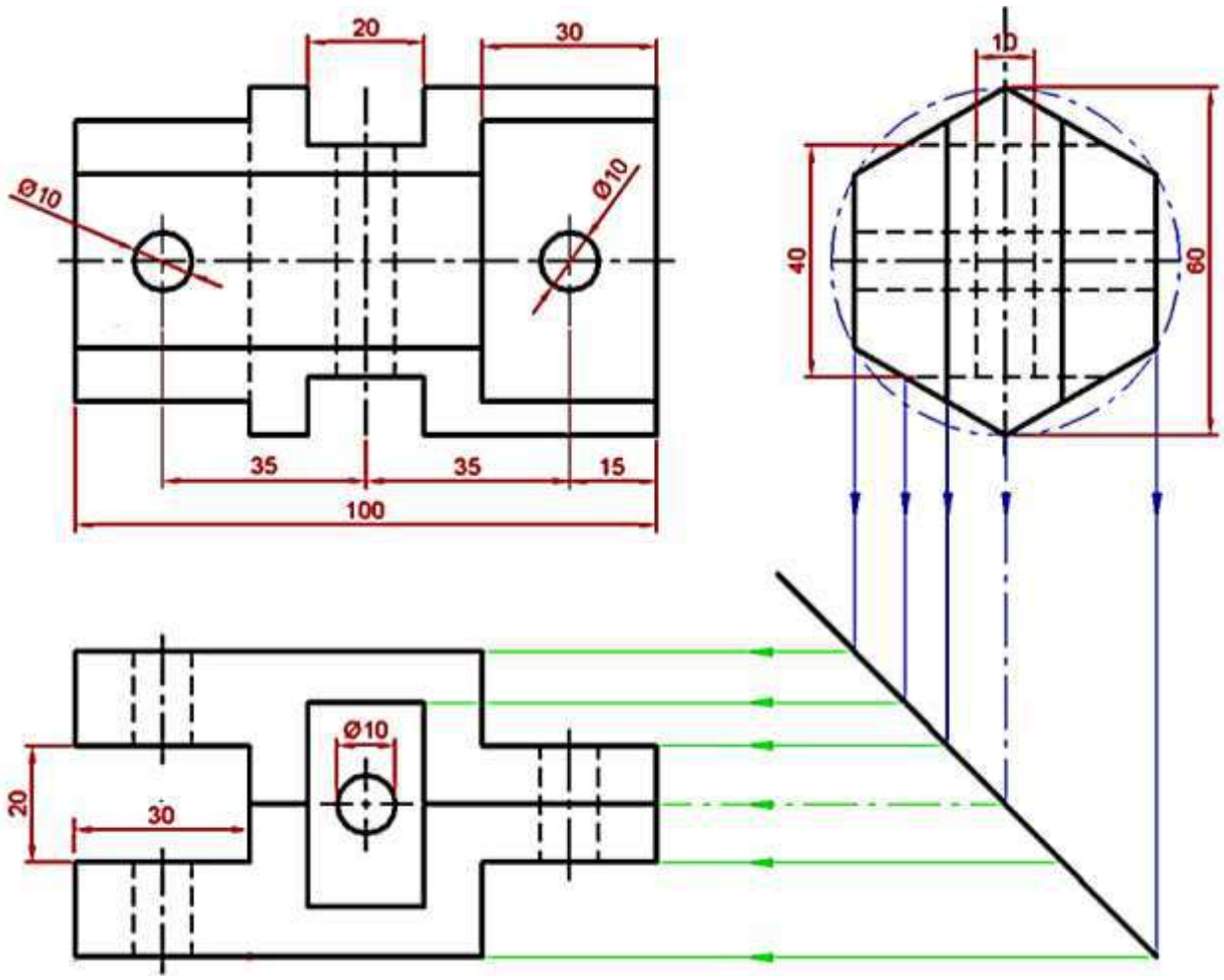
مثال (6): الشكل (3-17) يبيّن جسم منشوري مصنوعة من الفولاذ الكربوني، تم تشغيلها لتكون بشكل سداسي منتظم، أرسم المساقط الثلاثة مع وضع الأبعاد.



الشكل (3-17) جسم سداسي الشكل فيه مجرى قطري

الحل:

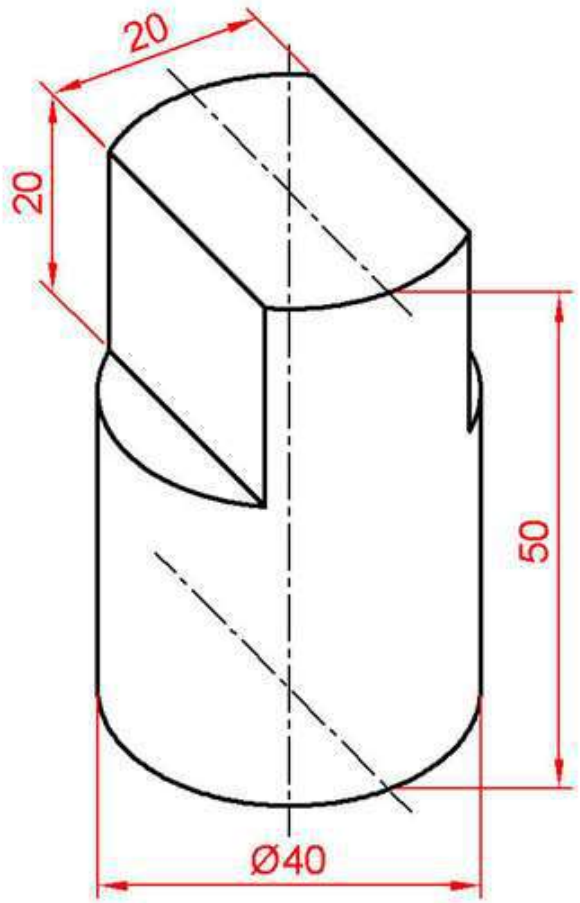
1. يرسم أولاً المسقط الجانبي (شكل سداسي داخل دائرة قطرها 60 mm) إذ يُعد الأساس الذي سيحدد عرض الجسم وحافات الشكل السداسي، ومن ثم يحدد عرض كل من المجرى القطري والمجريين العلوي والسفلي.
2. يرسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي من خلال نقل القياسات الناتجة إلى المسقطين بالإسقاط كما في الشكل (3-18).



الشكل (3-18) المساقط الثلاثة لجسم منشوري فيه مجرى قطري

6-3 مساقط المشغولات الأسطوانية التي فيها جزءً مسطحاً

مثال (7): الشكل (3-19) يبيّن مشغولة أسطوانية مصنوعة من الفولاذ الكربوني، تم تشغيلها بالخراطة وتم تسطيح جزء من جانبيها بالتفريز لتكون جزءاً من ماكينة، ارسم المساقط الثلاثة لها مع وضع الأبعاد.

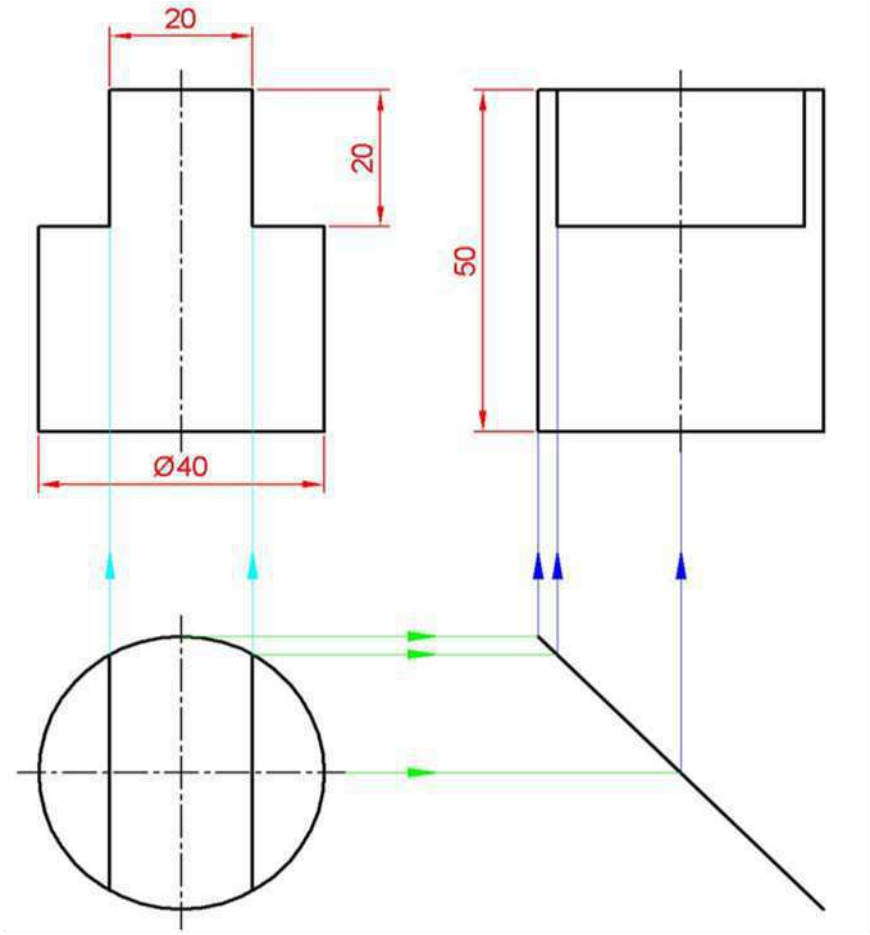


الشكل (3-19) اسطوانة فيها تسطيح متناظر

الحل:

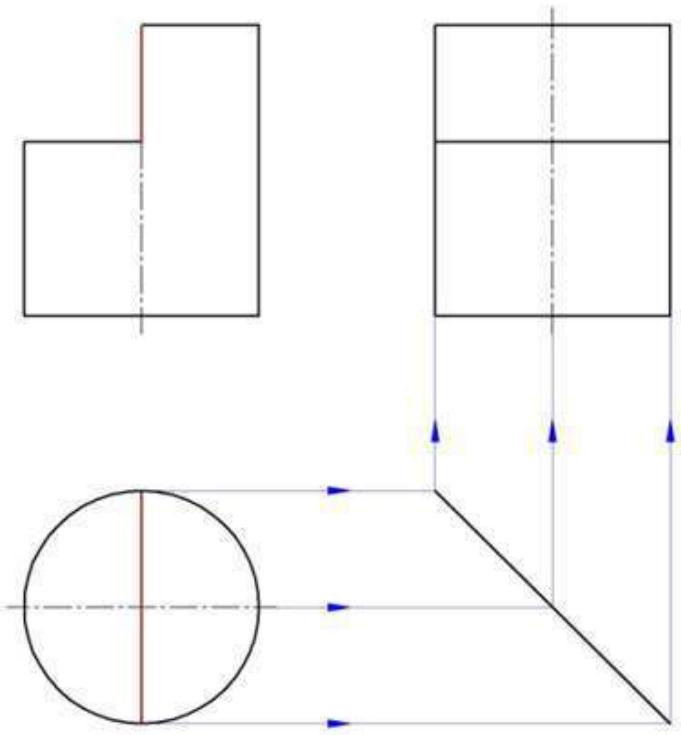
الشكل (3-20) يبين رسم المساقط الثلاثة لأسطوانة فيها جزء مسطح.

1. يرسم المسقط الأفقي وهو عبارة عن دائرة قطرها 40 mm ثم يرسم التسطيح بعرض 20 mm.
2. تمد خطوط إسقاط من الحدود الخارجية للمسقط الأفقي باتجاه المسقط الأمامي ويرسم المسقط الأمامي.
3. تمد خطوط إسقاط من الحدود الخارجية للمسقط الأفقي باتجاه خط الانعكاس المرسوم بزاوية مقدارها 45° (الأسهم خضراء اللون).
4. تعكس من خط الانعكاس خطوط الامتداد الواردة من المسقط الأفقي نحو المسقط الجانبي (الأسهم زرقاء اللون).
5. تحدد معالم وتفاصيل المسقط الجانبي وتمسح الخطوط الزائدة، توضع الأبعاد على الرسم.



الشكل (3-20) المساقط الثلاثة لمشغولة اسطوانية فيها جزء مسطح

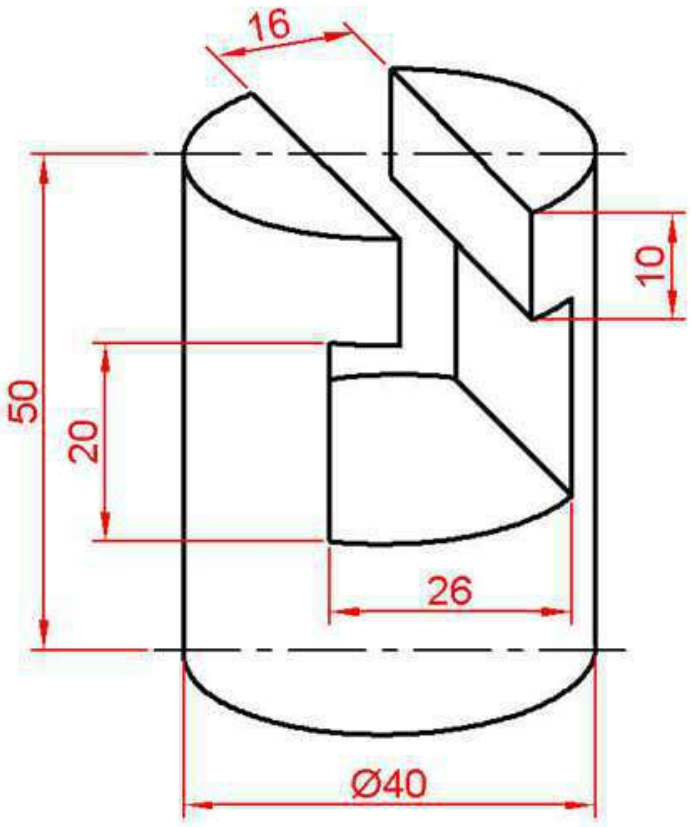
ملاحظة: إذا كان الجزء المسطح يمر في خط المحور تماماً فإن المسقط الجانبي لا يحصل فيه أي تغيير كما في الشكل (3-21).



الشكل (3-21) الجزء المسطح المار بالمحور

7-3 مساقط المشغولات الاسطوانية فيها مجرى بشكل حرف T

مثال (8): الشكل (3-22) يبيّن مشغولة أسطوانية فيها مجرى بشكل حرف T مصنوعة من الألمنيوم، تم تشغيلها بالخراطة والتفريز لتكون جزءاً من ماكينة، ارسم المساقط الثلاثة مع وضع الأبعاد.



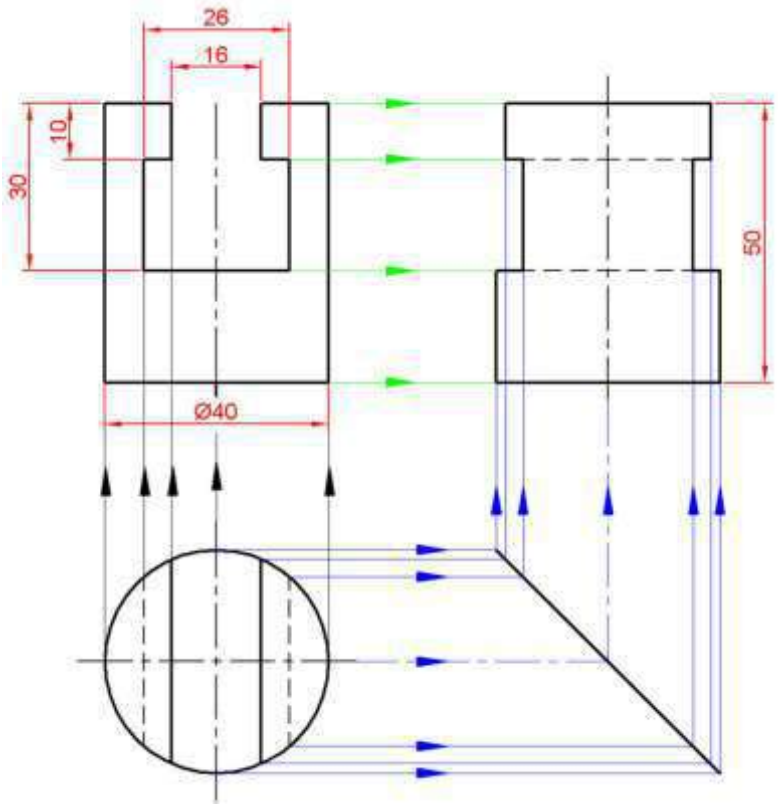
الشكل (3-22) مشغولة اسطوانية تحتوي على مجرى بشكل حرف T

الحل:

الشكل (3-23)

1. يرسم المسقط الأفقي وهو عبارة عن دائرة قطرها 40 mm ويحدد عليه المجرى الأول بعرض 16 mm والمجرى الثاني (يكون مخفياً) بعرض 26 mm.
2. تمد خطوط إسقاط من الحدود الخارجية للمسقط الأفقي باتجاه المسقط الأمامي (الأسهم سوداء اللون) إذ يرسم المسقط وترسم عليه المجاري.
3. تمد خطوط إسقاط من الحدود الخارجية للمسقط الأفقي باتجاه خط الانعكاس المرسوم بزاوية مقدارها 45° وتعكس باتجاه المسقط الجانبي (الأسهم زرقاء اللون).
4. تمد خطوط إسقاط من الحدود الخارجية للمسقط الأمامي (الأسهم خضراء اللون) باتجاه المسقط الجانبي لتتقاطع مع الخطوط الواردة من المسقط الأفقي.
5. تحدد معالم وتفاصيل المسقط الجانبي وتمسح الخطوط الزائدة.
6. توضع الأبعاد على الرسم.

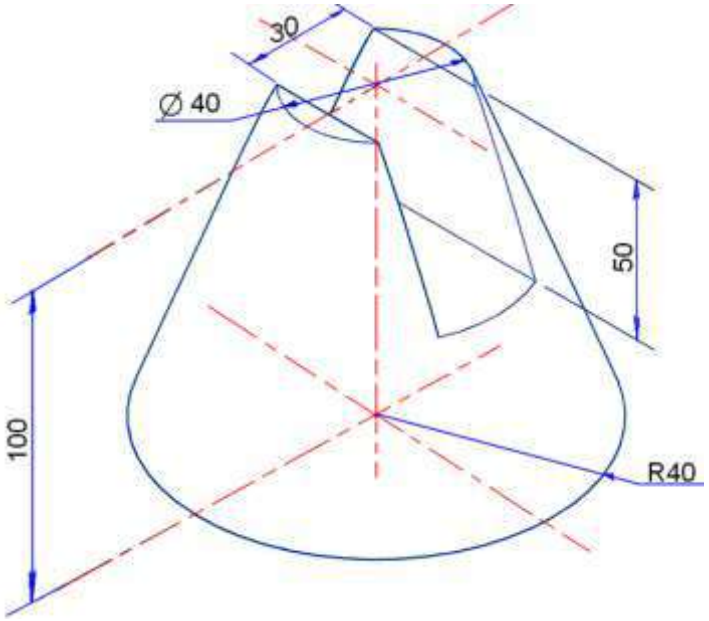
وبذلك يتم الحصول على المساقط الثلاثة المطلوبة.



الشكل (3-23) المساقط الثلاثة لمشغولة اسطوانية تحتوي على مجرى بشكل حرف T

3-8 مساقط المشغولات المخروطية التي فيها مجرى

مثال (9): الشكل (3-24) يبيّن مشغولة مخروطية مصنوعة من الألمُنيوم، تم تشغيلها بالخراطة ومن ثم بالتفريز لعمل مجرى لتكون جزءاً من ماكينة، ارسم المساقط الثلاثة مع وضع الأبعاد.

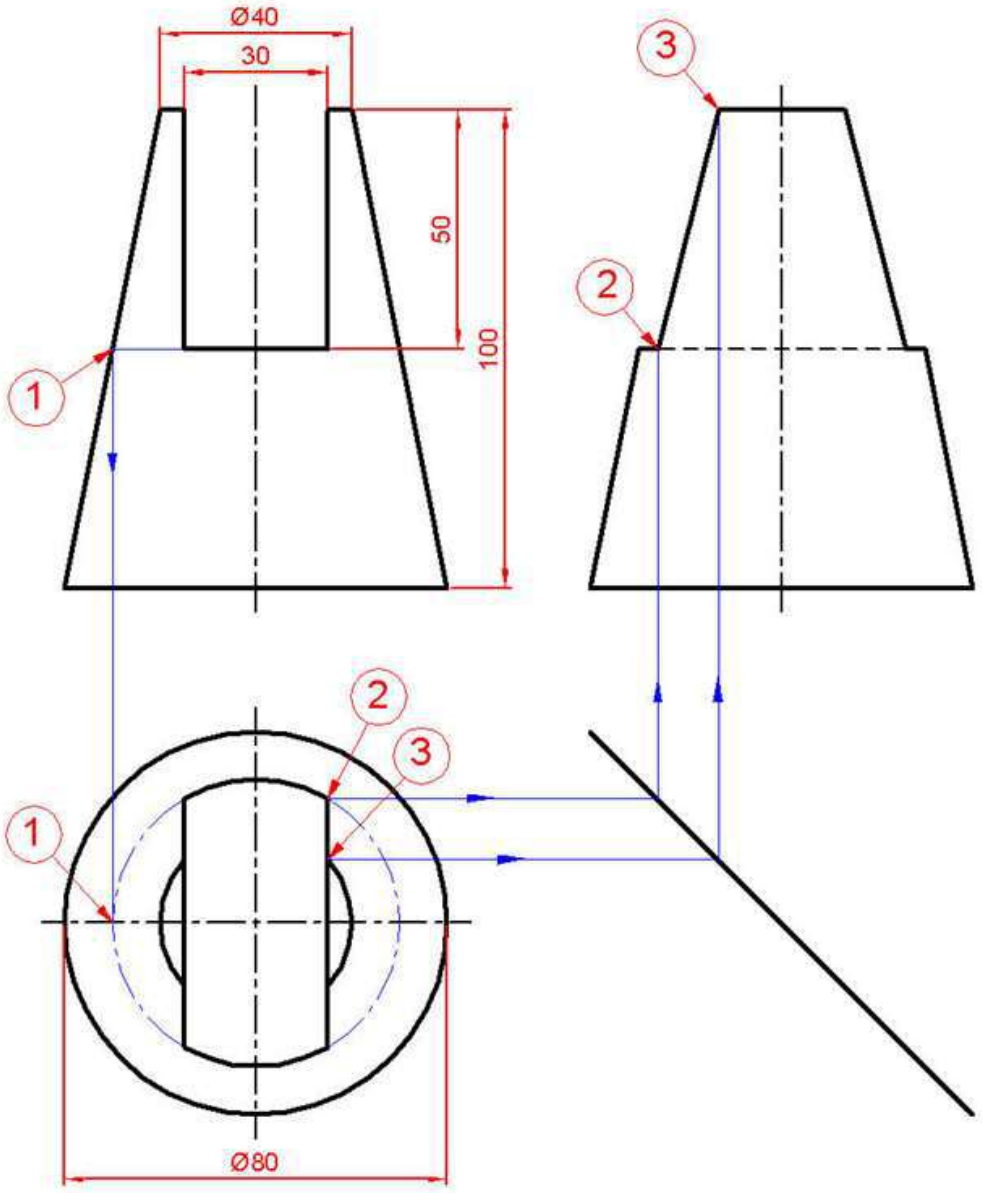


الشكل (3-24) مخروط ناقص فيه مجرى قطري

الحل:

يبيّن الشكل (3-25) رسم المساقط الثلاثة للمنظور المبين في المثال.

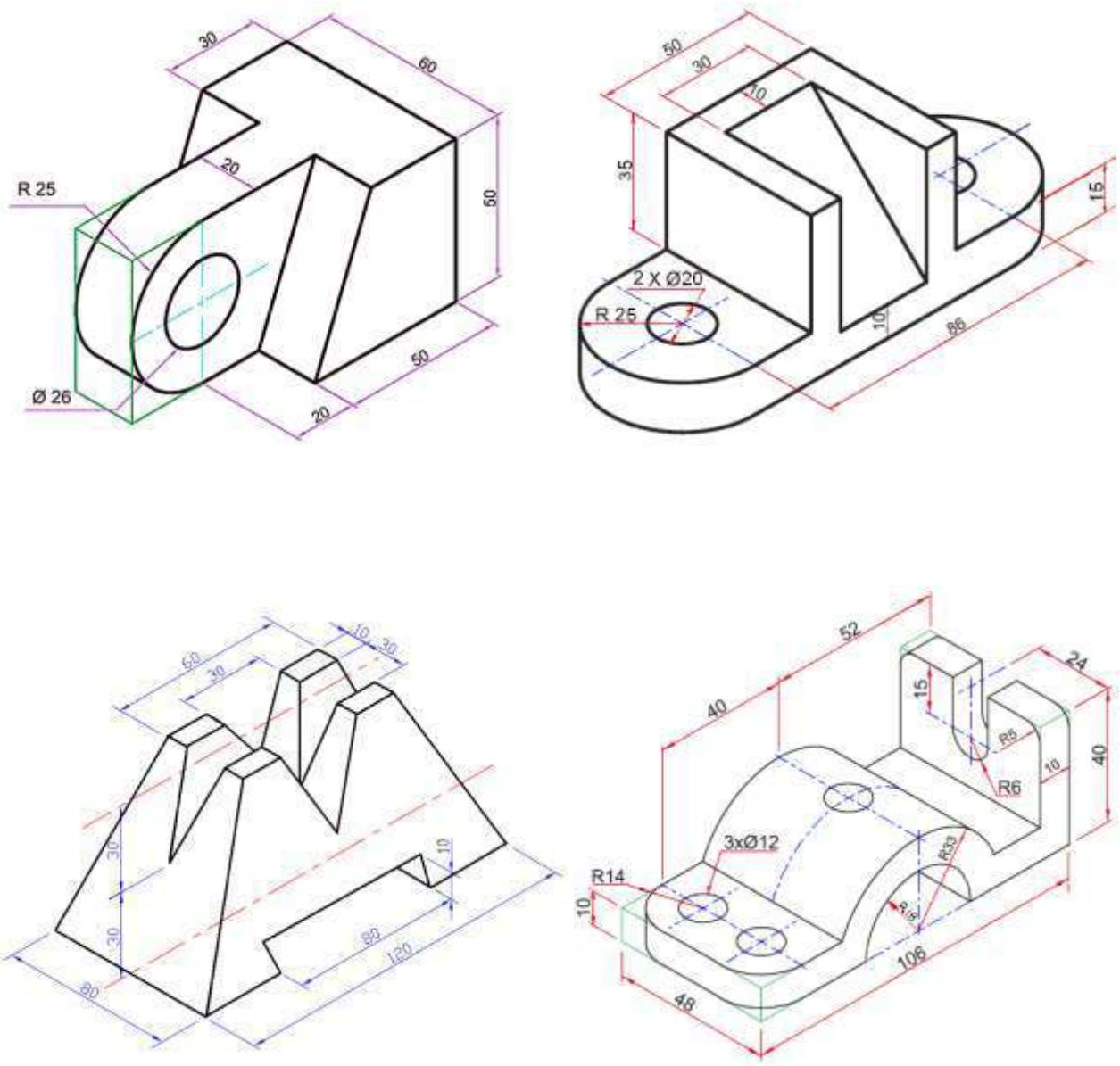
1. يرسم المسقط الأفقي على شكل دائرة كبيرة وأخرى صغيرة يقطعها مجرى، إلاّ انه من غير الممكن معرفة طول مسقط المجرى الظاهر فيه من غير رسم المسقط الأمامي.
2. يرسم المسقط الأمامي (كاملاً) ومن ثم يكمل رسم المسقط الأفقي من خلال تحديد الدائرة المؤشرة في النقطة (1) والتي تم رسم اسقاطها من المسقط الأمامي، ويحدد قطرها عمق المجرى، إذ يتم رسم الدائرة بخط فاتح ويتم تحديد المجرى عليها.
3. لرسم المسقط الجانبي لاحظ أن النقاط (2) و (3) في المسقط الأفقي ستحددان عرض التداخل (التخصر) الذي سيظهر في المسقط الجانبي نتيجة فتح المجرى في شكل مخروطي، ويتم نقل القياس بالإسقاط لغرض رسم المسقط الجانبي بشكل دقيق.



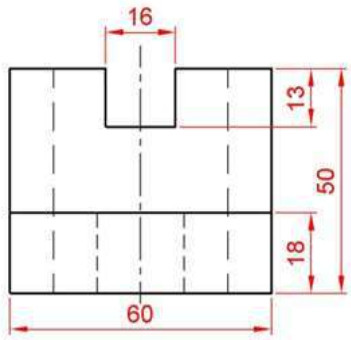
الشكل (3-25) المساقط الثلاثة لمخروط ناقص فيه مجرى قطري

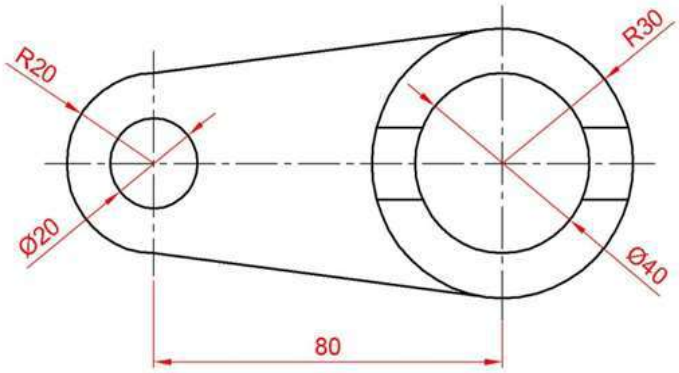
أسئلة الفصل الثالث

س1- بمقياس رسم 1:1 أرسم للمناظير الأربعة المبينة في الشكل أدناه المساقط الثلاثة موزعة على ورقة الرسم (بعد رسم الإطار وجدول المعلومات)، مع وضع الأبعاد عليها.

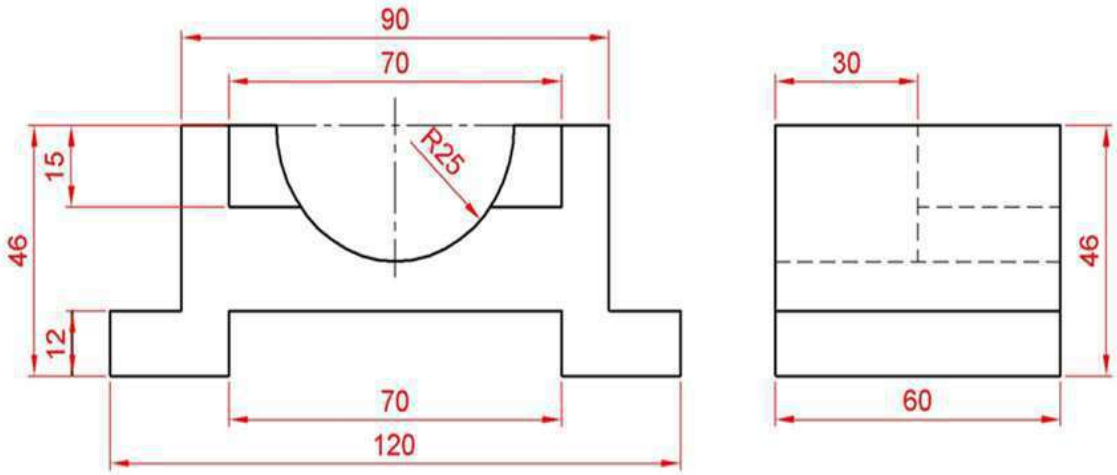


س2- الشكل أدناه يبين المسقطين الجانبي والأفقي لمنظور هندسي، بمقياس رسم 1:1 ارسم المساقط الثلاثة بعد استنتاج المسقط الأمامي، مع وضع الأبعاد عليها.

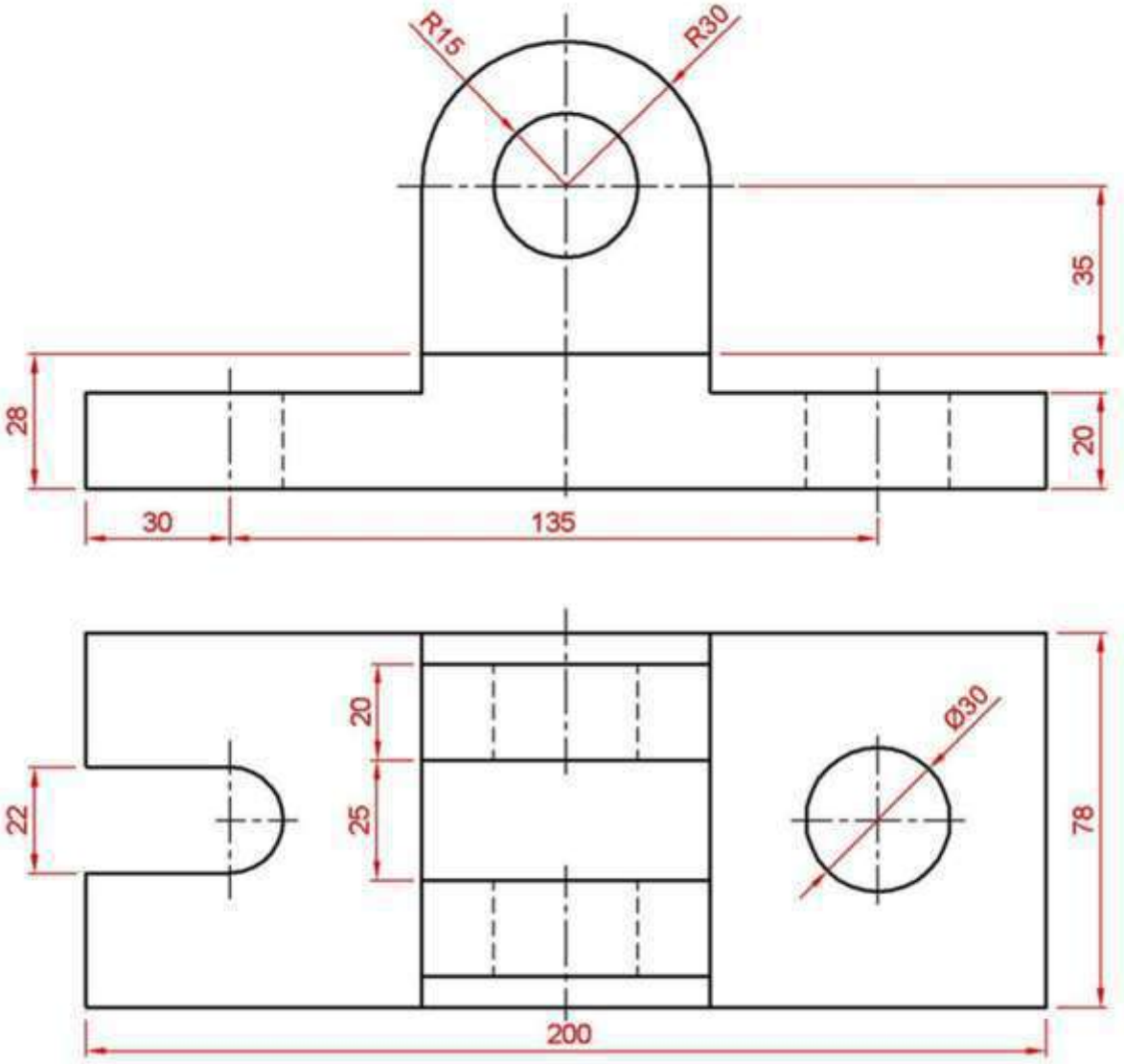




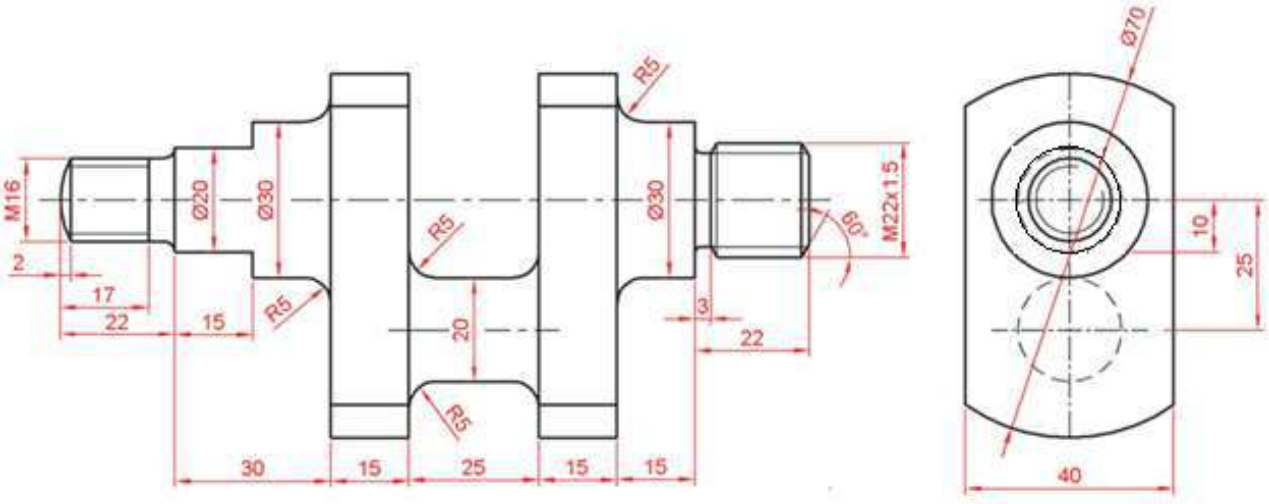
س3- الشكل أدناه يبين المسقطين الأمامي والجانبي لمنظور هندسي، بمقياس رسم 1:1 ارسم المساقط الثلاثة بعد استنتاج المسقط الأفقي، مع وضع الأبعاد عليها.



