



جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي الصناعي / ميكانيك

تأليف

حيدر موسى الشكري

د. سعد عباس خضر

مؤيد محمد علي

ابراهيم نصيف جاسم

مهدي عبد الرضا سعيد

تنقيح

م.م. حسنين جاسم موسى

م.د. حازم حاتم عبد الكاظم

المهندس نبيل ثجيل يونس

المقدمة

بغرض التواصل مع التطور التكنولوجي الحاصل في المجالات كافة، صار من الضروري تحديث منهج الرسم الصناعي بالمعلومات التخصصية في علوم الميكانيك، وبأسلوب عرض قد يختلف عما كان متبعاً في كتب الرسم الهندسي والصناعي لكنه استمراراً لنفس منهجية كتاب الرسم الهندسي والصناعي للمرحلة الأولى.

وبتوفيق من الله - عز وجل - نقدم هذا الكتاب المتخصص في الرسم الصناعي والذي تضمن خمسة فصول، تناول الفصل الأول رسم المساقط بمعلومية المنظور بحيث ركز على رسم المساقط الثلاثة من منظور مجسم واستنتاج المسقط الثالث، أما الفصل الثاني غطى أكثر من حالات المشغولات والتي تتميز مساقطها بحسب شكل الجسم المشغول ، في حين عرض الفصل الثالث موضوع القطاعات وأنواعها وطرائق تمثيلها في الرسم الصناعي ، أما الفصل الرابع فيتعرف من خلال الطالب على معنى خشونة السطوح وطرائق ترميزها ورسمها ورموز التشغيل الميكانيكي التي من الواجب على المتخصص في هذا المجال الدراية الكاملة عنها فضلاً عن رموز التفاوت والانحراف ، أما الفصل الخامس فقد تناول إعادة أساسيات الرسم بمساعدة الحاسوب والبدايات الضرورية في رسم الخطوط والأشكال، مروراً بتمكين المستعمل للبرنامج من رسم المساقط في أسلوب ثنائي الأبعاد فضلاً عن أوليات الرسم ثلاثي الأبعاد وذلك تطبيقاً لما احتوته الفصول الأربعة من الرسم اليدوي، وبذلك صار لازماً تدريس الفصل الخامس بالتزامن والتتابع مع فصول الكتاب الأربعة.

ونحن إذ نهدي هذا الكتاب لطلبتنا الأعزاء لا ندعي بكماله ولا بتمامه، بل كان اجتهاداً منا في عرض المعلومات عن الرسم الصناعي الميكانيكي فضلاً عن الرسم المعان بالحاسوب لتكون استمراراً لتفكير هندسي علمي سليم وركيزة انطلاق لتكملة التعلم نحو المرحلة الدراسية القادمة والتي ستكون أكثر تخصصاً أملين أن تكون تلك المعلومات ذات فائدة عملية تؤهل الطالب في اختصاصه وأساساً لتكملة دراسته في هذا المجال العلمي، كما نرجو من زملائنا المدرسين أن يزودونا بملاحظاتهم وآرائهم عن محتويات الكتاب، أثناء تدريسهم للمادة العلمية، وختاماً نتقدم بالشكر إلى الخبيرين العلميين (د.نبراس محمد مهدي، والأستاذ عبد الكريم سلمان عبد الكريم) والخبير اللغوي (د. رضاب حافظ حميد) لجهودهم في مراجعة الكتاب بكل عناية وحرص، ونسأل الله أن يجعل هذا الكتاب من العلم الذي ينتفع به، والله وليّ التوفيق.

المحتويات

التسلسل	العنوان	رقم الصفحة
المقدمة		3
المحتويات		4
الفصل الأول	رسم المساقط بمعلومية المنظور	6
	تمهيد	7
1-1	توزيع المساقط على ورقة الرسم	7
2-1	استنتاج المسقط الثالث	13
3-1	أسئلة وتمارين	18
الفصل الثاني	رسم المنظور الهندسي	23
	تمهيد	24
1-2	الرسم المتقايس	25
2-2	الرسم المائل	35
3-2	أسئلة وتمارين	38
الفصل الثالث	رسم القطاعات	41
	تمهيد	42
1-3	القطاع	42
2-3	المستوى القاطع	43
3-3	أنواع القطاعات	48
4-3	الأجزاء التي لا تقطع	61
5-3	أسئلة وتمارين	63
الفصل الرابع	علامات التشغيل والتفاوتات الهندسية	74
	تمهيد	75
1-4	خشونة الأسطح	75
2-4	الرموز التخطيطية لعلامات التشغيل	77
3-4	درجات خشونة السطح	78
4-4	رموز اتجاه الخشونة	79
5-4	الأخطاء الشائعة في تمثيل الخشونة	80
6-4	رموز التفاوت	83
7-4	أسئلة وتمارين	91
الفصل الخامس	الرسم المعان بالحاسوب	99
	تمهيد	100
1-5	تثبيت (إعداد) برنامج الرسم	100
2-5	التعرف على واجهة البرنامج	103
3-5	مهارات الرسم في شريط أدوات القفز	107

111	أوامر الرسم (ثنائي الأبعاد)	4-5
119	شريط أوامر التعديل	5-5
124	شريط الأبعاد	6-5
125	بداية الرسم	7-5
131	الرسم ثلاثي الأبعاد	8-5
133	أوامر الرسم ثلاثي الأبعاد	9-5
138	الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D	10-5
145	أسئلة وتمارين	11-5

الفصل الأول

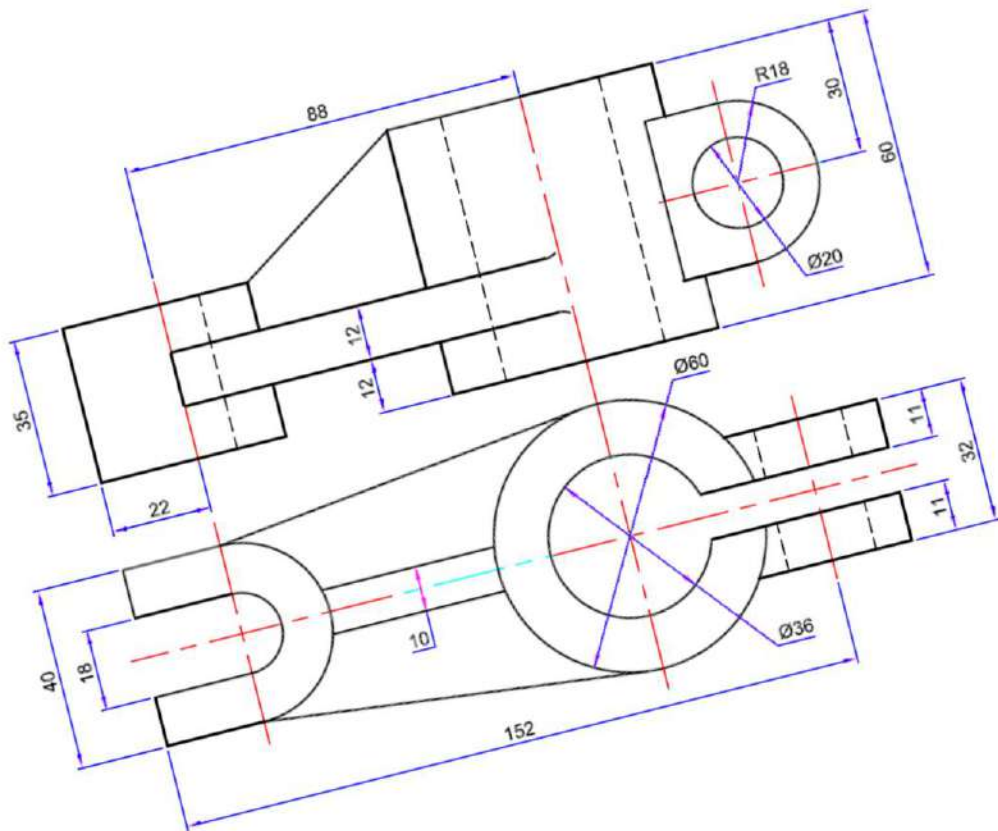
رسم المساقط بمعلومية المنظور

Drawing projections given Pictorial drawing

أهداف الفصل الأول

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

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.

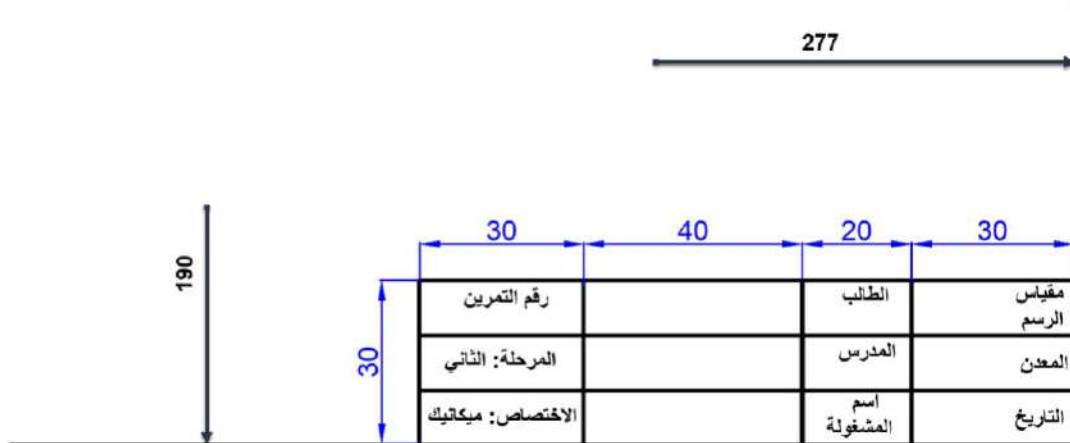


تمهيد:

يعد الإسقاط العمودي الحل الأمثل لتنفيذ الرسوم ثلاثية الأبعاد على ورقة ذات بعدين، إذ يجب أن يبين الرسم بوضوح تفاصيل الخطوط الخارجية لكل الأوجه وبأبعاد دقيقة وكاملة، فإذا كان الجسم بسيط فإن التخطيط اليدوي للمنظور قد يكون كافياً لتوضيحه، ولكن وجود تفاصيل داخلية يصبح من غير الممكن إيضاحها في الأوجه الثلاثة للمنظور كالدوائر والأقواس والمجاري ذات العمق المحدد والذي يمكن توضيح تفاصيلها وبدقة في الإسقاط العمودي، وقد تعرف الطالب في دراسته السابقة على أنظمة الإسقاط (الزاوية الأولى والزاوية الثالثة) والطريقة المتبعة في الإسقاط، إذ سنستعرض بشكل أكثر تفصيلاً طريقة رسم المساقط للأجسام والمناظير الهندسية المختلفة مع طريقة استنتاج المسقط الثالث.

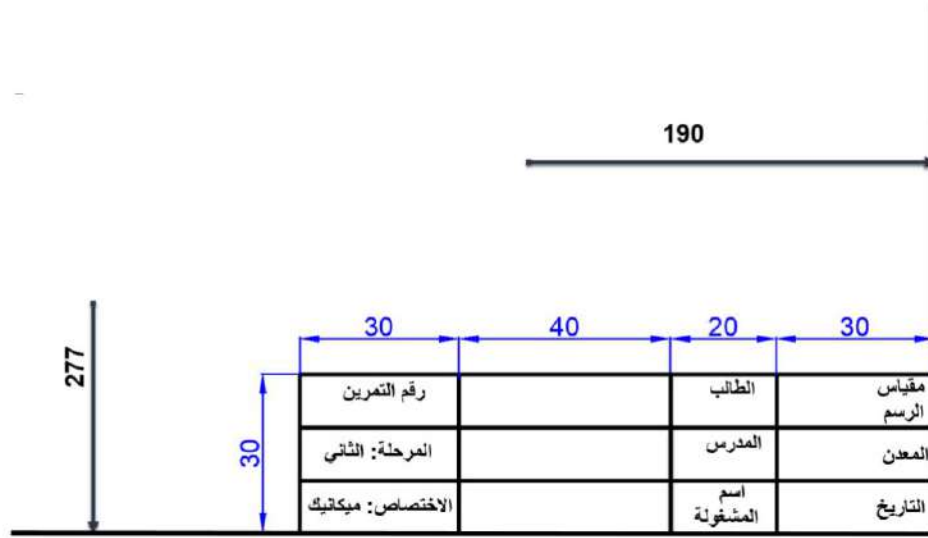
1-1 توزيع المساقط على ورقة الرسم

إن الهدف من تقسيم لوحة الرسم هو تنظيم المساقط وتوزيعها بشكل يضمن عدم خروج المساقط عن إطار اللوحة فضلاً عن توزيعها بشكل منتظم لتكون أكثر وضوحاً ضمن ورقة الرسم والتي ستكون في هذه المرحلة بقياس A4 وسنتبع جدول المعلومات نفسه الذي اعتاد عليه الطالب في المرحلة السابقة (أو يقترح جدول آخر حسب الضرورة)، إذ يبعد الإطار عن حافات الورقة بمسافة 10mm من الجوانب الأربعة. يتم اعتماد صيغة جدول المعلومات ذو الأبعاد 120mmx 30mm ويكون في الزاوية اليمنى في أسفل ورقة الرسم ضمن الإطار ويحتوي على حقول لمقياس الرسم، نوع المعدن، تاريخ تسليم اللوحة، اسم الطالب، اسم المدرس، اسم المشغولة، رقم اللوحة أو رقم التمرين، المرحلة الدراسية والتخصص، وكما مبين في الشكل (1-1) الذي يمثل الوضع الأفقي للرسم، والشكل (2-1) الذي يمثل الوضع العمودي للرسم، لتصبح مساحة الرسم (277mmx190mm).



الشكل 1-1: النموذج المعتمد لجدول المعلومات للوضع الأفقي

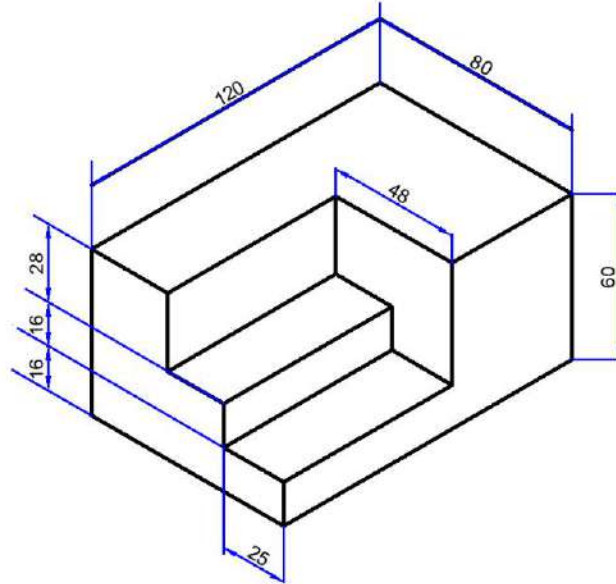
أما عندما تكون اللوحة في الوضع العمودي فيكون وضع الجدول كما موضح في الشكل (2-1).



الشكل 2-1: النموذج المعتمد لجدول المعلومات للوضع العمودي

مثال 1-1 (حالة الوضع الافقي)

أرسم بمقياس رسم 1:1، المساقط الثلاثة للمنظور المتقايس المبين في الشكل (3-1)، موزعةً بشكل متساوٍ على ورقة الرسم، مع وضع الأبعاد.



الشكل 3-1: منظور متقايس

الحل: يتم أولاً اتخاذ القرار بخصوص وضع اللوحة حيث يتم جمع الطول مع العرض وفي هذا المثال يكون ناتج الجمع (200 mm) وهذه المسافة اكبر من المسافة المتوفرة في لوحة الرسم والتي مقدارها (190 mm)، وبناءً على ذلك لا يمكن استخدام اللوحة بالوضع العمودي وتكون بالوضع

الافقي حيث ان المسافة المتوفرة في اللوحة للوضع الافقي هي (277 mm) وهي اكبر بكثير من ناتج الجمع الذي تم حسابه وهو (200 mm).

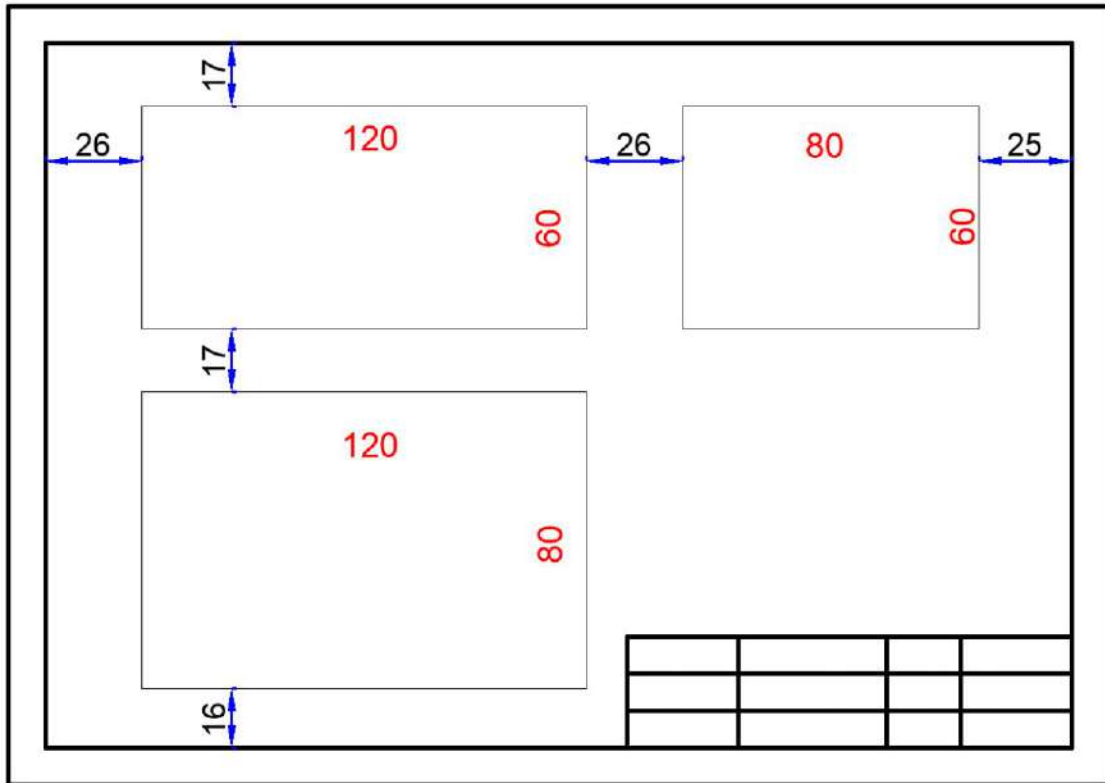
لاستخراج مساقط المنظور، يجب حساب المسافات البينية بين المساقط (لورقة الرسم A4) بعد رسم الجدول والإطار، إذ تكون مساحة الرسم المتاحة (277mmx190mm)، وكما يأتي: -

$$X = \frac{277 - (120 + 80)}{3} = \frac{277 - 200}{3} = \frac{77}{3} \approx 26 \text{ mm}$$

$$Y = \frac{190 - (60 + 80)}{3} = \frac{190 - 140}{3} = \frac{50}{3} \approx 17 \text{ mm}$$

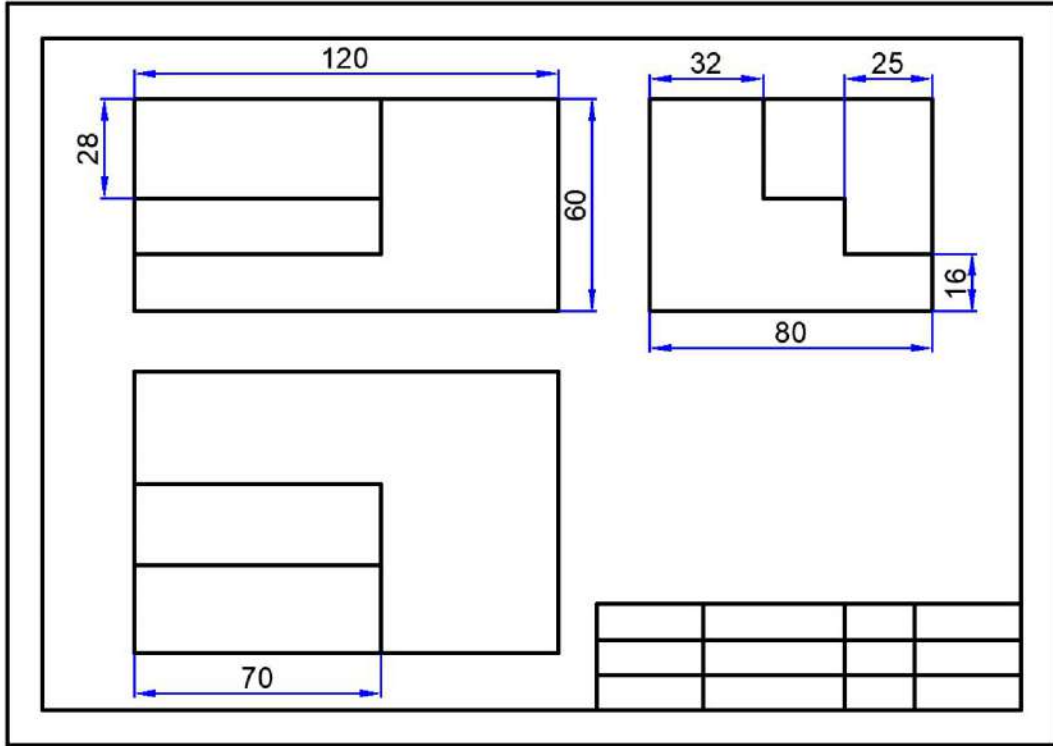
إذ ان المسافة X هي المسافة الأفقية الفاصلة بين المسقطين الأمامي والجانبى وكذلك بين حافتي إطار اللوحة الأيمن والأيسر، والمسافة Y هي المسافة العمودية الفاصلة بين المسقطين الأمامي والأفقي وكذلك بين حافتي إطار اللوحة الأعلى والأسفل.

بعد ذلك نحدد أبعاد المستطيلات الثلاثة والتي سوف تتضمن المساقط وذلك بحساب البعد الكلي لكل من الطول والعرض والارتفاع للمنظور، ثم نرسم تلك المستطيلات في مواقعها بخطوط خفيفة جدا حيث يسهل مسحها او مسح جزء منها بعد إتمام تفاصيل المساقط، الشكل (4-1).



الشكل 4-1: تحديد مواقع المساقط وتوزيعها على ورقة الرسم.

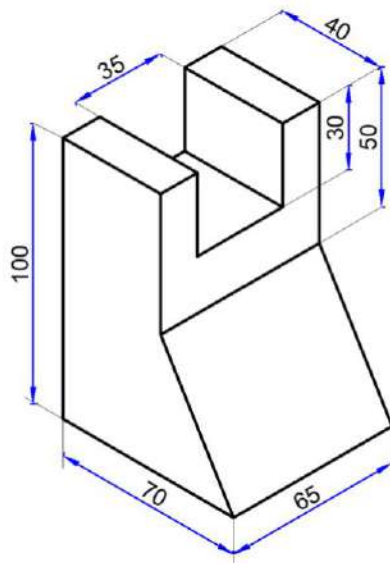
بعد ذلك نحدد التفاصيل الواردة في المنظور ونسقطها على تلك المستطيلات، ثم نمسح الخطوط الزائدة، ويبين الشكل (5-1) المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، والأفقي) للمنظور.



الشكل 5-1: المساقط الثلاثة للمنظور الهندسي

مثال 2-1 (حالة الوضع العمودي)

ارسم بمقياس رسم 1:1 المساقط الثلاثة للمنظور المتقايس المبين في الشكل (6-1)، موزعةً بشكل متساوٍ على ورقة الرسم، مع وضع الأبعاد.



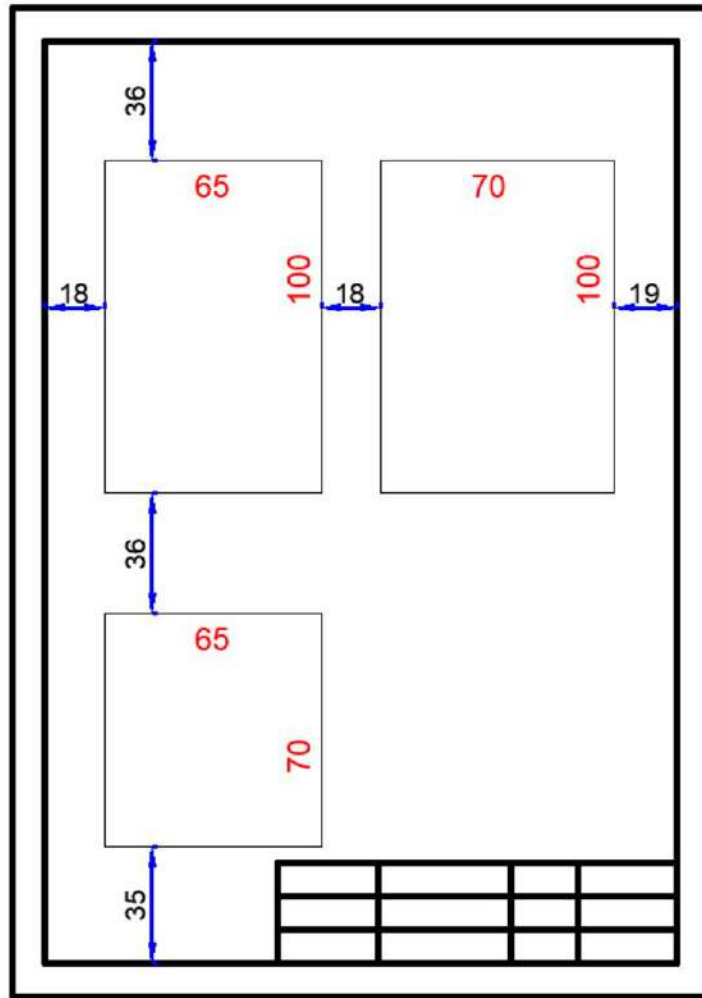
الشكل 6-1: منظور متقايس

الحل: يتم أولاً اتخاذ القرار بخصوص وضع اللوحة حيث يتم جمع الطول مع العرض وفي هذا المثال يكون ناتج الجمع (135 mm) وهذه المسافة أصغر من المسافة المتاحة في لوحة الرسم والتي مقدارها (190 mm) ، وبناء على ذلك يمكن استخدام اللوحة بالوضع العمودي. لاستخراج مساقط المنظور، يتم حساب المسافات البينية بين المساقط (لورقة الرسم A4) بعد رسم الجدول والإطار، إذ تكون مساحة الرسم المتاحة (277mmx190mm)، وكما يأتي: -

$$X = \frac{190 - (65 + 70)}{3} = \frac{190 - 135}{3} = \frac{55}{3} \approx 18 \text{ mm}$$

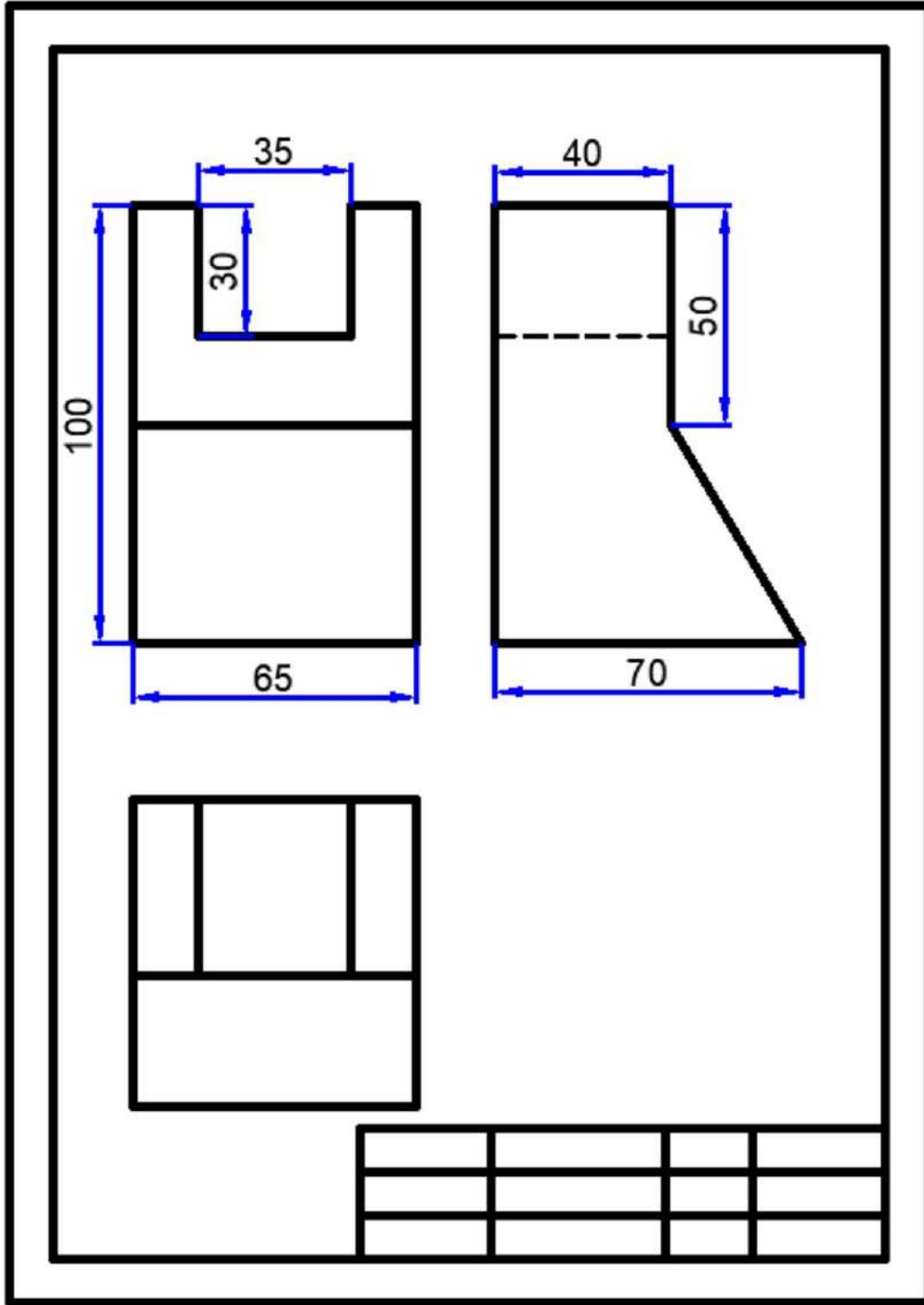
$$Y = \frac{277 - (100 + 70)}{3} = \frac{277 - 170}{3} = \frac{107}{3} \approx 36 \text{ mm}$$

بنفس الخطوات المشار إليها في المثال (1-1) يتم تحديد أبعاد المستطيلات الثلاثة والتي سوف تتضمن المساقط الثلاثة، ثم نرسم تلك المستطيلات في مواقعها بخطوط خفيفة جداً حيث يسهل مسحها أو مسح جزء منها بعد إتمام تفاصيل المساقط، الشكل (7-1).



الشكل 7-1: تحديد مواقع المساقط وتوزيعها على ورقة الرسم

بعد ذلك نحدد التفاصيل الواردة في المنظور ونسقطها على تلك المستطيلات، ثم نمسح الخطوط الزائدة، ويبين الشكل (8-1) المساقط الثلاثة (الأمامي والجانبية والأفقي) للمنظور المتقايس.



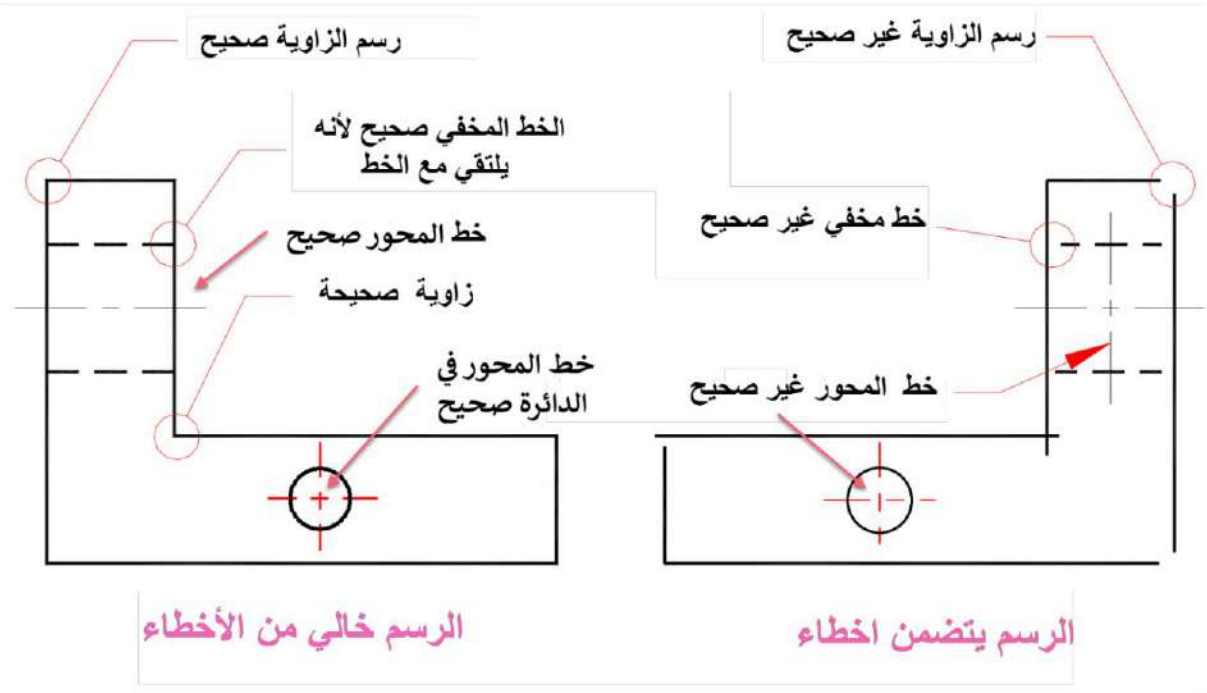
الشكل 8-1: المساقط الثلاثة للمنظور المتقايس

ملاحظة مهمة:

في كلتا الحالتين (الرسم بالوضع العمودي والرسم بالوضع الأفقي) إذا تداخل المسقط الأفقي مع الجدول يمكن اعتماد المسافتين 247 mm (للرسم بالوضع العمودي) و 160 mm (للرسم بالوضع الأفقي) بدلاً عن المسافتين 277 mm و 190 mm ، على الترتيب.

1-1-1 الأخطاء الشائعة في رسم المساقط :

ان المهام التي يؤديها الطالب والمتعلقة بتنفيذ العديد من الرسومات تحسن من مهاراته في رسم مختلف الأشكال الهندسية ضمن مادة الرسم الصناعي، وهناك عدة حالات ينبغي تجنبها في رسم مختلف اللوحات ويوضح الشكل (1-9)، بعض الأمثلة المهمة لحالات غير صحيحة متمثلة بالجانب الأيمن من الرسم الموضح والتي تتعلق بالتقاء الخطوط المتقاطعة، والتقاء الخطوط المخفية مع الخطوط المرئية، وحالات رسم المحاور الطولية او المحاور المتعلقة بالأشكال الدائرية ، كما يوضح الجانب الأيسر من الرسم الحالات الصحيحة لهذه الأخطاء ، وان التقيد بالتعليمات الخاصة بمثل هذه الحالات ينتج رسومات صحيحة ويكون تقييمها أفضل.

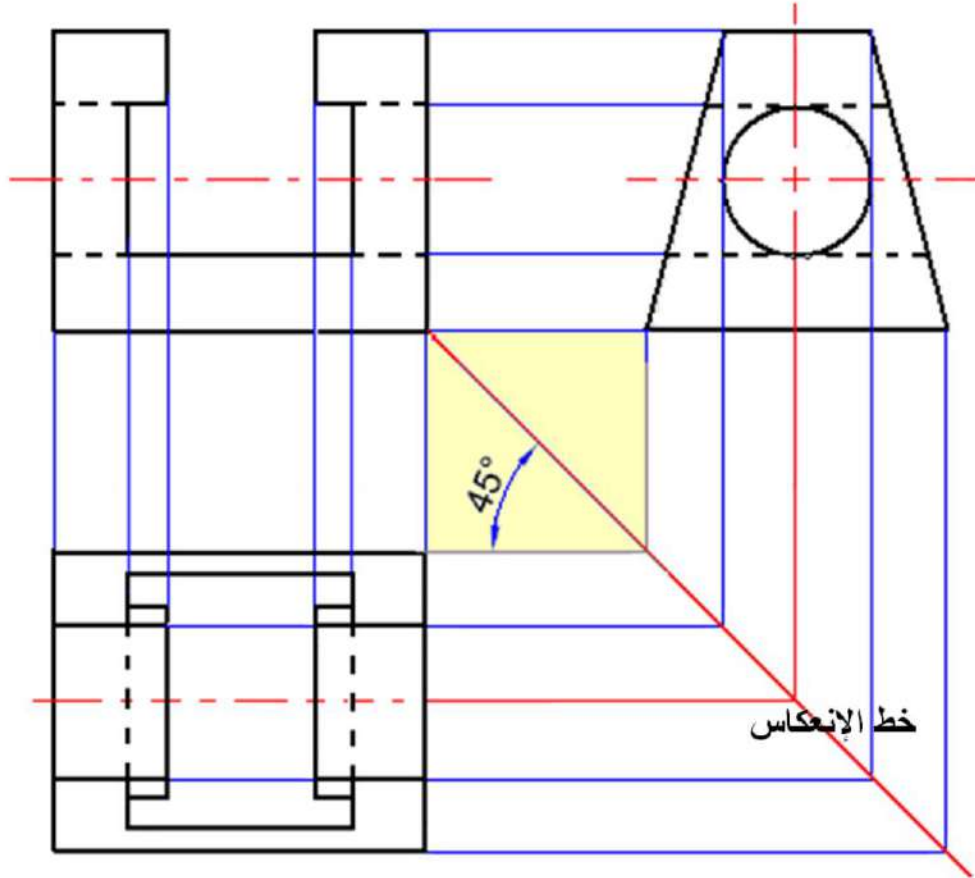


الشكل 1-9: بعض الأخطاء الشائعة في تنفيذ الرسومات مع توضيح الحلول لهذه الأخطاء

2-1 استنتاج المسقط الثالث Projecting the Third View

إن عملية استنتاج المسقط الثالث من مسقطين معطيين هي العملية العكسية لرسم المساقط الثلاثة من منظور معطى، وذلك لأن عملية استنتاج المسقط الثالث من مسقطين تعتمد على تخيل وتصور شكل المنظور والذي لا يكون معلوم، إذ تعتبر قراءة الرسم الخطوة الأولى قبل البدء في تنفيذ رسم المسقط الثالث، وعند قراءة الرسم، الشكل (1 - 10)، لابد من تذكر الآتي :-

- ❖ المسقط الأمامي (الرأسي) والمسقط الجانبي يكونان باستقامة أفقية، بمعنى أن جميع الخطوط الأفقية في المسقطين الأمامي والجانبي على استقامة واحدة، فضلاً عن أن المسقط الأمامي والمسقط الأفقي يكونان على استقامة عمودية، بمعنى أن جميع الخطوط العمودية في المسقطين الأمامي والأفقي على استقامة واحدة.
- ❖ العلاقة بين المسقطين الأفقي والجانبي هي الخطوط الأفقية والعمودية بمعنى أن جميع الخطوط الأفقية في المسقط الأفقي تتحول لخطوط رأسية في المسقط الجانبي، وجميع الخطوط العمودية في المسقط الجانبي تتحول لخطوط أفقية في المسقط الأفقي.
- ❖ المعلومات التي يعطيها المسقط الأمامي هي الطول والارتفاع، والجانبي العرض والارتفاع، أما الأفقي هي الطول والعرض، أي يوجد بعد مشترك بين كل مسقطين.



الشكل 1-10: العلاقة بين المساقط الثلاثة

توجد طريقة لاستنتاج المسقط الثالث من مسقطين معلومين وربما من دون تخيل لشكل المنظور وكما يأتي: -

- 1) تحديد المستطيل الذي سيرسم بداخله المسقط المطلوب استنتاجه مع مراعاة الآتي:
 - أكبر ارتفاع للمسقط الجانبي = أكبر ارتفاع للمسقط الأمامي.
 - أكبر طول للمسقط الأمامي = أكبر طول للمسقط الأفقي.
 - أكبر عرض للمسقط الجانبي = أكبر عرض للمسقط الأفقي.
 - 2) يفضل أن تكون المسافة البينية بين المساقط متساوية (في موضوع استنتاج المسقط الثالث فقط) كأن تكون 30mm، ليسهل عملية انعكاس الخطوط على خط الانعكاس المائل بزاوية 45° بين المسقطين الجانبي والأفقي.
 - 3) إسقاط خطوط المحاور Centre Lines من المسقطين المعطيين إلى المستطيل الذي تم رسمه في الخطوة السابقة مع مراعاة العلاقة بين خطوط المساقط الثلاثة.
 - 4) البدء بالنظر في الاتجاه المناسب للمسقطين المعطيين (من اليسار لاستنتاج المسقط الجانبي، ومن أعلى لاستنتاج المسقط الأفقي) مع ملاحظة أننا ننظر لأحد المسقطين المعطيين لنحدد الظاهر والمخفي ثم نحدد الأطوال المطلوبة من المسقط الآخر.
 - 5) مراعاة الظاهر والمخفي ومسح الخطوط الزائدة.
- وهذا يعني أنه عندما يعطى المسقطين الأمامي والأفقي والمطلوب استنتاج المسقط الجانبي فإن جميع النقاط والخطوط الأفقية الموجودة في المسقط الأمامي تسقط خطوط أفقية في المسقط الجانبي، كذلك فإن جميع النقاط والخطوط الأفقية الموجودة في المسقط الأفقي تسقط خطوط رأسية في المسقط الجانبي مع مراعاة الخطوط الظاهرة والمخفية في الحالتين.
- وعندما يعطى المسقطين الأمامي والجانبي والمطلوب استنتاج المسقط الأفقي فإن جميع النقاط والخطوط الأمامية الموجودة في المسقط الأمامي تسقط خطوط رأسية في المسقط الأفقي، كذلك فإن جميع النقاط والخطوط الأمامية الموجودة في المسقط الجانبي تسقط خطوط أفقية في المسقط الأفقي مع مراعاة الخطوط الظاهرة والمخفية في الحالتين.

قاعدة الخطوط الظاهرة والمخفية

❖ إذا كان المطلوب هو استنتاج المسقط الأمامي (يسار المسقط الجانبي)، ننظر من الجهة (العكسية) اليمنى من المسقط الجانبي ومن الجهة السفلى للمسقط الأفقي، وستكون جميع النقاط والخطوط التي أمامنا مباشرة أثناء النظر خطوط ظاهرة في المسقط الأمامي، أما غير

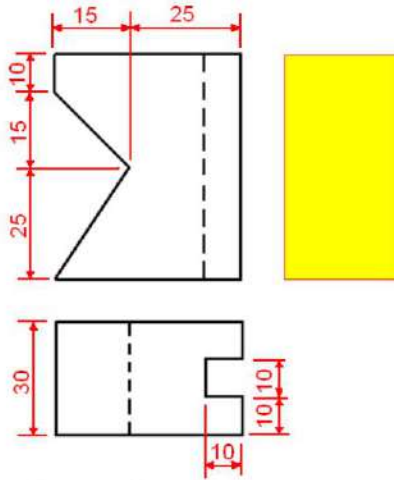
ذلك من النقاط والخطوط التي تكون موجودة خلف أجزاء أخرى أكبر منها في البعد ستسقط خطوط مخفية.

❖ إذا كان المطلوب هو استنتاج المسقط الجانبي (على اليمين) ننظر من الجهة (العكسية) اليسرى لكل من المسقط الأمامي والمسقط الأفقي، وستكون جميع النقاط والخطوط التي أمامنا مباشرة أثناء النظر خطوط ظاهرة في المسقط الجانبي أما غير ذلك من النقاط والخطوط التي تكون موجودة خلف أجزاء أخرى أكبر منها في البعد ستسقط خطوط مخفية.

❖ إذا كان المطلوب هو استنتاج المسقط الأفقي (أسفل المسقط الأمامي) ننظر من الجهة (العكسية) العلوية لكل من المسقط الأمامي والمسقط الجانبي، وجميع النقاط والخطوط التي أمامنا مباشرة ستسقط خطوط ظاهرة في المسقط الأفقي، أما غير ذلك من النقاط والخطوط التي تكون موجودة خلف أجزاء أخرى أكبر منها في البعد ستسقط خطوط مخفية.

مثال 3-1

إرسم بمقياس رسم 1:1 المسقط الجانبي للمنظور المبين مسقطيه الأمامي والأفقي في الشكل (11-1).



الشكل 11-1: المسقطين الأمامي والأفقي

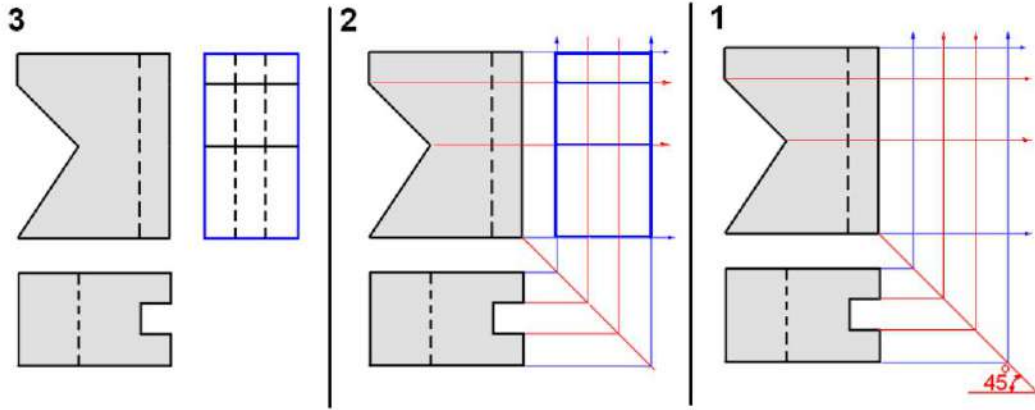
الحل

بعد رسم تفاصيل المسقطين المعلومين (كما مر سابقاً من توزيع المساقط على ورقة الرسم) نبدأ باستنتاج المسقط الجانبي وكما يأتي، الشكل (12-1): -

1. نصل امتدادات الحدود الخارجية للمسقط الأمامي باتجاه مستطيل المسقط الجانبي، ثم نرسم خطاً مائلاً بزاوية مقدارها 45° من الركن الأيمن السفلي للمسقط الأمامي ليكون خط انعكاس لخطوط الامتداد من المسقط الأفقي نحو المسقط الجانبي (الأسهم زرقاء اللون)، مع كل التفاصيل والحافات في المسقطين، (الأسهم حمراء اللون).

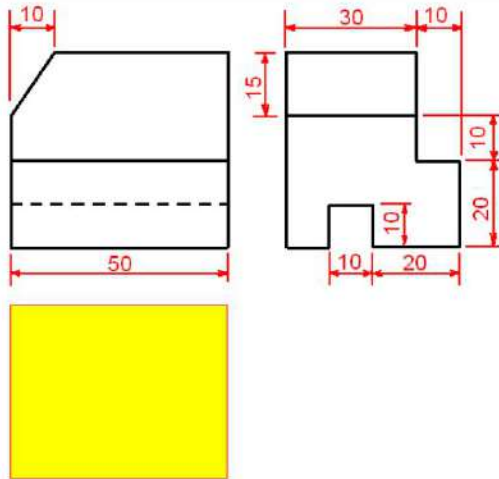
2. نحدد المعالم الخارجية والتفاصيل الداخلية للمسقط الأمامي بالنظر في الاتجاه المناسب للمسقطين المعطيين لتحديد الخطوط المخفية.

3. نمسح خطوط الامتداد والخطوط الزائدة وتوضيح المسقط بإعادة الرسم بسمك مناسب لخطوط الرسم.



الشكل 12-1: مراحل استنتاج المسقط الجانبي

مثال 4-1



ارسم بمقياس رسم 1:1 المسقط الأفقي للمنظور المبين مسقطيه الأمامي والجانبي في الشكل (13-1).

الشكل 13-1: المسطتين الأمامي والأفقي

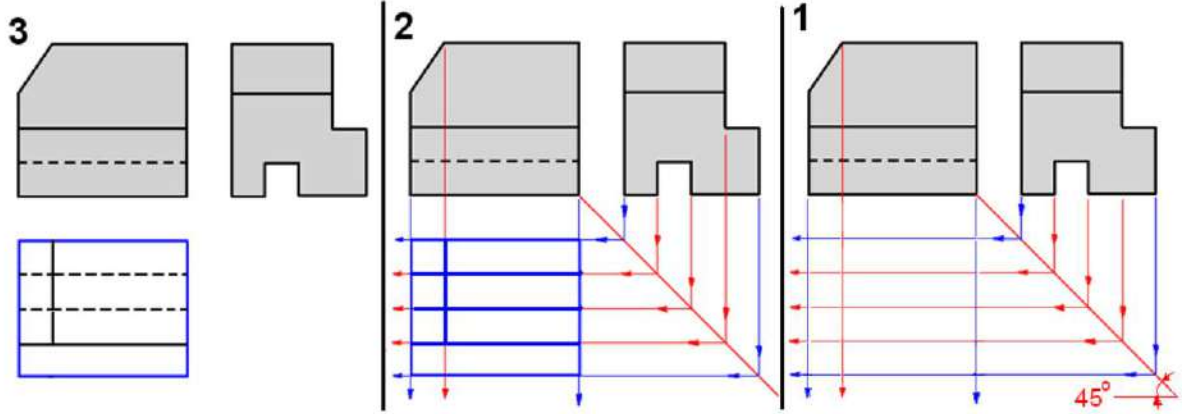
الحل

بعد رسم تفاصيل المسطتين المعلومين (كما مر سابقاً من توزيع المساقط على ورقة الرسم) نبدأ باستنتاج المسقط الأفقي وكما يأتي، الشكل (14-1): -

4. نصل امتدادات الحدود الخارجية للمسقط الأمامي باتجاه مستطيل المسقط الأفقي، ثم نرسم خطاً مائلاً بزاوية مقدارها 45° من الركن الأيمن السفلي للمسقط الأمامي ليكون خط انعكاس لخطوط الامتداد من المسقط الجانبي نحو المسقط الأفقي (الأسهم زرقاء اللون)، مع كل التفاصيل والحافات في المسطتين، (الأسهم حمراء اللون).

5. نحدد المعالم الخارجية والتفاصيل الداخلية للمسقط الأفقي بالنظر في الاتجاه المناسب للمسطين المعطيين لتحديد الخطوط المخفية.

6. نسمح خطوط الامتداد والخطوط الزائدة وتوضيح المسقط بإعادة الرسم بسمك مناسب لخطوط الرسم.

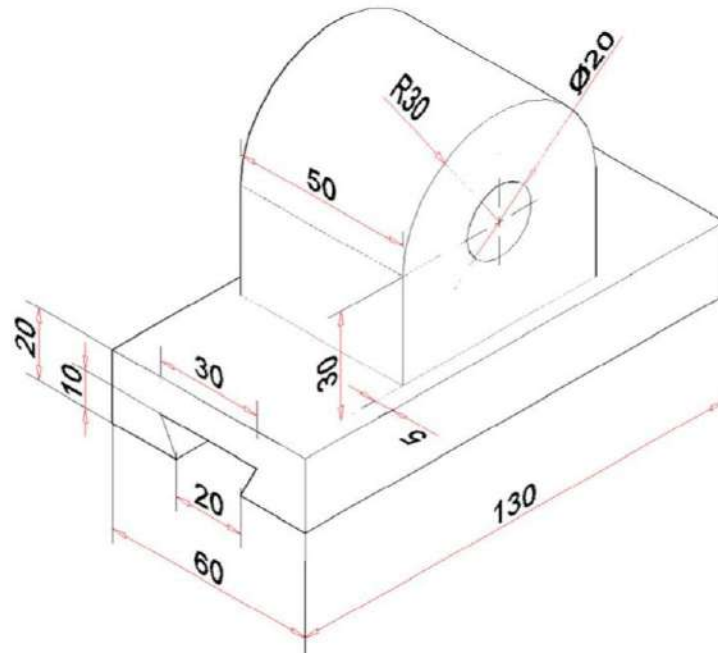


الشكل 1-14: مراحل استنتاج المسقط الأفقي

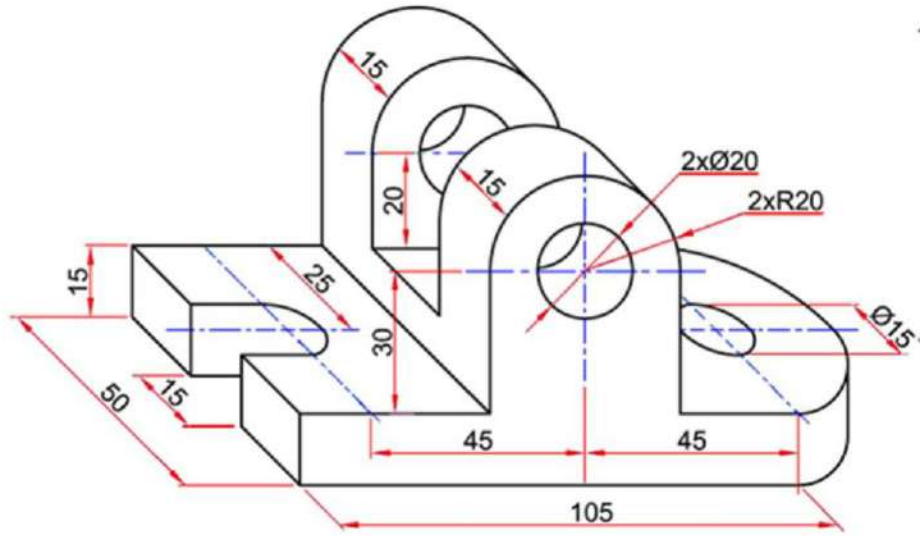
ملاحظة: أحياناً نجد من المناسب أن نتخيل المنظور ونرسمه يدوياً (جانباً)، بالطرق التي درست سابقاً للتأكد من صحة استنتاج المسقط الثالث.

3-1 أسئلة وتمارين الفصل الأول

1-3-1 بمقياس رسم 1:1، ارسم لكل من المنظورين المبينين في الشكلين (15-1) و (16-1) المساقط الثلاثة موزعة على ورقة الرسم (بعد رسم الإطار وجدول المعلومات) مع وضع كافة الأبعاد عليها.

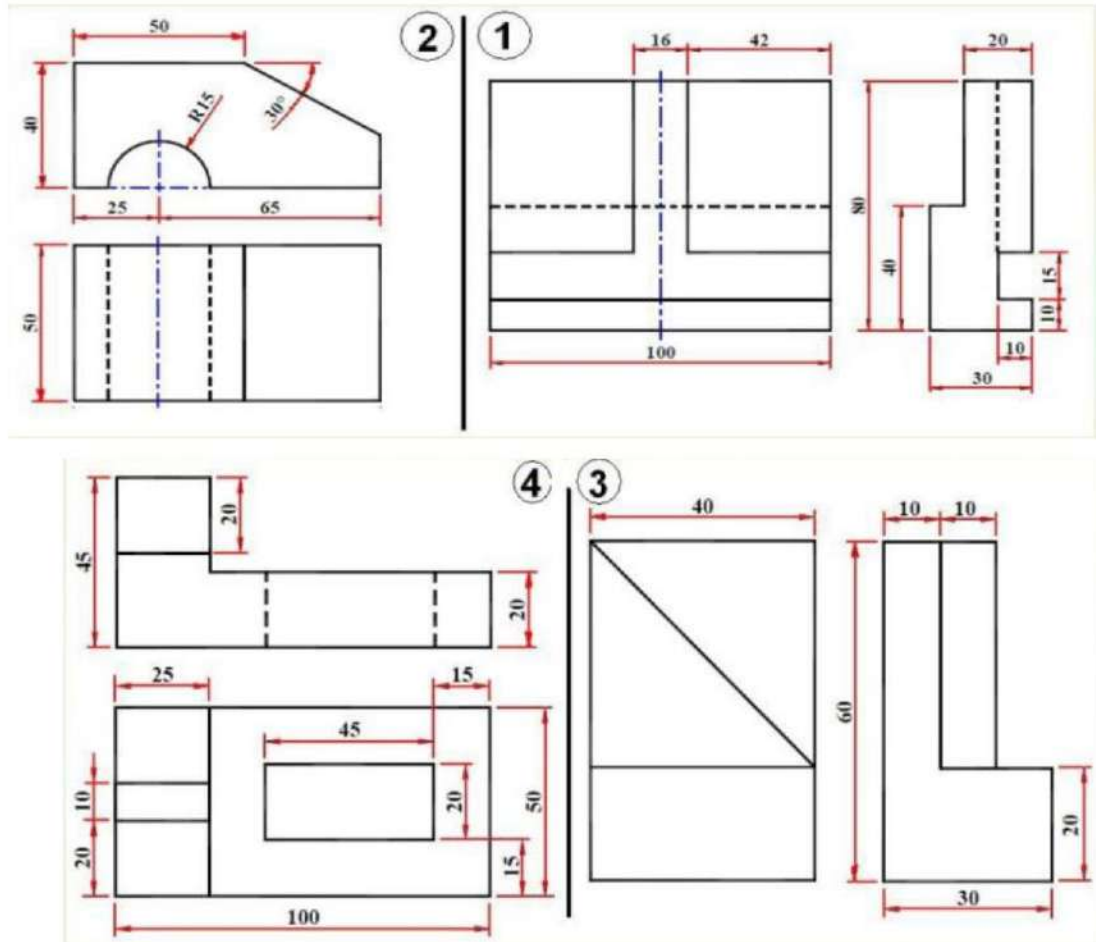


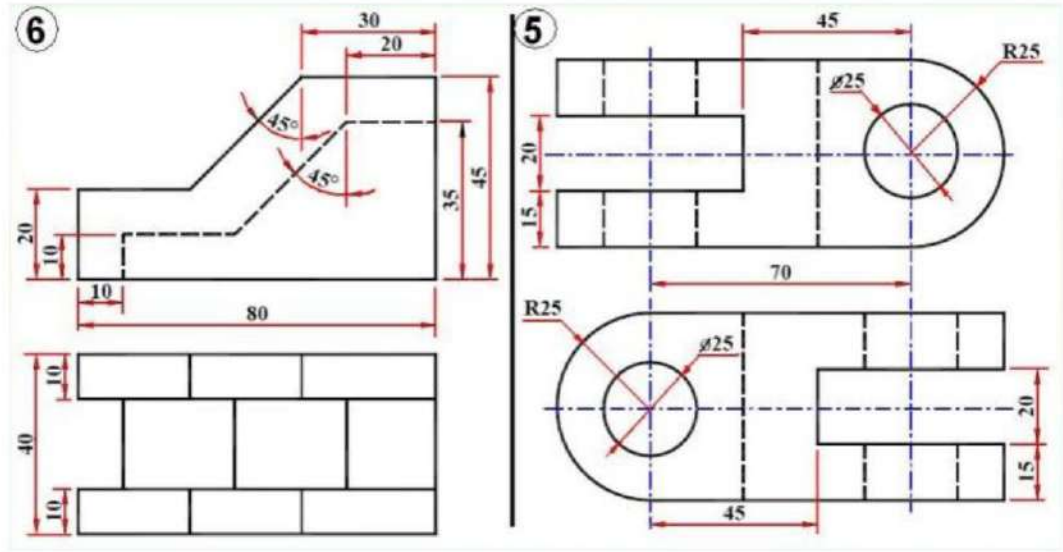
الشكل 15-1



الشكل 16-1

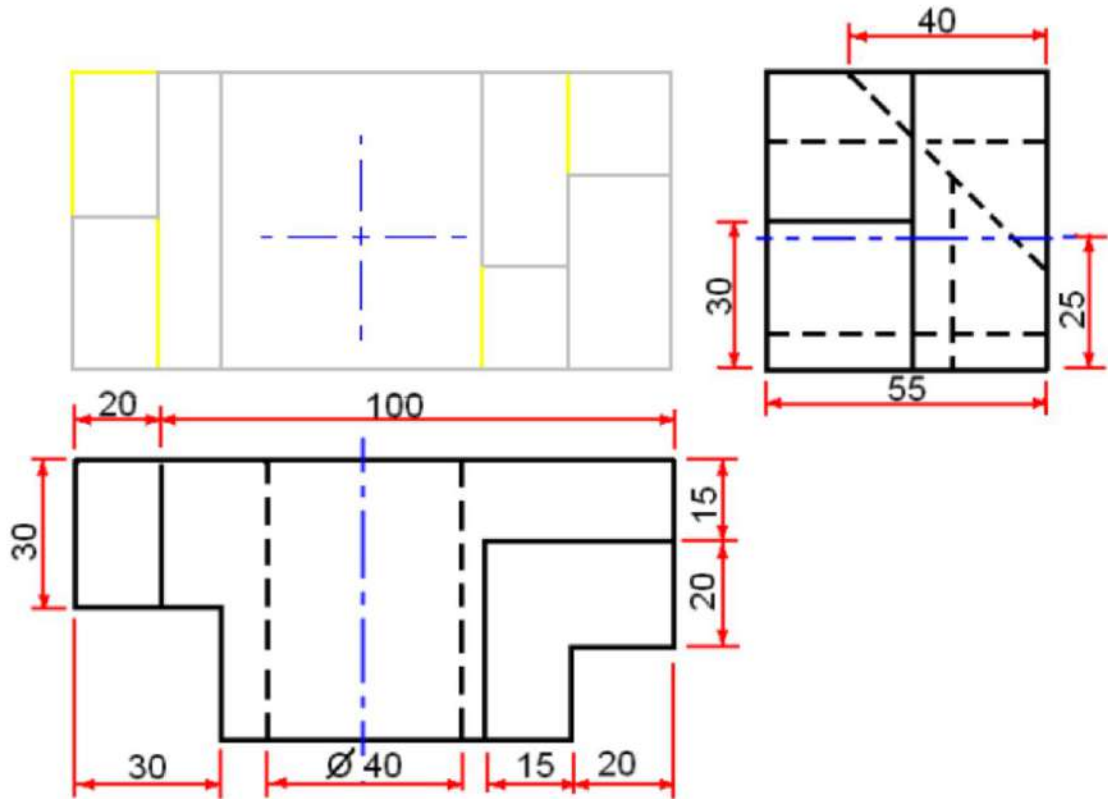
2-3-1 بمقياس رسم 1:1، أعد رسم المسطتين مع استنتاج المسقط الثالث للمساقط المبينة في الأشكال (من 1 الى 6) المبينة في الشكل (17-1)، مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم، ووضع الأبعاد عليها.





