جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

الصناعي / ميكانيك

تأليف

د. سعد عباس خضر حيدر موسى ألشكري

مؤيد محمد علي

مهدي عبد الرضا سعيد ابراهيم نصيف جاسم

تنقيح

م.د. حازم حاتم عبد الكاظم م.م. حسنين جاسم موسى

المهندس نبيل ثجيل يونس

الطبعة السابعة

1446 هـ 2024 م

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 فيتعرف من خلاله 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 الثالث غطى الكثير من حالات المشغولات والتي تتغير مساقطها بحسب شكل الجسم المشغول، في حين عرض الفصل الرابع موضوع القطاعات وأنواعها وطرائق تمثيلها في الرسم الصناعي، أما الفصل الخامس فقد تناول إعادة لأساسيات 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 لزاماً 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 التعلّم نحو المرحلة الدراسية القادمة والتي ستكون أكثر تخصصاً آملين 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، وختاما 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.

المؤلفون 2012 م - 1433 هـ

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	اسئلة 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

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

الفصل الأول

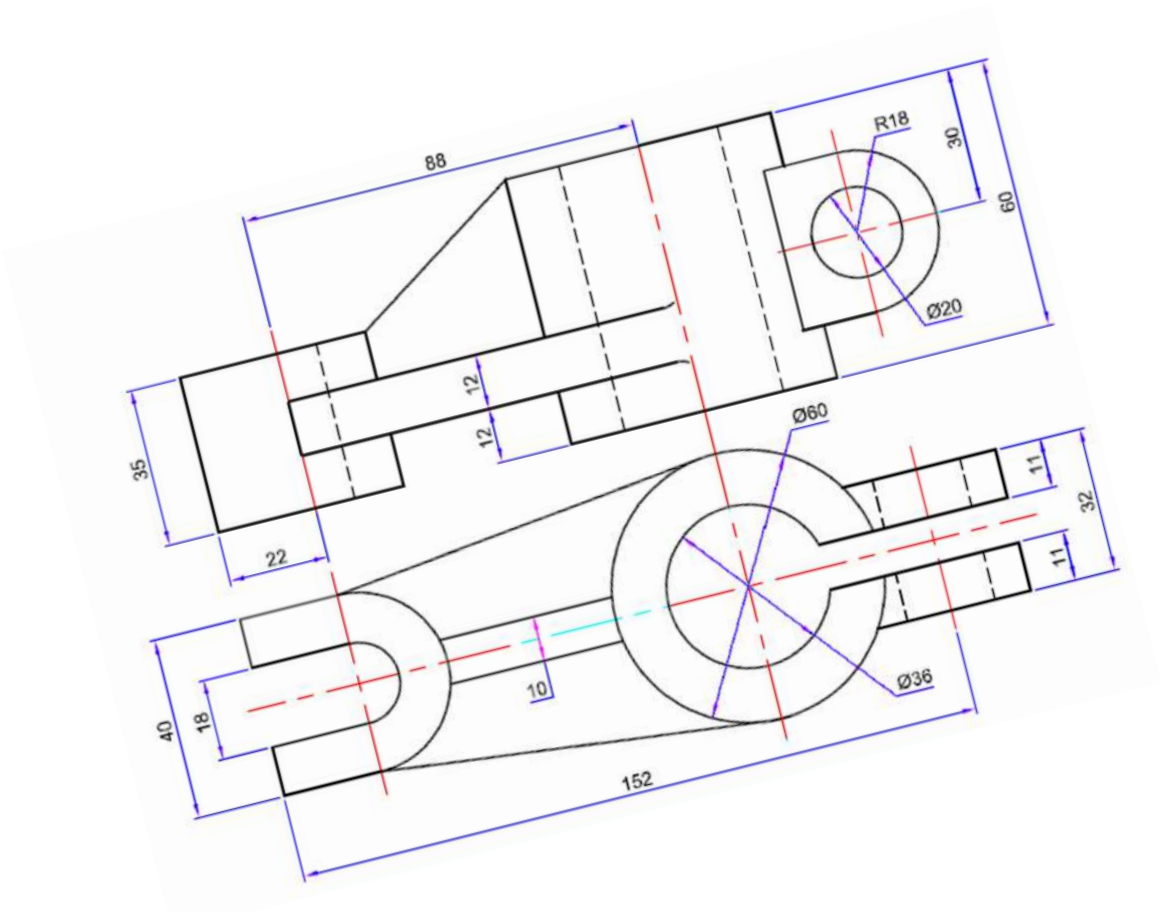
رسم المساقط بمعلومية المنظور

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.

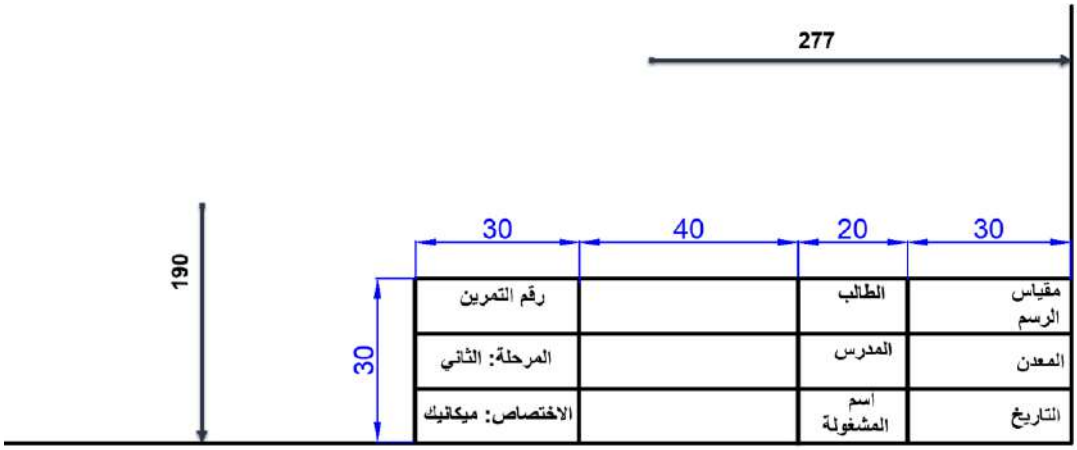


تمهيد:

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 المجسم 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.

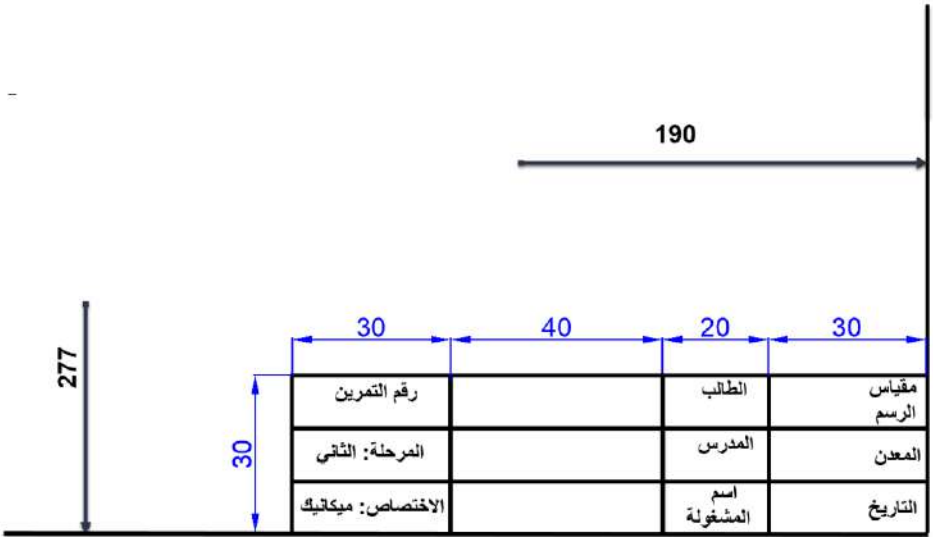
1-1 توزيع المساقط على ورقة الرسم

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 او رقم التمرين، المرحلة الدراسية والتخصص، وكما مبين في الشكل (1-1) الذي يمثل الوضع الأفقي للرسم، والشكل (1-2) الذي يمثل الوضع العمودي للرسم، لتصبح مساحة الرسم (277mmx190mm).



الشكل 1-1: النموذج المعتمد لجدول المعلومات للوضع الافقي

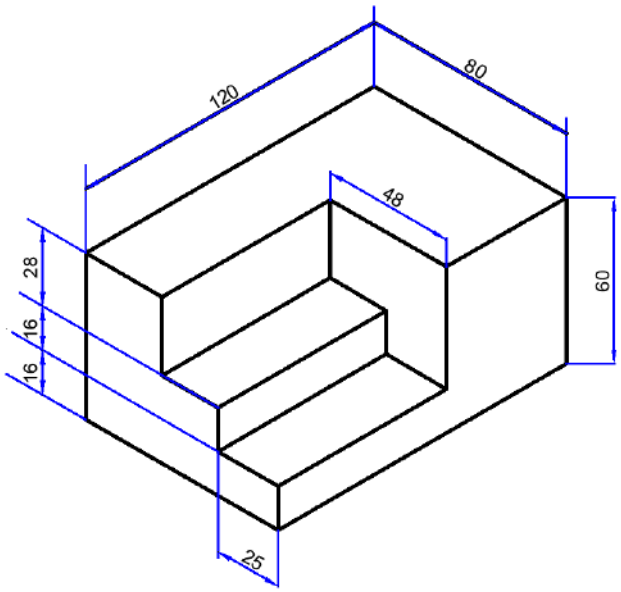
أما عندما تكون اللوحة في الوضع العمودي فيكون وضع الجدول كما موضح في الشكل (1-2).



الشكل 1-2: النموذج المعتمد لجدول المعلومات للوضع العمودي

مثال 1-1 (حالة الوضع الافقي)

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



الشكل 1-3: منظور متقايس

الحل: يتم أولا 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)، وبناء 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).

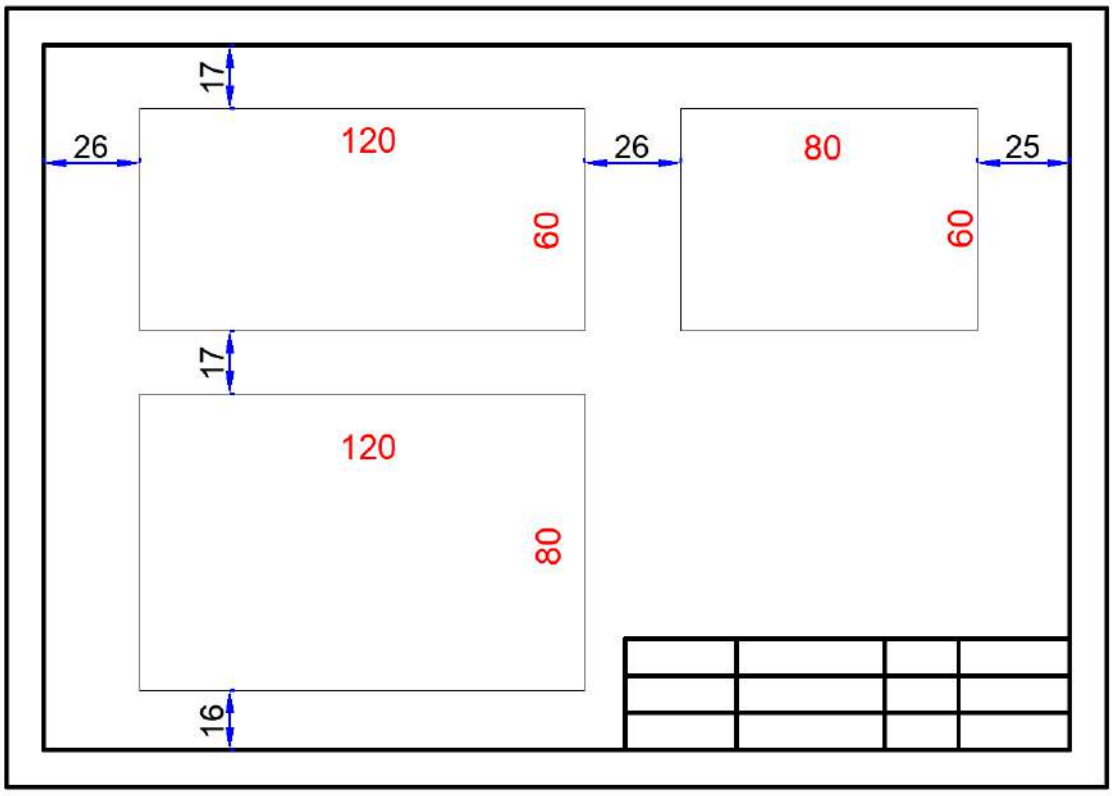
لاستخراج مساقط المنظور، يجب حساب المسافات البينية بين المساقط (لورقة الرسم A4) بعد رسم الجدول والإطار، إذ تكون مساحة الرسم المتاحة (277mmx190mm)، وكما يأتي: -

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

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

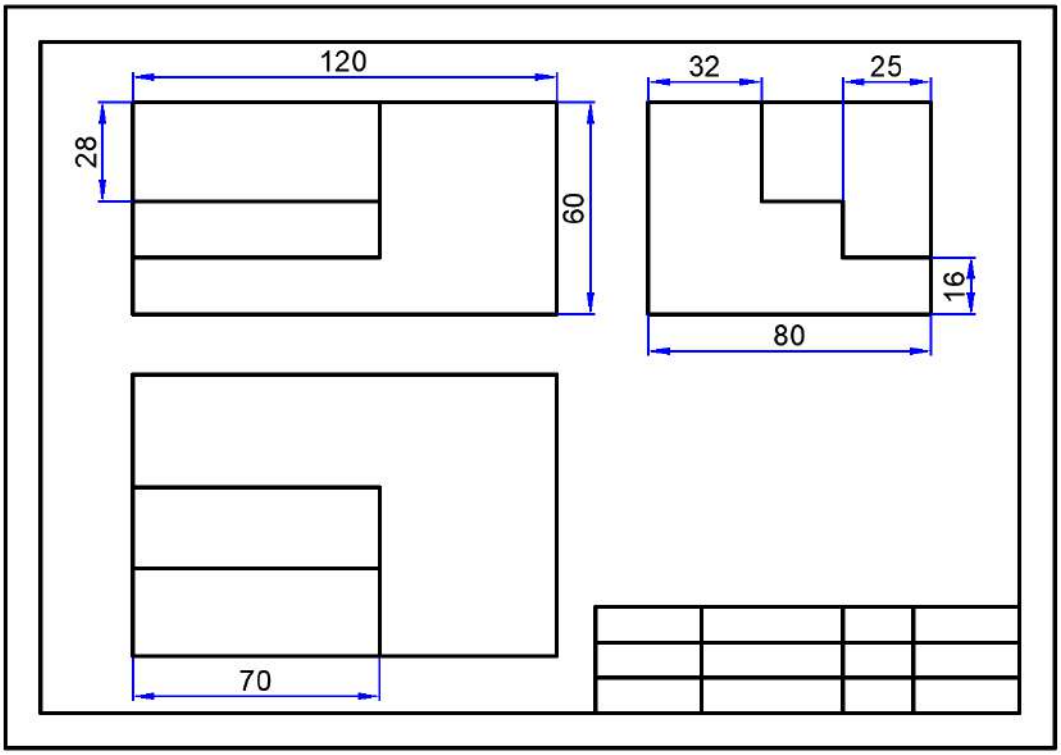
إذ ان المسافة *X* هي المسافة الأفقية الفاصلة بين المسقطين الأمامي والجانبي وكذلك بين حافتي إطار اللوحة الأيمن والأيسر، والمسافة *Y* هي المسافة العمودية الفاصلة بين المسقطين الأمامي والأفقي وكذلك بين حافتي إطار اللوحة الأعلى والأسفل.

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 (1-4).



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

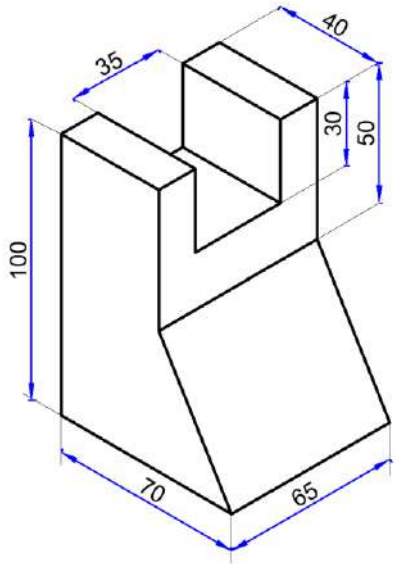
بعد ذلك نحدد التفاصيل الواردة في المنظور ونسقطها على تلك المستطيلات، ثم نمسح الخطوط الزائدة، ويبين الشكل (1-5) المساقط الثلاثة (الأمامي، الجانبي، والأفقي) للمنظور.