س4- الشكل أدناه يبين المسقطين الأمامي والأفقي لمنظور هندسي، بمقياس رسم 2:1 ارسم المساقط الثلاثة بعد استنتاج المسقط الجانبي، مع وضع الأبعاد عليها.



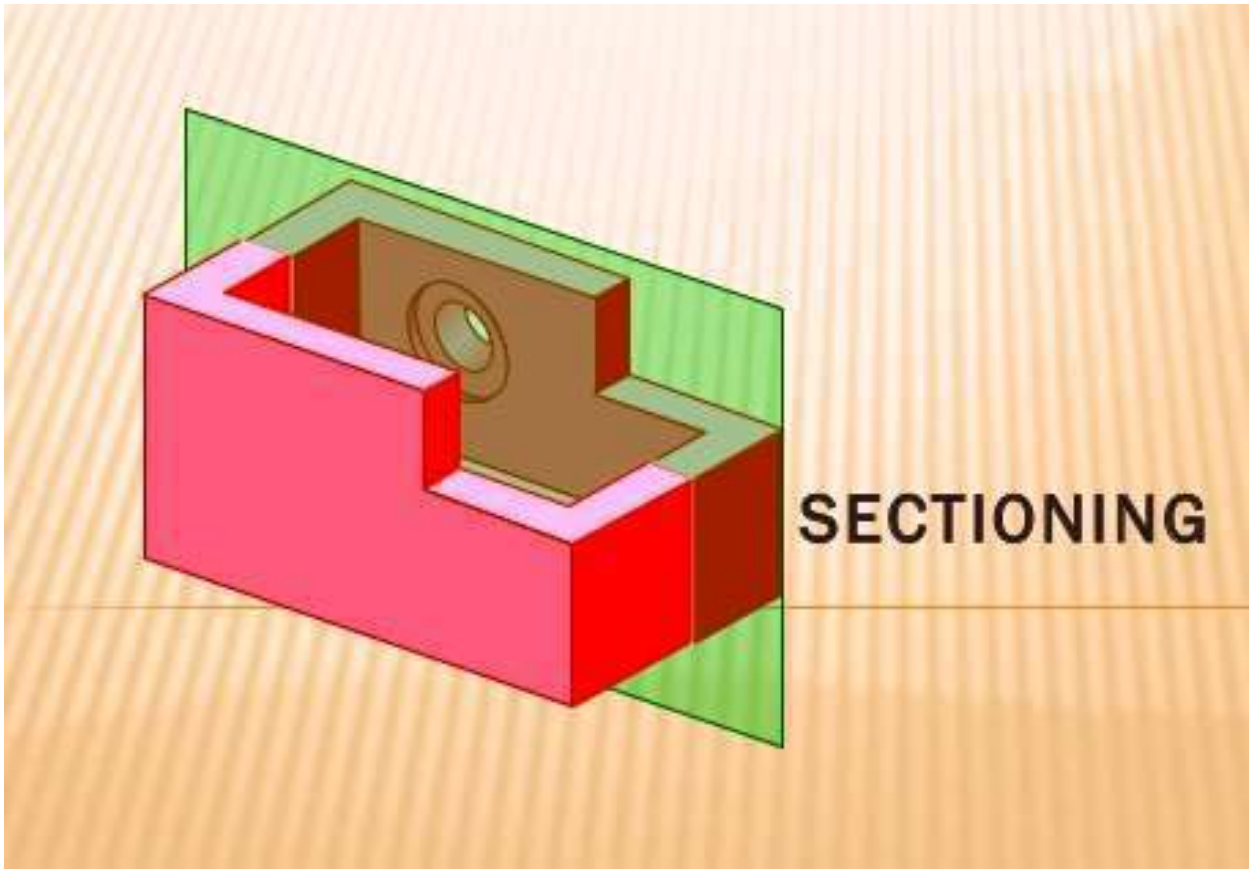
س5- الشكل أدناه يبين المسقطين الأمامي والجانبي لعمود مرفق، بمقياس رسم 1:1 ارسم المساقط الثلاثة بعد استنتاج المسقط الأفقي، مع وضع الأبعاد عليها.



الفصل الرابع

رسم المقاطع

Drawing of Sections



أهداف الفصل الرابع

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على ان:

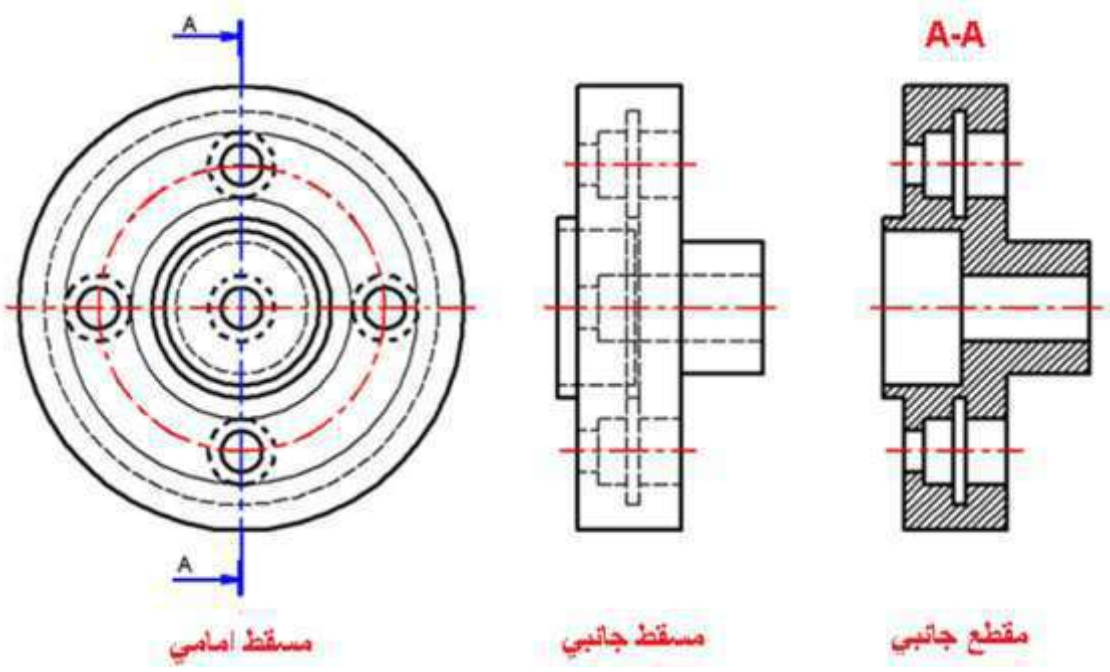
1. يفهم المقطع.
2. يميز بين المسقط والمقطع.
3. يميز خط القطع وتظليل السطوح المقطوعة.
4. يميز بين أنواع المقاطع وكيفية تمثيلها على الورقة.
5. يميز الأجزاء التي لا تقطع.

1-4 تمهيد

تعلمنا عند رسم المساقط بان الحافات الداخلية التي لم تظهر عند النظر للجسم تمثل بخطوط متقطعة سميت بالخطوط المخفية، إن كثرة هذه الخطوط المخفية التي تظهر في الرسوم المعقدة التي تحوي أجزاء داخلية تسبب تشويها للرسم وصعوبة في فهمه، ولأجل توضيح هذه الأجزاء المخفية ترسم المساقط المقطوعة (Sectional Views) وقد مرَّ موضوع المساقط المقطوعة في المرحلة الدراسية السابقة وسيتم تناولها في هذا الفصل بشيء من التفصيل.

2-4 المقطع Section

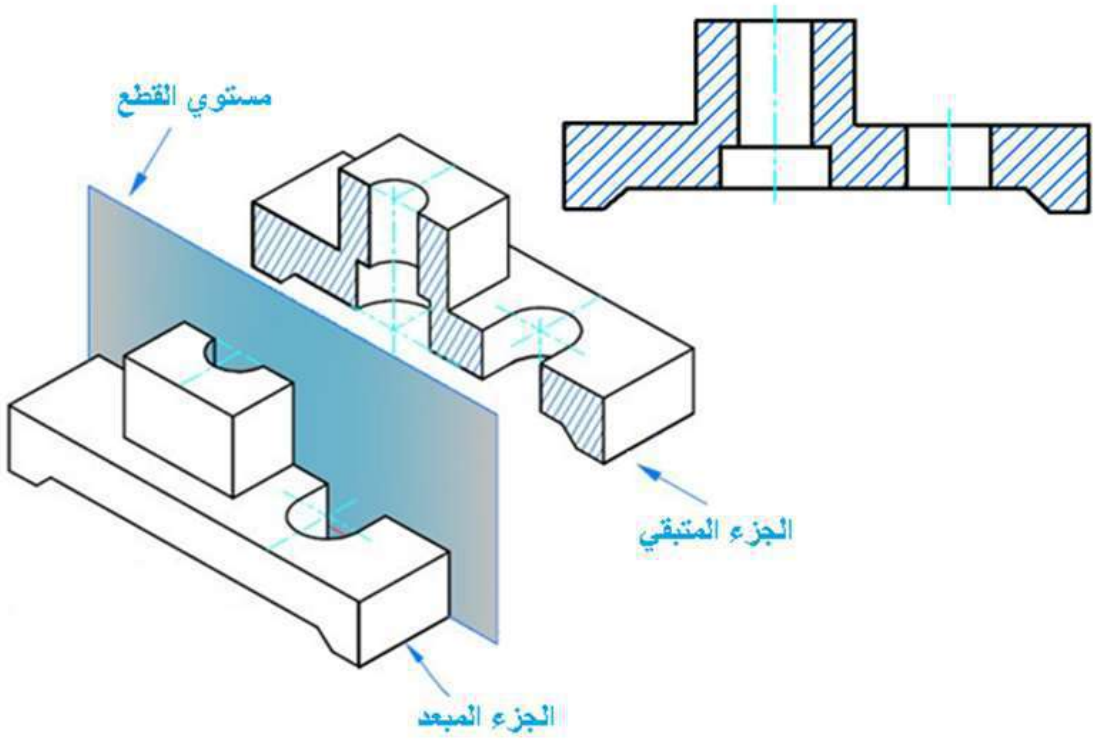
يعرف المقطع (القطاع) Section بأنه مسقط مقطوع خالي من الخطوط المخفية، وينتج من مرور مستوٍ قاطع خلال المنطقة المراد توضيح أجزاءها الداخلية يقطع الجسم إلى جزأين ثم تتم إزاحة الجزء الأمامي ورسم ما يتبقى من الجسم. ويبيّن الشكل (4-1) الفرق بين مسقط جانبي لمشغولة يحوي الكثير من الخطوط المخفية ومقطع جانبي للمشغولة نفسها.



الشكل (4-1) التمييز بين المسقط والمقطع

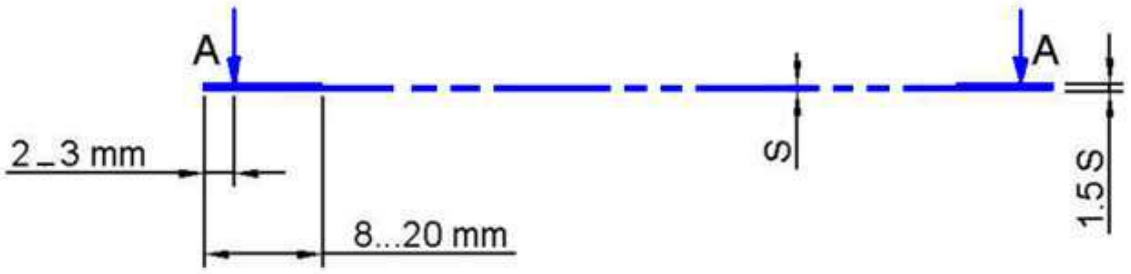
3-4 المستوي القاطع Cutting Plane

يمكن تمثيل المستوي القاطع كأنه أداة قطع (منشار مثلاً) قطعت الجسم عند محور محدد إلى نصفين. ولو تفحصنا أسطح الأجزاء المقطوعة نجد ان أداة القطع قد تركت آثاراً عليها، هذه الآثار أتفق على تمثيلها في الرسم بخطوط رفيعة متوازية بينها مسافات متساوية وتميل عن الأفق بزاوية في اغلب الأحيان تكون قيمتها 45° نحو اليمين أو اليسار تسمى خطوط التظليل (التهشير)، ويبيّن الشكل (4-2) مستوي قطع جانبي يقطع مشغولة ويفصلها إلى نصفين يمثل احدهما تظليل جانبي كامل، ويفضل عدم وضع أبعاد أو إشارات ضمن الخطوط مع تجنب رسم خطوط مخفية أو ظاهرية في منطقة التظليل.



الشكل (4-2) المستوي القاطع والمقطع الجانبي

ملاحظة: يتم التعبير عن مستوي القطع بخط يسمى خط القطع Cutting Line، وهو خط متسلسل رفيع ونهايتاه سميكتان بطول (8-20 mm)، وسمكه يساوي مرة ونصف سمك الخط المتسلسل. وفي نهاية كل خط يوضع خط عمودي فيه سهم قياس على مسافة (2-3 mm) من نهاية الخط للإشارة إلى اتجاه النظر نحو المسقط المطلوب تحويله إلى مقطع، إضافة إلى كتابة حروف كبيرة قرب كل سهم، A أو B للتمييز بين المقاطع في حالة رسم أكثر من مقطع، كما في الشكل (4-3).

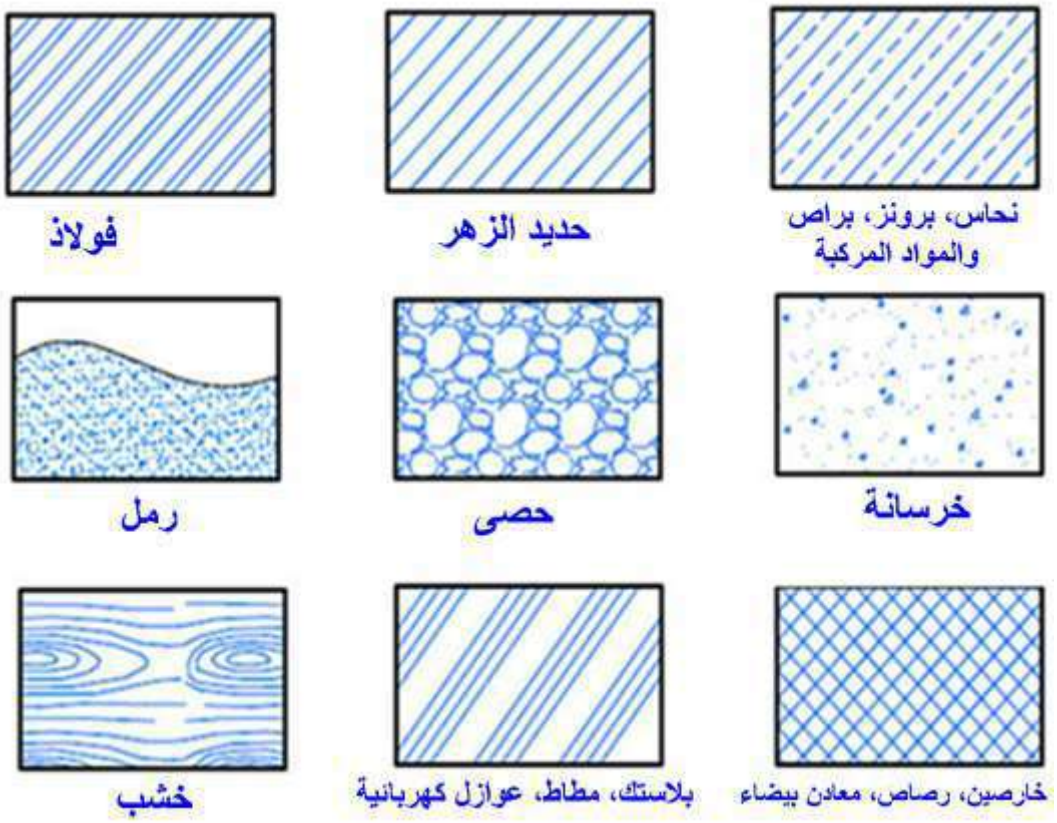


الشكل (4-3) خط القطع

رموز السطوح المقطوعة:

توجد رموز خاصة تستعمل لتمثيل المواد عند قطعها. والجدول (4-1) يبيّن رموز السطوح المقطوعة لبعض هذه المواد.

الجدول (4-1) رموز السطوح المقطوعة لبعض المواد

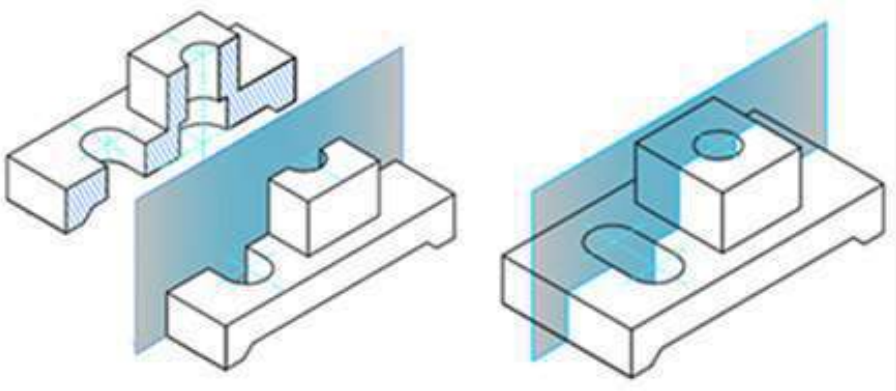


4-4 أنواع المقاطع Types of Sections

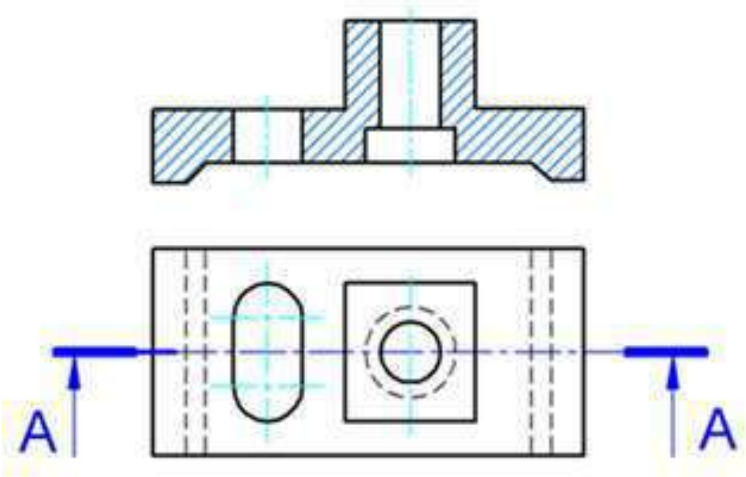
1-4-4 المقطع الكامل Full Section

يسمى المقطع كاملاً عندما يمر مستوي القطع بمحور التماثل أو بغير محور التماثل ويتم القطع على امتداد الجسم الذي ينشطر إلى نصفين. ويمكن أن يكون هذا المقطع وكما مبيّن في الشكل (4-4) و (4-5):

- مقطعاً أمامياً كاملاً Front Full Section
- مقطعاً جانبياً كاملاً Side Full Section
- مقطعاً أفقياً كاملاً Top Full Section



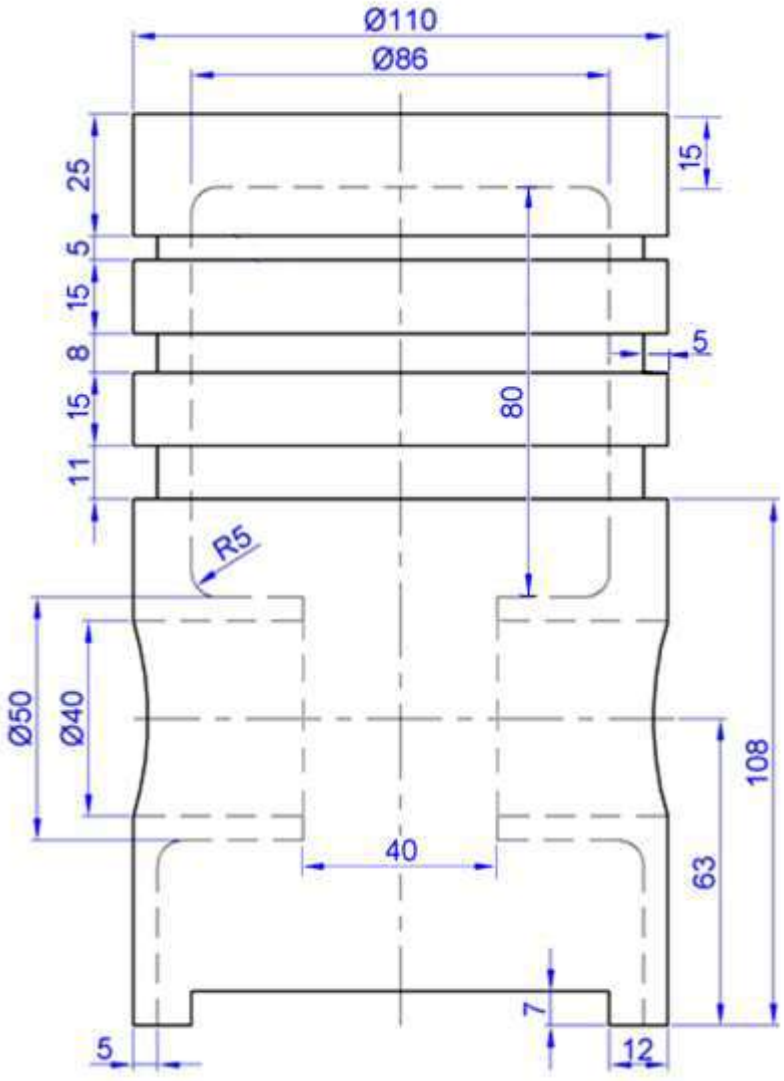
الشكل (4-4) المقطع الكامل



الشكل (4-5) المقطع الكامل

مثال (1):

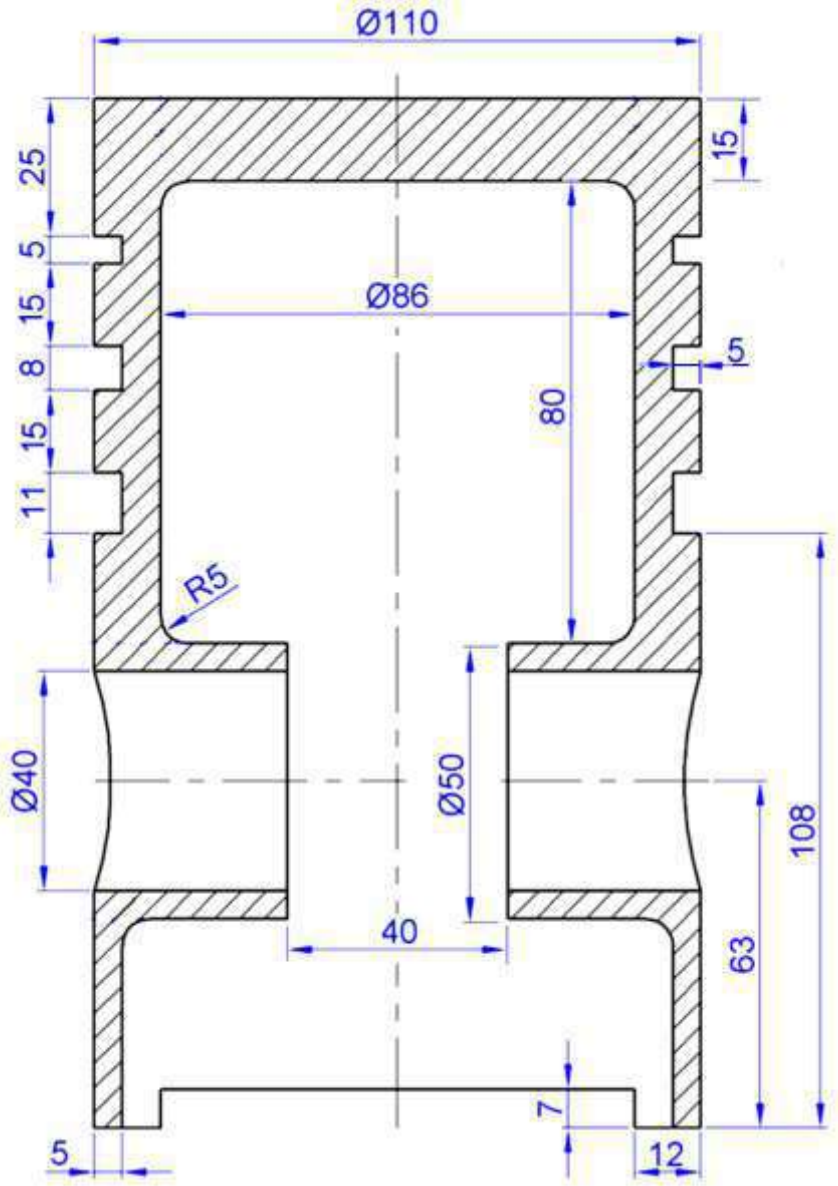
الشكل (4-6) يبين المسقط الأمامي لمكبس مصنوع من حديد الزهر، ارسم مقطع أمامي كامل مع وضع الأبعاد على الرسم، (R5 لكل الاقواس).



الشكل (4-6) المسقط الأمامي لمكبس

الحل:

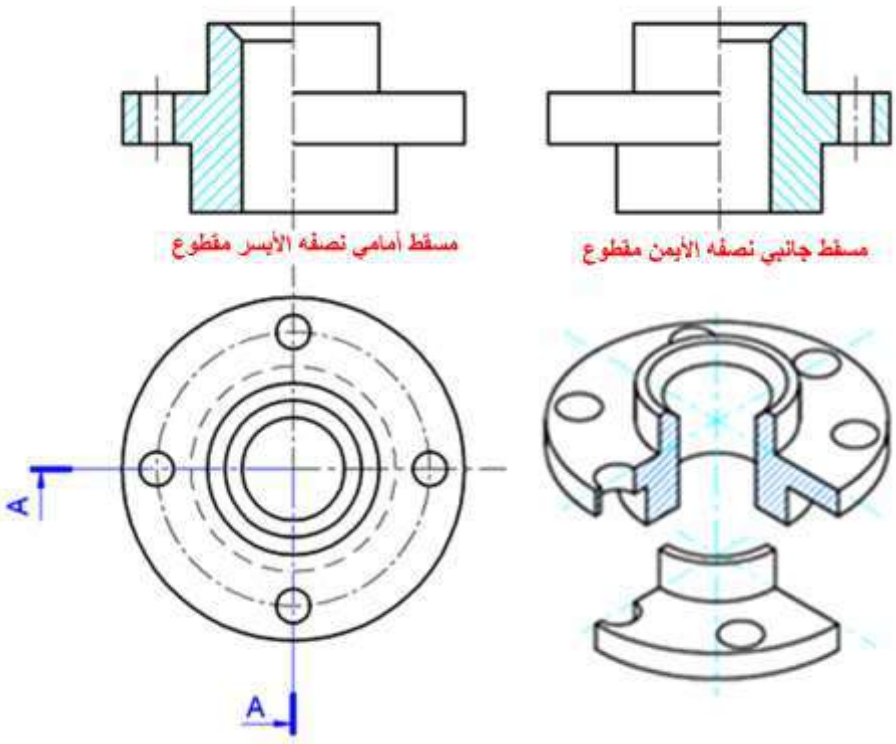
يبيّن الشكل (4-7) الحل للتمرين، فبعد رسم المسقط وتعيين المناطق التي يمر بها الحد القاطع تظلل (تهشر) ثم تمسح الخطوط الزائدة وتوضع الأبعاد، لاحظ خطوط التهشير وطريقة تسقيط الثقب Ø 40 mm.



الشكل (4-7) المقطع الأمامي الكامل لمكبس

2-4-4 المقطع النصفي Half Section

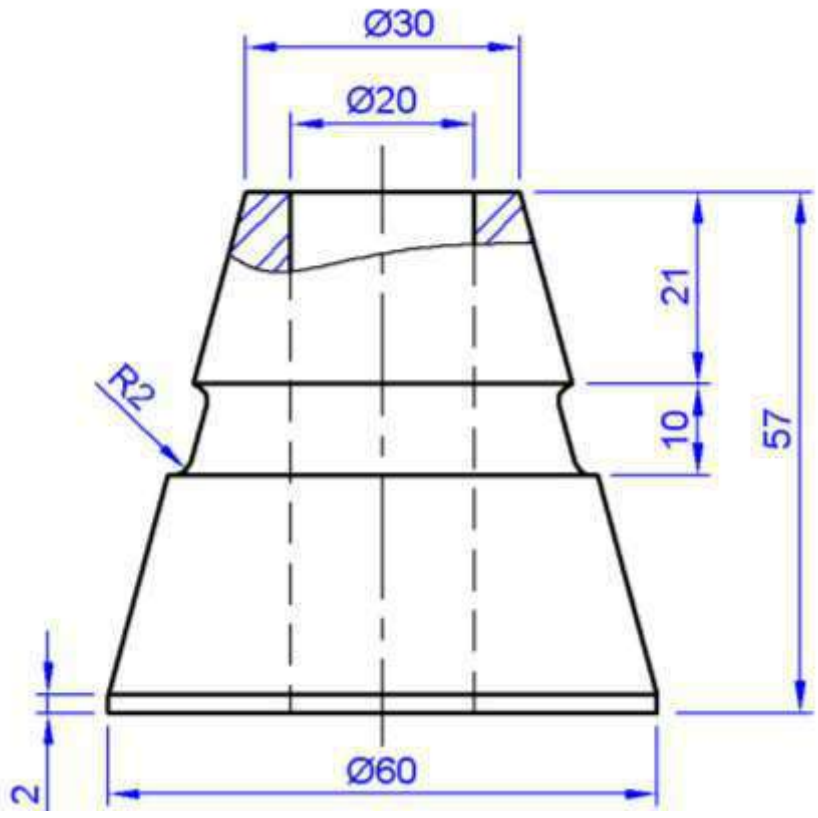
يستعمل المقطع النصفي لرسم الأجسام المتناظرة بشكل مسقط نصفه من أحد الاتجاهات مقطوع، أي يتم قطع وإزالة ربع الجسم ورسم الباقي، إن المقطع النصفي يبين التفاصيل الداخلية والخارجية للجسم في آن واحد وهذه ميزة مهمة في الرسم إذ يظهر المسقط بعد القطع نصفه مقطع والنصف الآخر بصورة مسقط ويرسم الخط الفاصل بين النصف المقطوع والنصف غير المقطوع بشكل خط متسلسل رفيع وليس خط سميك، كما في الشكل (4-8).



الشكل (4-8) المقطع النصفي

مثال (2):

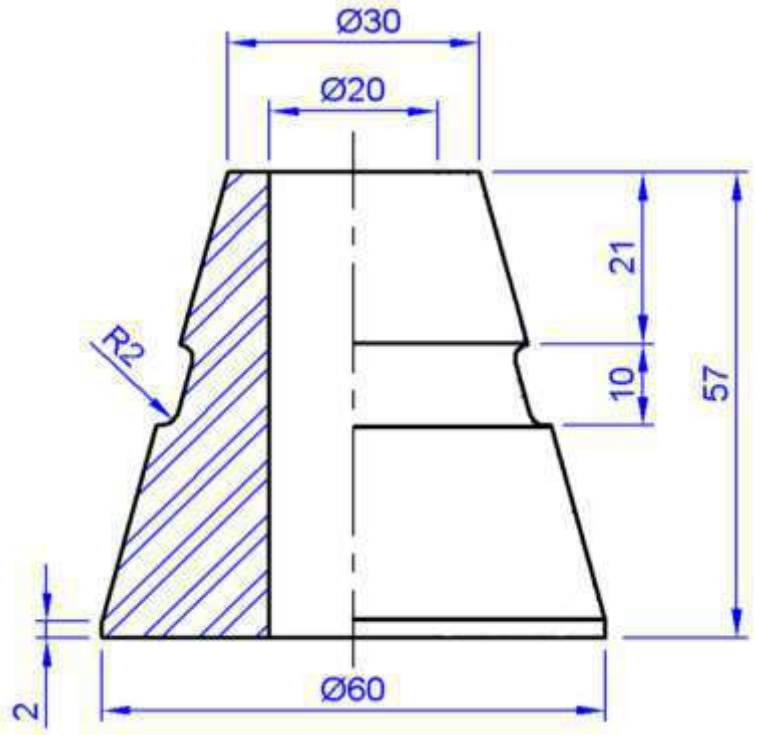
الشكل (4-9) يبيّن المسقط الأمامي لجسم مسند مصنوع من الفولاذ، ارسم المقطع الأمامي الكامل مع وضع الأبعاد على الرسم.



الشكل (4-9) المسقط الأمامي لجسم مسند

الحل:

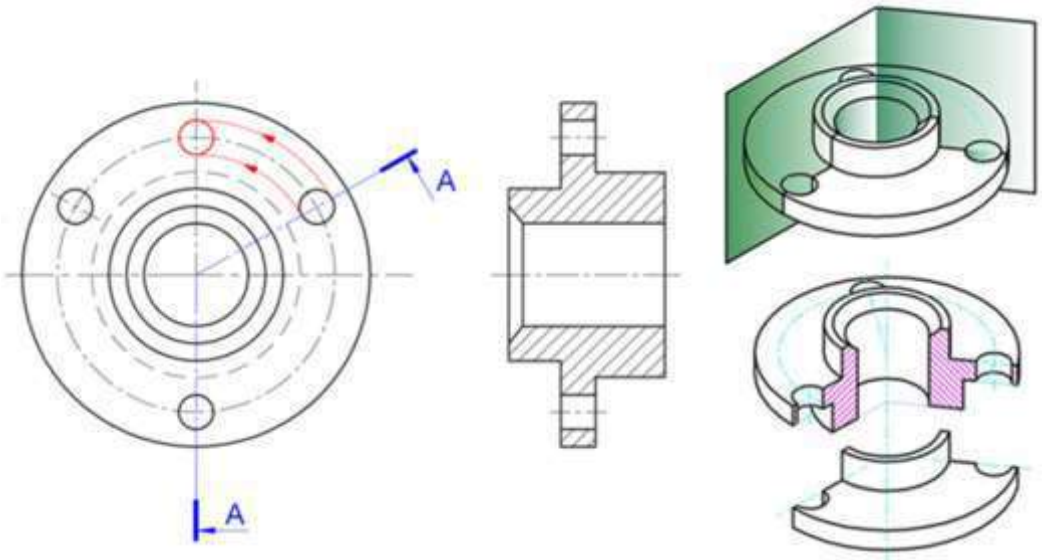
يبيّن الشكل (4-10) الحل للتمرين، فبعد رسم المسقط وتعيين المناطق التي يمر بها الحد القاطع تظلل (تهشر) ثم تمسح الخطوط الزائدة وتوضع الأبعاد، لاحظ خطوط التهشير (مناسبة لنوع المعدن)، مع عدم رسم الخطوط المخفية ضمن المقطع، الاّ في حالة الضرورة.



الشكل (4-10) المقطع الأمامي الكامل لجسم مسند

4-4-3 المقطع الاصطفافي (المائل) Aligned Section

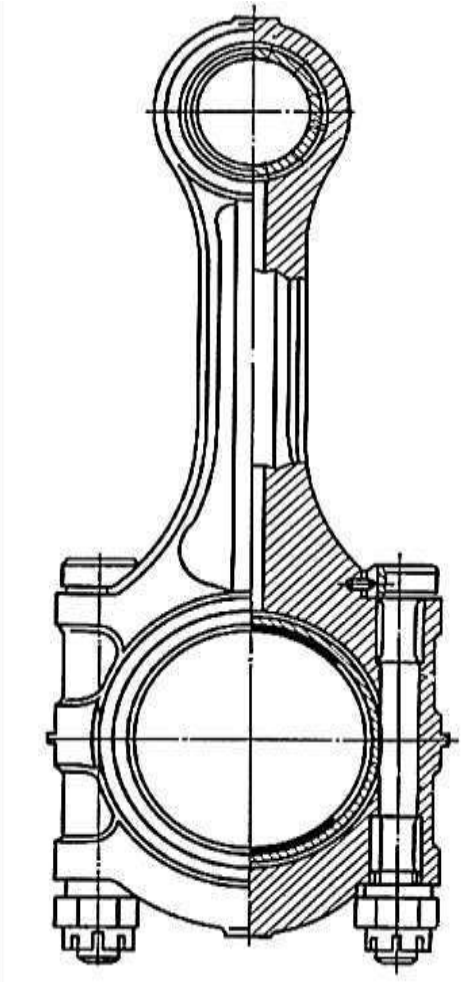
عندما يراد رسم مقطع للجسم الذي يحتوي على ثقوب أو أجزاء مائلة موزعة بزاوية معينة فمن الأفضل تصور أن المستوي القاطع يمر خلال هذه الأجزاء المائلة ثم يدار (باتجاه السهم باللون الأحمر) ليقع في مستوٍ واحد مع مستوي الإسقاط، ويسمى أيضاً المقطع المائل لأنه يميل على مستوى المقطع الكامل كما يميل على مستوى المقطع النصفي ولا ينطبق على أي منهما كما مبيّن في الشكل (4-11).