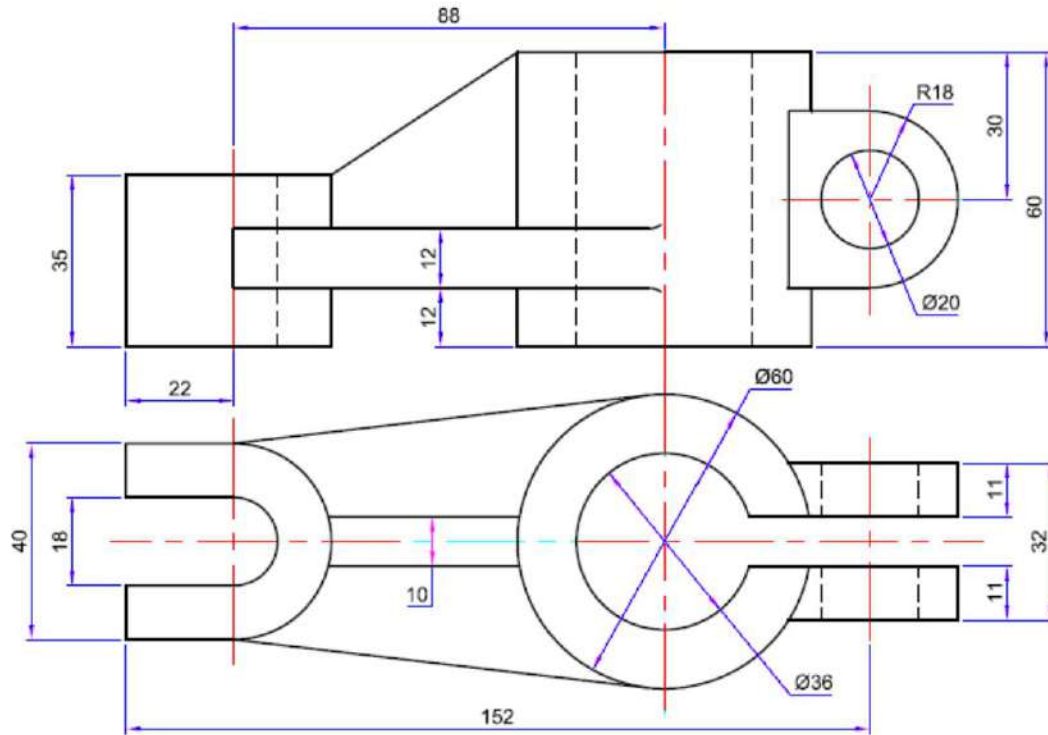
الشكل 17-1 مسقطين لمجسم

3-3-1 بمقياس رسم 1:1، أعد رسم المسقطين مع استنتاج المسقط الثالث للمساقط المبينة في الشكل (18-1)، مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم، ووضع الأبعاد عليها، (تم توضيح المعالم الرئيسية للمسقط الأمامي المطلوب).



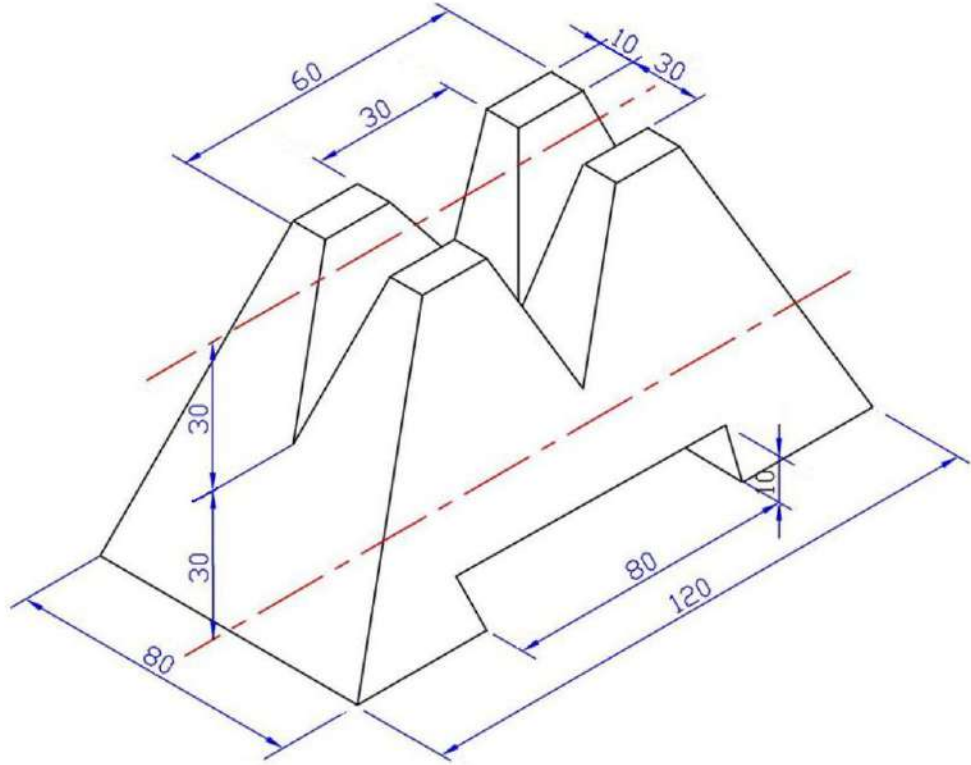
الشكل 18-1: مسقطين لمجسم

4-3-1 بمقياس رسم 1:1، أعد رسم المسقطين مع استنتاج المسقط الجانبي للجسم المبين مسقطين له في الشكل (19-1)، مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم، ووضع الأبعاد عليها.

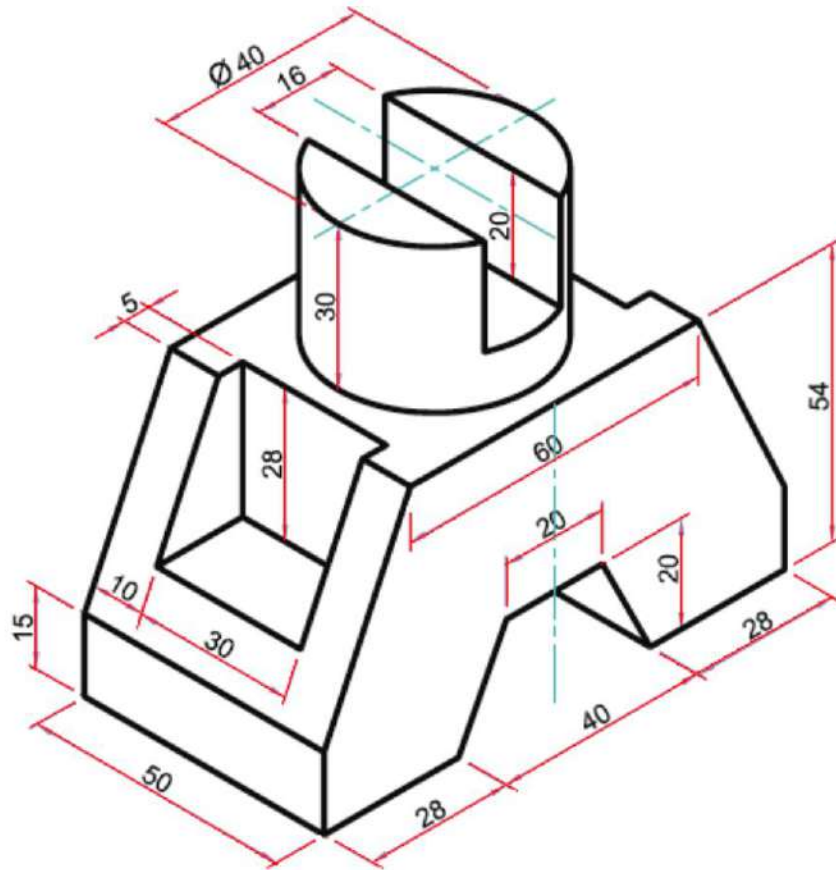


الشكل 19-1: مسقطين لجسم

5-3-1 بمقياس رسم 1:1، ارسم المساقط الثلاثة للمشغولتين المبين منظوريهما في الشكلين (1-20)، (20-21)، مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم، ووضع الأبعاد عليها.



الشكل 20-1



الشكل 21-1

الفصل الثاني

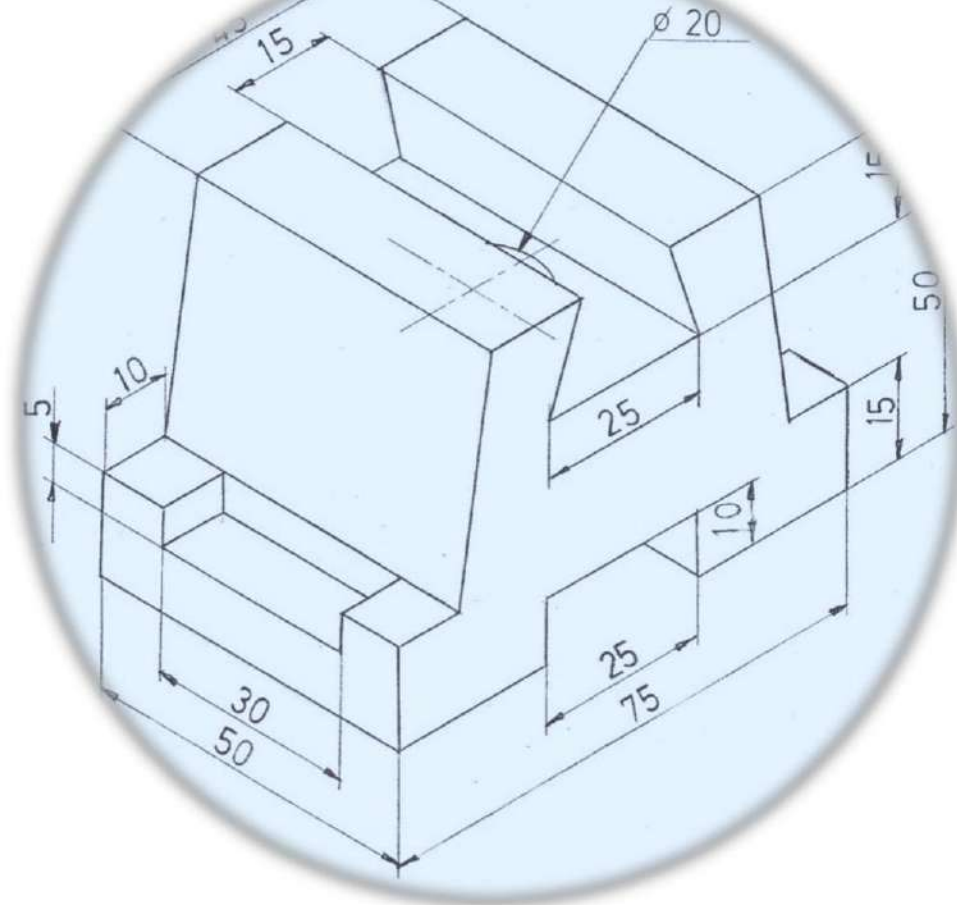
رسم المنظور الهندسي

Pictorial Drawing

أهداف الفصل الثاني

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرف أنواع الرسم المجسم (المنظور).
2. يعرف قواعد رسم المنظور.
3. يرسم المنظور المتقايس لأشكال مختلفة اعتماداً على المساقط الثلاثة.
4. يرسم المنظور المائل لأشكال مختلفة اعتماداً على المساقط الثلاثة.



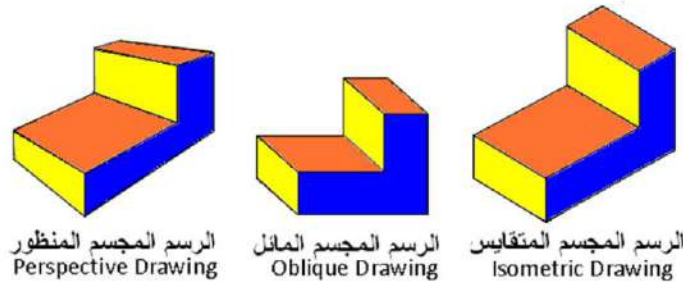
تمهيد:

سبق وأن تعرفنا في المرحلة الدراسية السابقة عن مفهوم المنظور الهندسي وأنواعه تبعاً لنقطة الرصد، ولكون الأجزاء الميكانيكية عادة ما تمثل بالمنظور المتقايس **Isometric** أو بالمنظور المائل **Oblique** لذا سنتناولهما بشيء من التفصيل.

إن من متطلبات الرسوم الهندسية التي تتضمن نقل المعلومات وتزويد المواصفات ما يأتي: -

1. يجب أن تكون الرسوم الهندسية واضحة ولأي جزءٍ من مكونات المشغولة لابد أن يكون هناك تفسير واحد فقط، إذ أن وجود أكثر من تفسير أو حتى شك أو التباس ضمن التفسير الواحد، فسيكون الرسم ناقصاً ولن تكون مواصفاته حقيقية.
2. يجب أن يكون الرسم كاملاً بحيث يزود كل المعلومات للمرحلة التصنيعية، إذ أن كل رسم يجب أن يكون كاملاً بذاته ولكل مرحلة رسمها الخاص، وقد تكون عدة رسوم لعدة مراحل تصنيعية، ابتداءً من شكل الخام، وقد يعتمد على الرسوم الأخرى لإكمال المواصفات، وكمثال على ذلك الرسوم التفصيلية **Detailed Drawings** والتجميعية **Assembly Drawings**.
3. يجب أن يكون الرسم بمقياس رسم واضح قابل للمضاعفة، فقد تكون النسخة المطبوعة لا تسع الأبعاد الحقيقية للمشغولة، فيصغر الرسم، أو تكون المشغولة صغيرة تحتاج إلى مضاعفة الرسم، وكذلك فاستعمال مقياس الرسم يجب ألا يؤثر على دقة المواصفات.
4. يجب أن تكون الرسوم لغة مستقلة وغير معتمدة على لغة معينة، فاستعمال بعض الكلمات على الرسم يجب فقط أن يكون ضمن العنوان وهناك توجه ضمن نظام **ISO** (هيئة المواصفات العالمية) باستعمال الرموز **Symbols**، بدلا من الكلمات، وأن تخضع للمعايير الدولية المتبعة في النظام العالمي لتكون قابلة للتطبيق ضمن كل البلدان، عدا بعض الشركات التي تكون معاييرها خاصة عند التعامل في مصانعها وبشكل محدود جداً.

ويمثل الشكل (1-2) أنواع الرسم المجسم **Pictorial Drawing**.

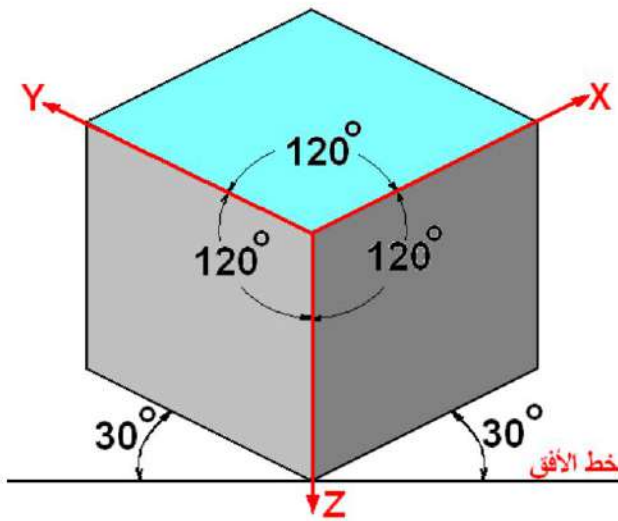


الشكل 1-2: أنواع الرسم المجسم

1-2 الرسم المتقايس Isometric Drawing

الغرض من الرسم المتقايس هو؛ رسم المنظور للمشغولات المطلوب تصنيعها، إذ يعد من أنواع الرسم الإحداثي **Axonometric Drawing** ضمن الرسم المجسم، وتكون خطوط الإسقاط فيه متوازية وعمودية على مستوي الإسقاط، وإن هذا النوع من الإسقاط هو الأكثر استعمالاً وشيوعاً في التطبيقات الهندسية الميكانيكية لبساطته وإمكانية وضع أبعاد الجسم على مساقطه بوضوح، إذ تظهر الأبعاد بطولها الحقيقي، **فيرسم الطول والعرض والارتفاع بمقياس رسم 1:1**، (أو بأي مقياس رسم مناسب).

يرسم إرتفاع المنظور المتقايس رأسياً، أما الطول والعرض فيرسمان (من اليمين ومن اليسار) بميل زاوية مقدارها 30° عن خط الأفق الذي يمثل قاعدة المنظور بتمائل حول المحور الأمامي، الشكل (2-2)، إذ تبدو محاور المنظور موزعة بزوايا مقدارها 120° فيما بينها، وترسم الخطوط الموازية للمحاور الأساسية (X,Y,Z) وستكون بأبعادها الحقيقية، أما الخطوط التي لا توازي تلك المحاور فأنها لن تحافظ على الأبعاد نفسها وكذلك الزوايا فإنها لا تظهر بقياسها الحقيقي.



الشكل 2-2: المنظور المتقايس

لتمثيل المشغولات المطلوب تصنيعها ترسم مساقطها في أكثر من اتجاه لضمان وضوح المجسم (المنظور) ويكفي عموماً ثلاثة مساقط ترسم بطريقة الإسقاط العمودي **Orthographic Views** الموازي لحافات تقاطع مستويات الإسقاط، علماً أن المستويات هي :-

1. المستوي الأمامي **Front Plane**.
2. المستوي الجانبي **Side Plane**.
3. المستوي الأفقي **Top Plane**.

يتم اختيار المسقط الأمامي (الرأسي) دائماً من الوجه الأكثر تعبيراً عن شكل المشغولة، والذي يحتوي على أكثر المساحات التي يمكن رؤيتها من الأمام، بينما المسقط الجانبي يحتوي على كل المساحات التي يمكن رؤيتها من اليسار (أو من اليمين) أما المسقط الأفقي فهو الذي يحتوي على كل المساحات التي يمكن رؤيتها من الأعلى.

1-1-2 خطوات رسم المنظور

تستخدم المسطرة حرف T لإسناد المثلث ($30^\circ - 60^\circ$) إذ تكون الزاوية الضيقة (30°) دائما لليمين أو لليسار وتستعمل الحافات القائمة لرسم الخطوط الأمامية (العمودية)، الشكل (2-3)، أما الخطوط التي لا توازي المحاور الرئيسية فتوصل عن طريق مسطرة القياس أو إحدى حافات المثلث.

لقد تمرن الطالب في دراسته السابقة على مراحل تنفيذ الرسم المتقايس، وسنتوسع في تنفيذ تلك الرسومات، وكما سيأتي، ومن المهم أن نذكر بأن الرسم يكون بنوعين من الخطوط: الأول خطوط

خفيفة وبدون ضغط للقلم على ورقة

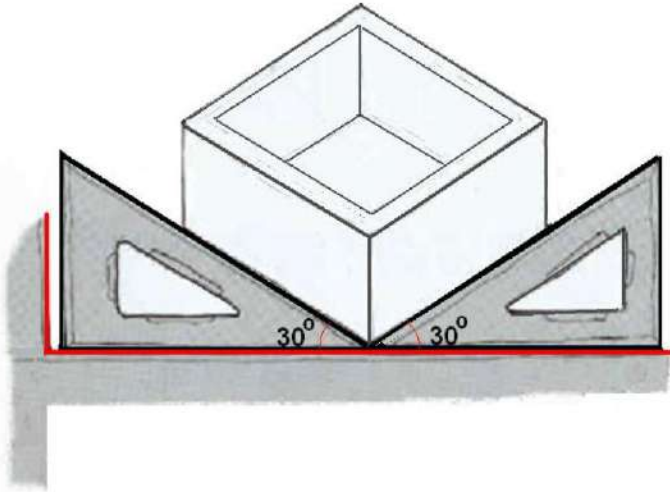
الرسم، وهي خطوط بناء المنظور

Construction Lines ليسهل مسح

الزائد منها فيما بعد، بينما يتم إظهار الباقي

بخطوط غامقة بقلم HB وهي التي تحدد

الحافات الخارجية لأسطح المنظور.



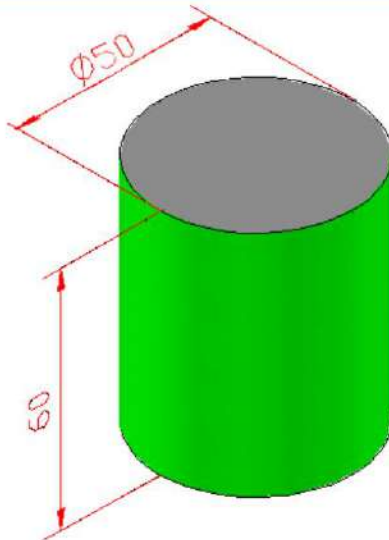
الشكل 2-3: طريقة استخدام أدوات الرسم في الرسم المتقايس

مثال 1-2

أرسم منظور الاسطوانة التي قطرها 50mm وارتفاعها

60mm بطريقة الرسم المتقايس، والمبينة في الشكل

(2-4).



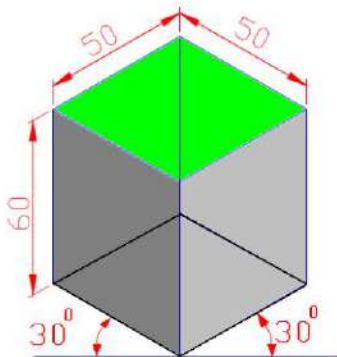
الشكل 2-4: منظور اسطوانة

ملاحظة: لرسم أي جسم منظور نتبع ما يأتي:-

- نستخدم طريقة متوازي السطوح (طريقة الصندوق Box Method) إذ يتم رسم صندوق أو متوازي سطوح افتراضي ليحيط بكامل الشكل العام للجسم، وتكون أبعاده مساوية للأبعاد الخارجية للمنظور المطلوب رسمه.
- إضافة خطوط لتمييز سمات ومميزات الجسم (عادة حافات المستويات والأسطح)، ينظر للجانب الأمامي (الجهة اليمنى من المنظور)، والذي يمس سطحه السطح الخارجي للصندوق، لنقل التفاصيل على الجانب الأمامي من متوازي السطوح المرسوم، وعلى شكل خطوط موازية للمحاور الرئيسية وهكذا لبقية الأوجه (الجانب والعلوي أو الأفقي).
- تحديد محاور المعالم الدائرية مع عمل مربعات مائلة (أشكال معينة) لرسم الدوائر والأقواس بشكل بيضاوي باستعمال طريقة المراكز الأربعة.
- إعادة رسم الخطوط وتوضيحها بخطوط غامقة وثابتة السمك تبدأ من الدوائر والأقواس ثم الخطوط المستقيمة (بدءاً من الجانب الأمامي).
- إن الخطوط المائلة والتي لا تكون موازية لأي من الإحداثيات الثلاثة تسمى بالخطوط الغير متقايسة ولا يمكن إيجاد أبعادها كما في بقية الخطوط لتغيرها حسب ميلها ويتم رسمها بتحديد نهاياتها ثم توصيل النهايات.
- مسح الخطوط الزائدة مع ملاحظة إن الخطوط الخفيفة جداً لا تستوجب المسح، ولا تظهر الخطوط المخفية (المتقطعة) في الرسوم المجسمة، (إلا عند الضرورة القصوى).

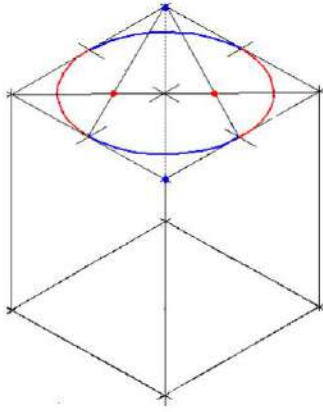
الحل:

من دراستنا في المرحلة السابقة تعرفنا على طريقة رسم منظور دائرة داخل مربع يميل مستواها عن مستوى النظر، ويتم اعتماد تلك الطريقة في رسم سطحي الأسطوانة الأعلى والأسفل إذ يرسم منظورها بميل مقدار زاويته 30° درجة، وكما يأتي:-



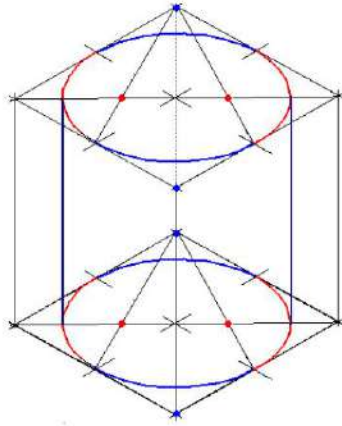
1. نرسم معين زاوية ضلعيه من الجهتين 30° بطول ضلع 50mm (يمثل قطر الاسطوانة)، الشكل (2-5)، إذ يمثل الضلع الأيمن طول الشكل ويمثل الضلع الأيسر عرض الشكل (الاسطوانة متناظرة أي أن الطول يساوي العرض)، ثم نكمل الموشور القائم (متوازي السطوح) بارتفاع 60mm.

الشكل 2-5: منظور لموشور قائم



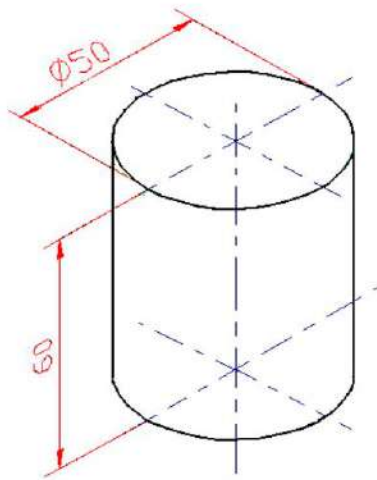
2. نحدد خطوط المحاور في المضلع العلوي لغرض رسم الشكل البيضاوي باستخدام الفرغال، وبالطريقة السابقة الذكر في المرحلة الأولى (طريقة المراكز الأربعة)، الشكل (2-6).

الشكل 2-6: رسم شكل بيضاوي داخل المعين العلوي



3. نكرر رسم شكل بيضاوي بالطريقة نفسها في المعين السفلي، ثم نصل طرفي نهايتي الشكلين البيضاويين بأعمدة مماسية، الشكل (2-7).

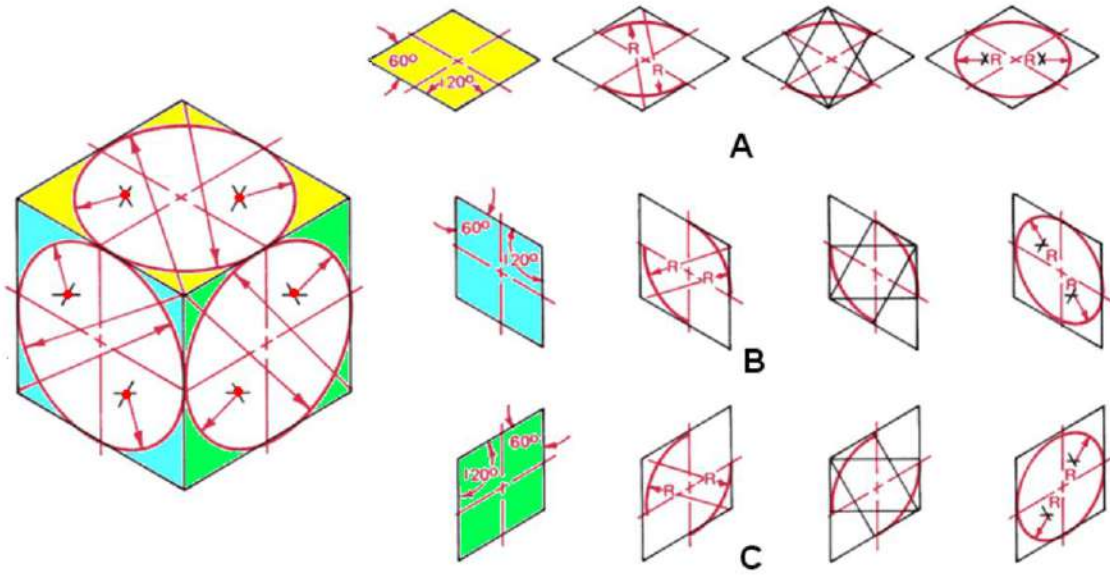
الشكل 2-7: رسم شكل بيضاوي داخل المعين الأسفل



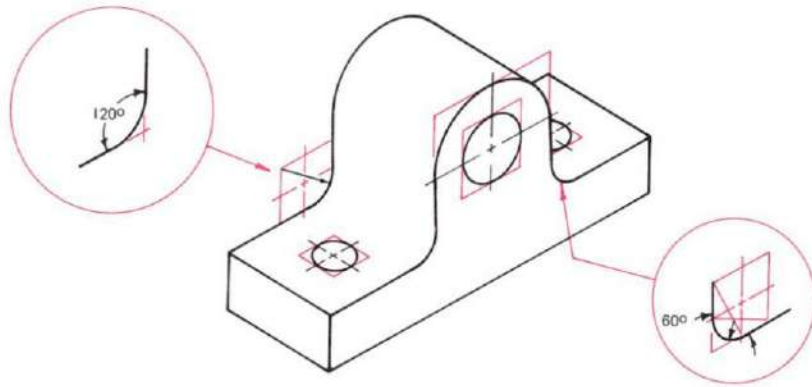
4. نمسح الخطوط الزائدة لإظهار الشكل النهائي لمنظور الاسطوانة، مع وضع الأبعاد الرئيسية، ورسم المحاور، الشكل (2-8).

الشكل 2-8: منظور متقايس لأسطوانة صلبة

يبين الشكل (2-9)، والشكل (2-10) مراحل تنفيذ الدوائر على الأوجه الثلاثة للمنظور المتقايس لغرض رسم الشكل البيضاوي بحسب ميل السطح، إذ يكون المعين المتضمن لمنظور الدائرة بحيث يكون طول ضلعه مساوياً لقطر الدائرة، وذلك برسم خطوط موازية للمحاور المتقاطعة في المركز.



الشكل 9-2: طريقة المراكز الأربعة لرسم الدوائر في أوجه المنظور المتقايس

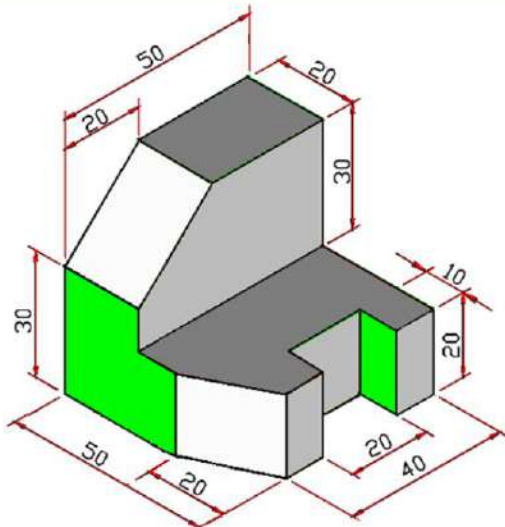


الشكل 10-2: طريقة تنفيذ الأقواس في المنظور المتقايس

مثال 2-2

ارسم المنظور المتقايس المبين في الشكل (11-2)

بمقياس رسم 1:1، مع وضع الأبعاد.

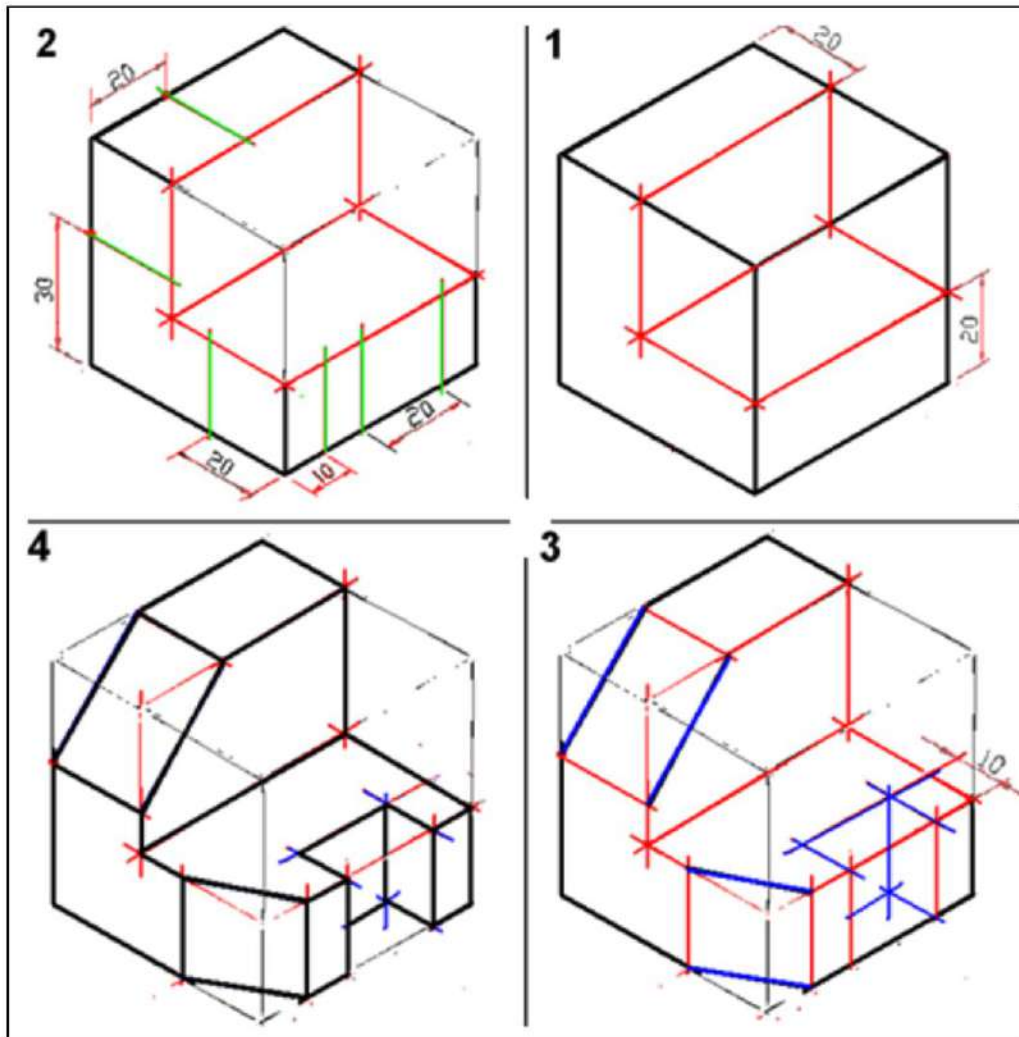


الشكل 11-2: منظور يحتوي على أسطح مائلة

الحل

يبين الشكل (2-12) مراحل تنفيذ المنظور المتقايس وكما يأتي:-

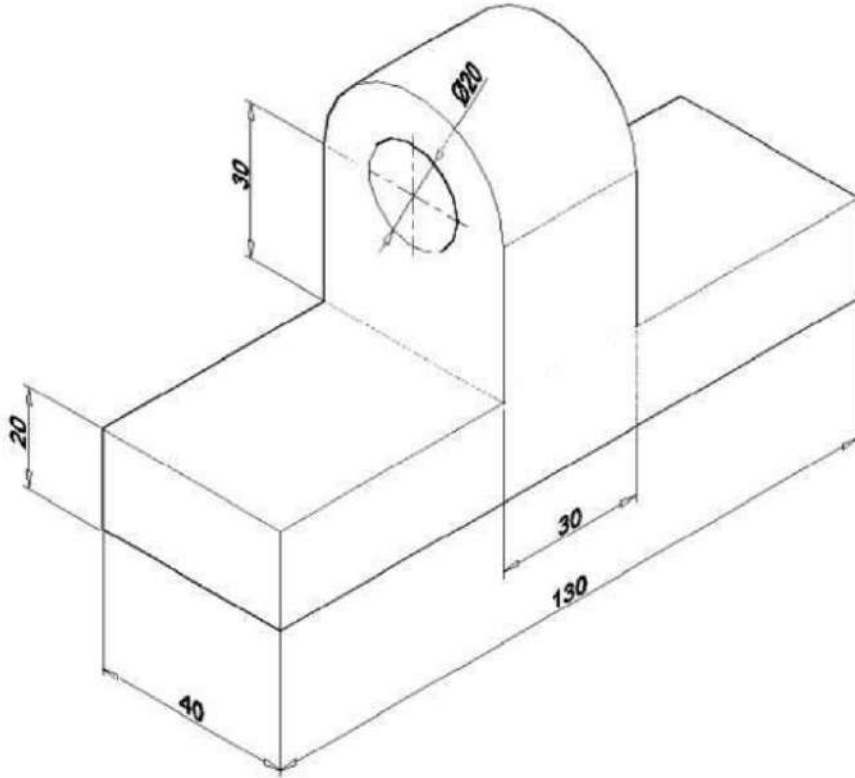
1. نحسب أبعاد المنظور الخارجية (الطول، العرض، والارتفاع)، وستكون (50mm، 50mm، 50mm)، على التوالي، مما يستوجب رسم منظور متقايس لمكعب طول ضلعه 50mm، ثم نحدد النقاط (حسب القياسات) على مستويات الأسطح الأمامي، والأفقي، وبالأبعاد المبينة بالمنظور، ثم نرسم منها خطوطاً بموازاة المحاور الرئيسية لتحديد تفاصيل السطحين الأمامي والأفقي.
2. نحدد نقاط بدايات ونهايات الأسطح المائلة مع تحديد موقع القطع الذي في السطح الأمامي، ونرسم الخطوط التي تمثل الحافات لتلك الأسطح.
3. نحدد عمق القطع ثم نصل بين النقاط لتحديد بقية الأسطح.
4. نستخدم قلم HB لإظهار الخطوط الرئيسية مع مسح الخطوط الزائدة وثم نضع الأبعاد، مع ملاحظة قواعد وضع الأبعاد التي تعلمها الطالب في المرحلة السابقة، وأن توزع الأبعاد ضمن ثلاثة مستويات.



الشكل 2-12: مراحل رسم منظور متقايس يحتوي على سطح مائل

مثال 2-3

ارسم المنظور المتقايس المبين في الشكل (2-13) بمقياس رسم 1:1، مع وضع الأبعاد.



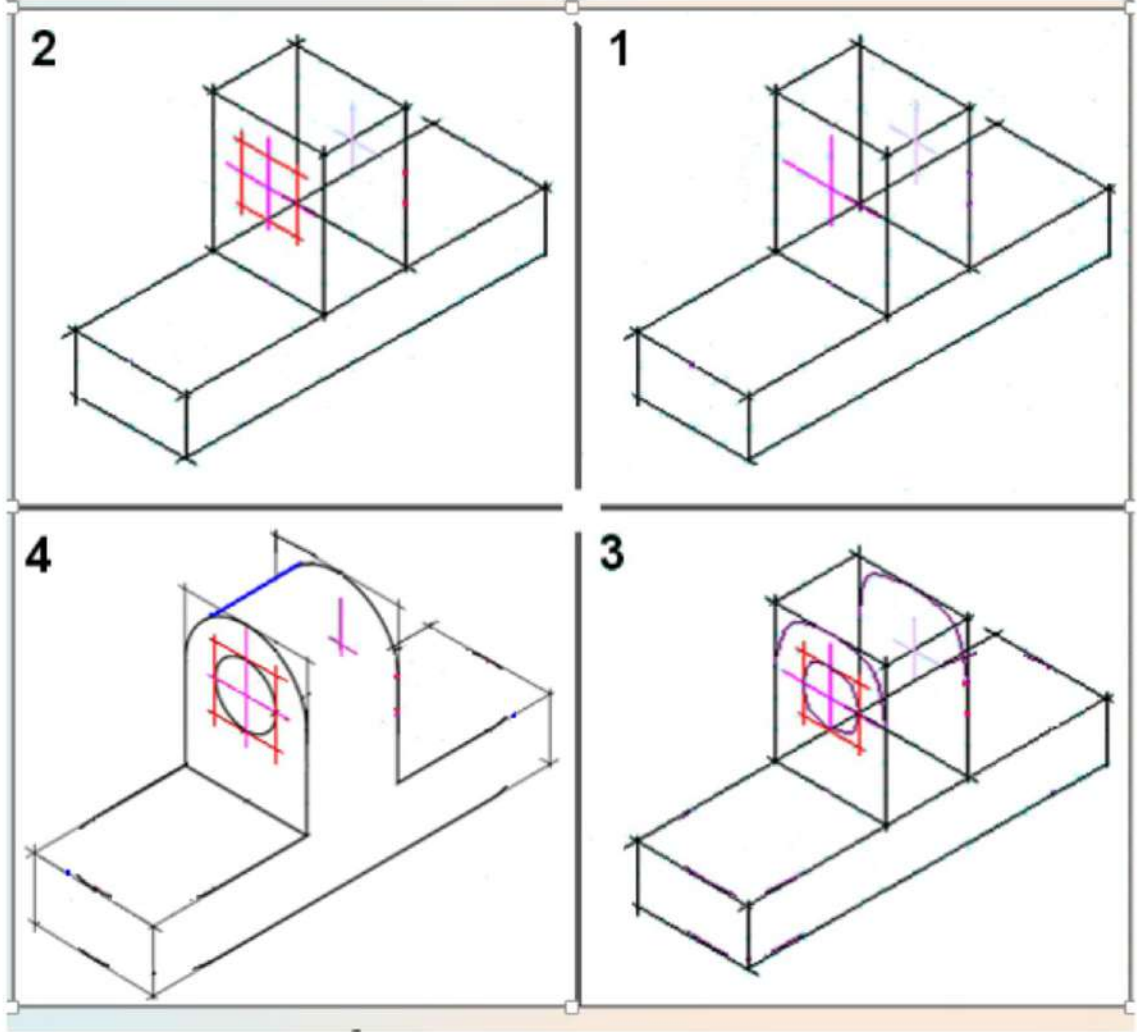
الشكل 2-13

الحل

يبين الشكل (2-14) مراحل تنفيذ المنظور المتقايس، وكما يأتي:-

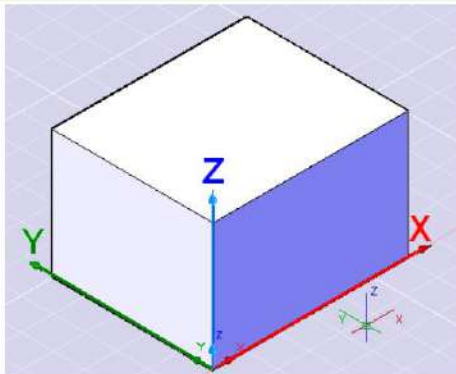
1. بعد حساب أبعاد المنظور الخارجية (الطول، العرض، والارتفاع)، وستكون (130mm، 40mm، و70mm)، على التوالي، نرسم أشكال مضلعة متوازية السطوح، لتحتوي داخلها المنظور بكل تفاصيله متوازي سطوح بأبعاد (20mmx40mmx130mm)، وآخر يعلوه في منتصفه بأبعاد (50mmx40mmx30mm)، ثم نوشر مركز الثقب بخطوط مركز تتقاطع في مراكزها، علما إن هذا المركز سيكون مركز لدائرة الحافة الخارجية للمنظور من الأعلى (بنصف قطر 20mm).
2. لرسم الثقب (البيضاوي الشكل) نحدد المعين الذي سترسم داخله معتمدين على مركز كل ثقب وموقعه نسبة الى السطح الذي يقع فيه، إذ يقع الثقب في السطح الجانبي، وبما أن قطر الثقب 20mm فيكون المعين بأبعاد 20mmx20mm.

3. باستعمال طريقة المراكز الأربعة (أو باستخدام الطبقات البيضاوية الشكل)، نرسم الشكل البيضاوي لكل من الحافات المدورة.
4. نصل مماسات للأقواس الظاهرة لتحديد حافات الجسم الخارجية من الأعلى، ثم نمسح الخطوط الزائدة (الخطوط المساعدة) الأخرى مع الإبقاء على الخطوط الأساسية وإعادة رسمها بخطوط غامقة HB، ثم نضع الأبعاد كما هي في الشكل (2-13).



الشكل 2-14 : مراحل رسم المنظور المتقايس

2-1-2 رسم المنظور من المساقط Pictorial Drawing from Orthographic Views



من الممكن استنتاج الرسم المتقايس إذا كانت مساقط الجسم معلومة إذ يتم تحديد الركن الأسفل الأيسر ليكون موضع للإحداثيات المتقايسة (X, Y, Z) للمنظور المتقايس (النظام المتبع في نظام الرسم المعان في الحاسوب Auto CAD)، الشكل (2-15)، مما يترتب عليه أن يكون موقع تلك الإحداثيات على المساقط المعلومة، ليتسنى نقلها على

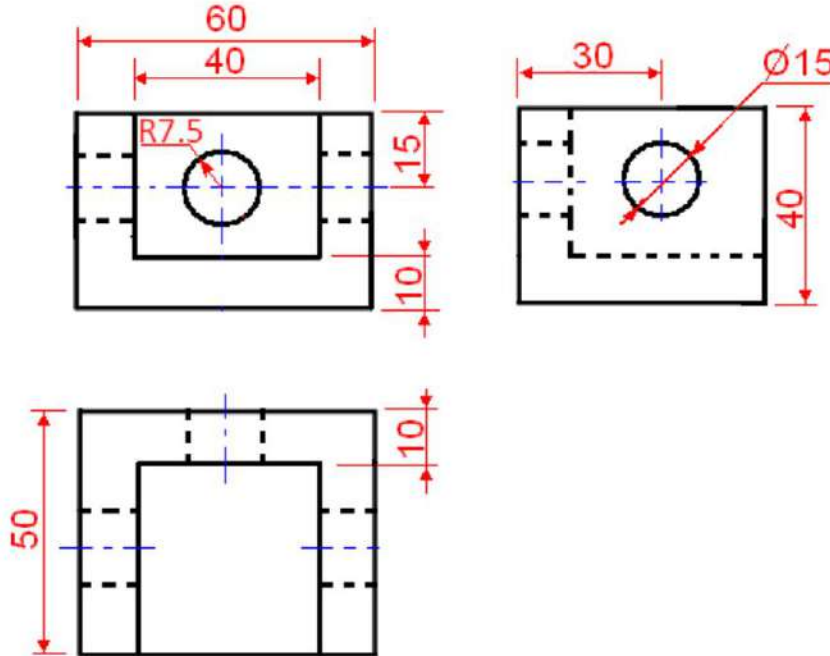
متوازي السطوح الافتراضي للشكل المجسم.

الشكل 2-15 : موقع الإحداثيات المتقايسة على المنظور

المتقايس

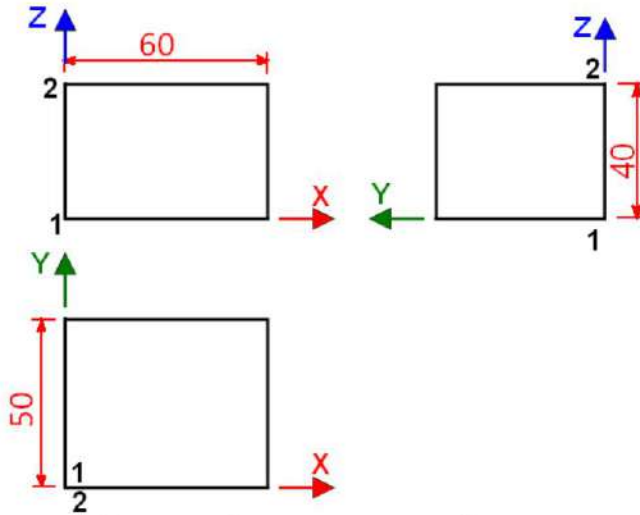
مثال 2-4

ارسم المنظور المتقايس للمجسم المبينة مساقطه في الشكل (2-16)، وبمقياس رسم 1:1.



الشكل 2-16 : المساقط الثلاثة لمنظور متقايس

الحل

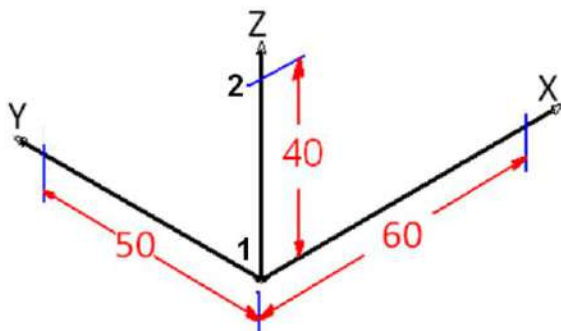


الشكل 2-17 : تأشير المحاور المتقايسة على المساقط

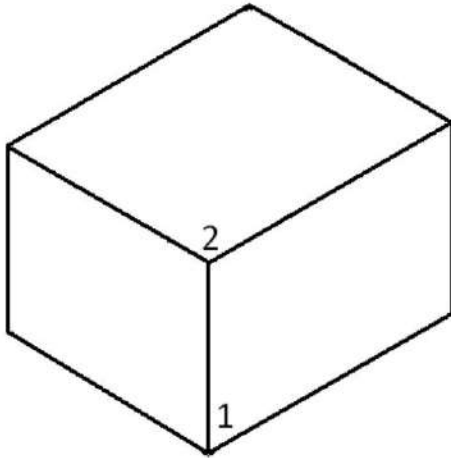
1. نؤشر الإحداثيات المتقايسة (X, Y, Z) على المساقط الثلاثة، وبالطريقة المبينة في الشكل (2-17).

2. نرسم الإحداثيات المتقايسة، وبالرجوع الى

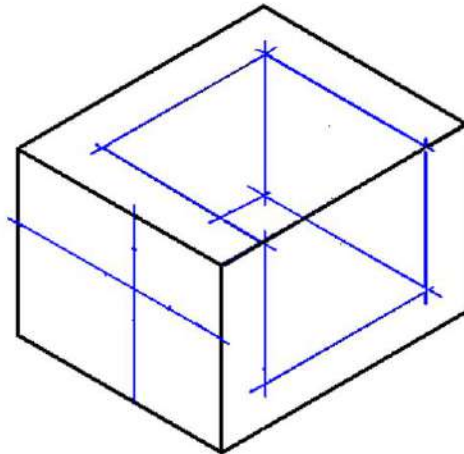
المساقط لأخذ الأبعاد، نؤشر على الإحداثي X المسافة 60mm وعلى الإحداثي Y المسافة 50mm، وعلى الإحداثي Z المسافة 40mm، الشكل (2-18).



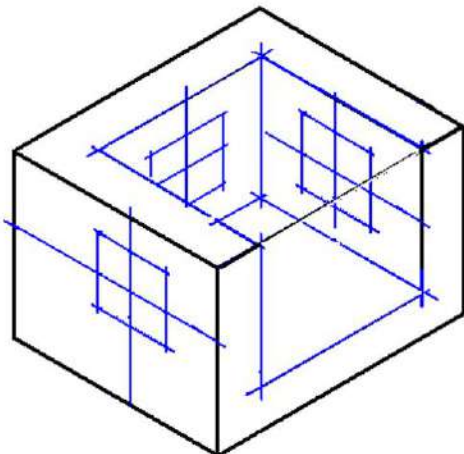
الشكل 2-18: رسم الإحداثيات



الشكل 2-19



الشكل 2-20



الشكل 2-21

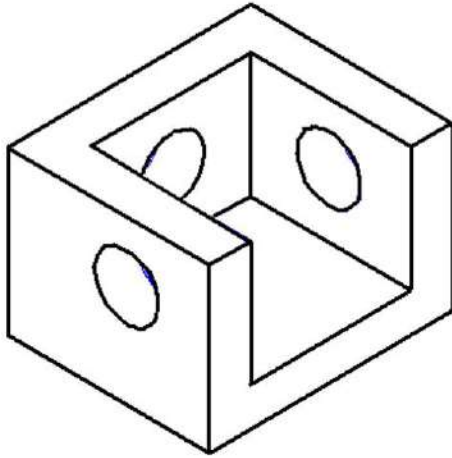
3. نرسم من نقاط التأشير خطوط موازية للمحاور
ثم نكمل متوازي السطوح، الشكل (2-19)،
لاحظ موقعي النقطتين 1 و 2 في المساقط
الثلاثة وفي الرسم المتقايس.

4. بالرجوع الى المسقط الأمامي نوشر التفاصيل
بأبعادها ومن الواضح إن البعد سيكون 10mm
من أسفل وجانبي الجهة الأمامية لمتوازي
السطوح، الشكل (2-20)، وكذلك بالنسبة للمسقط
الأفقي، نصل النقاط بخطوط مستقيمة موازية
لأضلاع الوجه الأمامي مع تحديد مركز الدائرة
المبينة في المسقط الجانبي.

5. عند ملاحظة الدوائر في المسقطين الأمامي
والجانبي نجد إن الدوائر هي ثقبوب دائرية (نافذة)
مما يستوجب رسمها بشكل بيضاوي على أوجه
المنظور وبحسب طريقة رسم الدوائر في المنظور
المتقايس، الشكل (2-21).

6. مسح الخطوط المساعدة والزائدة وبقاء المجسم

وإظهار خطوطه، الشكل (22-2).

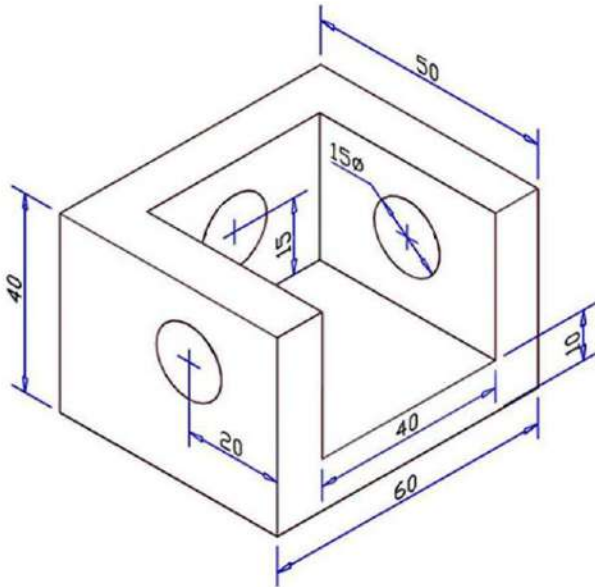


الشكل 22-2

7. وضع الأبعاد والمحاور على المنظور،

الشكل (23-2)، مع مراعاة أن يتضمن

كل مستوي الأبعاد الموجودة على مسقطه.



الشكل 23-2

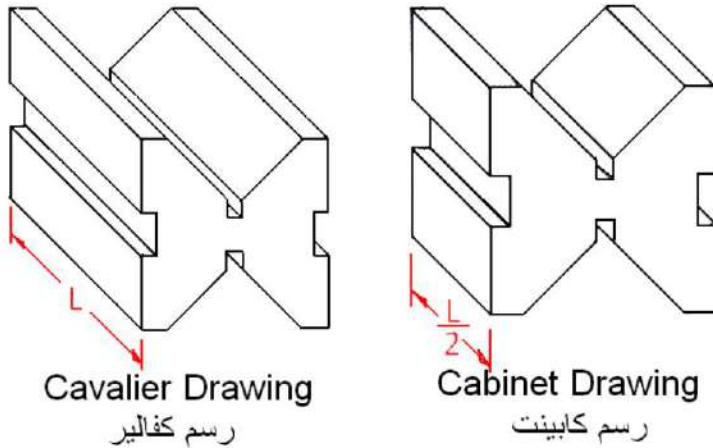
2-2 الرسم المائل Oblique Drawing

يشترط في رسم المجسم المائل أن يكون أحد أوجه الجسم موازياً لمستوي الإسقاط بحيث تظهر جميع تفاصيل هذا الوجه بأشكالها الحقيقية، وتكون فيه خطوط الإسقاط متوازية ومائلة على مستوي الإسقاط، ويرسم المجسم المائل، كما هو الحال في الرسم المتقايس، على ثلاث إحداثيات، إحداثيان متعامدان والإحداثي الثالث مائل بزاوية مقدارها 45° مع الأفق (يمكن استعمال أي زاوية مناسبة أخرى) ويسمى الإحداثي المائل بـ "الإحداثي الخلفي" وتسمى الخطوط الموازية للإحداثي الخلفي بـ "الخطوط الخلفية".

يمكن تنفيذ الرسم المائل عندما تكون المساقط معلومة بطريقة مماثلة للتي استعملت في الرسم المتقايس مع خاصية أن ترسم التفاصيل الموجودة أمام الجسم (المسقط الأمامي) بأشكالها وأبعادها الحقيقية.