الشكل 1-5: المساقط الثلاثة للمنظور الهندسي

مثال 1-2 (حالة الوضع العمودي)

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



الشكل 1-6: منظور متقايس

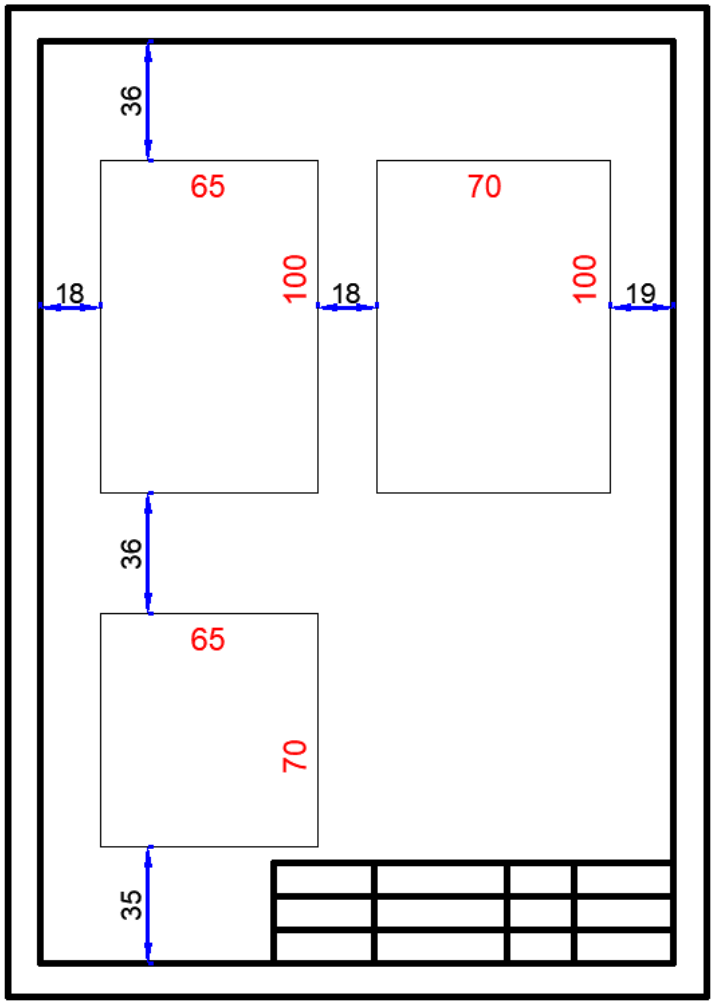
الحل: يتم أولا اتخاذ القرار بخصوص وضع اللوحة حيث يتم جمع الطول مع العرض وفي هذا المثال يكون ناتج الجمع (135 mm) وهذه المسافة اصغر من المسافة المتاحة في لوحة الرسم والتي مقدارها (190 mm) ، وبناء على ذلك يمكن استخدام اللوحة بالوضع العمودي.

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

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

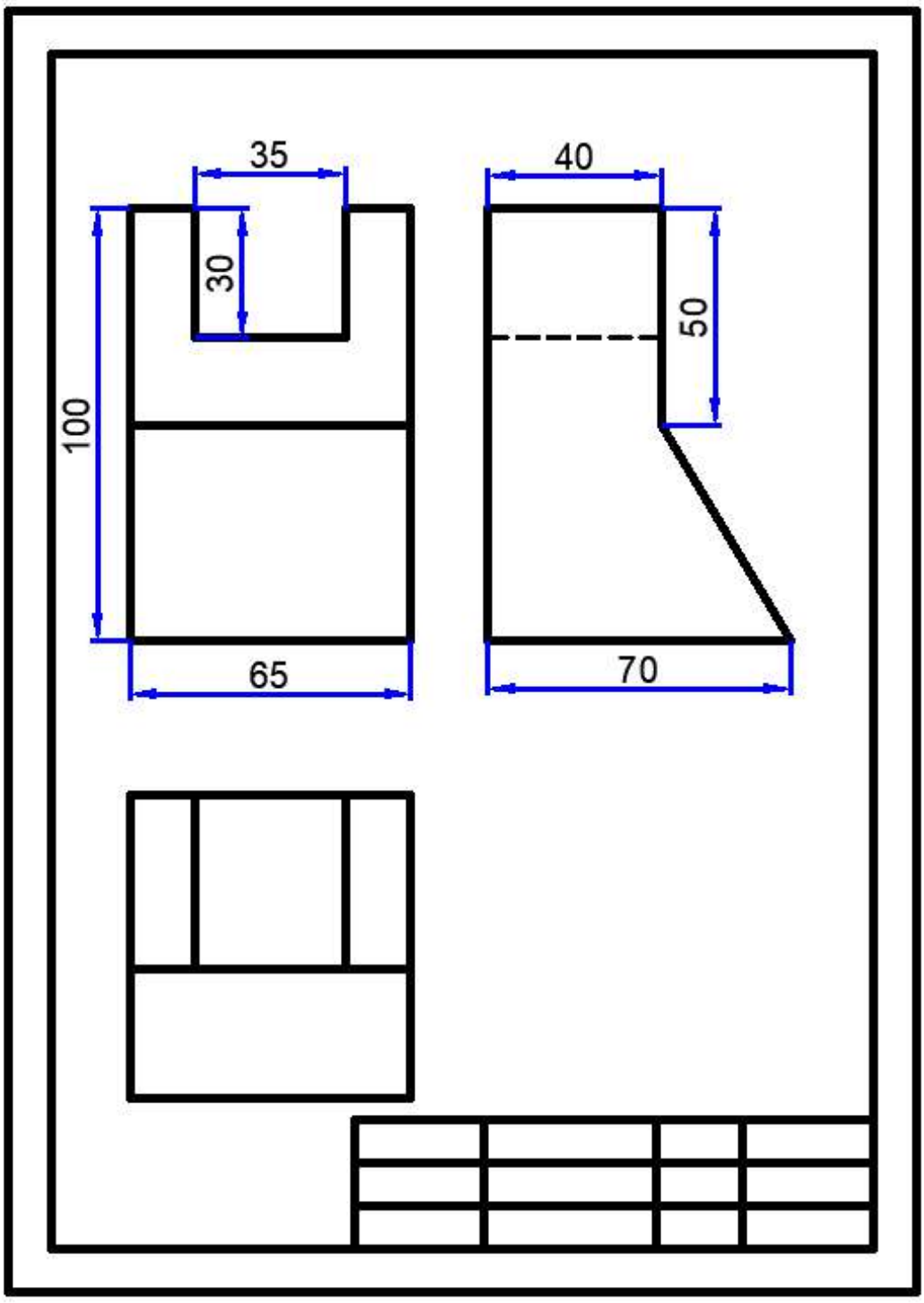
$$Y=\frac{277-(100+70)}{3}=\frac{277-170}{3}=\frac{107}{3}\approx 36\ mm$$

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



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

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



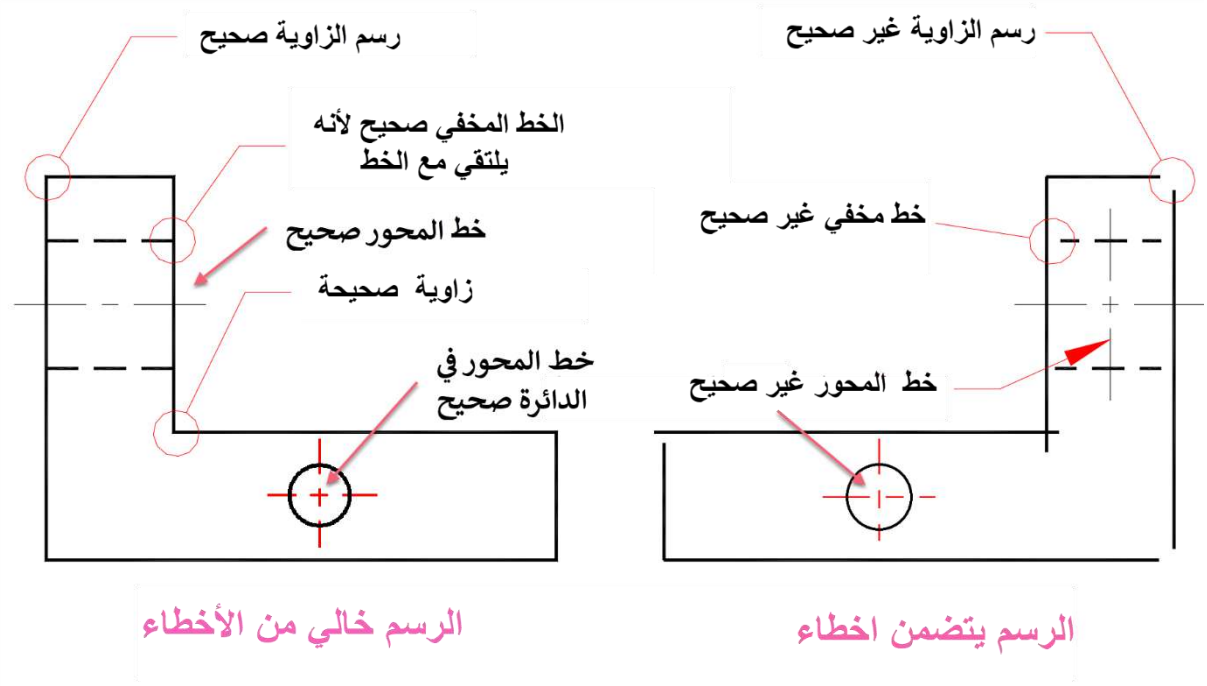
الشكل 1-8: المساقط الثلاثة للمنظور المتقايس

ملاحظة مهمة:

في كلتا الحالتين (الرسم بالوضع العمودي والرسم بالوضع الأفقي) اذا 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، وهنالك 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 بالاشكال الدائرية ، كما يوضح الجانب الأيسر من الرسم الحالات الصحيحة لهذه الأخطاء ، وان التقيد بالتعليمات الخاصة بمثل هذه الحالات ينتج رسومات صحيحة ويكون تقييمها أفضل.

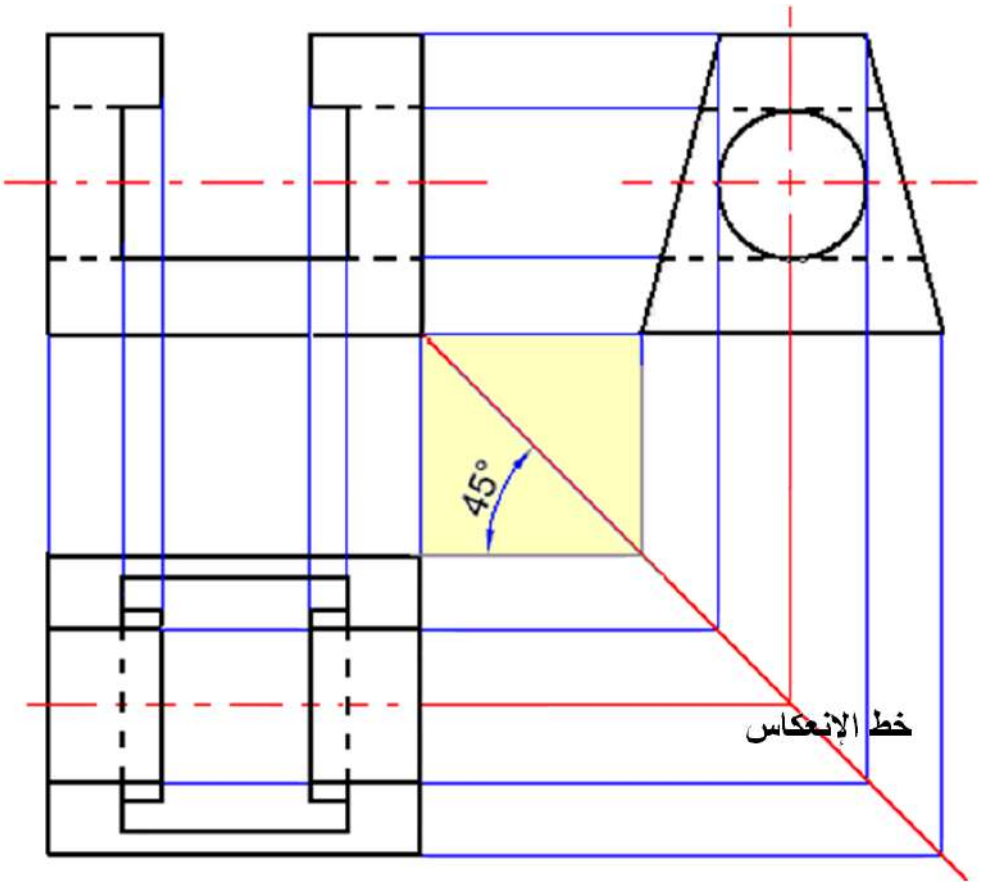


الشكل 1-9: بعض الأخطاء الشائعة في تنفيذ الرسومات مع توضيح الحلول لهذه الأخطاء

1-2 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 تذكّر الآتي: -

- المسقط الأمامي (الرأسي) والمسقط الجانبي يكونان باستقامة أفقية، بمعنى أن جميع الخطوط الأفقية في المسقطين الأمامي والجانبي على استقامة واحدة، فضلاً عن إن 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 والمختفي ثم نحدد الأطوال المطلوبة من المسقط الأخر.
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

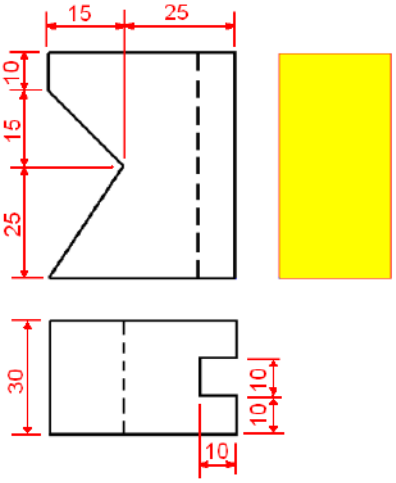
❖ إذا كان المطلوب هو استنتاج المسقط الأمامي (يسار المسقط الجانبي)، ننظر من الجهة (العكسية) اليمنى من المسقط الجانبي ومن الجهة السفلى للمسقط الأفقي، وستكون جميع النقاط والخطوط التي أمامنا مباشرة أثناء النظر خطوط ظاهرة في المسقط الأمامي، أما غير ذلك من

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 1-3

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



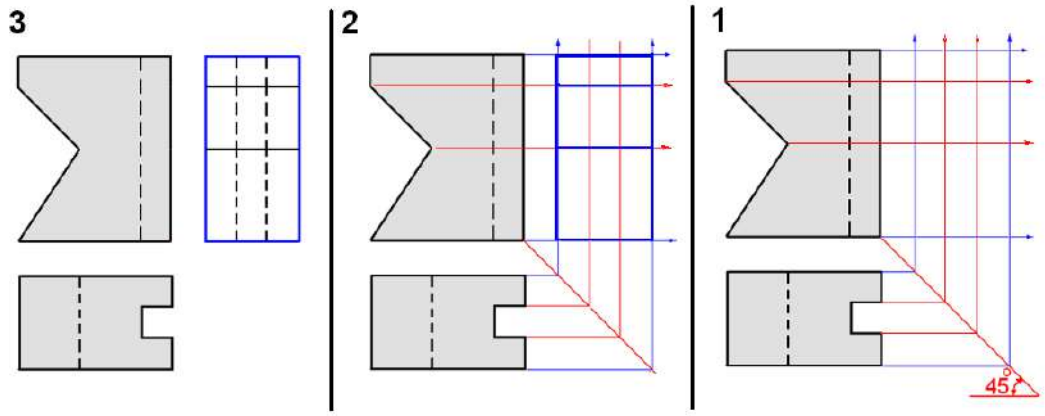
الشكل 1-11: المسقطين الأمامي والأفقي

الحل

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

1. نصل امتدادات الحدود الخارجية للمسقط الأمامي باتجاه مستطيل المسقط الجانبي، ثم نرسم خطاً مائلاً بزاوية مقدارها 45^{o} 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.

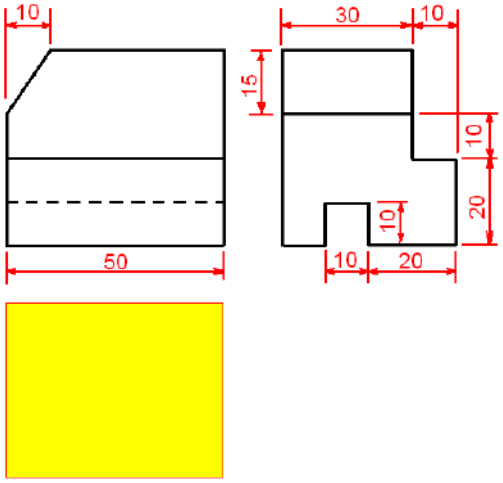
3. نمسح خطوط الامتداد والخطوط الزائدة وتوضيح المسقط بإعادة الرسم بسمك مناسب لخطوط الرسم.