الشكل (4-11) المقطع الاصطفافي

4-4-4 المقطع الجزئي (الموضعي) Partial (Local) Section

أحياناً يحتاج إلى توضيح جزء بسيط من الجسم ولذلك يكتفى بقطع ذلك الجزء من الجسم فقط لتوضيحه، ويبقى باقي الرسم على شكل مسقط عادي (غير مقطوع)، ويحدد المقطع الجزئي بخط يرسم باليد كخط رفيع مستمر متموج، كما في الشكل (4-12)، ثم ترسم خطوط التظليل (التهشير) داخل المساحة المحددة، مع ملاحظة عدم انطباق خط تحديد الجزء المقطوع مع خط الجسم.

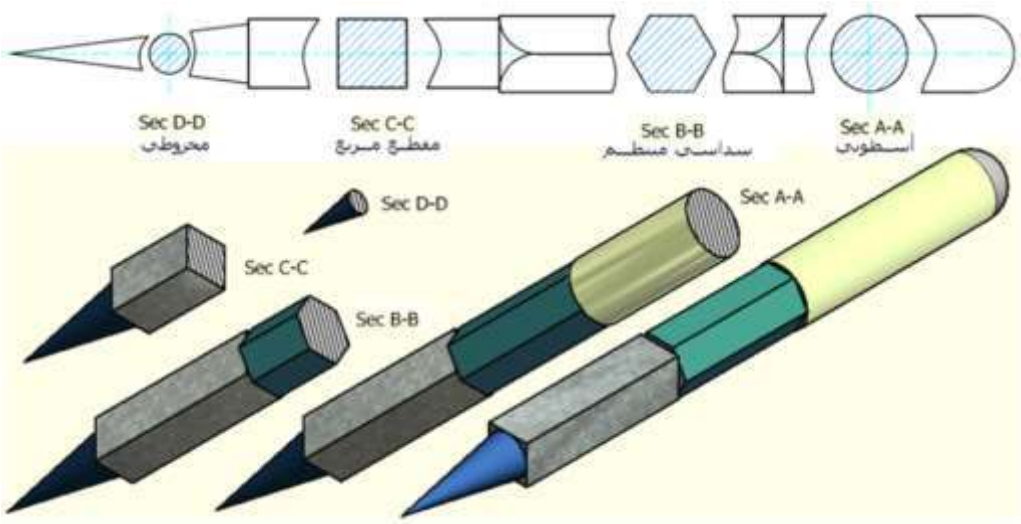


الشكل (4-12) المقطع الجزئي

4-4-5 المقطع المدار Revolved Section

يستعمل هذا النوع من المقاطع لتوضيح شكل المقاطع العرضية لبعض الأجسام، إذ يتم رسم هذه المقاطع ووضعها في المسقط الأمامي بعد تدويرها ربع دورة أي بمقدار 90°.

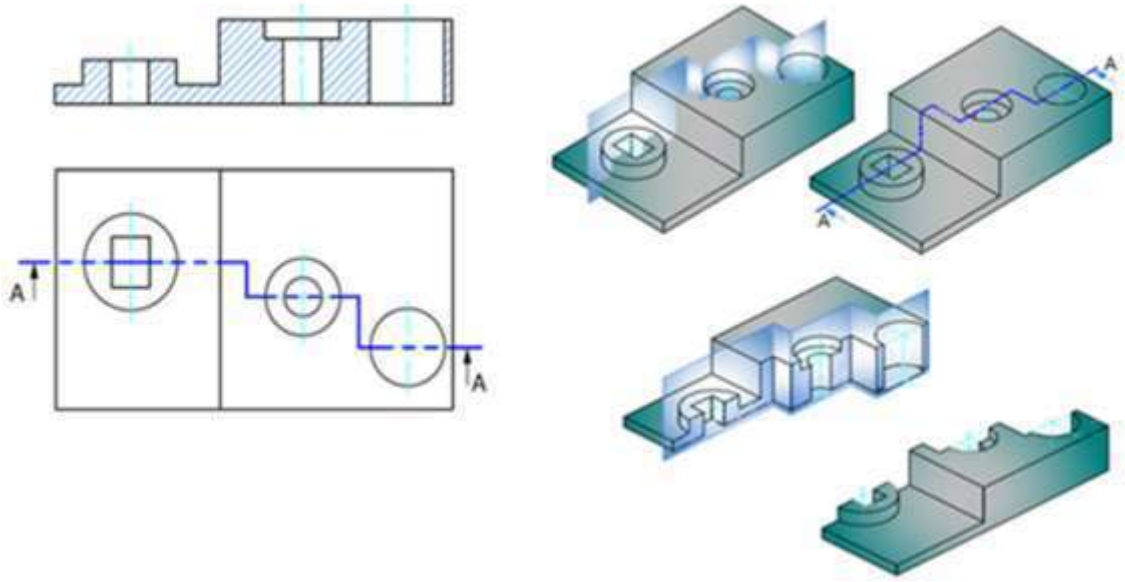
ويستعمل المقطع المدار من أجل الاستغناء عن رسم مسقط منفصل ضمن حيز آخر. ولزيادة توضيح المقطع المدار يمكن رسمه في فراغ داخل المسقط بخط سميك كما في الشكل (4-13).



الشكل (4-13) المقطع المدار

6-4-4 المقطع المتعرج Offset Section

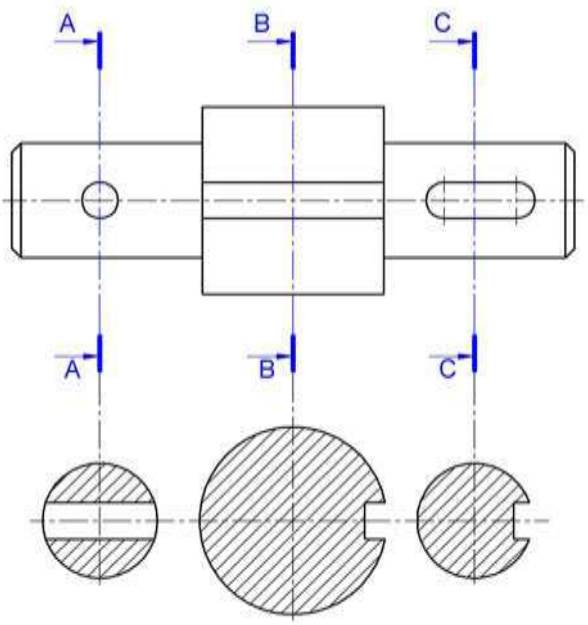
إذا احتوى الجسم على تجاويف واقعة في مستويات مختلفة ولا يمكن توضيحها برسم مقطع واحد. فبالإمكان تصور مستوي القطع يتعرج ليمر خلال هذه المستويات لإظهار أكثر ما يمكن من الأجزاء المخفية، فمثلا لتوضيح جميع الثقوب والفتحات الموجودة في الجسم الموضّح في الشكل (4-14)، يرسم المقطع المتعرج A-A ليمر بمستويات مختلفة ومتعرجة بزاوية قائمة خلال الفتحات المختلفة ويجب تأشير مستوى القطع في هذه الحالة.



الشكل (4-14) المقطع المتعرج

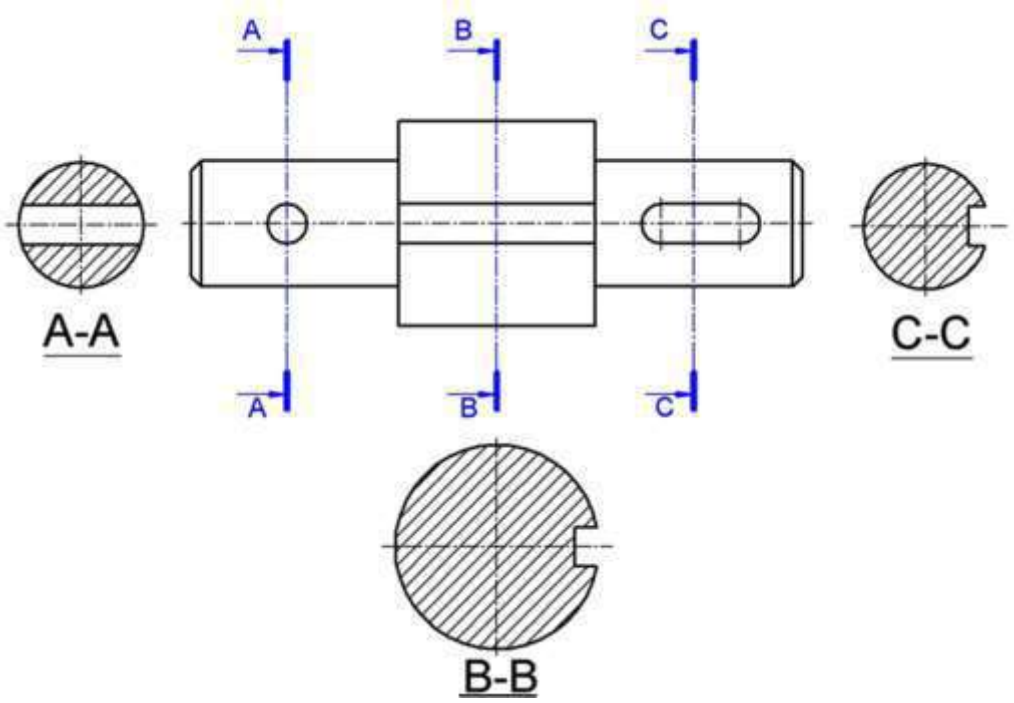
7-4-4 المقطع المرحل (المنقول) Moved Section

يمكن أحياناً أن تُرّحل المقاطع العرضية للأجسام خارج مساقط هذه الأجسام، إذ ترسم خطوط المقاطع المُرّحلة بخط سميك متصل وتوضع بالقرب من المسقط متصلاً به بواسطة خط متسلسل، كما الموضّح في الشكل (4-15).



الشكل (4-15) مقاطع مرحلة

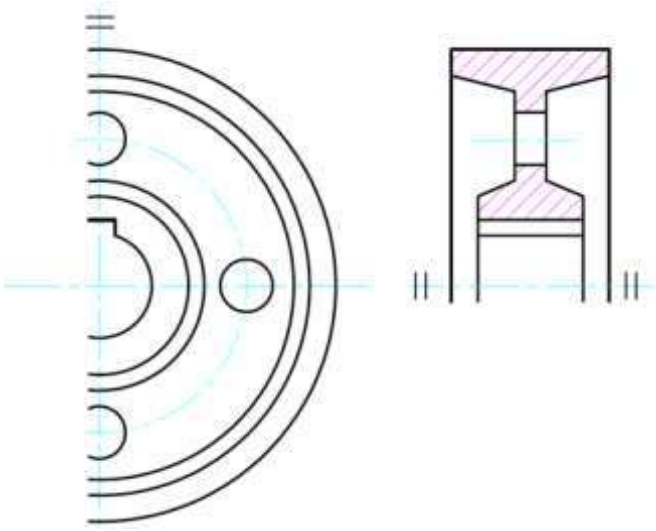
كما يمكن وضع المقطع المُرّحل في موقع آخر مناسب على ورقة الرسم ويشار إليه باستعمال الحروف الدالة على مستوي القطع كما في الشكل (4-16).



الشكل (4-16) وضع المقطع المرحل في موقع آخر مناسب

8-4-4 المقطع المتماثل Symmetrical Section

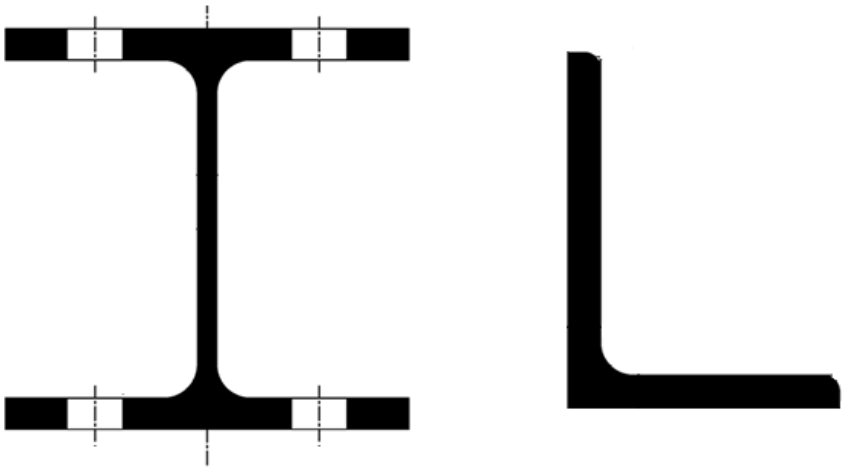
يستعمل في حالة الأجزاء المتماثلة إذ يرسم نصف المقطع فقط دون رسم نصفه الثاني توفيراً للمكان والوقت والجهد، لاحظ علامة المساواة على جانبي المقطع كما في الشكل (4-17).



الشكل (4-17) المقطع المتماثل

4-4-9 مقطع الأجسام قليلة السمك Thin Objects Section

عند رسم مقاطع الأجزاء ذات السمك القليل نسبياً (أقل من 3 mm) كالصفائح (مثال الخزان المصنوع من معدن قليل السمك) أو مقاطع القضبان (حديد الزاوية أو IPE - الشيلمان) والأنابيب وغيرها، إذ يستعمل التظليل باللون الاسود لكل المساحة بدلاً من رسم الخطوط (بسبب عدم وجود الحيز الكافي لعملية التظليل بالخطوط)، وفي حالة وجود سطوح عدة من هذا النوع تترك بينها فاصلة صغيرة ليمكن تمييزها عن بعضها، أما في حالة وجود وصلات ربط فإنها توضّح على شكل خط مركز لعدم إمكانية توضيح الثقوب أو البراغي، كما موضح في الشكل (4-18).



الشكل (4-18) مقطع الأجسام قليلة السمك

4-5 الأجزاء التي لا تقطع

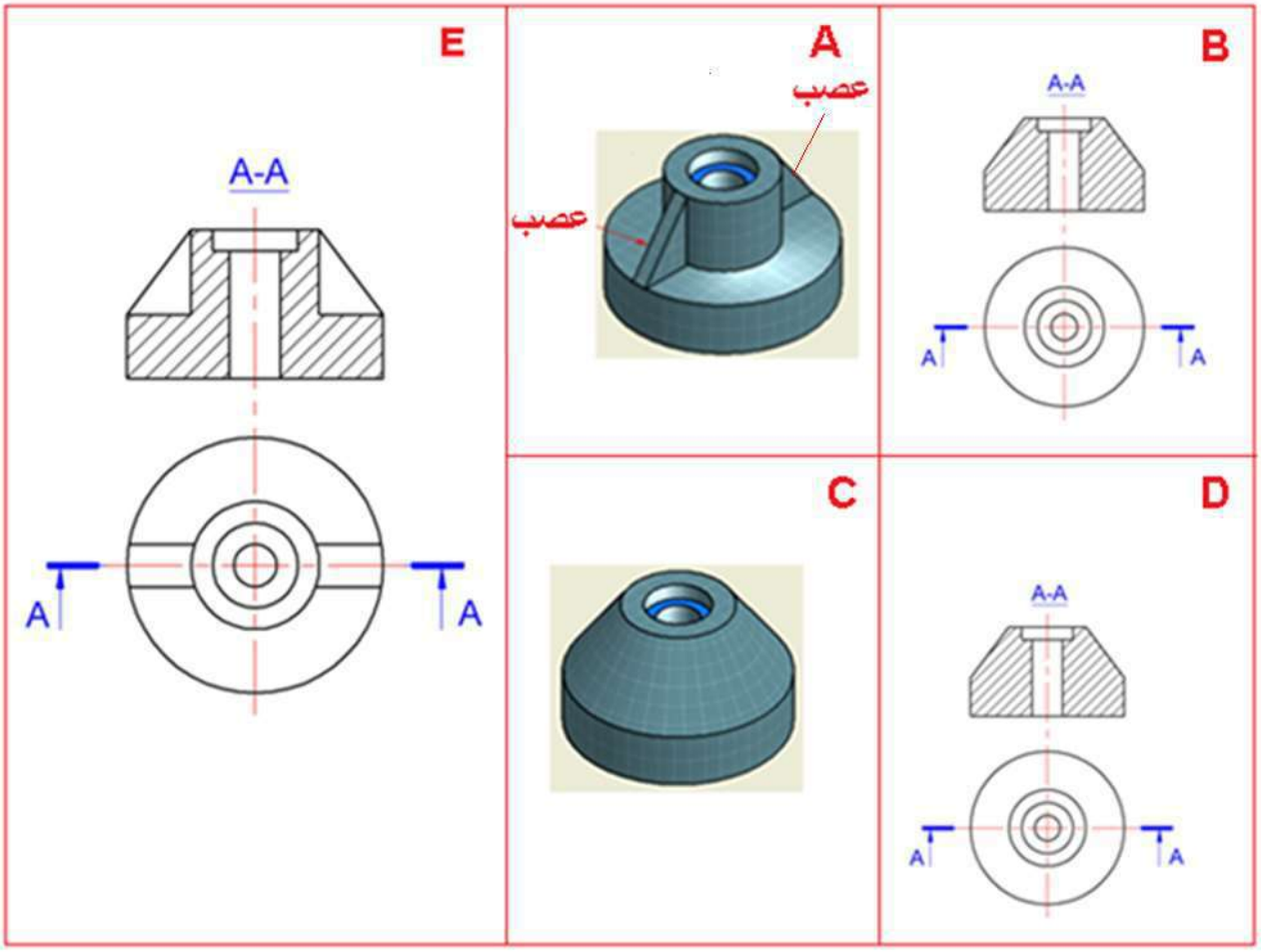
بما أن المقاطع ترسم لزيادة توضيح الجسم وإزالة الغموض الذي تحدثه كثرة الخطوط المخفية، إلا انه توجد أجزاء لا يعطي رسم مقاطعها أية زيادة في التوضيح بل بالعكس قد يسبب الغموض أو سوء الفهم.

لاحظ الشكل (4-19)، الشكل (A) وهو عبارة عن اسطوانة مجوفة موضوعة على قاعدة مستديرة وتسندها زوج من الأضلع الجانبية (الأعصاب) والشكل (C) عبارة عن مخروط مقطوع، يلاحظ الآتي:

- تم رسم مقطع هذا الجسم بالطريقة الاعتيادية ليكون الشكل (B).
- وإذا رسم مقطع للجسم (C) بالطريقة الاعتيادية أيضا سيكون على الشكل (D).
- يلاحظ أن الرسمين متشابهان، ولكن الجسمين مختلفان، فما هو السبب؟

إن السبب هو قطع أجزاء (مثل الأعصاب) من المفروض أن لا تقطع لأن قطعها لا يزيد في توضيح الجسم بل يسبب الغموض وسوء الفهم.

- لإزالة الغموض تم رسم مقطع الجسم دون قطع زوج الأعصاب الموجودة فيه للحصول على المقطع المبين في الشكل (E) والذي يعطي توضيحاً أكثر للجسم.



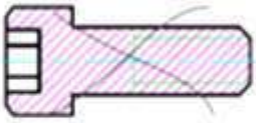
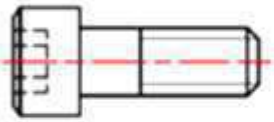
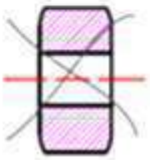
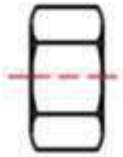
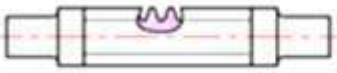
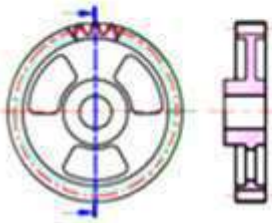
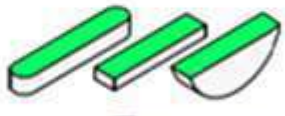
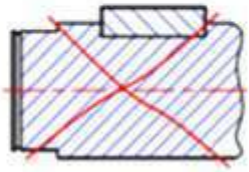
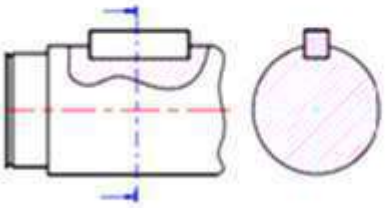
الشكل (4-19) الأعصاب لا تقطع

توجد أجزاء كثيرة لا تقطع بالرغم من مرور مستوي القطع من خلالها ومن تلك الأجزاء:

المساند أو الأعصاب (عندما يكون مستوى القطع موازياً لها)، البراغي، الصواميل، التروس، الأعمدة (المحاور)، المقابض، المسامير، البرشام والخوابير، وكل جسم صلد ذو مقطع دائري.

ويبين الجدول (4-2) أمثلة لبعض الأجزاء.

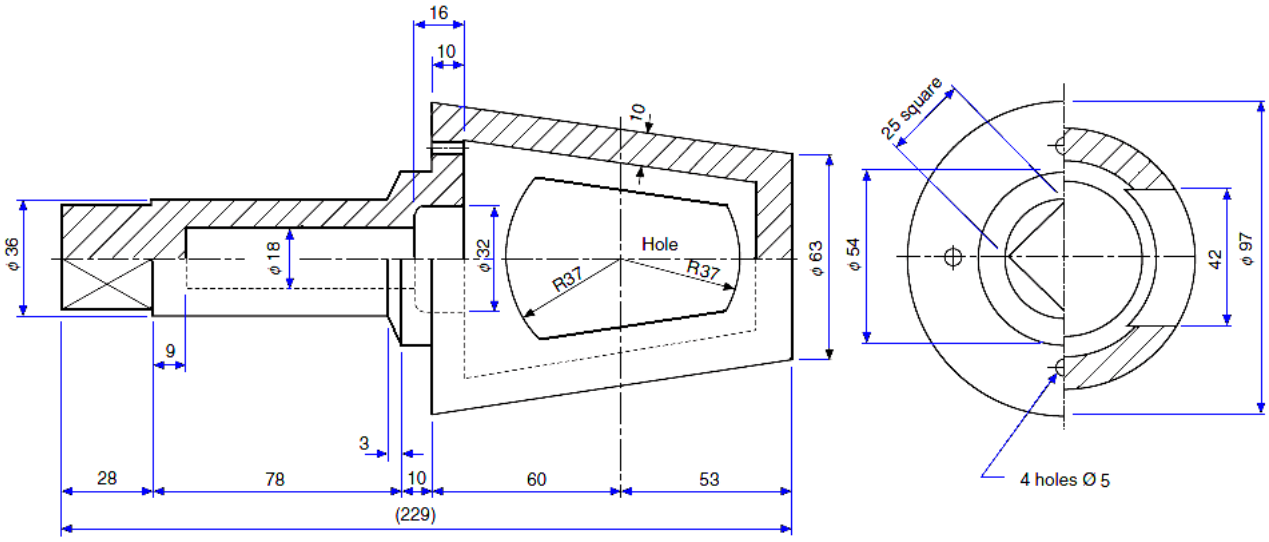
الجدول (4-2) الأجزاء التي لا تقطع

الجـــزء	خطـــأ	صـــــح
لولب (برغي)		
صامولة		
حلزون		
ترس		
مقبض		
 خوابير key shaft		

اسئلة الفصل الرابع

س1- الشكل أدناه يبيّن مسقطاً أمامياً نصفه الاعلى مقطوع ومسقطاً جانبياً نصفه الأيمن مقطوع عند محور الثقب، ارسم مع وضع الأبعاد وبمقياس رسم تصغير 1:2.

1. مقطع أمامي كامل.
2. مقطع جانبي كامل عند محور الثقب Hole.



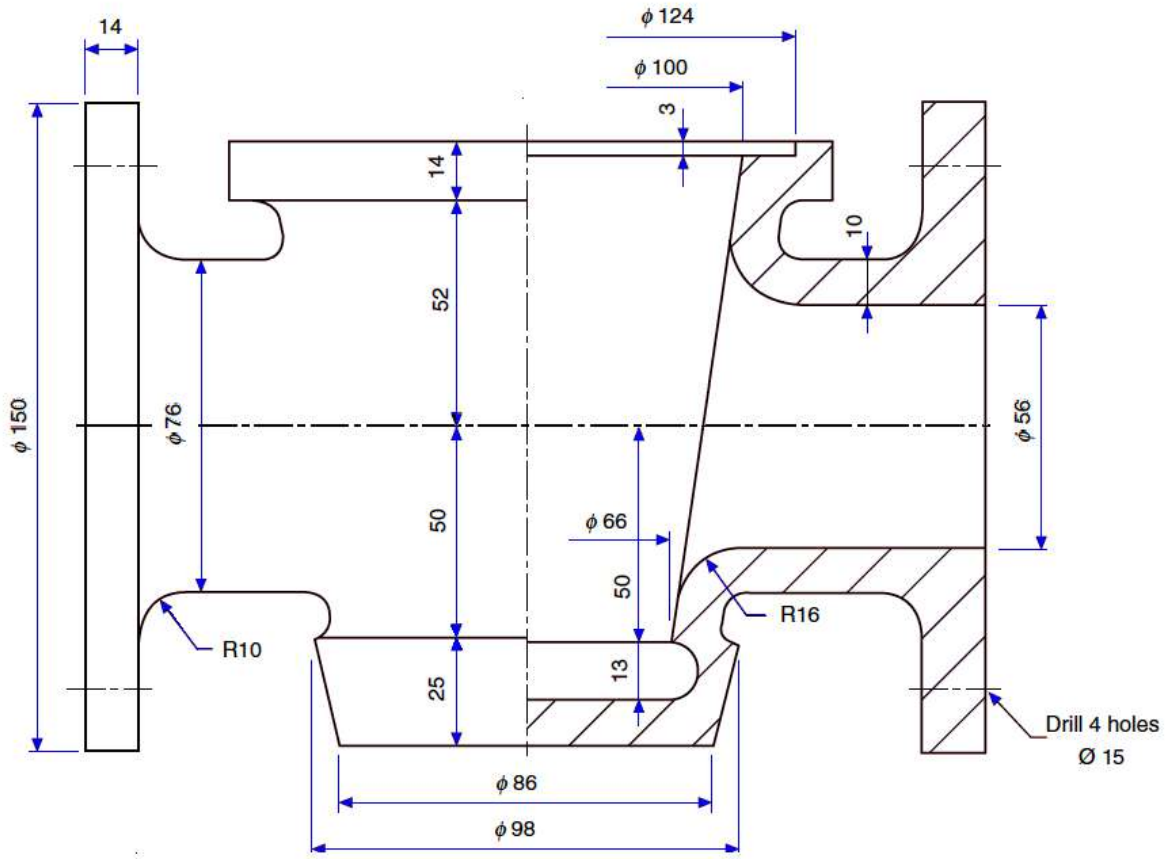
س2- الشكل أدناه يبيّن مسقطاً أمامياً نصفه الأيمن مقطوع ومسقطاً أفقياً نصفه السفلي مقطوع لجسم صمام، ارسم مع وضع الأبعاد وبمقياس رسم تصغير 1:2.

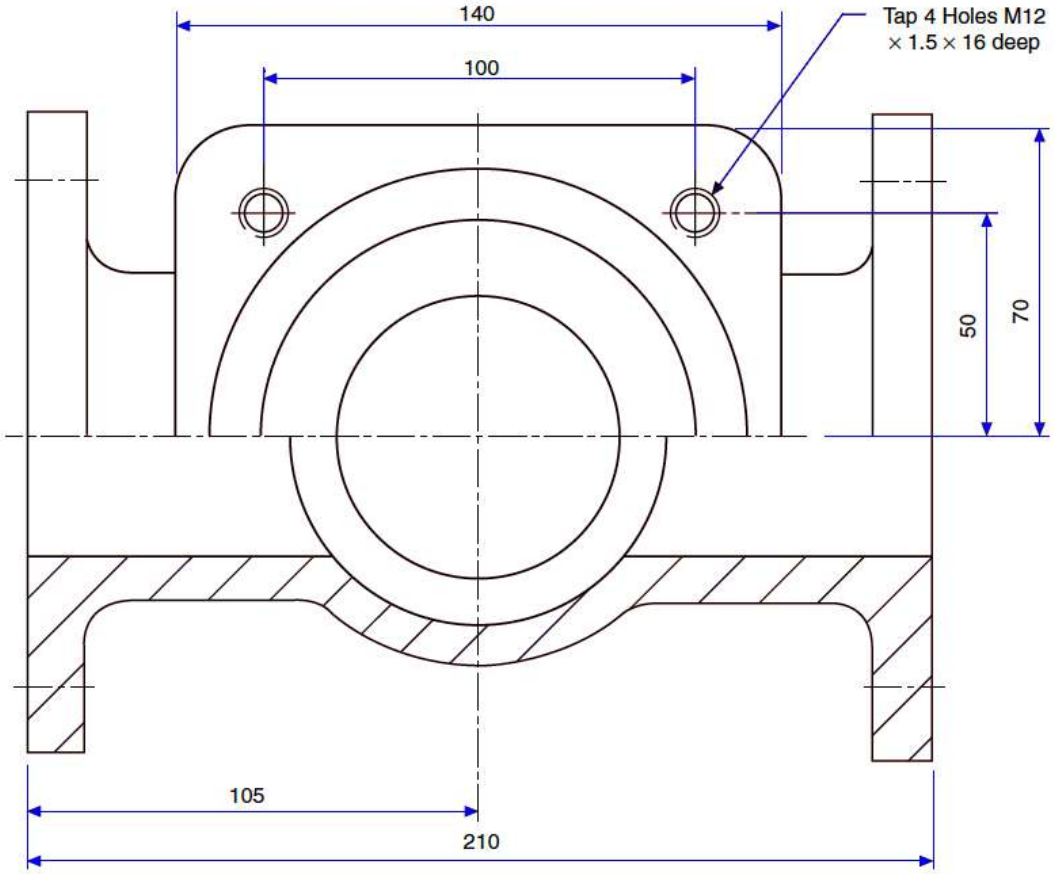
1. مقطع أمامي كامل.
2. مقطع أفقي كامل.

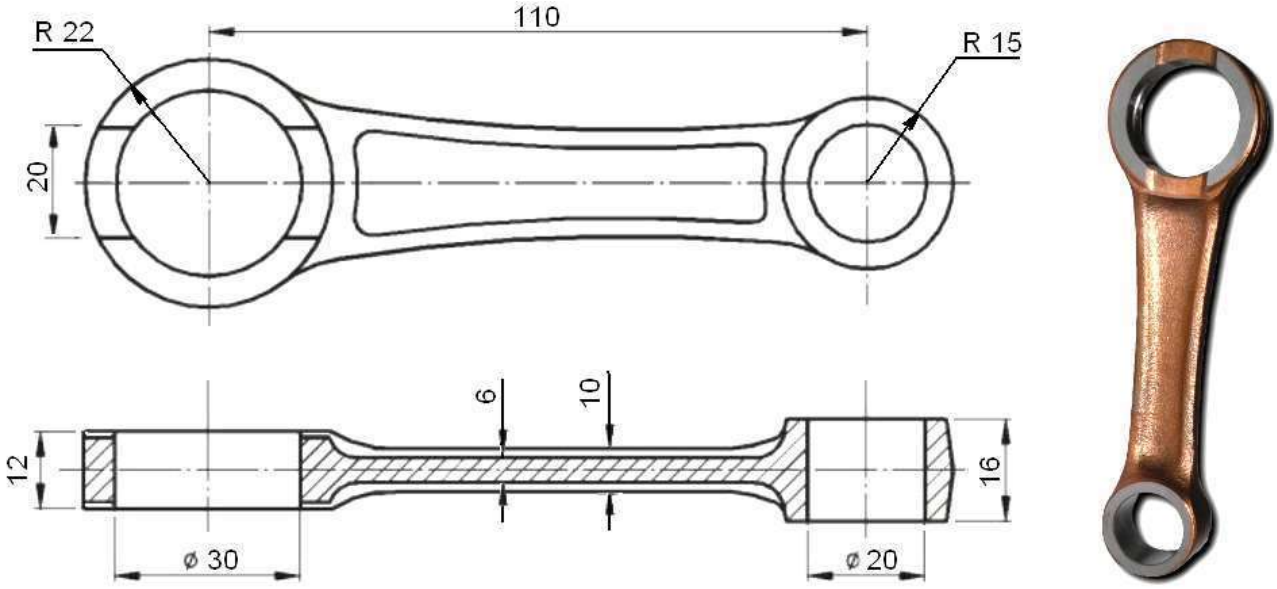
س3- الشكل أدناه يبيّن عمود توصيل (قطعة واحدة) ومسقطه الأمامي مع مقطع أفقي، ارسم بمقياس رسم 1:1.

1. مسقط أمامي.
2. مقطع أفقي.
3. مقطع جانبي في النهاية الكبيرة.

ملاحظة: تقدر الأبعاد الناقصة بحسب تناسبها في الرسم.

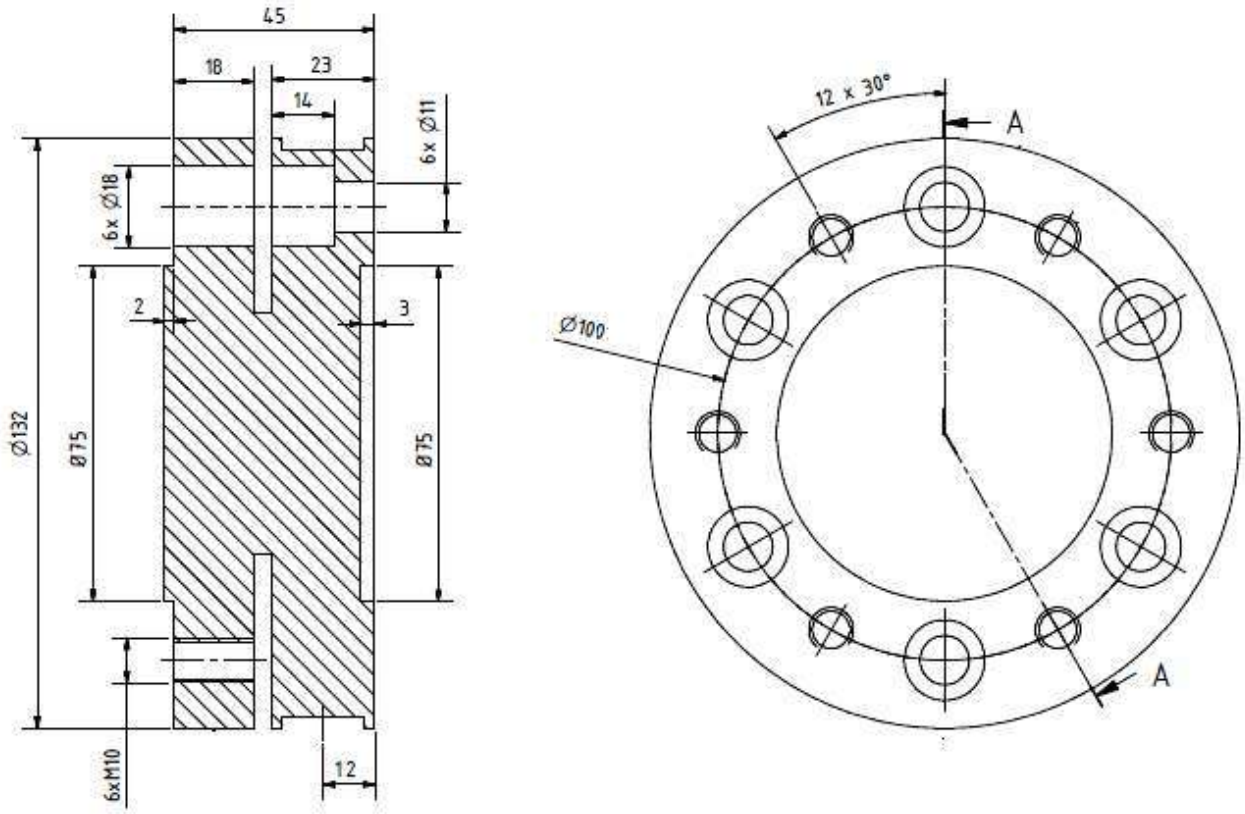

14
ϕ 124
ϕ 100
3
14
52
10
ϕ 150
ϕ 76
ϕ 56
50
ϕ 66
50
R16
R10
25
13
Drill 4 holes
Ø 15
ϕ 86
ϕ 98


140
100
Tap 4 Holes M12
× 1.5 × 16 deep
50
70
105
210



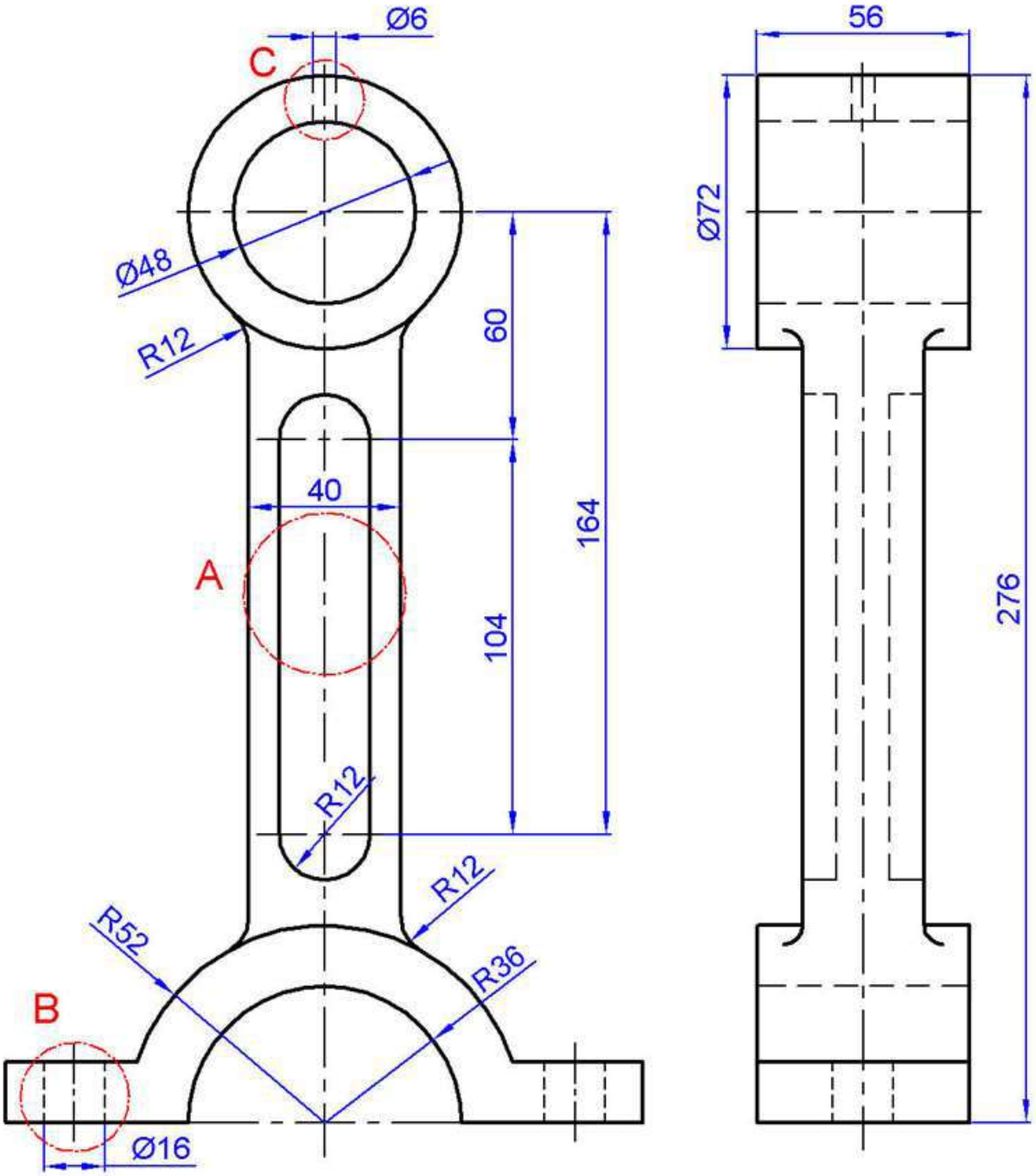
س4- الشكل أدناه يبين المقطع الأمامي كاملاً والمسقط الجانبي لفلنجة Flange، ارسم مع وضع الأبعاد وبمقياس رسم 1:1.