1-2-2 أنواع الرسم المائل

يوجد نوعان من الرسم المائل الأول رسم كافليير **Cavalier Drawing** وتكون الأبعاد في هذا النوع باتجاه الإحداثي المائل مرسومة بنفس مقاديرها الحقيقية (L)، أما إذا كانت الأبعاد على الإحداثي الخلفي مرسومة بنصف المقياس ($L/2$) فإن الرسم يعرف برسم كابينت **Cabinet Drawing** ، وهو يعطي إنطباع أكثر واقعية عن الشكل الحقيقي، الشكل (24-2).



الشكل 24-2: رسم المنظور المائل

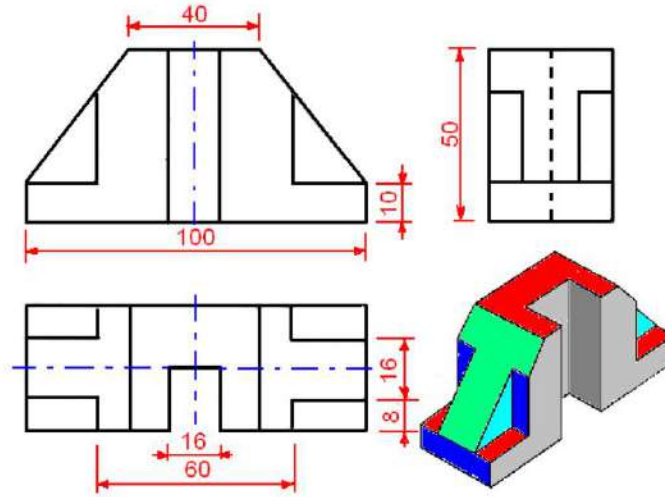
تظهر الدوائر في الوجه الأمامي بشكلها الدائري وترسم بالفرجال، أما في الأوجه المائلة (الجانبية والأفقي) فيمكن استعمال طريقة المراكز الأربعة لرسم الشكل البيضاوي، (ذلك يفضل عند تنفيذ رسم الجسم بأن يكون الوجه الذي فيه دوائر أو أقواس هو الوجه الأمامي).

2-2-2 خطوات رسم المنظور المائل من المساقط

بعد إعادة رسم المسقط الأمامي، نستخدم المسطرة حرف T لإسناد المثلث 45° لرسم الخطوط الخلفية، إذ تكون الزاوية دائماً لليسار، وتستعمل الحافات القائمة في رسم الخطوط العمودية، أما الخطوط التي لا توازي المحاور الرئيسية فتوصل عن طريق مسطرة القياس أو إحدى حافات المثلث.

مثال 5-2

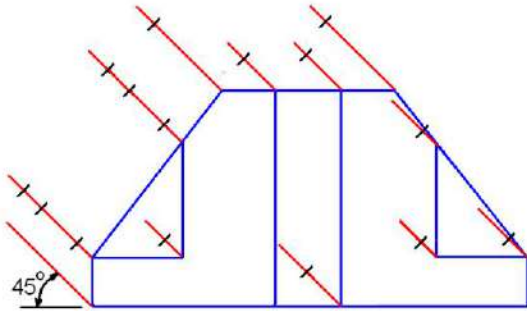
يبين الشكل (25-2) منظور متقايس ومساقطه الثلاثة، إرسم المنظور المائل (كافليير) بمقياس رسم 1:1 بحيث تكون الخطوط الخلفية مائلة بزاوية مقدارها 45° .



الشكل 25-2 منظور متقايس ومساقطه الثلاثة

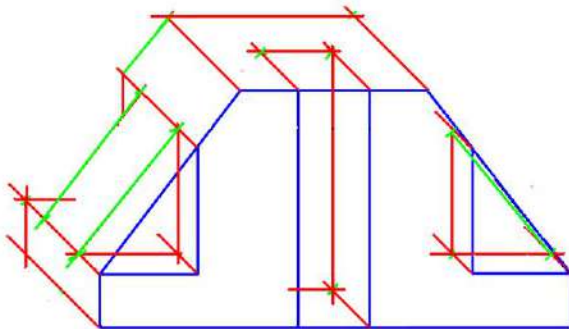
الحل

1. نرسم المسقط الأمامي وبالقياسات والأبعاد الحقيقية (بحسب مقياس الرسم المطلوب 1:1)، باستعمال المسطرة حرف T والمثلث 45° نرسم الخطوط الخلفية من كل نقاط تقاطعات خطوط المسقط الأمامي وبطول لا يتجاوز البعد الحقيقي لعرض المسقط الجانبي (32mm)، ثم نحدد بنقاط على تلك الخطوط طولها الحقيقي بالاستعانة بالأبعاد الموجودة في المسقطين الجانبي والأفقي، الشكل (26-2)، (لو كان المطلوب رسم كابنيت تنفذ الخطوط بنصف طولها الحقيقي).

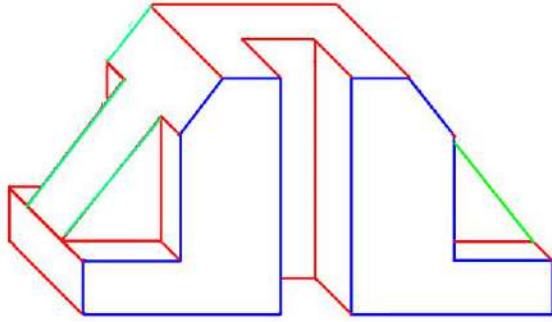


الشكل 26-2: رسم المسقط الأمامي والخطوط الخلفية

2. نصل النقاط التي تم تحديدها بخطوط مستقيمة موازية لأضلاع الوجه الأمامي (بالرجوع للخطوط الأفقية في المسقطين الجانبي والأفقي) مع رسم خطوط عمودية من نقاط التقاطع الناتجة (الخطوط المخفية لا ترسم عند رسم أي مجسم إلا عند الضرورة القصوى لإظهار تفاصيل داخلية كالثقوب الغير نافذة)، ثم رسم الخطوط المائلة بعد تحديد نقاط البداية والنهاية للأسطح المائلة، الشكل (27-2).



الشكل 27-2: رسم الخطوط العمودية والمائلة



3. نحذف الخطوط الزائدة لتوضيح الهيكل العام المرئي للجسم، مع ملاحظة مسح الخطوط الظاهرة في المسقط الأمامي كونها ليست واقعة في المستوي الأمامي، الشكل (28-2)، ثم نضع الأبعاد الضرورية وكما موجودة في المساقط.

الشكل 28-2: منظور مائل (كافليز)

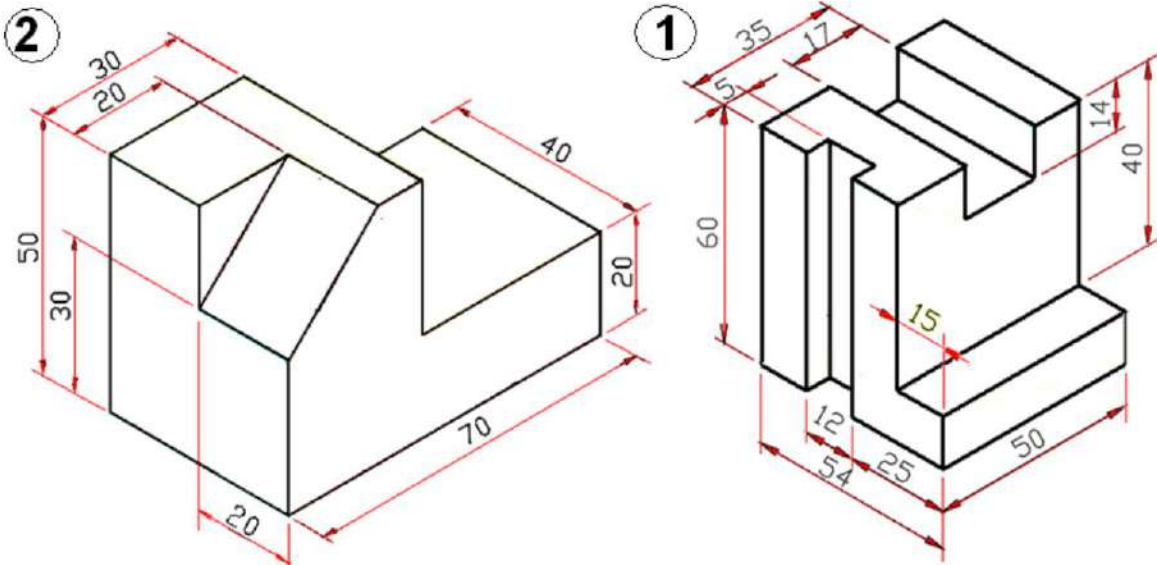
ويراعى عند وضع الأبعاد على المنظور الجسم أن تكون المسافة بين خط البعد وخط الرسم 10mm حيث تكون خطوط الإرشاد وخطوط الأبعاد رفيعة وواضحة وموازية لخطوط الرسم التي تشير إليها تلك الأبعاد، ويكون شكل رأس السهم وطول الخطوط المساعدة كما هو في المساقط وتكتب الأبعاد على هذه الأسهم.

3-2 أسئلة وتمارين الفصل الثاني

1-3-2 بمقياس رسم 1:1، أعد رسم كل من المناظير المبينة في الشكل (29-2)، وكما يأتي:-

(أ) بطريقة الرسم المتقايس.

(ب) بطريقة المنظور المائل (كافليز).

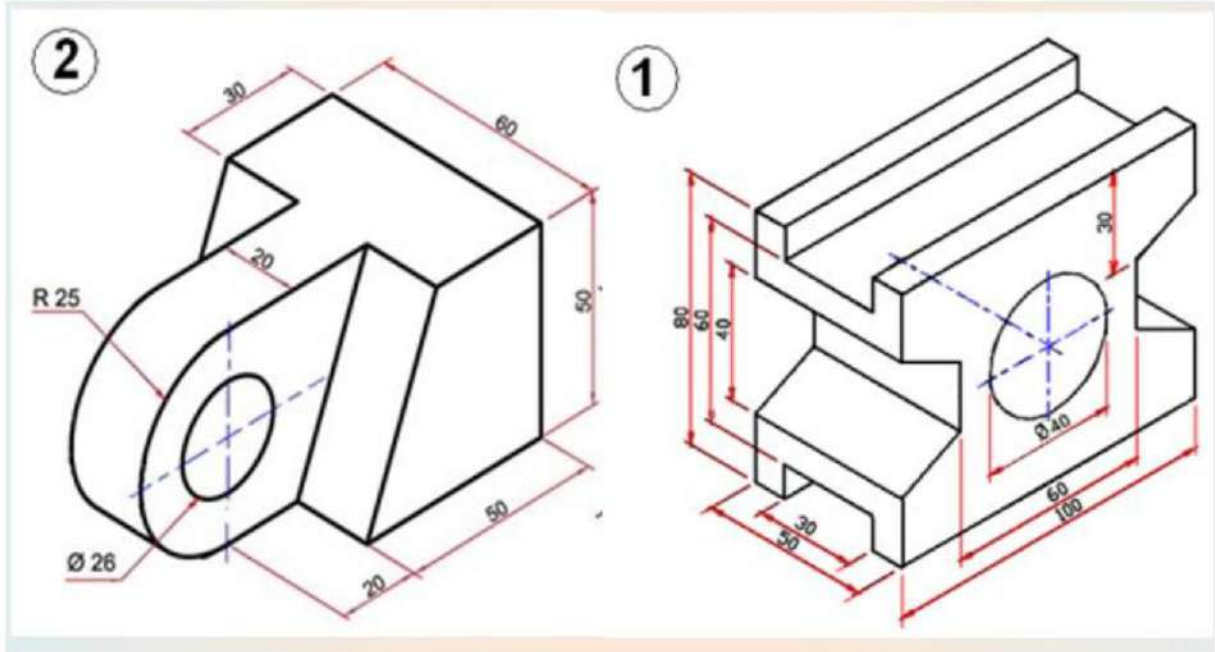


الشكل 29-2

2-3-2 بمقياس رسم 1:1، أعد رسم كل من المناظير المبينة في الشكل (2-30)، وكما يأتي:-

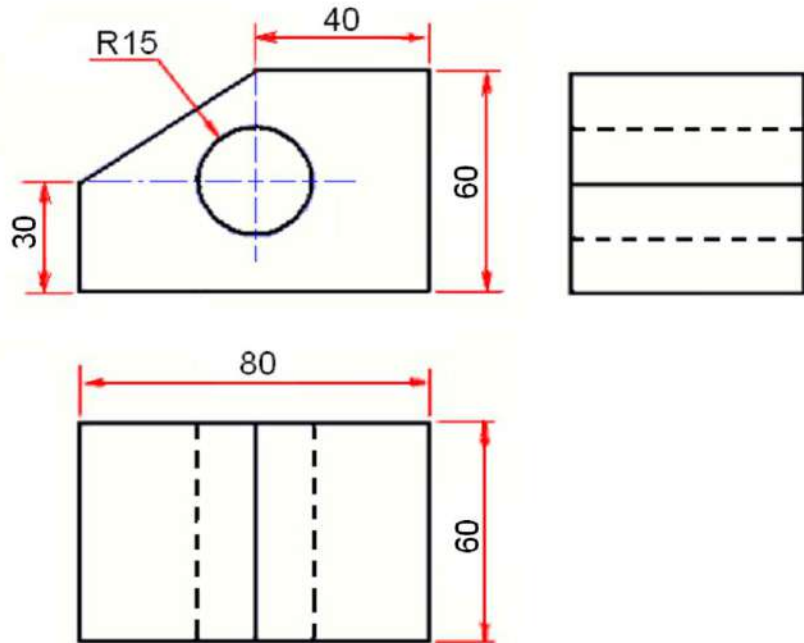
(أ) بطريقة الرسم المتقايس.

(ب) بطريقة المنظور المائل (كافير).



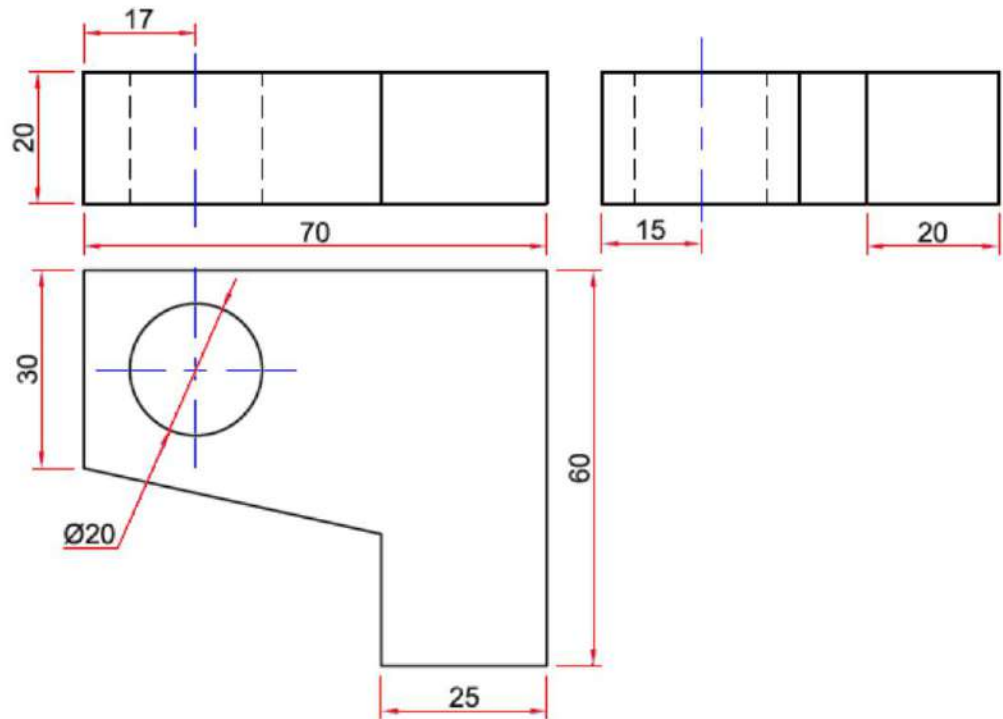
الشكل 30-2

2-3-3 بمقياس رسم 1:1، ارسم المنظور المتقايس للمجسم المبينة مساقطه في الشكل (2-31).



الشكل 31-2

4-3-2 بمقياس رسم 1:1، إرسم المنظور المائل للمجسم المبينة مساقطه في الشكل (32-2) .



الشكل 32-2

الفصل الثالث

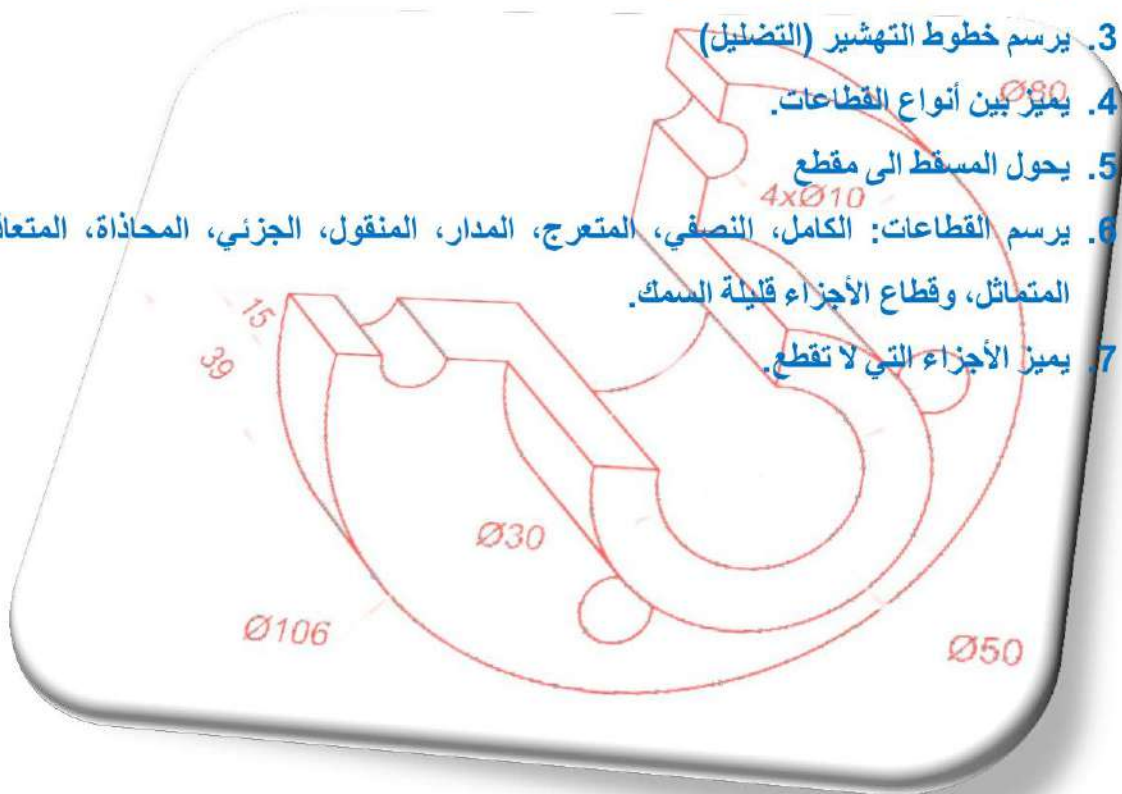
رسم القطاعات

Sections Drawing

أهداف الفصل الثالث

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على ان:

1. يعرف القطاع ويميزه عن المسقط.
2. يعرف المستوي القاطع وخط القطع.
3. يرسم خطوط التهشير (التضليل).
4. يميز بين أنواع القطاعات.
5. يحول المسقط الى مقطع.
6. يرسم القطاعات: الكامل، النصفي، المتعرج، المدار، المنقول، الجزئي، المحاذة، المتعاقب، المتماثل، وقطاع الأجزاء قليلة السمك.
7. يميز الأجزاء التي لا تقطع.

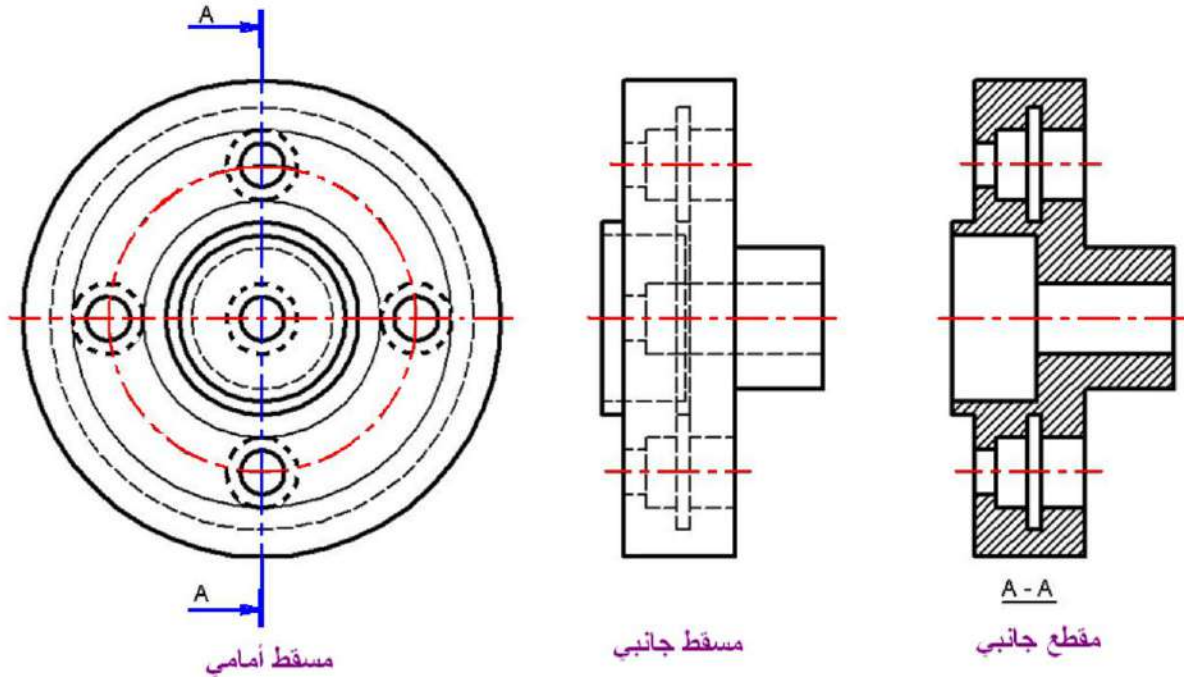


تمهيد

ان طريقة تمثيل الأجسام تكون برسم مساقط تبين السطوح والحواف الظاهرة منها، كما تمثل الأجزاء المخفية كالثقوب والتجاويف والحواف بخطوط منقطعة، (كما مر سابقاً)، أما في حالة كون التفاصيل الداخلية من التعقيد والتي تستوجب التوضيح ويصعب دراستها من خلال المساقط، تستخدم القطاعات لبيان تلك التفاصيل الداخلية وذلك بتخيل قطع الأجسام بمستويات قاطعة، وقد مر ذكر موضوع المساقط المقطوعة في المرحلة الدراسية السابقة وسوف نتناول القطاعات في هذا الفصل بشيء من التفصيل.

1-3 تعريف القطاع (المقطع) Definition of Section

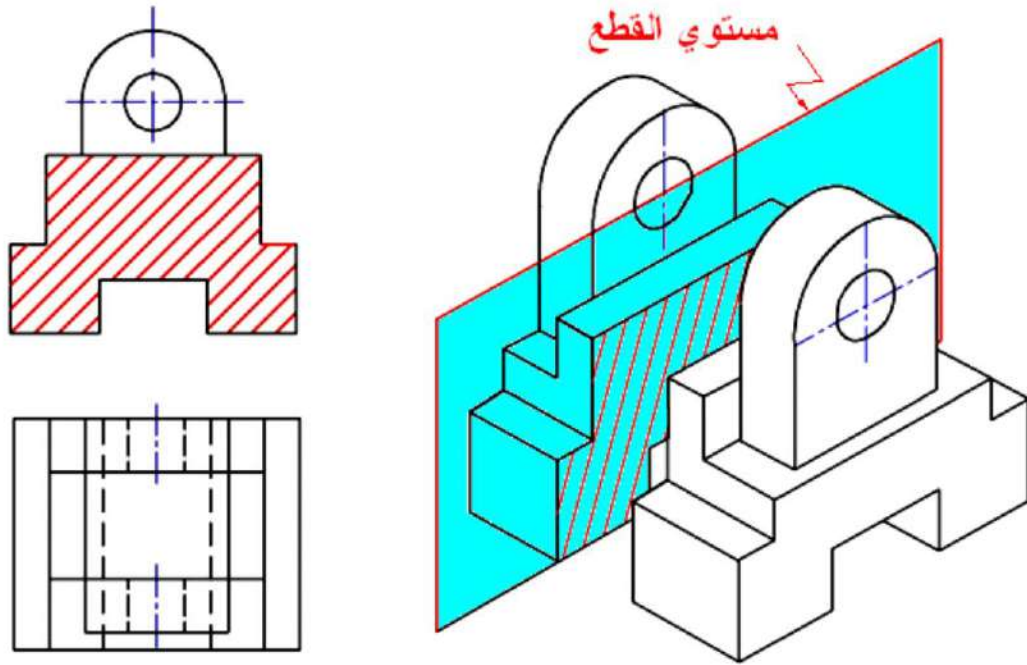
طريقة لتمثيل الأجزاء غير الظاهرة في رسم المسقط يسمى حينها الرسم بالمسقط المقطوع **Section View** ، أو باختصار "المقطع أو القطاع" **Section**، ويتم اللجوء لتلك الطريقة في الرسم عند احتواء المسقط على خطوط مخفية كثيرة ومتشابكة مسببة الإرباك وصعوبة في الفهم، ويبين الشكل (1-3) مسقط جانبي لمشغولة وقطاع جانبي للمشغولة نفسها إذ يتبين فيه التفاصيل الداخلية بشكل واضح.



الشكل 1-3: القطاع بدلاً عن المسقط

2-3 المستوي القاطع Cutting Plane

يمكن تمثيل المستوي القاطع كأنه أداة قطع مرت بالقطعة عند محور محدد عليها فتركت آثار القطع على أسطح أجزائها المقطوعة على شكل خطوط تسمى خطوط القطع (خطوط التهشير)، هذه الآثار اتفق على تمثيلها في الرسم بخطوط متوازية تميل على الأفق بزاوية معينة، نحو اليمين أو اليسار، مع تثبيت جهة الميل في جميع القطاعات للقطعة الواحدة، وترسم هذه الخطوط رفيعة بينها مسافات متساوية يتوقف مقدارها على المساحة المقطوعة، فكلما زادت هذه المساحة زادت المسافة بين خطوط التهشير والعكس صحيح، أما المقاطع الضيقة فيمكن تهشير المساحة كاملة، ويبين الشكل (3-2) مستوي أمامي يقطع مشغولة ويفصلها إلى قسمين يمثل أحدهما قطاع (مقطع) أمامي كامل.



الشكل 2-3: المستوي القاطع والقطاع الرأسي

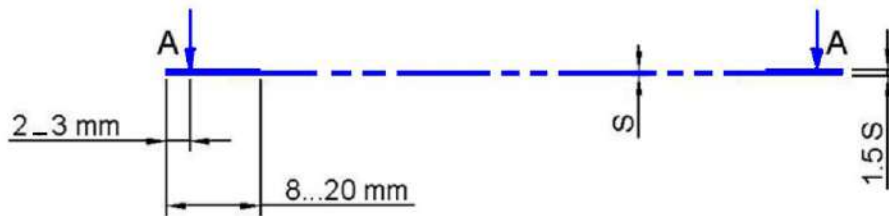
ان عملية رسم القطاعات تستوجب فهم ما يأتي:

1. يكون القطع تخيلياً وليس حقيقياً.
2. يتم القطع على الأغلب بمستويات موازية للمستويات الرئيسية (الرأسي، الجانبي، والأفقي).
3. بعد تخيل عملية القطع يتم إبعاد الجزء القريب من مستوي النظر ثم رسم مسقط الجزء المتبقي والمرئي من المنظور/ المسقط على مستوي القطع، أما بقية المسقط فتظهر كاملة.
4. يتم رسم خطوط التهشير في المناطق التي يمر فيها مستوي القطع.
5. لا ترسم الحافات التي تقع خلف مستوي القطع.

1-2-3 خط القطع Cutting Line

يتم التعبير عن مستوى القطع على أحد المساقط بخط يسمى خط القطع، ويبين الشكل (3-3) طريقة تنفيذ خط القطع، إذ يحدد مستوى القطع بخطوط متسلسلة رفيعة وفي نهايتيه خطين بسمك يساوي $1.5S$ ، إذ أن S هي سماكة الخط المتسلسل، وبطول $8 - 20 \text{ mm}$ ، وفي نهاية كل خط يوضع سهم قياس على مسافة $2 - 3 \text{ mm}$ من نهاية الخط ليشير إلى اتجاه النظر نحو المسقط المطلوب تحويله إلى قطاع، فضلاً عن كتابة حرف كبير قرب كل سهم، (كمثال A أو B).

ويرسم خط القطع ليمر في الأجزاء والمناطق المراد توضيحها كمراكز الثقوب والتجاويف، ويشار إلى القطاع المقابل لخط القطع بحرفين كبيرين كمثال ($A-A$)، أو ($B-B$).



الشكل 3-3: خط تمثيل مستوى القطع

2-2-3 تظليل القطاع Hatching

يُميز القطاع عن المسقط بوجود خطوط مائلة بزاوية 45° لتغطي المساحة المقطوعة، أما إذا كان أحد خطوط الجسم مائلاً بالزاوية نفسها، فيتم تغيير زاوية التهشير لتجنب توازي أو تعامد خطوط التهشير مع خطوط الجسم، تسمى خطوط القطع (خطوط التهشير) - راجع أنواع الخطوط في المرحلة الدراسية السابقة - ويبين الشكل (4-3) نموذجاً لأحدى المساحات المقطوعة والمضللة (المهشورة).



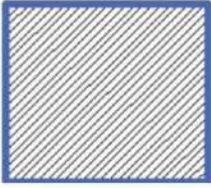
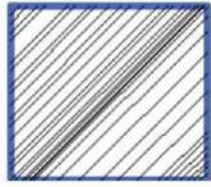
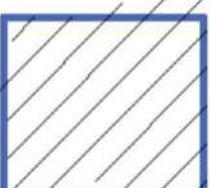
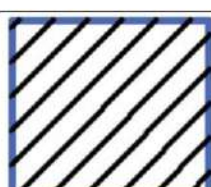
الشكل 4-3: خطوط التهشير

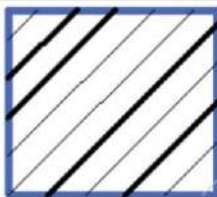
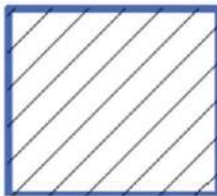
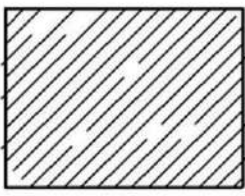
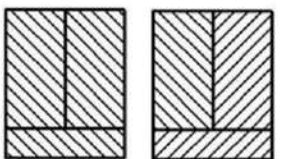
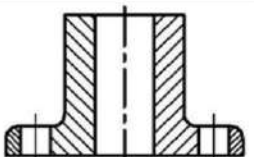
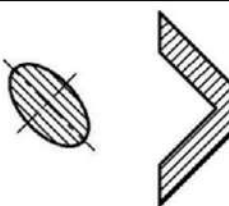
ويجب أن ترسم هذه الخطوط بشكل منتظم ومنسق ودقيق وبمسافات بينية متساوية تتراوح بحدود (2-4mm) إذ تثبت المسطرة على ورقة الرسم لتكون مسندا للمثلث الذي ينتقل عليها لتنفيذ الخطوط، أما عند تهشير قطعتين متجاورتين ترسم خطوط التهشير في اتجاهين مختلفين أو بزوايا مختلفة أو بمسافات بينية مختلفة.

3-2-3 الأخطاء الشائعة عند رسم القطاعات

ينبغي عند رسم القطاعات تلافي الكثير من الأخطاء التي لابد من تجنبها واتباع القواعد الصحيحة ويوضح الجدول (1-3) بعض الأخطاء الشائعة عند رسم خطوط التهشير ولابد من تجنبها عند الرسم وهي كما يأتي: -

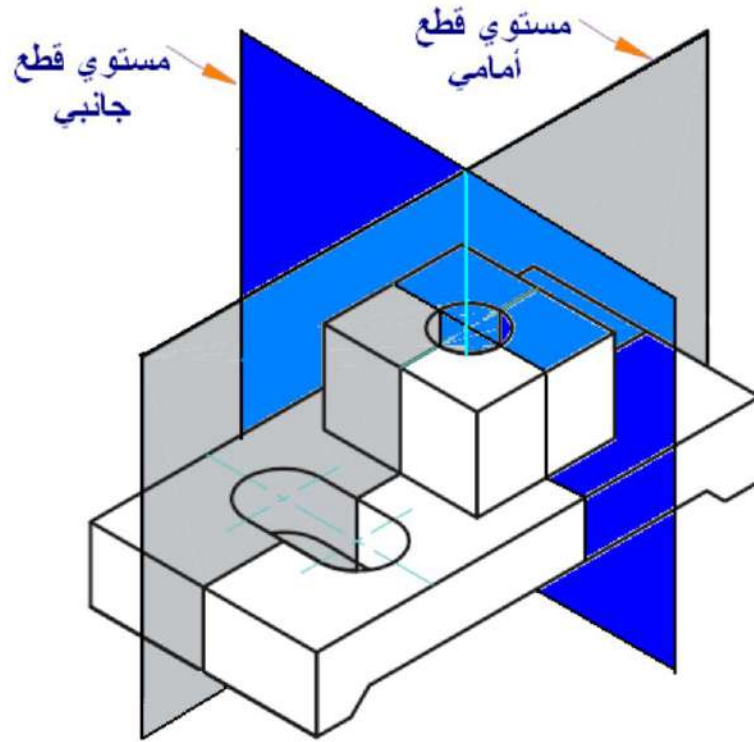
الجدول 1-3: الأخطاء الشائعة عند رسم القطاعات

ت	الشكل	وصف الحالة
1		المسافات بين خطوط التهشير صغيرة جدا.
2		اختلاف المسافات بين خطوط التهشير.
3		خطوط التهشير تجاوزت على منطقة التهشير.
4		خطوط التهشير سميكة.

اختلاف في سمك خطوط التهشير.		5
خطوط التهشير ملائمة والمسافات بينها مقبولة وسمك الخط مقبول أيضاً.		6
خطوط التهشير متقطعة وقسم منها لا يصل الى الخط المرني وقسم اخر يتقاطع مع الخط المرني.		7
المسافات بين خطوط التهشير كبيرة.		8
خطوط التهشير لم ترسم بمسافات واتجاهات مختلفة للأجزاء المتجاورة.		9
خطوط التهشير لم ترسم بنمط واحد في قطاع الجزء الواحد.		10
خطوط التهشير موازية للمحور او خطوط الجسم.		11

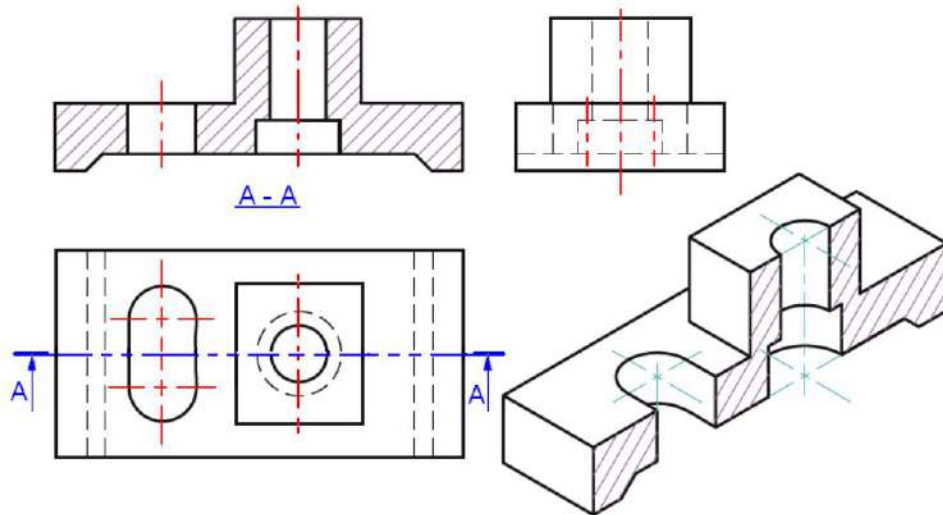
مع ملاحظة إذا كان مستوى القطع موازياً لطول الأجزاء الآتية فأنها لا تقطع (لا تهشير) مثل العصب (ضلع التقوية)، المحور (عمود دوران)، اللوالب، البرشام، الأوتاد (المسامير)، والخوابير، في حين يتم قطعها إذا كان مستوى القطع عمودياً على عرض تلك الأجزاء.

يبين الشكل (5-3) مستويات القطع الرأسي والجانبى في مشغولة تحتوي على ثقوب.



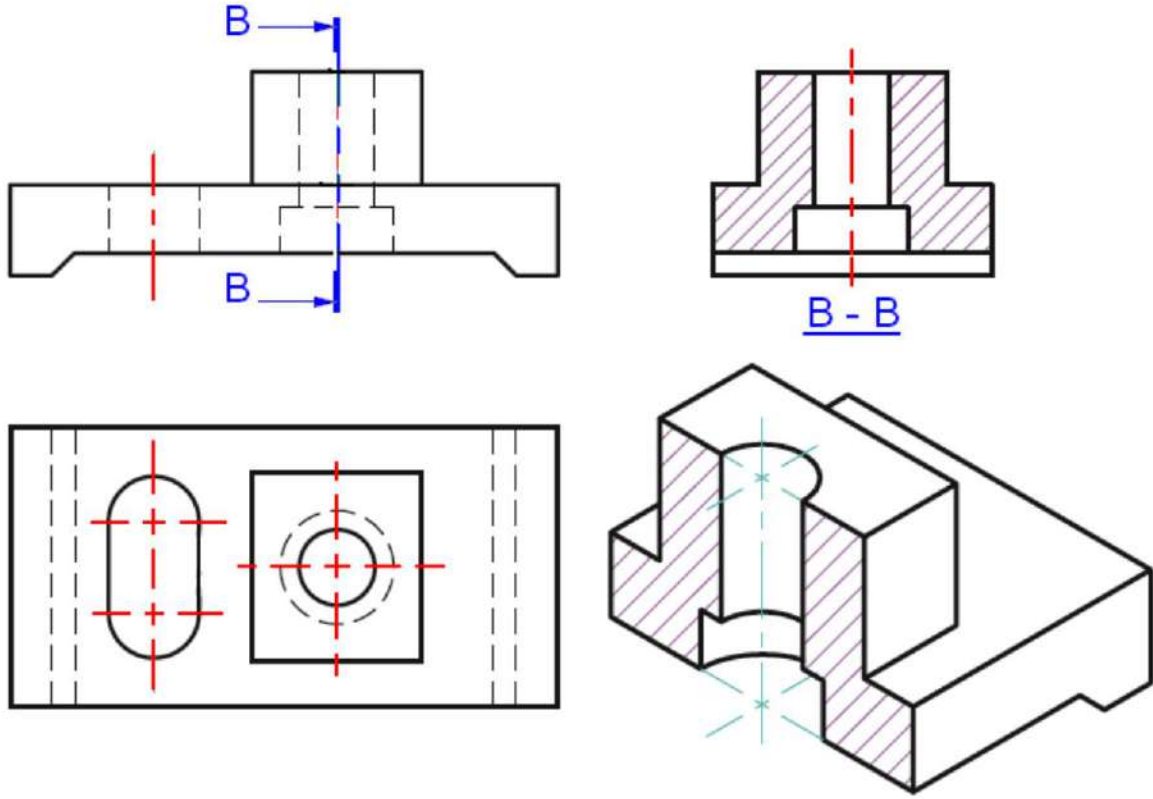
الشكل 5-3: مستويات القطع الرأسي والجانبى

الشكل (6-3) يبين القطاع الرأسي والمسقطين الجانبى والأفقي كاملين للمشغولة، وعند رسم القطاع لا تظهر الحافات المخفية خلف مستوى القطع بينما ترسم كل الحافات التي يمر بها المستوي.



الشكل 6-3: قطاع أمامي مع بقية المساقط

الشكل (7-3) يبين القطاع الجانبي والمسقطين الرأسي والأفقي كاملين ونلاحظ أيضاً عند رسم القطاع لا تظهر الحافات المخفية خلف مستوي القطع بينما ترسم كل الحافات التي يمر بها المستوي.



الشكل 7-3: قطاع جانبي مع بقية المساقط

ويتبين مما سبق أن المسقط يكون قطاعاً رأسياً إذا تم قطع الجسم بمستوي قاطع يوازي المستوي الرأسي، ويكون قطاعاً جانبياً إذا تم قطع الجسم بمستوي قاطع يوازي المستوي الجانبي، ويكون قطاعاً أفقياً إذا تم قطع الجسم بمستوي قاطع يوازي المستوي الأفقي.

3-3 أنواع القطاعات Types of Sections

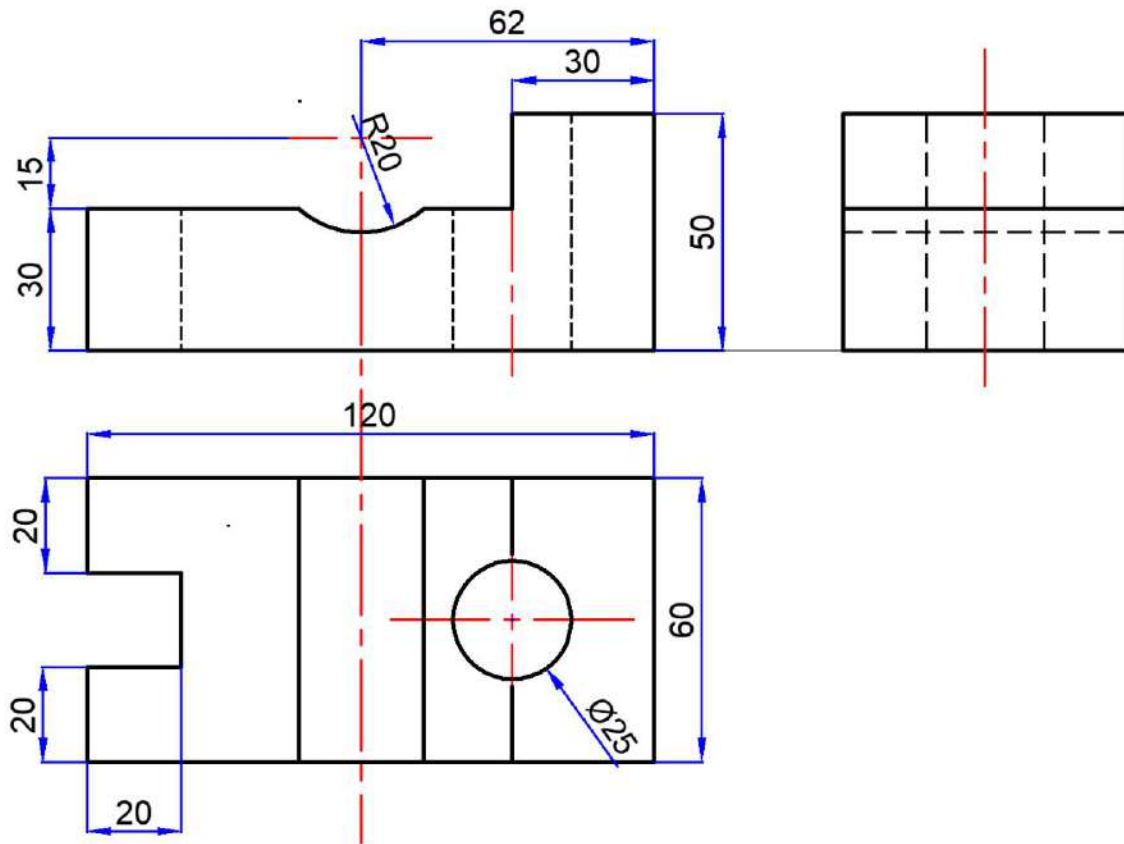
1-3-3 ألقطاع الكامل: Full Section View

ويكون القطع فيه من أقصى المسقط إلى أقصاه، راجع الشكل (6-3) والشكل (7-3)، فعندما يمر المستوي القاطع بمحور التماثل للجسم المقطوع يسمى القطاع الناتج قطاعاً كاملاً، أي أن المستوي القاطع اقتطع نصف الجسم الرأسي (أو الجانبي أو الأفقي) على امتداد محور القطع وتمت إزالة النصف الآخر، وكذلك الحال لو مر المستوي القاطع بمحور غير محور التماثل وتم القطع أيضاً على امتداد الجسم فيكون القطاع الناتج قطاعاً كاملاً أيضاً، وتسمى المساقط الناتجة بالقطاع الرأسي (الرأسي) الكامل **Front Full Section View** والقطاع الجانبي الكامل **Side Full Section View** والقطاع الأفقي الكامل **Top Full Section View**، ومن الجدير بالذكر فقد نضطر الى عمل قطاعات كثيرة للجسم (لأكثر من مستوي) لتوضيح معظم الأجزاء الداخلية.

مثال 1-3

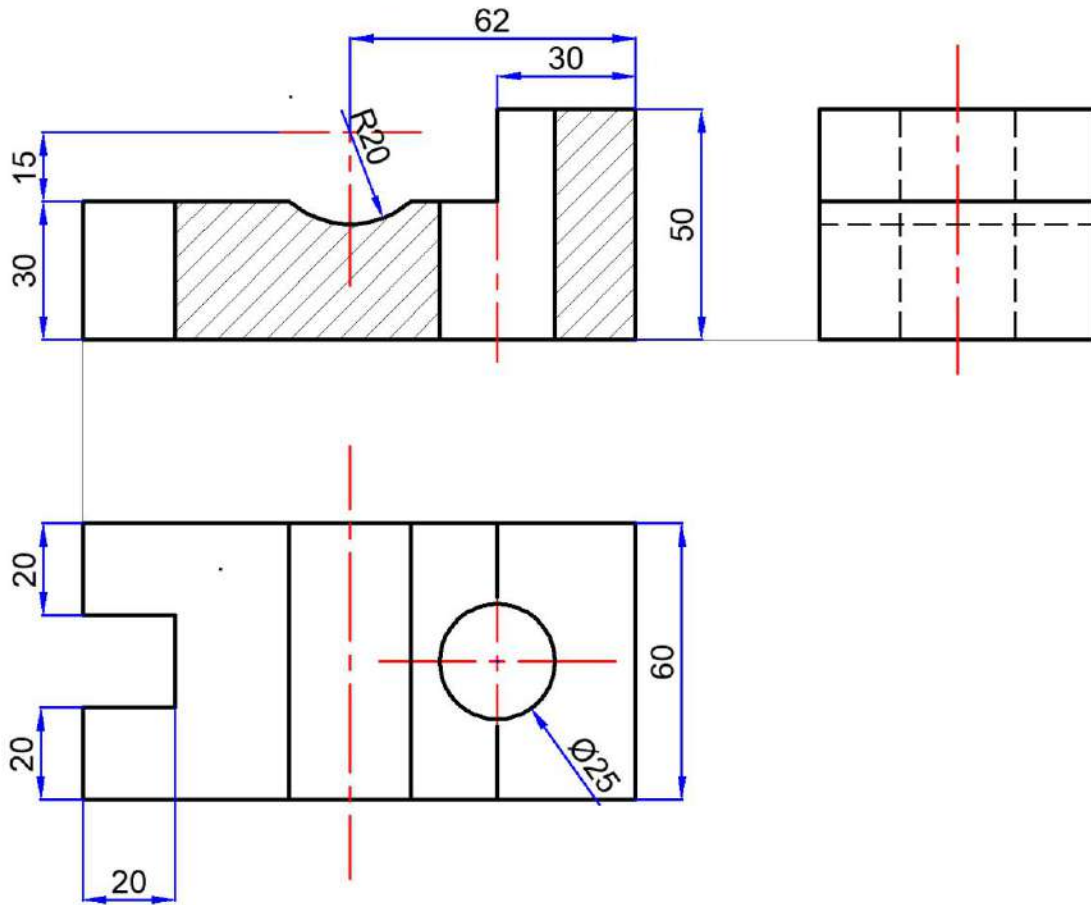
الشكل (8-3) يوضح المساقط الثلاثة لمنظور، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي:

1. قطاع رأسي كامل .
2. أعد رسم المسقط الجانبي.
3. أعد رسم المسقط الأفقي.
4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط.



الشكل 8-3

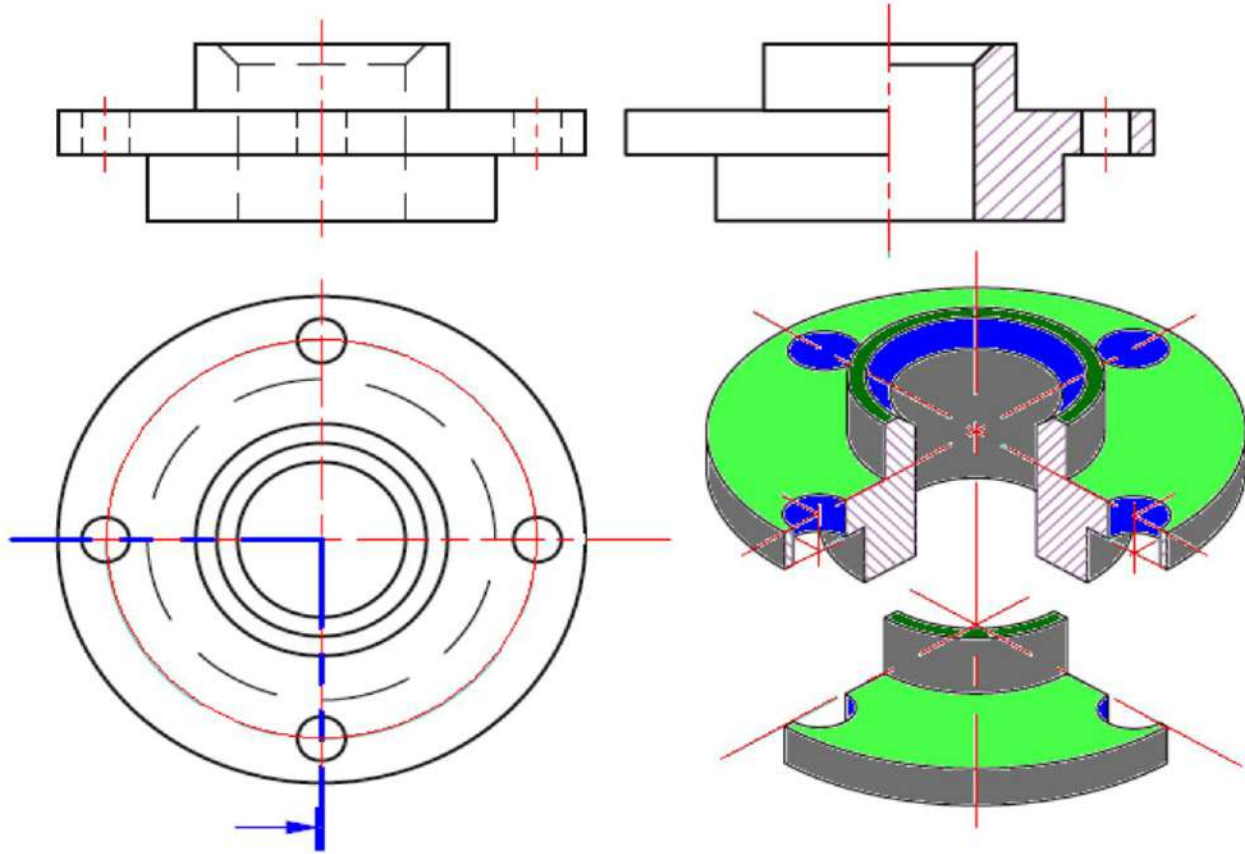
الحل:



الشكل 9-3

2-3-3 القطاع النصفى (نصف القطاع): Half Section View

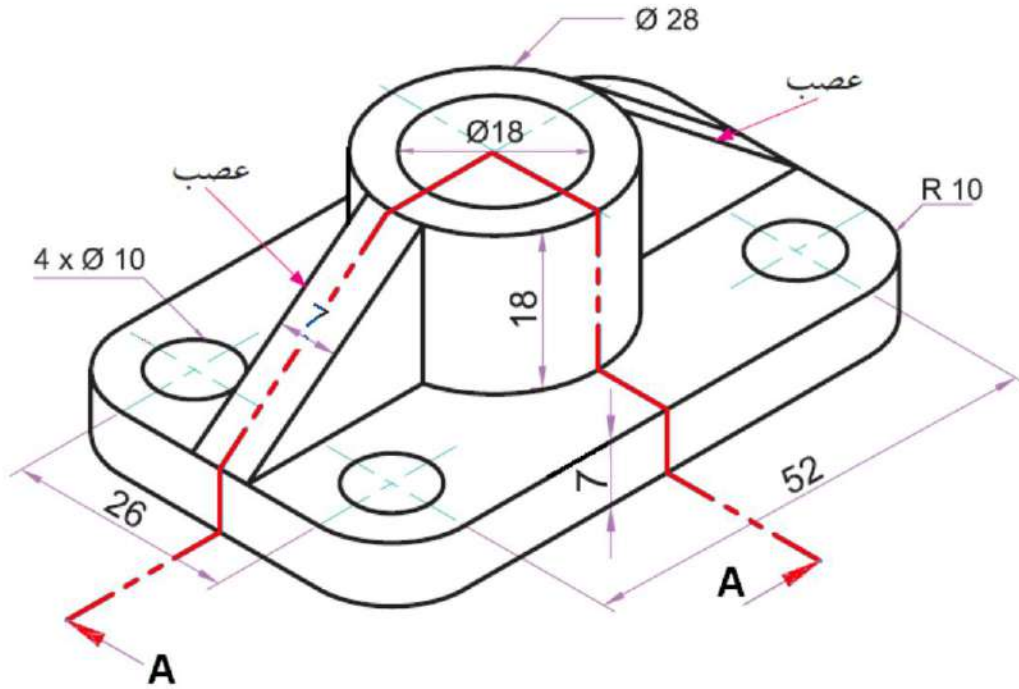
يتم القطع فيه من طرف المسقط إلى المنتصف (ربع الجسم)، إذ يظهر المسقط بعد القطع نصفه قطاع والنصف الآخر بصورة مسقط ولا يجوز إظهار الحافات المخفية (خطوط متقطعة) وكما هو الحال في القطاع الكامل، وذلك لإظهار التركيب الداخلي والخارجي في الوقت نفسه، (إلا في حالات الضرورة ترسم الخطوط المخفية في الجانب غير المقطوع)، ويفصل بينهما خط المحور (خط المركز)، ويستعمل في حالة الأجسام المتناظرة حول محورين، الشكل (10-3)، وتسمى المساقط الناتجة بالقطاع الرأسي (الأمامي) النصفى **Front Half Section View** والقطاع الجانبي النصفى **Side Half Section View** والقطاع الأفقي النصفى **Top Half Section View**، ويمكن تحديد جهة القطاع النصفى كان يكون أيمن أو أيسر.



الشكل 10-3 القطاع النصفى

مثال 2-3

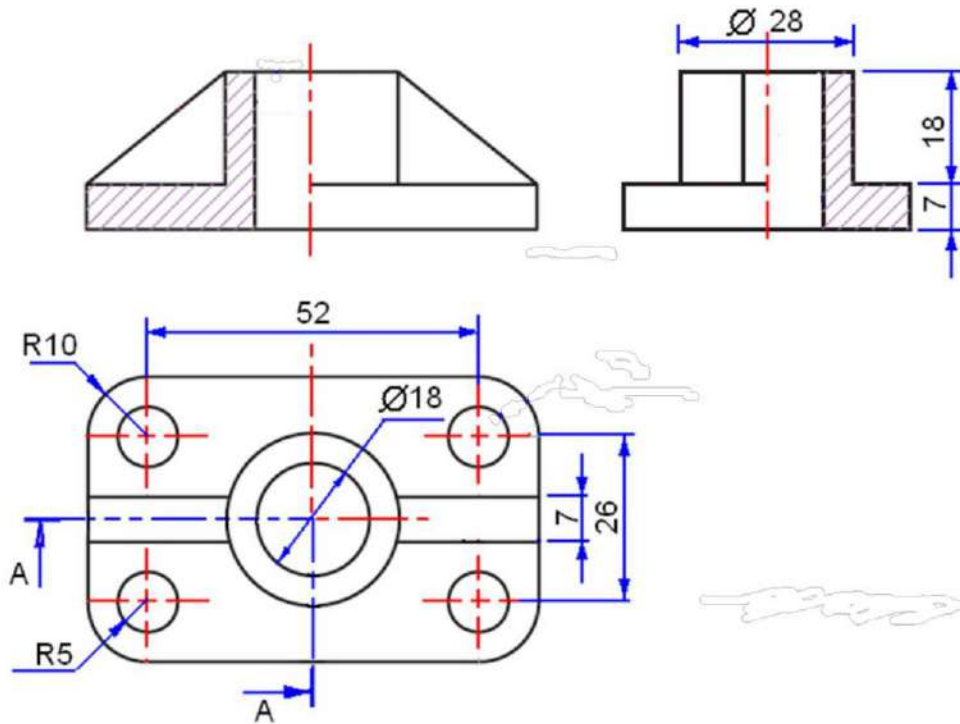
- المشغولة المبينة في الشكل (3-11) مصنعة بطريقة السباكة من الألمنيوم، تم تثقيبها لاحقاً عن طريق المتقب لتصبح حامل محور، إرسم ما يأتي:-
1. نصف قطاع رأسي (أمامي) أيسر.
 2. نصف قطاع جانبي أيمن.
 3. مسقط أفقي.
 4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط



الشكل 11-3

الحل

يبين الشكل (12-3) نصف قطاع رأسي أيسر ونصف قطاع جانبي أيمن، والمسقط الأفقي، لاحظ إن خط القطع رسم على المسقط الأفقي مشيراً الى جهة النظر لبيان القطاعات.

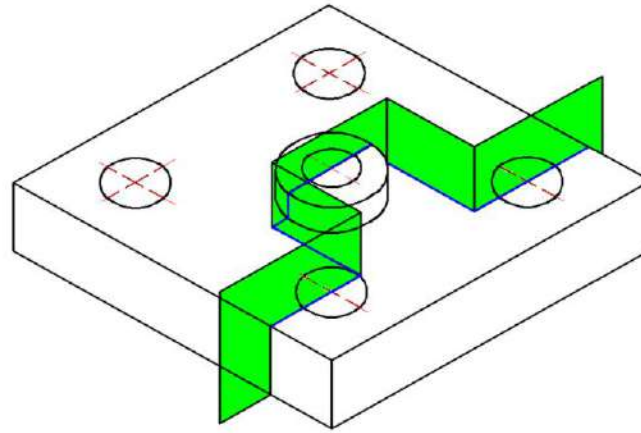


الشكل 12-3: القطاع النصفى (الأيسر والأيمن)

ملاحظة: إذا مرَّ القاطع موازياً للمحور الطولي للعصب فإنه لا يهشر، في حين لو مرَّ القاطع عمودياً على محور العصب فيتم تهشير المنطقة المقطوعة بعد تحديدها بتسقيط نقاط التقاطع.