الشكل 1-12: مراحل استنتاج المسقط الجانبي

مثال 1-4

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



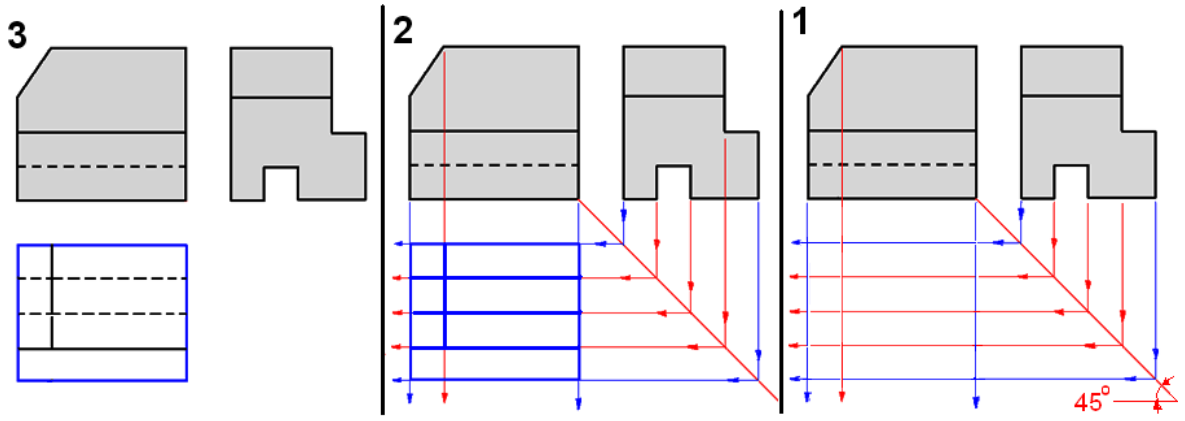
الشكل 1-13: المسقطين الأمامي والأفقي

الحل

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

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 المسقطين، (الأسهم حمراء اللون).
5. نحدد المعالم الخارجية والتفاصيل الداخلية للمسقط الأفقي بالنظر في الاتجاه المناسب للمسقطين المعطيين لتحديد الخطوط المخفية.

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

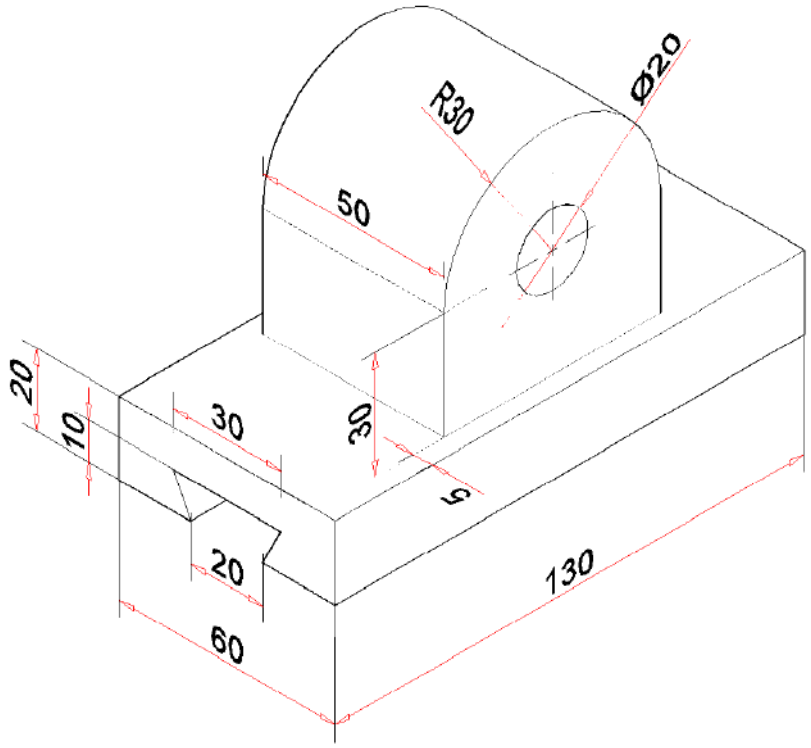


الشكل 1-14: مراحل استنتاج المسقط الأفقي

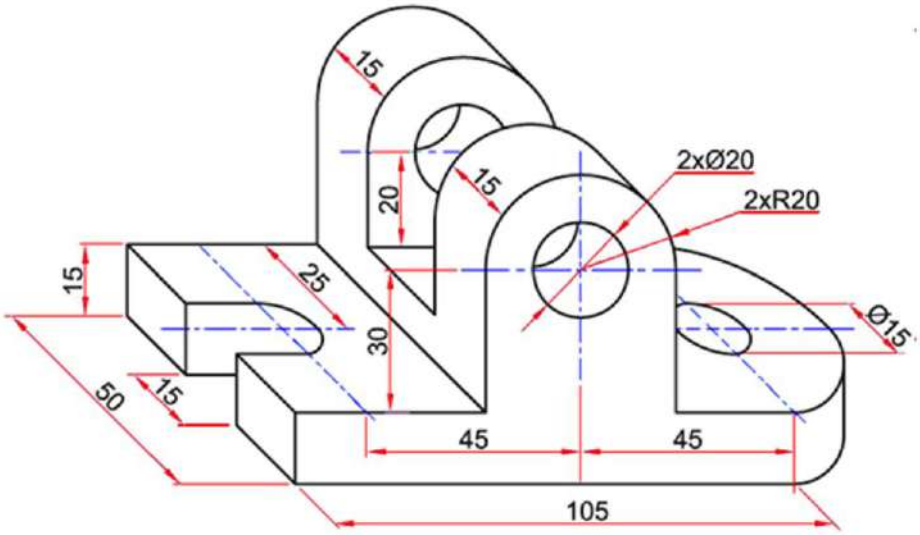
ملاحظة: أحياناً نجد من المناسب أن نتخيل المنظور ونرسمه يدويا (جانباً)، بالطرق التي درست سابقاً للتأكد من صحة استنتاج المسقط الثالث.

3-1 أسئلة وتمارين الفصل الأول

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

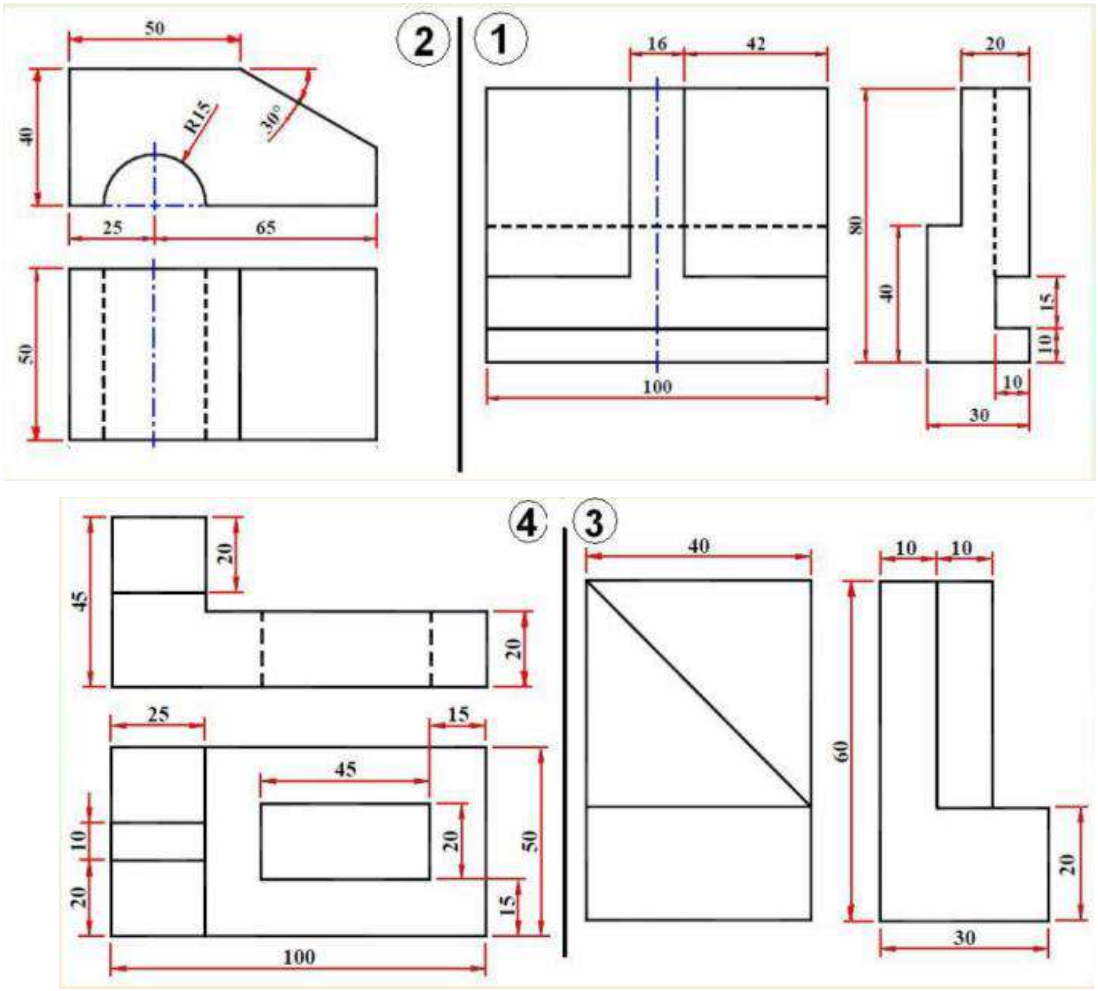


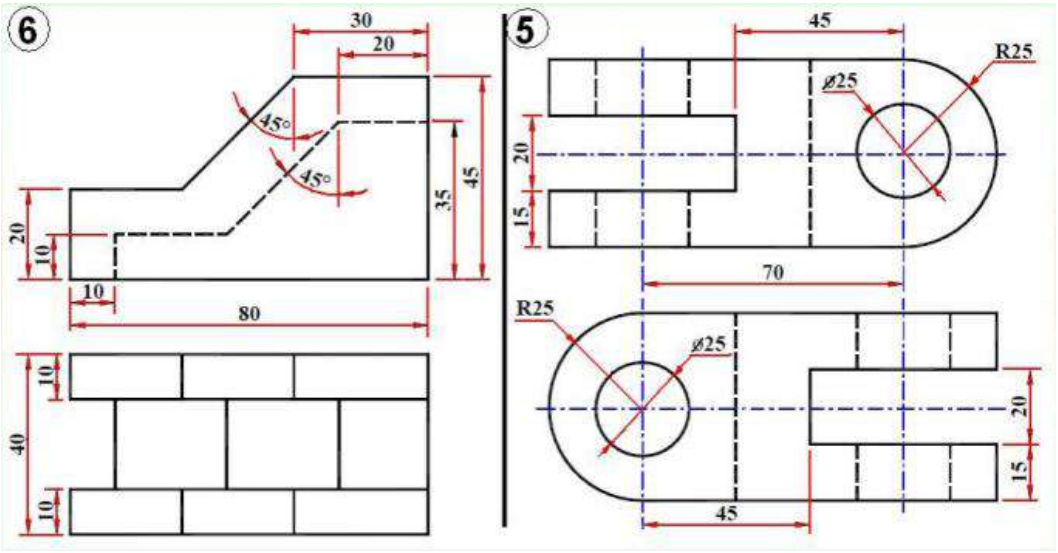
الشكل 1-15



الشكل 1-16

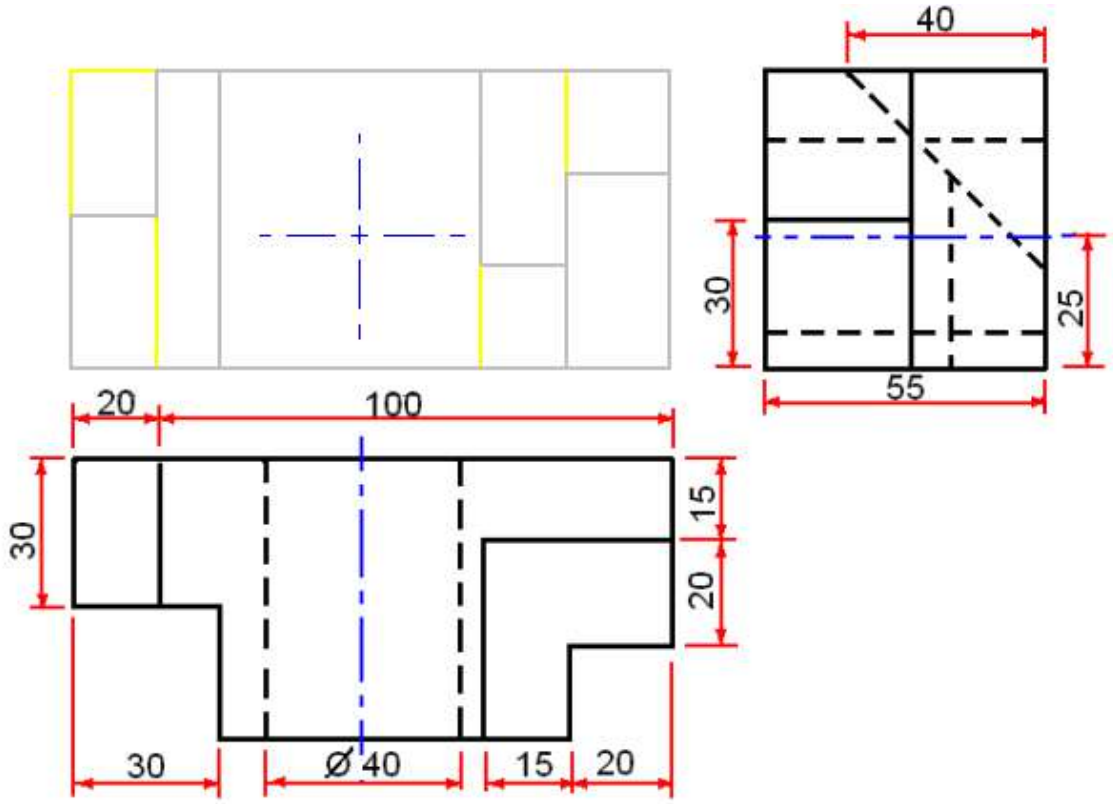
2-3-1 بمقياس رسم 1:1، أعد رسم المسقطين مع استنتاج المسقط الثالث للمساقط المبينة في الأشكال (من 1 الى 6) المبينة في الشكل (1-17)، مع مراعاة توزيع المساقط على ورقة الرسم، ووضع الأبعاد عليها.