1. مقطع أمامي كامل عند المستوي A-A.
2. مسقط جانبي نصفه الأيسر مقطوع.
3. مسقط أفقي.



س5- الشكل أدناه يبيّن المسقطين الأمامي والجانبي لذراع توصيل، ارسم مع وضع الابعاد وبمقياس رسم 2:1 (تصغير).

1. مسقط أمامي مع مقاطع جزئية في النقاط (A- B-C).
2. مقطع جانبي كامل.



الفصل الخامس

وسائل الربط الميكانيكي

Mechanical Fastener Devices

أهداف الفصل الخامس:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرّف انواع وسائل الربط.
2. يرسم الرموز الخاصة بوسائل الربط.
3. يرسم مساقط ومقاطع الاشكال المجمعة بوسائل الربط.

1-5 تمهيد

بالإمكان استخدام وسائل ربط مؤقتة أو أخرى دائمة لتجميع القطع الميكانيكية المختلفة وربطها مع بعضها البعض حتى يتحقق بناء الوحدة الميكانيكية بشكل متكامل. وسيتم في هذا الفصل توضيح بعض وسائل التجميع والربط الميكانيكية وكيفية رسمها هندسياً كمساقط ومقاطع والاصطلاحات والرموز التي تتعلق بها. تختلف الرسومات التجميعية عن بعضها البعض في كمية المعلومات التي تعرّفها أو تحددها عن الوحدة الميكانيكية أي الماكينة، وتحديد العلاقة الترابطية بين قطعها وأجزائها في الماكينة وتصميم هذه القطع بشكلٍ فردي أو منفصل.

تقسم وسائل الربط بين القطع إلى وسائل ربط مؤقتة وأخرى دائمة، إذ تستعمل وسائل الربط المؤقتة لربط القطع بعضها مع بعض ثم فكها بدون إتلاف أي جزء من اجزاءها، وتُعد هذه الوسائل قطعاً قياسية بالأساس، متوفرة بكثرة في الورش وأماكن التصنيع الميكانيكية. تقسم وسائل الربط المؤقتة إلى مجموعتين مختلفتين هما مجموعة اللوالب المسننة (البراغي) Screw Threads و(الصواميل) Nuts ومجموعة (الخوابير) Keys.

تتكون مجموعة اللوالب والصواميل على الأقل من برغي وصامولة لهما نفس المواصفات الهندسية لربط وتثبيت عناصر الوحدة الميكانيكية. ولأنها مجموعة يتم ربطها ومن ثم فكها بكل سهولة ويسر، وتكون بأشكالٍ مختلفة لكل منهما، وكما مبيّن في الشكل (5-1)، ومن أشهر الصواميل السداسية والمربعة والتاجية هي (Castle Nut) وغيرهم.

الشكل (5-1) نماذج للوالب وصواميل

وقد يضاف إليهما حلقة أو حلقات معدنية أو نابضية لتخفيف تأثير الضغط والاحتكاك على الأجزاء الرئيسة وحمايتها من التلف والكسر عند الشد بقوة كبيرة فضلاً على امتصاص الاهتزازات التي قد تحدث على المجموعة والتي تؤدي الى تلف أو فتح منطقة الربط. هذه القطع الإضافية تأخذ شكل حلقات معدنية تدعى في الورشات الميكانيكية (واشر). كما يمكن أن تكون هذه الحلقات نابضية (Lock Washer) وكما مبيّن في الشكل (5-2).

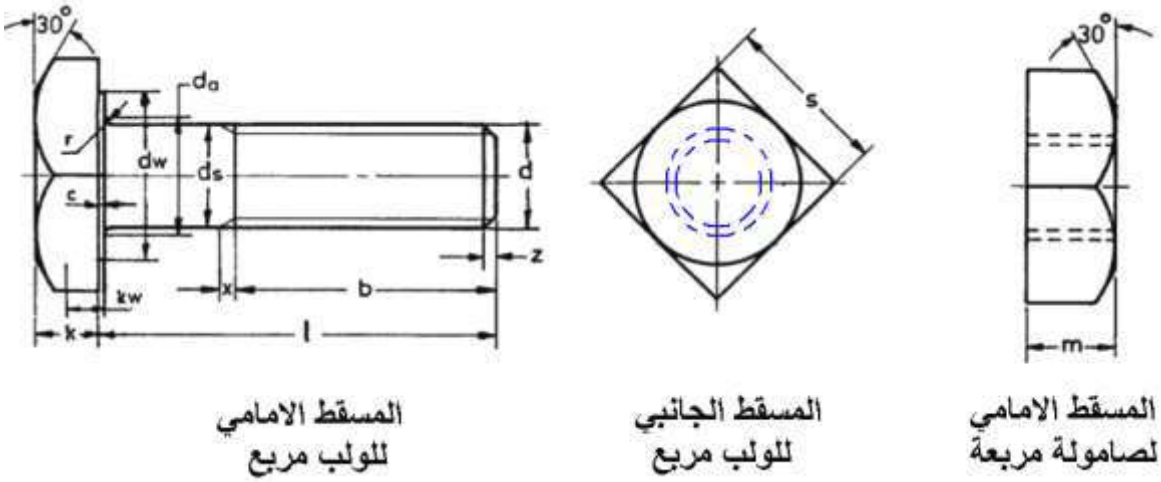
الشكل (5-2) نماذج لحلقات معدنية تستعمل في منطقة الربط

في حين تعد مسامير البرشام (Rivets) وأساليب اللحام المختلفة من وسائل الربط الدائمة والتي يتسبب عند فصل القطع المربوطة عن طريقها الى تلف تلك القطع.

2-5 اللوالب المسننة (البراغي) والصواميل

1-2-5 اللوالب المربعة Square Bolts

سميت بهذا الاسم لكونها ذات رأس مربع، فعند رسم اللوالب المسننة المربعة يكتفي برسم مسقطين هما المسقط الأمامي والمسقط الجانبي بشكل مربع أو معين، ويؤخذ قطر اللولب من مواصفاته المعطاة. ومثال ذلك M20×2.5 ، إذ أن (M20) تعني أن قطر اللولب 20 mm وبخطوة مقدارها 2.5 mm. علماً أن (k) يمثل سمك رأس اللولب و (b) طول السن الفعال و (d) قطر السن وتنظم العلاقة بين الأبعاد الموضّحة في الشكل (3-5) بموجب جداول قياسية (ISO 2585 :2006) في حالة تصنيعها لتكون بمقاسات عالمية تناسب جميع الأعمال الميكانيكية اينما كانت حول العالم.



الشكل (3-5) الابعاد القياسية في اللولب المربع والصامولة المربعة وطرائق رسم مساقطهما

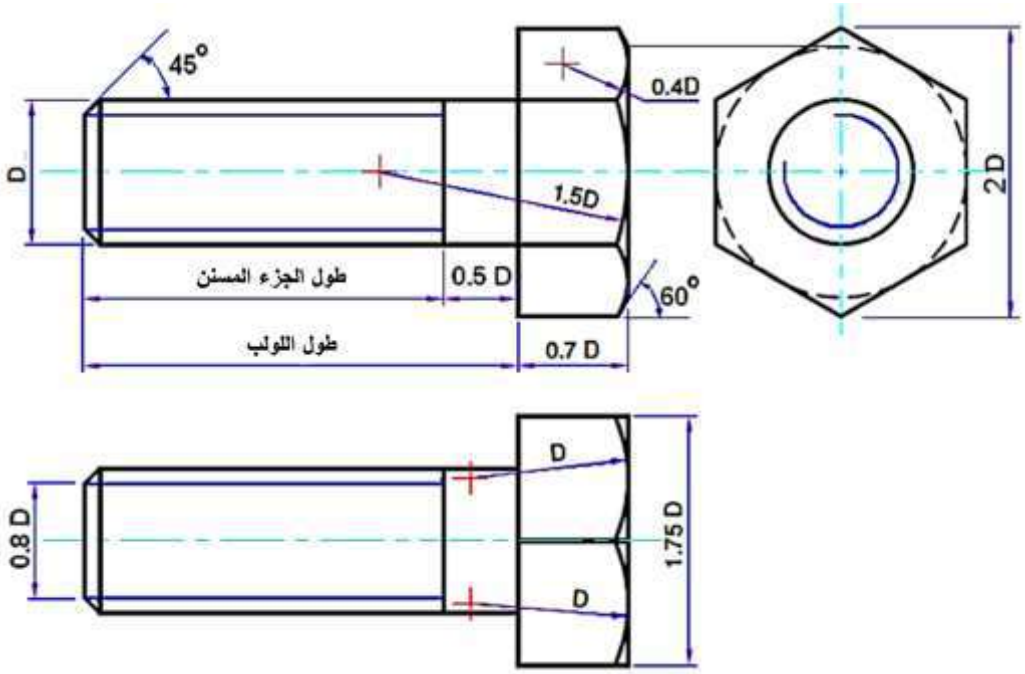
2-2-5 اللوالب السداسية:

يتم رسم اللوالب السداسية عادة في مسقطين أو ثلاثة كما في الشكل (4-5):

1. المسقط الجانبي: ويكون على شكل سداسي، إذ يتم رسمه عن طريق رسم دائرة قطرها ضعف قطر اللولب (2 D) ويتم تقسيم محيطها إلى ستة أجزاء، توصل النقاط مع بعضها فيتم الحصول على الشكل السداسي، (إحدى العمليات الهندسية في المرحلة السابقة).
2. المسقط الأمامي والأفقي: يتم تكملة رسمهما (رأس اللولب) بإسقاط رؤوس الشكل السداسي من المسقط الجانبي نحو المسقط الأمامي وكذلك بالنسبة للمسقط الأفقي عند تحديد قطر رأس اللولب (يمكن استعمال العلاقة 1.75 D بدلاً عن ذلك)، ويحدد ارتفاع رأس اللولب من العلاقة (0.7×d)، كما ترسم الأقواس الموجودة في رأس اللولب بالعلاقة لنصف القطر (R=1.5 ×D) للقوس الكبير و (r=0.4 D) للقوس الصغير، فضلاً على أقواس المسقط الأفقي.

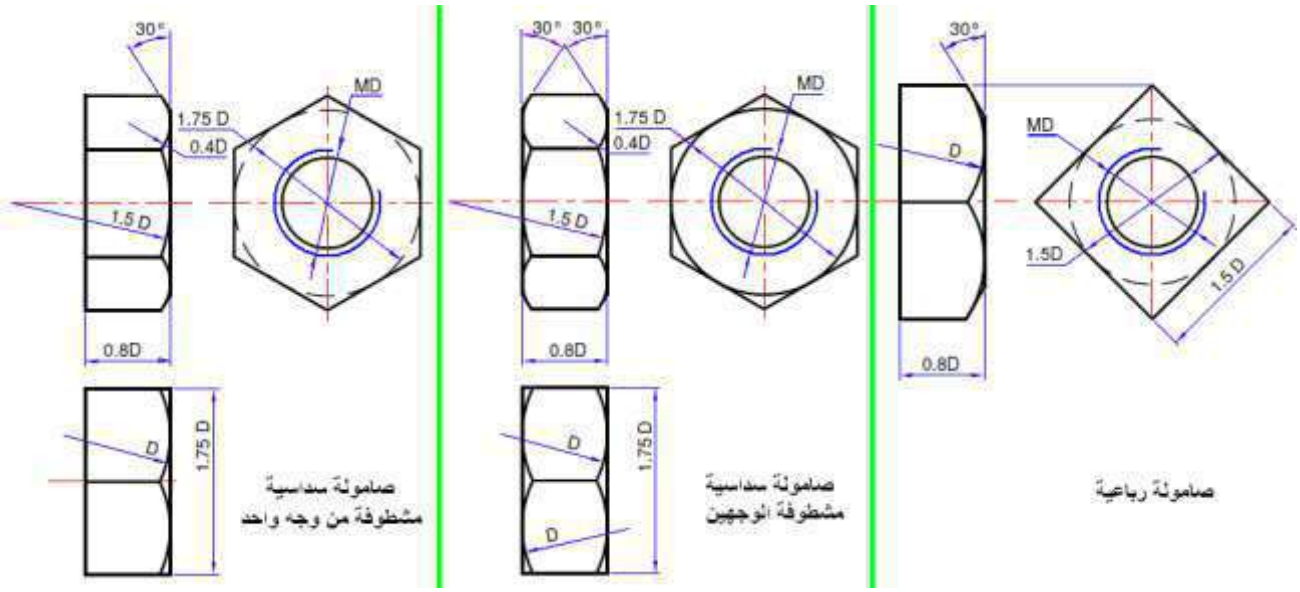
ويمثل الشكل (4-5) توضّيحاً للعلاقة بين أبعاد اللولب ذي الرأس السداسي في مساقطه الثلاثة نسبة إلى البعد الأساس D وهو القطر الخارجي، إذ يمثل اللولب بالرمز الاصطلاحي لبعد السن بالنظام المتري فيكتب الرمز M (Metric) أولاً ثم يتبع بمقدار قطر اللولب الرئيس D (Diameter) مضروباً بخطوة السن P (Pitch) (وهي المسافة بين قمة سن وآخر) مضروباً في طول اللولب L (Length)، وكما في المثال التالي:

(M24 × 2 × 64) MD × P × L، فيكون قطر اللولب (D) مقداره 24 mm ، والخطوة (P) مقدارها 2 mm، وطول اللولب (L) 64 mm، وأحياناً يكون طول الجزء الفعال (المسنن) من ضمن المواصفات المعطاة.



الشكل (5-4) مساقط اللولب تبين العلاقة بين الأبعاد الأساسية في النظام المتري

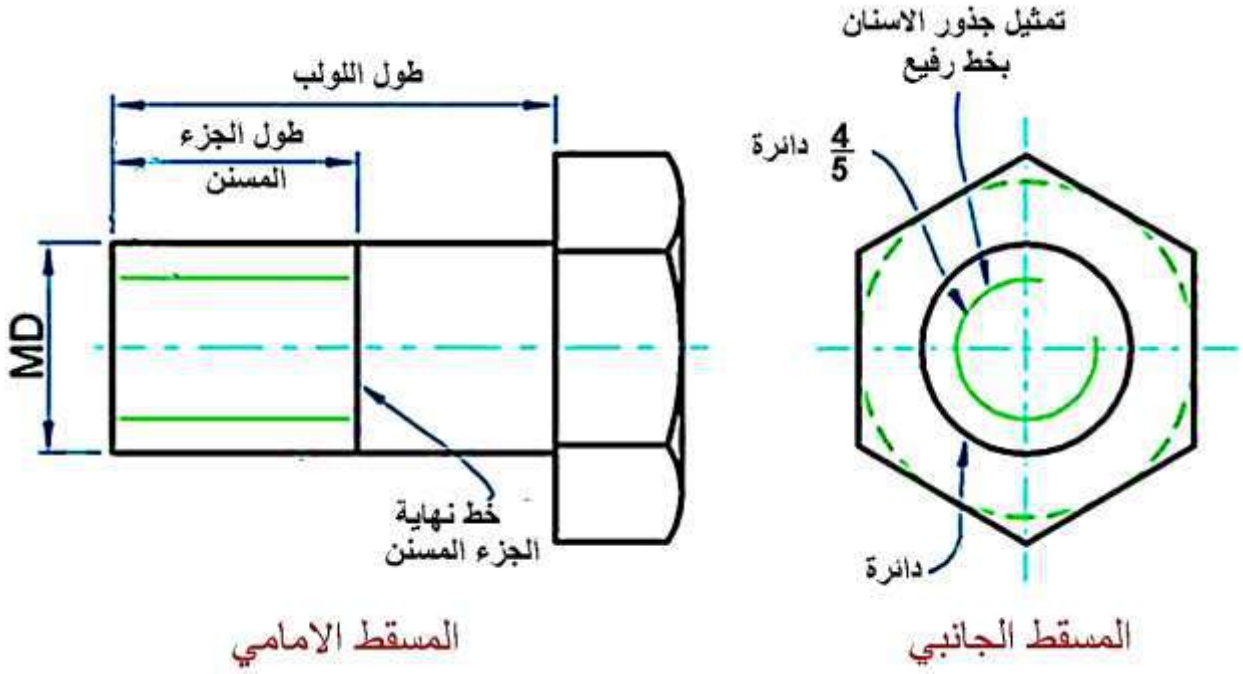
3-2-5 الصواميل (Nuts): تستعمل الصواميل عادة لربط اللوالب المسننة بغرض منعها من الحركة والاهتزازات، وعادة ما تثبت اللوالب السداسية بصامولة سداسية واللوالب المربعة تثبت بصواميل رباعية، ولهذين النوعين من الصواميل سمك أو ارتفاع أكبر قليلاً من ارتفاع رأس اللولب الذي يستعمل مع الصامولة، وتكون مشطوفه من جهة واحدة وأحياناً من جهتين، وللصواميل أشكالاً عديدة وأنواع مختلفة تبعاً لمكان وظروف استعمالها، وتعد الصامولة السداسية والرباعية أكثر أنواع الصواميل استعمالاً وانتشاراً، وللصامولة السداسية جسم بشكل منشور سداسي قائم ومسنن من الداخل ومشطوف من الأعلى والأسفل بزاوية 30°، ويبين الشكل (5-5) طريقة رسم مساقط الصواميل، إذ يبيّن مسقطين لصامولة مربعة رسم مسقطها الأمامي على شكل مستطيل سمكه يساوي (0.8 D)، وثلاثة مساقط لصامولة سداسية الشكل الاولى مشطوفة من جهة واحدة والأخرى مشطوفة من الجهتين.



الشكل (5-5) المساقط الثلاثة لصامولة سداسية مشطوفة من طرف واحد وأخرى من طرفين

إن الطريقة المستعملة في رسم أسنان اللوالب تستند إلى تمثيل القطر الكبير والقطر الصغير للسن وذلك برسمهما بشكل خطوط مستمرة كما يلي:

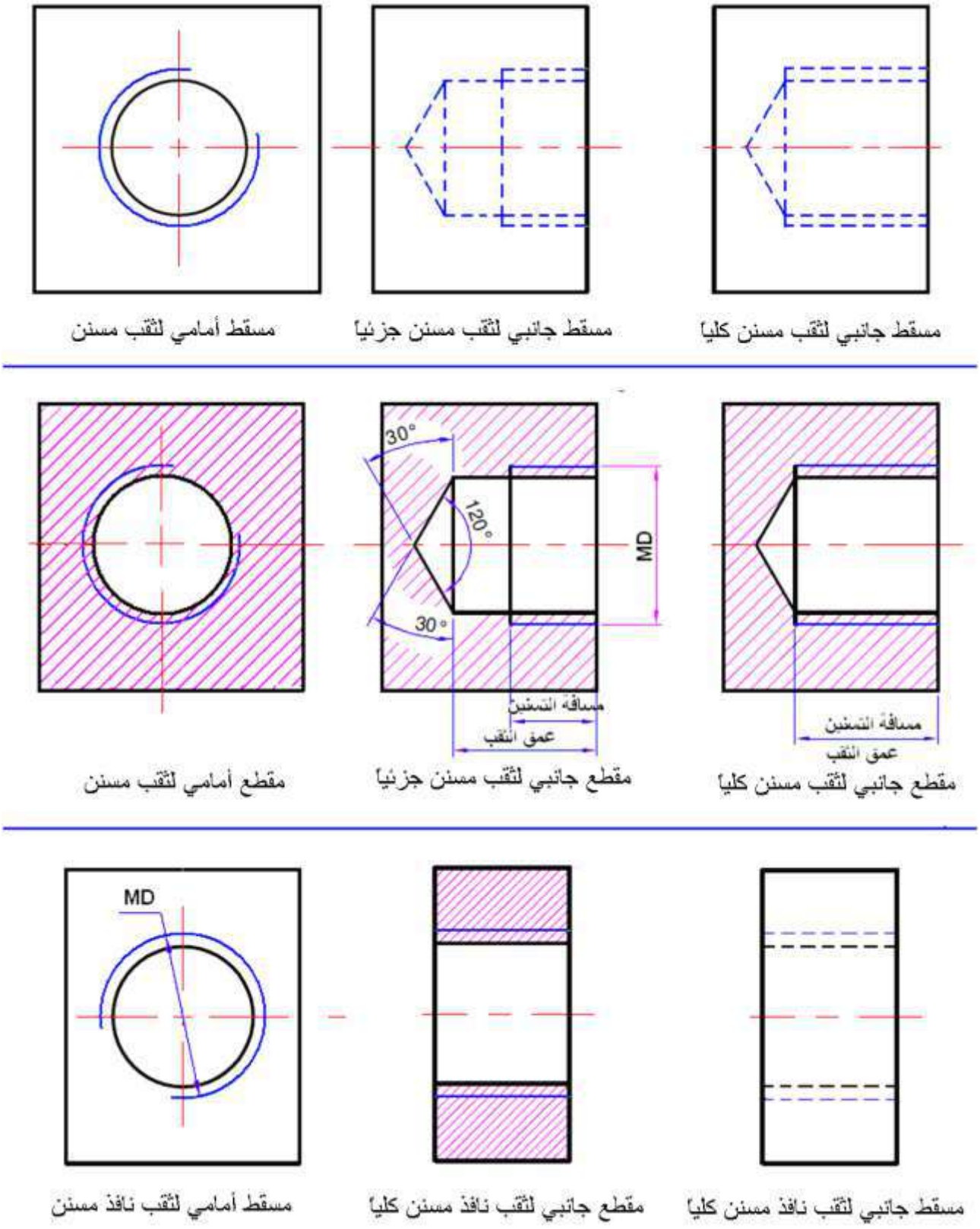
1. **رسم السن الخارجي:** يمثل المسقط الأمامي للسن الخارجي (كما في اللوالب) برسم قمم الأسنان بخط سميك ومستمر بينما يتم تمثيل جذور الأسنان بخط رفيع ومستمر، أما المسقط الجانبي للسن الخارجي فيمثل بشكل دائرة كاملة بخط سميك ومستمر، بينما يتم تمثيل جذور الأسنان بشكل دائرة بسمك رفيع على أن تكون الدائرة غير كاملة، وكما مبيّن في الشكل (5-6).



الشكل (5-6) تمثيل الاسنان الخارجية للوالب

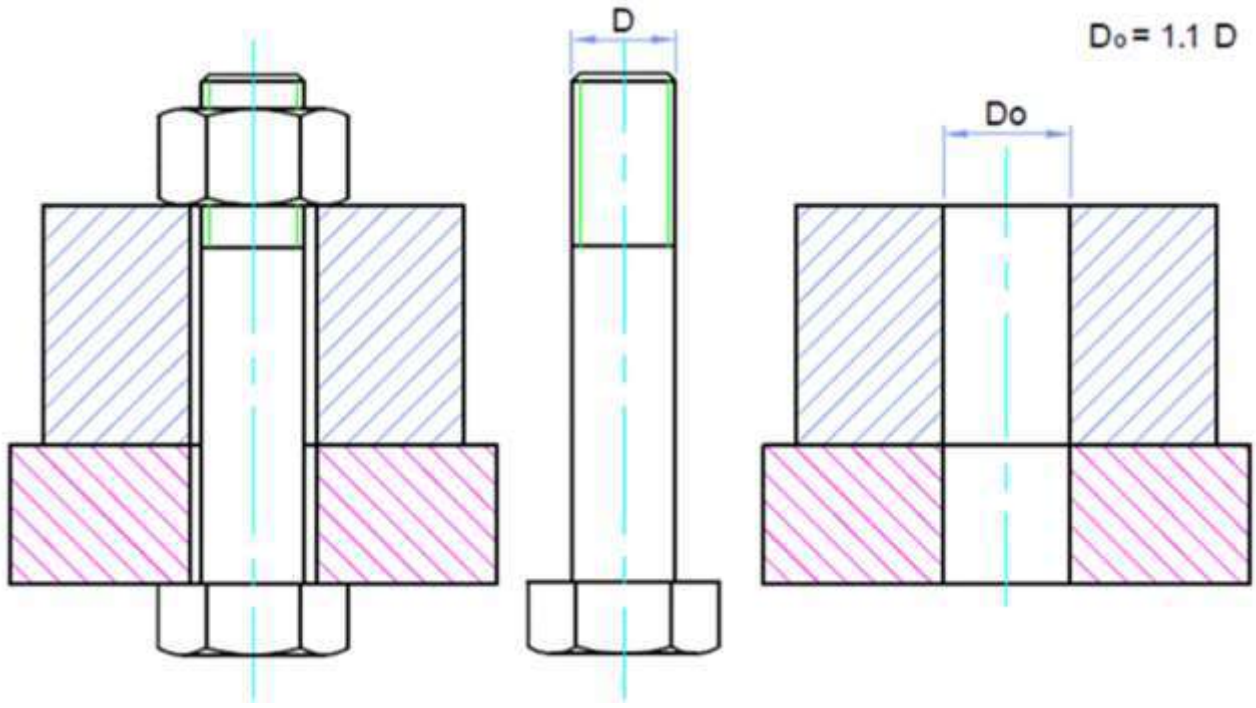
2. **رسم السن الداخلي**: يتم تمثيل ورسم الثقب المسنن غير النافذ والثقب المسنن النافذ كما مبيّن في الشكل (5-7)، إذ يظهر في نهاية الثقب غير النافذ مثلث متساوي الساقين يمثل أثر رأس المثقاب (البريمة) التي تجعل قطع المعدن مخروطياً وزاوية رأسه 120°، ويمكن تسنين هذا الثقب كلياً أو جزئياً إذ يمثل بخطين مخفيين (رفيعين متقطعين) في المسقط ومستمرين بالمقطع لتكون المسافة بينهما هي القطر الأساس للبرغي المتوافق مع الثقب المسنن، ويوضح الشكل الثقوب النافذة وغير النافذة وطريقة تمثيل التسنين.

ملاحظة: للتمييز بين الخطوط التي تمثل الأسنان، وأيهما يرسم رفيعاً أو يرسم سميكاً؟ فمن المناسب استذكار قاعدة أن الجزء الذي يمكن لمسه يرسم بخط سميك أما الجزء الذي لا يمكن لمسه فيرسم بخط رفيع. فمثلاً بالنسبة إلى السن الخارجي فمن الممكن لمس قمة السن لذا يتم رسمه بشكل خط سميك أما إذا كان السن الداخلي غير ظاهر على المسقط فيمكن رسمه بشكل خط مخفي (خط متقطع) وهكذا.



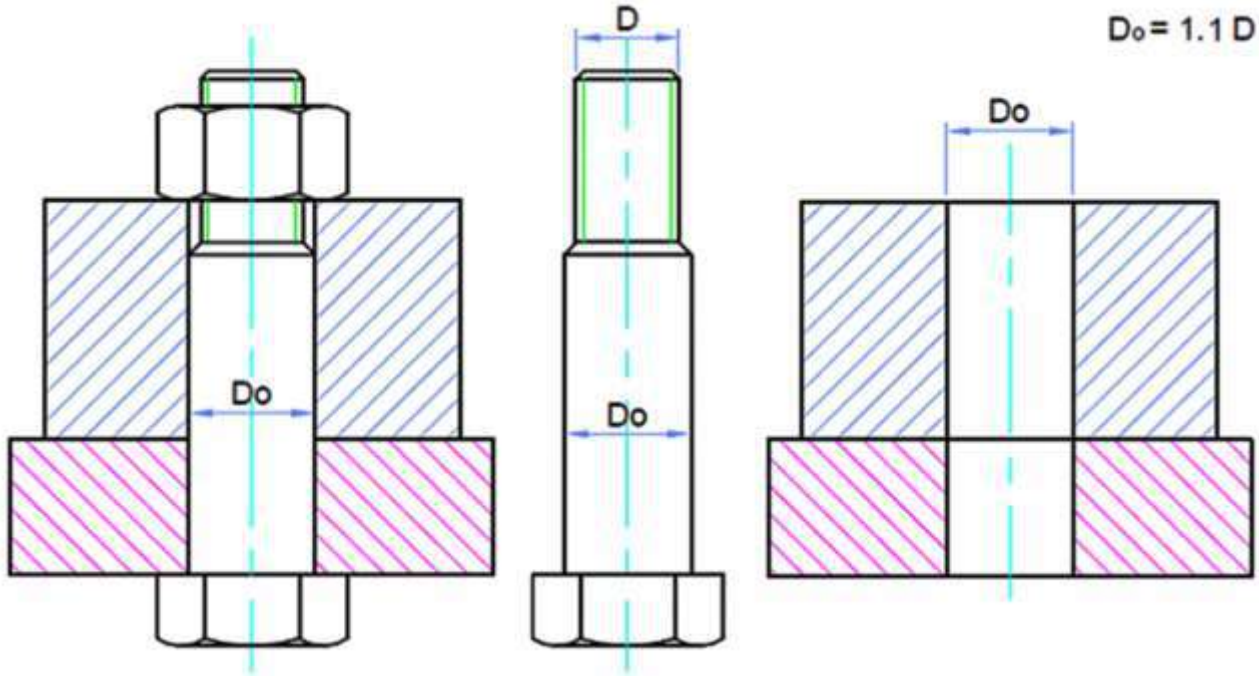
الشكل (5-7) طرائق تمثيل الثقوب المسننة بالمساقط والمقاطع

3. **رسم الأجزاء المربوطة عن طريق اللوالب:** يتم ربط أجزاء المكائن بواسطة اللوالب بثلاث طرائق:
   - **لولب وصامولة بثقب نافذ (برغي نافذ):** يستعملان لربط قطعتين مثقوبتين بثقبٍ أكبر من قطر المسمار الرئيسي بينما يتم تثبيتهما بصامولة وكما مبين في الشكل (5-8).



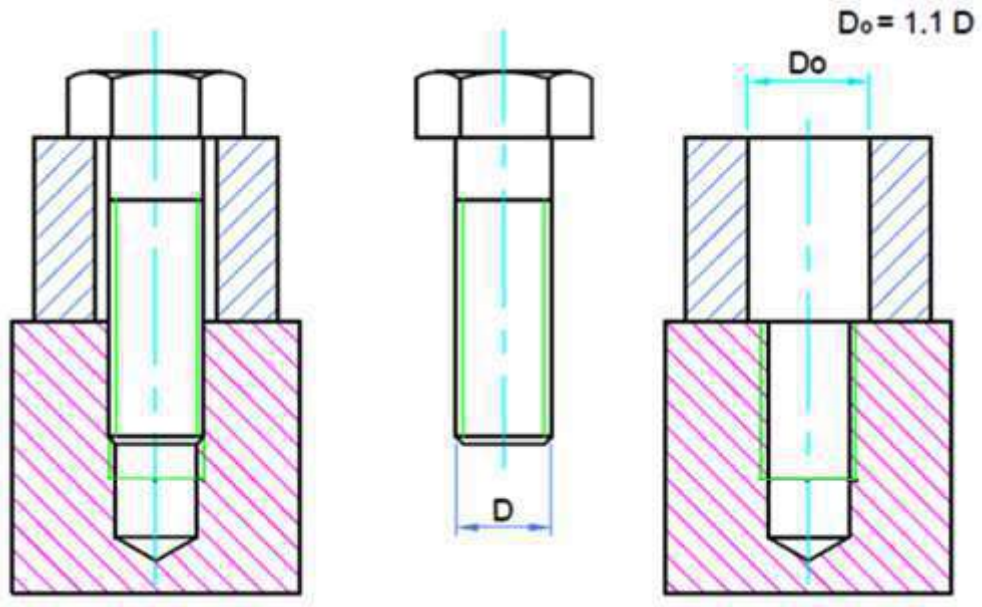
الشكل (5-8) الربط عن طريق لولب وصامولة من خلال ثقب نافذ فيه خلوص

- **لولب (برغي) الضبط Fitted Bolt:** يستعمل لربط قطعتين بحيث ينفذ اللولب من ثقبٍ داخل القطعتين بدون وجود خلوص بين اللولب والثقب ثم يتم تثبيتهما بصامولة وكما مبين في الشكل (5-9).



الشكل (5-9) الربط عن طريق لولب وصامولة من خلال ثقب نافذ بدون خلوص

- **برغي عادي Tap Bolt:** يستعمل لربط قطعتين بحيث يتم تسنين ثقب داخل إحدى القطعتين بينما يترك خلوص في ثقب القطعة الأخرى وحول جذع المسمار. يجب أن يكون طول الجزء المسنن في اللولب أقل من ارتفاع الثقب داخل القطعتين. وهنا لا حاجة لاستخدام صامولة الربط وكما مبيّن في الشكل (5-10).

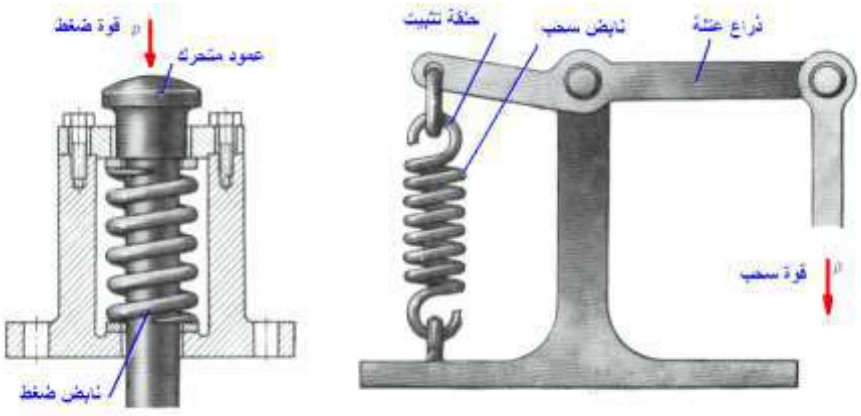


الشكل (5-10) مقطع يمثل ربط قطعتين عن طريق لولب ضبط

3-5 النوابض Springs

النابض عبارة عن وسيلة أو أداة ميكانيكية مصممة لخزن الطاقة عند انحرافه وإطلاقها، له مرونة مصنوع من أحد أنواع سبائك الفولاذ ينتج قوة نتيجة ضغطه أو سحبه كما في الفرامل والصمامات فضلاً على امتصاص الصدمات وتطبيقات أخرى متنوعة عند التصميم إذ يقوم بربط الأجزاء بعضها مع البعض بمرونة.

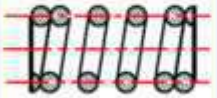
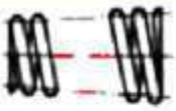
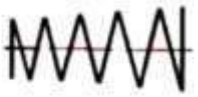
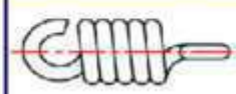
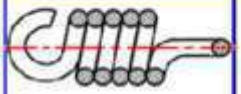
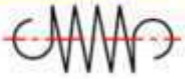
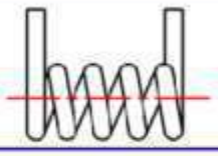
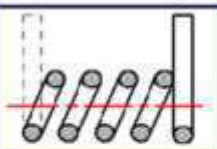
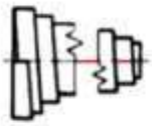
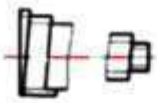
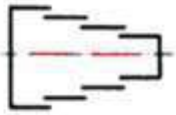
ومن أهم النوابض المستعملة في تجميع الأنظمة الميكانيكية هي الشكل اللولبي (Helical Spring) وتقسم إلى قسمين من أهمها نوابض الضغط (Compression Springs)، وقد صممت لمقاومة القوى الضاغطة على مستوى المحور تتميز بتباعد المسافات بين لفاتها ونوابض الشد (Extension Springs) والتي صممت لمقاومة قوى الشد على مستوى المحور وتتميز بقصر المسافة بين لفاتها وأقرب إلى الالتصاق، لاحظ الشكل (5-11).