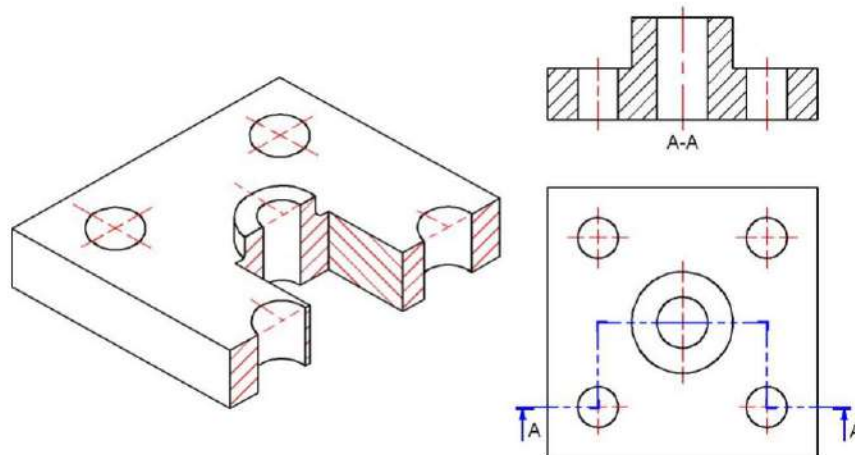
3-3-3 قطاع الإزاحة (القطاع المتنقل) Offset Section View

عند إزاحة خط القطع بشكل متوازٍ بحيث يمر في مواضع ليست على استقامة واحدة، ويكون القطع في هذه الحالة مركباً من مستويات قطع متوازية **Parallel Cutting Planes**، ويستعان بهذا الأسلوب من القطع لرسم القطاعات المختلفة لنفس الشكل، ويستعمل عندما نحتاج إلى توضيح بعض التجاويف التي لم تقع في مستوى واحد ولا يمكن توضيحها برسم قطاع واحد. فمثلاً لتوضيح جميع الثقوب الموجودة في الرسم الموضح في الشكل (13-3) يستوجب رسم مقطعين، الأول يمر خلال الثقوب الجانبية، بينما يمر القطاع الثاني خلال الثقب الأوسط، في حين استعاض عن هذين المقطعين باستخدام قطاع واحد ناتج عن قطع الجسم بمستويات مختلفة ومتعرجة بزاوية قائمة.



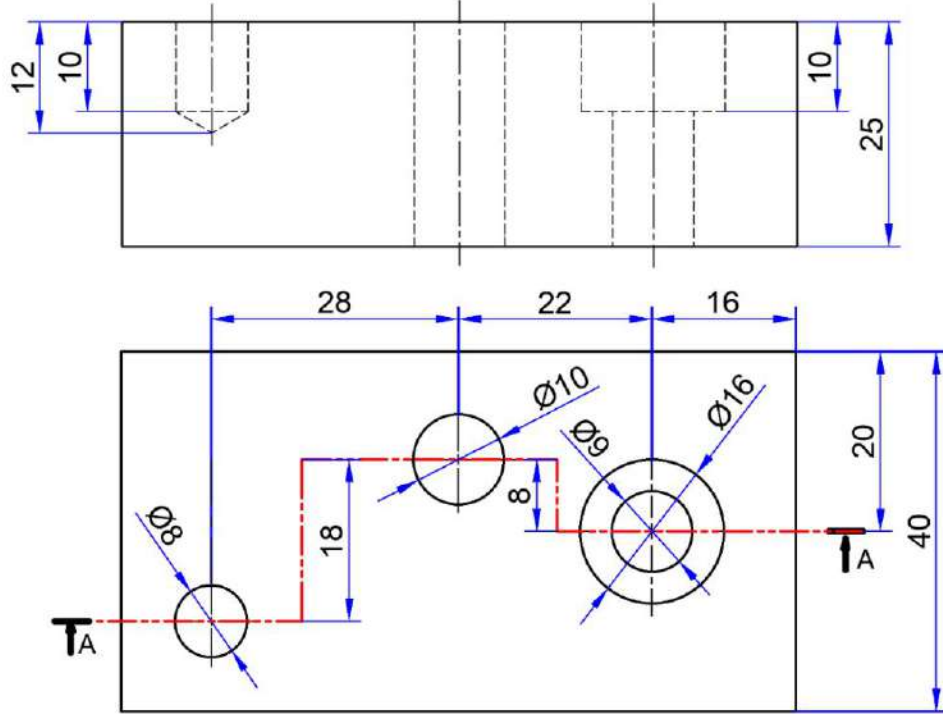
الشكل 13-3: المستوي القاطع المتعرج

يبين الشكل (14-3) القطاع الرأسي وطريقة رسم خط القطع على المسقط الأفقي.



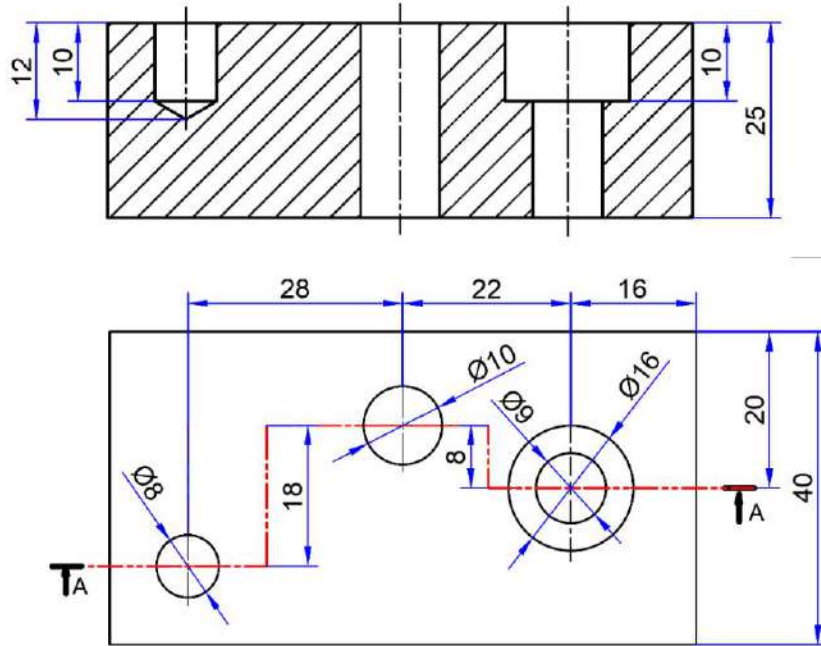
الشكل 14-3: قطاع الإزاحة (القطاع المتنقل)

- مثال 3-4: الشكل (15-3) يوضح المسططين الرأسي والأفقي، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي:
1. أتبع مسار القطع المحدد في المسقط الأفقي لرسم القطاع الرأسي 2. أعد رسم المسقط الأفقي
 3. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط.



الشكل 15-3

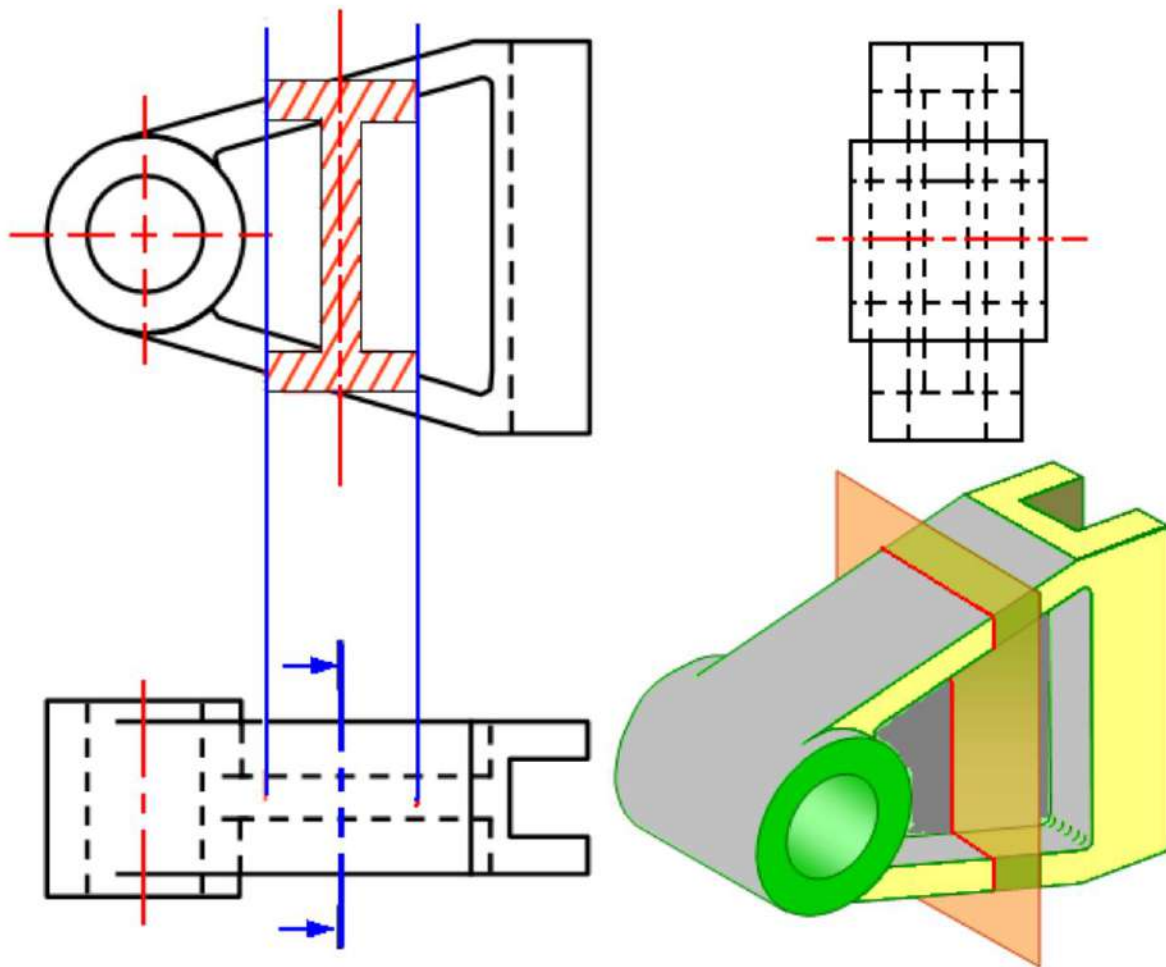
الحل:



الشكل 16-3

4-3-3 القطاع المدار Revolved Section View

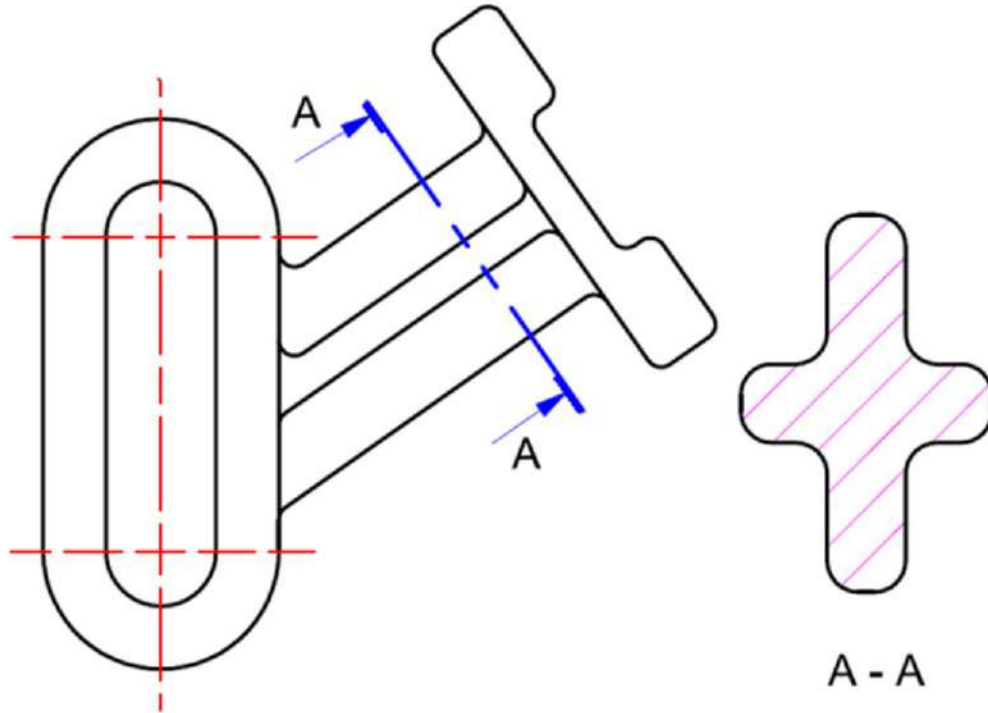
يرسم القطاع المدار على نفس المسقط بتصور مستوي قطع عمودي على محور الذراع أو أجزاء من الأجسام، لتوضيح القطاع عند موضع معين ثم تدوير مستوي القطع بزاوية 90° لينطبق مع مستوي المسقط، وذلك برسم خط مركز عند الموضع المطلوب ويرسم القطاع حول هذا الخط لتفادي تكرار رسم المساقط والقطاعات، وخاصة في الأجسام المدعمة بأعصاب التقوية والقضبان، إذ يبين القطاع سمك العصب، الشكل (17-3)، مع ضرورة توصيل خطوط الإسقاط من موضع القطع إلى القطاع، ويمكن حذف الخطوط الظاهرة إذا وقعت ضمن القطاع المدار، ويرسم الشكل الحقيقي للقطاع المدار بغض النظر عن شكل الخطوط المجاورة له.



الشكل 17-3: القطاع المدار

5-3-3 القطاع المزال (المنقول) Removed Section

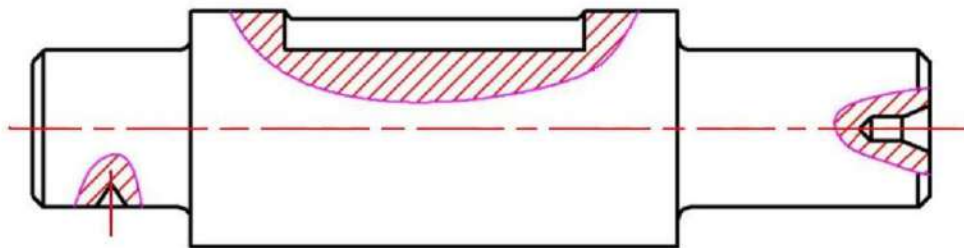
لا يقع القطاع المنقول على إسقاط مباشر مع المسقط الذي يتضمن مستوي القطع ولا يتفق مع ترتيب المساقط على ورقة الرسم، ويتم رسمه كالقطاع السابق بتعيين موضع القطع ولكن بخط قطع عمودي على الجزء المطلوب قطعه ثم رسم القطاع في نفس اتجاه المسقط أو بجانبه (أو في أي موضع مناسب) وتسميته، كما يمكن رسم القطاع بمقياس رسم مختلف عن الجزء المراد توضيحه، مع بيان مقياس الرسم قرب القطاع، الشكل (18-3).



الشكل 18-3: القطاع المنقول

6-3-3 القطاع الجزئي (الموضعي) Partial or Local Section View

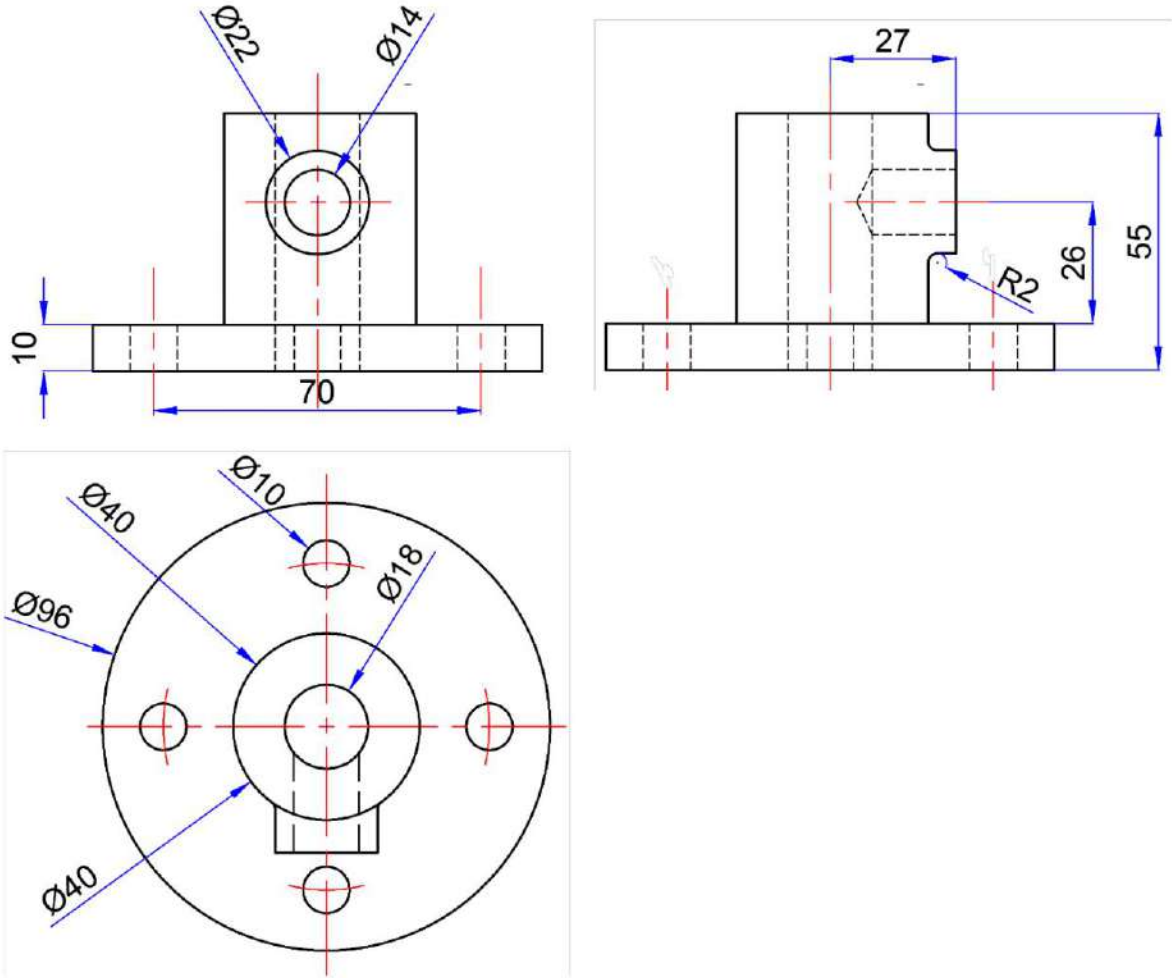
تتطلب بعض الحالات توضيح جزء بسيط من الجسم للقطع لذلك نكتفي بقطع ذلك الجزء من الجسم فقط لتوضيحه، ويبقى باقي الرسم على شكل مسقط غير مقطوع، إذ يحدد القطاع الجزئي بخط يرسم باليد كخط رفيع و متموج مغلق، الشكل (19-3)، ثم ترسم خطوط التهشير داخل المساحة المحددة.



الشكل 19-3: القطاع الجزئي

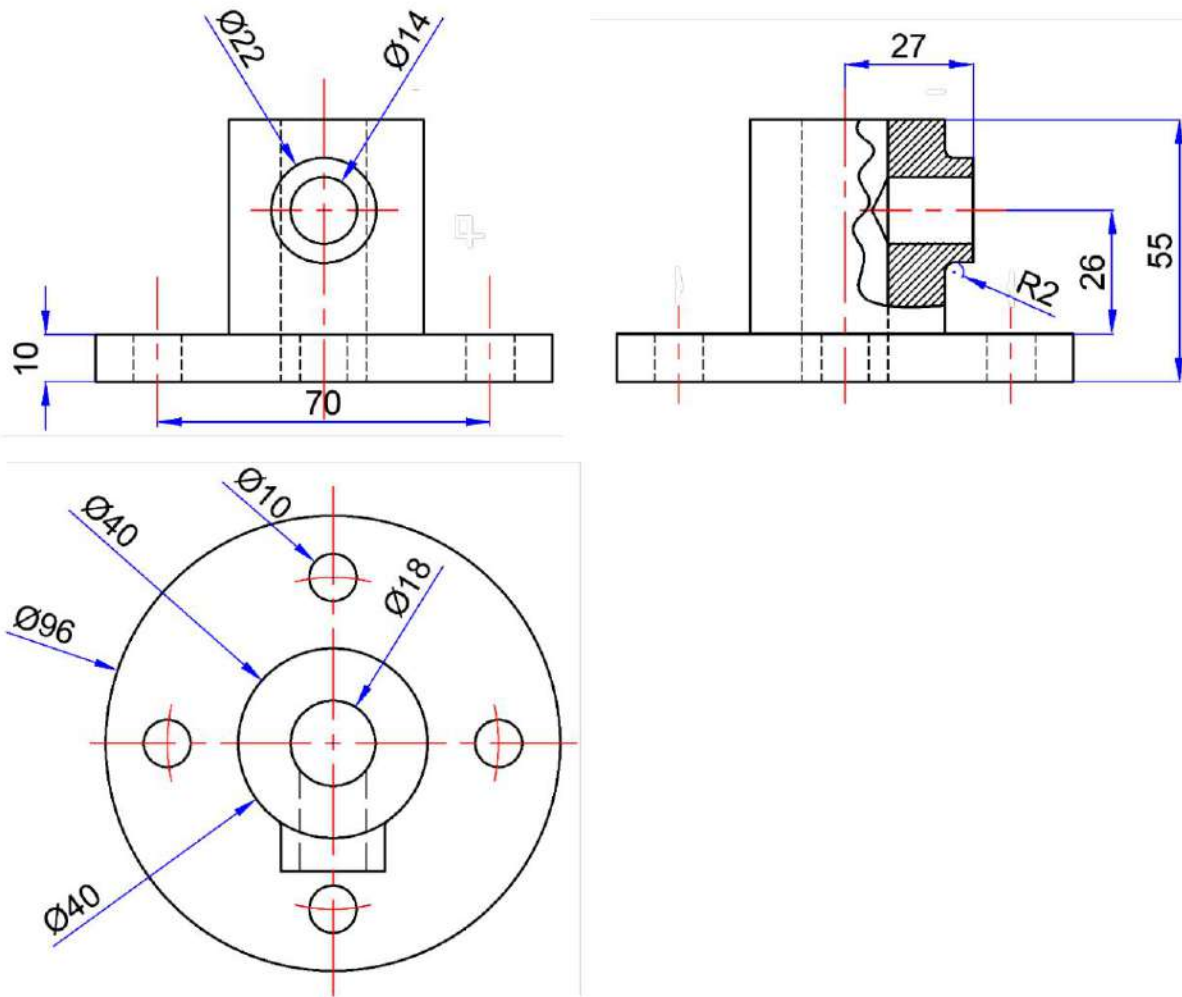
مثال 4-5: الشكل (20-3) يوضح المساقط الثلاثة لمشغولة، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي:

1. أعد رسم المسقط الرأسي .
2. أعد رسم المسقط الأفقي .
3. أرسم المسقط الجانبي موضحاً فيه قطاع جزئي للثقب الذي قطره $\Phi 14$.
4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط .



الشكل 20-3

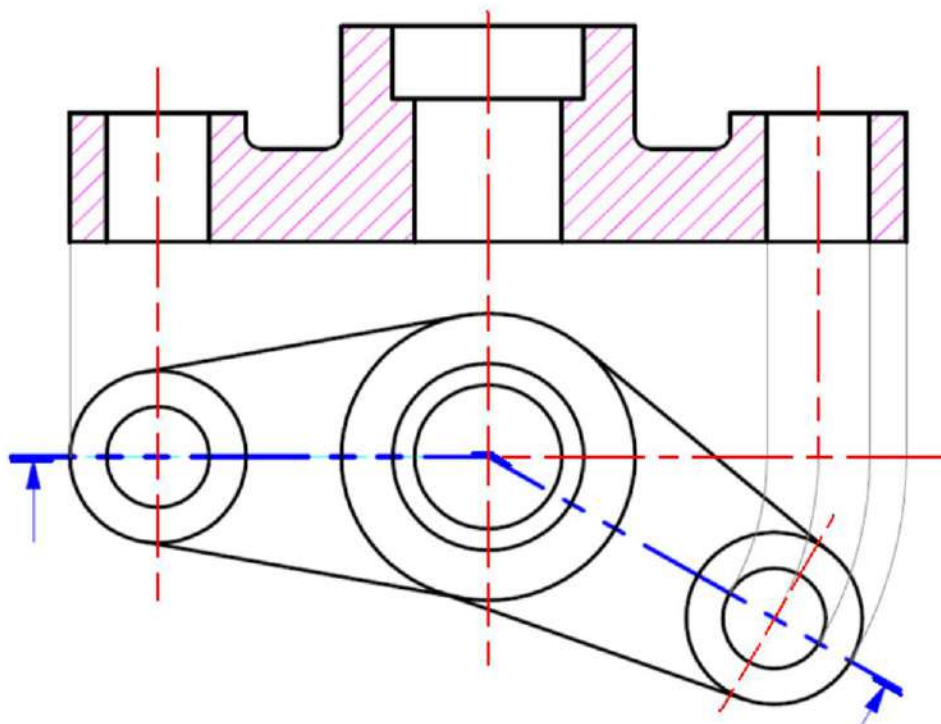
الحل:



الشكل 21-3

7-3-3 قطاع المحاذاة Alignment Section

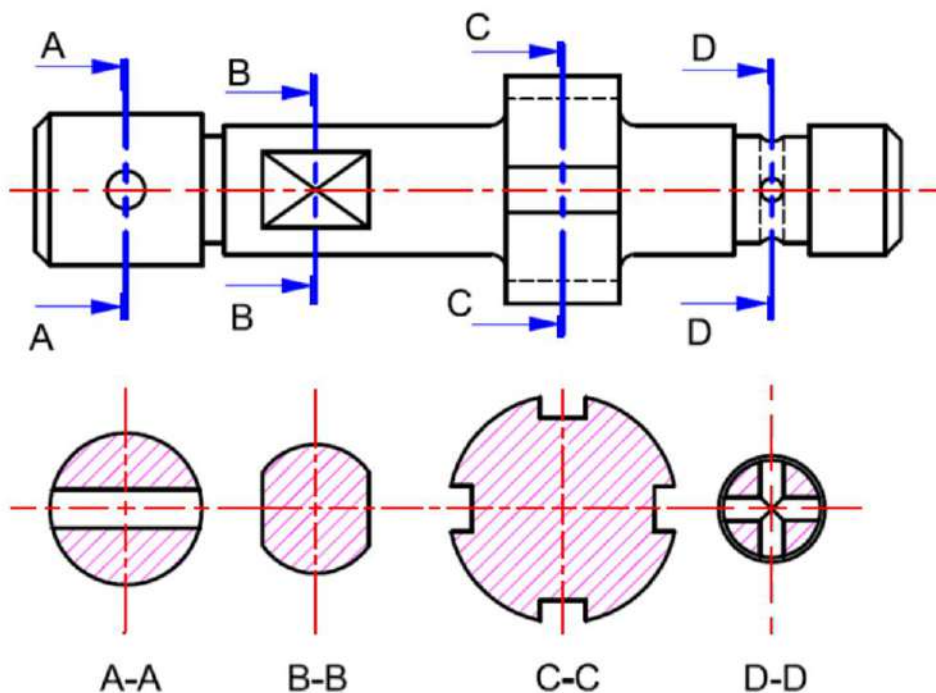
يستعمل للأجسام التي تحتوي على عدد فردي من الأذرع، المساند، والثقوب، إذ يكون مقطعها غير واضح فيما لو اتبعت طرق الإسقاط الاعتيادية لرسمه فيتم حني مستوي القطع بحيث يمر خلال تلك الأجزاء، وبالتالي يميل خط القطع بزاوية ما بعد مروره في جزء من المسقط مما يستدعي محاذاة الجزء المائل وتدويره ليصبح على استقامة واحدة مع بداية خط القطع، الشكل (22-3).



الشكل 22-3: قطاع المحاذاة

8-3-3 القطاعات المتتالية (المتعاقبة) Successive Sections

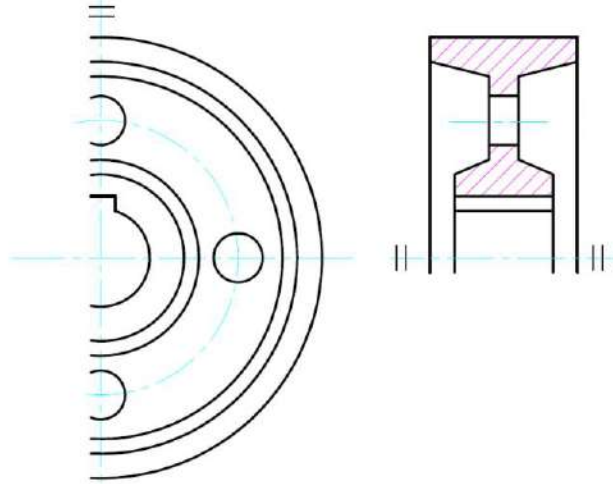
وهي قطاعات إما مدارية أو منقولة ترسم بالتعاقب لمقاطع متعددة من الجسم، الشكل (23-3).



الشكل 23-3: القطاعات المتعاقبة

9-3-3 القطاع المتماثل Symmetrical Section

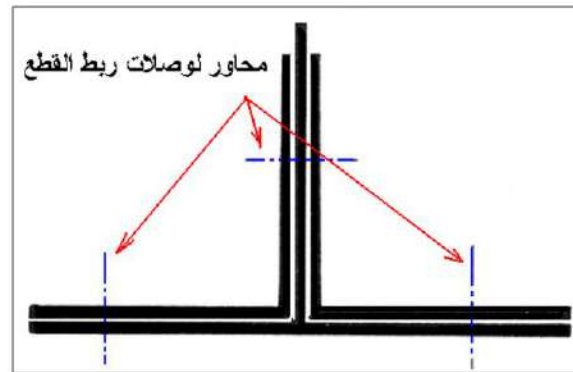
وفيه يتم رسم نصف القطاع فقط دون رسم نصفه الثاني، وذلك بسبب التماثل وتعذر رسم القطاع كاملاً على الورق، الشكل (24-3)، لاحظ علامة المساواة على جانبي القطاع.



الشكل 24-3: القطاع المتماثل

10-3-3 قطاع الأجسام قليلة السمك Thin Objects Section

ترسم مقاطع الأجزاء ذات السمك القليل نسبياً كالصفائح (مثال الخزان المصنوع من معدن قليل السمك) أو مقاطع القضبان (حديد الزاوية أو الشيلمان) والأنابيب وغيرها فيتم تمثيلها عندما يكون مستوي القطع عمودي على السمك على شكل خط سميك وذلك بسبب مقياس الرسم الذي لا يوفر الحيز الكافي لعملية التهشير، أما في حالة وجود أجزاء متجاورة فيترك بينهما فراغ كي يمكن تمييزها، فضلاً عن وصلات الربط فإتباعها تبين على شكل خط مركز لعدم إمكانية توضيح الثقوب أو البراغي، الشكل (25-3).

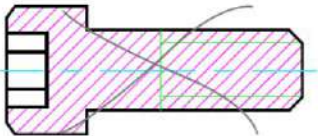
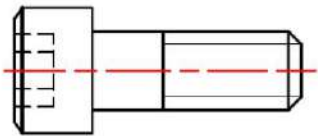
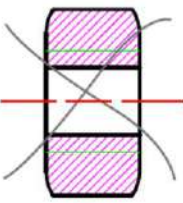
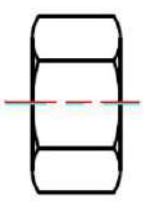
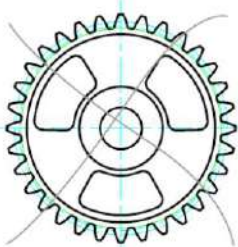
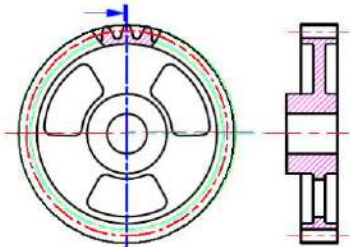


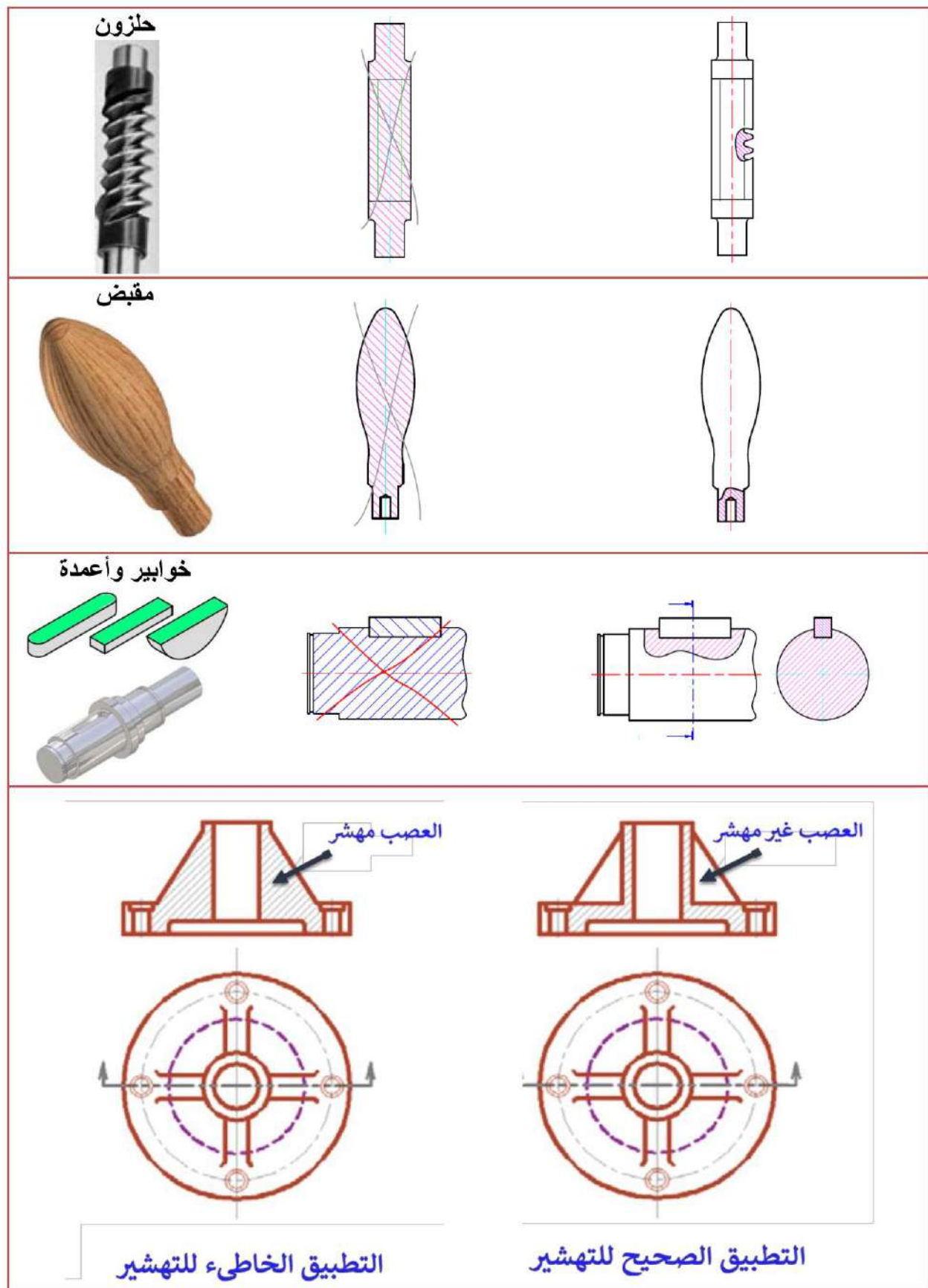
الشكل 25-3: قطاع الأجسام قليلة السمك

4-3 الأجزاء التي لا تقطع

تستعمل المساقط المقطوعة لزيادة فهم الرسم وإزالة الغموض الذي تحدثه الخطوط المخفية، ولكن توجد أجزاء يسبب قطعها نتيجة مخالفة للغرض المطلوب لذلك ترسم تلك الأجزاء دون أن تقطع بالرغم من مرور مستوى القطع خلالها، ومن تلك الأجزاء: المساند أو الأعصاب [عندما يكون مستوى القطع موازياً لها - راجع المثال (2-3)]، البراغي، الصواميل، التروس، البراشيم، المسامير، الخوابير، القضبان الشعاعية للعجلات والبكرات، الأعمدة، وكل جسم صلب ذو مقطع دائري مثل المقابض، ويبين الجدول (2-3) الأجزاء التي لا يتم قطعها أو تهشيرها.

الجدول 2-3: أجزاء لا تقطع

الجزء	القطاع الخطأ	القطاع الصحيح
برغي		
صامولة عادية		
ترس مائل		
	لا ترسم كل الأسنان في القطاع الأمامي	القطاع الجانبي والقطاع الأمامي الذي يقطع جزئياً



5-3 أسئلة وتمارين

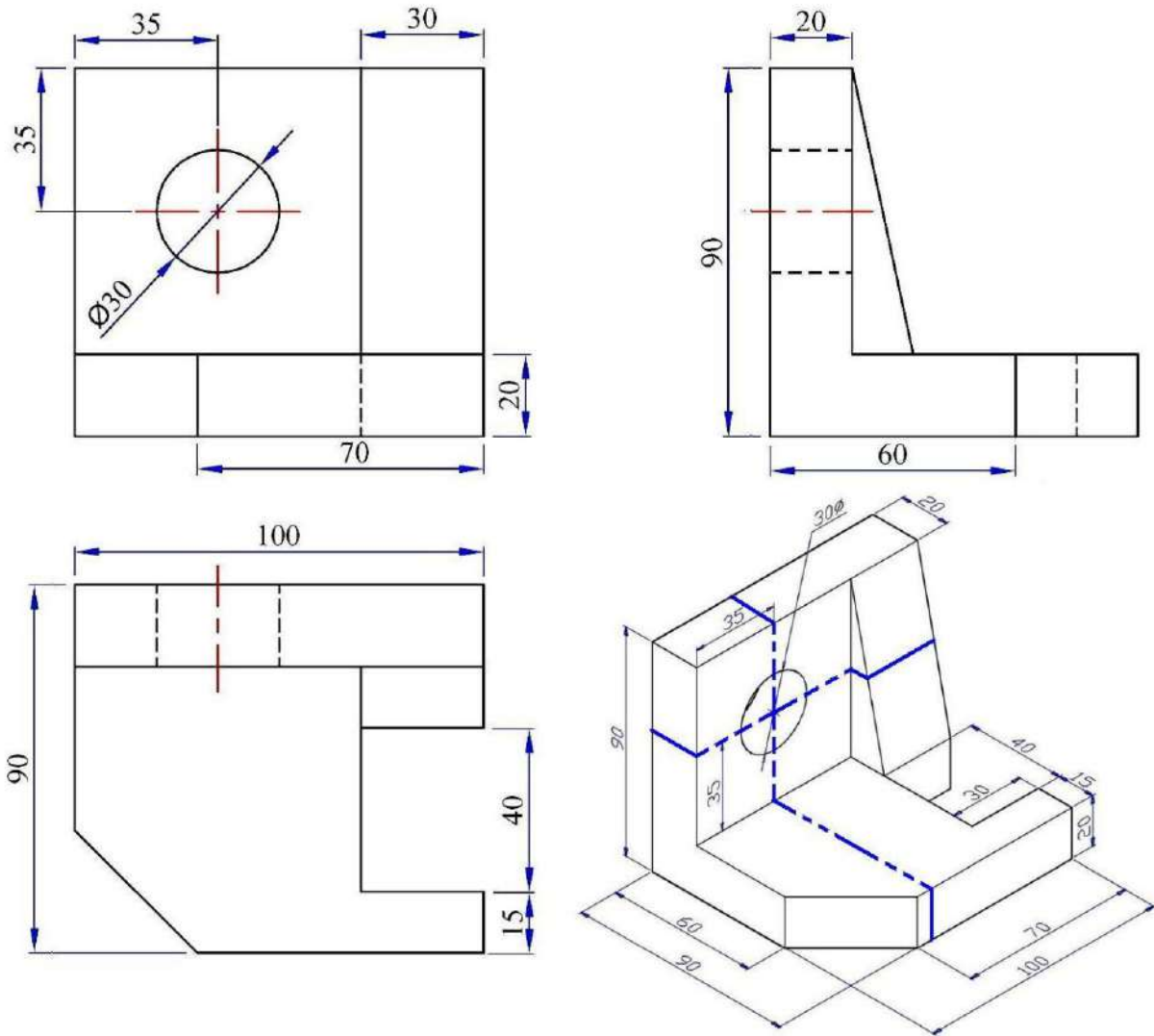
1-5-3 ارسم بمقياس رسم تصغير 2:1 للمنظور المبين مع مساقطه في الشكل (26-3) ما يأتي: -

1. مسقط رأسي (إمامي).

2. قطاع جانبي (المستوي القاطع يمر بمحور الثقب).

3. قطاع أفقي (المستوي القاطع يمر بمحور الثقب).

4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط

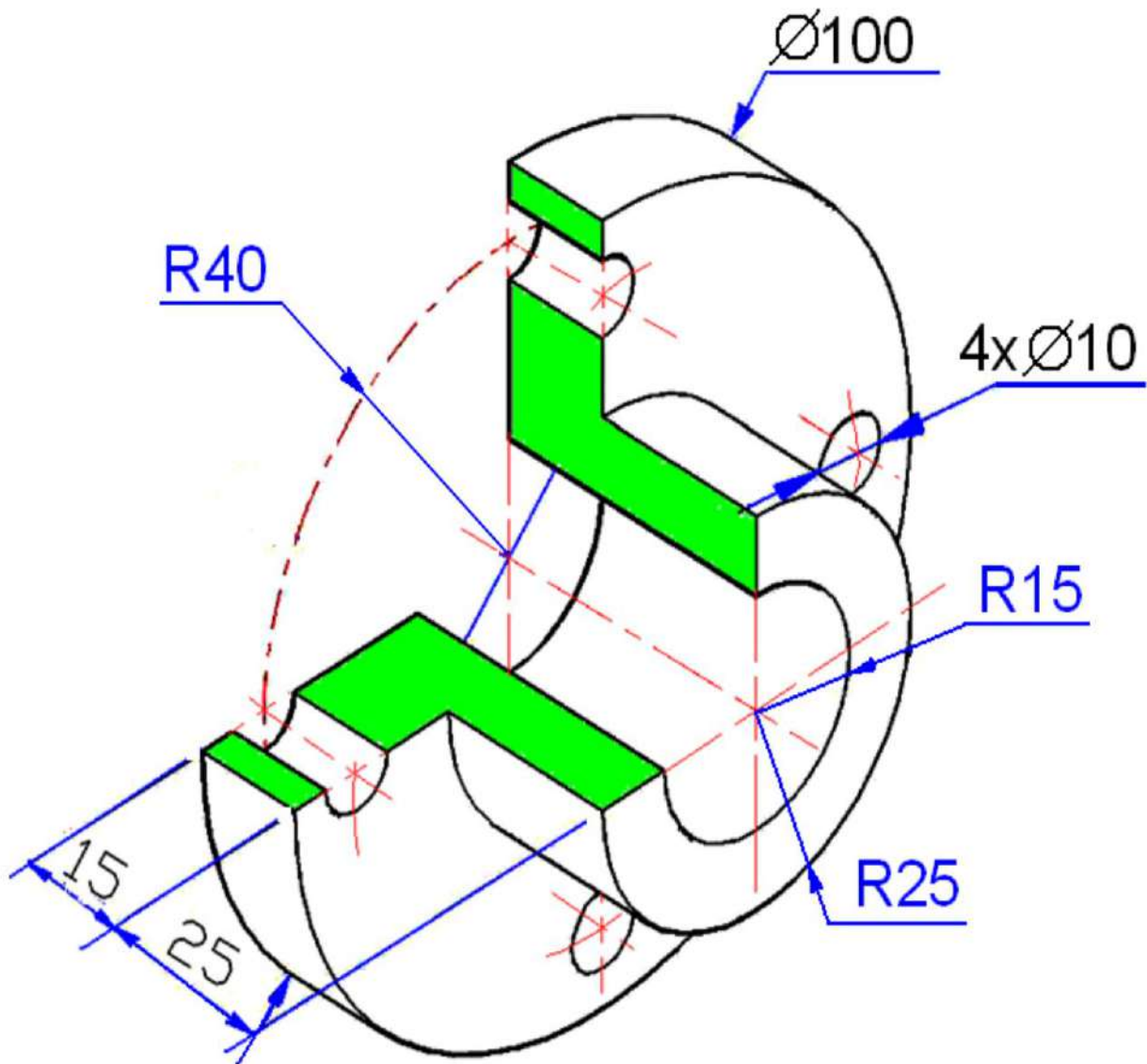


الشكل 26-3

2-5-3 المشغولة المبينة في الشكل (27-3) مصنعة بطريقة السباكة من الألمنيوم، ارسم بمقياس

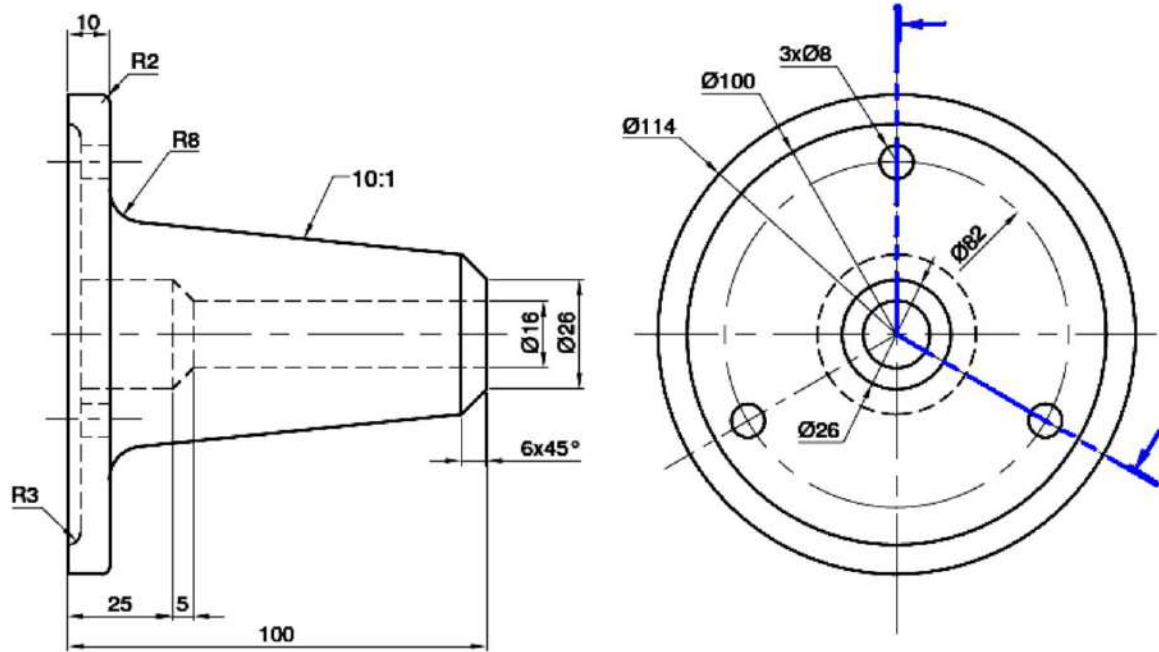
رسم 1:1 ما يأتي:-

1. مسقط رأسي (أمامي)
2. نصف قطاع جانبي علوي
3. نصف قطاع أفقي أيسر.
4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط

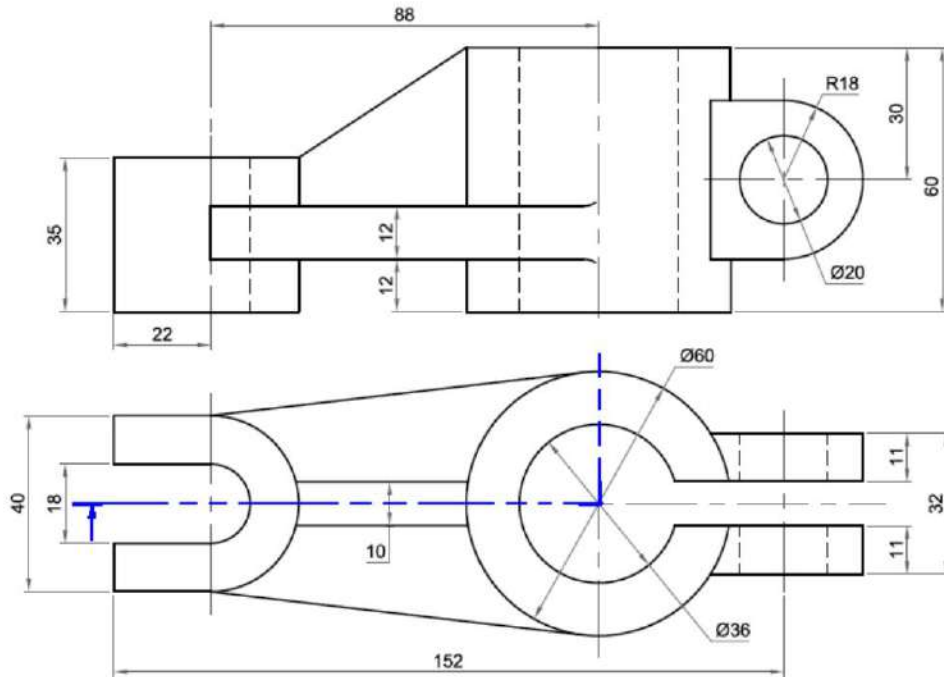


الشكل 27-3

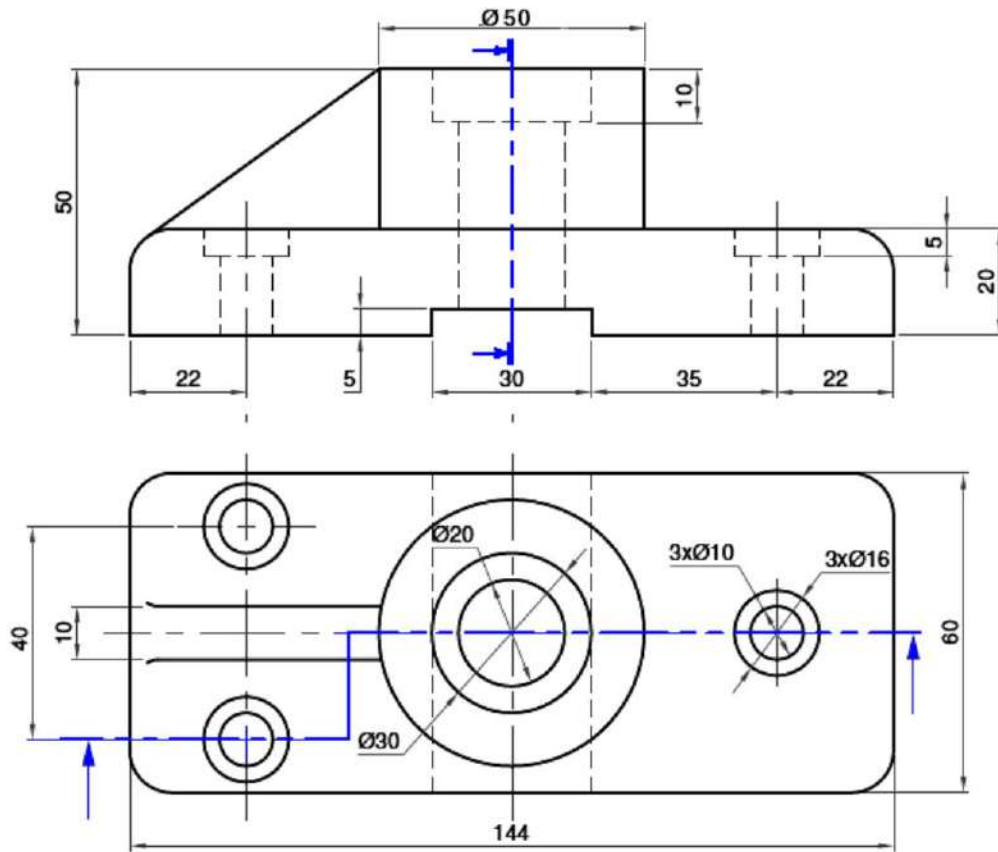
3-5-3 تبين الأشكال الآتية مساقط لمشغولات تستعمل لأغراض ميكانيكية، بمقياس رسم مناسب أعد رسمها متبعا خطوط ومستويات القطع لتحويل المساقط المؤشرة الى قطاعات، مع وضع الأبعاد مراعيًا توزيع المساقط على ورقة الرسم، مع رسم (استنتاج) المسقط الثالث.