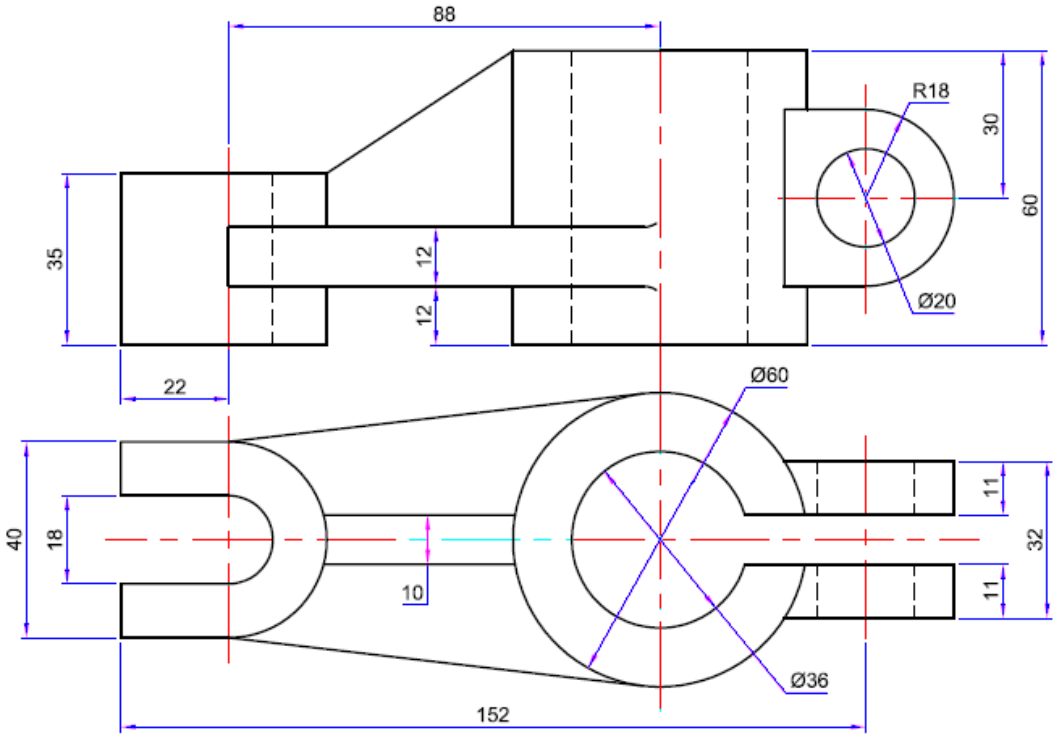
الشكل 1-17 مسقطين لمجسم

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



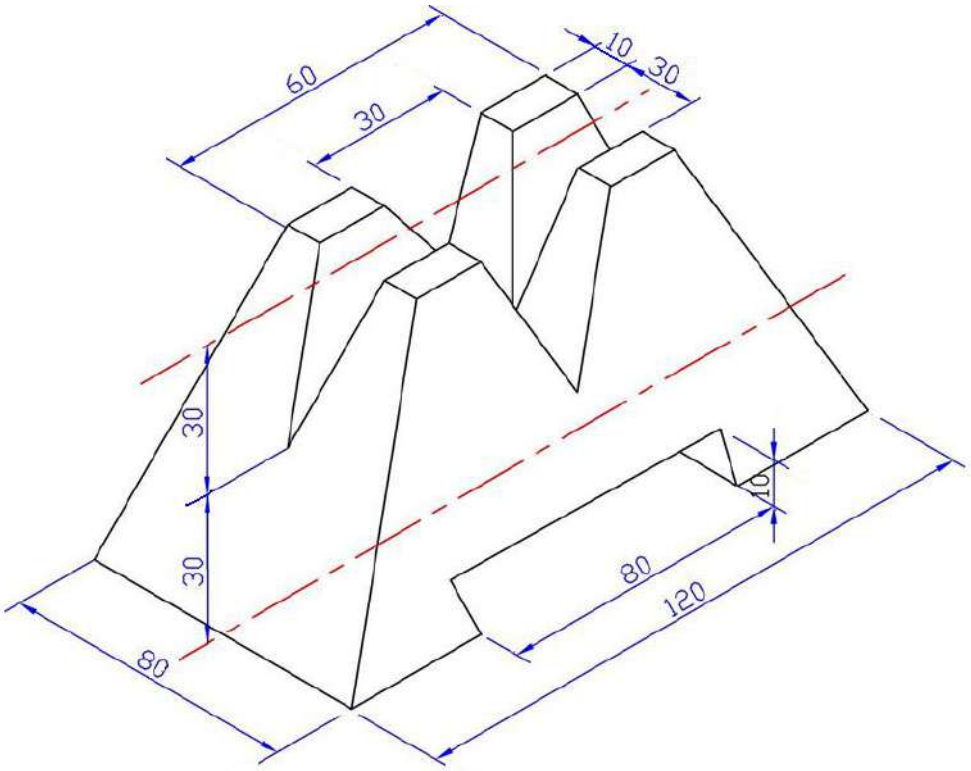
الشكل 1-18: مسقطين لمجسم

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

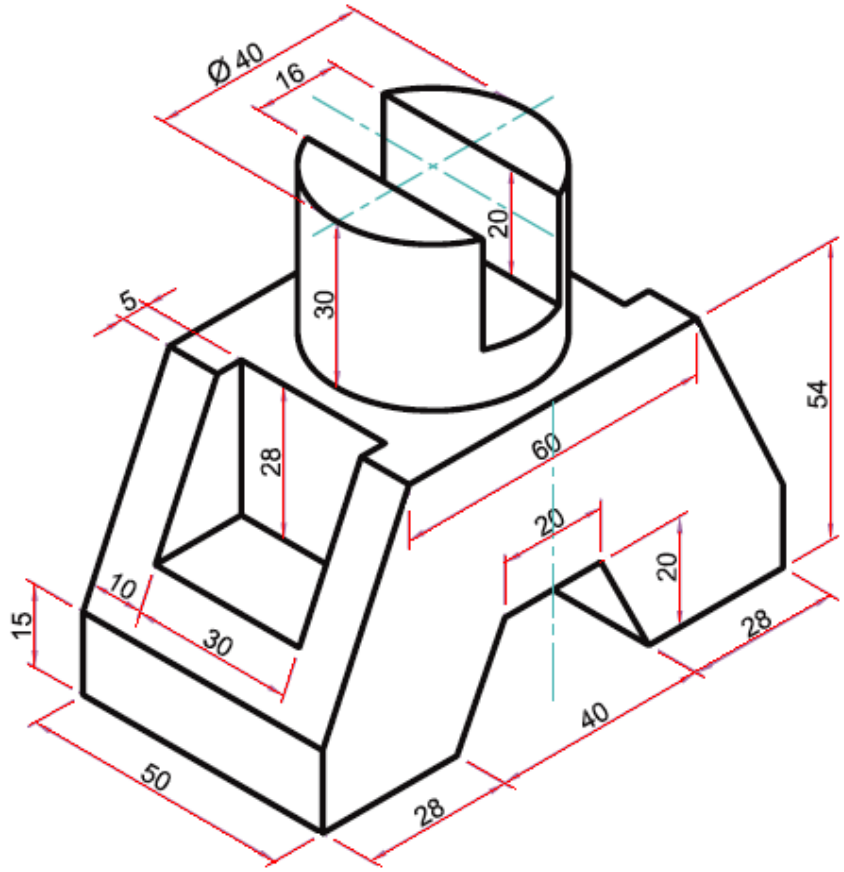


الشكل 1-19: مسقطين لمجسم

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



الشكل 1-20



الشكل 1-21

الفصل الثاني

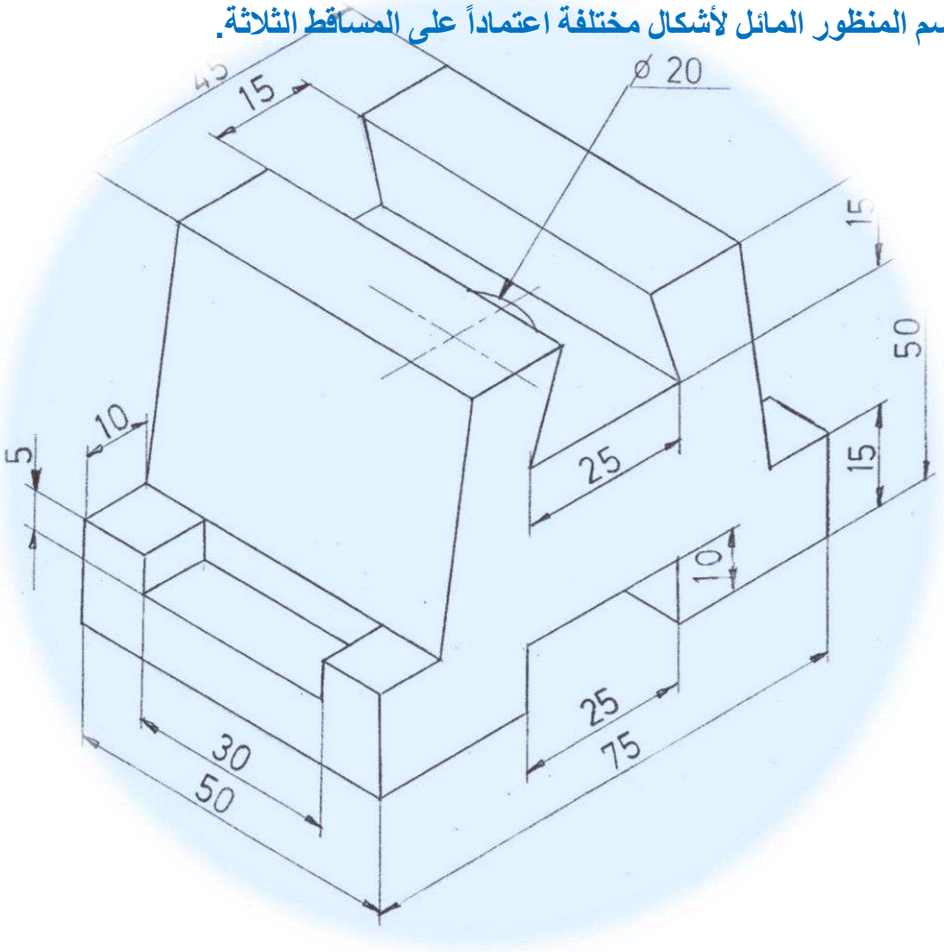
رسم المنظور الهندسي

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:

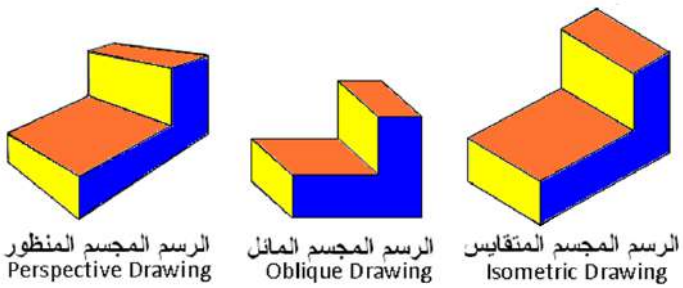
سبق وأن تعرفنا في المرحلة الدراسية السابقة عن مفهوم المنظور الهندسي وأنواعه تبعا لنقطة الرصد، ولكون الأجزاء الميكانيكية عادة ما تمثل بالمنظور المتقايس **Isometric** أو بالمنظور المائل **Oblique** لذا سنتناولهما بشيء من التفصيل.

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

1. يجب أن تكون الرسوم الهندسية واضحة ولأيّ جزءٍ من مكوّنات المشغولة لابدّ أن يكون هناك تفسير واحد فقط، إذ أن وجود أكثر من تفسير أو حتى شكّ أو التباس ضمن التفسير الواحد، فسيكون الرسم ناقصاً ولن تكون مواصفاته حقيقية.
2. يجب أن يكون الرسم كاملاً بحيث يزوّد كلّ المعلومات للمرحلة التصنيعية، إذ أن كلّ رسم يجب أن يكون كاملاً بذاته ولكل مرحلة رسمها الخاص، وقد تكون عدّة رسوم لعدّة مراحل تصنيعية، إبتداءاً 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 الى 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 (2-1) أنواع الرسم المجسم **Pictorial Drawing**.

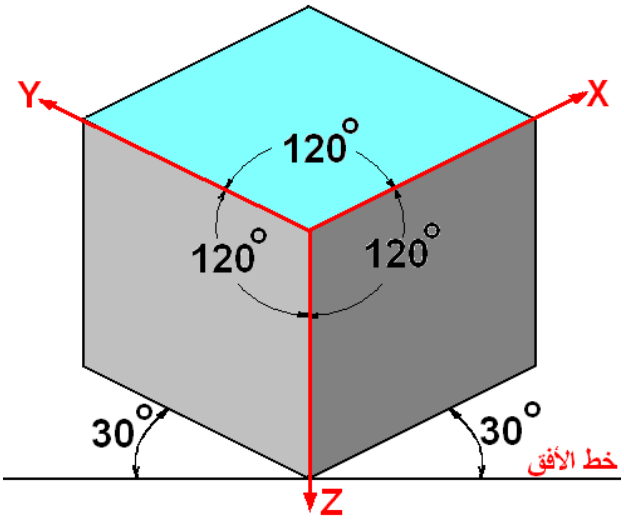


الشكل 2-1: أنواع الرسم المجسم

2-1الرسم المتقايس Isometric Drawing

الغرض من الرسم المتقايس هو؛ رسم المنظور للمشغولات المطلوب تصنيعها، إذ يعد من أنواع الرسم ألإحداثي 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، (او 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 بتماثل 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، علما أن المستويات هي :-

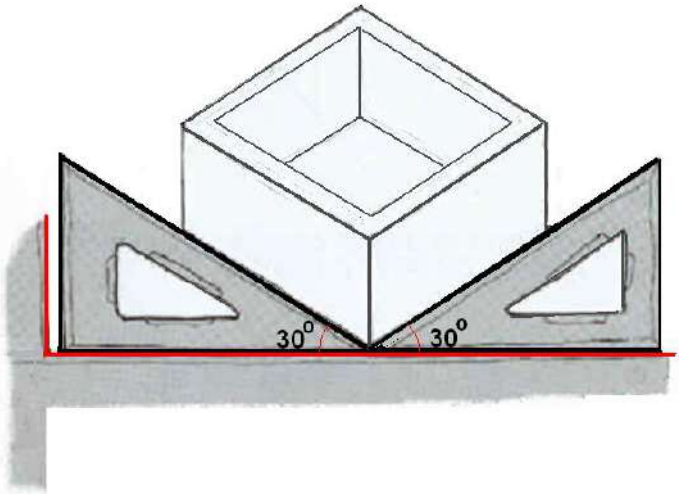
1. المستوي الأمامي Front Plane.
2. المستوي الجانبي Side Plane.
3. المستوي الأفقي Top Plane.

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.

2-1-1خطوات رسم المنظور

تستخدم المسطرة حرف T لإسناد المثلث (60°- 30°) 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 الرئيسة فتوصل عن طريق مسطرة القياس أو إحدى حافات المثلث.

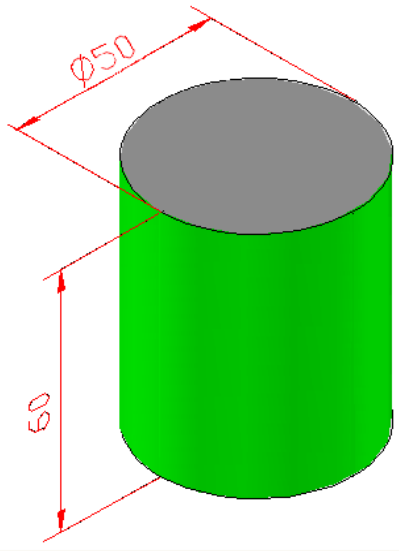
لقد تمرن الطالب في دراسته السابقة على مراحل تنفيذ الرسم المتقايس، وسنتوسع في تنفيذ تلك الرسومات، وكما سيأتي، ومن المهم أن نذكر بأن الرسم يكون بنوعين من الخطوط؛ الأول خطوط خفيفة وبدون ضغط للقلم على ورقة الرسم، وهي خطوط بناء المنظور Construction Lines ليسهل مسح الزائد منها فيما بعد، بينما يتم إظهار الباقي بخطوط غامقة بقلم HB وهي التي تحدد الحافات الخارجية لأسطح المنظور.



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

مثال 2-1

ارسم منظور الاسطوانة التي قطرها 50mm وارتفاعها 60mm بطريقة الرسم المتقايس، والمبينة في الشكل (2-4).



الشكل 2-4: منظور اسطوانة

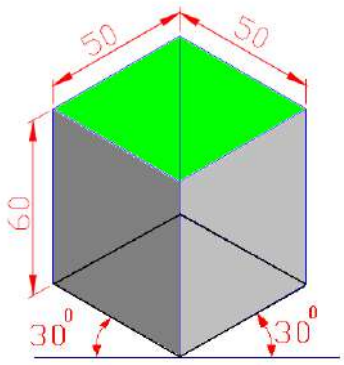
ملاحظة: لرسم أي جسم منظور نتبع ما يأتي:-

- 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 ومميزّات 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 الرئيسة وهكذا لبقية الأوجه (الجانبي والعلوي أو الأفقي).
- تحديد محاور المعالم الدائرية مع عمل مربعات مائلة (أشكال معينية) 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 لتغيرّها حسب ميلها ويتم رسمها بتحديد نهاياتها ثم توصيل النهايات.
- مسح الخطوط الزائدة مع ملاحظة إن الخطوط الخفيفة جدا لا تستوجب المسح، ولا تظهر الخطوط المخفية (المتقطعة) في الرسوم المجسمة، (إلاّ عند الضرورة القصوى).

الحل:

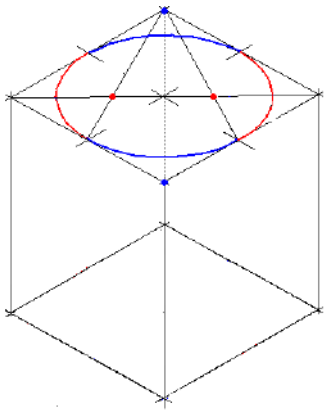
من دراستنا في المرحلة السابقة تعرفنا على طريقة رسم منظور دائرة داخل مربع يميل مستواها عن مستوى النظر، ويتم اعتماد تلك الطريقة في رسم سطحي الأسطوانة الأعلى والأسفل إذ يرسم منظورها بميل مقدار زاويته 30 درجة، وكما يأتي:-

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.