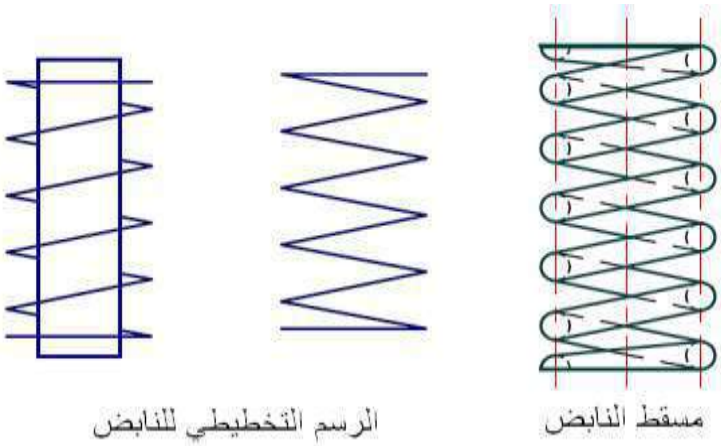
الشكل (5-11) تطبيق عملي على استعمال نابض السحب ونابض الضغط

ويبين الجدول (5-1) طرائق تمثيل أهم أنواع النوابض وفق المواصفات الدولية ISO.

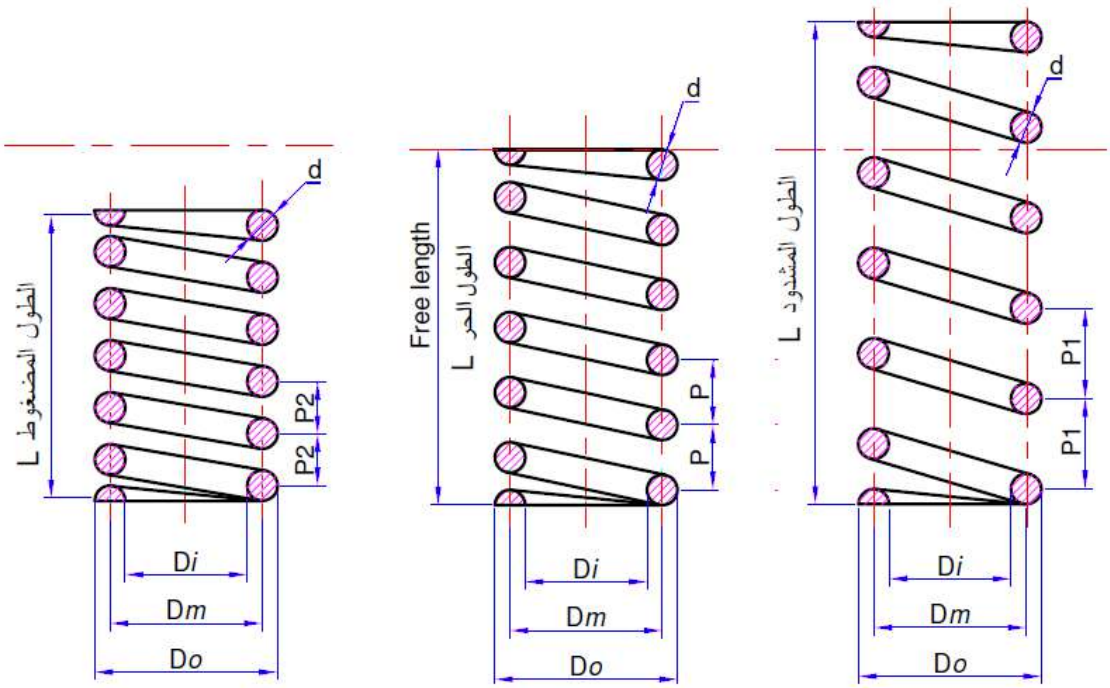
الجدول (5-1) طرائق تمثيل النوابض بالرسم

اسم النابض	شكل النابض	المسقط	المقطع	الرمز المبسط
نابض ضغط اسطواني مقطع دائري				
نابض ضغط لولبي مخروطي مقطع دائري				
نابض سحب مقطع دائري				
نابض التوائي مقطع دائري				
نابض ضغط لولبي مقطع شريطي				
نابض ورقي				

يبيّن الشكل (5-12) الطريقة المتبعة في تمثيل النابض كمسقط وتمثيله برسم تخطيطي، في حين يوضّح الشكل (5-13) تمثيل النابض كمقطع أمامي في حالات ثلاثة هي المشدود، الوضع الحر، والوضع المضغوط ويبين فيها تمثيل لنهاية النابض.



الشكل (5-12) تمثيل النابض في المسقط وبالرسم التخطيطي



الشكل (5-13) تمثيل النابض في حالاته الثلاث (المشدود، الطول الحر، والمضغوط) كمقطع أمامي

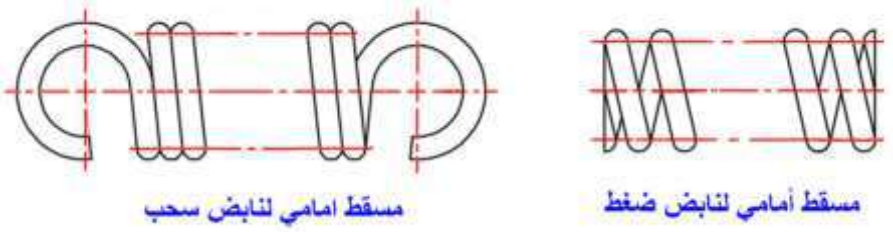
يعرف النابض بمعلوم كل من القطر الخارجي D_o، القطر الداخلي D_i، الطول الحر L (دون شد أو ضغط) مضافاً لها عدد لفات (طيات) النابض N، ومن الممكن تعريفه بمعلوم قطر سلكه d وعدد لفات النابض مضافاً لهما القطر D_m وهو المتوسط الحسابي للقطرين الخارجي والداخلي.

$$\text{المتوسط الحسابي} = \frac{\text{القطر الخارجي} + \text{القطر الداخلي}}{2} \qquad D_m = \frac{D_o + D_i}{2}$$

ولرسم مسقط أو مقطع النابض يجب تحديد مقدار الخطوة P (المسافة بين نقطتين متكافئتين على النابض) وتحسب رياضياً كما يأتي:

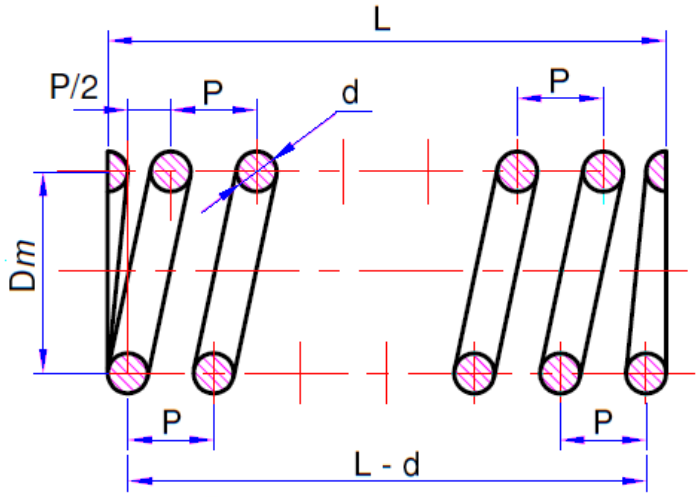
$$P = \frac{L - d}{N - 1}$$

يُرسم النابض في حالته الحرة ويبين فيه نوع نهاية النابض، التي تحدد نوعه إن كان ضغطاً أو شداً، وتوضع المعلومات والبيانات مع الرسم التفصيلي للنابض، وعندما يحتوي النابض على عدد كبير من اللفات، يرسم بضع لفات من كل طرف ثم توصيلها عن طريق خط متسلسل، الشكل (5-14).



الشكل (5-14) رسم النوابض اللولبية بشكل مختصر

نابض الضغط يختلف عن نابض السحب وذلك بوجود خلوص بين اللفات في حين لا يحوي نابض السحب أي خلوص بين لفاته في الحالة الحرة عند رسم المساقط أو المقاطع، ويبيّن الشكل (5-15) الأبعاد المطلوب توفرها لرسم المقطع (أو المسقط) لنابض الضغط.

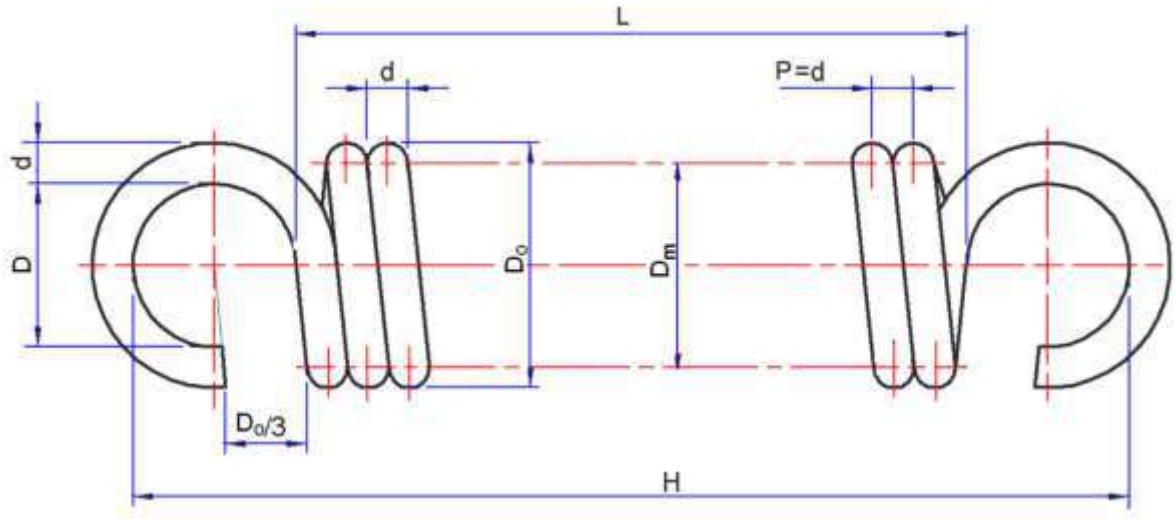


الشكل (5-15) يبين مقطع أمامي في نابض ضغط مثبت عليه الأبعاد القياسية

أما في حالة رسم نابض السحب رسماً تنفيذياً فتكون الأبعاد المطلوبة ما يأتي، لاحظ الشكل (5-16).

$L = d(N + 1)$	طول النابض الفعال
$H = L + 2D$	طول النابض الكلي
$D = D_\circ - 2d$	قطر الحلقة الداخلية التثبيت
$D_m = D_\circ - d$	القطر المتوسط للنابض

أما المسافة بين نهاية الحافة واقرب لفة للنابض يمكن أخذها مساوية لـ $D_o/3$.

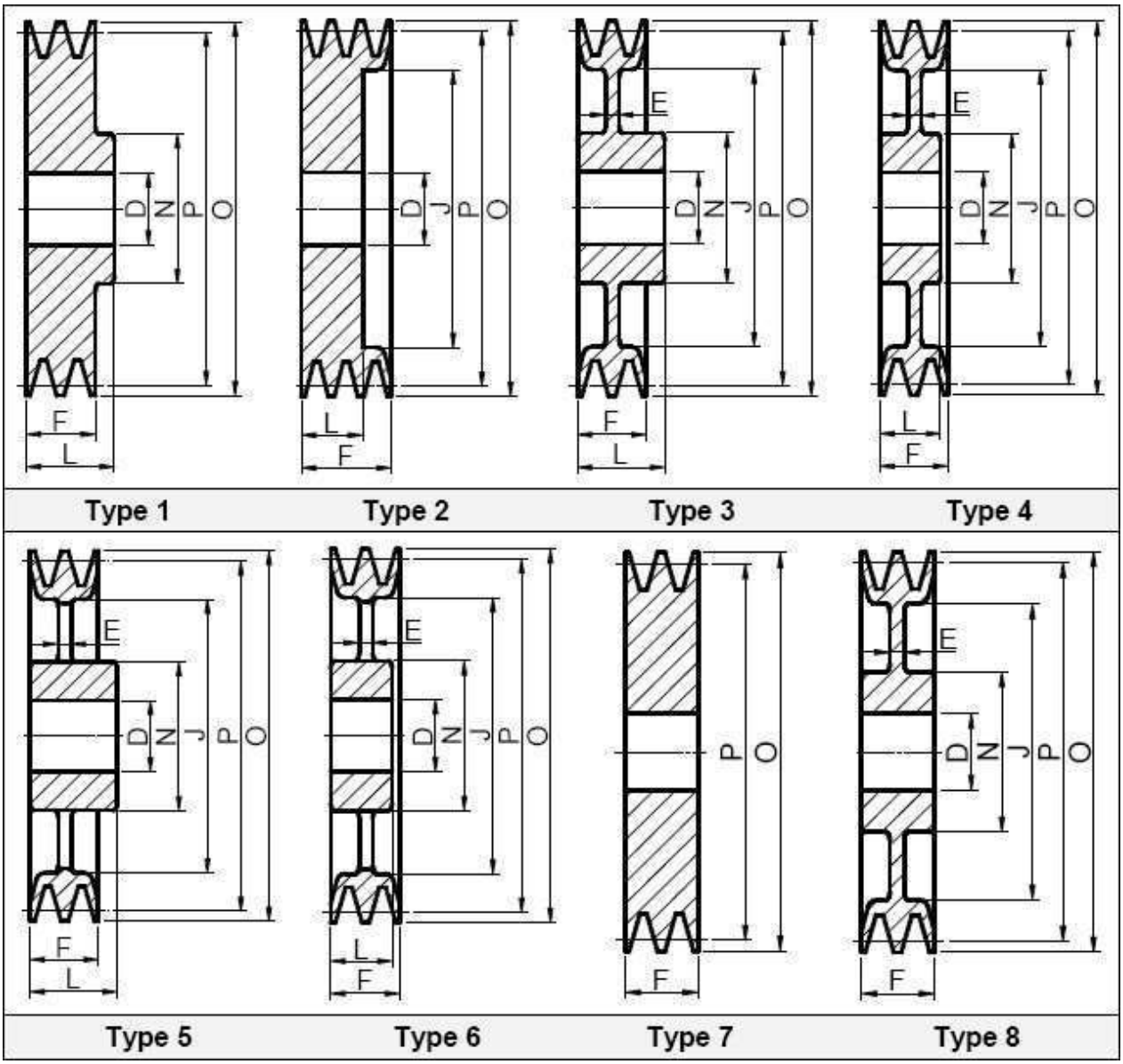


الشكل (5-16) الرسم التنفيذي لمسقط أمامي في نابض سحب مثبت عليه الأبعاد القياسية

4-5 نقل الحركة عن طريق البكرات والأحزمة (السيور)

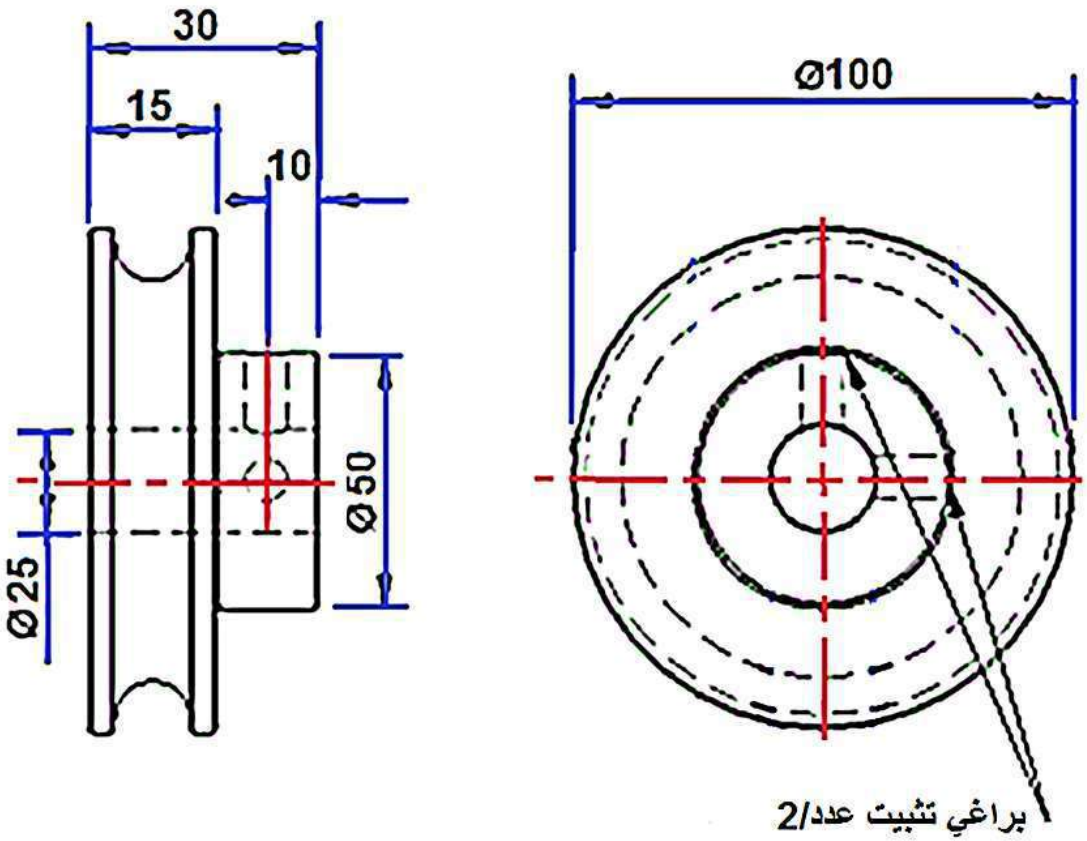
تُعد وسائل نقل الحركة بالأحزمة (السيور) من أقدم الطرائق في نقل الحركة الدورانية، كما إنها من أهم النظم المستعملة في نقل الحركة في الماكينات الصناعية المختلفة، ويلاحظ ذلك واضحاً في جميع آلات الإنتاج والماكينات والآليات ومعدات النقل كالسيارات والجرارات والآلات الزراعية والأجهزة المنزلية وغيرها.

تكون البكرات Pulleys بأشكال وتصاميم عديدة فمنها ما يكون مسطحاً ومنها ما يكون ذا أخدود (تجويف) بشكل حرف V ليناسب السير بالشكل نفسه، ويبيّن الشكل (5-17) طريقة تمثيل البكرات بشكل مقطع جانبي وهو الشائع في الرسم الصناعي بأنواع وتصاميم مختلفة ذات الأخاديد المتعددة، إذ يمثل (O) القطر الخارجي لجسم البكرة، (P) قطر دائرة الخطوة، في بعض التصاميم للسيور (الاحزمة) الموقتة (Timing Belts)، (N) قطر صرة التثبيت، (D) قطر محور البكرة (الثقب)، (F) سمك جسم البكرة، (L) السمك الكلي للبكرة، (E)، سمك العصب (للبكرات التي تحتوي على تجاويف من الجانبين)، (J) قطر التجويف.



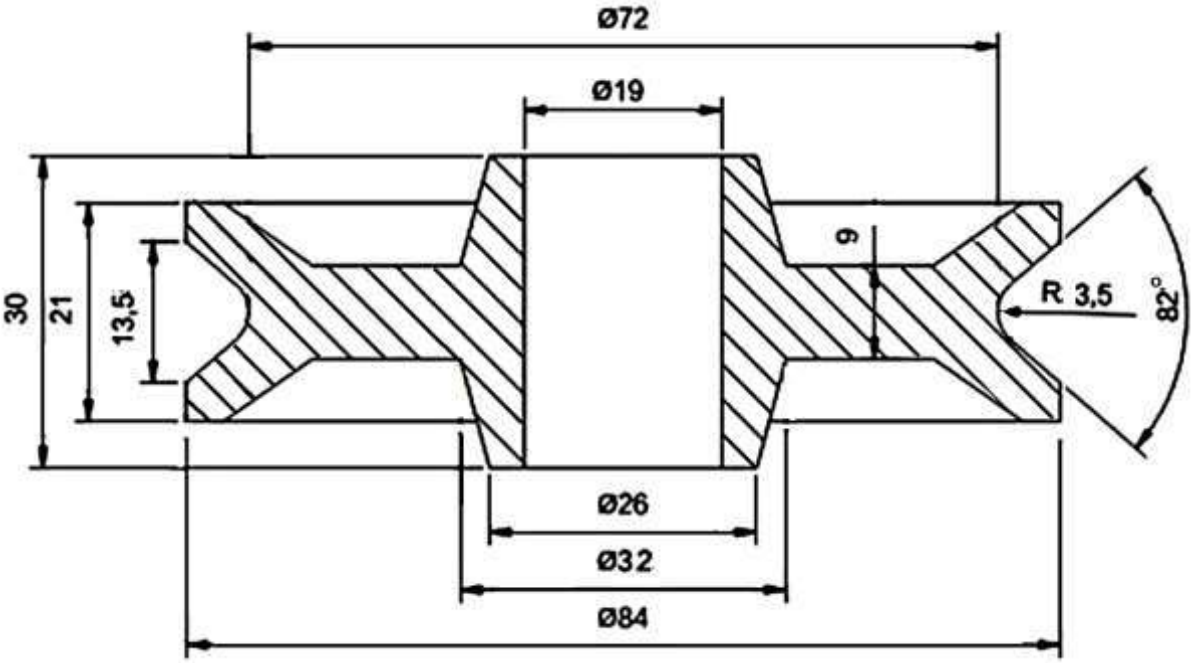
الشكل (5-17) أنواع مختلفة لبكرات ذات أخاديد بشكل حرف V

مثال (1): بمقياس رسم 1:1 أعد رسم المسقط الامامي والجانبي لبكرة تناسب سير ذو مقطع دائري وبحسب الأبعاد المبينة في الشكل (5-18).



الشكل (5-18) المساقط لبكرة ذات مجرى دائري

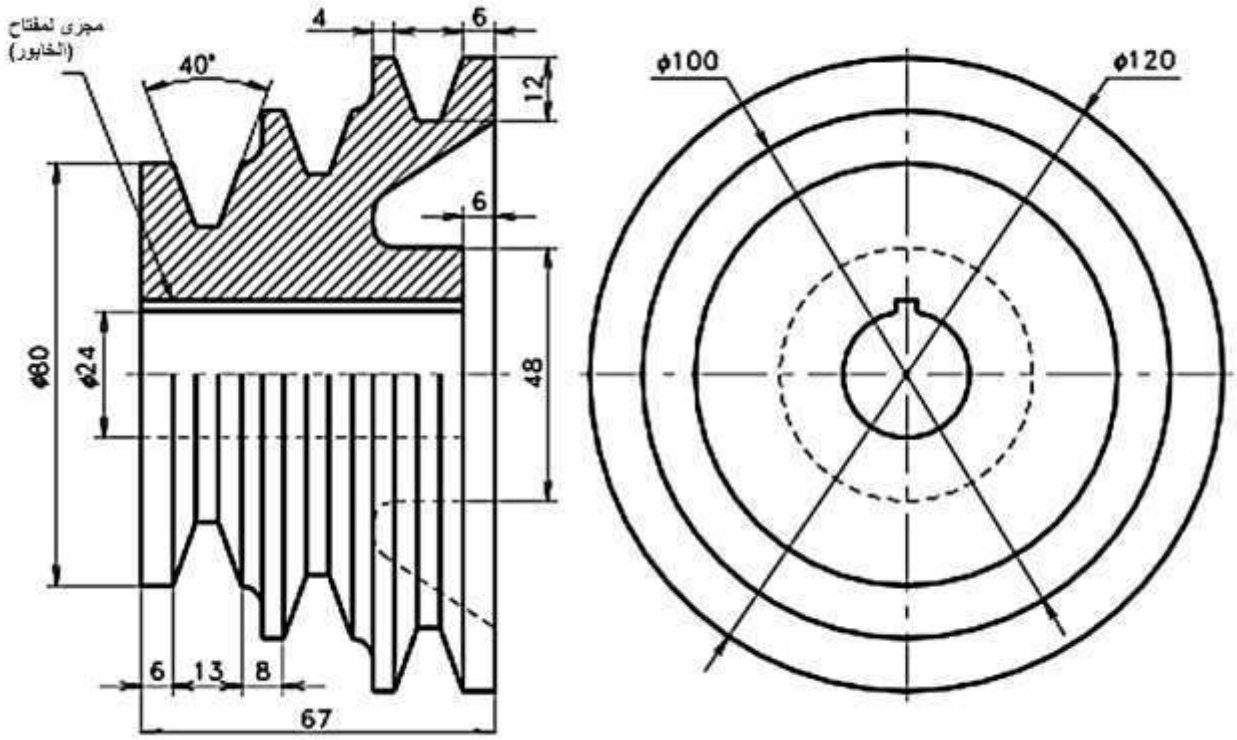
مثال (2): بمقياس رسم 1:1 أعد رسم مقطع أمامي كامل في البكرة ذات المجرى بشكل حرف V والمبيّنة في الشكل (5-19)، مع وضع الأبعاد.



الشكل (5-19) مقطع أمامي كامل لبكرة ذات مجرى

البكرات المدرجة Stepped pulleys : تستعمل البكرات (في بعض المصادر تدعى الطارات) المتدرجة في أزواج لتوفر إمكانية اختيار نسب سرعات مختلفة، إذ تحوي كل بكرة على عدة أقطار خارجية مختلفة متصلة مع بعضها البعض، وتركب البكرتين على عمودين لنقل الحركة بينهما، بحيث يكون وضعهما عكسياً، إذ من الممكن تغيير نسبة السرعة (تخفيض أو زيادة) بنقل السير ووضعه في أحد اقطار (درجات) البكرتين بحسب السرعة المطلوبة. ويمكن أن تكون أسطح البكرات المدرجة بشكل مستوى لاستخدامها في نقل الحركة بتغير السرعة بين الأعمدة المتوازية عن طريق السيور المسطحة، كما يمكن أن تحتوي أسطح البكرات على مجرى بشكل حرف V لاستخدامها في نقل الحركة إذ تعتمد آلية معينة في نقل السيور بين البكرات.

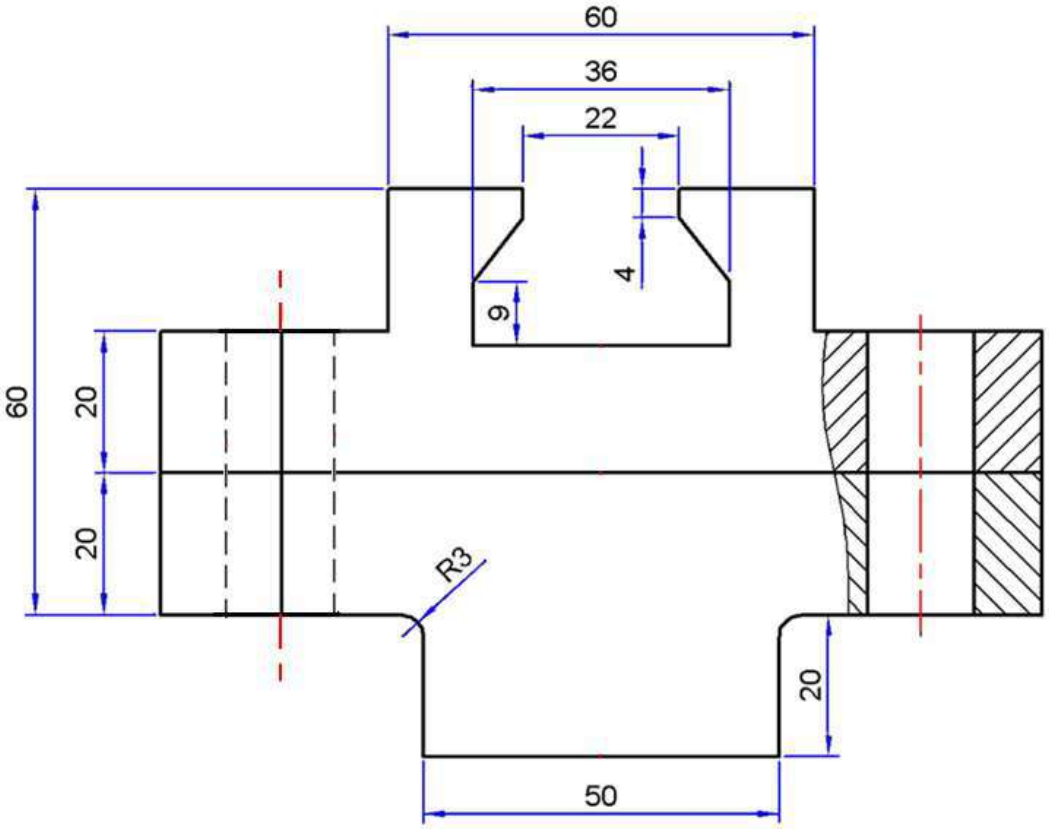
مثال (3): بمقياس رسم 1:1، أعد رسم المسقط الأمامي نصفه الأعلى مقطوع، والمسقط الجانبي لبكرة مدرجة، والمبيّنة في الشكل (5-20).

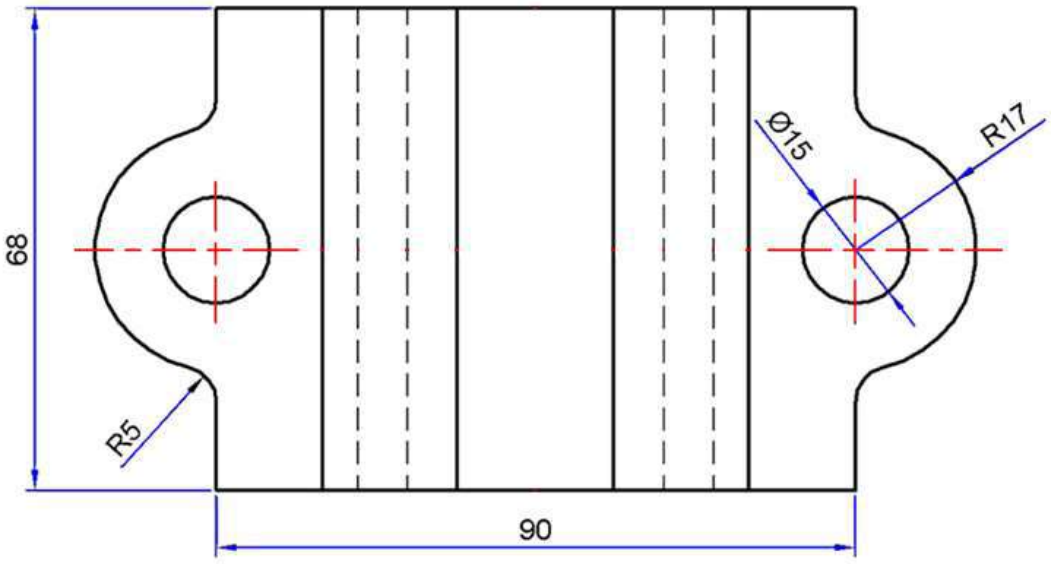


الشكل (5-20) المسقط الامامي نصفه الأعلى مقطوع والمسقط الجانبي

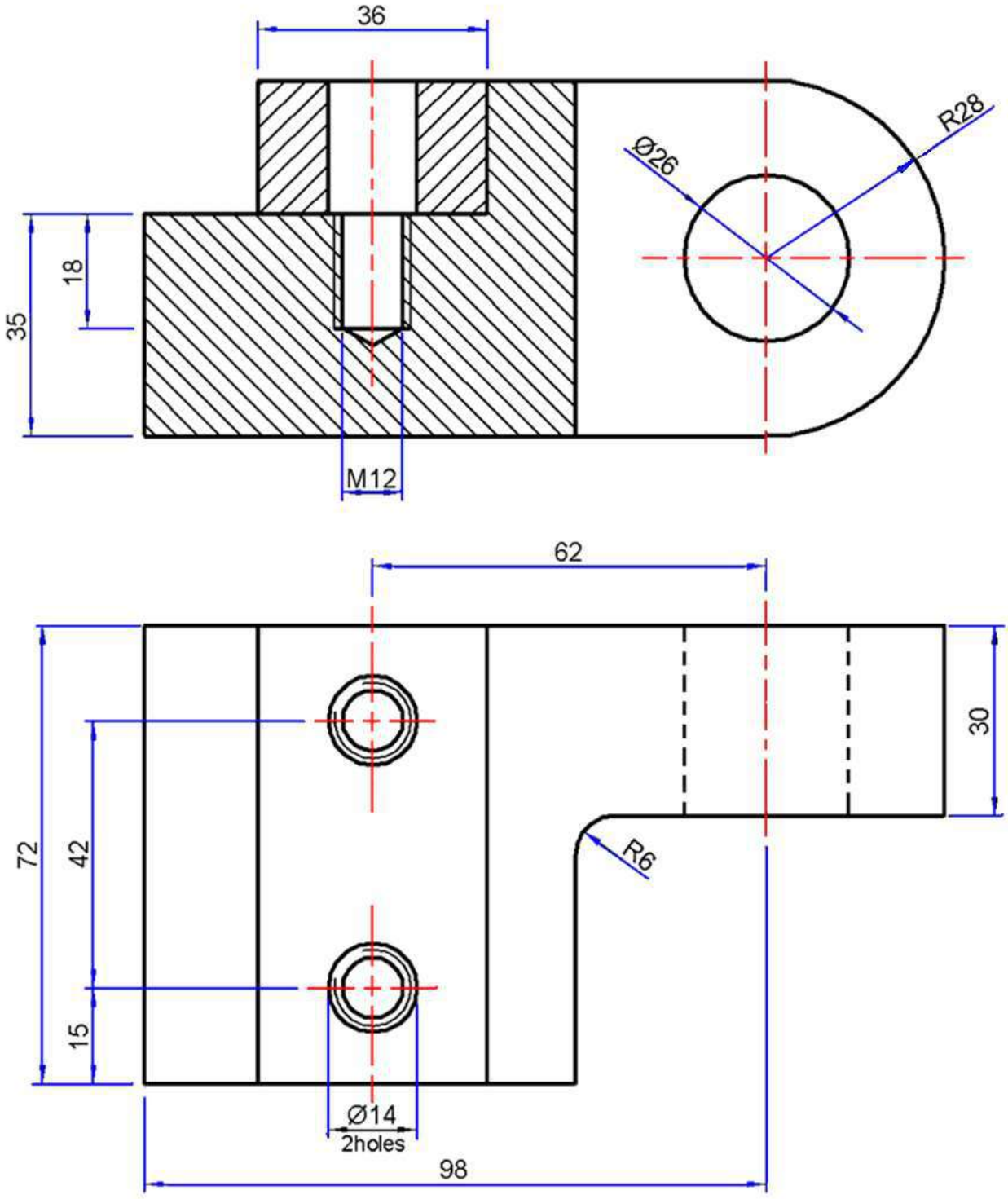
أسئلة الفصل الخامس

س1- بمقياس رسم 1:1 أعد رسم المسقط الأمامي نصفه الأيمن مقطوع جزئياً والمسقط الأفقي والمبيّنة بالشكل أدناه بعد ربطها عن طريق لولب (برغي) سداسي وصامولة سداسية من الجانب الأيمن ولولب رباعي وصامولة رباعية من الجانب الأيسر.