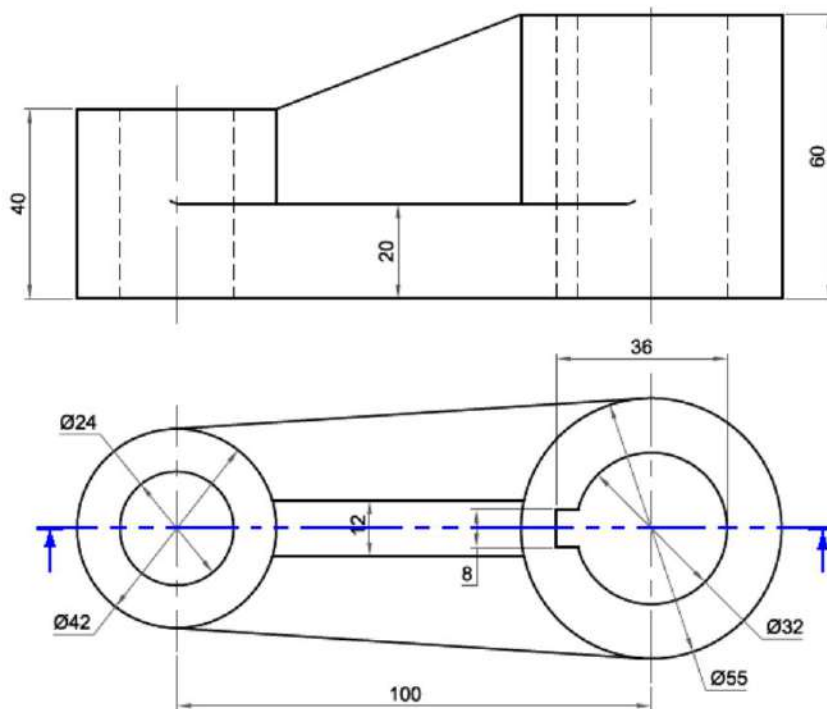
الشكل 28-3



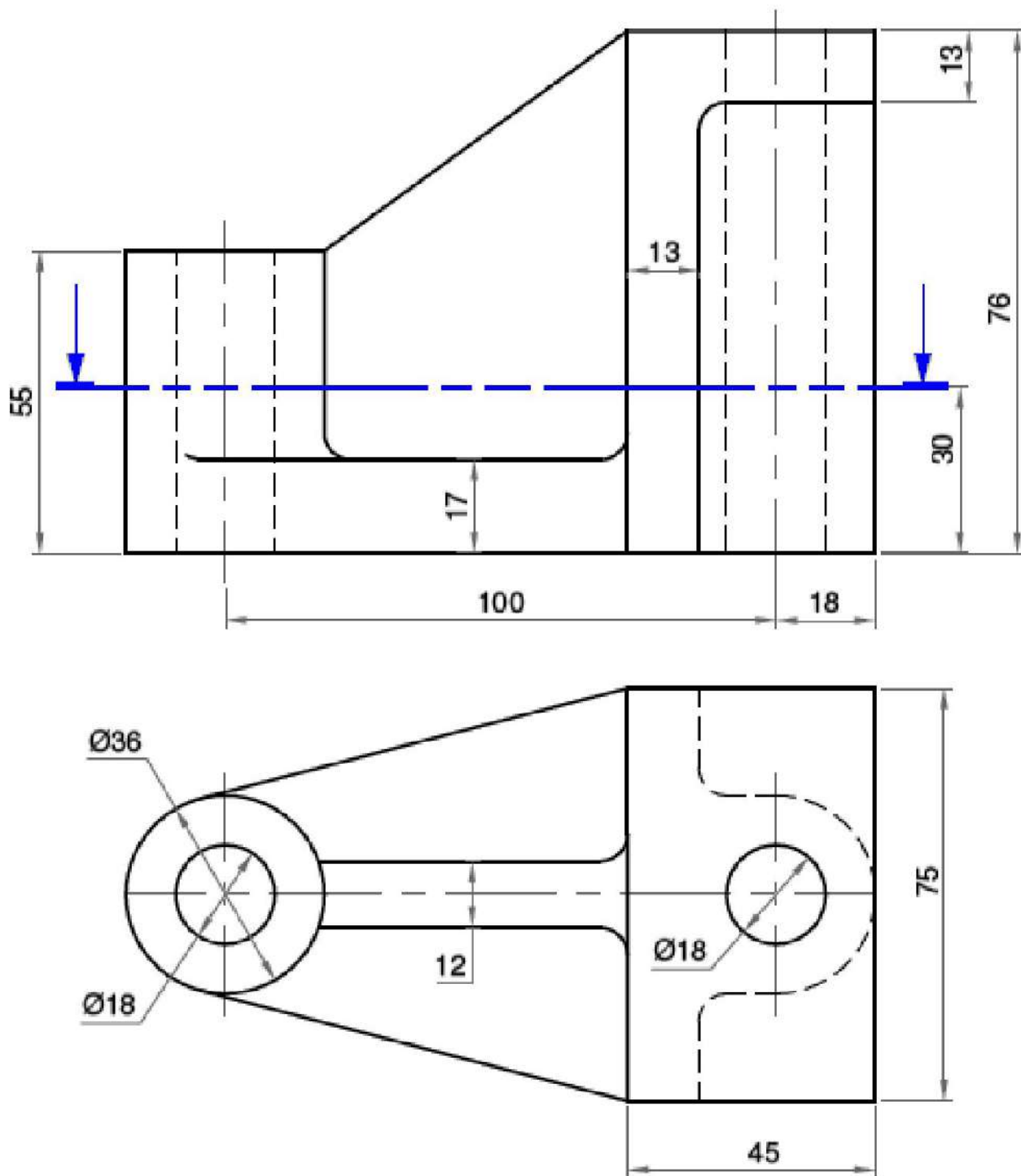
الشكل 29-3



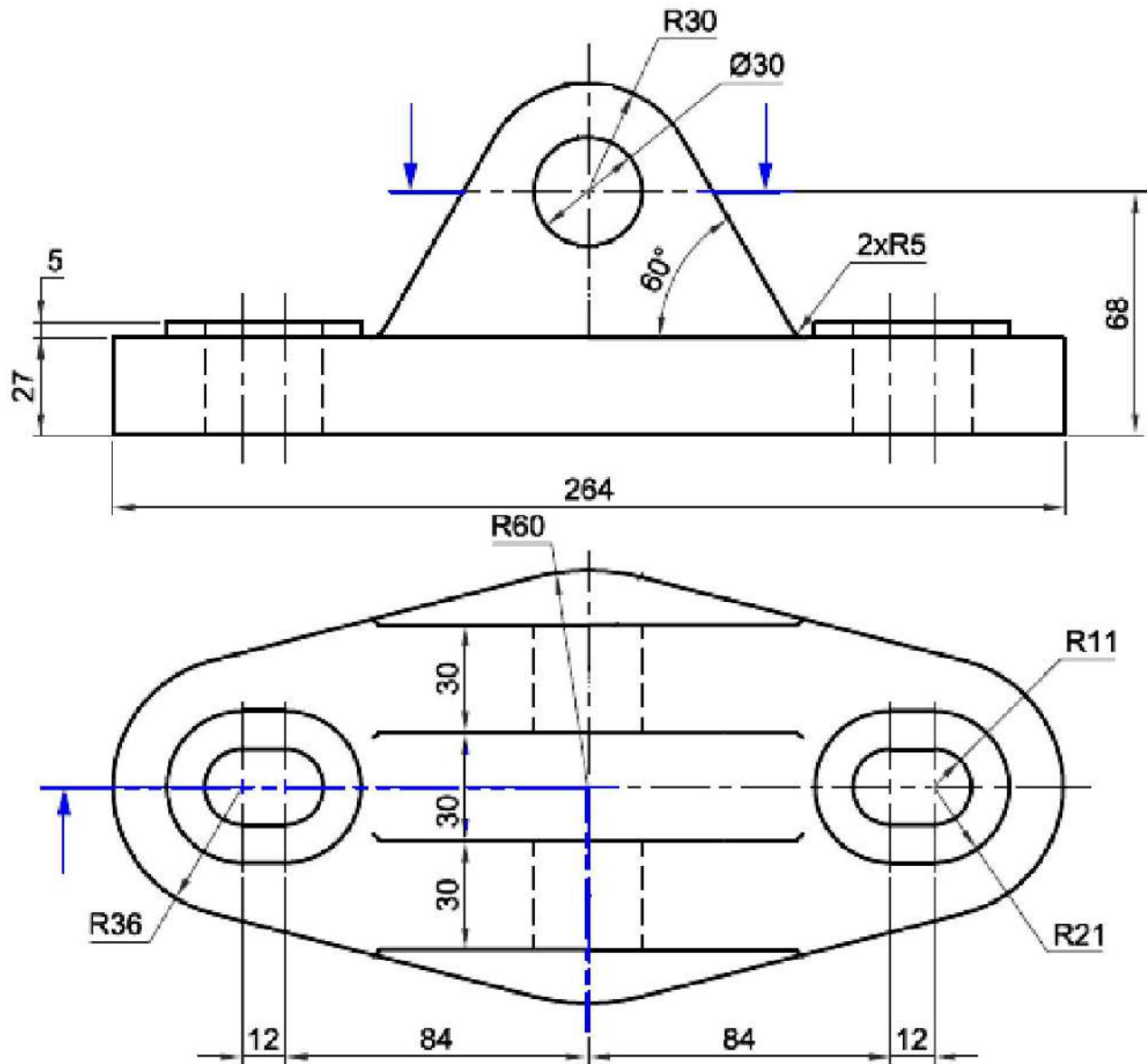
الشكل 30-3



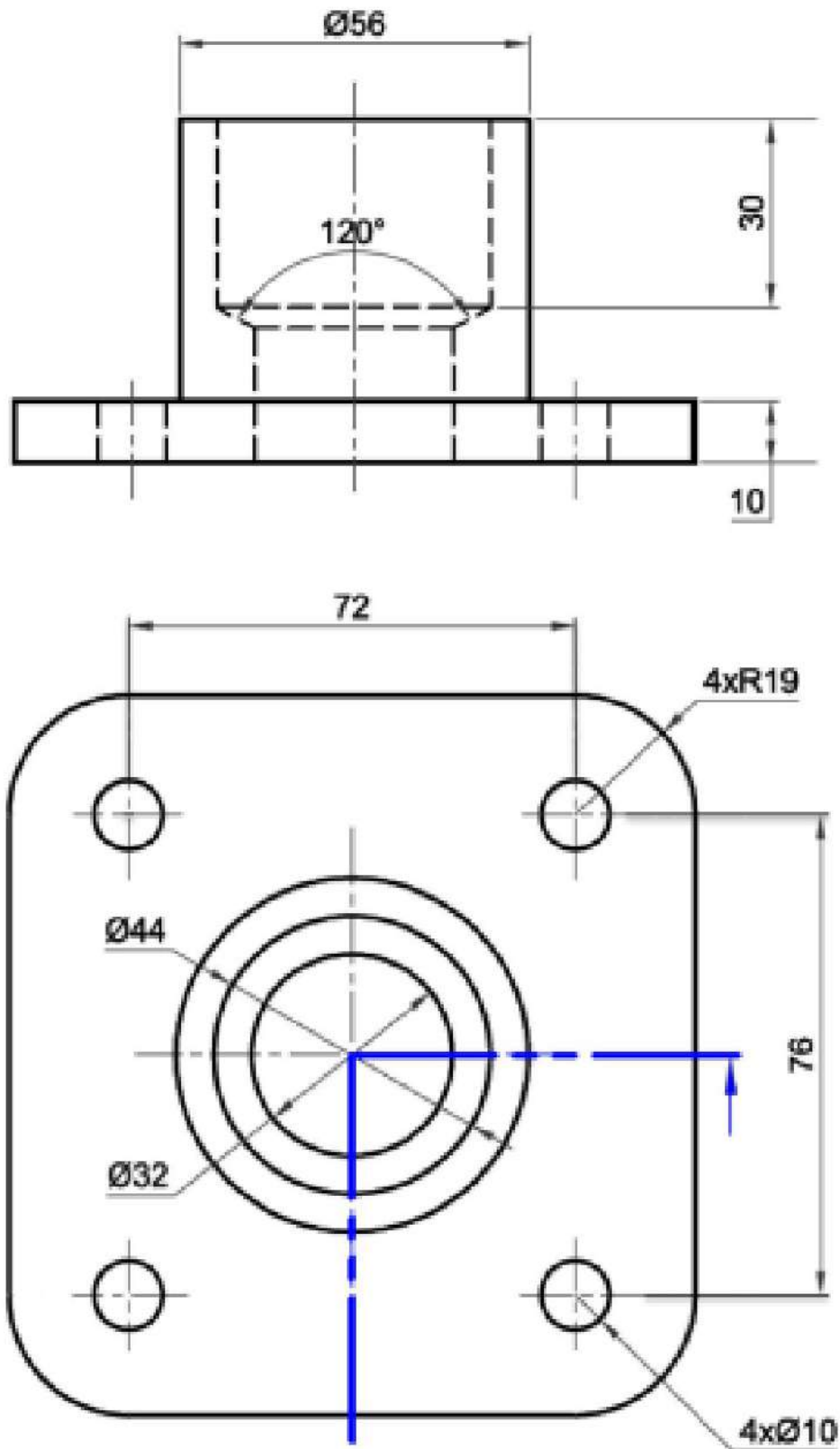
الشكل 31-3



الشكل 32-3



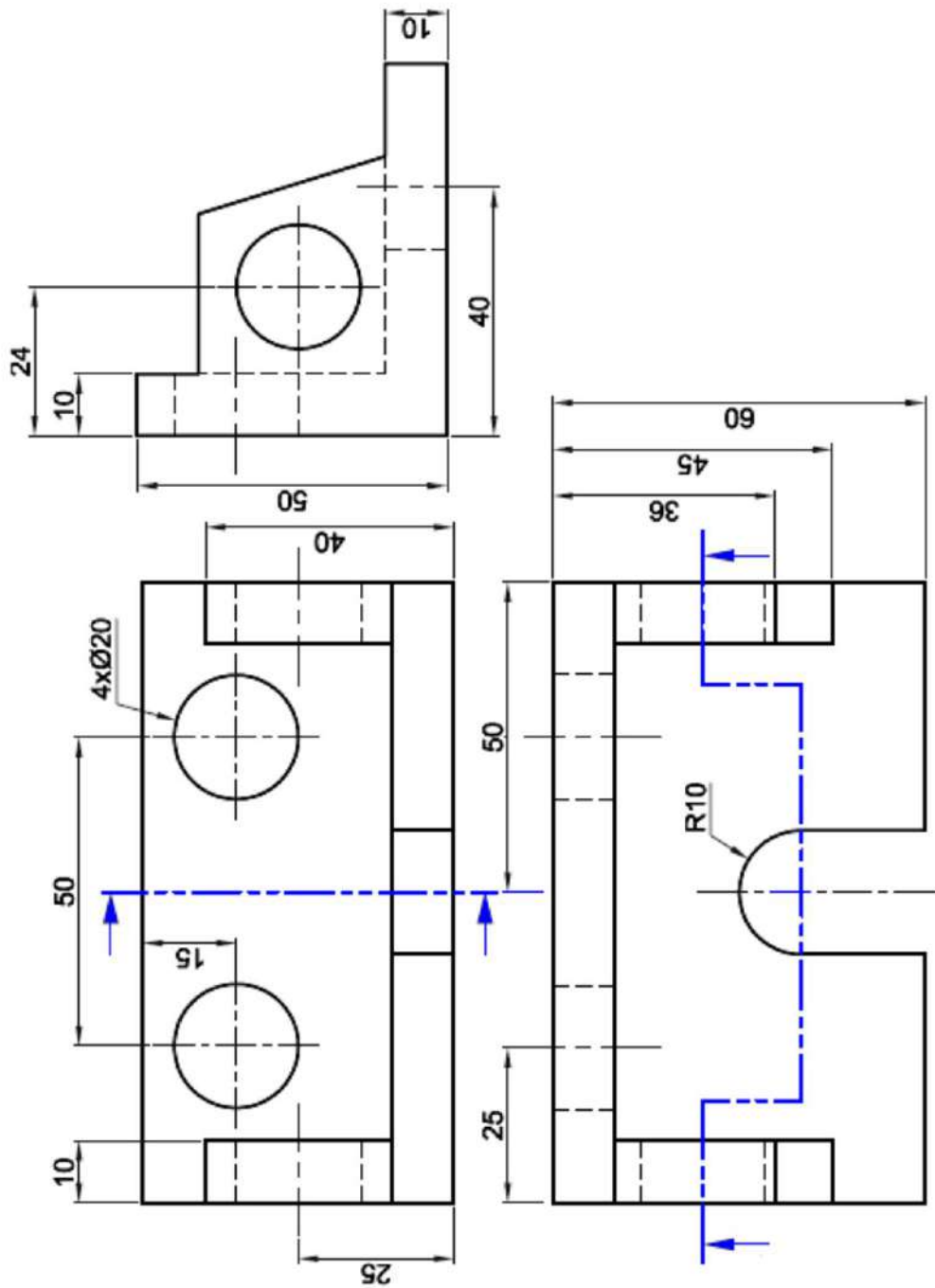
الشكل 33-3



الشكل 34-3

4-5-3 يوضح الشكل (35-3) المساقط الثلاثة لمنظور، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي، مع مراعاة مسار القطع المحدد على الشكل: -

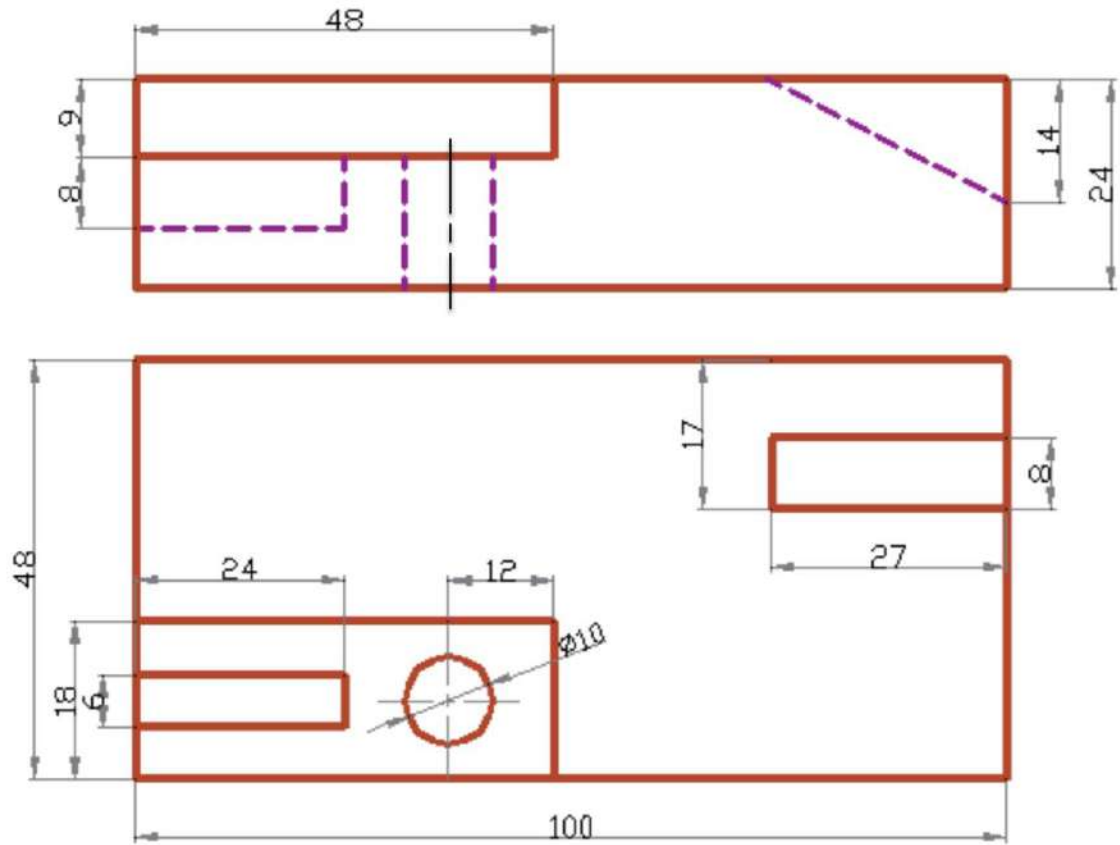
1. قطاع رأسي (أمامي).
2. قطاع جانبي.
3. مسقط أفقي.
4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط.



الشكل 35-3

5-5-3 الشكل (36-3) يوضح المسقطين الرأسي والأفقي، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي:

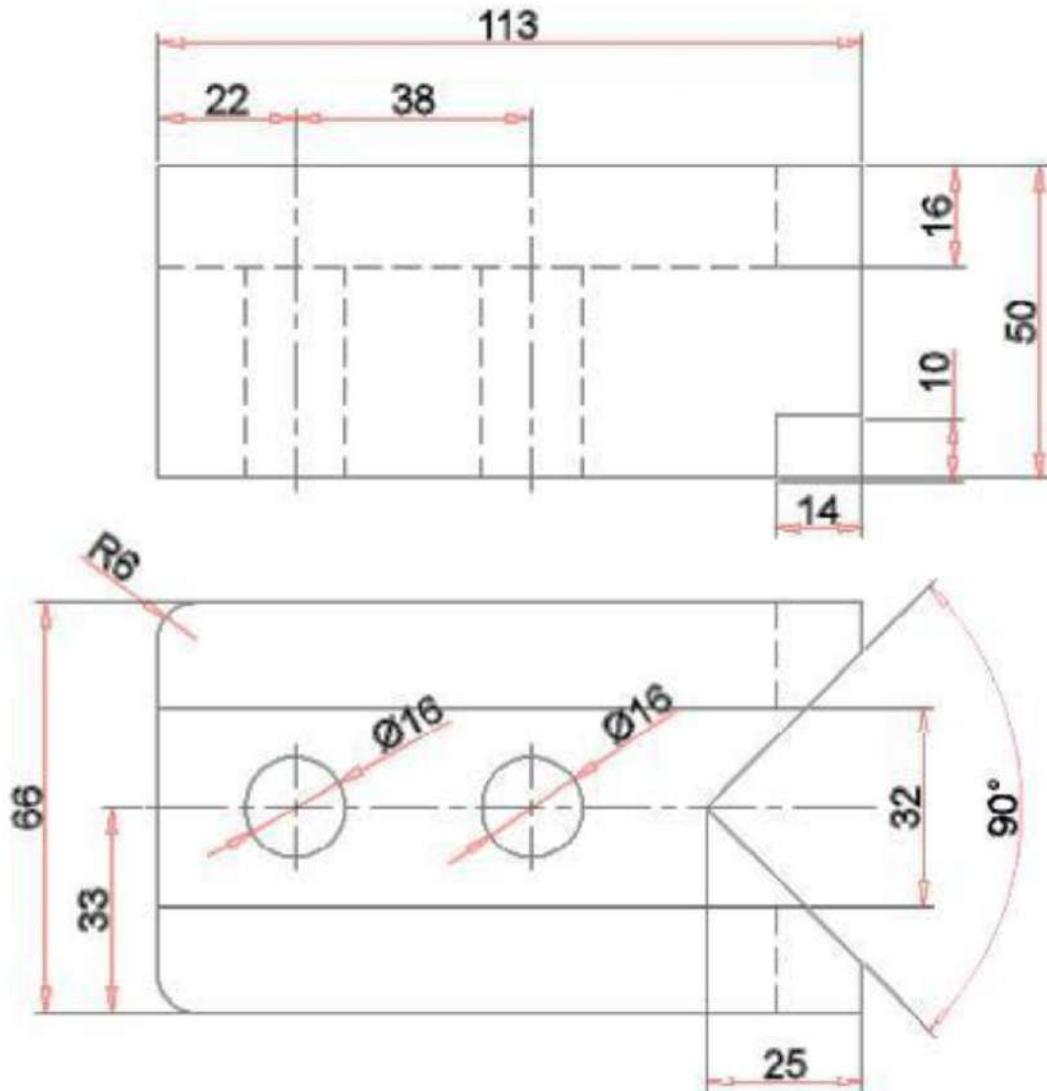
1. اختر مسار القطع الذي يوضح التفاصيل المهمة في الشكل لرسم القطاع الرأسي.
2. اعد رسم المسقط الأفقي.
3. استنتج المسقط الجانبي.
4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط.



الشكل 36-3

6-5-3 الشكل (37-3) يوضح المسقطين الرأسي والأفقي لمشغولة، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي:

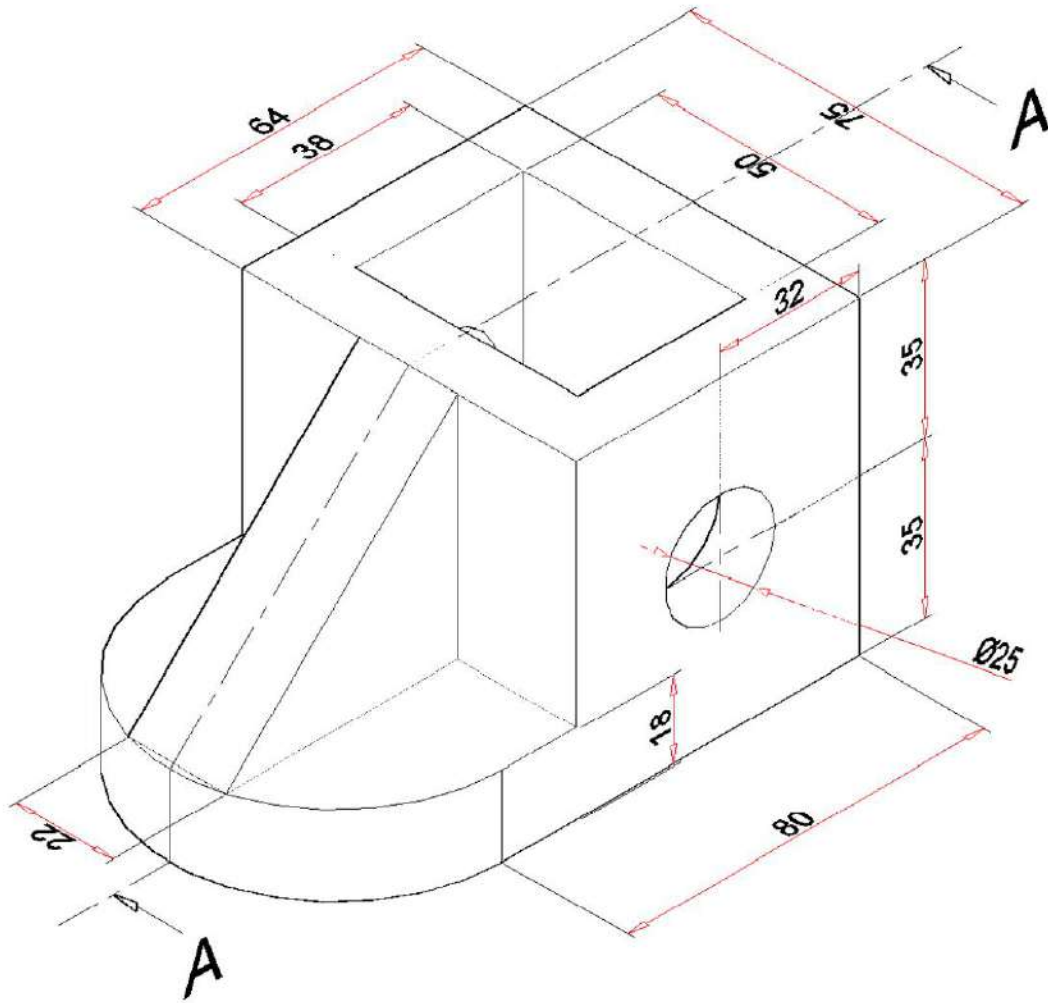
1. قطاع رأسي كامل.
2. اعد رسم المسقط الأفقي
3. استنتج المسقط الجانبي
4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط



الشكل 37-3

7-5-3 الشكل (38-3) يوضح منظور لمشغولة، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي:

1. قطاع رأسي كامل
2. المسقط الجانبي
3. المسقط الأفقي
4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط



الشكل 38-3

الفصل الرابع

علامات التشغيل والتفاوتات الهندسية

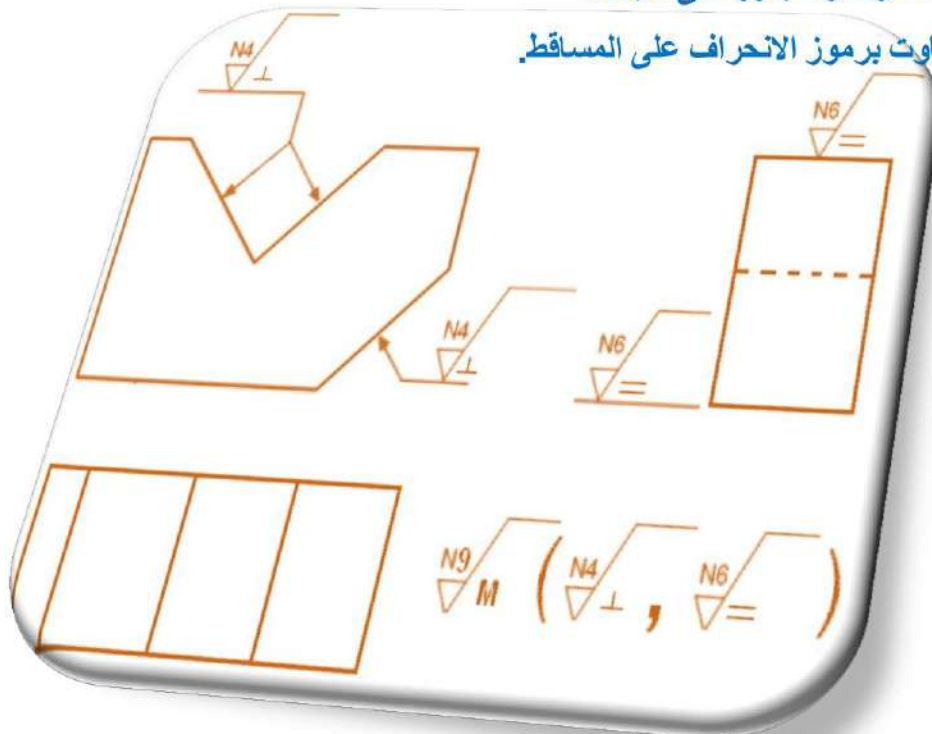
Machining Symbols

and Geometrical Tolerance

أهداف الفصل الثاني

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

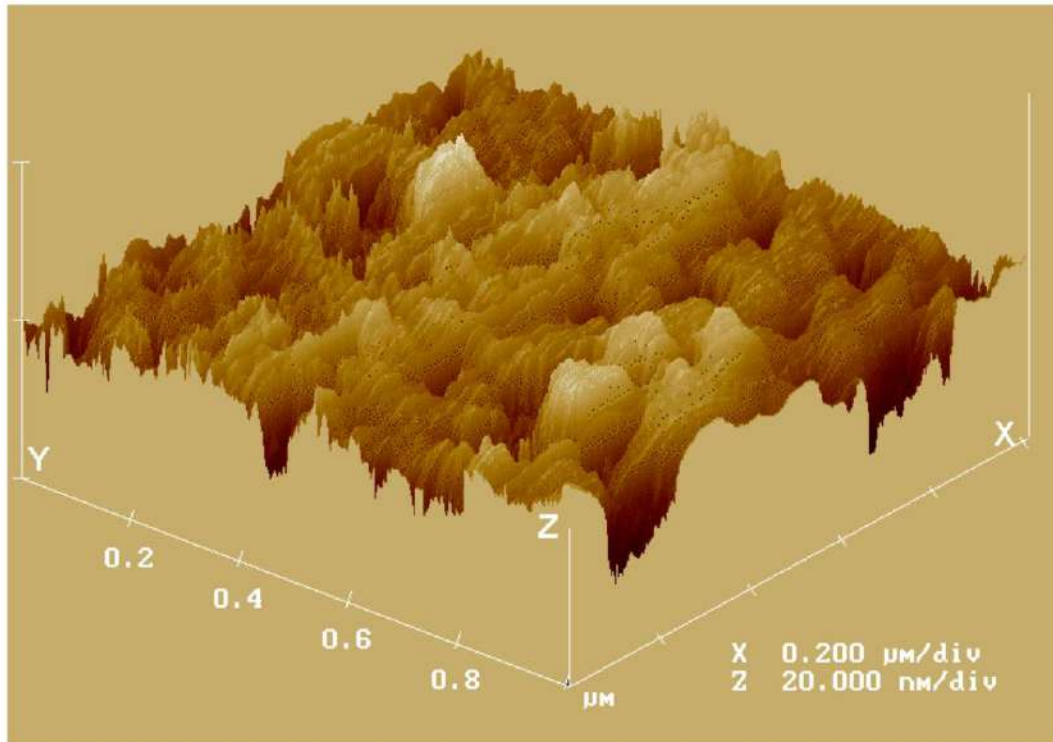
1. يعرف معنى خشونة السطح.
2. يرسم الرموز الخاصة بعلامات التشغيل.
3. يحدد مواقع قيم التشغيل على رمز الخشونة.
4. يميز درجات الخشونة وما يقابلها من قيم رقمية.
5. يميز رموز اتجاه التشغيل للحصول على الخشونة المطلوبة.
6. يثبت رموز التشغيل بالطريقة الصحيحة على المساقط متجنباً الأخطاء الشائعة في رسمها.
7. يعرف معنى التفاوت والتجاوز على الأبعاد.
8. يمثل قيم التفاوت برموز الانحراف على المساقط.



تمهيد:

إن للسطوح المشغلة بنية معقدة لاحتوائها على الكثير من التموجات والأخاديد، فلو وضعنا سطح ما تحت المجهر فنلاحظ الكثير من الانحرافات الناتجة عن عملية التشغيل، الشكل (4-1)، ونتيجة للعديد من العوامل منها طرائق التصنيع، متغيرات التشغيل مثل سرعة القطع وسرعة التغذية، وجود الاهتزازات المصاحبة لعمليات القطع، توفر سوائل التبريد، فضلاً عن تركيبة المادة المشغلة، وتستهمل قيم معيارية متعددة لوصف قيم الخشونة **Roughness** ومن أهمها عامل متوسط الخشونة **Ra** والذي يمثل قياس المسافة الرأسية (باتجاه الإحداثي **Z**) بين قمم وقيعان الجزء المفحوص بوحدات المايكرون

($10^{-6}m$ ، أو μm ، أو $1/1000mm$).



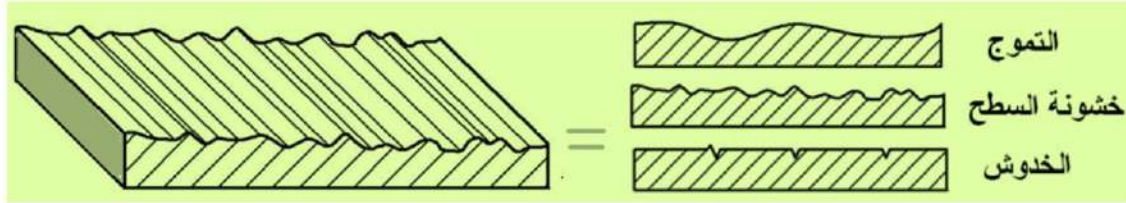
الشكل 4-1 : صورة ميكروسكوبية ثلاثية الأبعاد لسطح مقطوع بالتشغيل

4-1 خشونة الأسطح Surface Roughness

قد تختلف درجة الخشونة المطلوبة من تطبيق لآخر فقد تكون الأسطح المطلوبة ذات نعومة فائقة كما في كراسي التحميل **Bearings** لتقليل الاحتكاك وتجنب ارتفاع درجة الحرارة، في حين تتطلب التطبيقات المعتمدة على الاحتكاك في نقل الحركة كالفواصل **Clutches** أسطح خشنة.

عند ملاحظة السطح المشغل بصورة مكبرة نجد فيه ثلاثة أنواع من الانحرافات، الشكل (4-2) وهي كما يأتي:-

1. التمزج Waviness: انحرافات لها طابع الأمواج.
2. خشونة السطح Surface Roughness: الارتفاعات والانخفاضات الصغيرة الموجودة على السطح.
3. الخدوش Flaws: وهي تشوهات على شكل شقوق على السطح.



الشكل 4-2: الانحرافات الموجودة على السطح

عند تصميم ورسم أجزاء مطلوب إنتاجها تكون خشونة الأسطح من المعلومات الواجب توفرها في الرسومات إذ يكون التعبير عنها بواسطة رموز خاصة توضح عملية التشغيل الملائمة لكل سطح وكل من تلك الرموز لها تفسير خاص بها، بحسب المعايير العالمية **ISO - 1302 International Standard Organization** مع إمكانية إضافة قيم ونصوص لطريقة الإنهاء السطحي للحصول على درجة النعومة المطلوبة.

1-1-4 الإنهاء السطحي (Surface Finish) Surface Finish

الخشونة الناتجة بواسطة إجراء التشغيل **Machining Process** يمكن اعتبارها بأنها مكونة من كميتين هما **الخشونة المثالية**؛ وهي دالة لمقدار التغذية، وطبيعة الشكل الهندسي، إذ تمثل أفضل إنهاء ممكن للسطح باستعمال أداة القطع وبدون اهتزازات في التشغيل أو أخطاء في حركة أداة القطع، في حين إن **الخشونة الطبيعية**؛ تنتج عن عدة عوامل أخرى مثل سرعة القطع والتبريد والاهتزازات وغيرها، ويمكن التعرف على مقدار نعومة السطح بثلاثة وسائل هي :-



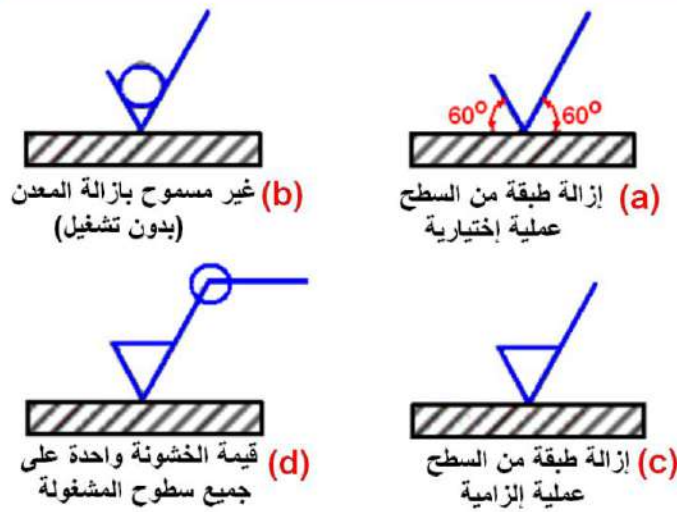
- الأجهزة الإلكترونية: وهي على عدة أشكال، فمنها ذات المتحسس الإبري الذي يرسم التمزجات في السطح أو التي تعتمد على زاوية انعكاس الضوء والتي يتم تحليلها في الجهاز ليعطي قيمة الخشونة **Ra**، الشكل (3-4).

الشكل 3-4: جهاز إلكتروني لفحص الخشونة

- الأجهزة البصرية: يتم تقييم الأسطح بالمجاهر البسيطة، أو تقنية المجهر ثلاثي الأبعاد (راجع الشكل 4-1).
- المقارنة بالنظر: وهي الطريقة السهلة إذ تقارن السطوح مع مجموعة من السطوح المعيارية ذات درجات مختلفة بالنعومة بواسطة اللمس أو النظر.

4 - 2 الرموز التخطيطية لعلامات التشغيل

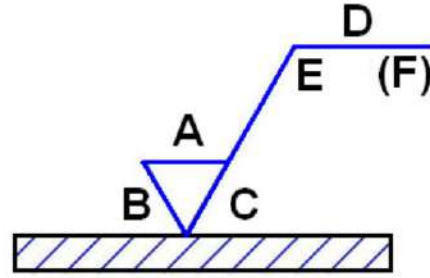
Graphical Symbols to Indicate Surface Texture



عند رسم وتوثيق المنتج التقني يشار الى متطلبات شكل القوام السطحي Surface Texture بواسطة رموز تخطيطية لكل منها معنى ومهمة خاصة تكمل بقيم عديدة وحروف لها معاني متفق عليها ضمن النظام العالمي ISO، الشكل (4-4).

الشكل 4-4: رموز التشغيل السطحي

الرمز التخطيطي الأساسي يتكون من خطين مستقيمين غير متساويين في الطول يميلان تقريباً 60° مع المستوي المطلوب تأشير تشغيله، طول الخط الأيمن ضعف طول الخط الأيسر، الشكل (4-4-a)، إن هذا الرمز يعني إزالة طبقة من السطح للحصول على الخشونة المطلوبة ستكون اختيارية، أما إذا كانت عملية إزالة المعدن غير مسموح بها (بدون إجراء عمليات قطع عليها) فيتم إضافة دائرة صغيرة الى الرمز الأساسي، الشكل (4-4-b). وعندما تكون عملية إزالة طبقة من السطح إلزامية ففي هذه الحالة يضاف خطاً أفقياً مع الرمز ليصبح كما في الشكل (4-4-c) ويستعمل للسطوح المراد تشغيلها بإزالة معدن، (أي بإجراء عملية قطع عليها مثل عمليات البرادة والخراطة والتفريز وغيرها)، وعندما تكون خشونة كافة السطوح للمشغولة واحدة تضاف دائرة صغيرة عند نهاية الخط الطويل، الشكل (4-4-d)، ولكي يكون الرمز كاملاً يسمح بإدخال القيم المطلوبة يضاف خطاً أفقياً مع الرمز ليصبح كما في الشكل (4-5)، أما الرموز التي من الممكن إضافتها على مخطط الرمز وعلى شكل قيم (أرقام)، أو رموز لتعبر عن المتغيرات ومواصفات التشغيل ويتحدد موقع تلك القيم والرموز على الرمز التخطيطي وكما يأتي:-



الشكل 4-5: الرمز التخطيطي الأساسي للتشغيل

(A) مقدار الخشونة (R_a) : وتكتب أما كقيمة رقمية (نظام قديم)، أو ما يعادلها بالدرجات (N1, N2, ..., N12)، وهي الطريقة المتبعة في الرسوم الحديثة، وتوضع بين ضلعي الرمز الأساسي، الجدول (1-4).

(B) سماح التشغيل **Machining Allowance**: قيمة رقمية بوحدة المليمتر، تمثل مقدار التجاوز المسموح به عند تشغيل السطح الذي يُوْشَر، ويوضع في الجانب الأيسر من الرمز الأساسي.

(C) إتجاه الخشونة **Surface Orientation**: يضاف إلى الجانب الأيمن من الرمز الأساسي (عند الضرورة)، الجدول (2-4).

(D) طريقة الإنتاج **Machining Method**: طريقة الإنجاز أو المعاملة السطحية، أو الإكساء، أو أية متطلبات أخرى (تضاف على خط أفقي يرسم مع الرمز).

(E) مسافة عينة السطح **Evaluation Length**: وهو مقدار المسافة بالمليمترات التي تقاس من خلالها خشونة السطح ويؤخذ طول العينة من المواصفة الدولية وتضاف تحت الخط الأفقي.

(F) قيم أخرى للخشونة تكتب بين قوسين تحت الخط الأفقي عند الضرورة.

3-4 درجات خشونة السطح Roughness Grade Numbers

يمثل الجدول (1-4) القيم الرقمية لدرجات الخشونة التي يتم الحصول عليها بواسطة عمليات التشغيل المختلفة للسطوح، إذ تستعمل مجموعة الحروف (N) بدلاً عن الأرقام بموجب المواصفة العالمية (ISO 1302-1992).

الجدول 4-1: القيم الرقمية لدرجات الخشونة

طريقة الإنتاج	قيمة الخشونة $Ra (\mu m)$	درجة الخشونة
سطح ناعم جداً (صقل أو شحذ باستعمال ماكينات دقيقة)	0.025	N1
سطح ناعم جداً (صقل أو شحذ باستعمال ماكينات دقيقة)	0.05	N2
سطح ذو نعومة عالية (صقل، شحذ، تلميع)	0.1	N3
سطح ناعم (شحذ، تلميع)	0.2	N4
سطح ذو نعومة جيدة (تجليخ، تلميع بواسطة السنفرة، صقل)	0.4	N5
إنهاء جيد جداً بالماكينة (خرطة وتفريز بعناية كبيرة، تجليخ)	0.8	N6
إنهاء جيد بالماكينة (تفريز ناعم مع سرعة عالية وتطعيم ناعم، خرطة)	1.6	N7
إنهاء متوسط بالماكينة (خرطة، تفريز، قشط، بثق، سبابة بالقوالب)	3.2	N8
إنهاء خشن (خرطة، تفريز، تثقيب، برادة، تجليخ خشن)	6.3	N9
إنهاء خشن نوعية واطنة (تفريز، خرطة، قشط ناعم، برادة خشنة، حدادة خشنة)	12.5	N10
سطح ذو خشونة عالية	25	N11
قطع بالمنشار، تأجين، سبابة بالرمل	50	N12

4-4 رموز اتجاه الخشونة Symbols of Surface Orientation

ويمكن الحصول على الخشونة المطلوبة بالعديد من طرائق المعالجات المختلفة إذ يتم تحديد اتجاه الخشونة من خلال طريقة التشغيل المستعملة، فعندما يكون من الضروري بيان اتجاه الخشونة تستعمل الرموز المبينة في الجدول (4-2)، إذ يرمز لكل منها برمز معين، والذي يبين اتجاه التشغيل النهائي.

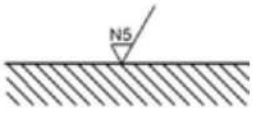
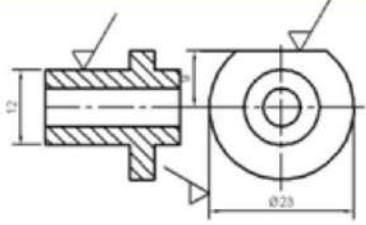
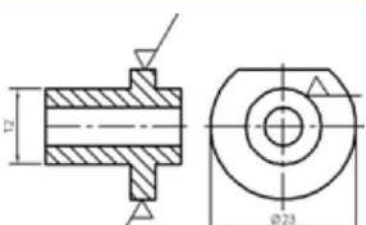
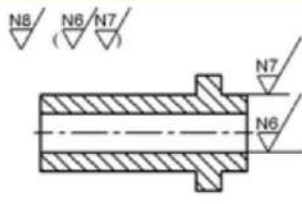
الجدول 4-2: رموز تمثيل اتجاه التشغيل السطحي

الرمز	المعنى	مثال تطبيقي
=	مواز لمستوى الإسقاط Parallel	
⊥	عمودي على مستوى الإسقاط Perpendicular	
X	تقاطع باتجاهين على مستوى الإسقاط Crossed	
M	متعدد الاتجاهات Multi-directional	
C	اتجاه دائري نسبة لمركز السطح المعني Circular	
R	اتجاه مركزي نسبة لمركز السطح المعني Radial	

4-5 الأخطاء الشائعة في تمثيل الخشونة

تحصل أخطاء في وضع الرموز الخاصة بتمثيل الخشونة، والجدول (4-3) يبين هذه الأخطاء مع الوضع الصحيح الذي يجب أن تكون عليه.

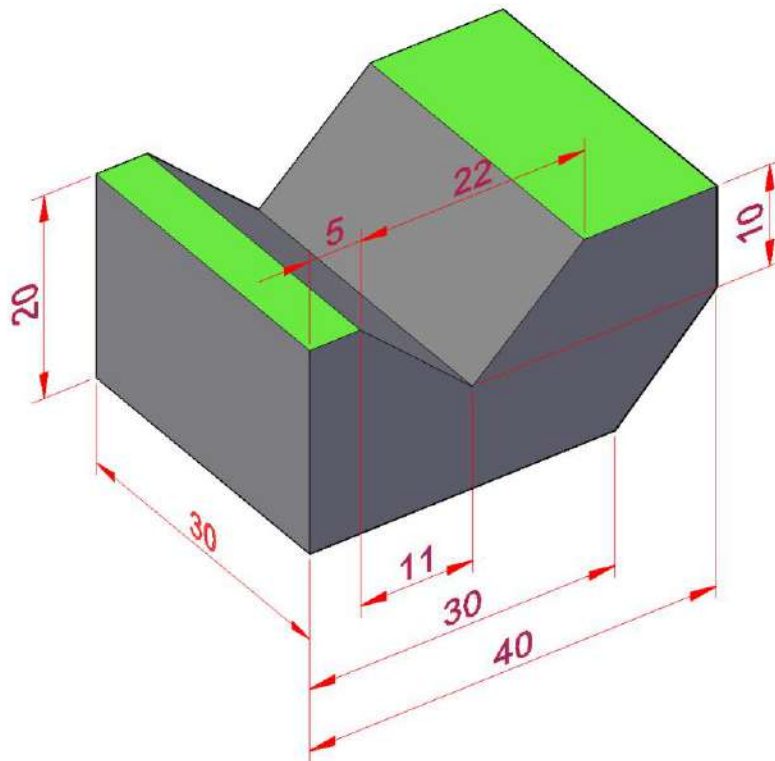
الجدول 3-4 : الأخطاء الشائعة في تمثيل رمز الخشونة

الخطأ	الوصيف الاستعمال
	يلاصق رأس الرمز خط الرسم دون وجود فاصلة.
	يتجه الخط الطويل نحو اليمين، ويوضع الرمز والبيانات بحيث تقرأ من يمين الرسم أو من الأسفل كما في وضع الأبعاد.
	إذا وجد مجرى في الجسم يوضع الرمز على خط مساعد في الخارج،
	يمكن ربط الرمز مع السطح بواسطة خط دليل ينتهي بسهم.
	يوضع الرمز على المسقط الذي عليه أبعاد كلما أمكن ذلك.
	إذا كان نفس التشغيل مطلوب على معظم سطوح الجسم يوضع رمزه قرب الرسم ، أما الرموز الأخرى فتؤشر على الرسم، ثم توضع بين قوسين.
	في رسم التروس يوضع رمز التشغيل على دائرة الخطوة.

مثال 4-1 (طريقة وضع رموز التشغيل)

ارسم المساقط الثلاثة للمنظور الموشوري المبين في الشكل (4-6)، مبيناً عليها علامات التشغيل وقيم خشونة الأسطح لغرض تشغيله وكما يأتي: -

- إنهاء السطوح المائلة والمجاري يكون مصقولاً ناعماً باتجاه عمودي على مستوي الإسقاط وبخشونة مقدارها $0.2 \mu\text{m}$ (N4).
- إنهاء السطحين العلوي والسفلي بالتفريز باتجاه مواز لمستوي الإسقاط وبخشونة مقدارها $0.8 \mu\text{m}$ (N6).
- إنهاء بقية السطوح بالبرادة الناعمة متعددة الاتجاهات وبخشونة مقدارها $6.3 \mu\text{m}$ (N9).

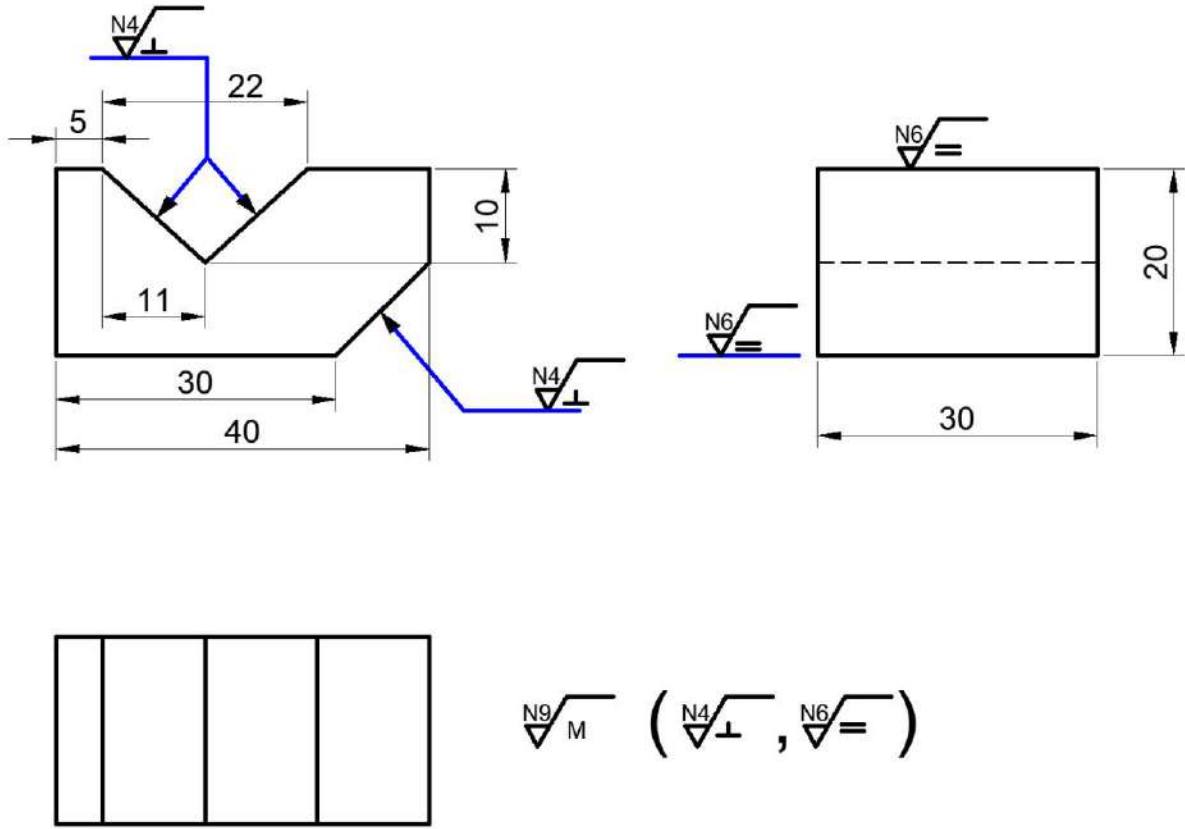


الشكل 4-6: مشغولة موشورية الشكل

الحل:

بعد رسم المساقط الثلاثة (كما مر سابقاً)، تحدد الأسطح المناسبة لتأشيرها برموز وعلامات التشغيل، إذ تكتب العلامات في الحيز الخالي (أسفل المسقط الجانبي) للإشارة إلى الرمز الخاص بتشغيل ببقية

السطوح، أما السطوح المؤشرة بالرموز على المساقط فتكتب محددة بين قوسين، وكما موضح في الشكل (7-4).



الشكل 7-4: تثبيت علامات التشغيل على المساقط

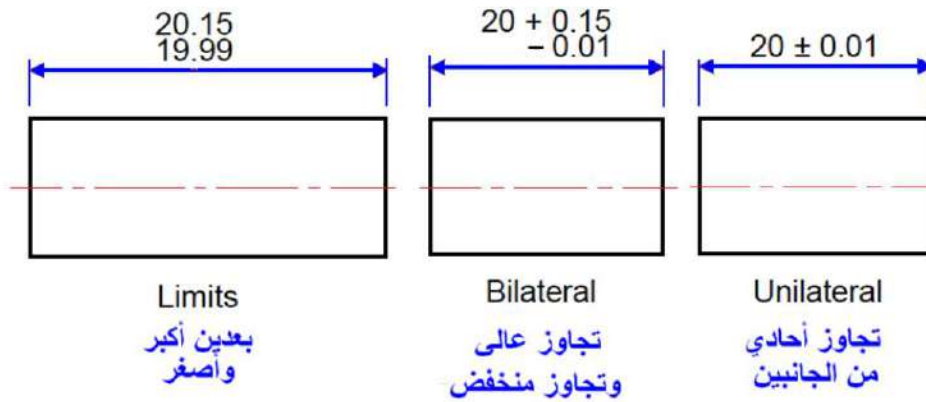
6-4 رموز التفاوت Tolerance Symbols

1-6-4 الحدود والتوافق Limits and Fits

الأجزاء التي تتكون منها المشغولات يجب أن تتطابق معا، بينما من الناحية العملية لا يمكن تصنيعها بالحجم والقياس الدقيق، ومن المشاكل التي تواجه المصمم تحديد الأبعاد العليا والدنيا لحجم تلك الأجزاء لكي تقوم بأداء الغرض المطلوب أثناء العمل، وكمثال البعد $10 \pm 0.02 \text{ mm}$ سيكون مقبولا فيما إذا صنع الجزء ضمن حدود البعد من 9.98 mm الى 10.02 mm .

النظام الحالي لصناعة الأجزاء القابلة للتبادل Interchangeable جعل من الإنتاج بالجملة عملية سهلة لا تتطلب الدقة والمهارة المتناهية في التصنيع إذ تسمح بحدود للخطأ (الغير مقصود) ولكن ضمن المدى المقبول في الأبعاد، لكي يعتبر الجزء المصنع مقبولا، فالمصمم يجب أن يضمن بأن الرسم يحتوي على الأوامر الواضحة بخصوص الحدود العليا والدنيا لكل بعد، إذ تمثل الأبعاد بعدة طرائق، أذ

توضع أبعاد التفاوت على شكل رقمين فوق خط البعد، ليمثلان أكبر قياس وأصغر قياس مسموح بهما، وتستخدم إحدى الصيغ التالية عند كتابة التفاوت، الشكل (8-4).



الشكل 8-4: صيغ كتابة التفاوتات

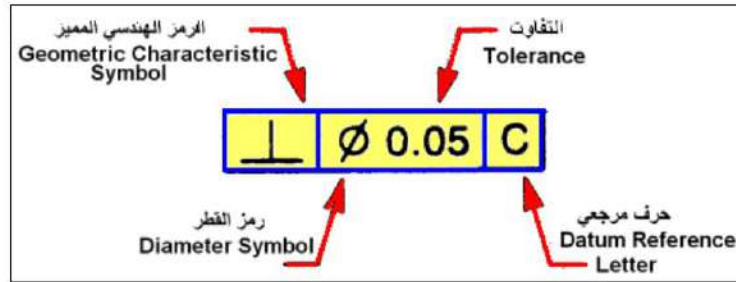
- (أ) **التفاوت الأحادي Unilateral:** ويسمح بتحديد نطاق السماح بالرجوع الى القيمة الأساسية في اتجاه واحد بالزيادة أو النقصان.
- (ب) **التفاوت الثنائي Bilateral:** ويسمح للبعد بالانحراف عن قيمته الأساسية في الاتجاهين زيادة ونقصان.
- (ت) **التفاوت الحدي Limits:** تكتب قيمة البعد العليا والدنيا ويكون البعد الأساسي مجهولاً ويطلق على هاتين القيمتين حدي القياس.

2-6-4 التفاوت الهندسي Geometrical Tolerance

يعرف التفاوت بأنه التغيير الكلي المسموح به في عملية أو خاصية لمفردة يتم إنتاجها، ومن غير الممكن إنتاج مشغولة بالأبعاد الاسمية **Nominal Dimensions** تماماً وفي كل مرة، مما يستوجب وضع حدود لمقدار التجاوز والذي يمثل السماح **Allowance** بالأبعاد أو التجاوز على البعد (قيمة موجبة) عن البعد الطبيعي والمسموح به وهي أرقام بوحدات الأبعاد نفسها mm توضع على البعد كحد أعلى، بمعنى انه مقدار الخطأ المسموح به في تنفيذ قياس التشغيل وللأجزاء التي يتطلب إنتاجها دقة عالية وبمقادير لا تؤثر على عملية التداخل وتجميع تلك الأجزاء فيما بعد.

ومن الممكن تصوير وترجمة تفاوتات التصنيع بالاستعانة برموز بسيطة تدعى رسومات التفاوت في الرسم الهندسي **Tolerance in Engineering Drawing**، وعند استعمالها بالشكل الصحيح تضمن الاتصال بين مكتب الرسم والورشة بشكل كامل بعيداً عن سوء الفهم، فضلاً عن تجنب حاجز اللغة، إذ صار الاتجاه الحديث، فضلاً عن تحديد قيمة التجاوز على البعد، أن يحتوي الرسم على تعبير

رسومي يبين طبيعة الربط بين الأجزاء المتماسة (التي يكون بينها السماحات بالأبعاد)، وتسمى بالتفاوت الهندسي **Geometrical Tolerance** تبين الشكل الهندسي لسطح أو حد لمشغولة عند التجميع الميكانيكي أو استعمالها معزولة كانهراف الاستواء، كأن يكون بشكل متوازٍ أو مسطح أو مستدير..الخ، لتكون معلومة مكملة لتفاوتات الأبعاد، إذ تحدد تلك الأبعاد بإطار مستطيل **Tolerance Frame** تسمى غالباً **Boxed Dimensions**، الشكل (9-4).



الشكل 9-4: إطار قيم التفاوت

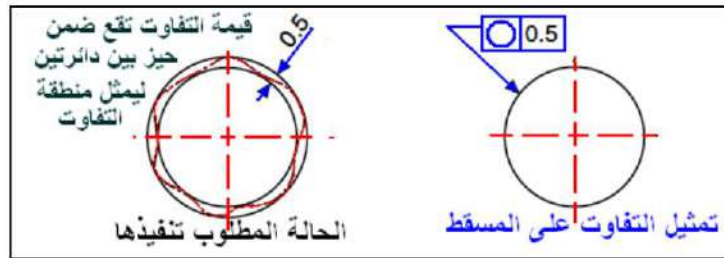
يحتوي إطار التفاوت قيم التجاوزات على البعد المحدد وذلك لضبط المواقع الحقيقية للثقوب، النتوءات، المجاري، ..الخ، ويبين الجدول (4-4) بعضاً من الرموز المستعملة ودلالاتها التشغيلية في الرسوم الهندسية وفق النظام العالمي **ISO**، وكما يأتي:-

الجدول 4-4 : بعضاً من رموز التفاوت.

التطبيق	الرمز	خصائص التفاوت
ثبتت على الرسوم		محددات الانحراف Toleranced Feature Indication
تكون ثابتة يتم القياس نسبة لها. (قد يكون مثبث الدليل ممنوع)		أدلة مرجعية Datum Feature Indication
بعد نظري بدون تفاوت يكتب داخل إطار.		البعد الاسمي Theoretically Exact Dimension
محيط دائرة، مقطع عرضي لنقب، اسطوانة أو مخروط.		انحراف الاستدارة Roundness
تتمثل استدارة واستقامة وتوازي السطوح الاسطوانية.		انحراف الاسطوانية Cylindricity
موازاة واستواء السطح لمستوي مرجعي.		انحراف التوازي Parallelism
سطوح، المحاور، أو الخطوط تكون بزوايا قائمة إلى بعضهم البعض.		انحراف الانعامد Perpendicularity
الإزاحة الزاوية للسطوح، المحاور، أو الخطوط نسبة لخط مرجع.		انحراف زاوي Angularity

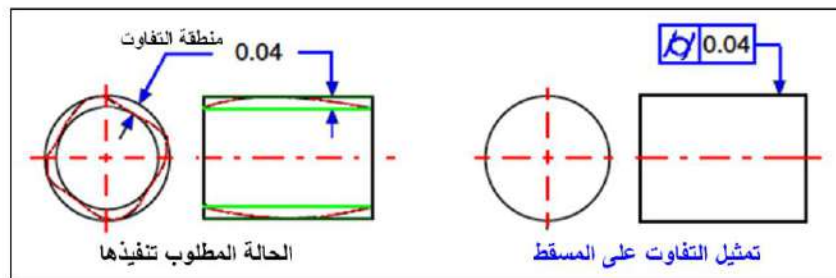
وفيما يلي بعض التطبيقات العملية لرموز التفاوت على المساقط: -

1. **إنحراف الاستدارة Roundness** : وهي أن تبعد أي نقطة من السطح المنحني بالتساوي عن المركز، والذي يقع في المستوي نفسه، ويسيطر سماح الاستدارة على ميزة الانحراف بين دائرتين (افتراضيتين) متحدتين بالمركز، ويسمى الحيز بينهما بمنطقة التفاوت، مما يسمح بإنتاج الأشكال الدائرية بقيمة تفاوت للقطر، أي عند قياس قطر المنتج يكون ضمن حدود للخطأ المسموح به أثناء التصنيع، ويبين الشكل (4-10) تطبيقات على الدائرة وطريقة تمثيل ذلك التفاوت على المسقط.



الشكل 4-10 : تطبيق على انحراف الاستدارة.

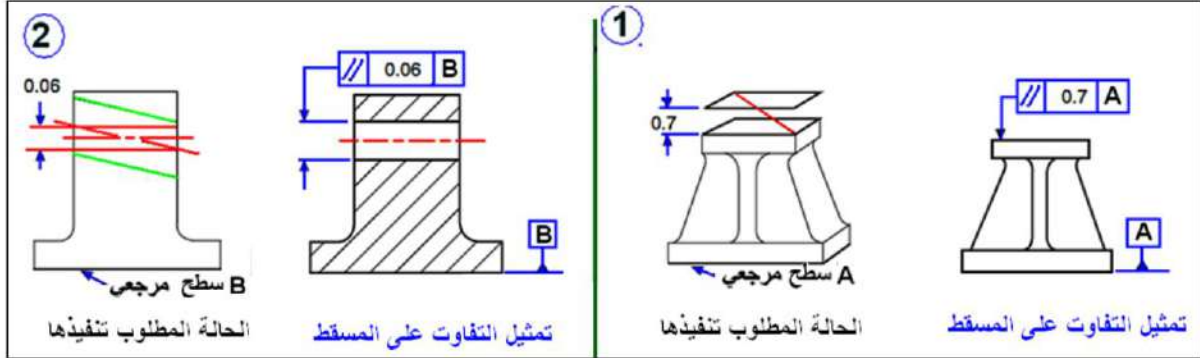
2. **إنحراف الاسطوانية Cylindricity** : أن صفات الاستقامة والاستدارة والتوازي تنتج صفة الاسطوانية عند تطبيقها على سطح اسطوانة، إذ تنظم السماح ضمن منطقة التفاوت الحلقية بين اسطوانتين متحدتان في المركز ليكون الفرق بالقطر (شعاعياً) هو الانحراف المسموح به، ويبين الشكل (4-11) كيفية تمثيل ذلك على المساقط.



الشكل 4-11 : تطبيق على انحراف الاسطوانية.