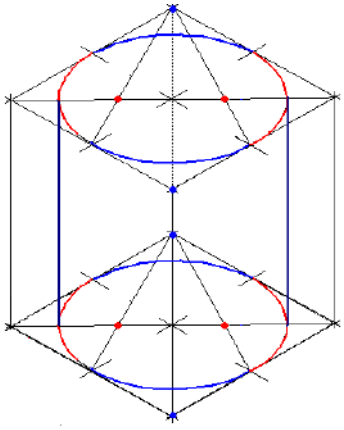
الشكل 2-5: منظور لموشور قائم

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



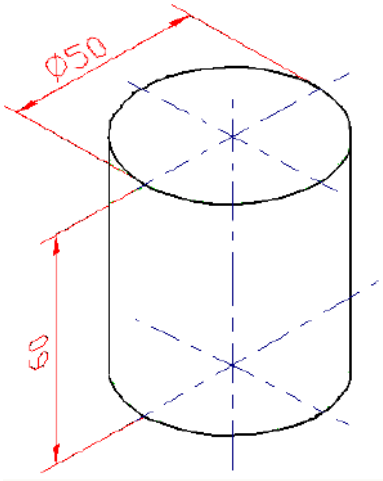
الشكل 2- 6: رسم شكل بيضاوي داخل المعين العلوي

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



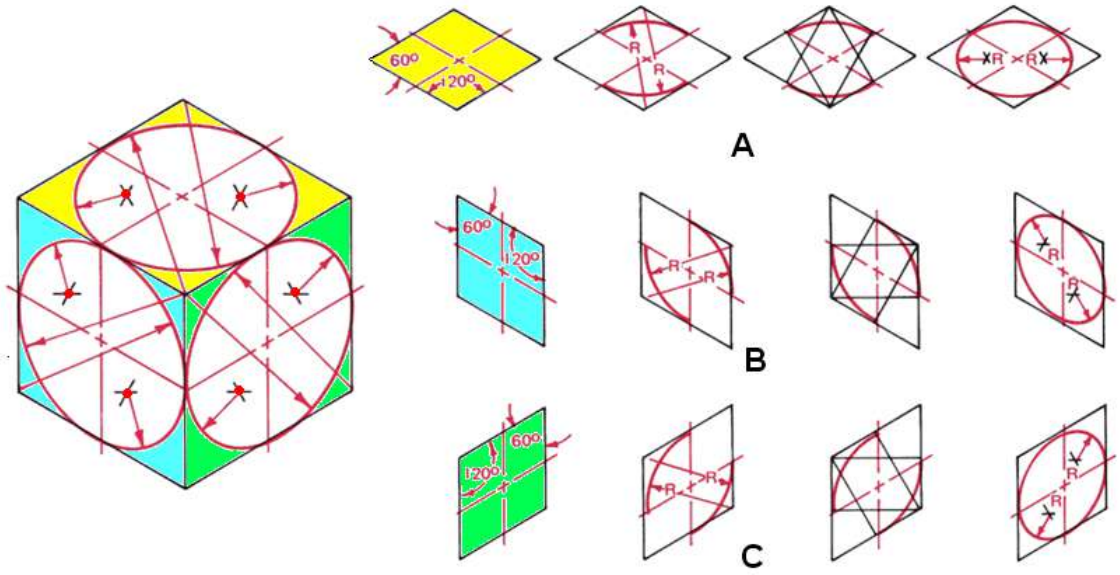
الشكل 2-7: رسم شكل بيضاوي داخل المعين الأسفل

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

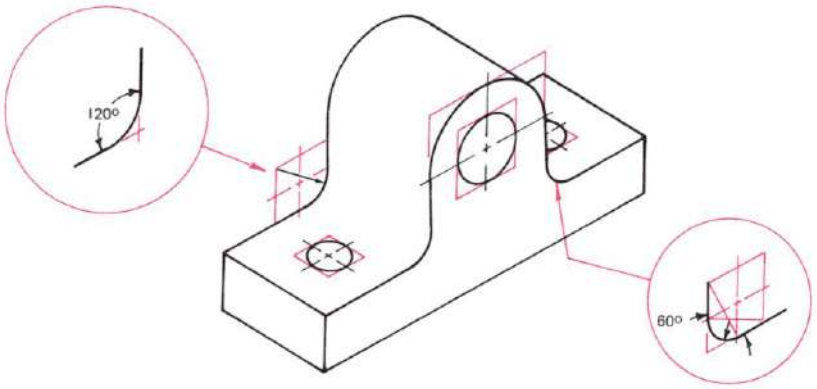


الشكل 2-8: منظور متقايس لأسطوانة صلدة

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



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

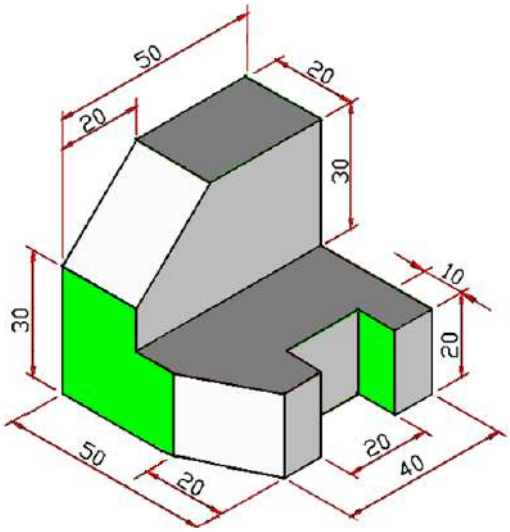


الشكل 2-10: طريقة تنفيذ الأقواس في المنظور المتقايس

مثال 2-2

ارسم المنظور المتقايس المبين في الشكل (2-11)

بمقياس رسم 1:1، مع وضع الأبعاد.

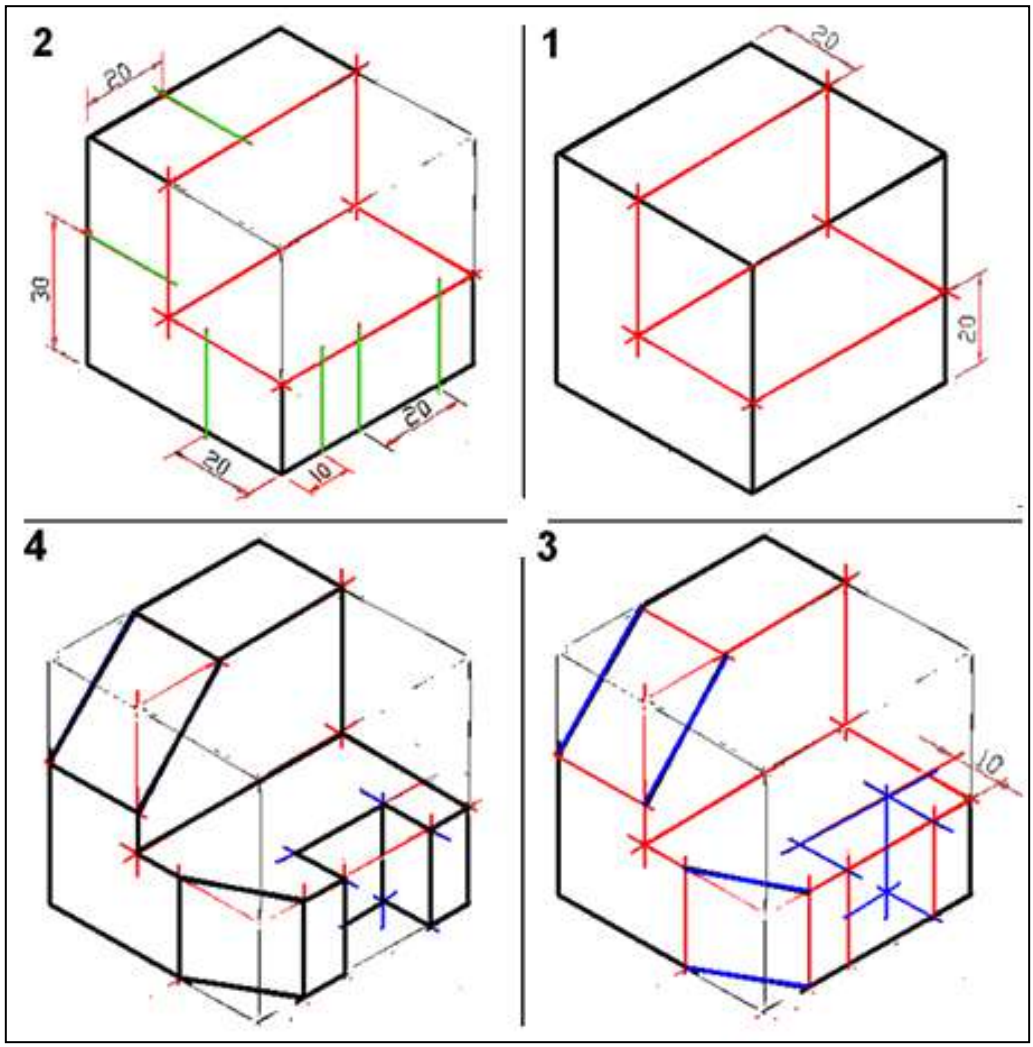


الشكل 2-11: منظور يحتوي على أسطح مائلة

الحل

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

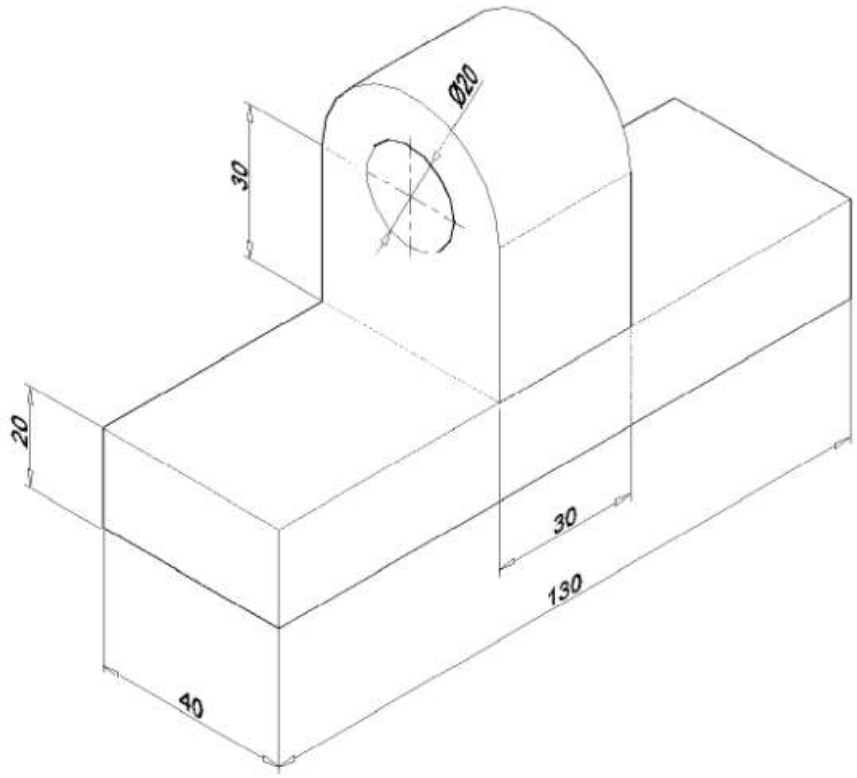
1. **نحسب أبعاد المنظور الخارجية (الطول، العرض، والارتفاع)، وستكون (50mm، 50mm، 50mm)، على التوالي، مما يستوجب رسم منظور متقايس لمكعب طول ضلعه 50mm، ثم نحدد النقاط (حسب القياسات) على مستويات الأسطح الأمامي، والأفقي، وبالأبعاد المبينة بالمنظور، ثم نرسم منها خطوطاً بموازاة المحاور الرئيسة لتحديد تفاصيل 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 الرئيسة 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.



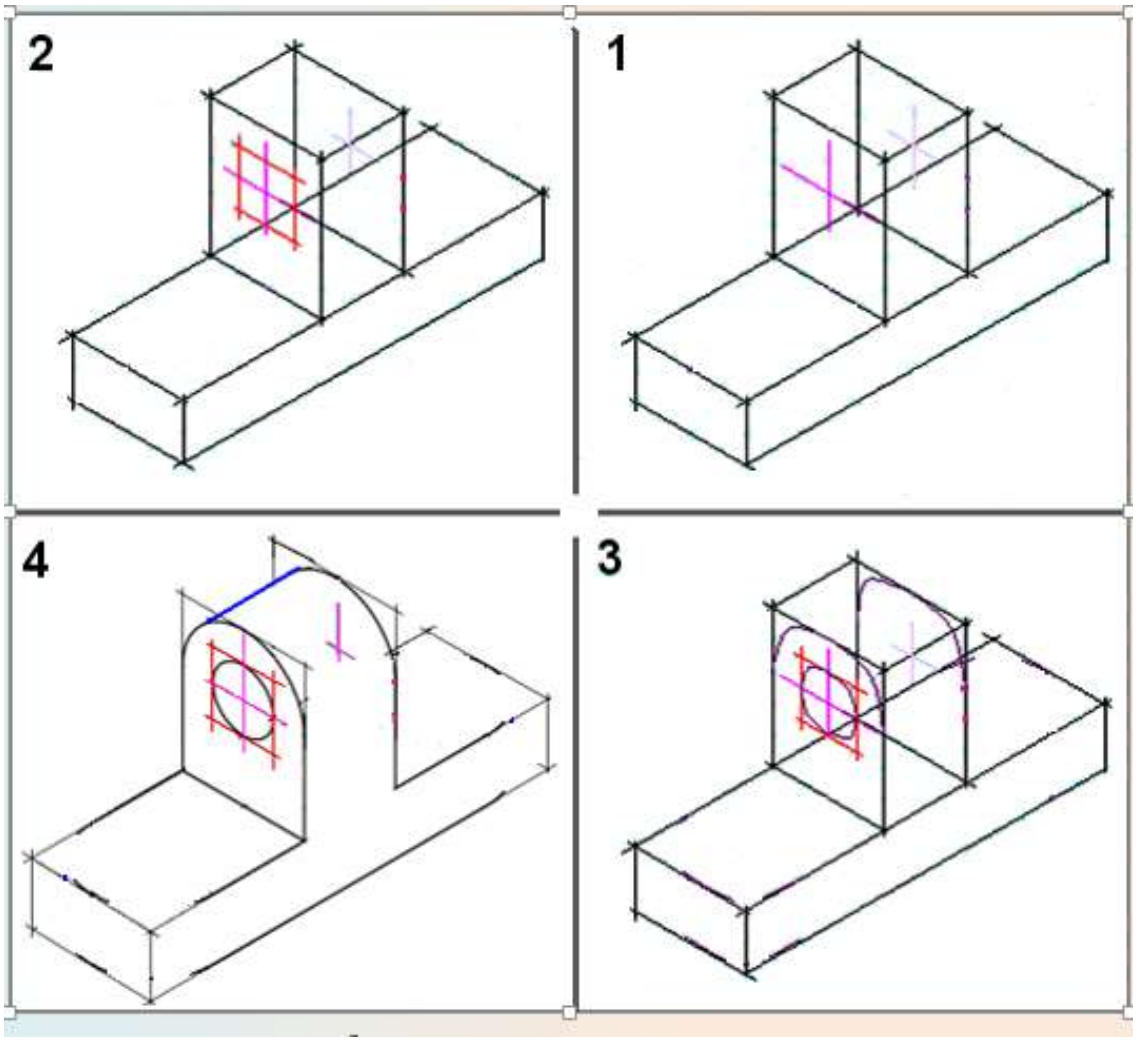
الشكل 2-13

الحل

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

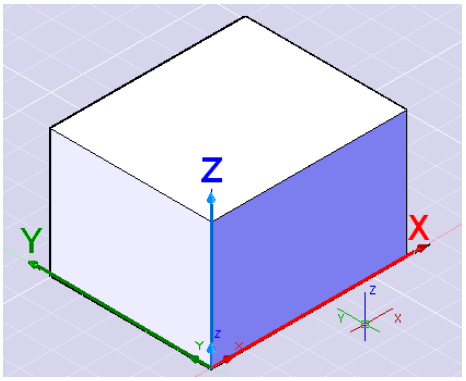
1. **بعد حساب أبعاد المنظور الخارجية (الطول، العرض، والارتفاع)، وستكون (130mm، 40mm، و70mm)، على التوالي، نرسم أشكال مضلعة متوازية السطوح، لتحتوي داخلها المنظور بكل تفاصيله متوازي سطوح بأبعاد (20mmx40mmx130mm)، وآخر يعلوه في منتصفه بأبعاد(50mmx40mmx30mm) ، ثم نؤشر مركز الثقب بخطوط مركز تتقاطع في مراكزها، 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 الطبعات البيضاوية الشكل)، نرسم الشكل البيضاوي لكل من الحافات المدورة.**

4. نصل مماسات للأقواس الظاهرة لتحديد حافات المجسم الخارجية من الاعلى، ثم نمسح الخطوط الزائدة (الخطوط المساعدة) الأخرى مع الابقاء على الخطوط الأساسية وأعادة 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

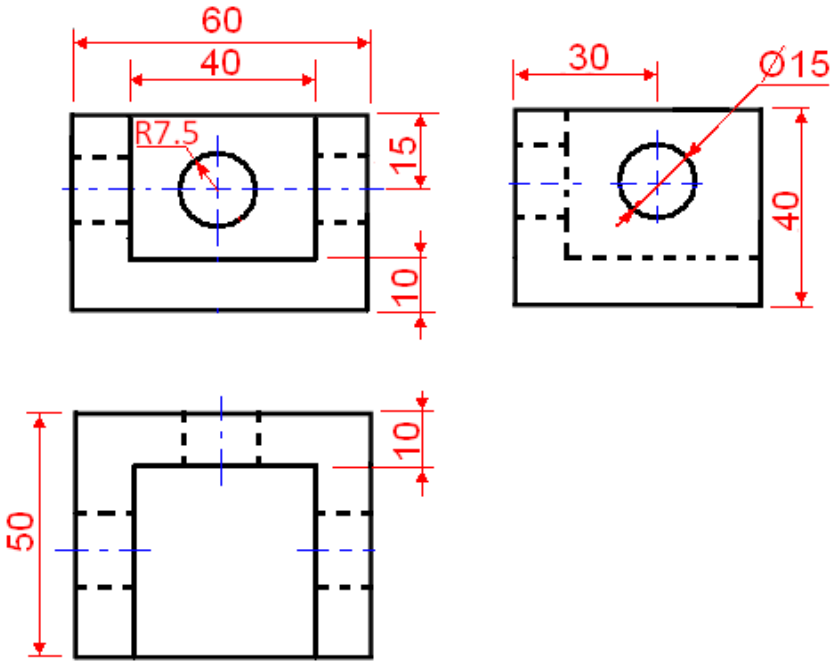


من الممكن استنتاج الرسم المتقايس إذا كانت مساقط الجسم معلومة إذ يتم تحديد الركن الأسفل الأيسر ليكون موضع للإحداثيات المتقايسة (X, Y, Z) للمنظور المتقايس (النظام المتبع في نظام الرسم المعان في الحاسوب Auto CAD)، الشكل (2-15)، مما يترتب عليه أن يكون موقع تلك الإحداثيات على المساقط المعلومة، ليتسنى نقلها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

الشكل 2-15 : موقع الإحداثيات المتقايسة على المنظور المتقايس

مثال 2-4

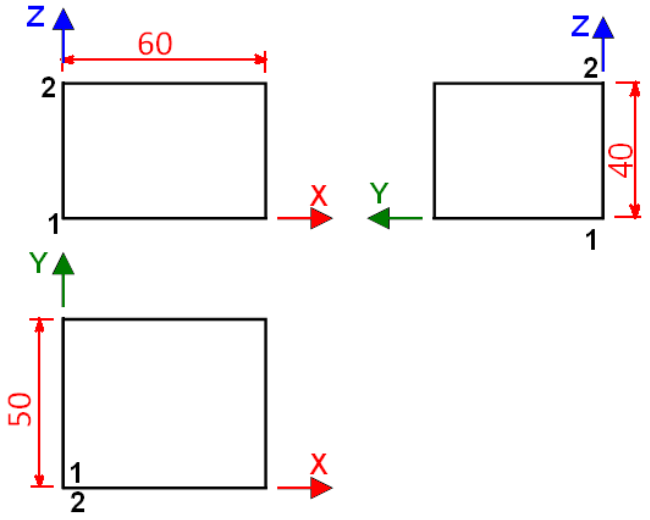
ارسم المنظور المتقايس للمجسم المبينة مساقطه في الشكل (2-16)، وبمقياس رسم 1:1 .