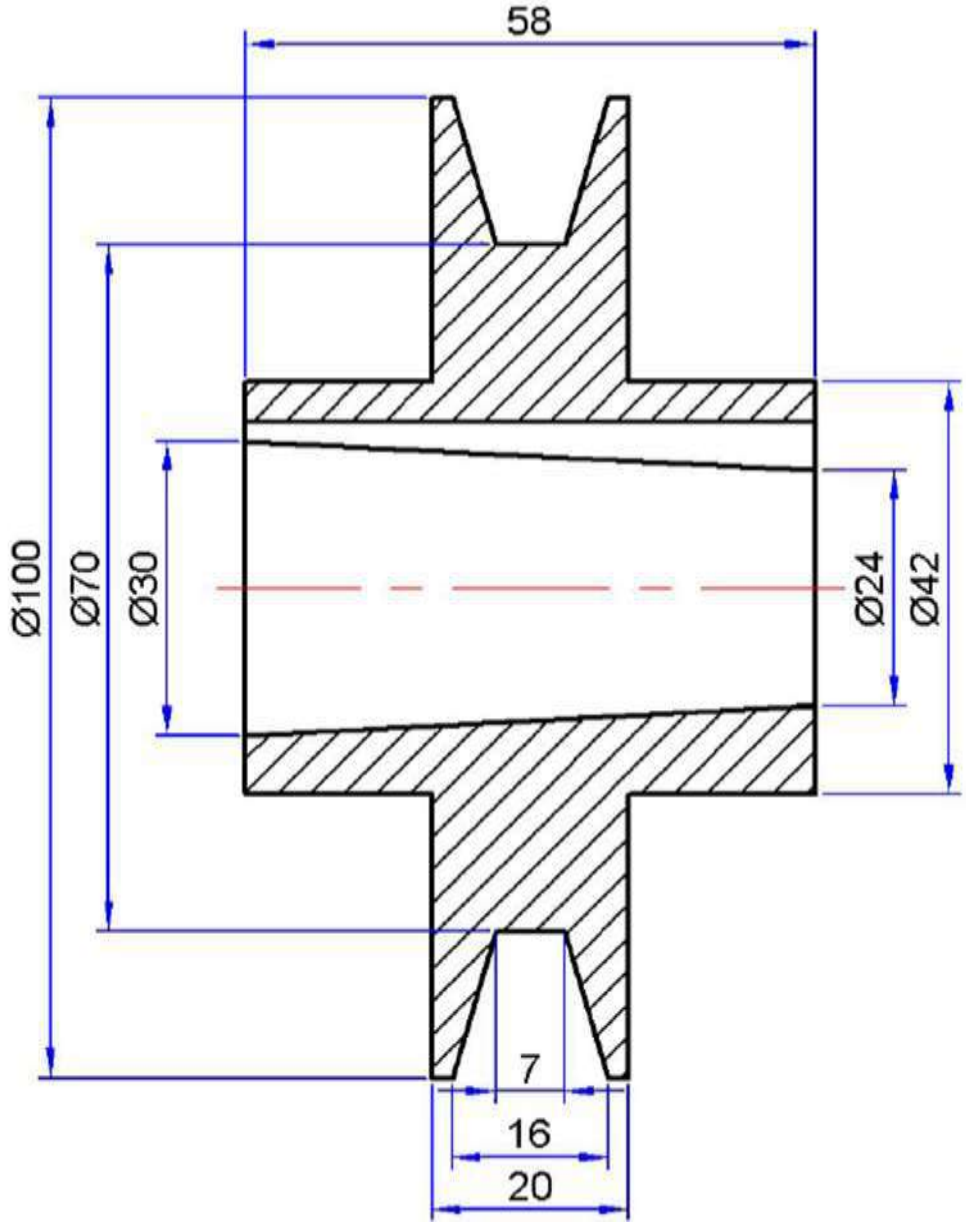
س2- بمقياس رسم 1:1، ارسم الوصلة موضحا لها مقطعاً رأسياً ومسقطاً أفقياً في الشكل أدناه بعد ربطها عن طريق لولب (برغي) ضبط طول جزئه المسنن (23 mm).



س3- بمقياس رسم 1:1 ارسم المقطع الأمامي والمسقط الجانبي لنابض ضغط إذا علمت أن القطر المتوسط 32 mm، طوله 98 mm، قطر السلك 6 mm وعدد اللفات (7) بخطوة مقدارها ضعف قطر السلك، مع كتابة الأبعاد القياسية.

س4- بمقياس رسم 1:1، ارسم المسقط الأمامي لنابض سحب إذا علمت أن القطر المتوسط 30 mm، طوله الكلي 102 mm، قطر السلك 6 mm وعدد اللفات الفعالة (9)، مع كتابة الأبعاد القياسية.

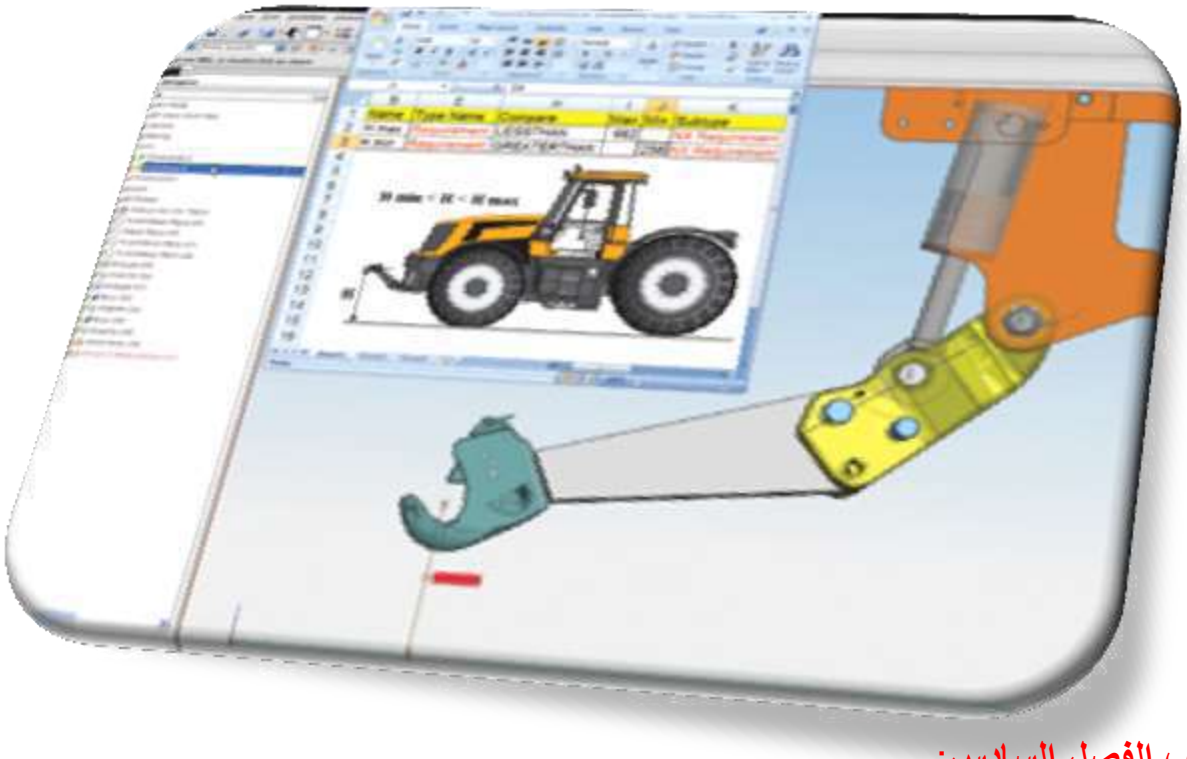
س5- الشكل أدناه يبين مقطعاً امامياً كاملاً في بكرة لنقل الحركة فيها ثقب نافذ ومجرى لمفتاح (خابور)، بمقياس رسم 1:1 ارسم المسقط الأمامي نصفه الأعلى مقطوع، مع رسم المسقط الجانبي نصفه الايمن مقطوع.



الفصل السادس

الرسم المعان بالحاسوب

Computer Aided Drawing



أهداف الفصل السادس:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:

1. يثبت البرنامج على الحاسبة .
2. يتعرف على واجهة البرنامج الأساسية وأشرطة الأدوات المساعدة.
3. يميز واجهة البرنامج للرسم ثنائي الأبعاد 2D وواجهة الرسم ثلاثي الأبعاد 3D.
4. يستعمل نظم الإحداثيات المطلقة والتزايدية ونظام الإحداثيات المستخدم قبل بداية الرسم.
5. يمارس مهارات الرسم في شريط أدوات مساعدة في الرسم الدقيق.
6. يستعمل أوامر الرسم (في إنشاء الرسوم ثنائية الأبعاد).
7. يرسم الأشكال البسيطة (خط، دائرة، قوس، قطع ناقص).
8. يرسم الأشكال الأكثر تعقيداً (مستطيل، مضلع، منحني).
9. يجري تعديلات على الأشكال البسيطة عن طريق أوامر شريط التعديل.
10. يستعمل أوامر شريط الأبعاد بإضافة الأبعاد والنصوص إلى الرسم.
11. يميّز فائدة استعمال وخصائص إمساك الكائنات واستخدام الشبكة.
12. يستعمل طريقة التظليل (التهشير) للقطاعات.
13. ينفذ الرسومات ثلاثية الأبعاد عن طريق إنشاء رسوم لأجسام مصمتة بسيطة (صندوق، كرة، أسطوانة، مخروط).
14. ينفذ الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D.
15. يطبع الرسوم المنفذة.

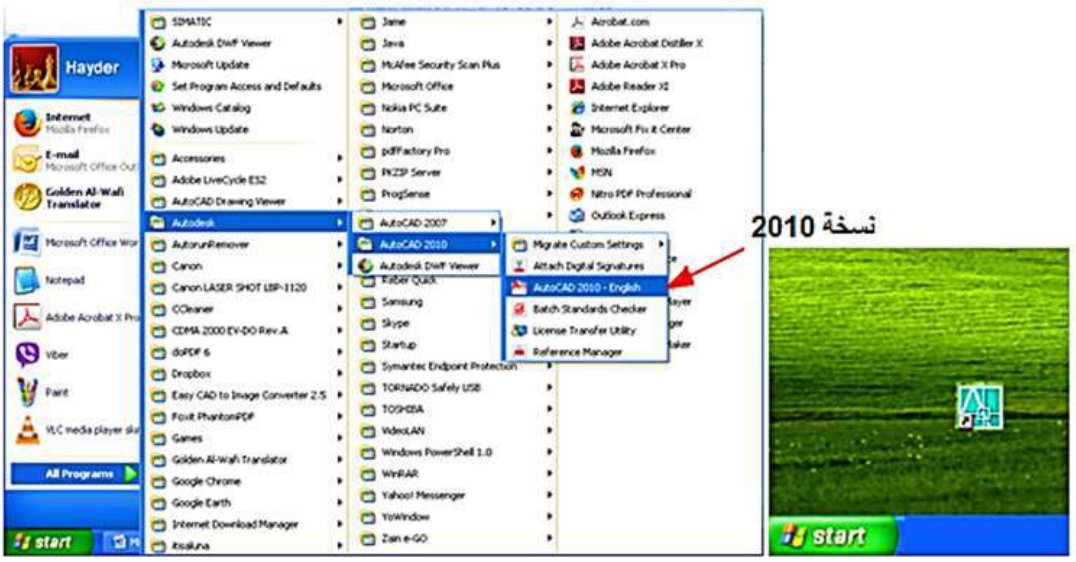
1-6 تمهيد

في العام 1982 انتجت شركة (Autodesk) أول نسخة من برنامج أوتوكاد (AutoCAD) الإصدار (1.0) تلتها اصدارات متعاقبة بعد إجراء تحديثات مضافة لكل منها وابتداءً من اصدار 2009 تم تغيير الشكل العام للبرنامج ليصبح شبيهاً ببرنامج مايكروسوفت أوفيس2007 باستبدال شرائط الأيقونات بشريط واحد عريض (Ribbon) يحوي كافة الأيقونات والأدوات اللازمة لعمليات الرسم والتحرير وغيرها في البرنامج، فبعد ان تعرفنا في الصف الدراسي السابق على طريقة الرسم باستخدام البرنامج والذي يوفر بإمكانياته الواسعة العديد من الخيارات لتنفيذ رسومات بشتى المجالات والتطبيقات الهندسية ولتصميمات ثنائية وثلاثية الأبعاد، سوف نتناول في هذا الفصل إعادة لبعض الأساسيات في هذا المجال مع التوسع في الرسومات ثلاثية الأبعاد للتمكن من تنفيذها بالتوازي مع ما تعلمنا في بقية الفصول، ولن تغني المعلومات أدناه عن الاستعانة بمصادر أخرى للتعلم وأهمها موجود ضمن البرنامج عند استدعاء الأمر Help من شريط الأدوات أو بالضغط على المفتاح F1 في لوحة المفاتيح.

2-6 تشغيل (إعداد) برنامج الرسم

يبيّن الشكل (6-1) طريقة تشغيل البرنامج، فأما يكون التشغيل بالنقر المزدوج على الأيقونة الظاهرة على سطح المكتب أو عن طريق النقر بالمؤشر على ايقونة (أبدأ Start في الركن الأسفل الأيسر) ومن ثم النقر على ايقونة تشغيل البرنامج بعد ظهورها من قوائم التشغيل:

Start (ابدأ) » All Programs (البرامج)» Autodesk » AutoCAD20XX

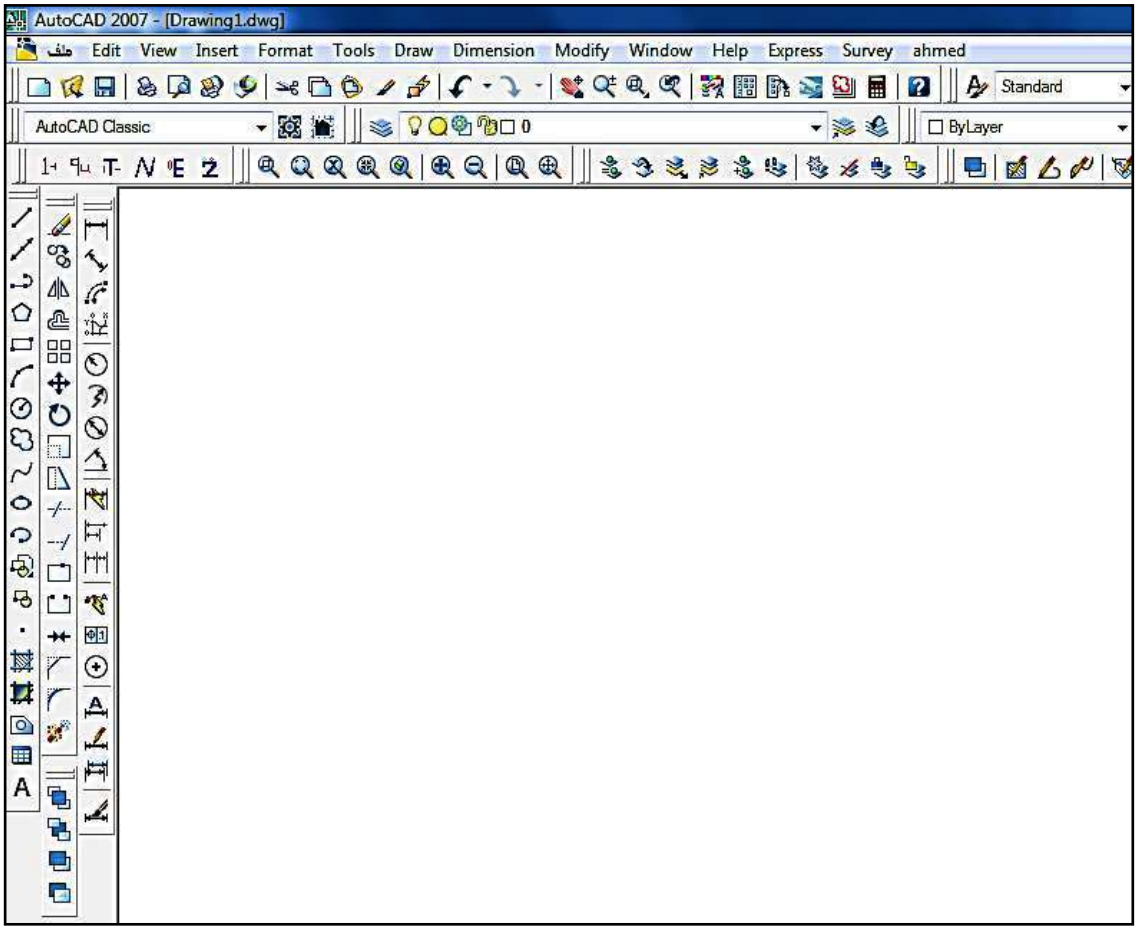


الشكل (6-1) طريقة تشغيل برنامج الرسم المعان بالحاسوب AutoCAD

ستظهر على الشاشة نافذة بداية البرنامج، وربما تختلف النافذة من إصدار إلى آخر، وقد تظهر نوافذ أخرى بدايةً، الغاية منها اختيار الرسم ببعدين أو بثلاثة أبعاد، بعد الاختيار والخروج منها يتم ظهور الواجهة الرئيسة، ومن الممكن إظهار واجهة البرنامج الخاصة بالرسم ثنائي الأبعاد (2D) والتي استخدمها الطالب في المرحلة الدراسية السابقة. النسق الأصلي لملف الأوتوكاد هو النسق DWG (الامتداد للملف) وبدرجة أقل النسق DXF الذي هو نسق ملف التبادل الخاص بالبرنامج مع برامج التصميم بمعونة الحاسوب.

3-6 التعرف على واجهة البرنامج الأساسية

من المناسب مراجعة ما تعلمناه خلال المرحلة الدراسية السابقة في التعرف على ما يوفره برنامج الرسم المعان بالحاسوب من اجراءات عن طريق ما يظهر امامنا في واجهة البرنامج، إذ يبيّن الشكل (6-2) واجهة البرنامج للإصدار القديم 2007، والذي تم دراسته في العام السابق، والذي يبين الاشرطة الرئيسة وكيفية جعل قسم من القوائم عائمة مثل الامر Draw والأمر Modify والأمر Dimension لتصبح ايقوناتها في متناول المستخدم، في حين تبقى اشرطة الأدوات ثابتة في مواقعها إذ من الممكن تهيئة الواجهة بما يناسب رغبة المستخدم وقد تختلف الامكانات في ذلك بحسب سنة الاصدار للبرنامج.



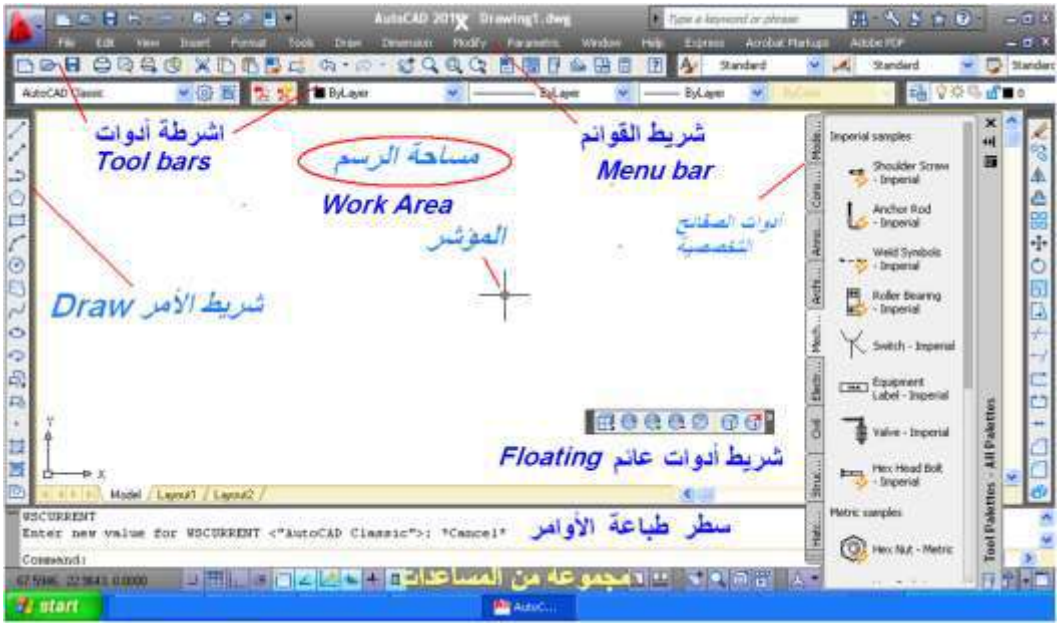
الشكل (6-2) واجهة البرنامج للإصدار 2007

ومن أجل اظهار القوائم في الاصدارات الحديثة لبرنامج أوتوكاد يوجد سهم في الاعلى على اليسار بجانب رمز الطابعة نضغط عليه ثم نختار Show menu bar من القائمة فيظهر شريط القوائم، ولن تجد هذا السهم في أوتوكاد الاصدارات السابقة إنما سوف تقوم بالضغط على الزر الأيمن للفأرة على أي شريط أدوات فتظهر قائمة تختار منها Show menu bar، ومن ثم نذهب إلى القائمة Tools ثم Workspaces ثم AutoCAD Classic وسوف نحصل على واجهة جديدة سوف تعمل عليها فترة معينة ويمكن أن نغيرها الى واجهة اخرى متى ما شئنا.

تتكون الواجهة الكلاسيكية من شريط العنوان وفيه اسم البرنامج ورقم الاصدار الخاص به واسم ورقة الرسم المفتوحة والمتكونة من جزئين هما اسم الرسم وامتداد الملف، ويوجد شريط القوائم وأشرطة الأدوات وفراغ لمساحة الرسم (Work Area) أو حيز التصميم ونظام الإحداثيات المستعمل UCS إذ يشير الحرفان X, Y الى الاتجاه الموجب لكل منهما، ومؤشر الرسم الذي يتحرك مع حركة الفأرة ويستعمل لتحديد أو اختيار

عنصر أو لتنفيذ الرسم، ومن الممكن اظهار اشرطة لتكون في متناول المستخدم على الجوانب كشريط الرسم أو شريط التعديل، ويمكن ان تكون قسم من الأشرطة عائمة Floating لغرض الاستعمال المؤقت.

ويوجد في الأسفل سطر الأوامر وهو مهم ويجب متابعته بتركيز وبشكل دائم لكي نفهم جميع الأوامر بشكل واضح. وفي الاسفل يوجد مجموعة من المساعدات من اجل عمل رسومات عالية الدقة، مع شريط الحالة وتظهر فيه إحداثيات المؤشر، فضلاً على أيقونات تحديد طور النموذج وطور تخطيط الورقة الشكل (6-3).



الشكل (6-3) واجهة البرنامج الكلاسيكية ثنائية الأبعاد 2D

1-3-6 تنشيط أشرطة الأدوات Toolbars

يعرض شريط أدوات الوصول السريع والتي تستعمل بكثرة والأوامر الظاهرة افتراضياً تتضمن إنشاء ملف جديد، فتح ملف، حفظ ملف، التراجع عن خطوة سابقة، وطباعة، مع وجود مثلث يمثل تخصيص شريط أدوات الوصول السريع يمكن من خلاله اختيار إظهار شريط القوائم التقليدي أو إخفائه ومن الممكن تبديل الواجهة من الشريط المنسدل Work Space Switching إلى الاختيار 2D Drafting & Annotation وذلك لتصبح أشرطة الأوامر ثابتة بطريقة تكشف عن كل أيقوناتها أمام المستخدم وتدعى حينها بشريط الوشاح Ribbon وبعدها تكون كل الأشرطة تحت تصرف المستخدم، وكما مبيّن في الشكل (6-4).

الشكل (6-4) واجهة البرنامج التي توفر ايقونات في متناول المستخدم

فإذا استخدمنا أشرطة القوائم المنسدلة نلاحظ وجود الكلمات فيها على أربع هيئات وكما يأتي:

- مجموعة كلمات مجردة مثل Line، استعمالها يؤدي الى تنفيذ الأمر المناظر لها.
- مجموعة كلمات مع سهم أسود الى جانبها ويعني وجود قائمة جانبية.
- مجموعة كلمات تحتوي على ثلاث نقاط الى يمينها مثل ...Hatch وبعد اختيارها يظهر مربع حوار خاص بالأمر يتم تعبئته بالبيانات المطلوبة واختيار ظروف العمل.
- مجموعة كلمات مثل (crtl+ N) وتمثل مختصرات للأوامر.

2-3-6 التعريف بنظم الإحداثيات المطلقة والتزايدية ونظام إحداثيات المستخدم UCS

يطلب البرنامج تحديد موقع النقاط عند تنفيذ رسم الخطوط والدوائر أو بقية الأشكال ويمكن تحديد النقاط المختلفة باستخدام المؤشر الذي يتحرك مع تحرك الفأرة أو بالطباعة المباشرة، وفي هذه الحالة توجد عدة صيغ مختلفة لتعريف إحداثيات النقاط هي:

a. الإحداثيات المطلقة Absolute : وفيها تعرف جميع النقاط على اساس إحداثياتها الفعلية ببعدها عن نقطة الاصل للوحة الرسم، (X1, Y1), (X2, Y2) ، فمثلا الخطوات الآتية ترسم قطعتي مستقيم.

Command: line
Specify first point: 100,100
Specify next point or [Undo]: 100,150
Specify next point or [Undo]: 150,150

b. الإحداثيات النسبية: وفيها تعرف إحداثيات النقطة الأولى بصيغة الإحداثيات المطلقة، ثم تعرف باقي النقاط بدلالة بعد كل نقطة عن النقطة السابقة لها (مقدار التغيير بين النقطتين).
(X1, Y1), (ΔX, ΔY)، والخطوات الآتية ترسم قطعتي المستقيم السابقتين بالطريقة النسبية.

Command: Line
Specify first point: 100,100
Specify next point or [Undo]: @0,50
Specify next point or [Undo]: @50,0

c. الإحداثيات القطبية Polar: وفيها تعرف النقطة الأولى بالصيغة المطلقة ثم تعرف النقطة التالية بدلالة العلاقة بين النقطتين وزاوية ميلان المستقيم المعرف للنقطتين المتتاليتين.
(X1, Y1), (L<α) ، والخطوات الآتية ترسم قطعتي المستقيم السابقتين بالطريقة القطبية.

Command: Line
Specify first point: 100,100
Specify next point or [Undo]: @50<90
Specify next point or [Undo]: @50<0

ومن الملاحظ إن النقطة الأولى تعرف بالصيغة المطلقة ومن الممكن المزج بين الأنواع المختلفة للإحداثيات عند تعريف النقاط المختلفة.

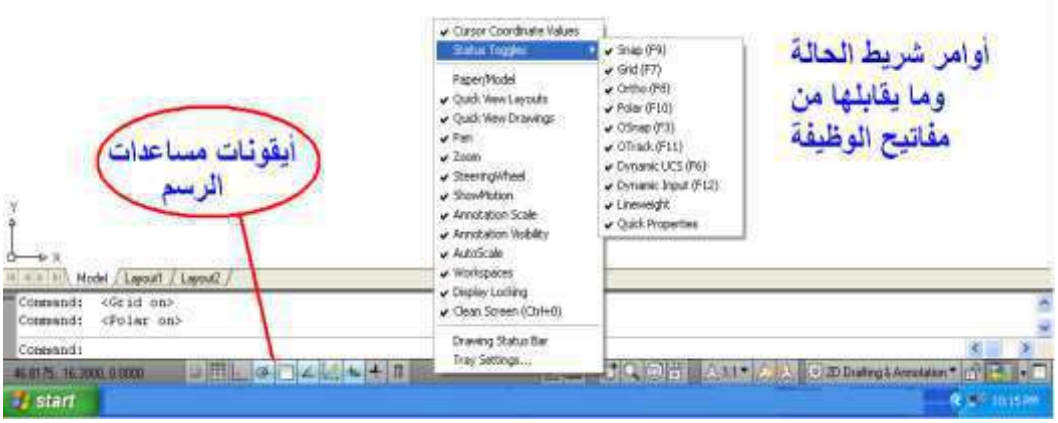
نظام إحداثيات المستخدم User Coordinate System (UCS):

يحتوي برنامج أوتوكاد على نوعين من أنظمة الإحداثيات يدعى الأول نظام الإحداثيات (الثابت) العالمي (WCS)، ونظام متحرك (متنقل) يدعى نظام إحداثيات المستخدم (UCS). في النظام الأول يكون محور X أفقياً، محور Y رأسياً، ومحور Z يكون عمودياً على المستوي XY، وتتكون نقطة الأصل إذ تتقاطع المحاور X و Y في إحداثيات قيمتها (0,0) وموقعها بالعادة في الزاوية السفلية اليسرى من الرسم، في حين من الممكن

تحريك وتدوير UCS لجعله أسهل للعمل على أقسام معينة من الرسم مع إمكانية تحديد نقاط محددة في الرسوم ثلاثية الابعاد أو تدوير المساقط. ويمكن للمستخدم استدعاء الامر عن طريق احد الوسائل التالية فإما من القائمة View على الشريط Ribbon أو Tools أو كتابة الرمز في سطر الأوامر عندها يمكن التحكم بالكثير من خصائص أوجه الرسومات ثنائية وثلاثية الابعاد.

4-6 الرسم الدقيق ومساعدات الرسم Drawing Aide

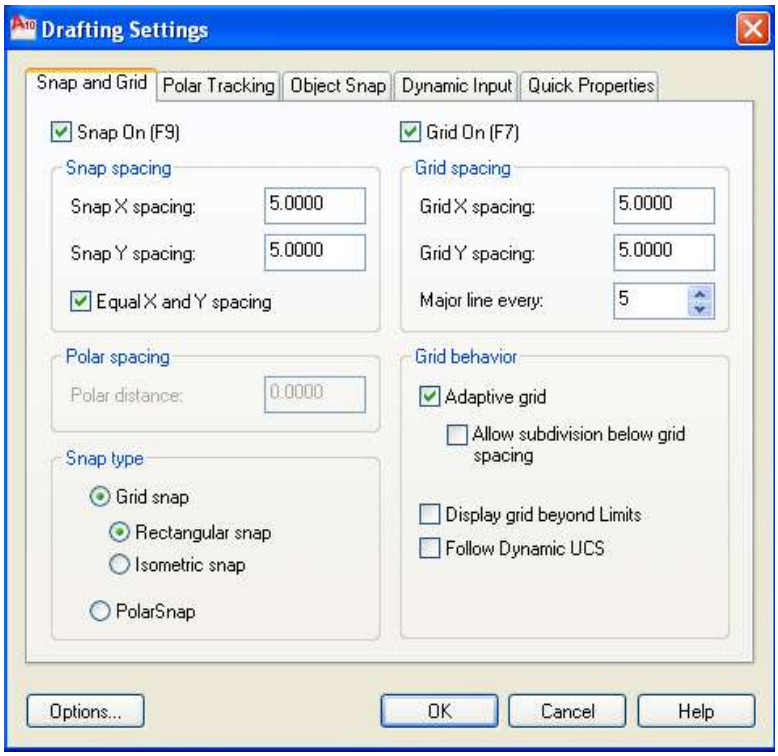
يوفر البرنامج مجموعة من الأدوات التي تساعد على ضمان السرعة والدقة في الرسم ويمكن استدعائها أما بالنقر على ايقوناتها عن طريق المؤشر في أسفل منطقة الرسم ضمن شريط الحالة، الشكل (6-5)، أو بكتابتها في سطر الأوامر، أو باستخدام مجوعة من مفاتيح الوظيفة The Function Keys (F المقابلة لكل منها)، إذ تستخدم لأداء العديد من المهام المساعدة في تنفيذ الرسوم، ويوضّح الشكل نافذة حوار ثانوية لاختيار الإعدادات تظهر بالنقر الأيمن على قسم من هذه الأيقونات وهي:



الشكل (6-5) أيقونات شريط مساعدات الرسم

الوثب بين نقاط معينة Snap : تسهل الانتقال المحكم بمسافة (أفقية أو عمودية) يمكن تحديد قيمتها من خلال نافذة يمكن الوصول لها بالنقر الأيمن على أي من أيقونات شريط مساعدات الرسم لتظهر خيارات منها التفعيل أو التعطيل On/Off والإعدادات Setting وعند اختيار الأخيرة تظهر نافذة الإعدادات Drafting Setting (لخمسة من هذه الأيقونات)، الشكل (6-6)، والتي عن طريقها يمكن تحديد مسافة الانجذاب بين نقطة وأخرى في كلا الاتجاهين Grid X spacing, Grid Y spacing وبحسب المسافة المطلوبة، ومن الممكن تفعيل (أو تعطيل) هذه الخاصية بالنقر عليها أو بكتابة الأمر Snap على سطر الأوامر، أو بضغط مفتاح F9.

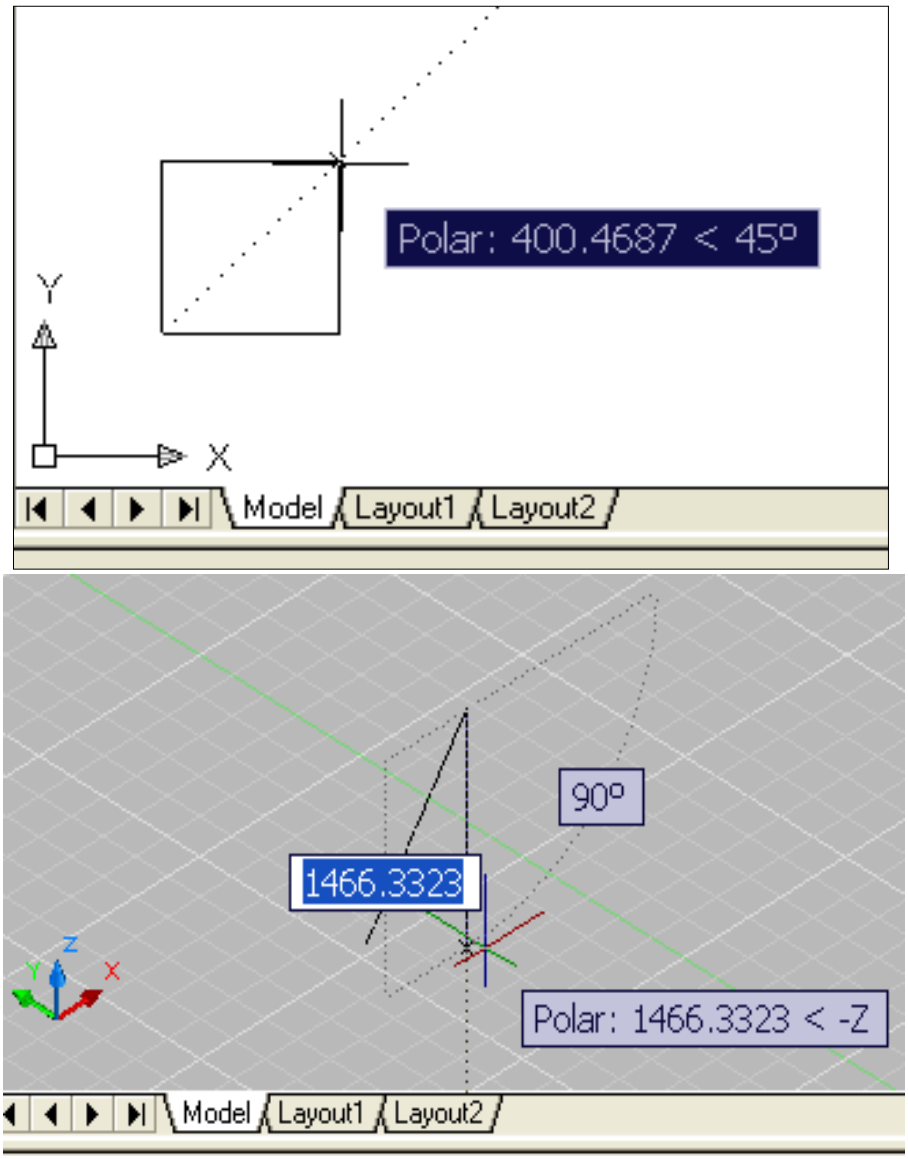
الشبكة Grid: يسمح هذا الأمر بإظهار شبكة من النقاط على شاشة الرسم، إذ تتحول الى ورقة بيانية من شبكة من النقاط بالاتجاهين X, Y وبحسب الحاجة يمكن السيطرة على المسافة الفاصلة بين نقاط الشبكة علماً أنها لن تظهر عند طباعة الرسم، وبعد النقر الأيمن فوق Grid تظهر نفس الحالة المذكورة في الأمر السابق لاختيار القيم المناسبة للرسم، وأن تفعيلها مع الأمر Snap يؤدي الى التحكم في حركة المؤشر وجعله ينجذب نحو نقاط الشبكة في حالة تساوي المسافات بين الأمرين Snap و Grid.



الشكل (6-6) نافذة حوار لتحديد خواص مساعدات الرسم

التعامد Ortho Mode: عند تفعيل أسلوب التعامد تجبر الخطوط المرسومة على التوازي مع محاور الإحداثيات لتصبح خطوطاً عمودية أو أفقية، ويمكن تفعيل (أو تعطيل) هذه الخاصية بالنقر على الرمز Ortho، أو مفتاحي Ctrl + L، أو بالضغط على مفتاح F8.

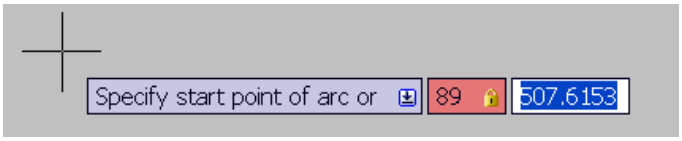
التعقب القطبي Polar Tracking: يقوم التعقب القطبي بعرض حركة المؤشر ليظهر طول الخط والزاوية المحدّدة لاتجاهه، تبعاً للنظام القطبي في الإحداثيات (كما مر علينا في المرحلة الدراسية السابقة)، فعند رسم أو تعديل الأجسام، يمكن استعمال التعقب القطبي لعرض مستطيل حواري بجانب المؤشر لمعرفة الزوايا القطبية في حين يكون التتبع في الرسوم ثلاثية الأبعاد عن طريق نافذة الحوار التي تعرض الزاوية في اتجاهين Z- ,Z+ ، الشكل (6-7).