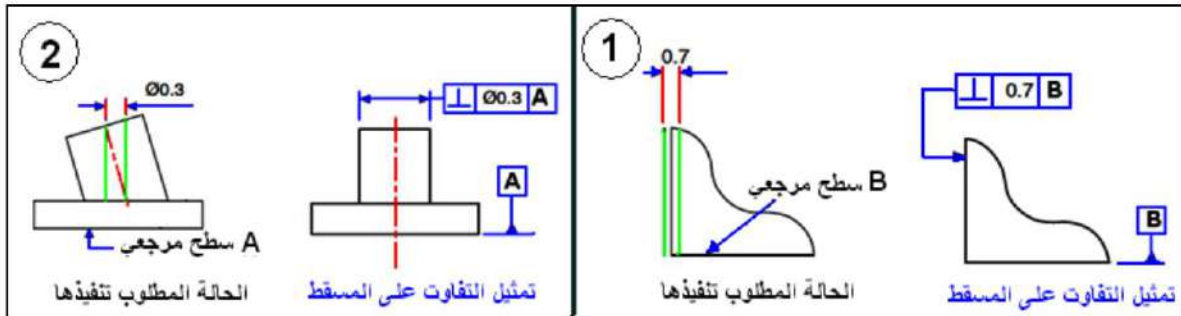
3. **إنحراف التوازي Parallelism** : من الصعوبة تصنيع سطح أو حافة بموازاة عنصر آخر بشكل يكون السطحان المتوازيان تفصل بينهما مسافة ثابتة على الدوام، لذلك صار من الواجب وجود تفاوت يسمح لحالة التوازي تلك، وتحتاج تلك الخطوط أو السطوح إلى محاور أو أسطح مرجعية (Datum) بغرض تحديد قيمة انحراف معينة مسموح بها (عند التصنيع) لتحقيق التوازي معها، ويبين الشكل (4-12) بعض الحالات التصنيعية تتطلب التوازي نسبة إلى سطح

(أو محور) مرجعي، والذي يشار له بحرف كبير (A, B, ... X, Y, Z) يضاف كعلامة على المسقط (تكون داخل إطار أيضاً)، فضلاً عن ضرورة إدراجه ضمن الإطار الذي يحتوي على رمز الانحراف وقيمه الرقمية.



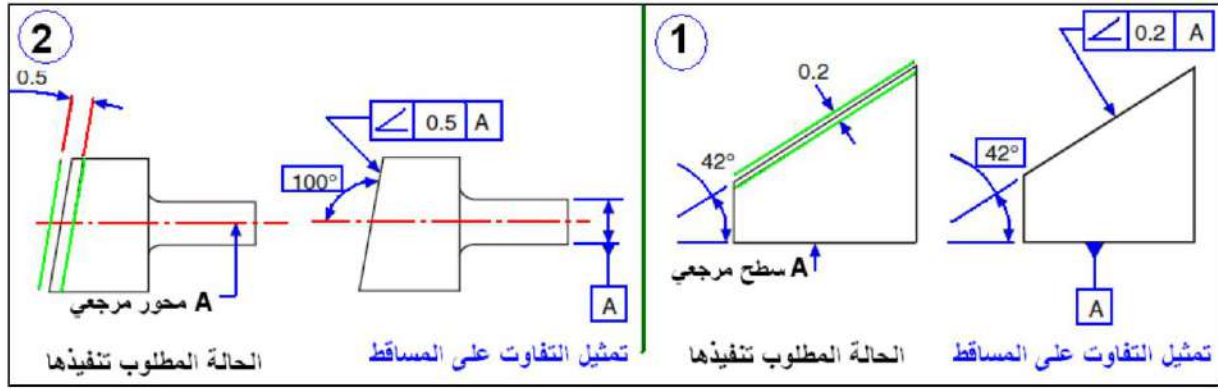
الشكل 4-12 : تطبيق على انحراف التوازي.

4. **انحراف التعامد Perpendicularity** : عندما يكون ضمن عملية تصنيع مشغولة تحتوي على محور أو سطح أو مستوي عمودياً (بزاوية قائمة) على عنصر مرجعي Datum Feature، فتكون منطقة التفاوت هي المجال بين خطين أو سطحين متوازيين (افتراضيين)، ويبين الشكل (4-13) بعضاً من الحالات التي تتطلب تأشير التعامد وفقاً لقيم سماح خطية أو اسطوانية، وأسلوب تثبيتها على المساقط.



الشكل 4-13: تطبيق على انحراف التعامد

5. **الانحراف الزاوي Angularity** : تكون العلاقة الزاوية بين سطحين، مستويين، أو خطين غير متوازيين أو متعامدين، وينظم الانحراف الزاوي تلك العلاقة، إذ تكون قيمة الزاوية بينهما كبعد إسمي (نظري) يكتب محدداً بإطار مصحوباً بقيمة الانحراف الزاوي وهي السماح بالتجاوز على قيمة تلك الزاوية والذي يكون محصوراً بين خطين متوازيين، بعد تحديد خطأ أو سطحاً، أو محوراً مرجعياً، ويبين الشكل (4-14) بعض حالات التعامد وطريقة تمثيل الانحراف على المساقط، علماً إن الانحراف الزاوي يبقى بوحدات الطول وليس بالدرجات.

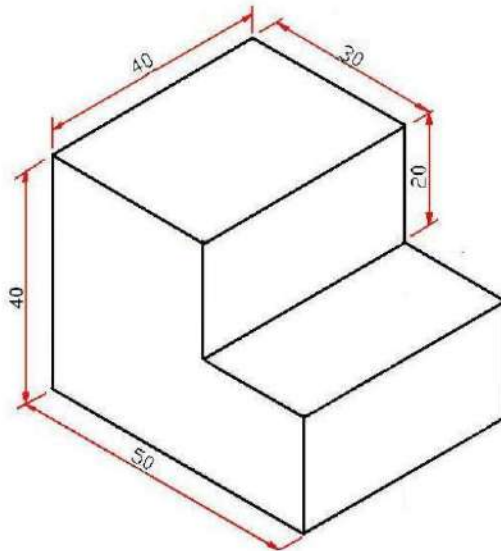


الشكل 14-4: تطبيق على الانحراف الزاوي

مثال 2-4

لغرض إنتاج المشغولة المبين منظورها في الشكل (4-15)، إرسم المساقط الثلاثة وضع عليها علامات التشغيل والتفاوت وكما يأتي:-

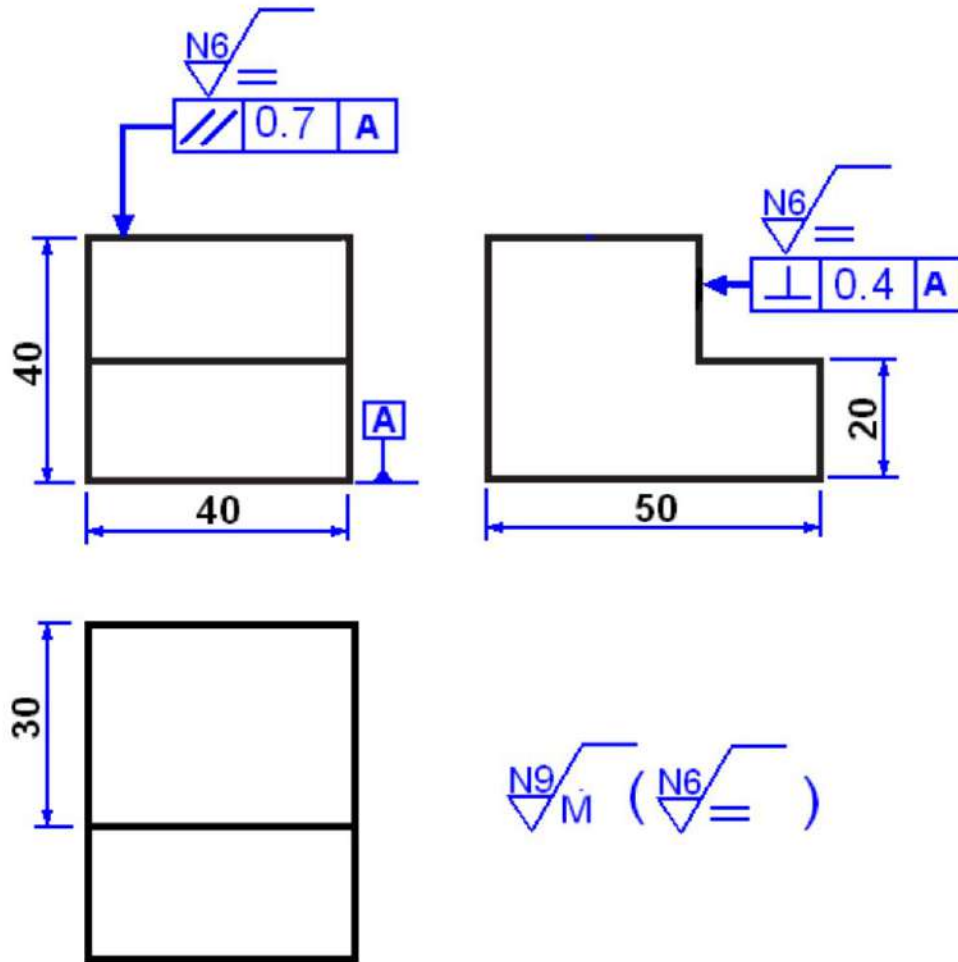
- السطح العلوي للمشغولة موازياً للقاعدة بمقدار تفاوت قيمته 0.7mm .
- اتجاه تشغيل السطح العلوي موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها $0.8\text{ } \mu\text{m}$ (N6).
- السطح الجانبي يقطع بشكل عمودي على القاعدة بمقدار تفاوت قيمته 0.4mm .
- اتجاه تشغيل السطح الجانبي موازياً لمستوي إسقاطه للحصول على خشونة مقدارها $0.8\text{ } \mu\text{m}$ (N6).
- بقية السطوح مشغلة باتجاهات متعددة بالبرادة وبخشونة مقدارها $6.3\text{ } \mu\text{m}$ (N9).



الشكل 15-4

الحل

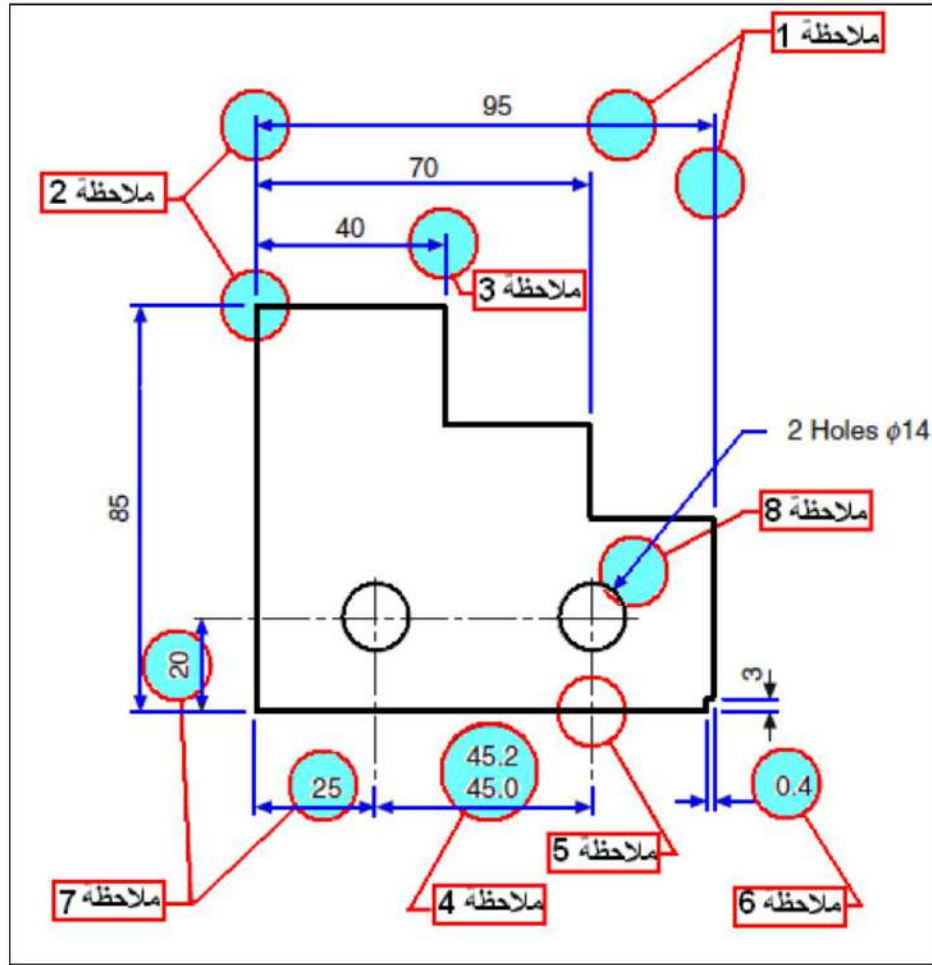
بعد رسم المساقط ووضع الأبعاد، توضع علامات التشغيل والقيم ورموز التفاوت على مساقط السطوح المطلوبة، الشكل (16-4).



الشكل 16-4

3-6-4 وضع الأبعاد

بما إن علامات التشغيل وأبعاد التفاوت هي جزء من منظومة الأبعاد التي توضع على المساقط فمن المناسب في هذا الفصل أن نعيد تذكر بعض الملاحظات المهمة عند وضع الأبعاد، والتي درسها الطالب في المرحلة السابقة، الشكل (17-4)، وكما يأتي:-



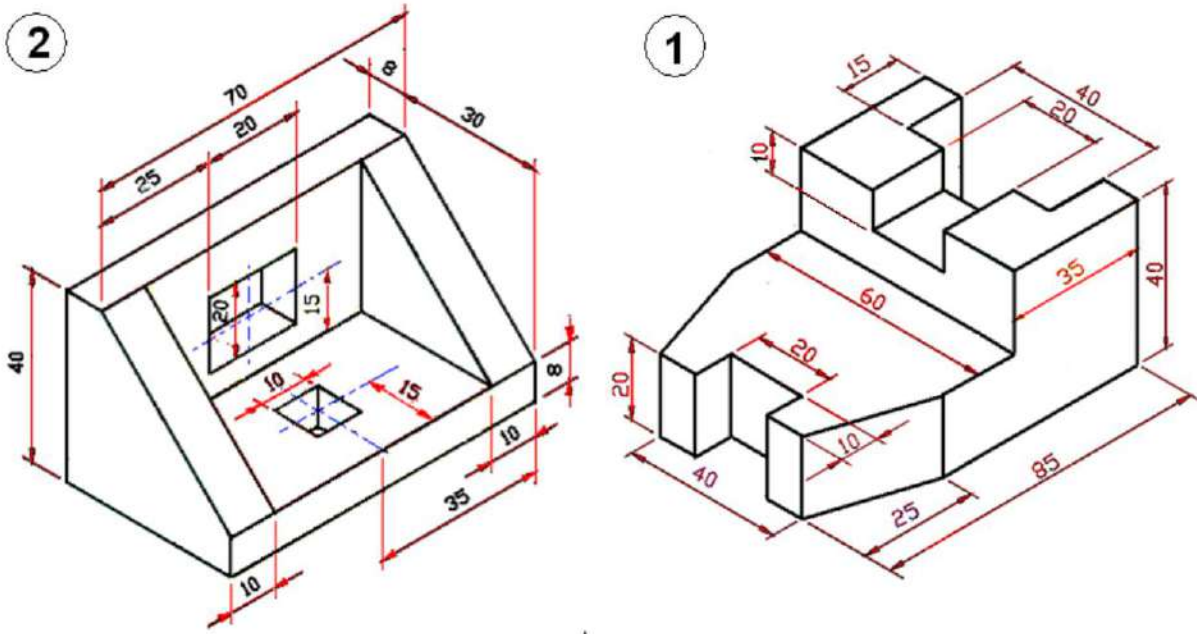
الشكل 4-17: ملاحظات وضع الأبعاد

1. خطوط الأبعاد والامتداد تكون مستمرة وذات سمك 0.35mm (قدر الإمكان)، توضع خارج حدود الرسم، وبشكل واضح بينما تكون حدود الرسم بسمك عريض 0.7mm وبذلك تميز عن خطوط منظومة الأبعاد.
2. خطأ الامتداد لا يمسا الرسم بل يجب ترك فجوة صغيرة بحدود $2-3\text{mm}$ اعتماداً على حجم الرسم ويجب أن يستمر لنفس المسافة بعد خط البعد.
3. رؤوس الأسهم (الأنصال Arrowheads) تكون مثلثة الشكل (تقريباً) وغامقة وبنفس الحجم والشكل لكل الرسم وتمس خط الامتداد.
4. الأخذ في الاعتبار حجم كتابة الأبعاد الفعلية، وعند وجود عددين معا يفترض أن يكون بين صفوف الأبعاد فراغ كافي بحدود 1.2mm .
5. يجب عدم استعمال خطوط المراكز كخطوط بعد، بل تترك واضحة ومتميزة ويمكن مدها لتكون خطوط امتداد للبعد.

6. قيمة الأبعاد تكون بوحدات المليمتر (كمثال 19 وليس 19.0) ويعبر عن أجزائه بالصيغة العشرية 0.4 وليس 0,4 أو 4. ، أما عند إدراج أكثر من رقمين، تكتب الفارزة لتفصل بينهما.
7. لكي تقرأ الأبعاد بشكل واضح تكتب فوق خط البعد للقياسات الأفقية وتكتب يسار خط البعد للقياسات العمودية، بحيث تقرأ بوضوح عند تدوير ورقة الرسم باتجاه دوران عقارب الساعة.
8. خط البعد المشير الى أجزاء محددة مثل الدوائر يكون منتهياً برأس سهم يشير على محيط الدائرة ويمر امتداده بمركزها.

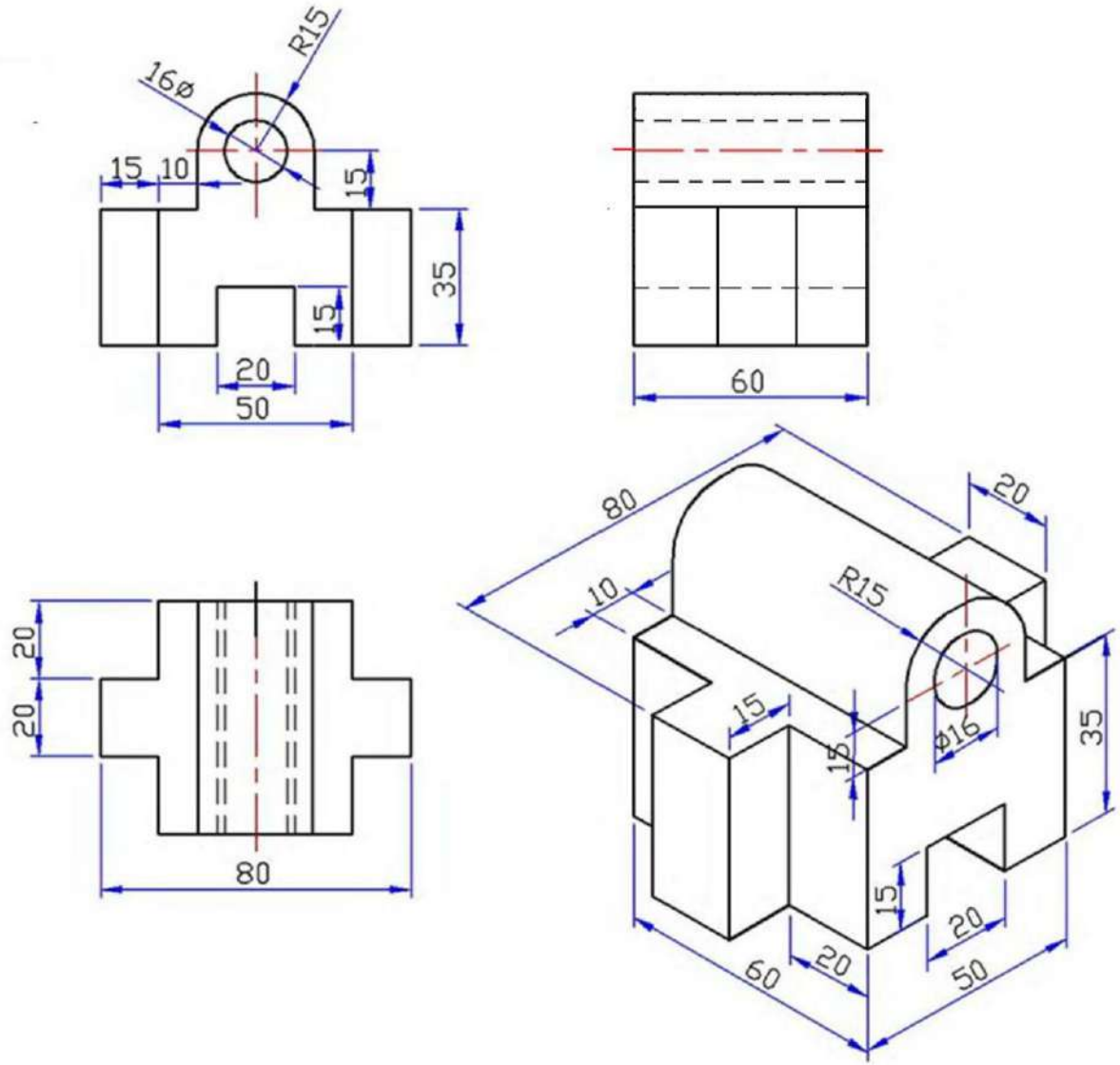
7-4 أسئلة وتمارين

- 1-7-4 ما هي أنواع الانحرافات التي تشكل خشونة السطوح المشغلة؟ وما هي طرائق التعرف على نعومة الأسطح؟
- 2-7-4 إرسم الرمز التخطيطي الأساسي للتشغيل، موضحاً عليه مواقع قيم افتراضية (حروف) مع توضيح معنى كل منها.
- 3-7-4 أذكر خمساً من طرائق الإنتاج للحصول على النعومة مع بيان القيمة الرقمية للخشونة Ra ورمز N المقابل لكل منها.
- 4-7-4 كيف يحدد اتجاه الخشونة من خلال طريقة التشغيل المستعملة؟ بين ذلك بالرموز ومعنى كل منها عن طريق رسم تخطيطي يوضح سطح المشغولة وعلامة التشغيل المناسبة لكل رمز.
- 5-7-4 توجد ثلاثة صيغ لوضع الأبعاد المحتوية على التفاوت لتبين أكبر بعد وأصغر بعد مسموح بتشغيلهما، بين ذلك بمثال مرسوم.
- 6-7-4 عرف التفاوت الهندسي، وما الغاية من استعماله في الرسوم الميكانيكية؟ بين كيفية وضعه على المساقط.
- 7-7-4 ارسم رموز التفاوت وبين التطبيق (بشكل مثال رسومي) لكل مما يأتي :-
البعد الاسمي، الدليل المرجعي، انحراف الاستقامة، انحراف الاستواء، انحراف الاسطوانية، انحراف التوازي، انحراف التعامد، والانحراف الزاوي.
- 8-7-4 بمقياس رسم 1:1، إرسم لكل من المنظورين المبينين في الشكل (4-18)، ما يأتي: -
(أ) المساقط الثلاثة موزعة على ورقة الرسم (بعد رسم الإطار وجدول المعلومات) مع وضع كافة الأبعاد عليها.
(ب) وضع علامات التشغيل إذا كانت القطع مشغلة تشغيلاً متوسط النعومة للحصول على خشونة مقدارها $3.2\mu\text{m}$ (N8)، السطوح المائلة تشغل بمقدار تفاوت زاوي مقداره 0.8mm وباتجاه تشغيل موازي لمستوي الإسقاط وبخشونة مقدارها $0.4\mu\text{m}$ (N5).



الشكل 4-18

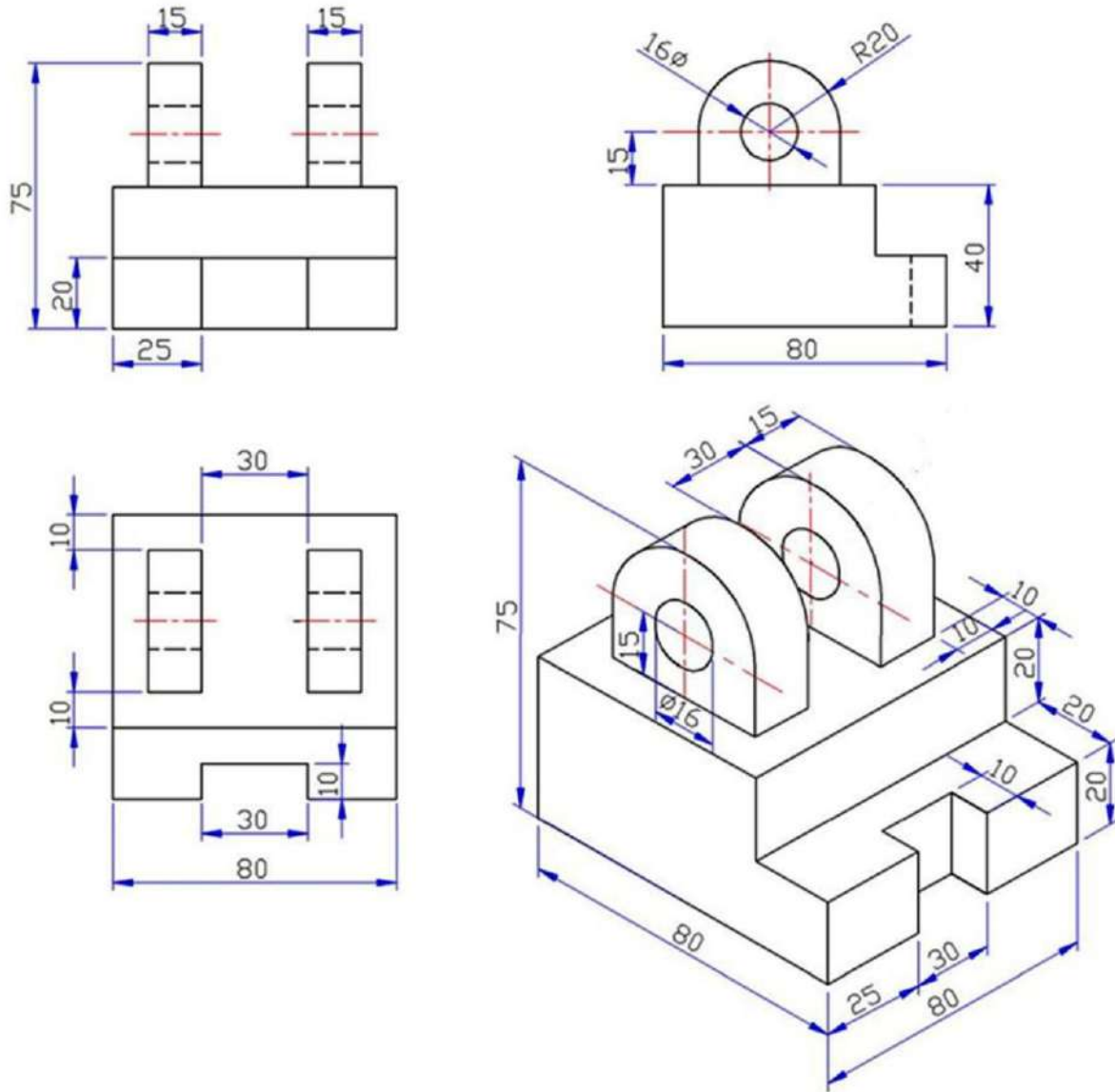
- 4-7-9 بمقياس رسم 1:1، إرسم لكل من المنظورين المبينين في الشكل (4-19)، ما يأتي: -
- (أ) المساقط الثلاثة موزعة على ورقة الرسم (بعد رسم الإطار وجدول المعلومات) مع وضع كافة الأبعاد عليها.
- (ب) وضع علامات التشغيل إذا كانت القطع مشغلة تشغيلاً متوسط النعومة للحصول على خشونة مقدارها $3.2\mu\text{m}$ (N8)، السطوح المائلة تشغل بمقدار تفاوت زاوي مقداره 0.8mm وبتجاه تشغيل موازي لمستوي الإسقاط وبخشونة مقدارها $0.4\mu\text{m}$ (N5)، والسطوح الاسطوانية تشغل بمقدار تفاوت أسطواني مقداره 0.8mm ، أما الثقوب فلها خشونة السطوح المائلة نفسها.



الشكل 20-4

11-9-4 ارسم بمقياس رسم Scale 1:1 للمنظور المبين مع مساقطه في الشكل (21-4) ما يأتي:-

1. قطاع رأسي (إمامي) كامل، (المستوي القاطع يمر بمحور الثقب).
 2. مسقط جانبي.
 3. قطاع أفقي، (المستوي القاطع يمر بمحور الثقب).
 4. وضع الأبعاد وعلامات التشغيل وكما يأتي:-
- اتجاه تشغيل الثقب موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها $1.6 \mu\text{m}$ (N7).
 - بقية السطوح مشغولة بالسباكة وموازية لمستوي الإسقاط، بخشونة مقدارها $50 \mu\text{m}$ (N12).

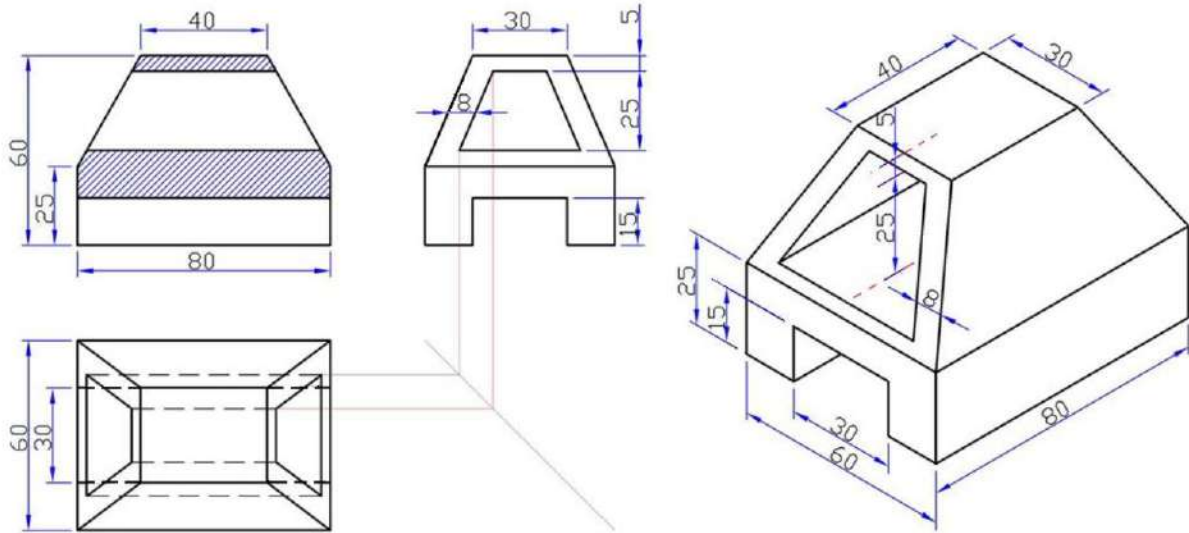


الشكل 21-4

12-7-4 بمقياس رسم 1:1 ، أعد رسم مساقط المنظور المبين في الشكل (22-4) وكما يأتي:-
(لاحظ طريقة إسقاط السطوح المائلة من المسقط الجانبي إلى المسقط الأفقي).

1. قطاع رأسي (إمامي) كامل.
 2. مسقط جانبي.
 3. مسقط أفقي.
 4. وضع الأبعاد وعلامات التشغيل وكما يأتي:-
- السطح السفلي للمجرى النافذ موازياً للقاعدة بمقدار تفاوت قيمته 0.4mm.
 - اتجاه تشغيل المجاري موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها 0.4 μm.
- (N5).

- اتجاه تشغيل السطوح المائلة موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها 1.6 μm (N7).
- بقية السطوح مشغولة بالسباكة وموازية لمستوي الإسقاط، بخشونة مقدارها 50 μm (N12).

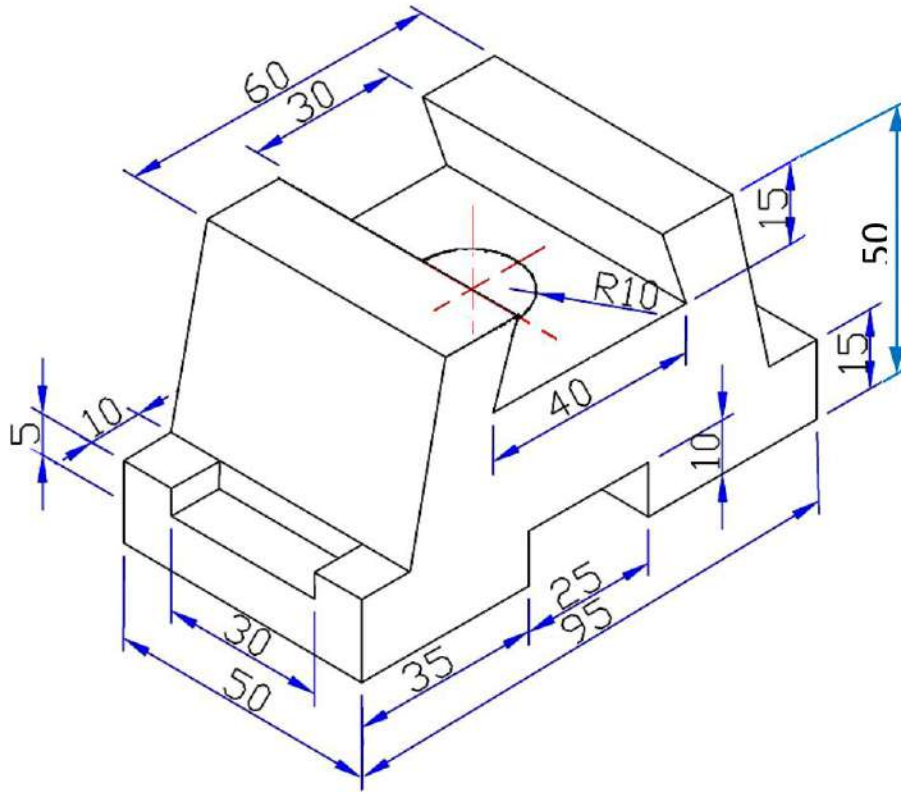


الشكل 4-22

13-7-4 إرسم بمقياس رسم 1:1 مساقط المشغولة المبين منظورها في الشكل (4-23)

وكما يأتي:-

1. قطاع رأسي (إمامي) كامل.
 2. مسقط جانبي.
 3. مسقط أفقي.
 4. وضع الأبعاد وعلامات التشغيل وكما يأتي:-
- السطح السفلي للمجرى النافذ موازياً للقاعدة بمقدار تفاوت قيمته 0.4mm.
 - اتجاه تشغيل المجاري بالتفريز (Milling) موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها 0.4 μm (N5).
 - اتجاه تشغيل السطوح المائلة موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها 1.6 μm (N7).
 - بقية السطوح مشغولة بالبرادة وموازية لمستوي الإسقاط، بخشونة مقدارها 6.3 μm (N9).



الشكل 4-23

14-7-4 المشغولة المبينة في الشكل (4-24) مصنوعة من الصلب الكربوني، صنعت بعدة طرائق تشغيلية كالسباكة ثم التفريز والتثقيب، منتظم، بمقياس رسم مناسب ارسم ما يأتي:-

1. قطاع رأسي (إمامي) كامل.
 2. مسقط جانبي.
 3. مسقط أفقي.
 4. وضع الأبعاد وعلامات التشغيل وكما يأتي:-
- السطح العلوي للمجرى (ذي الزاوية القائمة) يكون مشغل بتفاوت زاوية قيمته 0.7mm.
 - السطح الداخلي لكل الثقيبين النافذين عمودياً على القاعدة بمقدار تفاوت قيمته 0.2mm.
 - اتجاه تشغيل المجاري موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها 0.4 μm (N5).
 - بقية السطوح مشغولة بالسباكة بموازاة مستويات الإسقاط بخشونة مقدارها 12.5 μm (N10).

الفصل الخامس

الرسم المعان بالحاسوب

Computer Aided Drawing

أهداف الفصل الخامس

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على ان:

1. يثبت برنامج الرسم بالحاسوب الأوتوكاد.
2. يميز التفاصيل على واجهة البرنامج.
3. يتعرف على محتويات أشرطة الأدوات Toolbars.
4. يدخل الأوامر بعدة طرائق.
5. يمتلك مهارات الرسم عن طريق شريط أدوات القفز .
6. يتعرف على شريط أوامر التعديل Modify.
7. يتعرف على شريط الأبعاد Dimension.
8. يحضر مساحة الرسم.
9. يطبق أوامر الرسم Draw .
10. يميز الإحداثيات في الفراغ في الرسم ثلاثي الأبعاد.
11. يعرف نظام إحداثيات المستخدم.
12. يستعمل أوامر الرسم 3D.
13. يستعمل أوامر التركيبات الصلبة .
14. ينفذ الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D.
15. ينفذ رسم منظور الدائرة الأيزومتري.
16. يرسم مساقط المنظور باستعمال برنامج الرسم بالحاسوب.



تمهيد

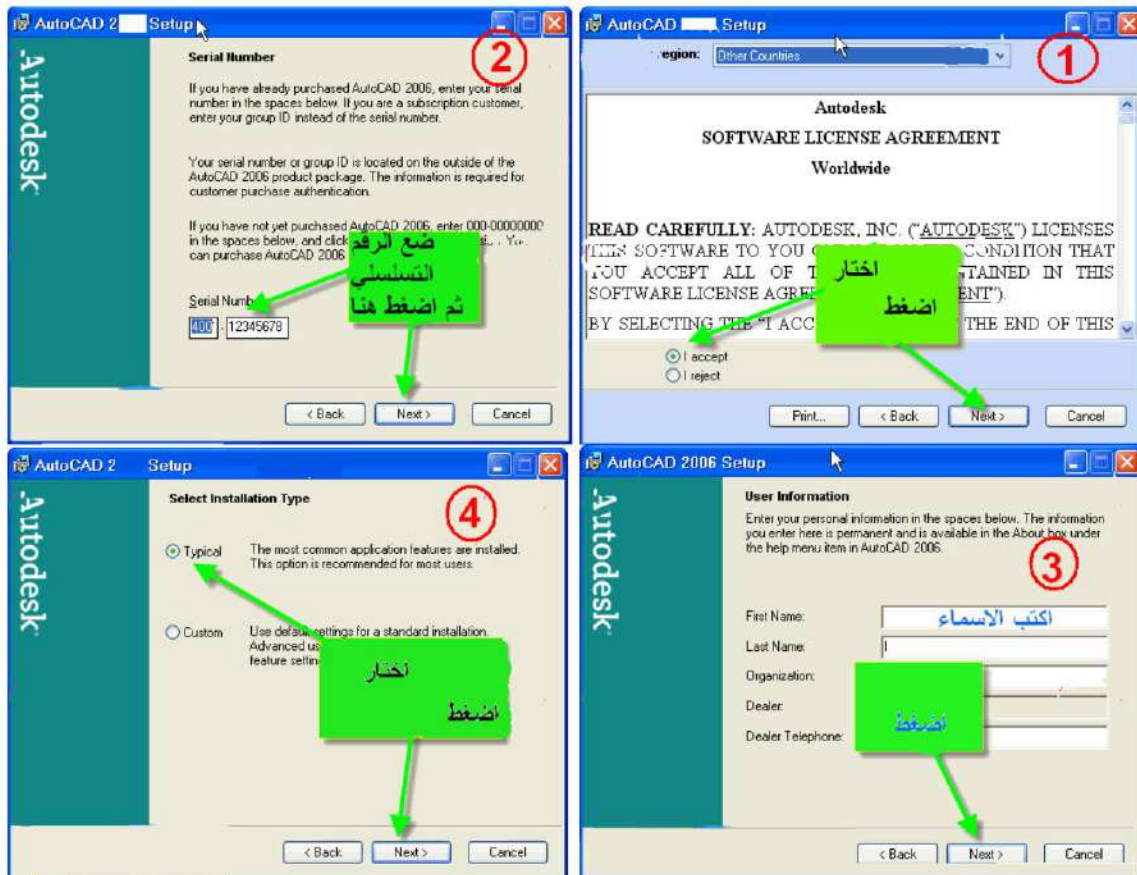
لقد تعرف الطالب في المرحلة الدراسية السابقة على البرنامج الحاسوبي للرسم الهندسي والذي يستعمل في أداء الرسومات الهندسية والصناعية، إذ يوفر بإمكانياته الواسعة العديد من الخيارات لتنفيذ رسومات بشتى المجالات والتطبيقات الهندسية، إنه برنامج أوتوكاد **AutoCAD** وهو برنامج تصميم رسومي هندسي باستعمال الحاسوب لتصميمات ثنائية وثلاثية الأبعاد أصدرته شركة **Autodesk**، إذ صدرت أول نسخة منه عام 1980 تحت اسم منتج كاد **CAD** التي تعني الرسم (التصميم) بمعونة الحاسب **Computer Aided Drafting (or Design)**، يستعمل في مجالات تصميم الهندسة المدنية، العمارة، الهندسة الميكانيكية، وغيرها، لإنشاء كافة تصاميم المشاريع ومشاهدتها كما تكون في الحقيقة، يمكن لبعض ملحقاته عمل التصميمات الميكانيكية وإجراء بعض الاختبارات عليها عن طريق ملحقات تضاف للبرنامج مع توفير إمكانية لتبادل الملفات مع برامج التصميم الأخرى فضلاً عن وجود نسخا اختصاصية مثل الأوتوكاد المعماري **Architectural** و للهندسة الكهربائية **AutoCAD Electrical**، والهندسة الميكانيكية **AutoCAD Mechanical**، توجد أيضاً بعض البرامج التي تقوم بتحويل الرسم على برنامج الأوتوكاد إلى لغة برمجة ليتم تنفيذ التمرين على الماكينة (C.N.C)، علماً أن البرنامج يعمل في ظل بيئة النوافذ **Windows**، ويتميز البرنامج بالدقة العالية في الرسم والسرعة في أداء الأعمال مع تبسيط الأمور المعقدة مثل الرسم ووضع الأبعاد والكتابات وعمليات التهشير فضلاً عن توفر أكثر من طريقة لأداء الإجراء نفسه، وسوف يتضمن الفصل إعادة لبعض الأساسيات في هذا المجال مع التوسع نحو الرسومات ثلاثية الأبعاد للتمكن من تنفيذها بالتوازي مع ما تعلمنا في بقية الفصول، علماً أن الإصدارات الحديثة المتوفرة لحين إعداد هذا المنهج هي **AutoCAD 2012** ثم نزولاً، والفرق بين تلك الإصدارات هو زيادة الإمكانيات واختلاف بطريقة عرض أشرطة الأدوات إلا إنها تشترك بالعموم والأساسيات في التنفيذ.

5-1 تثبيت (إعداد) برنامج الرسم **Program Setup**

من المناسب في هذه المرحلة أن نتعرف على طريقة تثبيت برنامج الرسم، إذ يتوفر على شكل قرص مدمج، بعد تشغيله في محرك الأقراص الملحق بالحاسبة تبدأ مجموعة إعدادات النظام تلقائياً بشكل مجموعة من النوافذ تفتح على التتابع وتكاد تكون متماثلة في كل الإصدارات، الشكل (5-1)، وهي كما يأتي:-

1. طلب الموافقة على شروط الشركة الصانعة والضامنة لحقوق الملكية والاستعمال والانتشار.

2. طلب الرقم التسلسلي للمنتج أو الإصدار.
3. إدراج إسم المستخدم أو الجهة المستفيدة.
4. اختيار نوع التثبيت هل هو اعتيادي أم متخصص.
5. تحديد الأدوات السريعة الاختيارية.
6. تعيين الموقع الافتراضي الذي يتم تثبيت ملفات دعم البرنامج.
7. تحديد نوع ملف النصوص وإضافة اختصار على سطح المكتب.
8. القبول بالبدء في التثبيت.
9. الانتظار لحين اكتمال شريط تقدم التثبيت.
10. نهاية التثبيت، وهي النافذة الأخيرة، وبعد أضغط على Finish للانتهاء من التثبيت ستظهر نافذة البرنامج في نهاية تثبيت البرنامج قد يطلب إعادة الإقلاع، (إعادة التشغيل للحاسوب).
11. لتسجيل البرنامج، أضغط على أيقونة البرنامج AutoCAD 20XX (استعمل الرمز XX للدلالة على سنة الإصدار، مثل 00، 01، ...، 12) على سطح المكتب لتفعيل البرنامج فتظهر نافذة لاختيار نوع التفعيل والتسجيل.
12. إدخال رموز تنشيط البرنامج Activate Code ليتسنى العمل بشكل قانوني بدون تجاوز على حقوق الملكية إذ تكون تلك الرموز عادة مقابل ثمن تزودها الشركة المنتجة للبرنامج.





الشكل 5-1 : النوافذ الخاصة بتثبيت وتسجيل برنامج AutoCAD.

2-5 التعرف على واجهة البرنامج

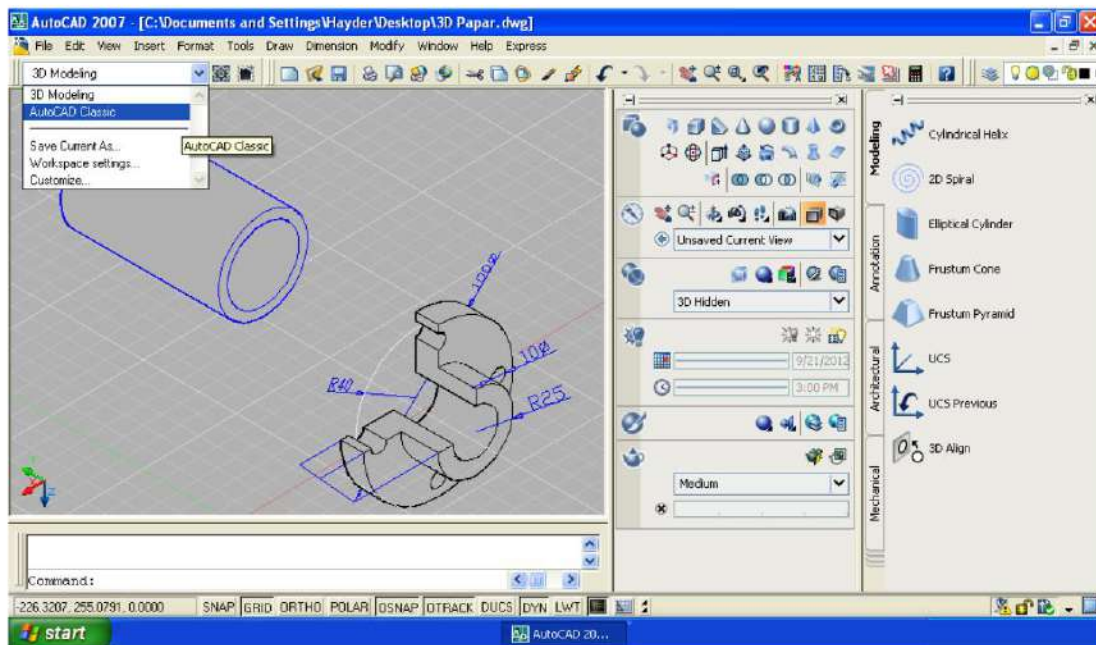
يفعل البرنامج عن طريق النقر المزدوج على الأيقونة الظاهرة على سطح المكتب، (الشكل 2-5) أو عن طريق:

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



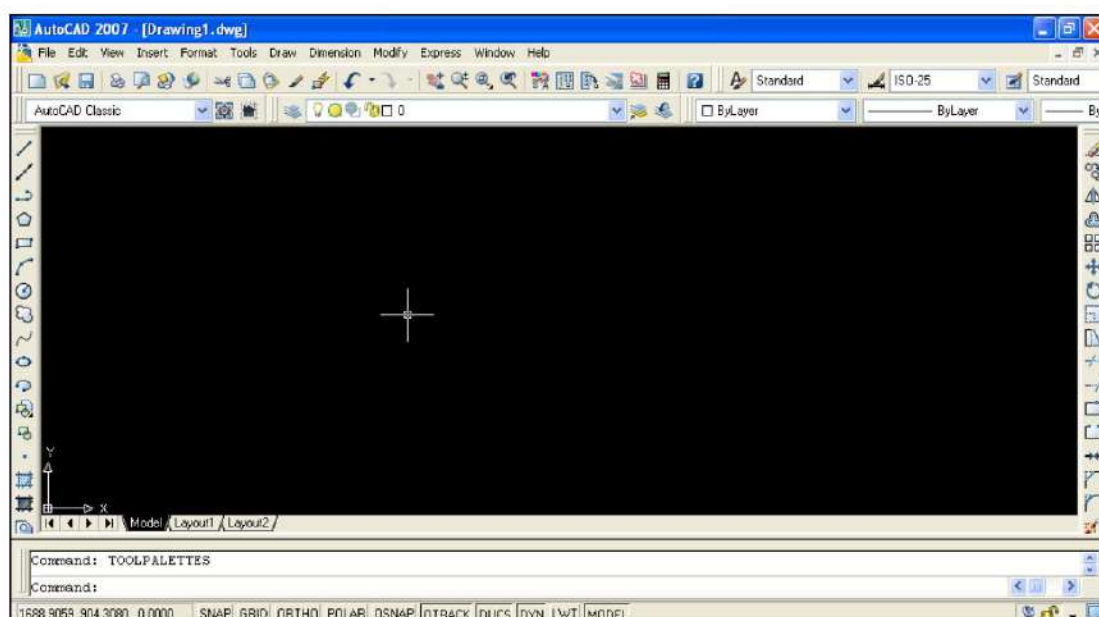
الشكل 2-5: البدء بتشغيل البرنامج.

وستظهر 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 الرئيسية، ويبين الشكل (3-5) واجهة الرسم ثلاثي الأبعاد (3D)، وأشرطة الأدوات المساعدة.



الشكل 3-5 : واجهة البرنامج للرسم ثلاثي الأبعاد 3D.

ومن الممكن إظهار واجهة البرنامج الخاصة بالرسم ثنائي الأبعاد 2D والتي استعملها الطالب في المرحلة الدراسية السابقة، كما مبين في الشكل (4-5):-



الشكل 4-5 : واجهة البرنامج للرسم ثنائي الأبعاد 2D.

ومن الواضح أن واجهة البرنامج تحتوي عدة أقسام وقوائم وأوامر تساعد في عملية الرسم وشاشة العمل على البرنامج.

1-2-5 أشرطة الأدوات Toolbars

عند فتح AutoCAD لأول مرة فسوف يكون من الواجب تنشيط قوائم معينة وهي أشرطة الأدوات الرئيسية، وإخفاء أخرى لا نستعملها في تلك المرحلة، مع تثبيتها في مكان مناسب على شاشة البرنامج، وتتميز أشرطة الأدوات في أوتوكاد بقدرتها على أن تكون عائمة (Floating) في أي مكان ضمن إطار أوتوكاد، أو راسية (Docked) عند الحد العلوي أو الجانبي لإطار أوتوكاد، كما أن هذه الأشرطة يمكن فتحها فتكون ظاهرة، وإغلاقها فتكون مخفية، ولنقل شريط أدوات نتبع ما يأتي: -

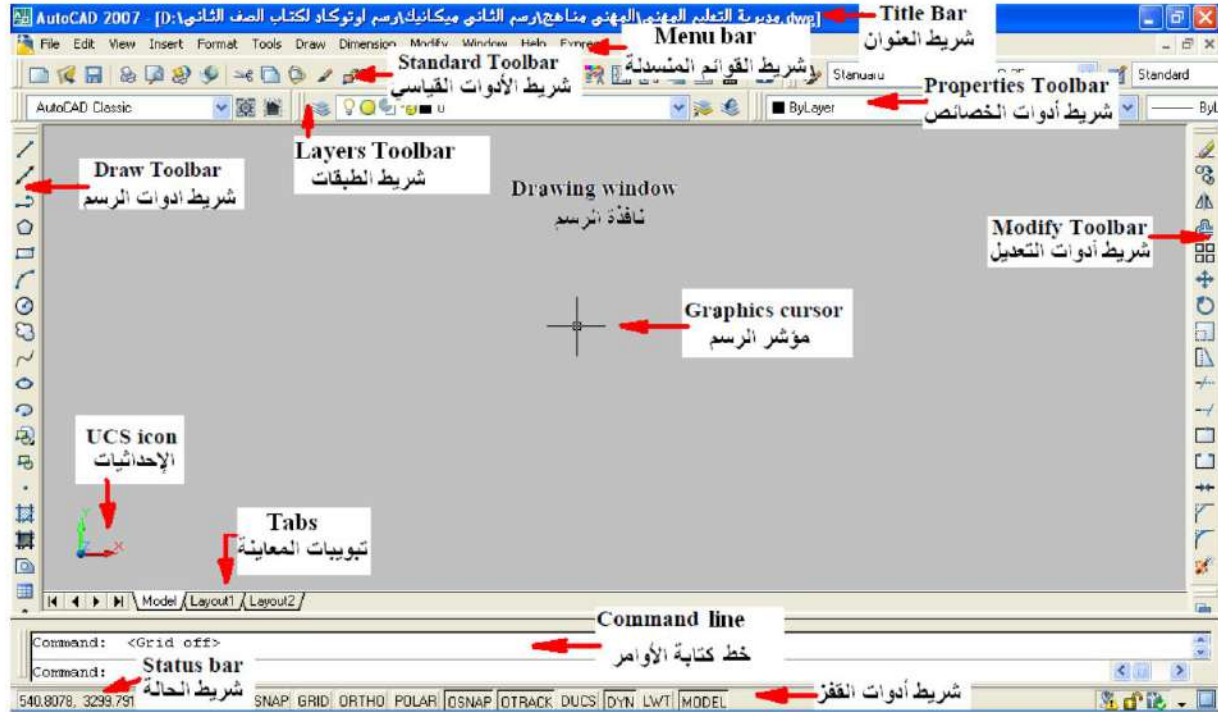
1. أنقل المؤشر بحيث يشير إلى الأشرطة العمودية (أو الأفقية) الصغيرة في يسار (أو أعلى) شريط الأدوات.
2. حرّك الفأرة مع الضغط المستمر على زر الفأرة الأيسر فيتحرك شريط الأدوات معها.
3. أفلت زر الفأرة عندما يصبح شريط الأدوات في المكان المناسب.

ولإظهار شريط أدوات أو إخفائه ننقر بالزر الأيمن للفأرة على بداية أي شريط (الطرف الأيسر، أو العلوي) ستسدل قائمة تحتوي على كل أسماء الأشرطة، وبالنقر على أي منها يظهر الشريط المطلوب أو يختفي عند إزالة التأشير عنه.

ونعيد فقط للتذكير أهم الأشرطة الموجودة في الواجهة، إذ تمتلك الواجهة التطبيقية لبرنامج الأوتوكاد العديد من القوائم والأوامر والمهام الآتية: -

1. شريط العنوان Title bar: ويظهر فيه اسم البرنامج واسم الملف قيد التنفيذ ومساره، ويقع في أعلى نافذة البرنامج، ويحتوي في أقصى اليمين ثلاثة أيقونات خاصة بالتحكم في النافذة (الغلق X، التكبير، والتصغير -).
2. شريط القوائم المنسدلة Menu bar: ويحتوي على الأوامر المستعملة في برنامج الأوتوكاد كافة فضلاً عن خصائص القوائم التي توجد في أغلب برامج التشغيل Windows، ولكل منها قائمة منسدلة تحتوي على أوامر فرعية تنفيذية.
3. شريط الأدوات القياسي Stander Toolbar: وفيه أوامر مشابهة لأوامر البرنامج التشغيلي Windows.
4. شريط أدوات الخصائص Properties Toolbar: وتشمل اختيارات متعددة لنوع الرسومات، ويسمح باختيار نوع ولون وسمك خط الكائن الرسومي.
5. شريطي أدوات الرسم وأدوات التعديل Modify Toolbar: ويحتوي على أوامر تنفيذية تعنى بتنفيذ الرسوم وتعديلها.
6. شريط الطبقات Layer Toolbar: لتكوين العديد من طبقات الرسم يمكن التحكم بإظهارها وألوان خطوطها ومواصفات كل منها.
7. خط كتابة الأوامر Command line: مساحة أسفل المساحة المخصصة للرسم يتم فيها عرض الأوامر والتعليمات والاختيارات المتاحة والخاصة بتنفيذ الأمر الحالي والذي يمكن طباعته (أو طباعة اختصاره) بشكل مباشر لغرض تنفيذه أو الذي تم اختياره أثناء عمل البرنامج ليوضح للمستخدم ما ينبغي عمله في الخطوة التالية، مما يستوجب متابعة هذا الحقل للتعرف على سير التنفيذ، المفتاح F2 يعرض نافذة لكل الأوامر المستعملة.
8. تبويبات المعاينة Tabs: تمكن من الوصول إلى معاينات مختلفة للرسم الحالي عن طريق ثلاثة خيارات.
9. شريط أدوات القفز: يحتوي على أوامر داعمة لتنفيذ الرسومات، يمكن تفعيلها باختيارها عن طريق المؤشر أو مجموعة مفاتيح F.

10. شريط الحالة Status bar: يمكن من خلاله متابعة إحداثيات موقع مؤشر الرسم Graphics cursor، ويبين الشكل (5-5) أماكن تلك الأشرطة ومواقعها (مثال لإصدار 2007)، تتوزع حول موقع مساحة الرسم Drawing window.



الشكل 5-5: أشرطة الأدوات.

2-2-5 إدخال الأوامر

توجد ثلاثة طرائق لإدخال الأوامر في أوتوكاد هي:-

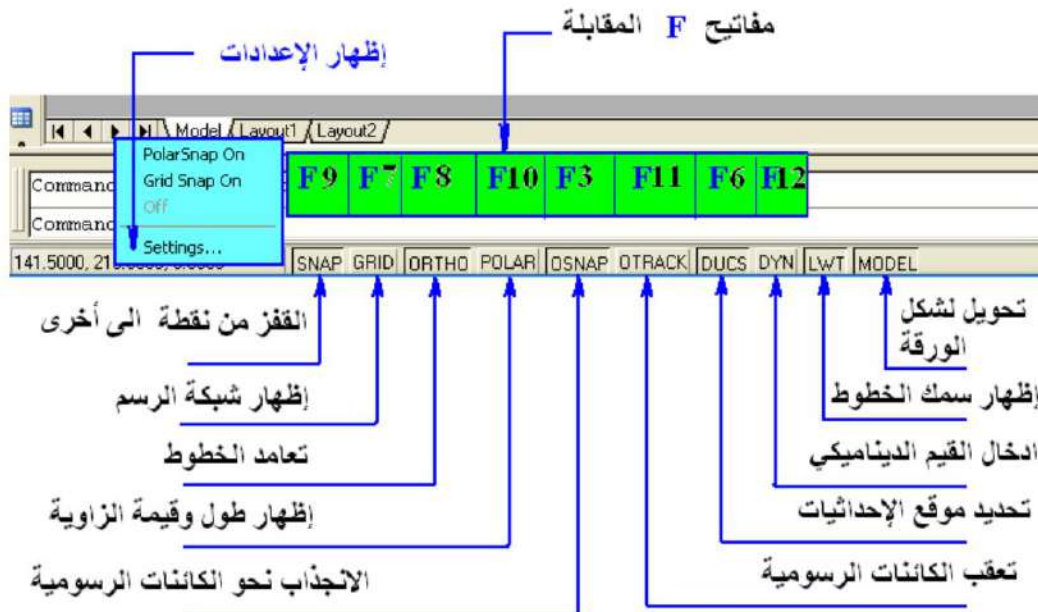
1. كتابة الأمر باستعمال لوحة المفاتيح ليظهر اسم الأمر في خط كتابة الأوامر يليه الضغط على مفتاح (Enter) في لوحة المفاتيح.
2. انتقاء الأمر من القائمة المنسدلة بالنقر على الكلمة التي في تلك القائمة عن طريق سهم المؤشر.
3. انتقاء الأمر من شريط الأدوات بالنقر على الأيقونة التي تحمل اسم الأمر عن طريق سهم المؤشر، مع ملاحظة عدم توفر كل أوامر الأوتوكاد بشكل أيقونات، وفي الحالتين الأخيرتين سيظهر الأمر في خط كتابة الأوامر (مسبقاً بشارحة).