الشكل 2-16 : المساقط الثلاثة لمنظور متقايس

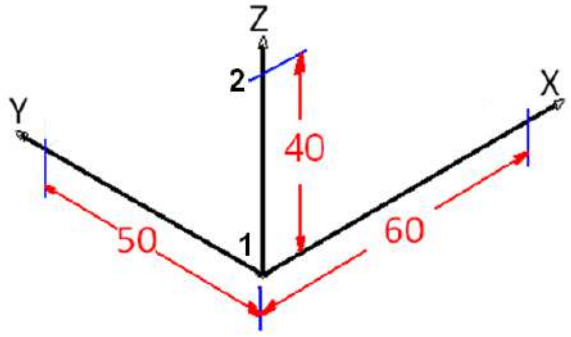
الحل

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



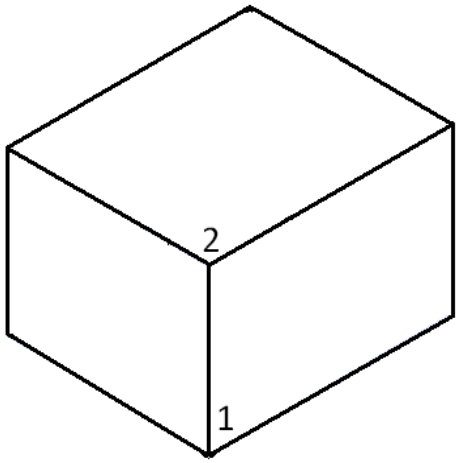
الشكل 2-17 : تأشير المحاور المتقايسة على المساقط

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).



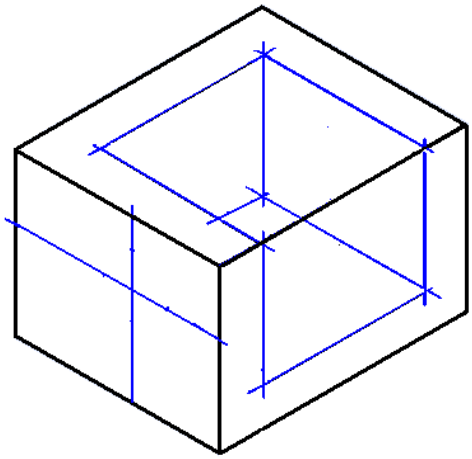
الشكل 2-18: رسم الإحداثيات

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.



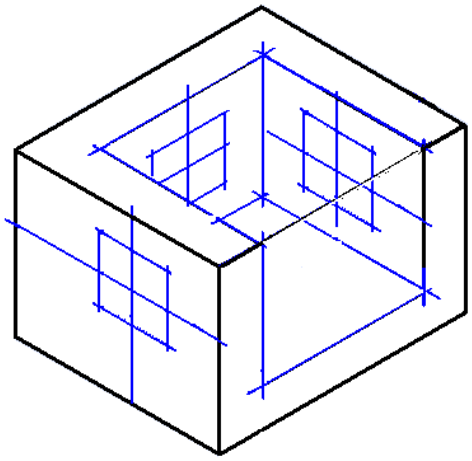
الشكل 2-19

4. بالرجوع الى المسقط الأمامي نؤشر 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.



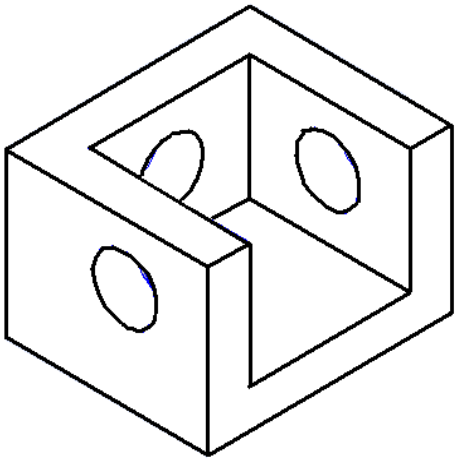
الشكل 2-20

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



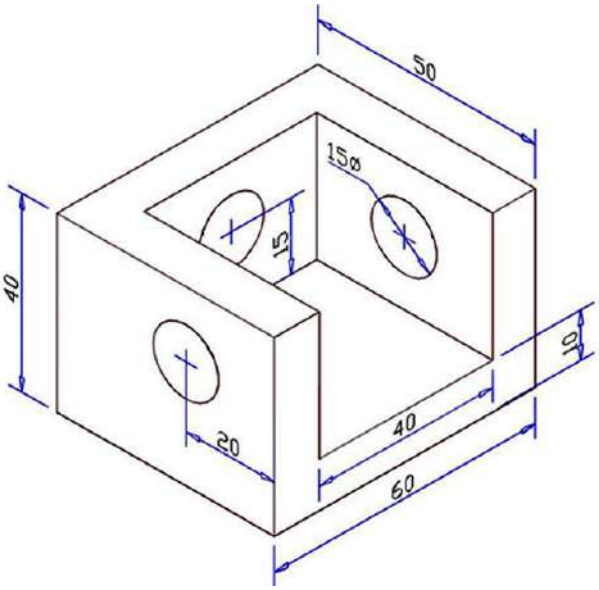
الشكل 2-21

6. مسح الخطوط المساعدة والزائدة وبقاء المجسم وإظهار خطوطه، الشكل (2-22).



الشكل 2-22

7. وضع الأبعاد والمحاور على المنظور، الشكل (2-23)، مع مراعاة أن يتضمن كل مستوي الأبعاد الموجودة على مسقطه.



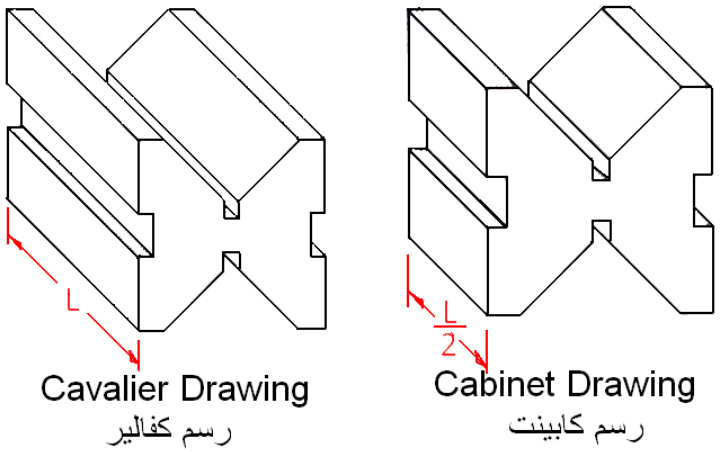
الشكل 2-23

2-2الرسم 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.

2-2-1 أنواع الرسم المائل

يوجد نوعان من الرسم المائل الأول رسم كافلير 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) فأن الرسم يعرف برسم كابينت Cabinet Drawing ، وهو يعطي إنطباع أكثر واقعية عن الشكل الحقيقي، الشكل (2-24).



الشكل 2-24: رسم المنظور المائل

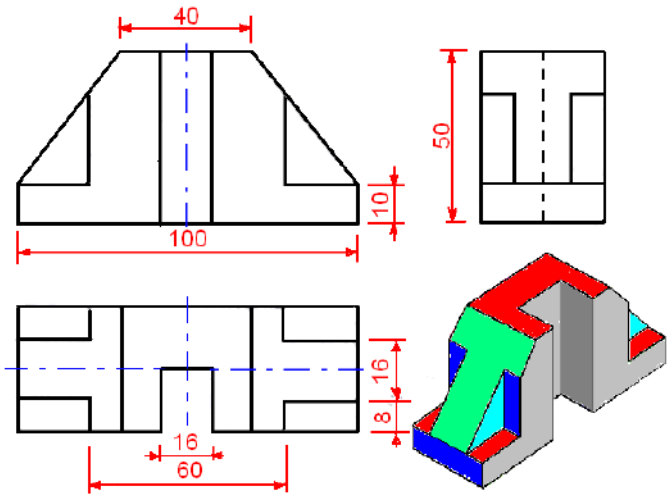
تظهر الدوائر في الوجه الأمامي بشكلها الدائري وترسم بالفرجال، أما في الأوجه المائلة (الجانبي والأفقي) فيمكن استعمال طريقة المراكز الأربعة لرسم الشكل البيضاوي، (لذلك يفضل عند تنفيذ رسم المجسم بأن يكون الوجه الذي فيه دوائر أو أقواس هو الوجه الأمامي).

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 الرئيسة فتوصل عن طريق مسطرة القياس أو إحدى حافات المثلث.

مثال 2-5

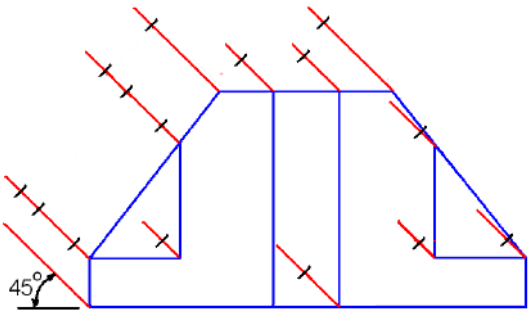
يبين الشكل (2-25) منظور متقايس ومساقطه الثلاثة، إرسم المنظور المائل (كافلير) بمقياس رسم 1:1 بحيث تكون الخطوط الخلفية مائلة بزاوية مقدارها 45°.



الشكل 2-25 منظور متقايس ومساقطه الثلاثة

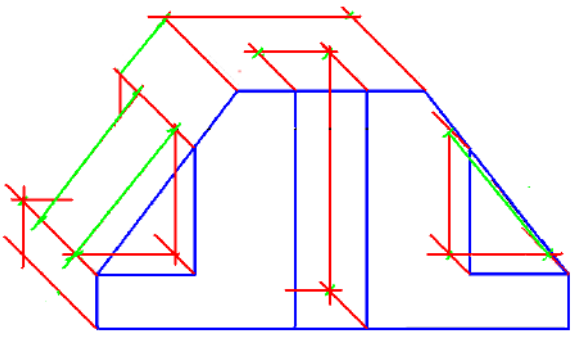
الحل

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 (2-26)، (لو كان المطلوب رسم كابنيت تنفذ الخطوط بنصف طولها الحقيقي).



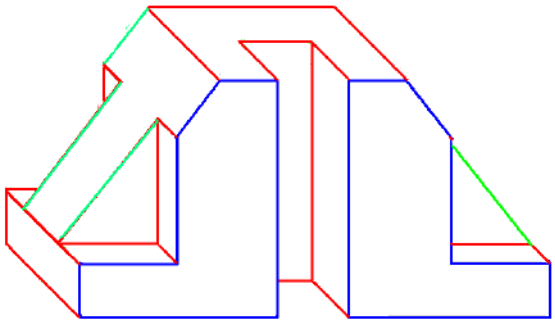
الشكل 2-26: رسم المسقط الأمامي والخطوط الخلفية

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 إلاّ عند الضرورة القصوى لإظهار تفاصيل داخلية كالثقوب الغير نافذة)، ثم رسم الخطوط المائلة بعد تحديد نقاط البداية والنهاية للأسطح المائلة، الشكل (2-27).



الشكل 2-27: 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 (2-28)، ثم نضع الأبعاد الضرورية وكما موجودة في المساقط.



الشكل 2-28: منظور مائل (كافلير)

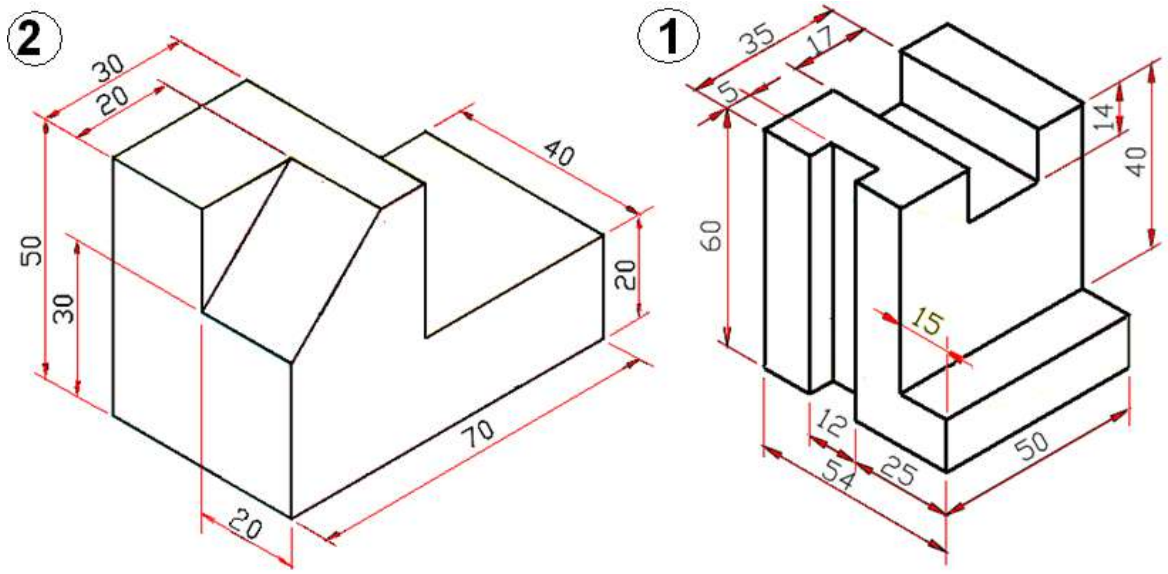
ويراعى عند وضع الأبعاد على المنظور المجسم أن تكون المسافة بين خط البعد وخط الرسم 10mm حيث تكون خطوط الإرشاد وخطوط الأبعاد رفيعة وواضحة وموازية لخطوط الرسم التي تشير إليها تلك الأبعاد، ويكون شكل رأس السهم وطول الخطوط المساعدة كما هو في المساقط وتكتب الأبعاد على هذه الأسهم.

3-2 أسئلة وتمارين الفصل الثاني

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

أ) بطريقة الرسم المتقايس.

ب) بطريقة المنظور المائل (كافلير).