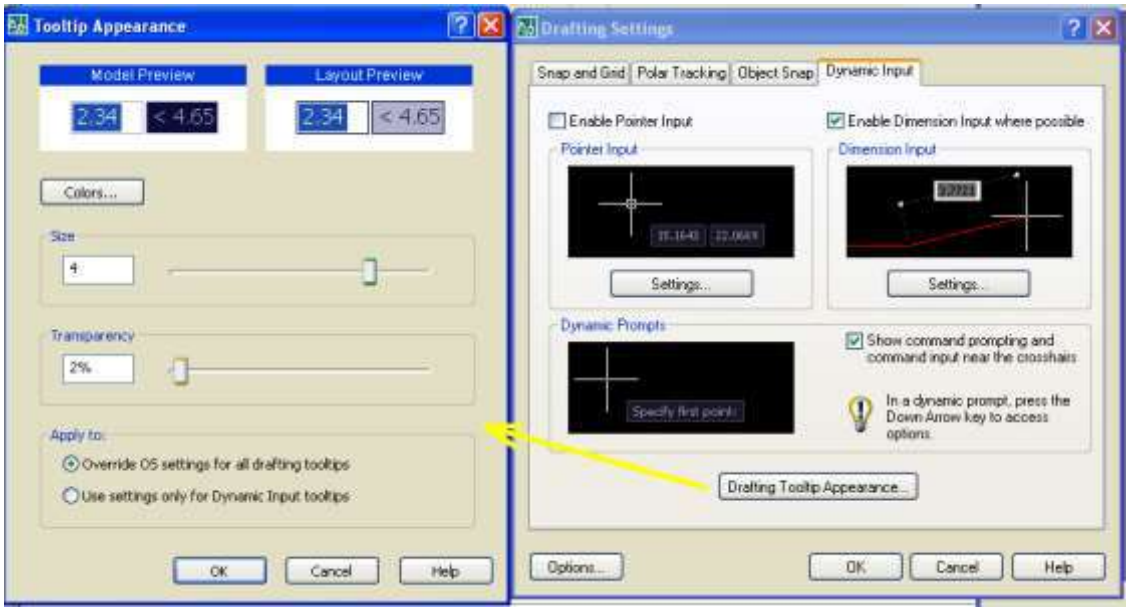


الشكل (6-7) التعقب القطبي في الرسم الثنائي والثلاثي الأبعاد

الانجذاب نحو العناصر Object Snap: توفر خاصية الوثب بين العناصر أو الكائنات الرسومية دقة عالية وسرعة في تنفيذ الرسوم الهندسية، فعند رسم دائرة مركزها نقطة تقع في نهاية مستقيم أو في منتصفه، أو في نقطة تقاطعه مع عنصر آخر، فيقوم المؤشر بالانجذاب إلى هذه النقاط من دون غيرها، بعد تفعيل الأمر بوساطة النقر على أيقونة OSNAP أو كتابة الأمر في سطر الأوامر، أو ضغط مفتاح F3، ولغرض تمييز نقاط الوثب فإنها تظهر على العناصر بأشكال متنوعة، إذ تظهر نهايات الخطوط بشكل مربع ومنتصف المستقيم بشكل مثلث وتقاطع مستقيمين علامة ضرب وهكذا.

الإدخال الديناميكي Dynamic Input: تساهم هذه الخاصية في توفير وصلة لإدخال الأوامر قرب المؤشر للمساعدة بحصر التركيز والانتباه في منطقة الرسم، فضلاً على بقاء المعلومات بشكل متجدد، فبعد كتابة القيمة في الحقل المجاور للمؤشر وضغط مفتاح TAB يعرض أيقونة قفل، لينتقل الى الحقل الآخر لغرض إدخال القيمة التالية، بعدها ينفذ الأمر بعد الضغط على مفتاح ENTER، والشكل (6-8) يوضّح نافذة الحوار التي يمكن الوصول لها بالطريقة المذكورة سابقاً، ومن خلالها تضبط الإعدادات التي تخص الإظهار لحجم الحقول المصاحبة للمؤشر، علماً أن الإدخال الديناميكي لم يصمم كبديل لسطر كتابة الأوامر لكن من الممكن إخفاء الأخير لتوفير مساحة أكبر للرسم، ومن الممكن عرض نافذة لاستعراض كل الأوامر المستعملة بالضغط على مفتاح F2.





الشكل (6-8) نافذة حوار لتحديد خواص الإدخال الديناميكي Dynamic Input

6-5 أوامر الرسم في إنشاء الرسوم ثنائية الأبعاد

6-5-1 إدخال الأوامر

توجد ثلاثة طرائق لإدخال الأوامر في أوتوكاد هي:

1. كتابة الأمر باستعمال لوحة المفاتيح ليظهر اسم الأمر في سطر كتابة الأوامر يليه الضغط على مفتاح Enter (↵) في لوحة المفاتيح.
2. انتقاء الأمر من شريط القوائم المنسدلة بالنقر على الكلمة التي تمثل الأمر في القائمة المعنية عن طريق سهم المؤشر.
3. انتقاء الأمر من شريط الأدوات بالنقر على الأيقونة التي تحمل اسم الأمر عن طريق سهم المؤشر، مع ملاحظة عدم توفر كل أوامر الأوتوكاد بشكل أيقونات.

وفي الحالتين الأخيرتين سيظهر الأمر في سطر كتابة الأوامر (مسبوقاً بشارحة)، وفي الوقت نفسه يجب توافر الجرأة أثناء الرسم فكل ما يرسم عن طريق الخطأ أو بخلاف المطلوب رسمهُ بالإمكان التراجع عنه، وذلك بإتباع إحدى الطرائق الآتية:

- مفتاح التراجع Backspace لتدارك الخطأ الإملائي عند طباعة الأمر في سطر كتابة الأوامر.
- التراجع عن أي خطوة تنفيذية بالذهاب الى القائمة Edit واختيار Undo أو النقر على رمز أمر التراجع الموجود في شريط الأدوات القياسية، أو كتابة الأمر أو اختصاره (الحرف U).
- من لوحة المفاتيح النقر على Ctrl ثم Z.
- أن تقوم بحفظ الرسم Save قبل القيام بالعمل الجديد، وبعد تنفيذ أي رسم نغلق البرنامج من دون حفظ إذا لم يرق لنا ما تم تنفيذه ليبقى الملف بدون تغيير.

2-5-6 بداية الرسم Quick Access Toolbar

لإنشاء ملف جديد يتم النقر على الأيقونة في شريط الوصول السريع Quick Access Toolbar أو كتابة الأمر New لتظهر نافذة حوار يختار منها نظام الوحدات فنختار عادة Metric وهذه النافذة لا تظهر افتراضياً بل بعد كتابة رقم (1) أمام القيمة المطلوبة بعد ضبط المتغيرين Startup و Filedia وكما يأتي:

Command: Startup
Enter new value for STARTUP <0>: 1
Command: filedia
Enter new value for FILEDIA <1>: 1

يتم تحديد مواصفات ورقة الرسم للملف الجديد الذي سيظهر في شريط العنوان بالاسم Drawing1 أو يكون الرقم بحسب تسلسل العمل إذ يزداد العدد كل مرة تنشأ بها ملف جديد ويجب تحديد الوحدات المستعملة عن طريق كتابة الامر Units أو نختاره من القائمة Format ليظهر مربع حوار نحدد نوع الوحدات ودرجة الدقة متمثلة بعدد الحقول بعد الفارزة العشرية فضلاً على نوع الزوايا ودقتها.
ولتعيين حدود الورقة فنستعمل الورقة A4 الاكثر استعمالاً (210×297) فنستخدم الأمر Limits لتعريف قياسات الورقة بدلالة ركنيها السفلي الأيسر والعلوي الأيمن وكما يأتي:

Command: limits
:Reset Model space limits
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: 0,0
Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: 279,210

3-5-6 الطبقات (الشفائف) Layers

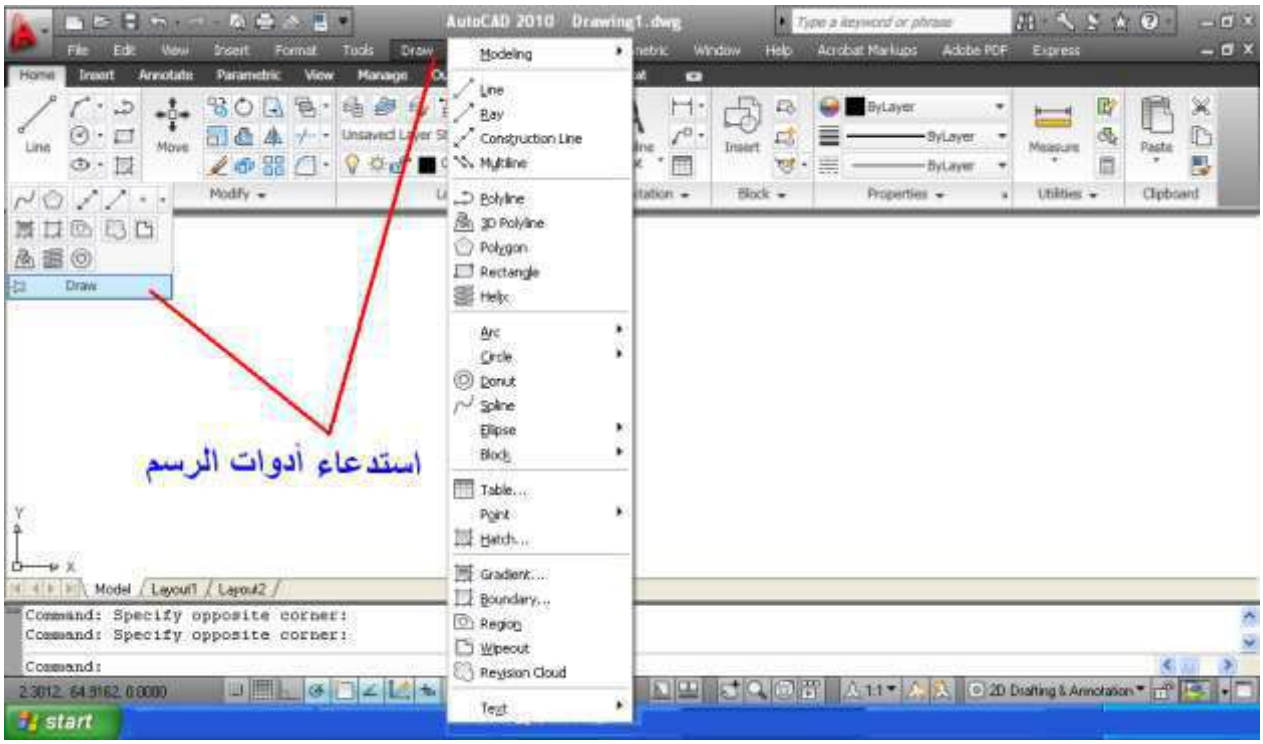
يتم الرسم على طبقات متعددة توضع الواحدة فوق الأخرى فيبدو الرسم متكاملاً إذ يتم التعامل مع تلك الطبقات بصورة منفصلة من حيث اظهارها أو طباعتها، تجميدها أو تخصيص نوع ولون خطوطها، ويتم إنشاء طبقة جديدة (فوق الطبقة الأساسية المسماة 0) عن طريق كتابة الأمر أو من ايقونات الأشرطة الأدوات ليظهر مربع حوار لخصائص الطبقة، فيتم من خلالها تسمية الطبقات وألوانها وتنشيطها من عدمه، كما يمكن حذف الطبقة بشرط أن تكون فارغة من أي رسم.

4-5-6 نوع الخط LineType

كما هو الحال بالنسبة للون، يمكن تخصيص أنواع مختلفة من الخطوط لتمثيل العناصر المختلفة في لوحة الرسم فمثلاً يستعمل الخط المستمر لتمثيل الحدود الخارجية لعناصر الرسم بينما يستعمل الخط المخفي لتمثيل الأجزاء غير المرئية وكذلك خط المحور لمراكز الدائرة أو الأسطوانة، ويمكن تخصيص نوع الخط بعد كتابة الأمر Linetype في سطر الأوامر أو مسك عنصر رسومي واستدعاء خصائصه.

5-5-6 أوامر أدوات الرسم Draw

في حال وجود كلمة Command في سطر الأوامر يعني أوتوكاد جاهز لأمر جديد وفي حال وجود أي كلمة اخرى جانبها يعني ذلك ان أوتوكاد مشغول بأمر آخر يجب أن تقوم بإنهائه أولاً، وفي كل الاحوال يمكن العودة الى كلمة Command بالضغط على زر ESC وان الاختصارات أمام كلمة Command ليس بالضرورة نفسها داخل أحد الأوامر، ويبيّن الشكل (6-9) طرائق الوصول الى تنفيذ أوامر أدوات الرسم، فأما من القائمة المنسدلة أو من الواجهة Ribbon - Home.



الشكل (6-9) طرائق استدعاء أوامر أدوات الرسم

وتتضمن هذه الأوامر رسم خطوط ومنحنيات فضلاً عن رسم الاشكال المستطيلة والدائرية والمضلعة، وفيما يأتي بعض أوامر الأدوات التي تستعمل للرسم (ثنائي الأبعاد) والتي يمكن استدعائها بالنقر على الايقونة أو اختيارها من القائمة المنسدلة أو كتابة الكلمة أو مختصرها في سطر الأوامر:

1. **المستقيم Line:** لرسم خط مستقيم، ويمكن كتابة الحرف الأول منها (L)، إذ يسأل البرنامج عن إحداثيات البداية والنهاية ويتم الخروج منه بالضغط على مفتاح ESC أو كتابة الحرف U في شريط الأوامر، وستظهر المحاورة مع البرنامج في سطر الأوامر كما مبين في أدناه:

Command: line (or) L
Specify first point: x,y (ندخل إحداثيات النقطة، أو ننقر بالمؤشر على موقعها في اللوحة)
Specify next point or [Undo]: x, y
Specify next point or [Undo]: u (إنهاء الأمر)

لاحظنا هذه المرة ظهور كلمة Undo ضمن قوسين مربعين [ ] وهذه تدعى Options وتعني خيارات أخرى وتكون مختلفة من امر لآخر وفي هذه الحالة الخيار هو التراجع عن آخر شيء حصل في الامر الحالي، وفي حال استخدامه كأمر مستقل يقوم بالتراجع عن آخر امر بالكامل.

2. **خط الإنشاء Construction Line :** لرسم خط ليس له بداية وليس له نهاية، فبعد تفعيل الأمر (الكتابة في سطر الأوامر xline، أو النقر على الأيقونة) يظهر في شريط الأوامر مجموعة من الخيارات بين قوسين لرسم الخط في وضع أفقي، رأسي، بزاوية، مجموعة خطوط مشتركة بنقطة ارتكاز Bisect، أو رسم خط موازي لخط على بعد محدد Offset، إذ ينفذ الأمر المطلوب عن طريق كتابه الحرف الأول من الخيار ونضغط مفتاح Enter والنقر بزر الفأرة الأيسر على اللوحة في النقطة المطلوبة حتى يتم رسم الخط، (يستخدم هذا الأمر لاستخراج المساقط والواجهات).
3. **خط متصل Poly Line :** رسم خط متماسك مع إمكانية رسم قوس، وسيطلب البرنامج تحديد بداية الخط، ويمكن إدخال قيمة طول الخط مع تحديد اتجاهه بواسطة المؤشر، ثم Enter.

4. **مضلع Polygon :** رسم مضلع مع إمكانية التحكم في عدد أضلاعه، فبعد تحديد مركز المضلع لإمكانية رسم المضلع أما داخل دائرة Inscribed in circle أي تمس أضلاعه من الداخل، أو رسم المضلع خارج الدائرة Circumscribed about circle أي تمر في رؤوس المضلع، في الحالتين يسأل البرنامج عن نصف قطر الدائرة.
5. **مستطيل Rectangle:** لرسم مستطيل بأبعاد معينة في اتجاهي X,Y، بعد تفعيل الأمر مطلوب تعيين نقطة بداية المستطيل (ركن المستطيل) مع عدة اختيارات أخرى، ويحدد الركن أما بالنقر على لوحة الرسم أو كتابة إحداثيات النقطة التي تمثل ركن المستطيل، تليها النقطة التي تمثل الركن المقابل، مع اختيارات أخرى تمثل المساحة أو طول الأضلاع أو التدوير، يمكن اختيار أحدها بهدف رسم المستطيل.
6. **قوس Arc:** يمكن رسم قوس عشوائي عن طريق تفعيل الأمر والنقر بزر الفأرة الأيسر في ثلاث نقاط مع مراعاة أن لا تكون على استقامة واحدة، أو اختيار أحد طرائق رسم القوس من قائمة تسدل من الايقونة Arc لرسم القوس بحسب المعطيات المتوفرة لرسم القوس.
7. **دائرة Circle:** يفعل الأمر باختيار أحدى طرائق رسم الدائرة (ستة حالات) من قائمة تسدل من الايقونة أو اللجوء لكتابة الامر بعدها نختار الطريقة ثم تحديد المركز ونصف القطر.
8. **منحنى Spline:** يستعمل لرسم منحنى عن طريق تفعيل الأمر والنقر بزر الفأرة الأيسر لتحديد بداية المنحني فيسأل البرنامج عن النقطة الثانية والثالثة.
9. **شكل بيضوي (قطع ناقص) Ellipse:** بعد تفعيل الأمر ننقر في لوحة الرسم ومن ثم تحديد طول محور للشكل، ومن منتصف هذا المحور سيكون البعد الأخر أو المحور الثاني.
10. **إنشاء كتلة Make Block:** بعد النقر على الأمر تفتح نافذة حوار، لكتابة اسم للكتلة الجديدة ثم الضغط على أيقونة Select Object لاختيار العناصر المراد جعلها كتلة واحدة، ومن خلال نافذة الحوار ننقر على Pick point لتحديد مكان مسك الشكل المطلوب إنشاءه والنقر على مكان في الشكل فتفتح مرة أخرى نافذة الحوار ننقر على OK.
11. **نقطة Point:** يتم النقر على الأمر والنقر في المكان المراد وضع النقطة في اللوحة أو على الرسم كنقطة إرشادية حيث يمكن الرجوع إليها، ويمكن تغير شكل النقطة من خلال فتح قائمة Format واختيار Point Style.
12. **تظليل (تهشير) Hatch:** لاستكمال معلومات لوحة الرسم يضاف التهشير للدلالة على المقاطع إذ يقوم هذا الأمر بملء المنطقة المختارة بنموذج التهشير المحدد، بعد تفعيل هذا الأمر يمكن تظليل الأشكال المغلقة فقط، إذ تفتح نافذة حوار لاختيار شكل خطوط التهشير من قوائم منسدلة مع تحديد زاوية ميل الخطوط، وإمكانية تغيير مقياس الرسم Scale حتى يكون التهشير مناسب لحجم الشكل، فضلاً على تبويب ثاني في نافذة الحوار خاص بتدريجات لونية للمساحات المطلوب تظليلها، ويوجد أمر Add: Pick Point في نافذة الحوار، وبعد النقر داخل الشكل المراد عمل تهشير له تفتح نافذة الحوار مرة أخرى، ويمكن عمل معاينة عن طريق الضغط على مفتاح Preview حتى يمكن التأكد من تناسق الخطوط، ويمكن الرجوع لتعديله.
13. **التدرج Gradient:** بعد النقر على الأمر تفتح نافذة الحوار نفسها للأمر Hatch، وهي تجمع كلاً من هاتين الخاصيتين، وهذا أمر يوفر إمكانية تلوين الشكل المغلق بلون أو لونين متداخلين وبتدرج لوني، ونتبع خطوات أمر Hatch نفسها.
14. **تجميع عناصر مغلقة Region:** يجب أن يكون الشكل مغلق وأجزاءه متصلة مع بعضها البعض لكي يمكن تطبيق الأمر عليه، مثلاً عند رسم شكل مغلق (كالمستطيل) بأمر Line فان كل خط منه يمكن

اختياره والتحكم فيه بشكل مستقل عن باقي خطوط الشكل لأنه غير متماسك مع باقي الشكل، فعند الضغط على أمر Region وتحديد الشكل بالكامل أما بالنقر على أضلاعه أو اختياره بفتح نافذة عليه ثم الضغط على مفتاح Enter يتحول الشكل إلى كتلة واحدة، فعند النقر على ضلع من أضلاعه يتم تحديد الشكل بالكامل.

15. **جدول Table:** عند النقر على الأمر تفتح نافذة حوار نقوم عن طريقها بتحديد عدد الصفوف Rows وعدد الأعمدة Columns والمسافة بين كل منهم وعرض العمود، عدد الصفوف وارتفاع الصف، ثم الضغط على زر OK وتثبيت الجدول في المكان المطلوب.
16. **خط مزدوج Multi Line:** بالإمكان استعماله في عمل خطين متوازيين والتحكم في المسافة بينهما، ويمكن اختيار الامر من القائمة المنسدلة Draw أو كتابته في سطر الأوامر، وتظهر خيارات في شريط الأوامر لتحديد المكان الذي نمسك الخط المزدوج منه (أعلى الخط العلوي أو المنتصف أو الأسفل)، ولتحديد البعد بين الخطين نكتب حرف S وهو اختصار كلمة Scale ثم نقوم بكتابة البعد المراد عملة بين الخطين، ويمكن بعد ذلك بداية الرسم بنفس طريقة رسم الخط العادي.

6-5-6 كتابة النصوص

عند الرسم نحتاج لكتابة تعريف في جدول المعلومات أو نصوص توضح اسماء القطع، ويتم ذلك بالنقر على شريط معالجة النص Text Editor، الشكل (6-10)، والذي يوفر ميزات تخص نوع وحجم الحروف وطرائق التحكم في النصوص.

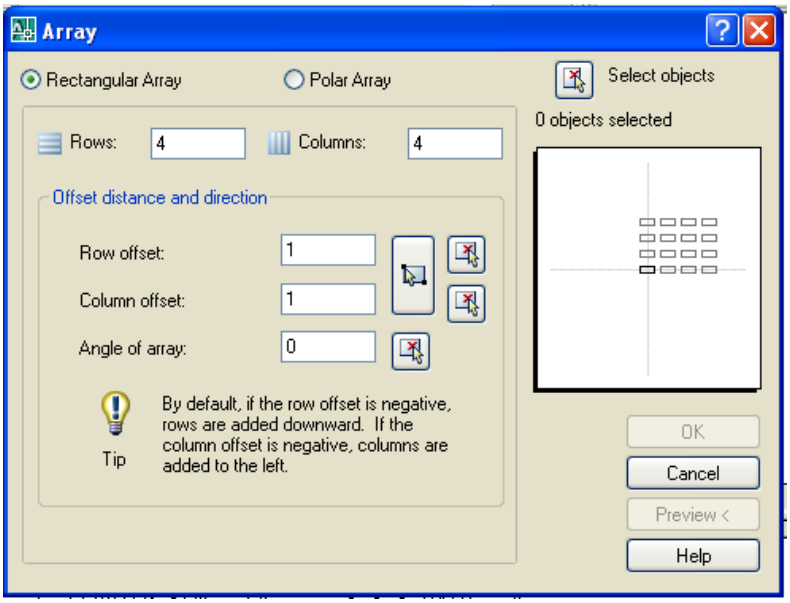
الشكل (6-10) نافذة حوار كتابة النصوص

6-6 أوامر التعديل Modify

يتطلب انجاز لوحة الرسم اجراء تعديلات على العناصر المرسومة للوصول إلى الحالة النهائية للتصميم وتلك التعديلات تأخذ أغلب الوقت المستغرق للإنجاز، فقد يواجه الرسام خطئاً في اختيار الأمر، أو في تحديد الموقع الصحيح أو في مواصفة العنصر الرسومي مما يتطلب تحديد هذا العنصر في الحالات المذكورة لغرض تعديله، فعند تفعيل أي أمر من أوامر التعديل تكون الرسالة الأولى هي Select Object (بصيغة المفرد أو الجمع Objects)، إذ يوفر البرنامج العديد من الطرائق المختلفة لتحديد العناصر اكثرها شيوعاً الاختيار بالمؤشر (النقر على العناصر) أو إحاطة العناصر بنافذة مستطيلة بالمؤشر، ويمكن الوصول الى أوامر التعديل من شريط القوائم، القائمة المنسدلة Modify، أو من الواجهة Ribbon - Home أو كتابة أمر التعديل في سطر الأوامر، ومن أهمها وأكثرها استعمالاً ما يأتي:

1. **المسح Erase :** يوجد أكثر من طريقة لتنفيذ هذا الأمر منها تحديد الخطوط والأشكال المراد مسحها ثم نضغط على أمر Erase، أو استدعاء الأمر أولاً ثم اختيار الأشكال والخطوط المراد مسحها ثم الضغط على مفتاح Enter، ومن الممكن تحديد الأشكال والخطوط والنقر يمين واختيار من القائمة التي سوف تظهر الأمر، وكذلك يمكن تحديد الأشكال المراد مسحها وضغط مفتاح Delete من لوحة المفاتيح، أو الأمر من قائمة Modify.

2. **النسخ Copy**: يتم عن طريق هذا الامر نسخ العناصر ونقلها إلى المكان الذي يتم اختياره وذلك باستدعاء الأمر من قائمة أوامر التعديل أو كتابته في سطر الأوامر، يطلب البرنامج حينها اختيار العنصر، وبعد فيطلب بعدها نقطة الإمساك في الشكل المراد نقله، فنقوم بالنقر على النقطة المراد حمل نسخة من الشكل من خلالها والتحرك إلى المكان المراد وضع الكائن الرسومي فيه، والنقر بزر الفأرة الأيسر لتثبيته بمكانه، ولإنهاء الأمر نضغط مفتاح Enter أو نضغط على مفتاح ESC من لوحة المفاتيح.
3. **انعكاس (مرآة) Mirror**: لعمل انعكاس للأشكال (أفقي– عمودي)، فبعد النقر على الأمر يطلب تحديد الشكل وبعد الاختيار نضغط مفتاح Enter ثم يطلب بداية الخط (المحور) الذي سوف ينعكس علية ويمكن رسم خط مع مراعاة تفعيل أمر التعامد (أو الضغط على مفتاح F8) وبعد النقر على بداية المحور ونهايته يطلب البرنامج مسح الأصل من عدمه.
4. **موازيات العناصر Offset**: يستعمل للتحكم في سمك الجدران ورسم الغرف أي أنه يرسم خط موازي للخط الآخر وعلى بعد معلوم، فعند النقر على الأمر نقوم بكتابة البعد المراد الرسم به ثم اختيار الخط بالمؤشر فيتم تحديد الشكل وظهوره بشكل نقاط، والنقر مرة أخرى في الاتجاه المراد رسم الخط الموازي وبالبعد الذي قمنا بتحديده من قبل.
5. **مصفوفة Array**: يستعمل لتكرار العناصر على هيئة مصفوفة (مستطيلة أو دائرية)، فبعد تفعيل الأمر تفتح نافذة حوار تتيح اختيار هيئة مستطيل (صفوف وأعمدة)، أم على هيئة دائرية الشكل، فبعد أن نحدد الشكل المطلوب تكراره يتم تعيين عدد الصفوف (Rows) وعدد الأعمدة (Columns) والمسافة بين الصفوف (Column Offset) ويمكن عمل زاوية ميل للصفوف والأعمدة، وبالنسبة للمصفوفة الدائرية نحدد مركزها وعدد مرات تكرار الشكل وتحديد زاوية الدوران بحسب توزيع الأشكال على الدائرة كلها، أم على نصف منها، الشكل (6-11).



الشكل (6-11) نافذة حوار المصفوفة

6. **تحريك العناصر Move**: بعد تفعيل الأمر يطلب البرنامج اختيار الشكل المراد نقلة من مكانه، ويسأل البرنامج عن نقطة الإمساك بالشكل الذي يتم بالمؤشر على نقطة في الشكل وتحريكه منها في لوحة الرسم الى المكان المراد وضعة فيه والنقر مرة أخرى لتتم عملية النقل واختصاره M في سطر الاوامر.

7. **الدوران Rotate**: بعد تنشيط الأمر يطلب البرنامج تحديد الشكل وبنفس الاسلوب المتبع في الأمر السابق واختصاره RO في سطر الاوامر.
8. **أمر مقياس الرسم Scale**: يستعمل الأمر لتكبير أو تصغير العناصر بنسبة معينة فبعد تنشيط الأمر وتحديد الشكل ونقطة الإمساك يسأل عن مقياس الرسم فنقوم بكتابة النسبة المراد التكبير أو (التصغير) بها.
9. **تمديد العناصر Stretch**: نفترض أن لدينا مثلث ونريد تمديد ضلعين منه، نقوم بالنقر على أيقونة الأمر فيطلب اختيار العنصر، نقوم بفتح نافذة على ضلعين فقط وبتحريك المؤشر يمكن التحكم في طول الضلعين سواء بالتكبير أو التصغير عن طريق حركة المؤشر أما الضلع الذي لم يتم تحديده فهو ثابت لا يتأثر بالأمر.
10. **أمر الاستطالة Lengthen**: يستعمل للتحكم بتغيير طول العناصر يتبعه العديد من الخيارات:
تحديد القيمة المراد إطالة الخط بها وان كل نقرة على الخط المراد زيادة طوله سيزيد مرة بقدر القيمة التي تم تحديدها، أو بنسبة مئوية من الطول الأصلي أو مضاعفة الطول.
11. **قص Trim**: يستعمل الأمر لإزالة الخطوط الزائدة من الرسم وذلك بالنقر على جميع الخطوط الزائدة المراد إزالتها.
12. **تمديد (Extend) (للخط وللقوس)**: لاستعمال هذا الأمر يجب مراعاة وجود خط آخر ليتمدد له الخط أو القوس، إذ يتم النقر على الخط المراد عمل امتداد له فيتمدد باتجاه الخط الآخر.
13. **فصل جزء Break At Point**: يستعمل لفصل خط وتقسيمه إلى أكثر من جزء.
14. **قص أو قطع العنصر بين نقطتين Break**: بعد تنشيط الأمر يطلب البرنامج تحديد مكان القطع، بالنقطة الأولى ومن ثم تحديد النقطة الثانية، ننقر بالمؤشر على الخط في موضع آخر فيزال الخط الموجود بين تلك النقطتين.
15. **ربط join**: يستعمل لربط خطين ليكوّنا خطاً واحداً وكتلة واحدة، بشرط أن يكونوا على امتداد واحد.
16. **كسر الأركان (شطف) Chamfer**: بعد تحديد قيمتي مسافتي الكسر على الضلعين أو بتحديد قيمة أحدهما مع زاوية ميل خط الكسر يمكن عمل الشطف، ويحتوي الأمر على مجموعة اختيارات منها مسح الحافات وذلك بالدخول في Trim، وبالنقر على الخط الأول ثم النقر على الخط الثاني يتم كسر حافتي ركن المضلع.
17. **تشذيب Fillet**: يستعمل لتقويس (تدوير) منطقة التقاء خطين ويمكن تعيين قيمة نصف قطر قوس التدوير، مع ملاحظة الاختيارات المصاحبة لهذا الأمر.

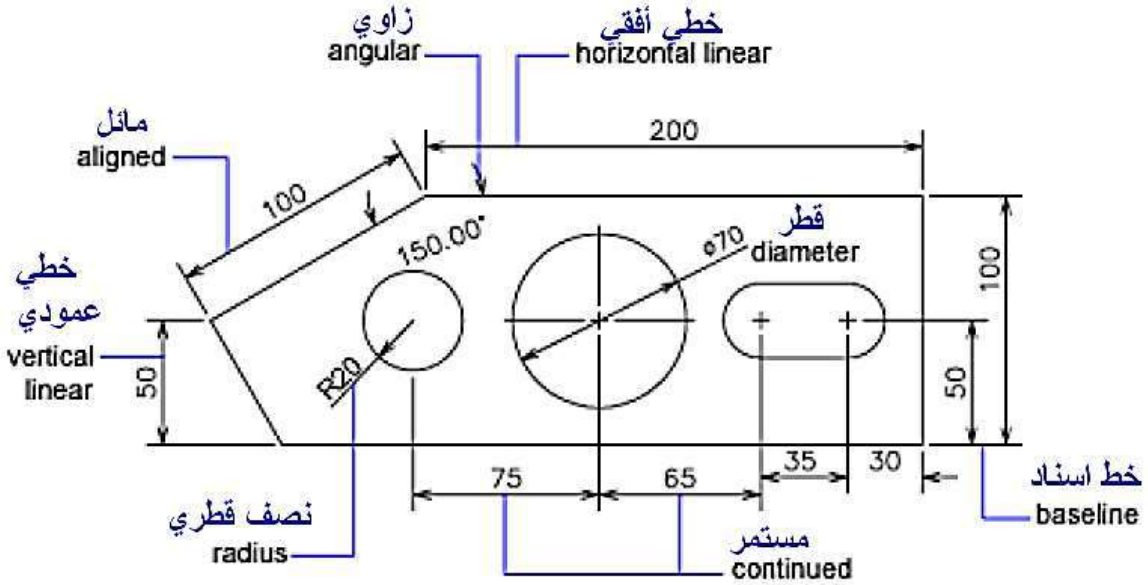
Command: fillet ↵
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10
Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:R

إذ ان R (Radius) نصف قطر القوس المراد عمله للعنصر

18. **تفتيت أو تفجير Explode**: يستعمل مع العناصر المتماسكة والمتشكلة بأكثر من ضلعين (كائن رسومي واحد) إذ بجعل كل ضلع مستقلاً بذاته، فيتحول الشكل الى عدة كائنات رسومية يمكن التحكم في كل منها بمفرده، ولغرض ارجاع الشكل قطعة واحدة بعد تحديد العناصر نضغط الامر Region.

7-6 شريط الأبعاد Dimensions

يوضّح الشكل (6-12) تسميات أساليب وضع الابعاد عن طريق الأوامر والتي يتم الوصول إليها بأكثر من طريقة.



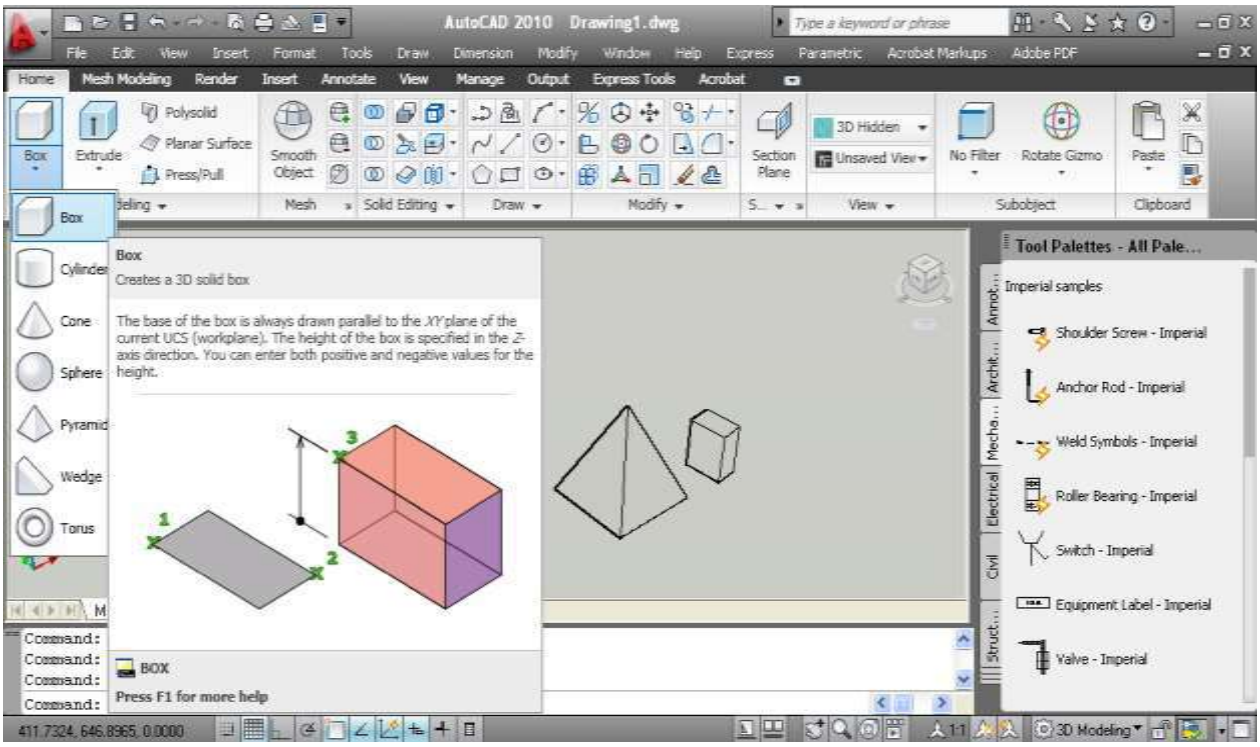
الشكل (6-12) اساليب مختلفة في وضع الأبعاد على الرسومات

من الممكن الوصول لأوامر وضع الأبعاد عن طريق الواجهة Ribbon في التبويب Home وفي لوح الأبعاد (حواشي Annotate) أو عن طريق القائمة المنسدلة Dimension والتي تتضمن العديد من الخيارات كأوامر تتيح وضع الأبعاد على الرسومات، وتتضمن الأوامر البعد الخطي Linear، البعد الموازي Aligned البعد المرتب Ordinate يستعمل في قياس بعد النقطة عن نقطة الأصل، البعد نصف القطري Radius، البعد نصف القطري بشكل متعرج Jogged ،البعد القطري Diameter، البعد الزاوي Angular، فضلاً عن البعد السريع Quick Dimension لإنشاء الأبعاد لعدة عناصر بسرعة ومرة واحدة، ويمكن فتح نافذة حوار لأدوات وضع الأبعاد Dimension style للتأكد من الإعدادات الافتراضية للبرنامج ومدى مطابقتها لنظام وضع الأبعاد المتبع في الرسم للتوافق مع طبيعة اللوحة، فلكل تخصص أسلوب في وضع الأبعاد، فاللوحة الميكانيكية تختلف عن اللوحة الإلكترونية في طبيعة الأرقام والرموز وحجمها.

8-6 الرسم ثلاثي الأبعاد Three Dimensions Drawing

بالإمكان تقسيم أنواع الرسومات ثلاثية الابعاد الى قسمين، الأول تنفيذ المنظور الآيزومتري بدون تفعيل المحور الثالث Z وارسم بمستوي 2D ويستعمل للمناظير الهندسية، أما النوع الثاني فهو رسم النماذج ثلاثية الأبعاد بتفعيل المحور الثالث ليتم عرض النموذج ودورانه على الشاشة ورؤيته في مناظير ثلاثية الأبعاد وبزوايا مختلفة مع استنتاج المساقط وإجراء القطاعات فضلاً عن استعمال بيانات النموذج في برامج التصميم والتصنيع والإنتاج.