وفي الوقت نفسه يجب توفر الجراءة أثناء الرسم فكل ما يرسم عن طريق الخطأ أو بخلاف المطلوب على فعلها يمكن التراجع عنه وذلك بإتباع إحدى الطرائق الثلاثة التالية:-

1. مفتاح التراجع Backspace لتدارك الخطأ الإملائي عند طباعة الأمر في خط كتابة الأوامر.
2. التراجع عن أي خطوة تنفيذية من القائمة Edit واختيار Undo أو النقر على رمز الأمر نفسه الموجود في شريط الأدوات القياسية، أو كتابة الأمر أو الحرف U.
3. من لوحة المفاتيح النقر على Ctrl ثم Z .
4. 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.

3-5 مهارات الرسم في شريط أدوات القفز

يوضح الشكل (5-6) مجموعة من الأيقونات التي يمكن تفعيلها (تنشيطها) أو تعطيل عملها بالنقر عليها عن طريق المؤشر أو باستعمال مجموعة من المفاتيح الدالة F) The Function Keys المقابلة لكل منها)، تستعمل لأداء العديد من المهام المساعدة في تنفيذ الرسوم، ويوضح الشكل نافذة حوار ثانوية لأخيار الإعدادات تظهر بالنقر بالأيمن على قسم من تلك الأيقونات.



الشكل 5-6: أيقونات شريط أدوات القفز.

1-3-5 القفز بين نقاط معينة Snap

تسهل الانتقال المحكم بمسافة (أفقية أو عمودية) يمكن تحديد قيمتها من خلال نافذة يمكن الوصول لها بالنقر بالأيمن على أي منها لتظهر خيارات التفعيل أو التعطيل On/Off أو الإعدادات Setting واختيار الأخيرة يظهر نافذة الإعدادات Drafting Setting (الخمس من تلك الأيقونات)، الشكل (5-7)، والتي يمكن تحديد مسافة الانجذاب بين نقطة وأخرى Grid X spacing, Grid Y spacing بحسب المسافة المطلوبة، ومن الممكن تفعيل تلك الخاصية بالنقر عليها أو بكتابة الأمر Snap على خط الأوامر، أو بضغط مفتاح F9.

2-3-5 إظهار شبكة الرسم Grid

تستعمل تلك الخاصية لإظهار أو إخفاء شبكة الرسم والمكونة من شبكة من النقاط بالاتجاهين X, Y وتكون إعداداتها بالنافذة نفسها الموضحة في الشكل (5-7)، إذ يتغير تباعد نقاط الشبكة بالنقر الأيمن فوق Grid واختيار Setting من القائمة لتظهر نافذة الحوار Drafting Setting يمكن من خلالها تغيير قيمتي Grid X spacing, Grid Y spacing بحسب القيمة المناسبة للرسم إذ أن البرنامج لا يعرض الشبكة إذا كانت القيم صغيرة جداً أو كبيرة جداً، وأن تفعيلها مع الأمر Snap يؤدي إلى التحكم في حركة المؤشر وجعله يجذب نحو نقاط الشبكة في حالة تساوي المسافات بين الأمرين Snap و Grid، ومن الممكن تفعيل (أو تعطيل) تلك الخاصية بالنقر عليها أو بكتابة الأمر Grid على خط الأوامر، أو بضغط مفتاح F7.



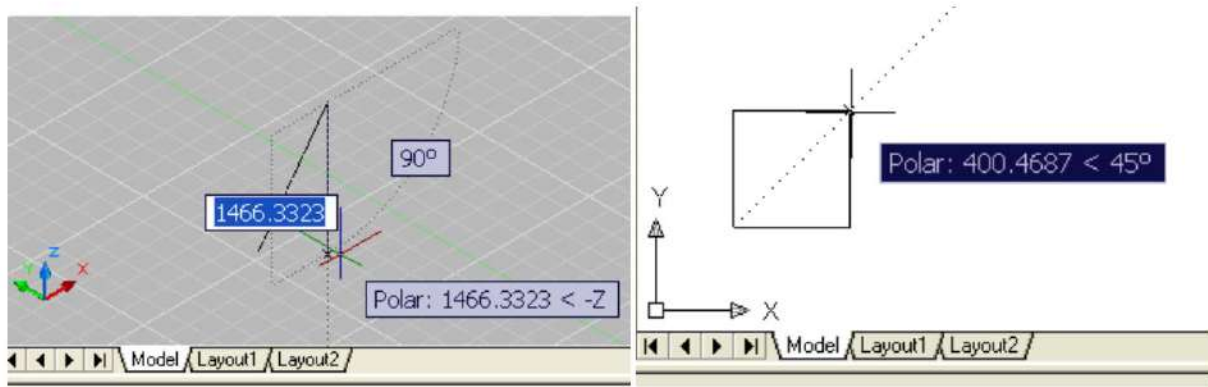
الشكل 5-7 : نافذة حوار لتحديد خواص نقاط القفز والشبكة.

3-3-5 Ortho Mode التعماد

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

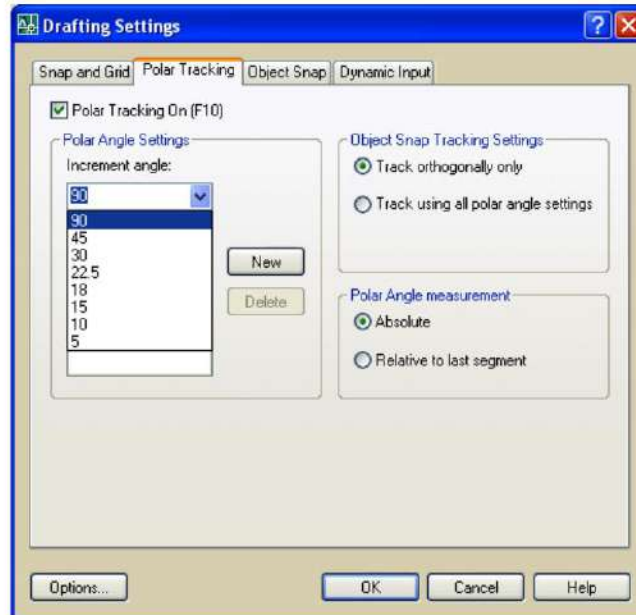
4-3-5 التعقب القطبي Polar Tracking

يحدّد التعقب القطبي حركة المؤشر إلى طول الخط والزاوية المحددة لاتجاهه، تبعاً للنظام القطبي في الإحداثيات (كما مر علينا في المرحلة السابقة) فعند رسم أو تعديل الأجسام، يمكن استعمال التعقب القطبي لعرض مستطيل حواري بجانب المؤشر لمعرفة الزوايا القطبية في حين يكون التعقب في الرسوم ثلاثية الأبعاد عن طريق نافذة الحوار التي يعرض الزاوية في اتجاهين Z-, +Z, ، الشكل (5-8).



الشكل : 8-5 التعقب القطبي في الرسم الثنائي والثلاثي الأبعاد.

ويمكن للمستخدم تغيير الإعدادات وتحديد مقدار الزاوية من النافذة الحوارية المذكورة في الأوامر السابقة، الشكل (9-5).



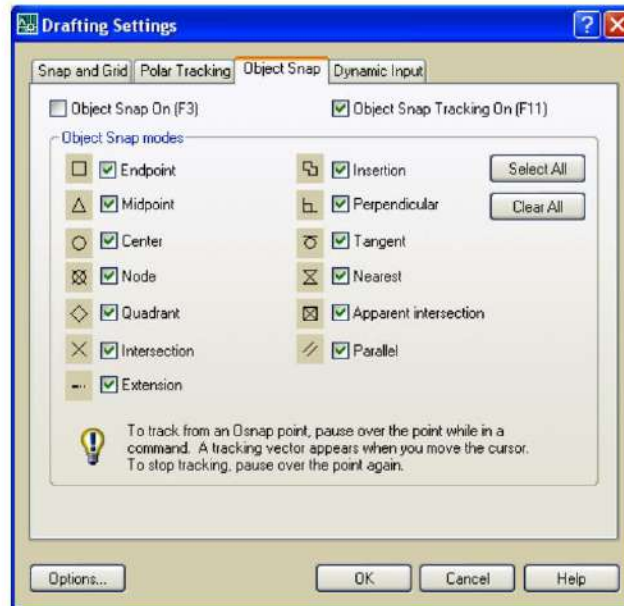
الشكل 9-5 : نافذة حوار لإعدادات التعامد.

5-3-5 الانجذاب نحو الكائنات الرسومية Object Snap

توفر خاصية القفز بين العناصر أو الكائنات الرسومية دقة عالية 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 تلك النقاط من دون غيرها، بعد تفعيل الأمر بواسطة النقر على أيقونة OSNAP أو كتابة الأمر في سطر الأوامر، أو ضغط مفتاح F3.

ولغرض تمييز نقاط القفز تظهر على العناصر بأشكال تختلف فيما بينها، فتظهر نهايات الخطوط بشكل مربع ومنتصف المستقيم بشكل مثلث وتقاطع مستقيمين علامة ضرب وهكذا، ولتغيير إعدادات القفز OSNAB نقوم بالنقر الأيمن على الأيقونة لتظهر قائمة تحتوي على ON/Off و Setting وعند

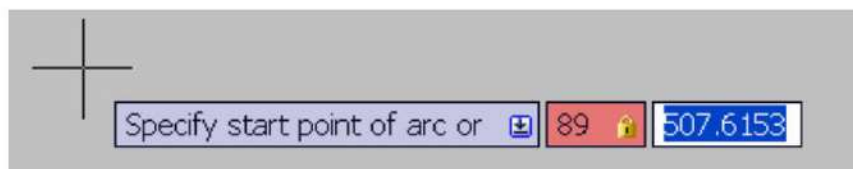
اختيار الأخيرة تظهر نافذة حوار، الشكل (10-5)، لغرض اختيار الإعدادات المناسبة للأمرين القفز نحو الكائنات الرسومية Object Snap فضلاً عن تعقبها Object Snap Tracking.

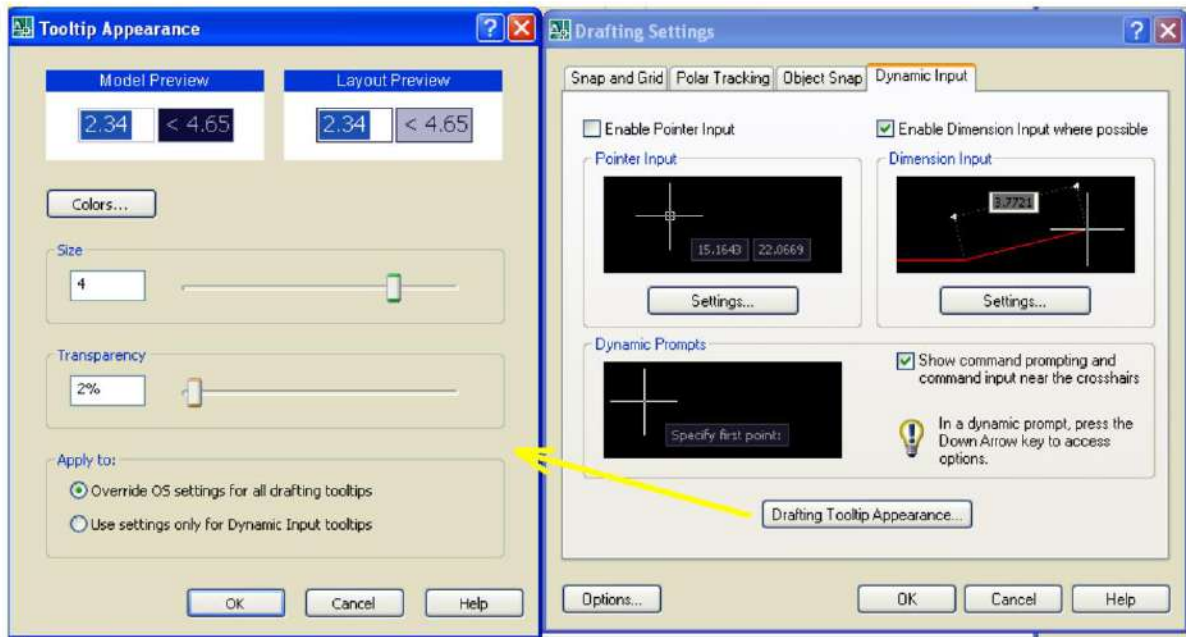


الشكل 10-5 : نافذة حوار لتحديد خواص التجاذب نحو الكائنات الرسومية.

6-3-5 الإدخال الديناميكي Dynamic Input

تساهم تلك الخاصية بتوفير وصلة لإدخال الأوامر قرب المؤشر للمساعدة بحصر التركيز والانتباه في منطقة الرسم، فضلاً عن 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 (11-5) يوضح 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 لخط كتابة الأوامر لكن من الممكن إخفاء الأخير لتوفير مساحة أكبر للرسم، ومن الممكن عرض نافذة لكل الأوامر المستعملة بالضغط على مفتاح F2.

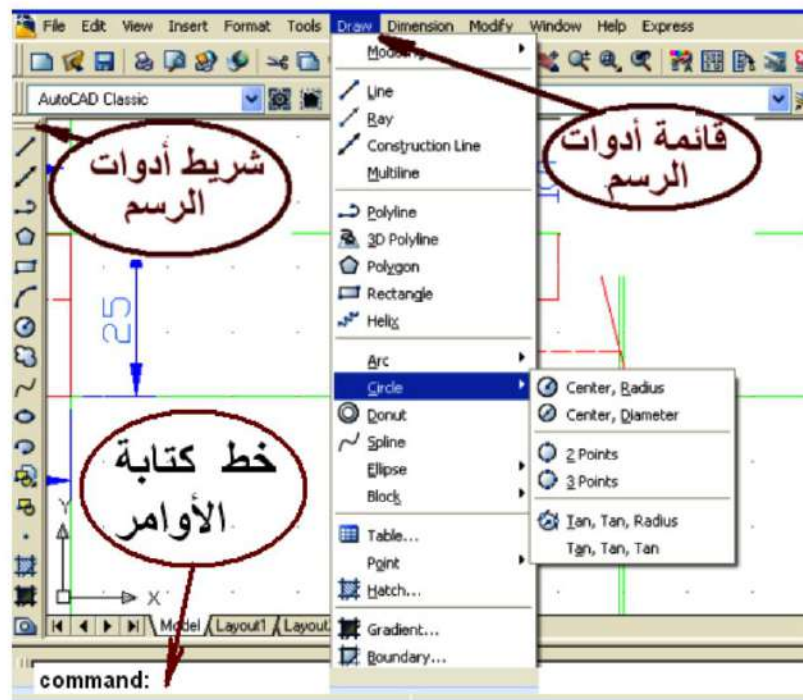




الشكل 5-11 : نافذة حوار لتحديد خواص الإدخال الديناميكي.

4-5 أوامر الرسم (ثنائي الأبعاد) Draw

يبين الشكل (5-12) الطرائق الثلاث في الوصول الى تنفيذ أوامر أدوات الرسم.



الشكل 5-12 طرائق تنفيذ أوامر أدوات الرسم.

وفيما يأتي بعض أوامر الأدوات التي تستعمل للرسم (ثنائي الأبعاد) يمكن تطبيقها عملياً:-

1. أمر رسم المستقيم Line : أكثر الأوامر شيوعاً لرسم خط مستقيم، ويمكن الاستعاضة عن كتابة الكلمة في خط كتابة الأوامر بكتابة 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.

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)

Command: **xline** 

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:

2. أمر خط الإنشاء **Construction Line** : لرسم خط ليس له بداية وليس له نهاية، فبعد أخذ الأمر (الكتابة في خط الأوامر أو النقر على الأيقونة) يظهر في شريط الأوامر مجموعة من الاختيارات بين قوسين لرسم الخط في وضع أفقي **Hor**، رأسي **Ver**، بزاوية ميل **Ang**، ولرسم مجموعة خطوط مشتركة بنقطة ارتكاز **Bisect** أو رسم خط موازي لخط على بعد محدد **Offset**، إذ ينفذ الأمر عن طريق كتابته الحرف الأول من الخيار ونضغط مفتاح **Enter** والنقر بزر الفأرة الأيسر على اللوحة في النقطة المطلوبة حتى يتم رسم الخط.

3. أمر **Poly Line**: يستعمل في رسم خط متماسك بالوقت نفسه يوفر إمكانية رسم **Arc** عن طريق أخذ الأمر يطلب بداية الخط نقوم بالنقر وتحديد مكان بداية الخط ويمكن إدخال قيمة طول الخط في شريط الأوامر مع تحديد اتجاه الخط بالمؤشر ولرسم **Arc** يمكن كتابة حرف الاختصار **A**، ثم **Enter** أو نقر يمين في أي مكان على لوحة الرسم ونحن داخل الأمر واختيار **Arc** وتحديد نهاية **Arc** بالنقر بزر الفأرة الأيسر، كما يمكن أيضاً عن طريق أمر **Poly Line** رسم سهم أو تحديد نصف العرض **Halfwidth** لبداية الخط (كمثل 20) ونهايته ستكون قيمتها صفراً، بعد ذلك يمكن تحديد طول السهم واتجاهه بالمؤشر.

Command: **pline** 

Specify start point: **0,0** 

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **H** 

4. أمر مضلع **Polygon**: رسم مضلع مع إمكانية التحكم في عدد أضلاعه، فبعد الضغط على الأمر يسأل البرنامج عن عدد الأضلاع، فنقوم بكتابة عدد الأضلاع المطلوب رسمها بعدها نضغط مفتاح **Enter**، يسأل عن مركز المضلع لإمكانية رسم المضلع داخل دائرة **Inscribed in circle** سوف تمس حوافه فيسأل عن مركزها **Center** بعدها يسأل عن نصف القطر أما رسم المضلع خارج الدائرة **Circumscribed about circle** فسوف تمس أضلاعه فيسأل عن نصف القطر نقوم بكتابة نصف القطر ونضغط مفتاح **Enter** فيتم رسم المضلع المطلوب.

Command: **polygon** ↵

Enter number of sides <4>: **6** ↵

Specify center of polygon or [Edge]: **0,0** ↵

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: **I** ↵

Specify radius of circle: **60** ↵

5. أمر المستطيل Rectangle: يمكن رسم مستطيل عشوائي بأخذ الأمر والنقر بالموشر ولكن ليس بطول محدد، وحتى يمكن رسم مستطيل بطول محدد في اتجاه X,Y، نأخذ أمر **Rectangle** فيطلب البرنامج تحديد نقطة بداية المستطيل مع عدة اختيارات أخرى **Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width**، وللتحديد يتم النقر بزر الفأرة الأيسر على لوحة الرسم أو كتابة إحداثيات ركن المستطيل، بعدها نضغط مفتاح **ENTER** ، تليها النقطة التي تمثل الركن المقابل، مع اختيارات أخرى تمثل المساحة أو طول الأضلاع أو التدوير **Area/Dimensions/Rotation**، يمكن اختيار أحدها بهدف رسم المستطيل.

Command: **rectang** ↵

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: **10,10** ↵

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:

6. أمر قوس Arc: يمكن رسم قوس عشوائي عن طريق أخذ الأمر والنقر بزر الفأرة الأيسر في ثلاث نقط مع مراعاة أن يكونوا ليسوا على استقامة واحدة ويمكن أخذ الأمر من قائمة **Draw** اختيار أمر **Arc** لرسم **Arc** بمعلومة بداية ومنتصف ونهاية (**Start/End/ Radius**) أو (**End/ Center / Start**) أو حسب المعطيات الموجودة في الرسم.

Command: **arc** ↵

Specify start point of arc or [Center]: **60,75** ↵

Specify second point of arc or [Center/End]:

Specify end point of arc:

7. أمر الدائرة Circle : بعد أخذ الأمر يمكن رسم دائرة عشوائية عن طريق تحديد مركز الدائرة بالنقر بزر الفأرة الأيسر بعدها يطلب نصف القطر نقوم بكتابة نصف القطر ونضغط مفتاح **Enter** ، أو بعد أخذ الأمر وسأل عن القطر بعد تحديد المركز يمكن كتابة حرف **D** وهي اختصار كلمة **Diameter**، بعدها كتابة قيمة القطر ثم نضغط مفتاح **Enter**، وأيضاً يتيح البرنامج رسم دائرة بمعلومة **3P/2P/Ttr** (ثلاث نقاط، نقطتين ، أو مماسين ونصف قطر).

Command: **circle** ↵

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

Specify radius of circle or [Diameter]:

8. أمر منحنى **Spline**: رسم منحنى عن طريق أخذ الأمر والنقر بزر الفأرة الأيسر لتحديد بداية المنحنى فيسأل عن النقطة الثانية والثالثة إلخ حسب الاحتياج وبعد الانتهاء من إدخال عدد النقاط نضغط على مفتاح **Enter** ثلاث مرات ليتم رسم المنحنى.

Command: **spline** ↵

Specify first point or [Object]:

Specify next point:

Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:

9. أمر لرسم شكل بيضاوي **Ellipse**: بعد أخذ الأمر والنقر في لوحة الرسم وتحديد طول محور للشكل، ومن منتصف هذا المحور سيكون البعد الآخر والبعد الثاني.

Command: **ellipse** ↵

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]:

Specify other endpoint of axis:

Specify distance to other axis or [Rotation]:

10. أمر لرسم قطع ناقص لشكل بيضاوي **Ellipse Arc**: عن طريق الدخول في الأمر بعد النقر ورسم الشكل البيضاوي كما سبق وأما داخل الأمر بعد رسم البيضاوي يطلب نقطة البداية للقطع الناقص.

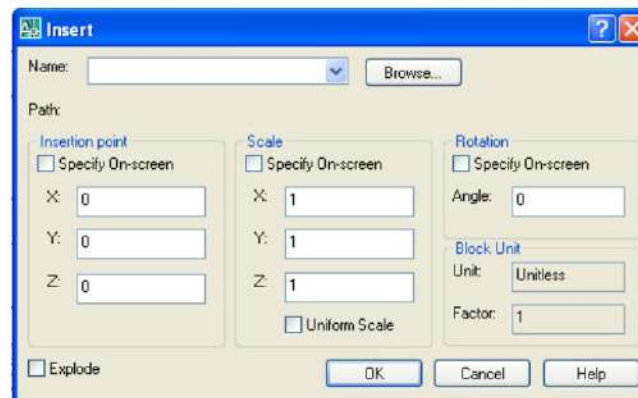
Command: **ellipse** ↵

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: **a** ↵

Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center]:

11. أمر استدعاء البلوك (كتلة) **Insert Block**: بالنقر على الأمر تفتح نافذة حوار، الشكل

والنقر **OK** والضغط على مفتاح **Browse**، يمكن استعراض البلوكات من أمر (5-13) على اللوحة لتثبيت البلوك مع مراعاة أنه أصبح كتلة واحدة .

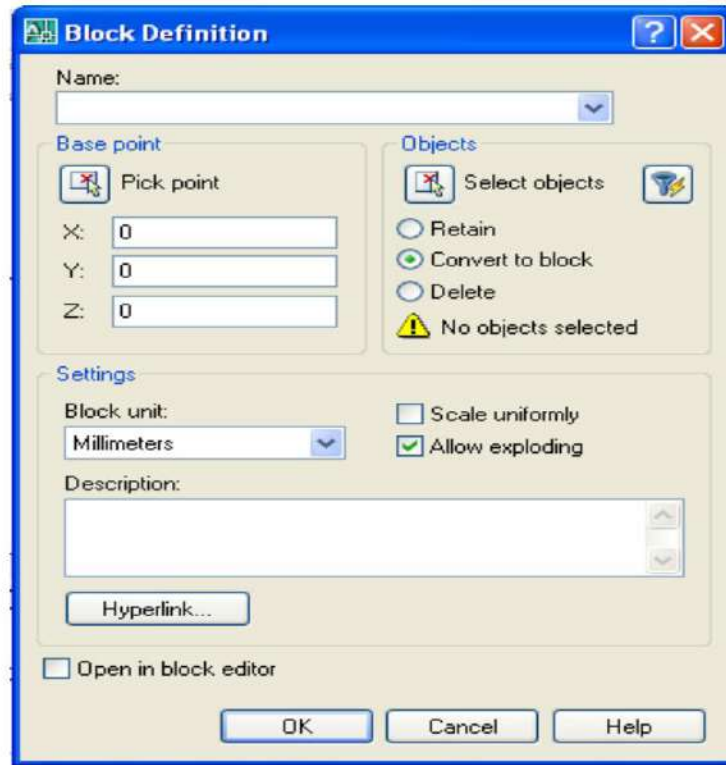


الشكل 5-13 : نافذة حوار استدعاء البلوك.

12. أمر إنشاء بلوك Make Block : بعد النقر على الأمر تفتح نافذة حوار، الشكل (5-14)،

نقوم بكتابة اسم للبلوك الجديد وبعد الضغط على أيقونة **Select Object** لتحديد العناصر المراد عملها كبلوك، وبعد ذلك نضغط على مفتاح **Enter** بعدها تفتح نافذة الحوار مرة ثانية فنقوم بالضغط على **Pick point** لتحديد مكان إمساك الشكل المراد جعله بلوك والنقر على مكان في الشكل بزر الفأرة الأيسر فتفتح مرة أخرى نافذة الحوار نضغط على **OK**، مع ملاحظة وجود ثلاثة اختيارات في نافذة الحوار هي:-

- ينشأ البلوك لكن الأصل لا يحوله إلى بلوك **Retain** .
- ينشأ البلوك ولكن يحول الأصل إلى بلوك **Convert To Block** .
- ينشأ البلوك ولكن يقوم بمسح الأصل **Delete** .

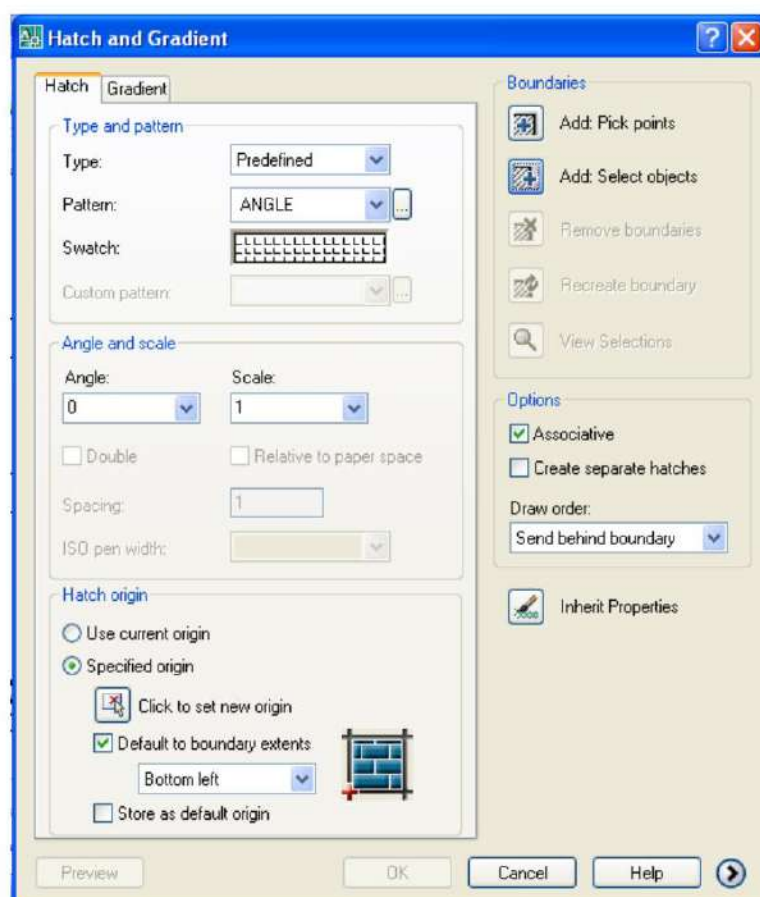


الشكل 5-14 : نافذة حوار لتعريف بلوك جديد.

13. أمر نقطة Point: يتم النقر على الأمر والنقر في المكان المراد وضع النقطة في اللوحة أو

على الرسم كنقطة إرشادية حيث يمكن الرجوع إليها واستعمالها ويمكن تغيير شكل النقطة من خلال فتح قائمة **Format** واختيار **Point Style** وتفتح نافذة حوار يمكن اختيار منها شكل النقطة المراد استعمالها وتكبير حجمها أو تصغيره من خلال **Point Size** بتغيير القيمة التي فيها وبعدها نضغط على مفتاح **OK**.

14. أمر تظليل (تهشير) Hatch: بعد النقر على الأمر يمكن تظليل الأشكال المغلقة إذ تفتح نافذة حوار، الشكل (5-15)، لاختيار نوع التهشير من قوائم منسدلة كذلك تحدد زاوية ميل الخطوط، بعدها نقوم بتغيير قيمة Scale أي مقياس رسم التهشير حتى يكون مناسب لحجم الشكل بعدها يوجد أمر Add: Pick Point أي النقر داخل الشكل المراد عمل تهشير له، ويوجد أمر آخر هو Add: Select object أي النقر على الشكل المراد تهشير، فيمكن استعمال إحدى الطريقتين مثلاً بالنقر على الأولى فتختفي نافذة الحوار فنقوم بالنقر بالموشر داخل الشكل المراد عمل تهشير له بزر الفأرة الأيسر فيتم فتح نافذة الحوار مرة أخرى يمكن عمل معاينة عن طريق الضغط على مفتاح أسفل النافذة على اليسار وهو Preview حتى يمكن التأكد من حجم Scale مناسب أو غير مناسب ويمكن الرجوع لتعديله وبعد ذلك نقوم بالضغط على مفتاح Enter.



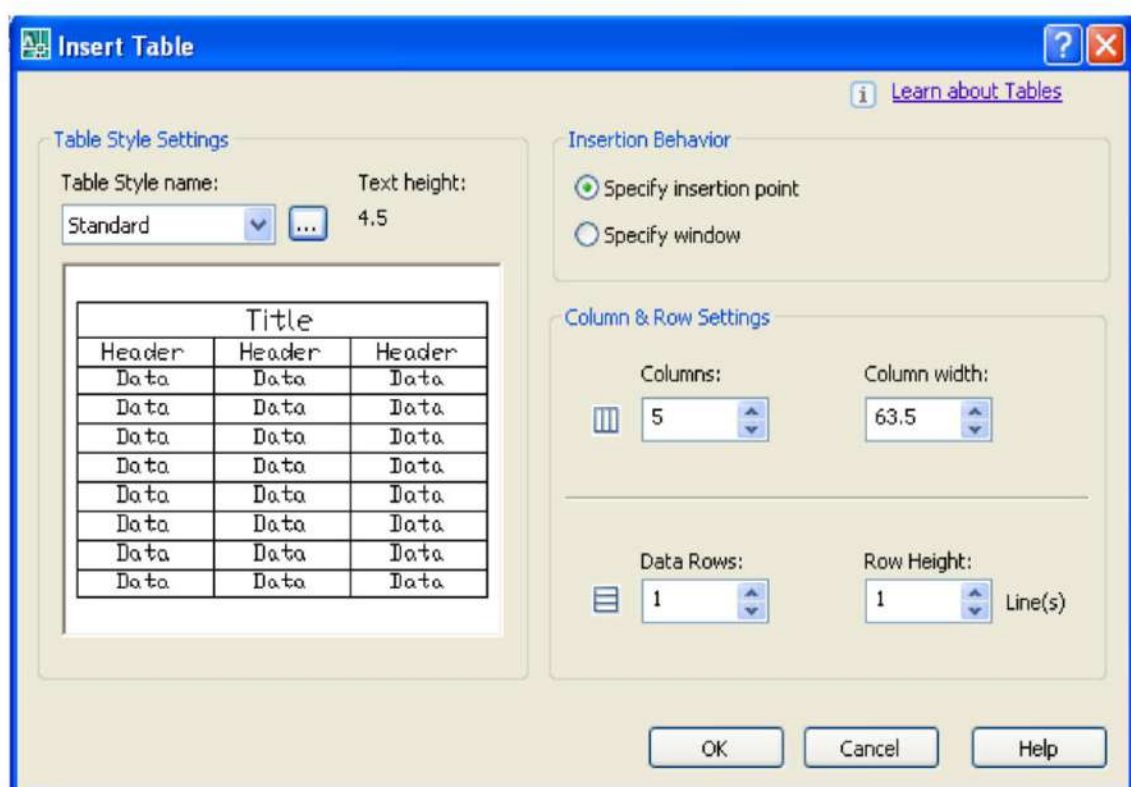
الشكل 5-15 : نافذة حوار التهشير.

15. أمر Gradient: بعد النقر على الأمر يجب التأكد أن التبويب Gradient هو النشط لأنه يتم فتح نافذة الحوار نفسه للأمر Hatch وهو يجمع كلا من هذين الأمرين أم التبويب Gradient فله إمكانية تلوين الشكل المغلف بلون أو لونين متداخلين عن طريق اختيار لون

One Color وتحديد اللون (الأول واللون الثاني) بالنسبة للألوان واختيار نوع التداخل بينهم لتعبئة اللون وهي خطوات أمر **Hatch** نفسها بالنقر داخل الشكل أو عليه ثم نضغط مفتاح **ENTER** عن طريق أمر + أو - وذلك من نافذة الحوار كما سبق في **Hatch** فتفتح نافذة الحوار مرة أخرى فنضغط على زر **OK**.

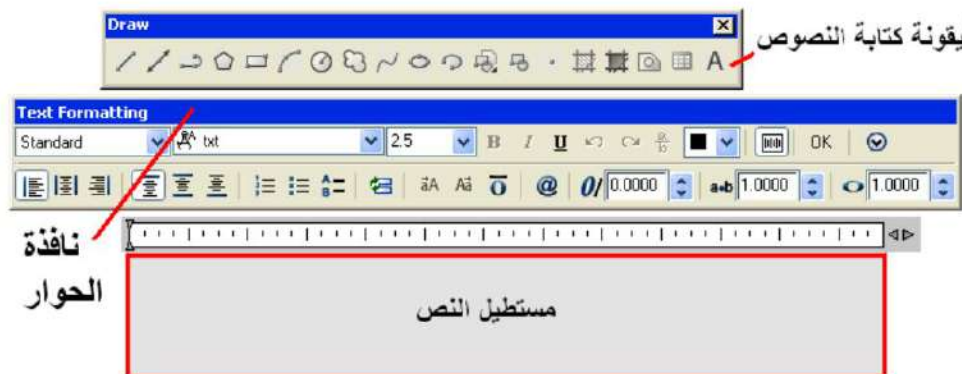
16. أمر تجميع عناصر مغلقة **Region**: يجب أن يكون الشكل مغلق وأجزائه متصلة مع بعضها البعض حتى يمكن تطبيق الأمر عليه، مثلاً عند رسم شكل مغلق بأمر **Line** فهذا الأمر يرسم الشكل ولكن كل خط يمكن التحكم فيه بشكل مستقل عن باقي خطوط الشكل لأنه غير متماسك مع باقي الشكل فعند الضغط على أمر **Region** وتحديد الشكل بالكامل بالنقر على أضلاعه أو التحديد بفتح نافذة عليه ثم الضغط على مفتاح **Enter** يقوم بتحويل الشكل إلى كتلة واحدة عند النقر على ضلع من أضلاعه يتم تحديد الشكل بالكامل أي التعديل سوف يطبق على الشكل بالكامل وليس ضلع مستقل .

17. أمر جدول **Table**: عند النقر على الأمر تفتح نافذة حوار، الشكل (5-16)، نقوم عن طريقها بتحديد عدد الصفوف والأعمدة والمسافة بين كل منهم بتحديد كل من عدد الأعمدة **Columns**، عرض الأعمدة **Column Width**، عدد الصفوف **Date Rows** وارتفاع الصفوف **Rows Height**، ثم الضغط على زر **OK** وتثبيت الجدول في المكان المطلوب.



الشكل 5-16: نافذة حوار لتحديد خصائص الجدول.

18. أمر كتابة النصوص **(A) Multi Line Text**: بعد النقر على الأمر نقوم بفتح نافذة في المكان المراد الكتابة فيه (عن طريق المؤشر) فتفتح نافذة حوار، الشكل (5-17)، نقوم بتحديد إرتفاع الخط واختيار نوع الخط المراد الكتابة به ويمكن تغيير اللغة (عربية – إنجليزية) وذلك باستعمال مفتاحي **(Alt + Shift)** من لوحة المفاتيح وبعد الانتهاء من الكتابة نضغط على زر **OK** من نافذة الحوار فيتم غلق نافذة الحوار وإظهار الكتابة.



الشكل 5-17 : نافذة حوار كتابة النصوص.

19. أمر رسم خط مزدوج **Multi Line**: يمكن استعماله في عمل خطين متوازيين والتحكم في المسافة بينهما كل خط، فبعد فتح قائمة **Draw** نختار الأمر **Multi Line** تظهر لنا اختيارات في شريط الأوامر بين قوسين **Justification/Scale/Style**، فعند كتابة الاختصار **J** يجب تحديد المكان الذي نمسك الخط المزدوج منه (أعلى الخط العلوي أو الأسفل أو المنتصف **Top/Zero/Bottom**)، ولتحديد البعد بين الخطين نكتب حرف **S** وهو اختصار كلمة **Scale** ثم نضغط مفتاح **Enter** ثم نقوم بكتابة البعد المراد عملة بين الخطين ونضغط على مفتاح **Enter** ويمكن بعد ذلك بداية الرسم بنفس طريقة رسم الخط العادي، أما **ST** فلتحديد نمط الخط، (لا توجد أيقونة لهذا الأمر).

Command: **mline** ↵

Current settings: Justification = Top, Scale = 20.00, Style = STANDARD

Specify start point or [Justification/Scale/Style]:

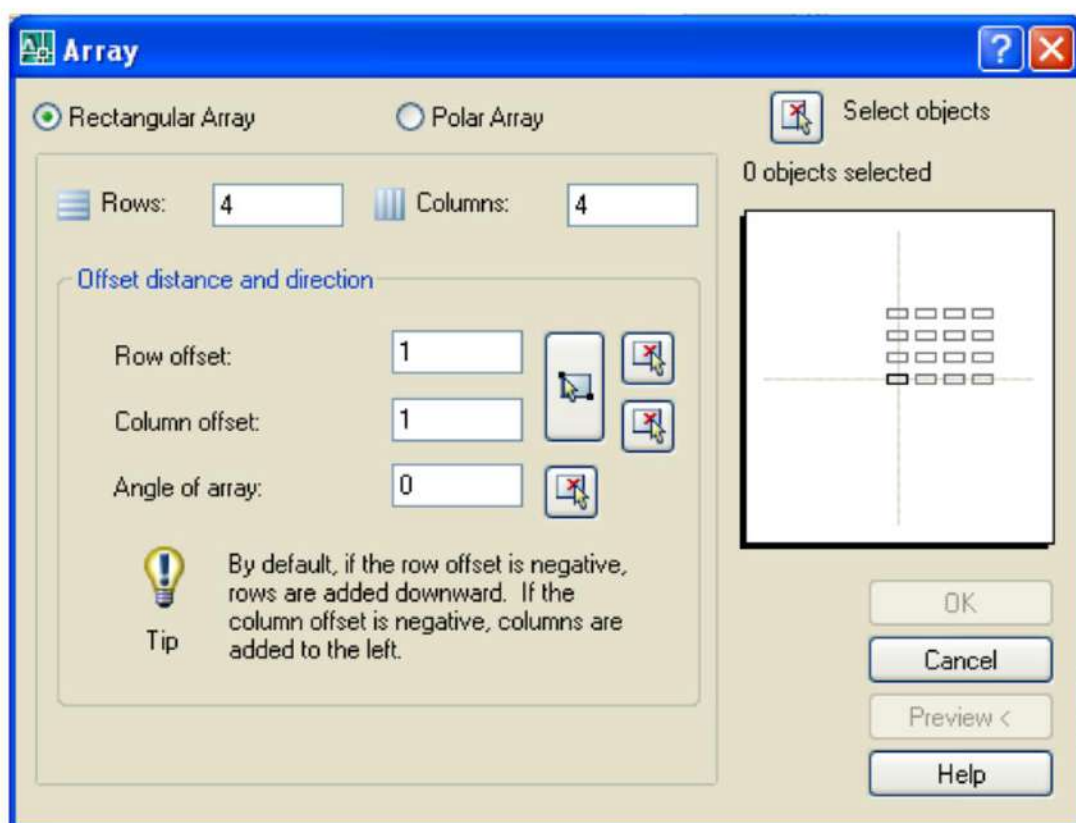
Specify next point:

5-5 شريط أوامر التعديل Modify

1. أمر المسح **Erase**: يوجد أكثر من طريقة لاستعمال هذا الأمر :
 - تحديد الخطوط والأشكال المراد مسحها ثم نضغط على أمر **Erase** .
 - الضغط على أمر **Erase** أولاً ثم التحديد على الأشكال والخطوط المراد مسحها ونضغط مفتاح **Enter**.
 - تحديد الأشكال والخطوط والنقر يمين واختيار من القائمة التي سوف تظهر **Erase**.
 - يمكن تحديد الأشكال المراد مسحها وضغط مفتاح **Delete** من لوحة المفاتيح.
 - تحديد الأشكال المراد مسحها وفتح قائمة **Modify** والضغط على الأمر **Erase**.
2. أمر النسخ **Copy**: يستعمل لنسخ الأشكال والخطوط ونقلها في المكان الذي يتم تحديده عن طريق النقر على الأمر **Copy** من شريط الأوامر **Modify** أو القائمة **Modify**، يطلب البرنامج تحديد الشكل **Select Object** نقوم بتحديد الشكل ثم ضغط مفتاح **Enter** فيطلب بعدها نقطة الإمساك بالشكل المراد نقله **Specify base Point**، فنقوم بالنقر على النقطة المراد حمل نسخة من الشكل من خلالها والتحرك إلى المكان المراد وضع الكائن الرسومي فيه والنقر بزر الفأرة الأيسر لتثبيتته بمكانه مع مراعاة إمكانية الشك بأنه ما زال موجود يمكننا نسخة في أكثر من مكان، ولإنهاء الأمر نضغط مفتاح **Enter** أو نضغط على مفتاح **ESC** من لوحة المفاتيح .
3. أمر انعكاس (مرآة) **Mirror**: نستعمل هذا الأمر لعمل انعكاس للأشكال (أفقياً – عمودياً)، فبعد النقر على الأمر يطلب تحديد الشكل المراد عمل انعكاس له فنقوم بتحديد الشكل وبعد ذلك نضغط مفتاح **Enter** ثم يطلب بداية الخط الذي سوف ينعكس عليه أي المحور (الرأسي أو الأفقي أو المائل)، إذ يمكن رسم محور ويمكن عمل انعكاس للشكل فيه ويمكن رسم خط مع مراعاة تفعيل أمر (التعامد أو الضغط على مفتاح **F8**) وذلك حتى لا يكون الخط مائل، او قبل البدء بعمل الانعكاس نقوم برسم محور حتى نقوم بعمل انعكاس عليه وبعد النقر على بداية المحور ونهايته يسأل البرنامج سؤال هل يقوم بمسح الأصل **Erase Source Object** **Yes/ No** ؟، فعند الضغط على مفتاح **Enter** لا يتم مسح الأصل، أما عندما نقوم بكتابة حرف **Y** وهو اختصار لكلمة **Yes** سيقوم بمسح الأصل.
4. أمر موازيات للعناصر **Offset**: يمكن استعماله في عمل سمك الجدران ورسم طول وعرض الغرف أي أنه يرسم خط موازي للخط على بعد نقوم بتحديدده، فعند النقر على الأمر يسأل البرنامج عن البعد **Offset**، نقوم بكتابة البعد المراد الرسم به ونضغط مفتاح **Enter** ثم النقر على الخط أو الشكل بزر الفأرة الأيسر فيتم تحديد الشكل وظهوره بشكل منقط، والنقر

مرة أخرى في الاتجاه المراد رسم الخط الموازي وبالبعد الذي قمنا بتحديدده من قبل، ولتعديل القيمة يجب النقر على الأمر مرة أخرى وكتابة القيمة الجديدة ونضغط على مفتاح **Enter** وتكرار الخطوات المذكورة.

5. أمر المصفوفة Array: هو أمر يستعمل لتكرار العناصر على هيئة مصفوفة (مستطيلة أو دائرية) عن طريق رسم الشكل المراد تكراره وبعد النقر على الأمر **Array** تفتح نافذة حوار، الشكل (5-18)، لنقوم بالاختيار هل نريد على هيئة صفوف أو على هيئة أعمدة **Rectangular Array**، أو على هيئة شكل دائري **Polar Array**، أو على هيئة صفوف وأعمدة فنقوم بتنشيط **Rectangular Array** ثم النقر على **Select Object** وهو تحديد الشكل المراد تكراره ونقوم بالضغط على مفتاح **Enter** فيتم فتح مربع حوار فنقوم بتحديد عدد الصفوف **Rows** وعدد الأعمدة **Columns** والمسافة بين الصفوف **Column Offset**، ويمكن عمل زاوية ميل للصفوف والأعمدة عن طريق كتابة زاوية الميل المطلوبة في الخانة الخاصة **Angle Of Array** ثم نضغط على **OK**، أما طريقة عمل **Array** على شكل دائري، فبعد رسم الشكل كمثل الدائرة والشكل المراد تكرار على الدائرة نضغط على الأمر **(Array)** من شريط الأوامر ثم نتأكد من تنشيط الاختيار **Polar Array** ثم الضغط على **Select Object** لتحديد الشكل ثم نضغط مفتاح **Enter** فيظهر نافذة الحوار مرة أخرى فيتم النقر على الزر **Center Point** ثم نقوم بالنقر في منتصف الدائرة بزر الفأرة الأيسر فيتم فتح نافذة الحوار مرة أخرى نقوم بتحديد عدد مرات التكرار الشكل على الدائرة وذلك عن طريق إدخال القيمة أو عدد التكرار عند الاختيار **Total Number Of Items**، وتحديد زاوية الدوران هل على الدائرة كلها أي (360) أو (180) درجة فقط أو يمكن تعديل قيمة الدوران بتغيير القيمة **Angle To Fill** ثم نضغط على مفتاح **Enter**.



الشكل 5-18 : نافذة حوار المصفوفة.

6. أمر تحريك العناصر من مكانها **Move**: طريقة الاستعمال عن طريق النقر على الأمر فيطلب البرنامج تحديد الشكل المراد نقله من مكانه **Select Object** بعد التحديد على الشكل نضغط مفتاح **Enter** من لوحة المفاتيح فيسأل البرنامج عن المكان التي يتم الإمساك بالشكل لنقله من مكانه إلى مكان آخر **Select Object Point** فنقوم بالنقر بزر الفأرة الأيسر على نقطة في الشكل والتحريك في لوحة الرسم في المكان المراد وضعة فيه والنقر مرة أخرى بزر الفأرة الأيسر ليتم النقل فيه .

7. أمر الدوران بالنسبة للعناصر بزاوية **Rotate**: عن طريق تنشيط الأمر فيطلب البرنامج تحديد الشكل المراد عمل دوران له **Select Object** بعد تحديد الشكل نضغط مفتاح **Enter** من لوحة المفاتيح فيسأل البرنامج عن نقطة الإمساك التي سوف يدور حولها الشكل **Specify Rotation Angle** فنقوم بكتابة زاوية الدوران المراد لف الشكل لها ثم نضغط على مفتاح **Enter** فيتم عمل دوران للشكل .

8. أمر تكبير أو تصغير العناصر بنسبة معينة **Scale** : عن طريق أخذ الأمر ثم يطلب البرنامج تحديد الشكل **Select Object** بعد تحديد الشكل يسأل البرنامج عن نقطة الإمساك بالشكل **Specify base Point** فنقوم بالنقر على نقطة بالشكل فيسأل عن **Specify Scale Factor** فنقوم بكتابة النسبة المراد التكبير بها ونضغط مفتاح **Enter**.

9. أمر مط تحديد العناصر **Stretch** : نفترض أن لدينا مثلث ونريد استعمال أمر **Stretch** في مط ضلعين من هذا المثلث نقوم بالضغط على أيقونة الأمر فيطلب تحديد الشكل المراد عمل مط له سوف نفتح نافذة على ضلعين فقط والتحرك بالمؤشر نجد أن الضلعين الذي تم فتح نافذة عليهم عن التحرك بالمؤشر يظهر عليهم أمر **Stretch** فيمكن التحكم في طول الضلعين سواء بالتكبير أو التصغير عن طرق حركة المؤشر أما الضلع الذي لم يتم تحديده فهو ثابت في مكان لا يتأثر بالأمر .
10. أمر التحكم بطول العناصر **Lengthen**: طريقة استعمال الأمر عن طريق فتح قائمة **Modify** واختيار أمر **Length** فسوف يظهر في شريط الأوامر أربع اختيارات بين قوسين.

Command: **lengthen** ←

Select an object or [DElta/Percent/Total/DYnamic]:

- تحديد القيمة المراد تزويدها للخط **Delta**: بعد أخذ الأمر نكتب الأحرف (DE) ونضغط مفتاح **Enter** وهو اختصار (Delta) ونقوم بإدخال القيمة المراد زيادتها للخط ونضغط مفتاح **Enter** والنقر على الخط المراد زيادة طوله كل نقرة سيزيد مرة بالقيمة التي تم تحديدها.
- عن طريق النسبة المئوية **Percent**: بعد أخذ الأمر واختيار الحرف (P) ونضغط مفتاح **Enter** نكتب النسبة مثلاً (50) ونضغط مفتاح **Enter** وعند النقر على الخط نلاحظ أن الخط يتم تصغيره للنصف كلما تم النقر عليه.
- القيمة التي سوف تشمل الضلع بأكمله **Total**: بعد أخذ الأمر وكتابة حرف (T) ونضغط على مفتاح **Enter** نكتب القيمة المراد جعل الخط بأكمله يأخذ هذه القيمة التي تم تحديدها وبعد ذلك نضغط على مفتاح **Enter** والنقر على الخط بزر الفأرة الأيسر نقرة واحدة فيتم جعل الخط بنفس القيمة التي تم تحديدها .
- تحديد القيمة يدوي بالنقر بالمؤشر **Dynamic** : بعد أخذ الأمر وكتابة حرفي (DY) من لوحة المفاتيح وبعد ذلك نضغط مفتاح **Enter** والنقر بزر الفأرة الأيسر على الخط المراد زيادة طوله أو تقصيره والتحرك بالمؤشر لزيادته أو تقصيره والنقر بزر الفأرة الأيسر حتى إنهاء الأمر.

11. أمر قص **Trim** : يستعمل هذا الأمر لإزالة الخطوط الزائدة من الرسم ويتم استعمال الأمر عن طريق أخذ الأمر ونضغط على مفتاح **Enter** وبعد ذلك نقوم بالنقر بزر الفأرة الأيسر على جميع الخطوط الزائدة وذلك لإزالتها .

12. أمر مد العناصر حتى حدود معينة (**Extend**) (للخط وللقوس): لاستعمال هذا الأمر يجب مراعاة أنه يجب أن يكون خط آخر موجود ليتمدد له الخط المراد عمل امتداد له أو القوس، فبعد النقر على الأمر نضغط مفتاح **Enter** من لوحة المفاتيح ثم النقر على الخط المراد عمل امتداد له فيتم مده باتجاه الخط الآخر.

13. أمر فصل جزء Break At Point: يستعمل هذا الأمر لفصل خط وتقسيمه إلى أكثر من جزء عن طريق أخذ الأمر فيطلب تحديد الشكل وبعد النقر على الشكل بزر الفأرة الأيسر والتحرك على الشكل أو الخط والمكان المراد عمل فصل بينهم نضغط بزر الفأرة الأيسر فيتم فصل جزء الخط عن الجزء الآخر ولكنه مازال مكانة لكن عند تحديد جزء فنلاحظ أنه لا يؤثر على الجزء الآخر أي يمكن التعديل في جزء بمفرده فهو أصبح في هذه الحالة جزئين وليس جزء واحد .

14. أمر قص أو قطع العنصر بين نقطتين Break: نقوم بتنشيط الأمر فيطلب تحديد مكان القطع.

15. أمر ربط join : يستعمل لربط خطين ليكونوا خط واحد وكتلة واحدة ولكن يجب توفر شرط أن يكونوا على امتداد واحد أي مسار واحد حتى يمكن تنفيذ الأمر وذلك عن طريق النقر على الأمر فيطلب البرنامج اختيار العناصر، بعد النقر على الخط الأول ثم نقوم بالضغط على الخط الثاني ونضغط على مفتاح Enter من لوحة المفاتيح فسوف يصبح شكلاً متماسكاً.

16. أمر شطف Chamfer : يستعمل لعمل شطف للحواف يمكن عن طريق تحديد القيمة أو عمل شطف عن طريق تحديد الزاوية ويمكن عمل شطف وترك الحدود كما هي موجودة، ولتنفيذ هذا الأمر يجب أن يكون الشكل موجود والذي سوف يتم تطبيق عليه هذا الأمر فعند الضغط على الأمر سوف يعطينا مجموعة اختيارات أولاً نقوم بتحديد أنه يتم مسح الحواف التي يتم عليها بأمر Chamfer وذلك بالدخول في Trim من خلال الاختيارات المتاحة ونختار [Trim / No Trim]، لتحديد قيمة الشطف نضغط من لوحة المفاتيح حرف (D) وهي اختصار لكلمة Distance ثم نضغط مفتاح Enter وكتابة القيمة الأولى ويعد ذلك نضغط مفتاح Enter فيسأل عن القيمة الثانية نقوم بكتابة القيمة الثانية ونضغط مفتاح Enter وبعد ذلك يمكن النقر على الخط الأول ثم النقر على الخط الثاني فيتم عمل الشطف، أما طريقة الشطف عن طريق الزاوية فعند الدخول في الأمر نكتب حرف (A) وهو اختصار لكلمة Angle وهي زاوية الشطف وبعد ذلك نضغط على مفتاح Enter فيطلب مقدار الشطف للزاوية الأولى نقوم بكتابة مقدار الزاوية ونضغط مفتاح Enter فيسأل عن مقدار الزاوية الثانية ثم نضغط مفتاح Enter ثم نقوم بالنقر على الخط الأول ثم النقر على الخط الثاني فيتم عمل الشطف .

17. أمر تشذيب Fillet: يستعمل لعمل دوران لحافة الشكل ولتحديد قيمة الدوران نقوم أولاً بالضغط على هذا الأمر ثم كتابة حرف (R) وهي اختصار لكلمة Radius ونحدد نصف قطر الدوران ويمكن بعدها النقر على الضلعين حتى يتم عمل الدوران، مع ملاحظة وجوب التأكد من Trim في الأمر Trim أو No Trim بحسب الحاجة ولاستمرار الأمر معنا وذلك

لتكرار هذا الأمر أو لعمل أكثر من دوران وذلك لأشكال متعددة يمكن كتابة حرف (M) وهي اختصار لكلمة **Multiple** وبدء تنفيذ الأمر بالضغط على أضلاع الشكل المراد تنعيم حوافه.

Command: **fillet** ↵

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10.0000

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: **R**

18. أمر تفتيت أو تفجير **Explode** : يستعمل في العناصر المتماسكة بأكثر من ضلع حتى يكون كل ضلع مستقلاً بذاته، وبعد الضغط على الأمر يطلب البرنامج تحديد الشكل المراد عمل تفجير له وبعد الاختيار نضغط على مفتاح **Enter** فيتم تفجير الشكل ليتمكن التحكم في كل خط من خطوط العنصر بمفرده بمعزل عن الخطوط الأخرى.

6-5 شريط الأبعاد Dimension

يتضمن شريط الأبعاد العديد من الخيارات التي تتيح وضع الأبعاد على الرسومات، والأوامر هي:-

- 1.** البعد الخطي **Linear**: يستعمل في قياس الأبعاد الأفقية والرأسية ويتم ذلك عن طريق النقر على بداية الخط والنقر على نهايته.
- 2.** البعد الموازي **Aligned**: يستعمل في قياس الأبعاد المائلة والرأسية والأفقية عن طريق النقر في بداية الخط ونهاية الخط.
- 3.** البعد المرتب **Ordinate** : يستعمل في قياس بعد النقطة عن نقطة الأصل في مستوي **Y**، **X**.
- 4.** البعد نصف القطري **Radius** : يستعمل لقياس نصف القطر وذلك عن طريق أخذ الأمر والنقر على الدائرة لقياس نصف قطرها .
- 5.** البعد نصف القطري بشكل متعرج **Jogged** : يستعمل لقياس نصف القطر أيضاً ولكن يعطى شكل خط البعد يمكن التحكم فيه على شكل حرف **Z**.
- 6.** البعد القطري **Diameter** : يستعمل لقياس قطر الدائرة عن طريق أخذ الأمر والنقر على الدائرة وتثبيت البعد في المكان المطلوب.
- 7.** البعد الزاوي **Angular** : يستعمل لقياس الزاوية المحصورة بين ضلعين عن طريق النقر على الأمر ثم النقر على الخط الأول والنقر على الخط الثاني وتثبيت مقاس الزاوية بالمؤشر .
- 8.** البعد السريع **Quick Dimension** : لقياس جميع المقاسات بسرعة ومرة واحدة، ويوجد فيه عدة اختيارات، منها الاختيار **Staggered** والذي يقوم بالقياس بحيث المقاسات لا

تكون على خط واحد، واختيار **Baseline** لقياس المحاور أو الخطوط بحيث تبدأ المقاسات من نقطة واحدة، واختيار **Datum Point** يمكن عن طريقه تحديد نقطة يبدأ القياس منها.

Specify dimension line position, or

Continuous/Staggered/Baseline/Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit/settings

9. أدوات وضع الأبعاد **Dimension style** : للتأكد من الإعدادات الافتراضية للبرنامج ومدى مطابقتها لنظام وضع الأبعاد المتبع في الرسم للتوافق مع طبيعة اللوحة، فكل تخصص أسلوب في وضع الأبعاد، فاللوحة الميكانيكية تختلف عن اللوحة الالكترونية في طبيعة الأرقام والرموز وحجمها، ويتم ذلك عن طريق النقر على الأيقونة الموجودة في شريط الأدوات.

10. الأمر **blipmode** : يستعمل لوضع نقطة إرشادية في اللوحة ونقوم بكتابة الأمر في شريط الأوامر ونختار **on** ولمسح هذه النقاط من على الشاشة نقوم بكتابة الأمر **RE** ، (يفيد أيضاً عند وجود تجاعيد في الأشكال مثل الدائرة تكون غير المنتظمة) أو بكتابة الأمر نفسه ونختار **. off**

Command: **blipmode**

Enter mode [ON/OFF] <ON>: **OFF**

7-5 بداية الرسم

1-7-5 تحضير مساحة الرسم

بعد فتح البرنامج ندخل على قائمة **format** ونختار **Drawing Limits**، فيقوم البرنامج بالسؤال عن نقطة بداية اللوحة من الجهة الشمال ونوافق على القيم الافتراضية الصفر لمحور **X** (الرقم الأول من اليسار) والصفر لمحور **Y** بضغط **Enter** (↵).