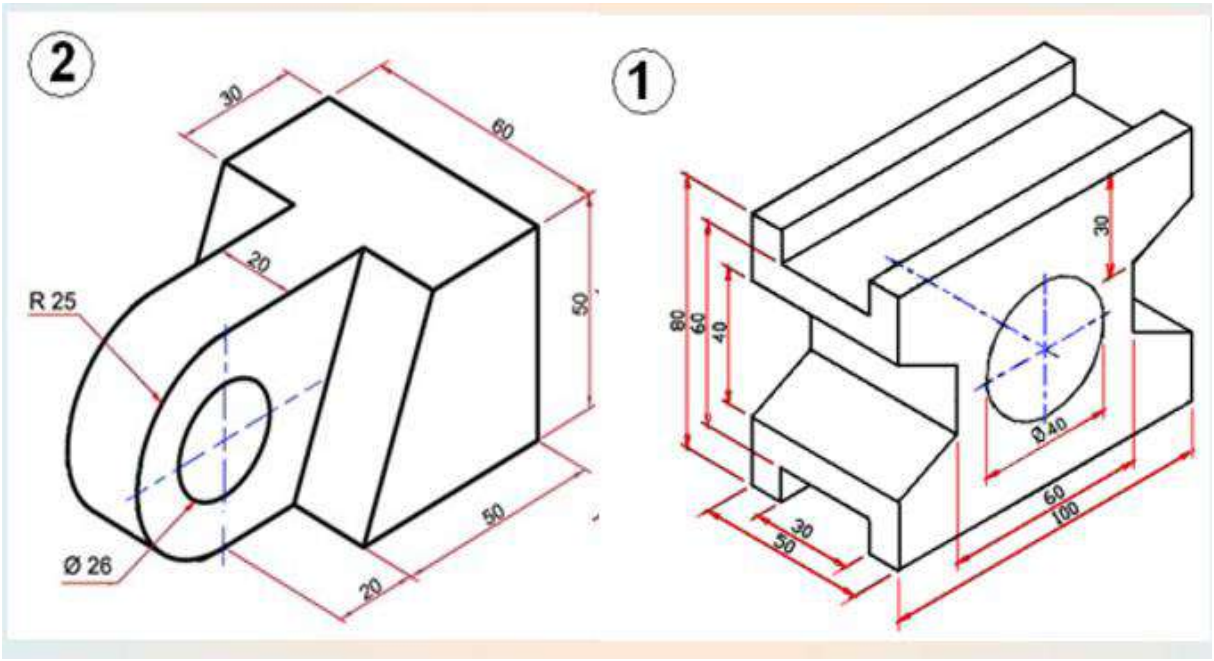


الشكل 2-29

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

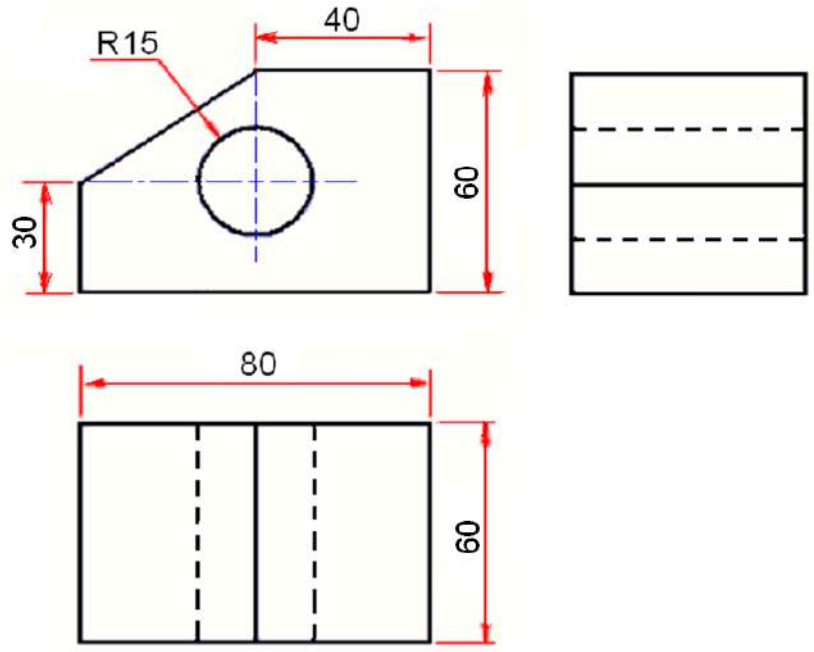
أ) بطريقة الرسم المتقايس.

ب) بطريقة المنظور المائل (كافلير).



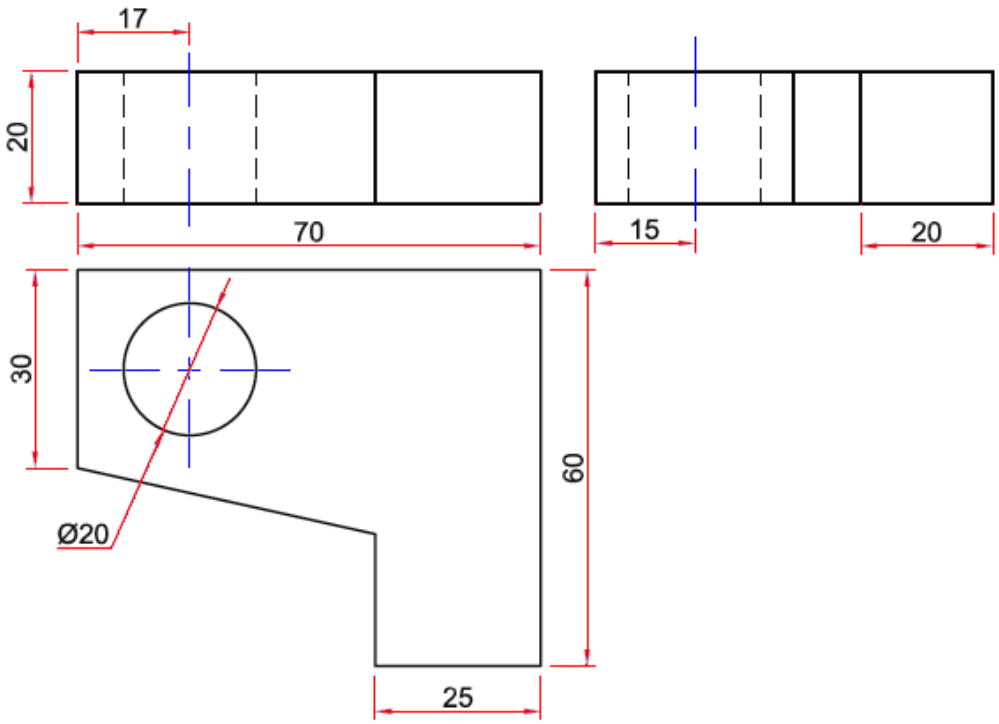
الشكل 2-30

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



الشكل 2-31

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



الشكل 2-32

الفصل الثالث

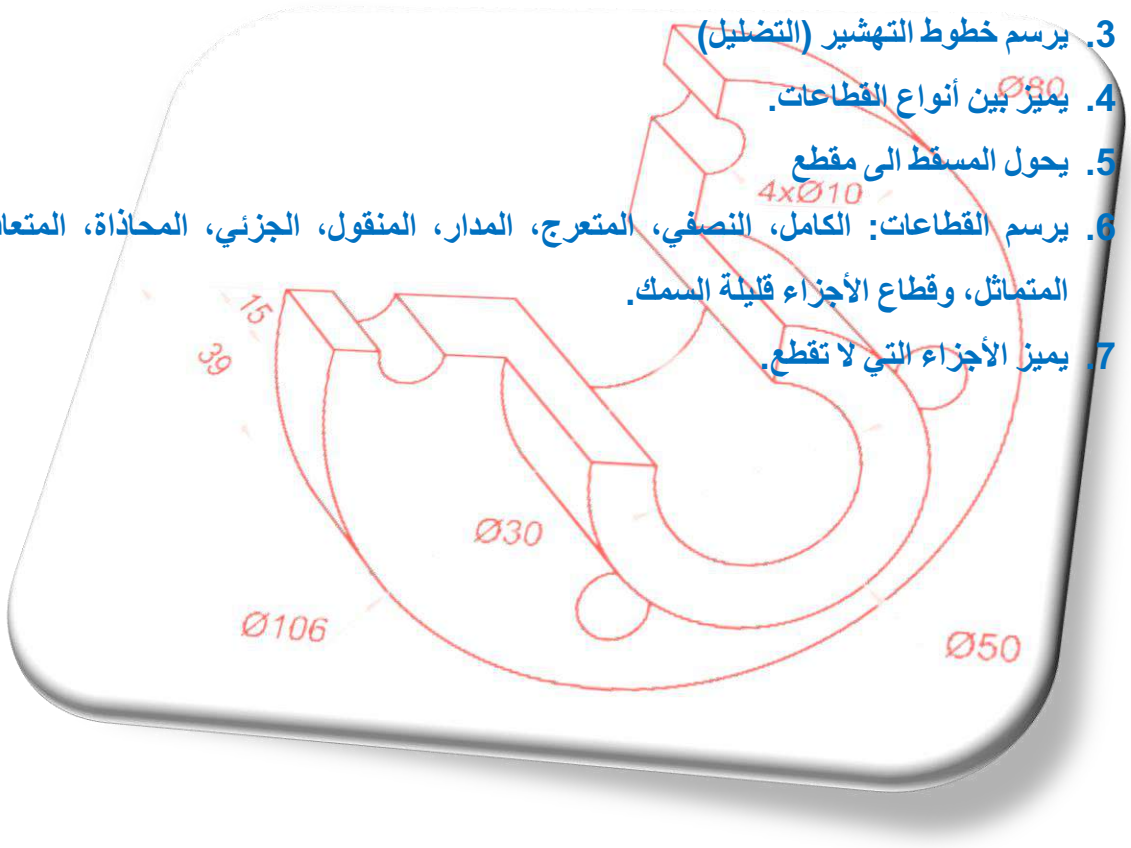
رسم القطاعات

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، المحاذاة، المتعاقب، المتماثل، وقطاع الأجزاء قليلة السمك.
7. يميز الأجزاء التي لا تقطع.

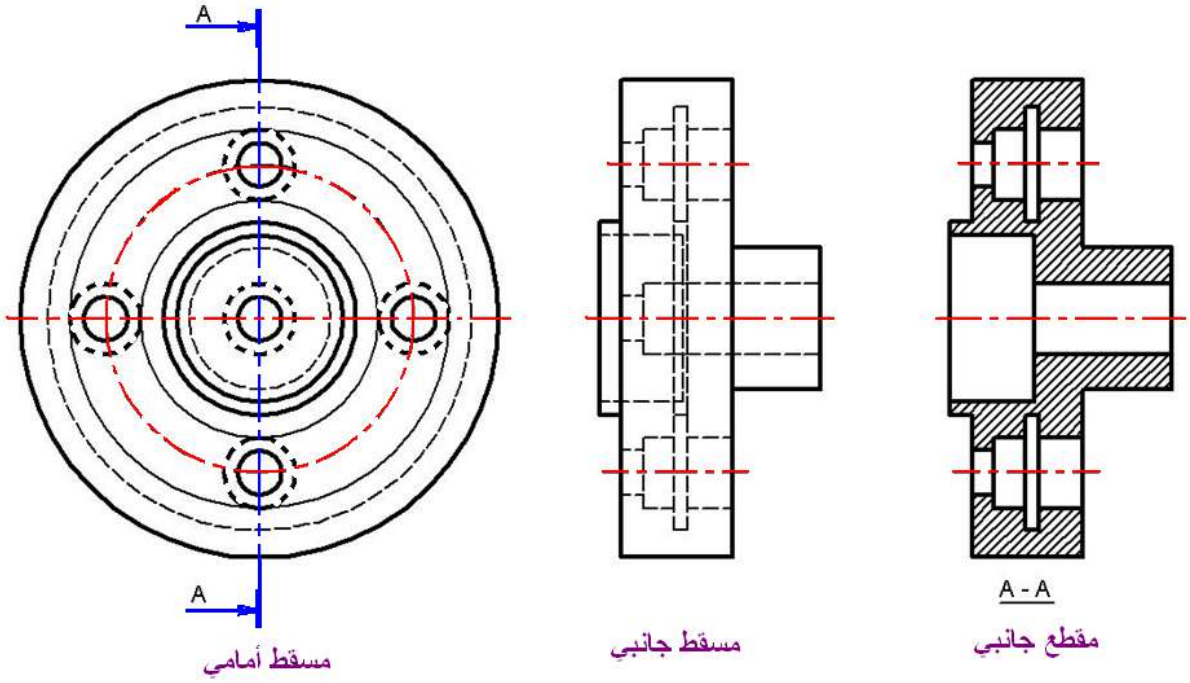


تمهيد

ان طريقة تمثيل الأجسام تكون برسم مساقط تبين السطوح والحواف الظاهرة منها، كما تمثل الأجزاء المخفية كالثقوب والتجاويف والحواف بخطوط متقطعة، (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 مرَّ 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

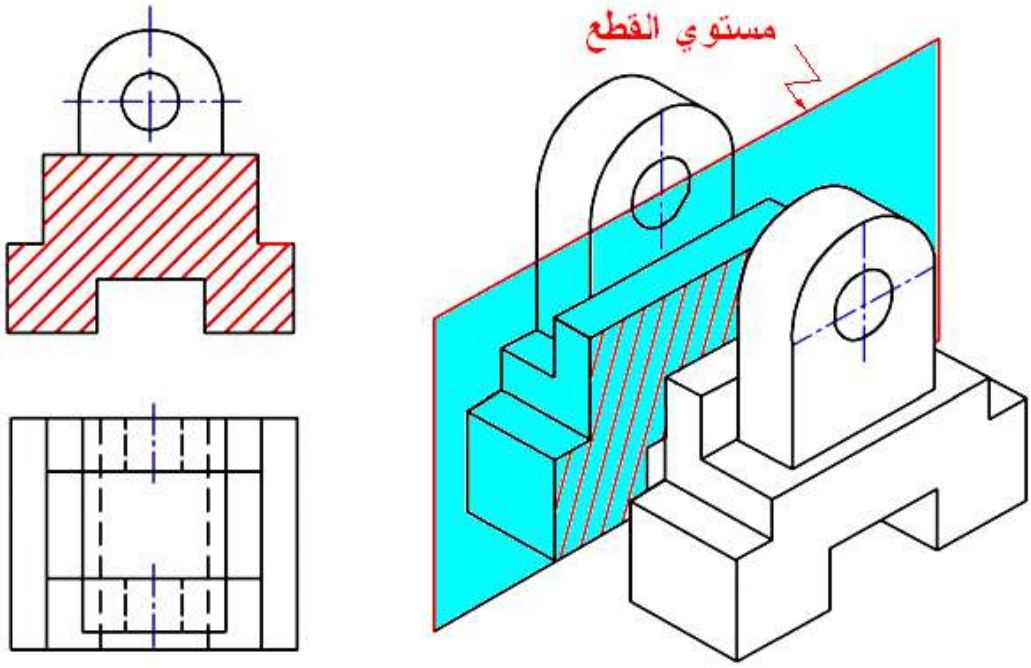
طريقة لتمثيل الأجزاء غير الظاهرة في رسم المسقط يسمى حينها الرسم بالمسقط المقطوع Section View ، أو باختصار "المقطع أو القطاع" Section، ويتم اللجوء لتلك الطريقة في الرسم عند احتواء المسقط على خطوط مخفية كثيرة ومتشابكة مسببة الإرباك وصعوبة في الفهم، ويبين الشكل (3-1) مسقط جانبي لمشغولة وقطاع جانبي للمشغولة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



الشكل 3-1: 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 (2-3) مستو أمامي يقطع مشغولة ويفصلها إلى قسمين يمثل احدهما قطاع (مقطع) أمامي كامل.



الشكل 3-2: المستوي القاطع والقطاع الرأسي

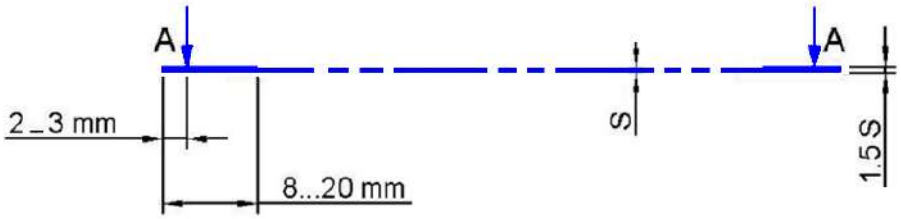
ان عملية رسم القطاعات تستوجب فهم ما يأتي:

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.

3-2-1 خط القطع Cutting Line

يتم التعبير عن مستوي 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 ان S هي سماكة الخط المتسلسل، وبطول 8 – 20 mm، وفي نهاية كل خط يوضع سهم قياس على مسافة 2 – 3 mm من نهاية الخط ليشيرا الى اتجاه النظر نحو المسقط المطلوب تحويله إلى قطاع، فضلاً عن كتابة حرف كبير قرب كل سهم، (كمثال A أو B).

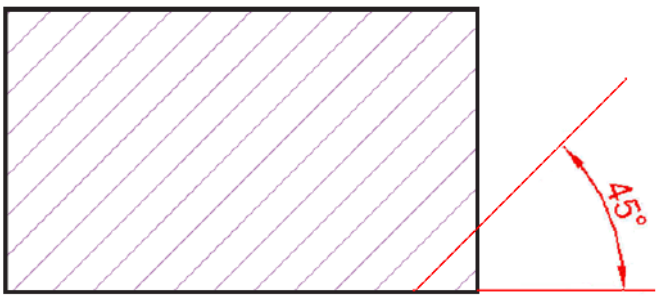
ويرسم خط القطع ليمر في ألأجزاء والمناطق المراد توضيحها كمراكز الثقوب والتجاويف، ويشار الى القطاع المقابل لخط القطع بحرفين كبيرين كمثال (A-A)، أو (B-B).