تتميز واجهة الرسم ثلاثي الأبعاد (3D) عن سابقتها بتغيير شكل المؤشر الذي سيكون بصورة ثلاثة محاور متقاطعة فضلاً على علامة المحاور الثلاثة في الركن الأيسر السفلي من مساحة الرسم، كما مبيّن في الشكل (6-13) والذي يظهر فيه أشرطة الأدوات المساعدة، إذ يتم استدعاء البيئة ثلاثية الأبعاد من شريط بيئة العمل Workspace باختيار 3D modeling.



الشكل (6-13) واجهة البرنامج عند رسم النماذج في بيئة ثلاثية الأبعاد

يتبع أوتوكاد النظام العالمي للإحداثيات (World Coordinating System-WCS)، وهو النظام الافتراضي المتبع في البرنامج الذي يعيّن الإحداثيات (على الشاشة) إذ يكون اليمين واليسار X ، وللأمام والخلف Y، وللأعلى والأسفل Z، والإحداثي الأخير هو الجديد علينا والذي يعطي الرسم بعداً ثالثاً ويظهره مجسماً، وتلتقي المحاور الثلاثة في نقطة الصفر ذات الأهمية عند الرسم، ويفضل تحديدها على الجسم المراد رسمه (يفضل تسمية العنصر ثلاثي الأبعاد جسم وليس رسم).

9-6 أوامر الرسم ثلاثي الأبعاد 3D

تستعمل عدة أوامر في الرسم الثلاثي الابعاد فأما يكون عن طريق رسم الأجسام المصمتة Modeling أو باستعمال رسم المشبكات السلكية Mesh Modeling أو اعطاء سمك Thickness لرسومات في مستوى 2D أو تمديد Extrude ، أو تدوير Revolve حول محور ما لتتحول الى أجسام ثلاثية الابعاد.

6-9-1 إنشاء رسوم لأجسام مصمتة بسيطة

الأجسام المصمتة الأساسية التي يوفرها البرنامج لتنفيذ الرسومات ثلاثية الأبعاد بدلاً من تشكيل أو تدوير الأشكال، فمن القائمة Home تظهر قائمة منسدلة تتضمن سبعة أوامر تسمى أشكال أولية Primitives تبدأ بالصندوق Box، نختار منها الشكل المصمت المطلوب ونتبع ما يظهر من مطالب في سطر الأوامر ليتم رسم الشكل المجسم.

1. **مثال لرسم صندوق صلد**

Command: _box ↵
Specify corner of box or [Center]: 20,30,40 ↵ (تحديد مركز القاعدة)
Specify corner or [Cube/Length]:@50,70,100 ↵ (تحديد أطوال الأضلاع، أو اختيار رسم مكعب)

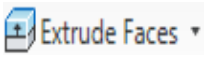
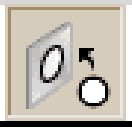
2. مثال لرسم اسطوانة

Command: _cylinder ↵
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: ↵ (نلتقط نقطة على منطقة الرسم أو نكتب أحد الخيارات)
Specify base radius or [Diameter] :30 ↵
Specify height or [2Point/Axis endpoint] : 40 ↵

2-9-6 إنشاء رسوم لأجسام مصمتة أكثر تعقيداً باستعمال العمليات المنطقية (Operations)

لإنجاز رسم أجسام أكثر تعقيدا قد نحتاج الى دمج الأجزاء المتعدّدة لتكوين جسم واحد، أو إزالة أجزاء من تلك الأجسام الصلبة، من الواجهة Ribbon نجد تحت عنوان Solid Editing مجموعة إجراءات منطقية فضلاً عن الأوامر المساعدة الأخرى لتحرير الأجسام الصلبة، ويبيّن الجدول (6-1) هذه الأوامر وطريقة استعمالها.

الجدول (6-1) أوامر التركيبات الصلبة

الاجراء	ادخال الأمر	الأيقونة	التوصيف
الاتحاد (منطقي)	UNION / UNI		ربط اثنان أو أكثر من الأجسام الصلبة لتكوين جسم واحد اعتماداً على الشكل الهندسي للكل.
الطرح (منطقي)	SUBTRACT / SU		طرح واحد أو أكثر من المواد الصلبة من تكوين آخر مستند على الجسم الهندسي الباقي.
التقاطع (منطقي)	INTERSECT / IN		تكوين جسم صلد مفرد من أجسام صلدة بالاستناد على الأجسام الهندسية المتقاطعة.
تشكيل وجه	SOLIDEDIT		يسمح بزيادة حجم الجسم الصلد بسحب وتشكيل أحد أوجهه للخارج.
شريحة	SLICE		قطع الجسم الى شرائح على طول مستوى قطع معين.
اصطفاف 3D	3DALIGN		اصطفاف أجسام 2-3D الى ثلاثي الأبعاد.

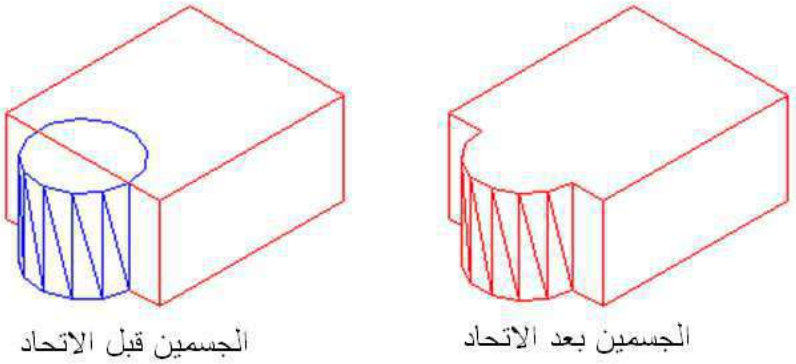
ومن المناسب تجربة هذه الأوامر وخياراتها الفرعية بشكل عملي والآتي بعض منها:

مثال لتكوين جسم صلد من اتحاد جسمين، الشكل (6-14):

نفترض وجود جسمين اسطوانة وصندوق متداخلان ومطلوب جعلهما جسماً واحداً، نختار الأمر أما بكتابته في سطر كتابة الأوامر أو النقر على الأيقونة التي تمثل الأمر، وكما يأتي:

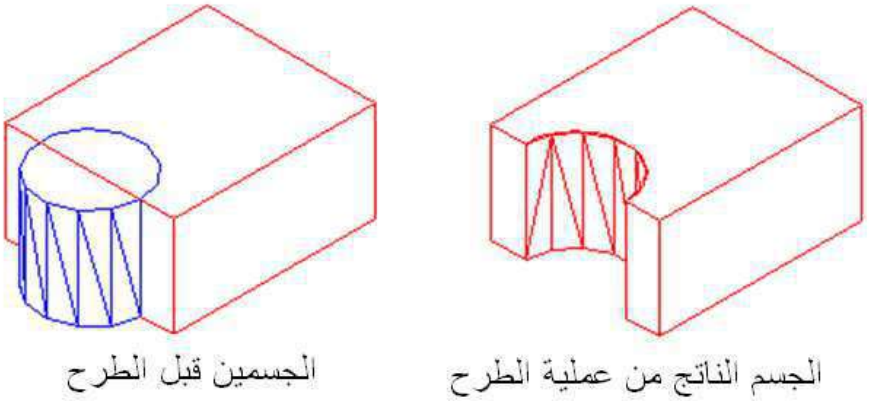
Command: _union ↵
Select objects: 1 found (يتم اختيار أحد الأجسام وليكن الاسطوانة)
Select objects: 1 found, 2 total

ولفك الترابط بين الجسمين نستعمل الأمر Separate

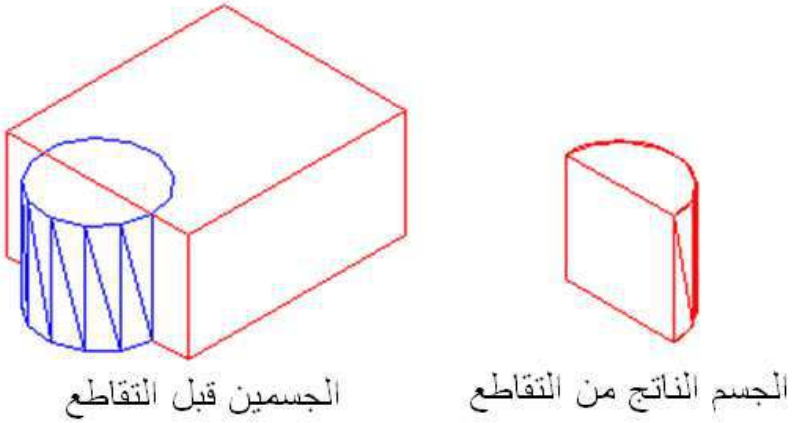


الشكل (6-14) تنفيذ أمر الاتحاد

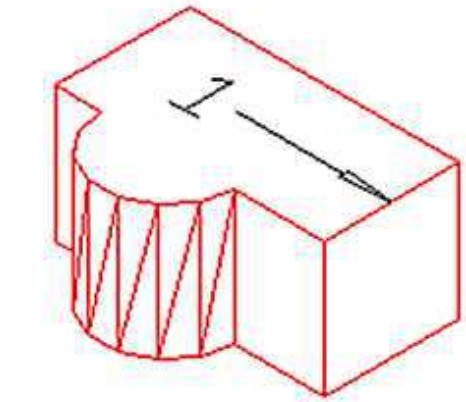
وبالطريقة نفسها يمكن تنفيذ بقية الأوامر المدرجة في الجدول أعلاه تباعاً وكما موضح في الأشكال التالية:



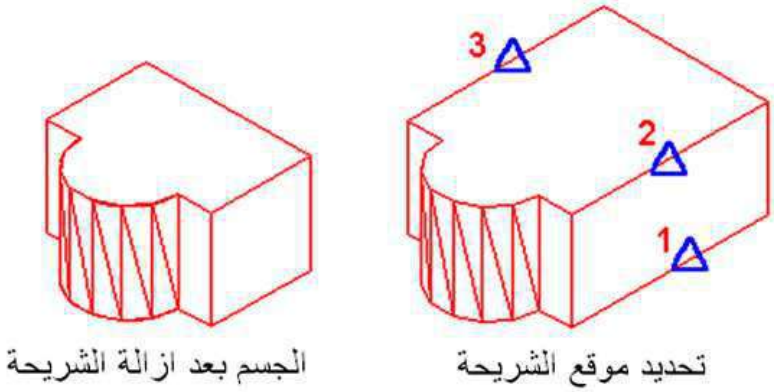
الشكل (6-15) تنفيذ أمر الطرح



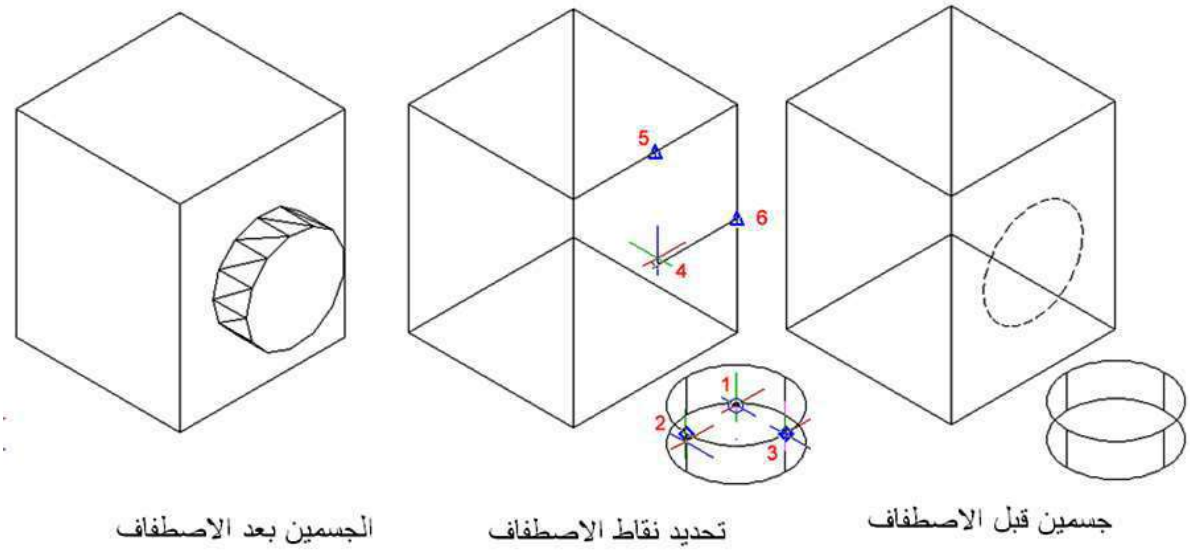
الشكل (6-16) تنفيذ أمر التقاطع



الشكل (6-17) تنفيذ أمر تمديد أو زيادة حجم جسم



الشكل (6-18) تنفيذ أمر قطع شريحة



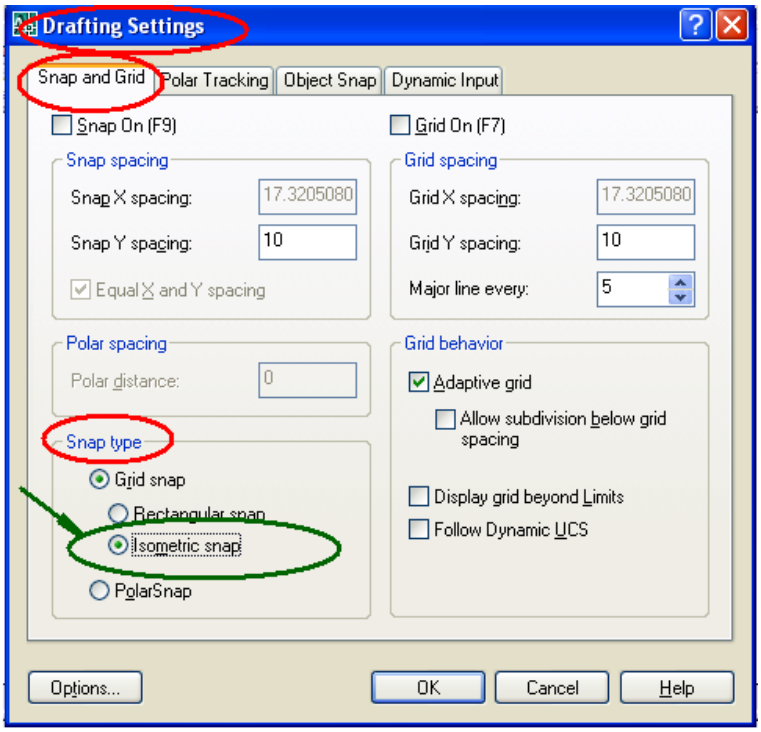
الشكل (6-19) تنفيذ أمر الاصطفاف

10-6 الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D

مرَّ علينا في فصل سابق طرائق رسم المنظور المتقايس (Isometric) وبإتباع الأسس السابقة ذاتها من الممكن رسم المنظور في برنامج الأوتوكاد وفي بيئة الرسم ثنائي الأبعاد ليوحي الى أن الرسم المنجز هو مجسم ثلاثي الأبعاد، وأول ما يجب عمله بعد فتح البرنامج على نظام ثنائي الأبعاد هو تفعيل نمط الوثب أو القفز المتقايس Isometric Snap بأحد الأساليب الآتية:

1. كتابة الأمر dsettings في سطر الأوامر.
2. من شريط الأدوات نختار Tool ثم نختار Drafting settings.
3. النقر بزر الفأرة الأيمن على أحد أيقونات مساعدات الرسم، ليكن (Gri) واختيار (setting) من الخيارات التي ستظهر.

وفي كل الحالات ستظهر النافذة الحوارية Drafting settings، الشكل (6-20)، نختار منها الوثب والشبكة Snap and Grid وفي حقل نمط القفز (الوثب) Snap type في أسفل النافذة نختار القفز المتقايس Isometric Snap.

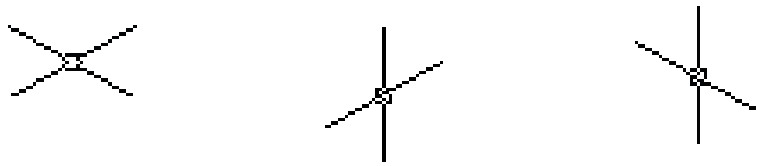


الشكل (6-20) نافذة اختيار القفز المتقايس

كما يمكن تفعيل الأمر عن طريق سطر كتابة الأوامر:

Command: snap ↵
Specify snap spacing or [ON/OFF/Style/Type] : s ↵
Enter snap grid style [Standard/Isometric] : I ↵

وسنجد أن المؤشر قد تحول الى إحدى الأشكال المبينة في الشكل (6-21).



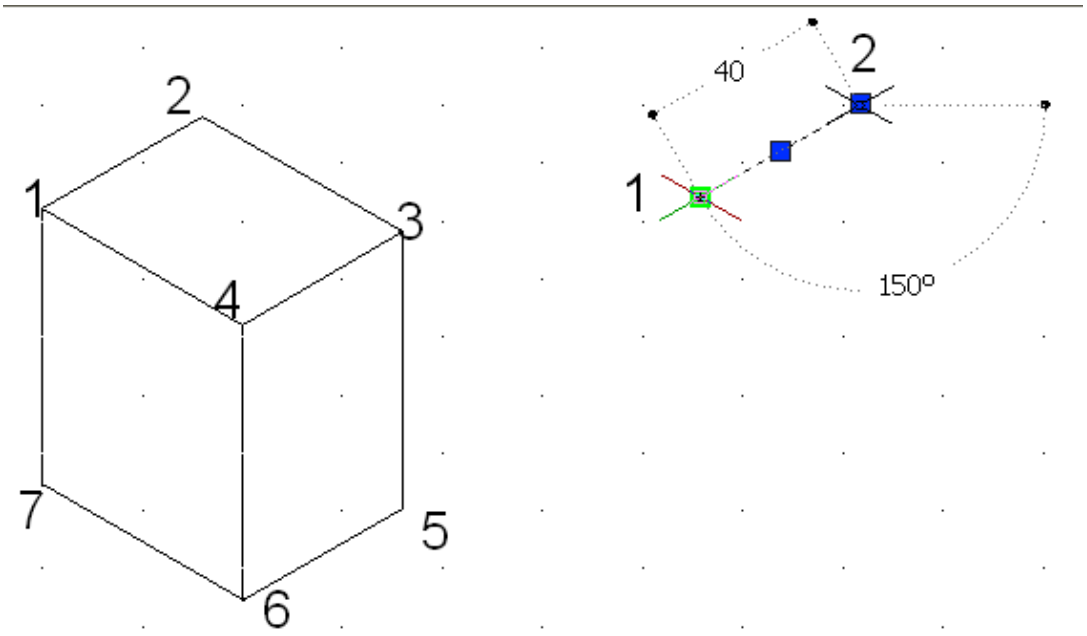
الشكل (6-21) أشكال المؤشر المتقايس

يتم التنقل من وضعية لأخرى للمؤشر بالضغط على المفتاح F5 أو بضغط المفتاحين Ctrl+E معاً، وعند اختيار أمر التعامد ORTHO من شريط الأوامر المساعدة، سيظهر في سطر كتابة الأوامر اسم شكل المؤشر للوضعيات الثلاثة المذكورة.

Command: <Isoplane Top>
Command: <Isoplane Right>
Command: <Isoplane Left>

تُرسم الخطوط (حواف السطوح) المتعامدة للمنظور، لكن الخطوط الأفقية ستكون مائلة بزاوية 30^{o} ، لذلك ترسم حواف السطوح العليا (التي سوف تظهر في المسقط الأفقي) باستخدام وضعية المؤشر التي على اليمين (في الشكل السابق)، وترسم السطوح الأمامية (التي سوف تظهر في المسقط الأمامي) باستخدام وضعية المؤشر في الوسط، كما وترسم السطوح الجانبية (التي سوف تظهر في المسقط الجانبي) باستخدام المؤشر الذي على اليسار.

مثال (1): ارسم متوازي المستطيلات الذي أبعاد قاعدته (40 × 50) mm وارتفاعه 60 mm بأسلوب القفز المتقايس.



الشكل (6-22) رسم متوازي مستطيلات متقايس

الحل:

بعد تفعيل أمر الوثب المتعامد واختيار شكل المؤشر الخاص بالرسم العلوي Isoplane Top نختار الأمر Line فنحدد بداية رسم الخط ولتكن النقطة 1، الشكل (6-22)، وبطول 40 نحرك المؤشر نحو النقطة 2 ثم الضلع الأخر وبطول 50 نحو النقطة 3، ثم نحرك المؤشر نحو النقطة 4 لرسم الضلع الثالث بطول 40، وثم نغلق الرسم بالأمر Close أو الحرف C ثم نخرج من أمر الخط.

Command: _line Specify first point: ↵
Specify next point or [Undo]: 40 ↵
Specify next point or [Undo]: 50 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: 40 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: c ↵
Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel* (الخروج من أمر رسم الخط)

لرسم حواف السطح الأمامي ذو الرؤوس 3، 4، 6، و 5، نضغط المفتاح F5 لنختار وضعية المؤشر Isoplane Right فنرسم الخط الرأسي انطلاقاً من النقطة 3 وبمسافة 60 باتجاه الأسفل فنحصل على النقطة 5 ثم نغير اتجاه حركة المؤشر نحو اليسار وبطول 40 نحصل على النقطة 6 ثم نرسم نتجه بالمؤشر نحو النقطة 4 بطول 60، ومن ثم الخروج من أمر الخط.

Command: _line Specify first point: <Isoplane Right> (نبدأ من النقطة 3)
Specify next point or [Undo]: 60 ↵
Specify next point or [Undo]: 40 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: 60 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel* (الخروج من أمر رسم الخط)

لرسم حواف السطح الجانبي ذي الرؤوس 6، 7، 1، و 4، نضغط المفتاح F5 لنختار وضعية المؤشر Isoplane Left نرسم من النقطة 6 إلى اليسار خط بطول 50 فنحصل على النقطة 7، ثم نغير اتجاه حركة المؤشر نحو النقطة 1 ونكتب البعد 60 لتكتمل كل حافات المنظور الظاهرة.

Command: _line Specify first point <Isoplane Left> (نبدأ من النقطة 6)
Specify next point or [Undo]: 50 ↵
Specify next point or [Undo]: 60 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel* (الخروج من أمر رسم الخط)

1-10-6 رسم منظور الدائرة المتقايس Isometric Circles

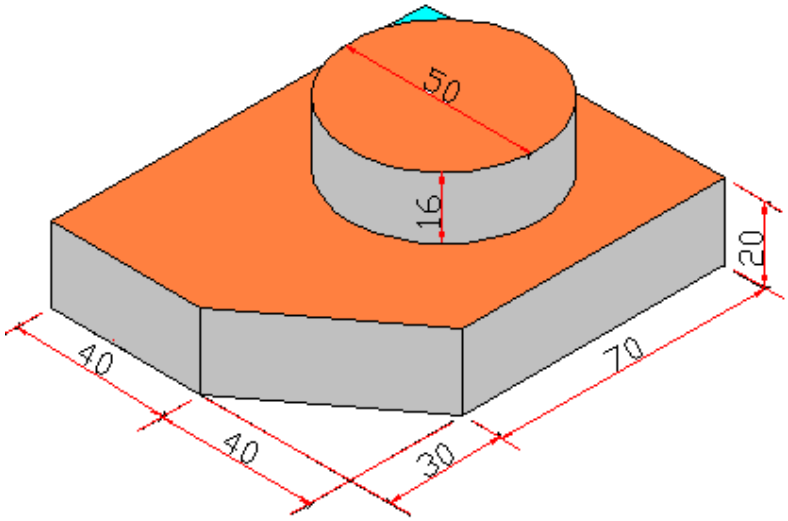
ترسم الدوائر المتقايسة باستعمال أمر الشكل البيضاوي Ellipse ثم اختيار منظور الدائرة Isocircle ثم نكتب في شريط كتابة الأوامر نصف قطر الدائرة.

مثال (2): ارسم منظور الدائرة المتقايس في السطح العلوي التي نصف قطرها 50 mm ومركزها النقطة 70,70.

الحل

Command: <Isoplane Top>
Command: El ↵
ELLIPSE
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: I ↵
Specify center of isocircle: 70,70 ↵
Specify radius of isocircle or [Diameter]: 50 ↵

مثال (3): ارسم المنظور المتقايس المبيّن في الشكل (6-23).



الشكل (6-23) منظورمتقايس (مركب)

الحل

بعد تفعيل نمط التعامد وتحويل المؤشر الى الشكل العلوي Isoplane Top نرسم حواف السطح العلوي abcde، الشكل (6-24-A) انطلاقاً من النقطة a ومع عقارب الساعة والرجوع اليها وكما يأتي:

Command: _line Specify first point: ↵
Specify next point or [Undo]: 40 ↵
Specify next point or [Undo]: 100 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: 80 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: 70 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: c ↵

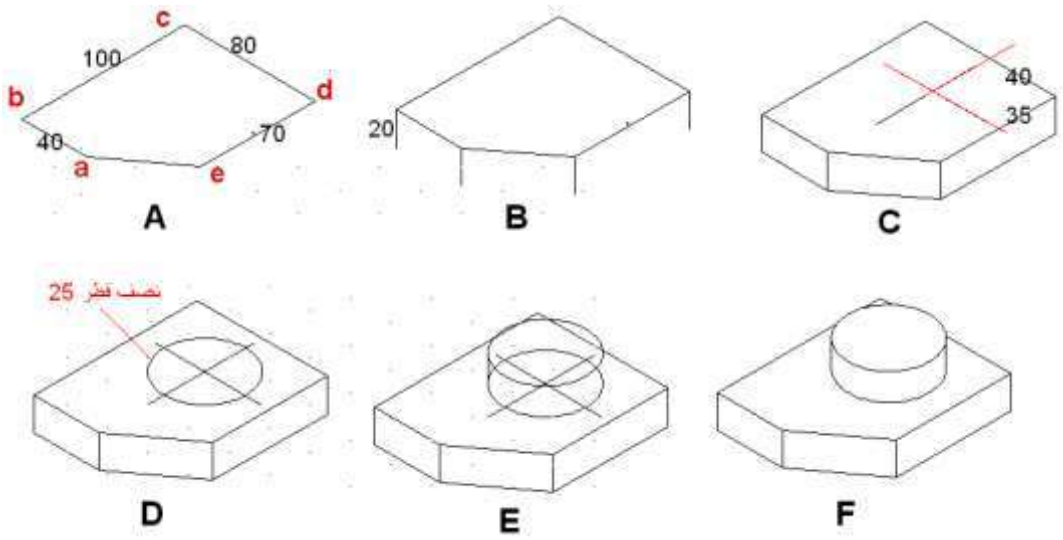
نرسم أربعة خطوط رأسية من النقاط b, d, e, a للأسفل وبمقدار 20 mm (يمكن رسم أحد الخطوط ومن ثم استخدام أمر النسخ Copy)، لاحظ الشكل (6-24-B)، ثم صل النهايات لتلك الخطوط، مع تحديد مركز الدائرة بخطين متعامدين، الشكل (6-24-C).

من مركز الدائرة نرسم قاعدة الاسطوانة وكما يأتي، الشكل (6-24-D):

Command: _ellipse ↵
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: I ↵
Specify center of isocircle: (تحديد مركز الدائرة بالمؤشر)
Specify radius of isocircle or [Diameter]: 25 ↵

ننسخ منظور الدائرة مسافة 16 mm للأعلى باستعمال الأمر Copy، ونرسم خطين مماسين لمنظوري الدائرة، الشكل (6-24-E).

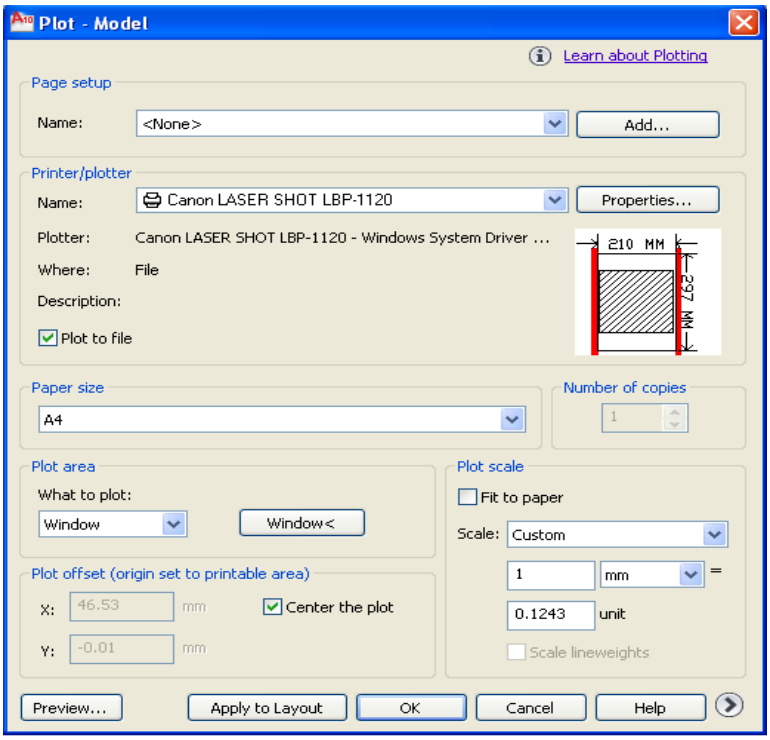
نستخدم الأمر Trim لتشذيب الزوائد في الرسم فنحصل على المنظور المطلوب الشكل (6-24-F).



الشكل (6-24) مراحل رسم منظور متقايس (مركب)

11-6 طباعة الرسوم والإخراج

بعد انجاز العمل على الحاسوب لابد من طريقة لتقديم الناتج إلى الجهة المستفيدة بإحدى الطرائق المناسبة مثل الطباعة الورقية أو تقديمها كملف PDF أو نشرها على شبكة الإنترنت أو إرسالها إلى مجهز خدمة طباعة ثلاثية الأبعاد. هذه الاساليب متشابهة كلياً في الإجراءات اللازمة للطباعة لكنها تختلف في المخرجات من الطابعة، وينبغي توفر الطابعة وربطها بجهاز الحاسوب وتعريفها على ذلك الحاسوب وبنظام ويندوز ويتم اعدادها بحسب نوع الورق والالوان ودقة الوضوح . كما أن الطباعة كملف PDF من أوتوكاد يتطلب توفر هذه الطابعة وبرنامجها أيضاً، والذي يمكن لاحقاً طباعته كملف فضلاً على فتحه ومشاهدة محتوياته مع وجود برنامج Adobe Acrobat من دون الحاجة لوجود برنامج أوتوكاد. من الممكن إضافة الطابعة من داخل أوتوكاد عن طريق نافذة حوار والمعنون بالطابعات / الراسمات Plotters، ومن الممكن الوصول الى أمر الطباعة عن طريق شريط الوصول السريع أو من قائمة File أو باستعمال مختصر من لوحة المفاتيح Plot (Ctrl+P)، وبعد الضغط على أيقونة (طابعة) يظهر مربع حوار لإعدادات الطباعة Plot-Model، الشكل (6-25)، والذي يتضمن منطقة Printer/Plotter نحدد فيه نوع الطابعة / الراسمة المستخدمة بالنقر على السهم في اليمين لتظهر قائمة الطابعات المتوفرة على جهاز الحاسوب، إضافة إلى Paper Size نحدد فيه حجم الورق المستخدم. نختار الحجم A4 فقط. أما Plot Area نحدد فيه منطقة الطباعة. النقر على السهم في اليمين يظهر قائمة بالإمكانيات المتوفرة للطباعة. نميز من خلالها Display لتحديد منطقة الرسم المرئية والمحددة على الشاشة لحظة الاختيار، أما Extents فلتحديد كل ما هو موجود على الشاشة سواء كان مرئياً أو مخفياً، والاختيار Window: يعين المنطقة المحددة بزاويتي النافذة المختارة من شاشة الرسم، ويقوم الاختيار Limits بتحديد المنطقة المحددة الناتجة من تعريف حدود منطقة الرسم بالأمر نفسه، أما منطقة Plot Offset نحدد فيه إزاحة منطقة الطباعة أفقياً ضمن محور x ورأسياً ضمن محور y، أو في مركز ورقة الطباعة Center the Plot. ونحدد من خلال منطقة Plot Scale مقياس الرسم للطباعة أو طباعة حيز معين من الشاشة على ورقة معروفة الحجم بأفضل ما يمكن باختيار Scale to fit، أما الايقونة Print Preview نحدد فيه معاينة المنطقة المختارة للطباعة قبيل طبعها.



الشكل (6-25) مربع حوار اعدادات الطباعة

أسئلة وتمارين الفصل السادس

س1- بيّن الطرائق المتبعة لتفعيل برنامج الأوتوكاد على الحاسبة، مبيناً كيفية إظهار القوائم في الاصدارات الحديثة لبرنامج الرسم.

س2- ما الهيئات الأربعة التي تظهر فيها أوامر الأوتوكاد في القوائم المنسدلة؟

س3- توجد ثلاثة نظم لكتابة الإحداثيات في برنامج الرسم المعان بالحاسوب، عددها مع توضيحها بالأمثلة.

س4- ما الأوامر في مساعدات الرسم الدقيق ؟ عدد أربعة منها مع بيان وظيفتها.

س5- كيف يتم ادخال الأوامر في أوتوكاد ؟ وما طرائق التراجع عن تنفيذ الأوامر؟

س6- ما فائدة الطبقات عند تنفيذ الرسوم بالحاسوب؟

س7- عدد عشرة من الأوامر المتضمنة للقائمة Draw.

س8- عدد عشرة من أوامر التعديل Modify.

س9- افتح شريط وضع الابعاد ودوّن الحقول التي يمكن التحكم فيها.

س10- ما الفرق بين الرسم ثنائي الابعاد عن الرسم ثلاثي الابعاد؟ وكيفية الوصول لشاشة الرسم 3D؟

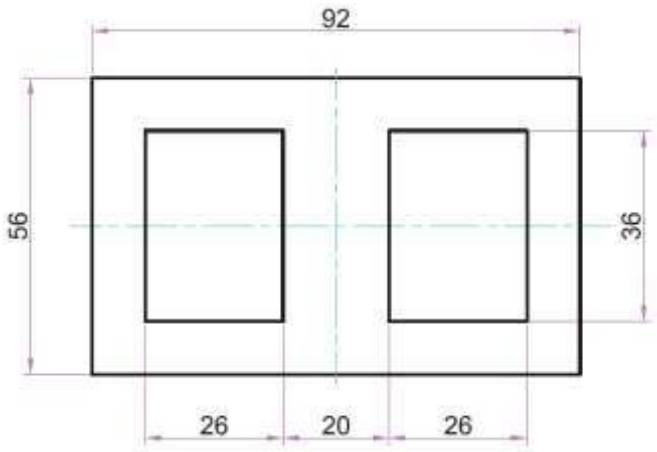
س11- ما الطرائق التي من الممكن اتباعها لتنفيذ رسم جسم ثلاثي الابعاد؟

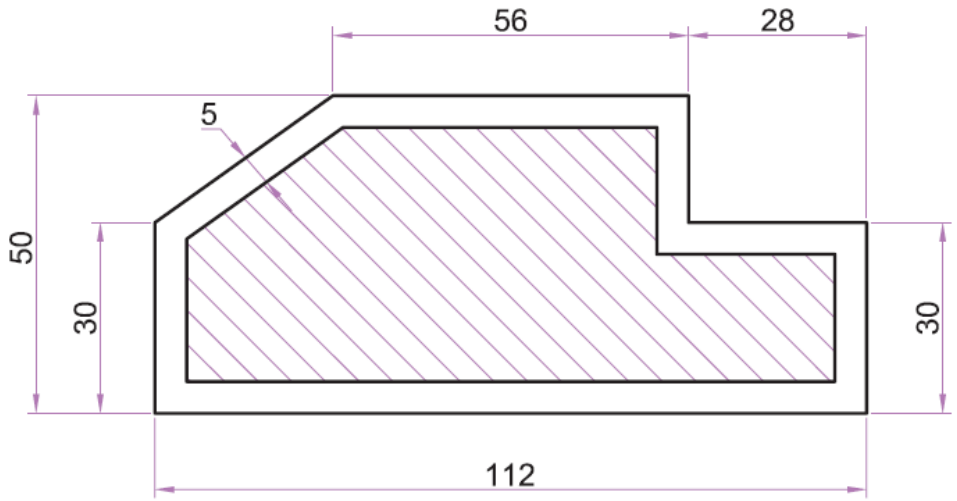
س12- أعط أمرين للتحكم بالتركيبات الصلبة مع التوصيف لكل منها.

س13- من الممكن رسم المنظور الآيزومتري في بيئة رسم ثنائية الأبعاد، وضّح ذلك.

س14- كيف يتم طباعة الرسوم المنفذة في الأوتوكاد ؟ اشرح ذلك باختصار.

س15- ارسم باستعمال أوامر الرسم في برنامج الأوتوكاد 2D المساقط المبينة أبعادها في الأشكال أدناه مع وضع الأبعاد على الرسم، ثم اطبع الرسم على ورقة A4.





س16- ارسم المنظور المتقايس المبيّن في الشكل أدناه متبعاً أسلوب الرسم المتقايس في برنامج الأوتوكاد.