↵: Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000, 0.0000>

وإذا اخترنا الأمر **ON** فلن يرسم خارج حدود اللوحة التي سنحددها، بعدها يسأل البرنامج عن نقطة في الجهة اليمنى أي نهاية اللوحة من جهة اليمين فندخل أبعاد اللوحة فتكون اللوحة بالاتجاه العرضي **210, 297**، أما عندما تكون ورقة الرسم بالاتجاه الطولي تكون القيمة **297, 210**، مع مراعاة القيمة الأولى التي سوف نكتبها سوف يعتبرها البرنامج في اتجاه محور **X** والقيمة الثانية سوف يعتبرها في اتجاه محور **Y**، بعد ذلك نقوم بإظهار الشبكة بالضغط في إطار البرنامج على الأمر **Grid**، ولكي تظهر حدود اللوحة الأصلية التي سوف يتم الرسم عليها بالكامل في نافذة البرنامج نطبع الأوامر

(أو اختصاراتها التي تكون معلّمة بخط تحت احد أحرفها) وهي Zoom أو (Z)، ومن ثم ضغط المفتاح Enter (↵)، يليه الأمر All أو (A) ثم ضغط ↵.

مع ملاحظة إعدادات مهارات الرسم المناسبة والمذكورة في الفقرة السابقة مثل مسافات الشبكة والتعقب أو التعامد وكذلك اختيار وحدة القياس وضبط الفواصل العشرية لدقة الرسم Precision في أوتوكاد، من نافذة وحدات الرسم Drawing Units التي توفر عدد المراتب بعد الفارزة، لنضبط الدقة إلى العدد الصحيح (بدون الفارزة) للطول وللزاوية.

5-7-2 ضبط مقياس الرسم في اللوحة

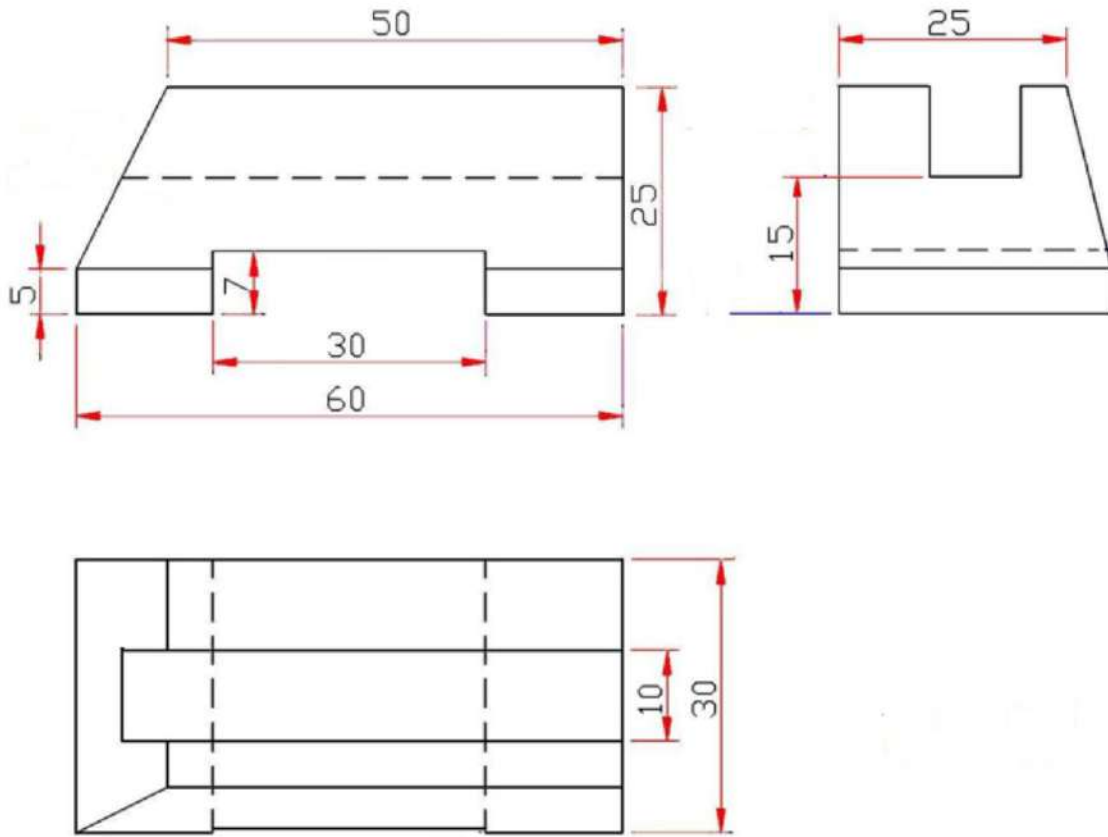
من قائمة Format نختار Dimension Style تفتح نافذة حوار نختار منها الأمر Modify ونختار التبويب Fit وندخل مقياس الرسم للوحة الحالية على مقياس اللوحة الافتراضي في خانة Use overall scale of، ولإظهار الخطوط المنقطة (المخفية) في اللوحة بشكل أوضح نقوم بكتابة أمر LTscale في شريط الأوامر ونضغط مفتاح ↵ ونقوم بكتابة مقياس رسم اللوحة الحالي على المقاس الافتراضي وبعد ذلك نضغط مفتاح ↵.

5-7-3 تطبيق على أوامر الرسم Draw

من المرحلة الدراسية السابقة أنجزنا عدة ممارسات لرسم الخطوط والدوائر ومن المناسب أن نتناول أمثلة بشكل أكثر تفصيلاً للتعرف على الإمكانيات المتاحة في برنامج الرسم أوتوكاد.

مثال 5-1

إرسم مساقط المنظور المبينة في الشكل (5-19) مع توزيعها على ورقة الرسم A4 ووضع الأبعاد مستعملاً طريقة الإحداثي الديكارتي المطلق في تنفيذ الرسم.



الشكل 19-5

الحل

1) كما تعلمنا من المرحلة الدراسية السابقة، نبدأ بتحديد أبعاد لوحة الرسم A4 وهي ($X=297$, $Y=210$) من خلال الأمر **Drawing limits** من القائمة المنسدلة **Format** في خط الأوامر الحوار الآتي، والذي من خلاله نحدد أبعاد الورقة بكتابة إحداثيات الركن الأيسر السفلي وإحداثيات الركن الأيمن العلوي، علماً أن القيم داخل الأقواس $< >$ هي القيم الافتراضية للبرنامج أو التي تم استعمالها بالأمر نفسه في رسوم سابقة.

ثم نختار من القائمة المنسدلة **Format** الأمر **Unite** الذي يظهر نافذة حوار نختار منها الوحدات **Millimeter** والنظام المتري **Decimal** ونلغي الفارزة لتكون الأرقام بالأعداد الصحيحة **Precision=0** بعدها نكتب في خط الأوامر اختصارات الأمرين **Zoom(Z)** و **All (A)** ، لتبقى الرسوم ضمن شاشة البرنامج. بعد ذلك نرسم إطار اللوحة وكما في الرسم اليدوي مع تخطيط لجدول المعلومات باستعمال الأمر **Rectangle** (مستطيل)، وكما يأتي:-

Command: **<Grid on>** (من شريط أوامر القفز)

Command: **<Osnap on>** (من شريط أوامر القفز)

Command: <Snap on> (من شريط أوامر القفز)

Command: <Ortho on> (من شريط أوامر القفز)

Command: _units (من القائمة Format)

Command: _limits (من القائمة Format)

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0,0>: 0,0 ↵

Specify upper right corner <12,9>: 297,210 ↵

Command: zoom ↵ (أو من القائمة View)

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or

[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: A

Command: rectangle ↵ (أو من شريط Draw)

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: 10,10 ↵

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: 277, 190 ↵

(2) لرسم الجدول نستعمل أمر رسم المستقيم وكما تعلمنا في كل أوامر الرسم أن يفعل الأمر

Line أما من قائمة Draw أو بالنقر على الأيقونة  في الشريط أو بكتابته (أو اختصاره

L) في خط الأوامر متبوعا بالضغط على مفتاح Enter في من لوحة المفاتيح.

Command: Line ↵

Specify first point: 20, 10 ↵ (تحديد نقطة بداية الخط -الخطوط العمودية)

Specify next point or [Undo]: 20, 200 ↵ (تحديد نقطة نهاية الخط)

Specify next point or [Undo]: *Cancel* (بالضغط على مفتاح ESC للخروج من أمر Line)

Command: Line ↵

Specify first point: 20, 10 ↵ (تحديد نقطة بداية الخط الثاني -الخطوط العمودية)

Specify next point or [Undo]: 20, 200 ↵ (تحديد نقطة نهاية الخط)

Specify next point or [Undo]: *Cancel*

Command: Line ↵

Specify first point: 20, 10 ↵ (تحديد نقطة بداية الخط الأفقي الأول في الإطار)

Specify next point or [Undo]: 20, 200 ↵ (تحديد نهاية الخط الأفقي في الإطار)

Specify next point or [Undo]: *Cancel*

وبالطريقة نفسها نكمل بقية الخطوط الأفقية الباقية وفق إحداثيات بداية ونهاية كل خط (بعد حسابها

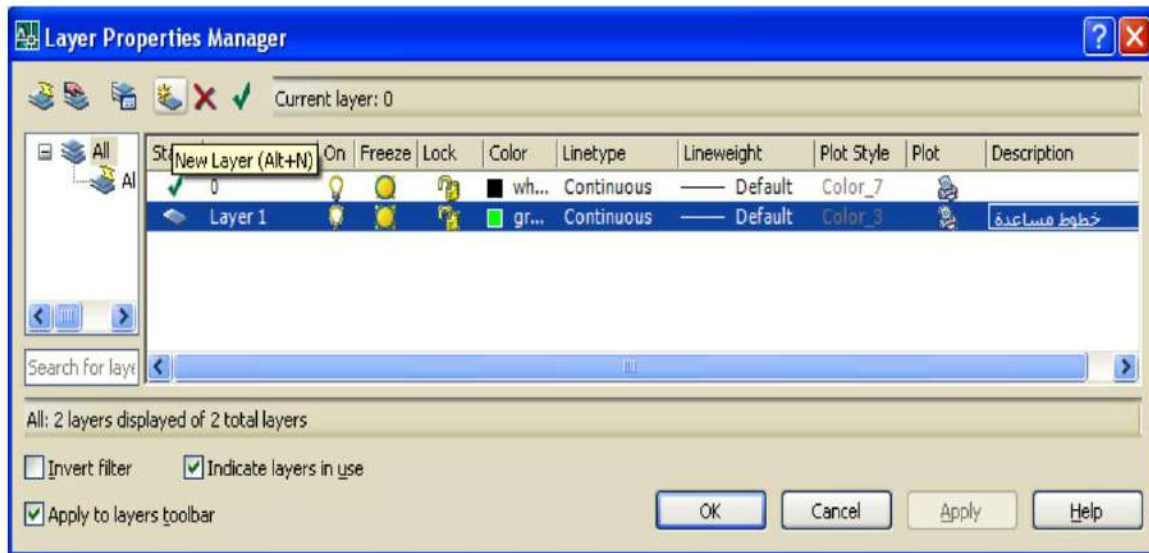
تبعاً لنظام الإحداثيات الديكارتي المطلق)، ونقاط رؤوس المستقيمات هي : (10,110 - 30,110)،

(10,140 - 30,140)، (10,170 - 30,170).

من الممكن انجاز الخطوات المذكورة في أعلاه لتنمية المهارة في الرسم باستعمال مؤشر الفأرة في اختيار الأوامر وانتقاء النقاط ومتابعة قيمها بعد تفعيل أمر الإدخال الديناميكي **Dynamic Input** ومراقبة القيم الظاهرة بجانب المؤشر، من غير الكتابة في خط الأوامر أو استعمال مفتاح الإدخال **Enter** ، فضلاً عن تفعيل الشبكة ومن المناسب جعل إعدادات لمسافات البيئية بمقدار (10).

3) كما هو معمول في الرسم اليدوي فإن توزيع المساقط على لوحة الرسم من الضروريات الواجب حسابها مسبقاً وستكون في هذا التمرين (المسافات البيئية في الاتجاه الأفقي 55mm وفي الاتجاه العمودي 45mm)، ونتيجة تقاطع تلك الخطوط سينتج المستطيلات التي ستتضمن المساقط في داخلها (تلك الطريقة أسهل لرسم المساقط) إذ نحدد طبقة رسم جديدة **Layer** لنرسم عليها تلك الخطوط المساعدة والتي لا تعتبر من ضمن خطوط المساقط إذ يمكن إخفاءها عند الطباعة وذلك بتجميد طبقتها، وكما يأتي:-

Layer أو كتابة الأمر **Format** من أيقونة في شريط الطبقات أو من القائمة المنسدلة سوف تظهر نافذة حوارية تحتوي على مواصفات طبقة كنا قد رسمنا عليها الإطار تحمل الاسم (نميز ألوان **Layer1**)، نستحدث من تلك النافذة طبقة جديدة تحمل الاسم 0 الافتراضي (خطوطها بلون مميز (كمثل اللون الأخضر) لتكون لوحة رسم جديدة يمكننا فيما بعد تجميدها شكل (5-20)، (Turn Off) (عدم إظهارها في الطبع)، أو إخفائها **Freeze**



الشكل 5-20 : نافذة الحوار لتكوين طبقة رسم جديدة.

نرسم على الطبقة الجديدة الخطوط الإنشائية الأفقية والعمودية بالأمر **Construction Line (XLine)** بإحدى الطرائق الثلاث المذكورة سابقاً عند تنفيذ الأوامر، وكما يأتي:-

Command: **xline** ↵

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: V ↵ (تحديد نوع الخط وهو عمودي)

Specify through point: 85,10 ↵ (إدراج إحداثيات النقطة التي سيمر خلالها الخط)

Specify through point: 145,10 ↵

Specify through point: 200,10 ↵

Specify through point: 230,10 ↵

Specify through point: *Cancel* (الخروج من الأمر)

Command: xline ↵

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: H ↵

Specify through point: 10,55 ↵

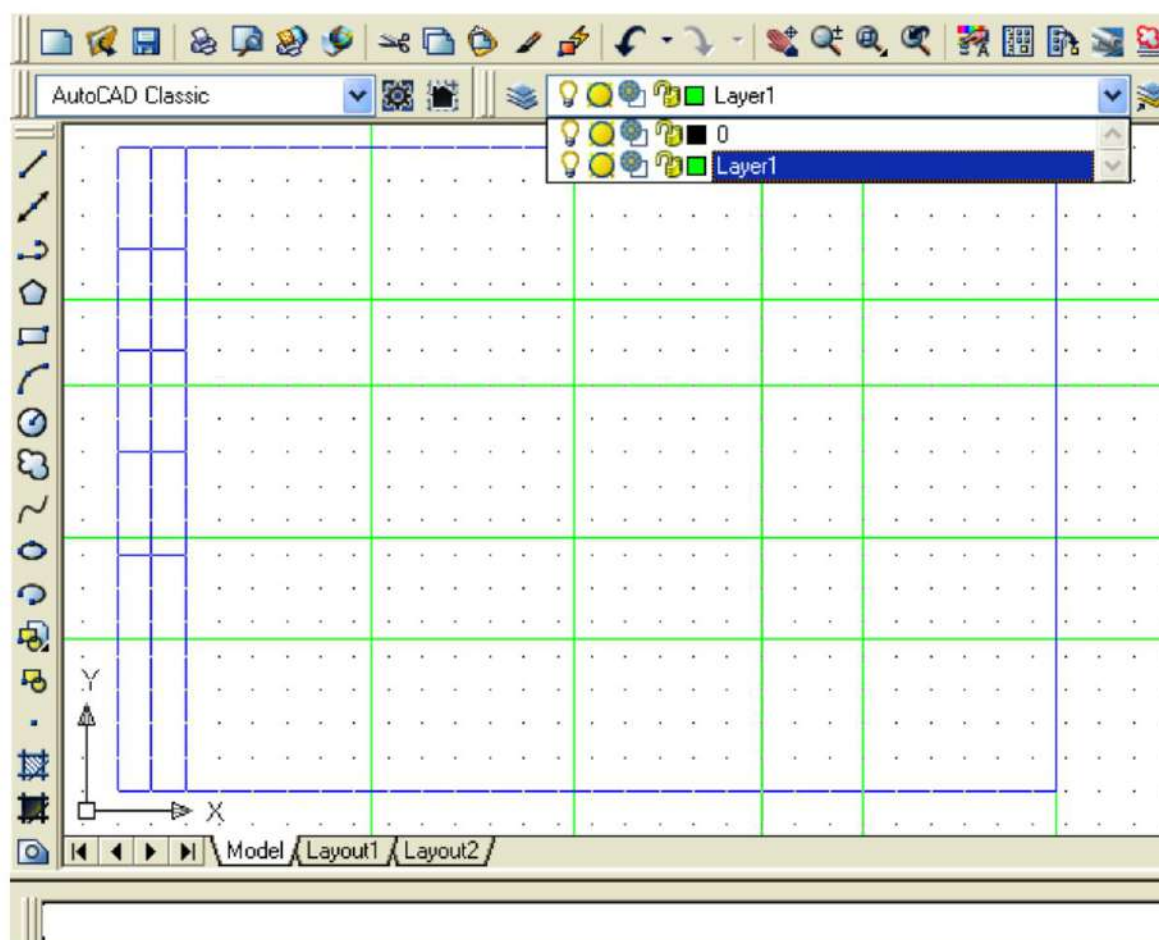
Specify through point: 10,85 ↵

Specify through point: 10,130 ↵

Specify through point: 10,155 ↵

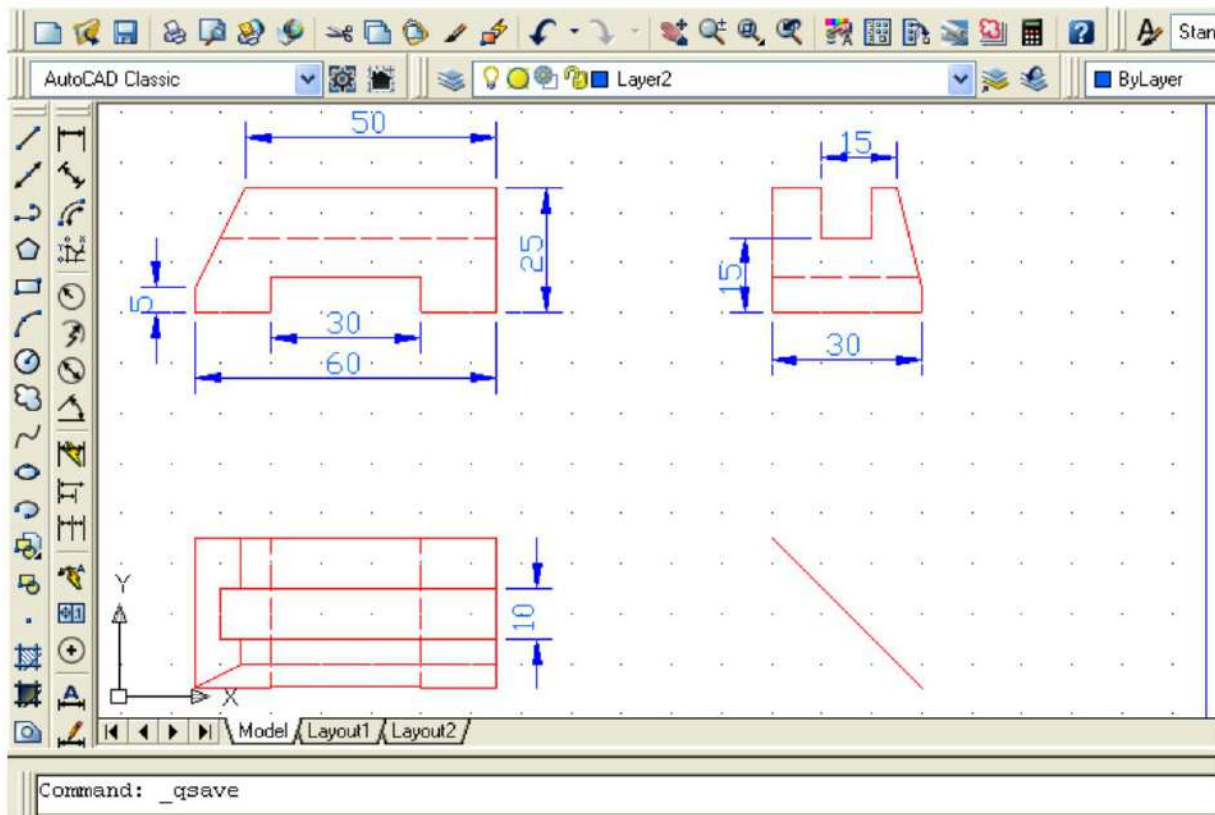
Specify through point: Cancel

ويبين الشكل (21-5) الرسم النهائي للطبقتين، إذ توضح الطبقة الثانية الخطوط الإنسانية الأفقية والعمودية وبذلك تم تحديد مواقع المساقط.



الشكل 21-5 : طبقتي الرسم.

بعد أن أصبح موقع المساقط محدداً نبدأ على الطبقة الرئيسية (0) برسم المسقط الرأسي باستعمال الأمر **Line** (نختار لوناً مغايراً كمثل اللون الأحمر)، والاستعانة بمهارات الرسم التي تقدمها أيقونات أدوات القفز بحسب الحالة والحاجة، ثم الانتقال إلى رسم بقية المساقط، وعند الرجوع إلى الشكل في (5-19) نلاحظ وجود نقل أبعاد أو تسقيط مما يستوجب الرجوع للطبقة **Layer1** ورسم خط إنشائي عمودي يمر بالنقطة (1) وخط آخر يمر بالنقطة (2) وينعكس على خط الانعكاس (المائل 45°) نحو المسقط الأفقي لتحديد البعد الحقيقي المنقول، ولوضع الأبعاد نستحدث طبقة أخرى **Layer2** لتكون بلون مغاير، فبعد ضبط إعدادات **Dimension Style** وإظهار شريط الأبعاد في لوحة الرسم، نكمل وضع الأبعاد، الشكل (5-22).



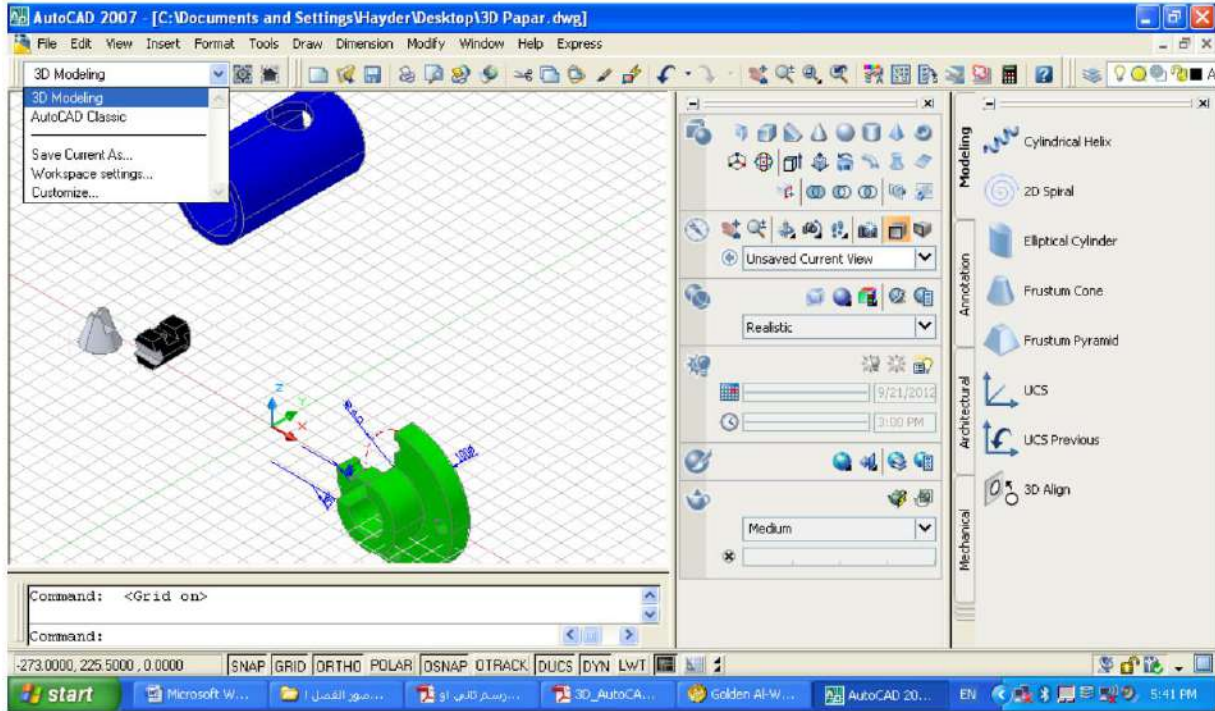
الشكل 5-22 : وضع الأبعاد على المساقط.

ولتكملة تطبيق المهارة في الرسم، سوف نحول المسقط الأمامي إلى قطاع ويتم ذلك بتحويل الخط المخفي (المتقطع) إلى خط مستمر، وتهشير المنطقة المقطوعة بحسب أمر التهشير آنف الذكر.

8-5 الرسم ثلاثي الأبعاد Three Dimensions Drawing

بعد تشغيل البرنامج وبغرض الحصول من مناطق العمل **Workspaces** الخاصة بالواجهة ثلاثية الأبعاد نختار **3D Modeling** لتظهر مجموعة القوائم والأشرطة للعمل في البيئة ثلاثية الأبعاد،

الشكل (5-23)، مع الاحتفاظ بالأشرطة الرئيسية للقائمة المنسدلة، ويختلف شكل الواجهة بحسب سنة الإصدار لبرنامج الأوتوكاد وهذا الاختلاف يهدف لتسهيل اختيار الأوامر.



الشكل 5-23 : واجهة الرسم ثلاثي الأبعاد.

ومن الممكن التحكم بمواقع الأشرطة وإظهارها أو إخفاءها بحسب الحاجة ومقدار التمرس على البرنامج.

5-8-1 الإحداثيات في الفراغ

يتبع أوتوكاد النظام العالمي للإحداثيات الذي يعين الإحداثيات (على الشاشة) اليمين واليسار X ، وللأمام والخلف y، وللأعلى والأسفل Z، وهذا الثالث هو الجديد علينا هنا، إذ سيتم التعامل معها على أساس انها البعد الذي يعطي الرسم تجسيمياً، وتلتقي المحاور الثلاثة في نقطة الصفر والتي لا تخلو من الأهمية ويفضل تحديدها على الجسم المرسوم (يفضل تسمية العنصر ثلاثي الأبعاد جسم و ليس العمل رسم).

5-8-2 نظام إحداثيات المستخدم UCS (User Coordinating System)

من الأوامر أو الإيعازات التنظيمية المهمة جداً للعمل الثنائي والثلاثي الأبعاد على حد سواء، فعند العمل في بيئة ثلاثية الأبعاد من الضروري أحيانا تغيير المستوى الذي نرسم عليه، على سبيل المثال، نحتاج لإضافة بعض التفاصيل إلى جانب من الجسم، فنرسم على السطح الجانبي أما WCS النظام

الإحداثي العالمي فهذا الأسلوب هو المعيار للمحاور X, Y, Z ، الافتراضي، فعند بداية أي رسم جديد (X إلى اليمين، Y للأعلى و Z نحوك). فيقوم نظام إحداثيات المستعمل بإعادة تنسيق الاتجاهات اعتماداً على رغبة المستعمل للبرنامج، ويتم الوصول الى تفاصيل الأمر عن طريق القائمة المنسدلة Tool أو كتابة الأمر في خط الأوامر وانتقاء الاختيار المطلوب.

Command: **ucs** ↵

Specify origin of UCS or

[Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z/ZAis] <World>: **w** ↵

9-5 أوامر الرسم ثلاثي الأبعاد 3D

الأجسام الصلبة الابتدائية التي يمكننا استعمالها للعمل مع 3D بدلاً من تشكيل أو تدوير الأشكال، فالبرنامج يوفر بعض النماذج الأساسية والابتدائية ثلاثية الأبعاد، إذ يوجد ثمانية نماذج مختلفة يمكن أن نختارها، فمن القائمة Draw نختار الأمر Modeling الذي يتضمن تلك الأوامر أو قد تكون بشكل قائمة عائمة (في الإصدارات الحديثة)، الشكل (5-24).



الشكل 5-24 : أيقونات رسم الأشكال الصلبة.

ويبين الجدول (5-1) تلك الأوامر وتوصيفاتها وطريقة استعمالها.

الجدول 5-1 : أوامر تكوين ورسم أجسام ابتدائية صلبة.

الشكل	الأمر	الأيقونة	التوصيف
صندوق	BOX	 Box	تكوين صندوق صلد عن طريق تحديد ركنين وارتفاع، او مركز وطول أضلاع.
كرة	SPHERE	 Sphere	تكوين كرة صلبة عن طريق تحديد مركز ونصف قطر.

أسطوانة	CYLINDER	 Cylinder	تكوين اسطوانة عدلة عن طريق تحديد مركز ونصف قطر وارتفاع.
مخروط	CONE	 Cone	تكوين مخروط كامل عن طريق مركز ونصف قطر وارتفاع.
أسفين	WEDGE	 Wedge	تكوين اسفين مثلث عن طريق نقطتين متعاكستين.
طارة	TORUS	 Torus	تكوين طارة باعتماد نقطة مركز ونصف قطر لكل من الطارة والأنبوب.
هرم	PYRAMID / PYR	 Pyramid	رسم جسم صلب لمضلع (3-32 وجه) اعتماداً على ارتفاع نقطة المركز.
صلب مستمر	PSOLID	 Polysolid	رسم شكل صلب بعرض وارتفاع كما في رسم الخط المستمر. polyline.

ومن المناسب تجربة تلك الأوامر واختياراتها الفرعية بشكل عملي والآتي بعض منها، الشكل (5-25):-

مثال لرسم صندوق صلب

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)

مثال لرسم كرة صلبة

command: **_sphere** ↵
 Specify center point or [3P/2P/Ttr]: ↵ (نلتقط نقطة على منطقة الرسم أو نكتب أحد الاختيارات)
 Specify radius or [Diameter]: ↵ (نحدد نصف قطر الكرة)

مثال لرسم اسطوانة

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

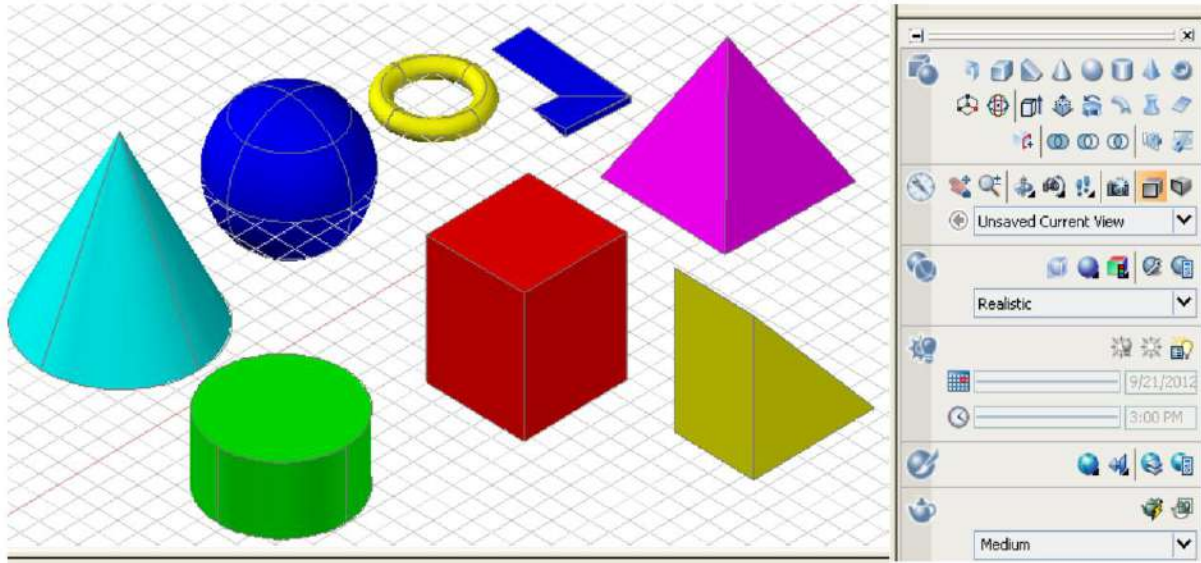
مثال لرسم مخروط

Command: **_cone** ↵

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: (نلتقط نقطة على منطقة الرسم أو نكتب أحد ↵ الاختيارات)

Specify base radius or [Diameter]: **30** ↵

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: **45** ↵



الشكل 5-25 : رسم الأجسام الصلدة.

1-9-5 أوامر التركيبات الصلبة Solid Composites

الرسم ثلاثي الأبعاد عادة يتضمن استعمال الأجسام الصلبة، وأحيانا قد نحتاج لدمج الأجزاء المتعددة إلى جسم واحد، أو نزيل أقساماً صلبة من أخرى، **AutoCAD** يحتوي بعض الأوامر التي تسهل هذا الإجراء عن طريق بعض العمليات المنطقية فضلاً عن الأوامر المساعدة الأخرى لتحرير الأجسام الصلبة، ويبين الجدول (2-5) تلك الأوامر وطريقة استعمالها.

الجدول 2-5 : 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 صلبة بالاستناد على الأجسام الهندسية المتقاطعة.
تشكيل وجه	SOLIDEDIT		يسمح بزيادة حجم الجسم الصلب بسحب وتشكيل للخارج أحد وجوهه.
شريحة	SLICE		قطع الجسم الى شرائح على طول مستوى قطع معين.
اصطفاف 3D	3DALIGN		اصطفاف أجسام 2-3D الى ثلاثي الأبعاد.

ومن المناسب تجربة تلك الأوامر واختياراتها الفرعية بشكل عملي والآتي بعض منها: -

مثال لتكوين جسم صلد من اتحاد جسمين، الشكل (5-26):-

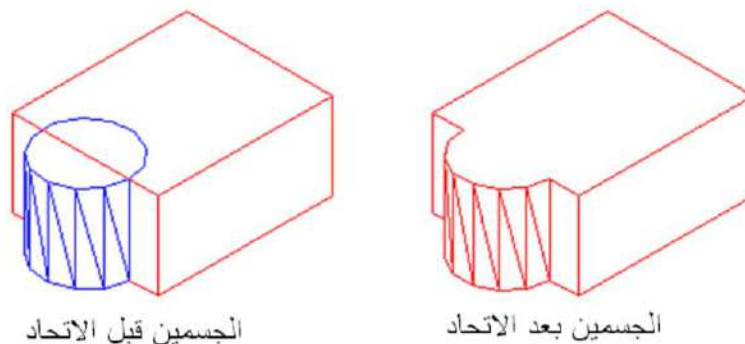
نفترض وجود جسمين اسطوانة وصندوق متداخلتان ومطلوب جعلهما جسمً واحداً، نختار الأمر أما بكتابته في خط كتابة الأوامر أو النقر على الأيقونة، وكما يلي:-

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**.



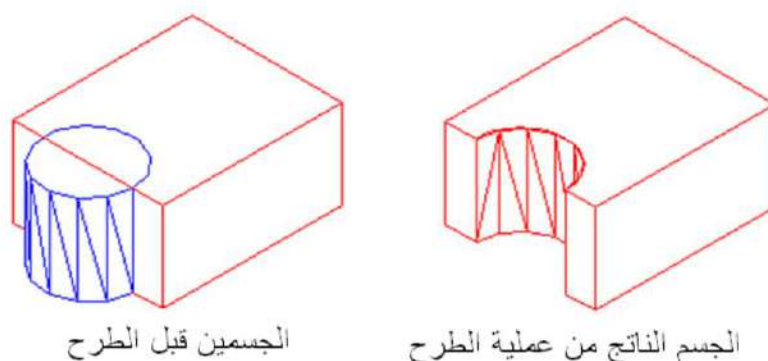
الجسمين قبل الاتحاد

الجسمين بعد الاتحاد

الشكل 5-26 : تنفيذ أمر الاتحاد.

وبالطريقة نفسها يمكن تنفيذ بقية الأوامر تباعاً وكما تبين الأشكال (5-27)، (5-28)، (5-29)،

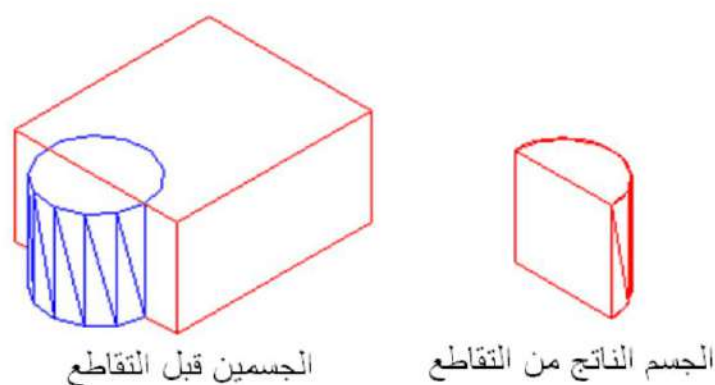
(30-5)، و (31-5).



الجسمين قبل الطرح

الجسم الناتج من عملية الطرح

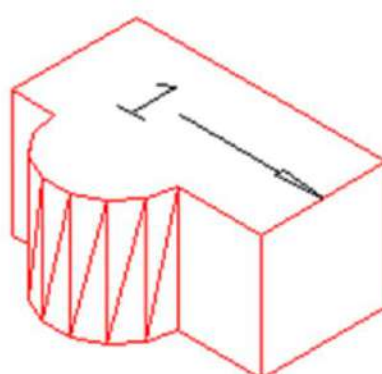
الشكل 5-27 : تنفيذ أمر الطرح.



الجسمين قبل التقاطع

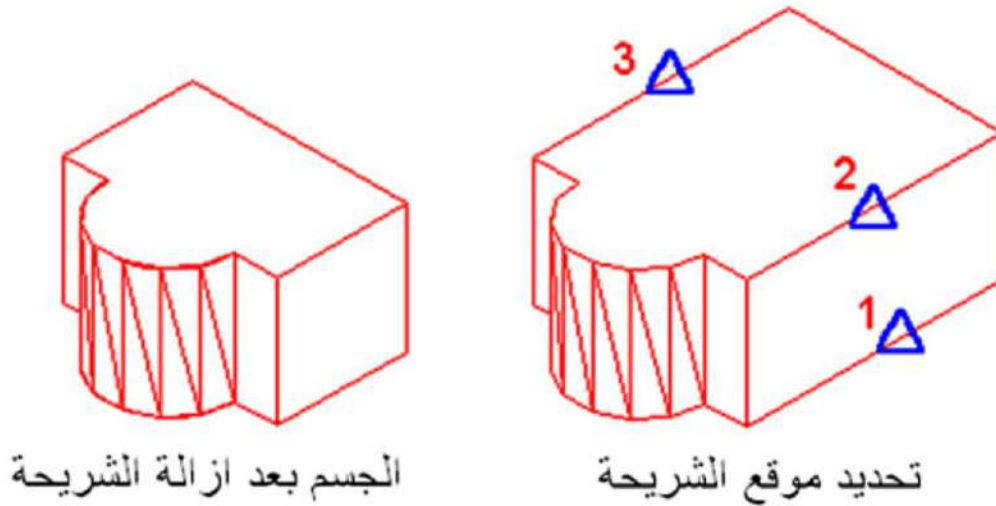
الجسم الناتج من التقاطع

الشكل 5-28 : تنفيذ أمر التقاطع.

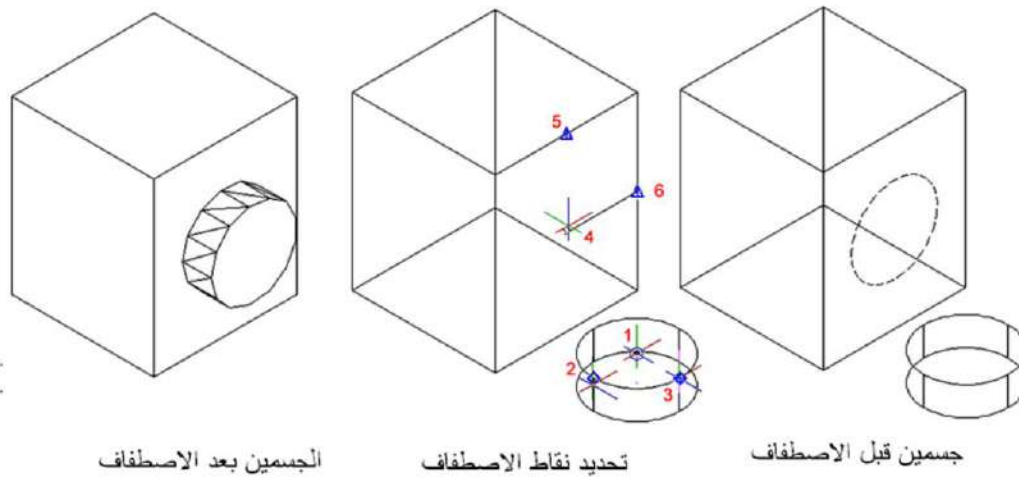


زيادة حجم الجسم باتجاه مستو معين

الشكل 5-29 : تنفيذ أمر تمديد أو زيادة حجم جسم.



الشكل 5-30 : تنفيذ أمر قطع شريحة.



الشكل 5-31 : تنفيذ أمر الاصطفاف.

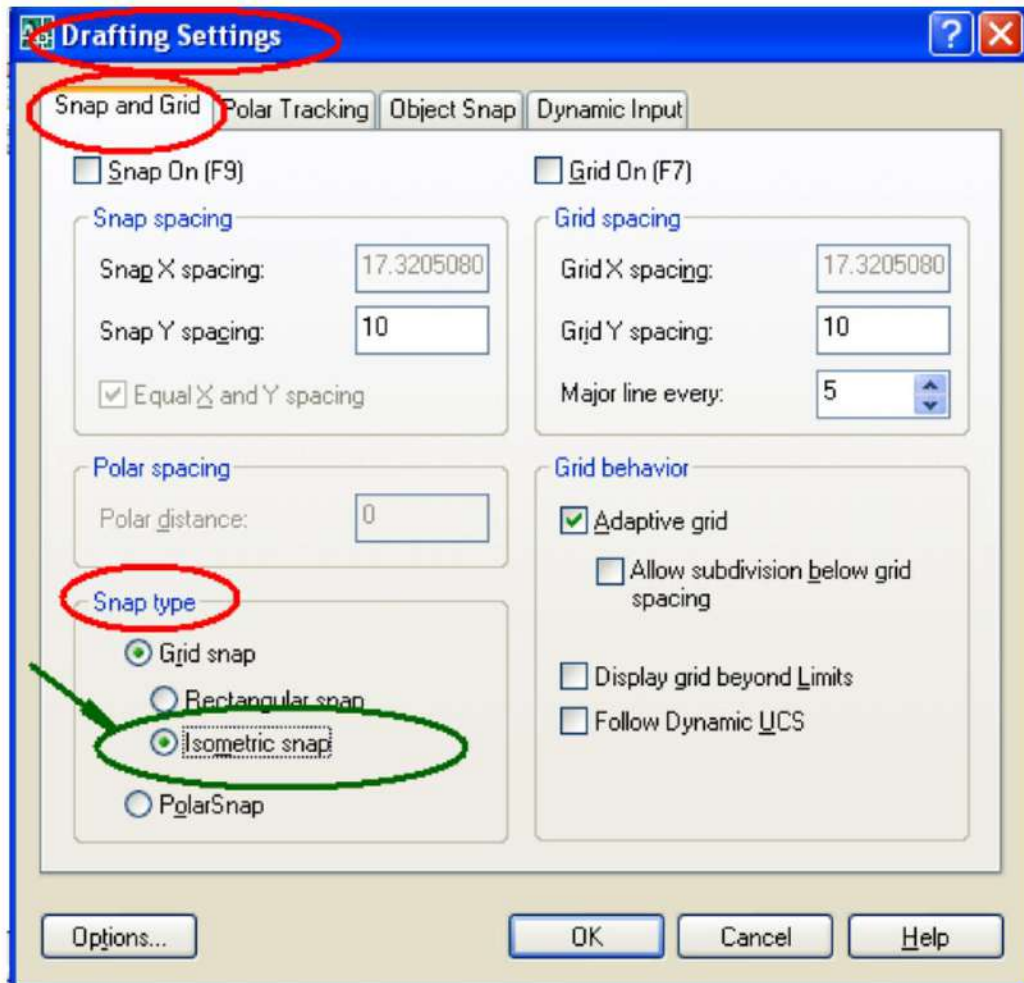
10-5 الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D

مرّ علينا في الفصول السابقة طرائق رسم المنظور المتقايس (الأيزومتري) وبتابع الأسس السابقة من الممكن رسم المنظور في برنامج الأوتوكاد وفي بيئة الرسم ثنائي الأبعاد ليؤدي 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 الأيزومتري **Isometric Snap** عن طريق أحد الأساليب الآتية:-

1. كتابة الأمر **dsettings** في خط الكتابة.
2. شريط الأدوات **Tool** ثم **Drafting settings**.

3. النقر بزر الفأرة الأيمن على أحد أيقونات مساعدات الرسم فليكن **Grid** مثلاً واختيار **setting** من الخيارات التي ستظهر.

وفي كل الحالات تظهر النافذة الحوارية **Drafting settings**، الشكل (5-32)، نختار منها الوثب والشبكة **Snap and Grid** وفي حقل نمط القفز (الوثب) **Snap type** في أسفل النافذة نحدد اختيار القفز الأيزومتري **Isometric Snap**.



الشكل 5-32 : نافذة اختيار القفز الأيزومتري.

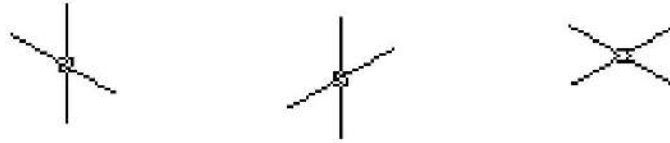
كما يمكن تفعيل الأمر عن طريق خط كتابة الأوامر:-

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 الوضعيات التالية، الشكل (5-33).



الشكل 5-33: أشكال المؤشر الأيزومتري.

يتم التنقل من وضعية لأخرى للمؤشر بالضغط على المفتاح **F5** أو بضغط المفاتيح **Ctrl+E** معاً، وعند اختيار أمر التعامد **ORTHO** من شريط أدوات القفز (الفقرة 5-3-2)، وسيظهر في خط كتابة الأوامر الوضعيات الثلاثة المذكورة.

Command: <Isoplane Top>

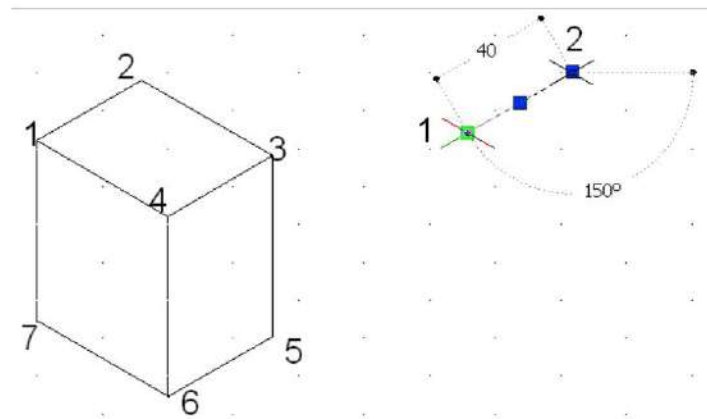
Command: <Isoplane Right>

Command: <Isoplane Left>

ترسم الخطوط (حواف السطوح) المتعامدة للمنظور، لكن الخطوط الأفقية ستكون مائلة بزاوية 30° ، 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 على اليسار.

مثال 2-5

إرسم متوازي المستطيلات بأبعاد قاعدته $40 \times 50 \text{ mm}$ وارتفاعه 60 mm بأسلوب القفز الأيزومتري.



الشكل 5-34: رسم متوازي مستطيلات متقايس.

الحل

بعد تفعيل أمر الوثب المتعامد وتحويل شكل المؤشر للرسم العلوي **Isoplane Top** نختار الأمر **Line** فنحدد بداية رسم الخط ولتكن النقطة 1 ، الشكل (5-34)، وبطول 40 نحرك المؤشر نحو النقطة 2 ثم الضلع الآخر وبطول 50 نحو النقطة 3 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 3465 نضغط المفتاح **F5** حتى نصل لوضعية **Isoplane Right** فنرسم الخط الرأسى انطلاقاً من النقطة 3 وللأسفل وبمسافة 60 فنحصل على النقطة 5 ثم نغير اتجاه حركة المؤشر لليساار وبطول 40 نحصل على النقطة 6 ثم نرسم باتجاه للأعلى نحو النقطة 4 بطول 60 .

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 1467 نضغط المفتاح **F5** حتى نصل لوضعية **Isoplane Left** نرسم من النقطة 6 الى اليسار خط بطول 50 فنحصل على النقطة 7 ، ثم نغير اتجاه حركة المؤشر نحو النقطة 1 في الأعلى ونكتب البعد 60 لتكتمل كل خطوط وحواف المنظور.

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)

1-10-5 رسم منظور الدائرة الأيزومترية Isometric Circles

ترسم الدوائر الأيزومترية باستعمال أمر القطع الناقص **Ellipse** ثم اختيار منظور الدائرة منظور الدائرة **Isocircle** ثم نكتب في شريط كتابة الأوامر نصف قطر الدائرة الأيزومترية.

مثال 3-5

إرسم منظور الدائرة الأيزومترية في السطح العلوي التي نصف قطرها 50mm ومركزها النقطة 70,70.

الحل

Command: <Isoplane Top>

Command: EI ↵

ELLIPSE

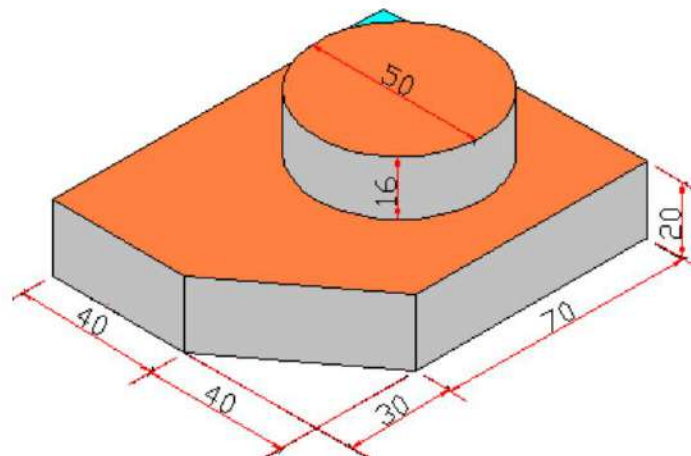
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: I ↵

Specify center of isocircle: 70,70 ↵

Specify radius of isocircle or [Diameter]: 50 ↵

مثال 4-5

إرسم المنظور الأيزومتري المبين في الشكل (5-35) .



الشكل 5-35 : منظور أيزومتري مركب.

الحل

بعد تفعيل نمط التعامد وتحويل المؤشر الى المنظر العلوي **Isoplane Top** نرسم حواف السطح العلوي **abcde** (مع عقارب سالب) انطلاقاً من النقطة **a** والرجوع اليها وكما يأتي، لاحظ الشكل

-(A-36-5)

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 **a, b, d, e** للأسفل وبمقدار **20mm** (يمكن رسم أحد الخطوط ومن ثم استخدام أمر النسخ **Copy**)، لاحظ الشكل (B-36-5)، ثم صل النهايات لتلك الخطوط، مع تحديد مركز الدائرة بخطين متعامدين، الشكل (C-36-5).

من مركز الدائرة نرسم قاعدة الاسطوانة وكما يأتي، الشكل (D-36-5):-

Command: **_ellipse** ↵

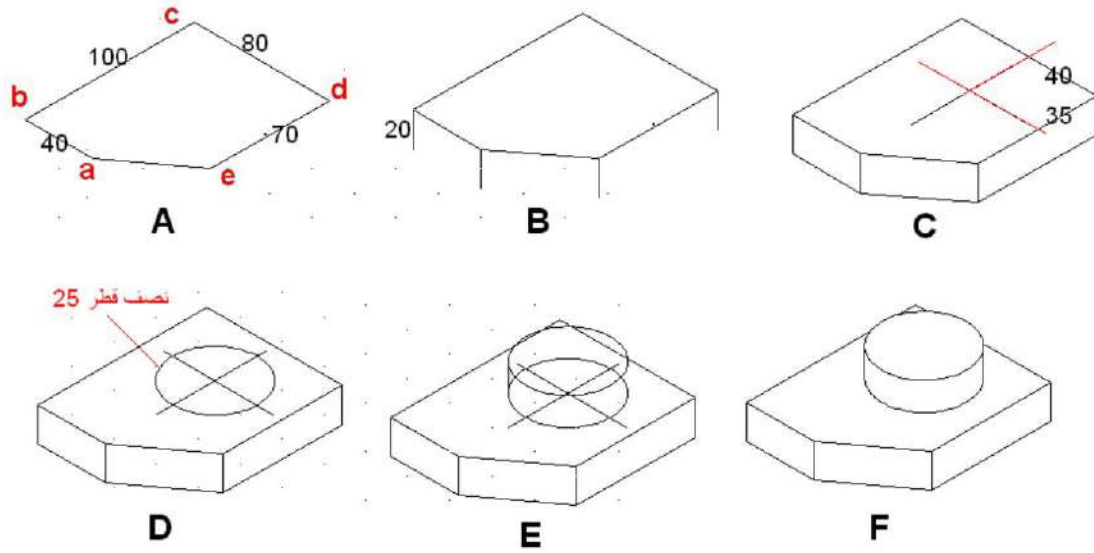
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: **I** ↵

Specify center of isocircle: (تحديد مركز الدائرة بالمؤشر)

Specify radius of isocircle or [Diameter]: **25** ↵

تنسخ منظور الدائرة مسافة **16mm** للأعلى باستعمال الأمر **Copy**، ونرسم خطين مماسين لمنظوري الدائرة، الشكل (E-36-5).

نستخدم الأمر **Trim** لتثذيب الزوائد في الرسم فنحصل على المنظور المطلوب، الشكل (F-36-5).



الشكل 5-36 : مراحل رسم منظور أيزومتري مركب.

11-5 أسئلة وتمارين الفصل الخامس

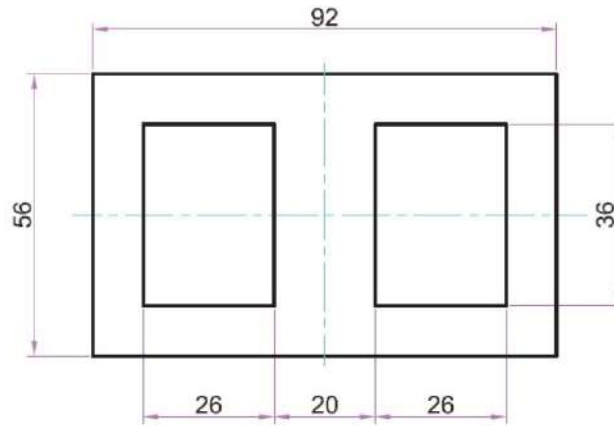
1-11-5 عدد عشرة من أشرطة الادوات **Toolbars** وبين طريقة تنشيطها ضمن واجهة برنامج الأوتوكاد.

2-11-5 توجد ثلاثة طرائق لإدخال الأوامر في أوتوكاد، عددها مع ذكر أي منها أسهل لك بالتنفيذ.

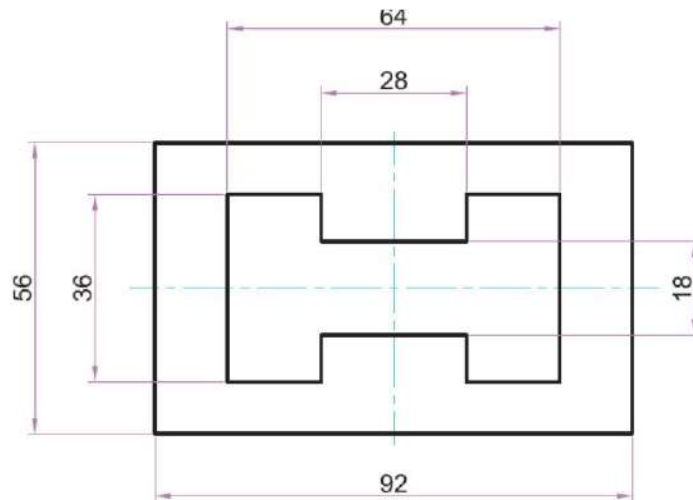
3-11-5 عدد أوامر القفز ومجموعة المفاتيح الدالة **The Function Keys** المقابلة لكل منها.

4-11-5 بين طريقة تحضير مساحة الرسم بعد فتح البرنامج.

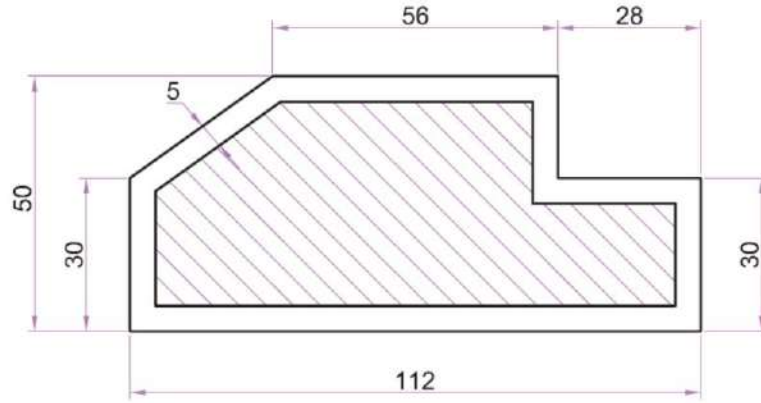
5-11-5 إرسم باستعمال أوامر الرسم في برنامج الأوتوكاد **2D** المساقط المبينة أبعادها في الأشكال (37-5)، (38-5)، (39-5)، (40-5)، مع وضع الأبعاد.



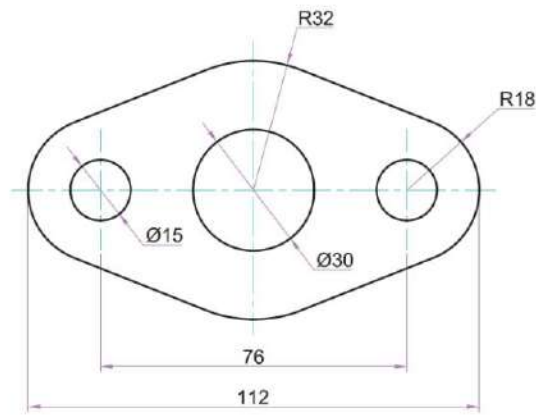
الشكل (37-5).



الشكل 38-5

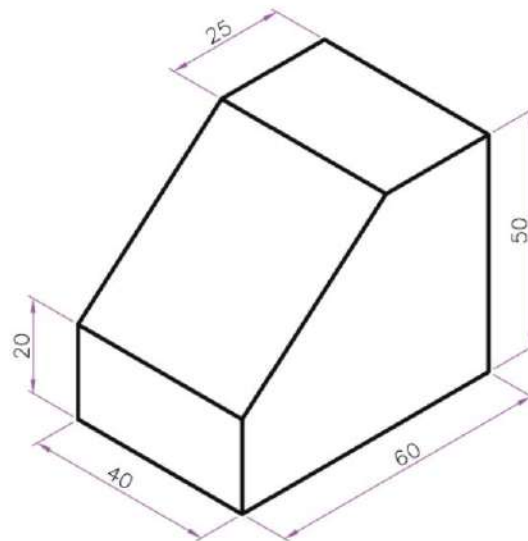


الشكل 39-5



الشكل 40-5

6-11-5 إرسم المنظور الأيزومتري المبين في الشكل (41-5) متبعاً أسلوب الرسم المتقايس في برنامج الأوتوكاد.



الشكل 41-5