الشكل 3-3: خط تمثيل مستوي القطع

3-2-2 تظليل القطاع Hatching

يميز 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 (3-4) نموذجاً لأحدى المساحات المقطوعة والمضللة (المهشرة).



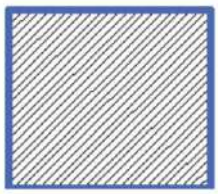
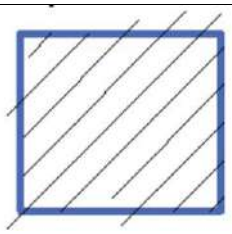
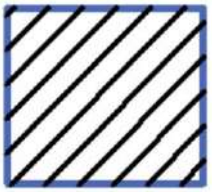
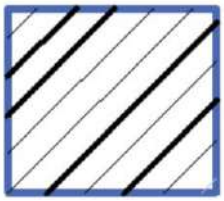
الشكل 3-4: خطوط التهشير

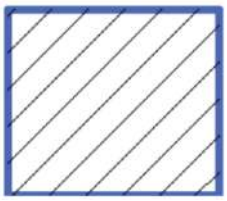
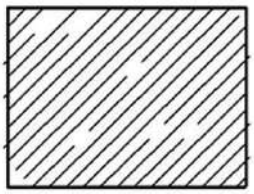
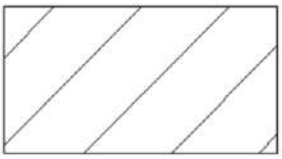
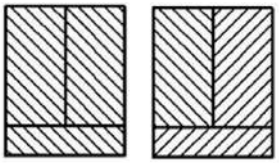
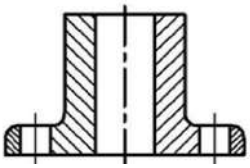
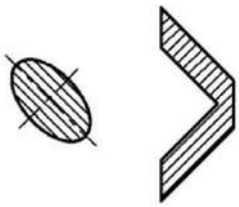
ويجب أن ترسم هذه الخطوط بشكل منتظم ومنسق ودقيق وبمسافات بينية متساوية تتراوح بحدود (2-4mm) إذ تثبت المسطرة على ورقة الرسم لتكون مسندا للمثلث الذي ينتقل عليها لتنفيذ الخطوط، أما عند تهشير قطعتين متجاورتين ترسم خطوط التهشير في اتجاهين مختلفين أو بزوايا مختلفة أو بمسافات بينية مختلفة.

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 (3-1) بعض الأخطاء الشائعة عند رسم خطوط التهشير ولابد من تجنبها عند الرسم وهي كما يأتي: -

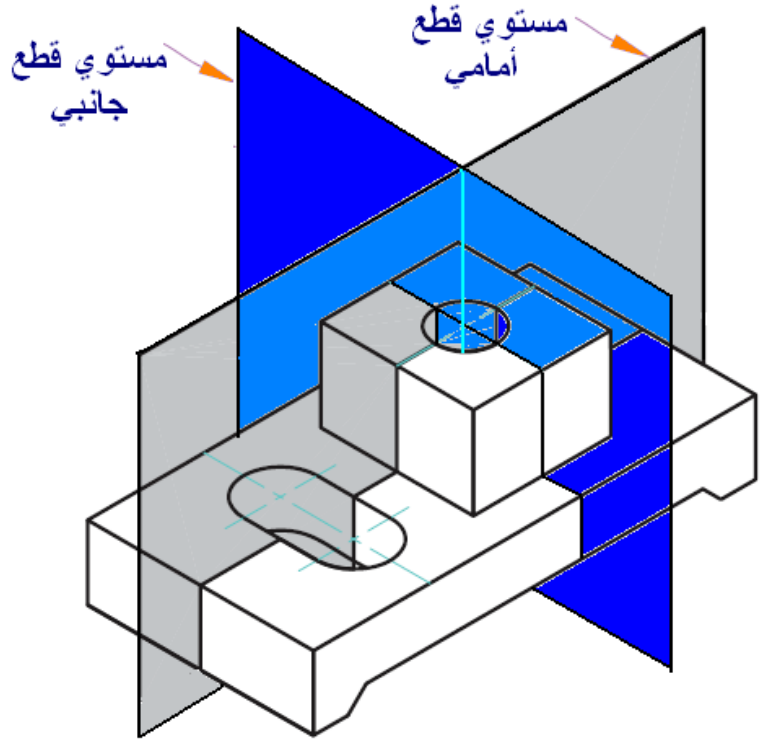
الجدول 3-1: الأخطاء الشائعة عند رسم القطاعات

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.
5		اختلاف في سمك خطوط التهشير.

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

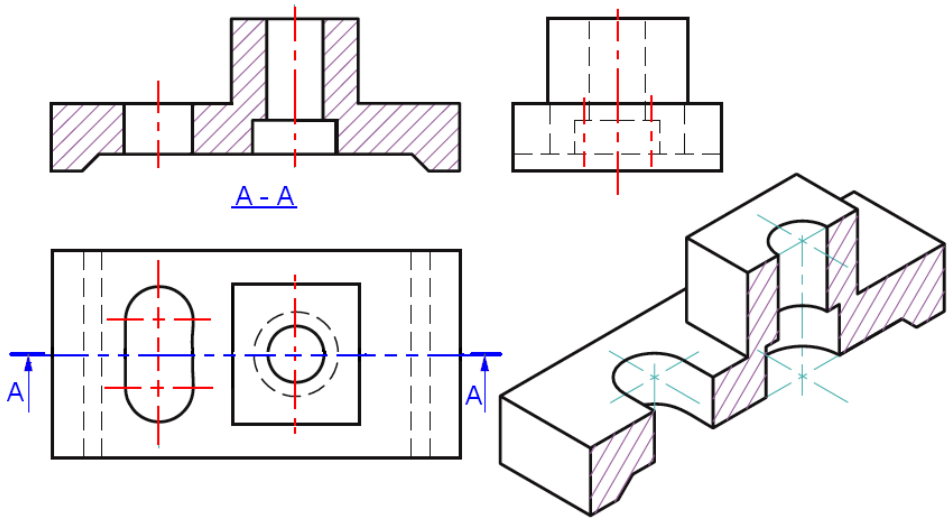
مع ملاحظة إذا كان مستوى القطع موازيا لطول الأجزاء الآتية فأنها لا تقطع (لا تهشر) مثل العصب (ضلع التقوية)، المحور (عمود دوران)، اللوالب، البرشام، الأوتاد (المسامير)، والخوابير، في حين يتم قطعها إذا كان مستوى القطع عمودياً على عرض تلك الأجزاء.

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



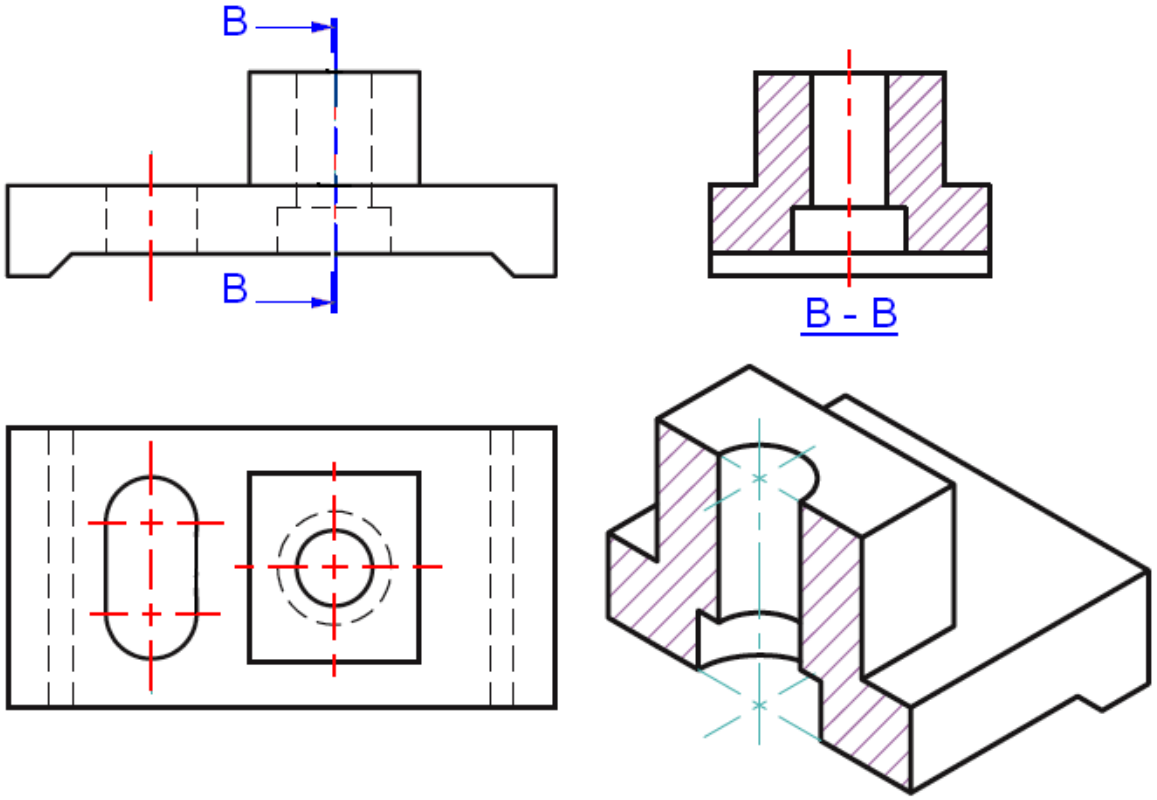
الشكل 3-5: مستويات القطع الرأسي والجانبي

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



الشكل 3-6: قطاع أمامي مع بقية المساقط

الشكل (3-7) 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 3-7: قطاع جانبي مع بقية المساقط

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

3-3 أنواع القطاعات Types of Sections

3-3-1 ألقطاع الكامل: Full Section View

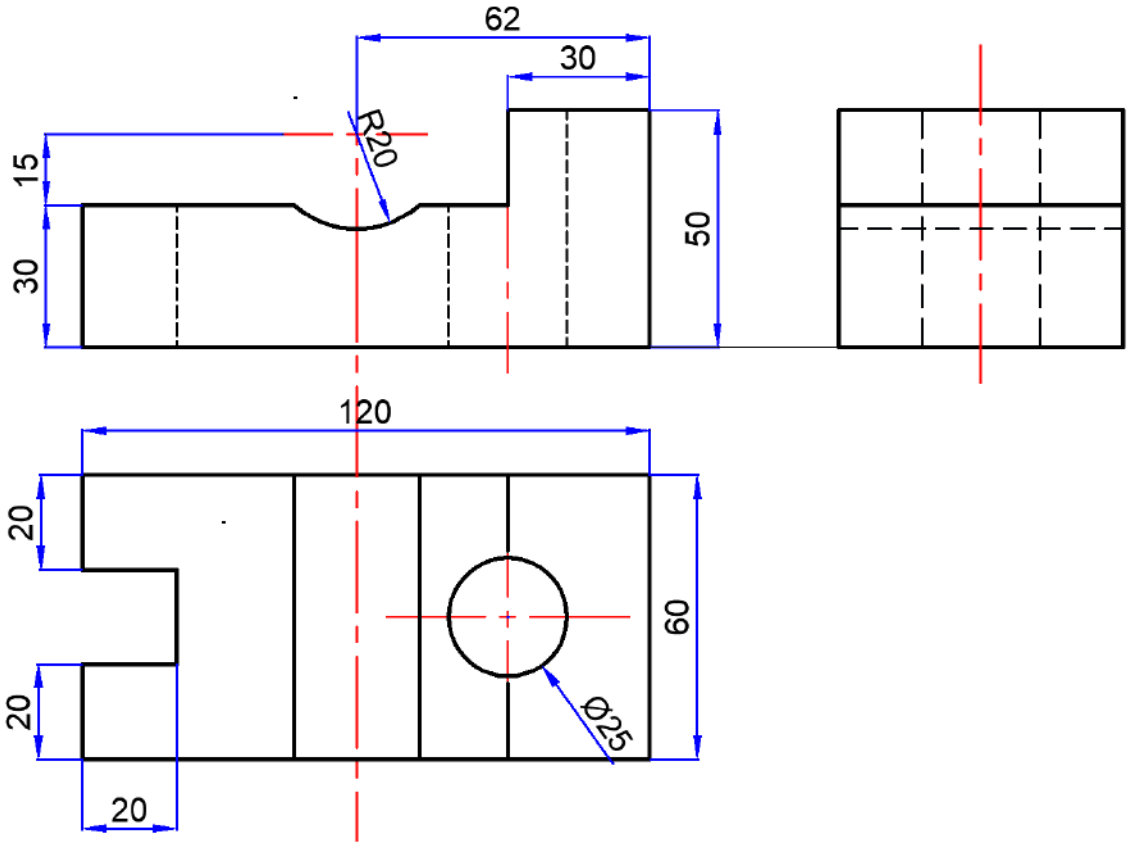
ويكون القطع فيه من أقصى المسقط إلى أقصاه، راجع الشكل (3-6) والشكل (3-7)، فعندما يمر المستوي القاطع بمحور التماثل للجسم المقطوع يسمي القطاع الناتج قطاعاً كاملاً، أي أن المستوي القاطع اقتطع نصف الجسم الرأسي (أو الجانبي أو الأفقي) على امتداد محور القطع وتمت إزالة النصف الآخر، وكذلك الحال لو مر المستوي القاطع 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 مستوٍ) لتوضيح معظم الأجزاء الداخلية.

مثال 3-1

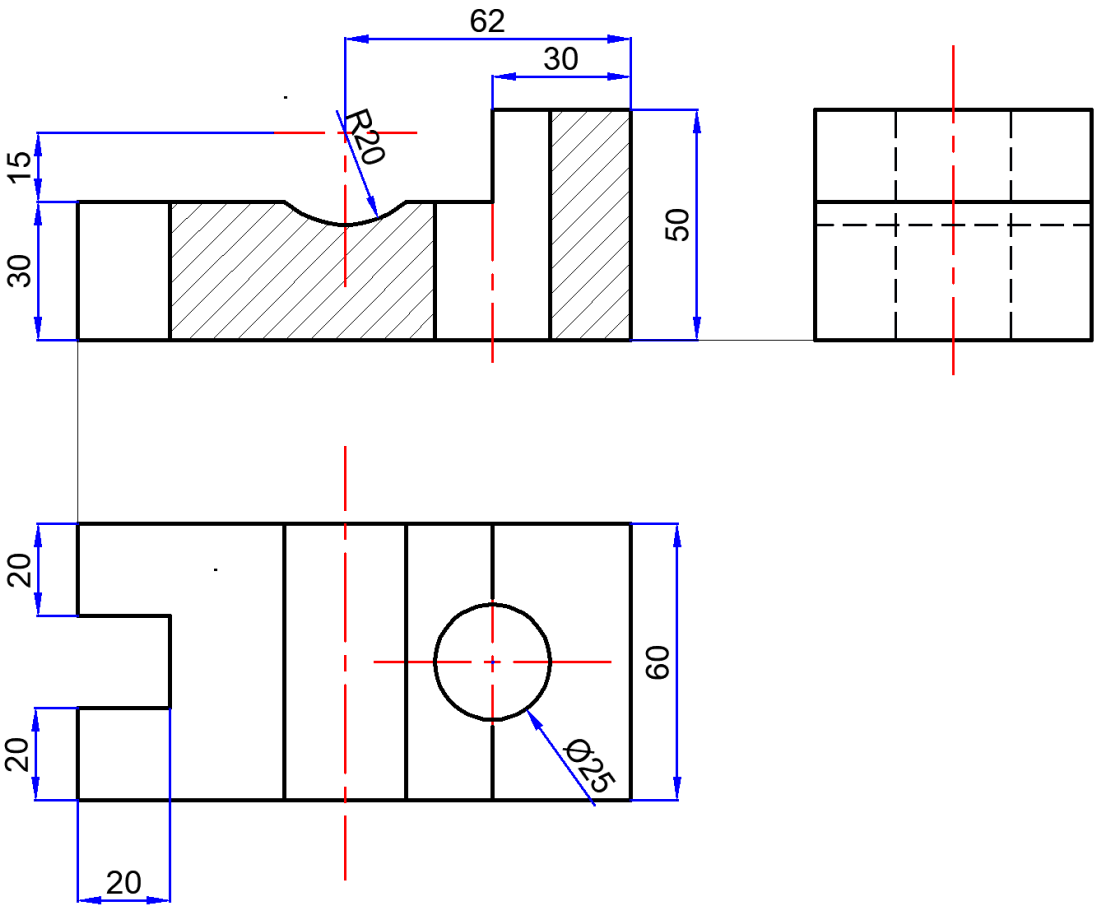
الشكل (3-8) يوضح المساقط الثلاثة لمنظور، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي:

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



الشكل 3-8

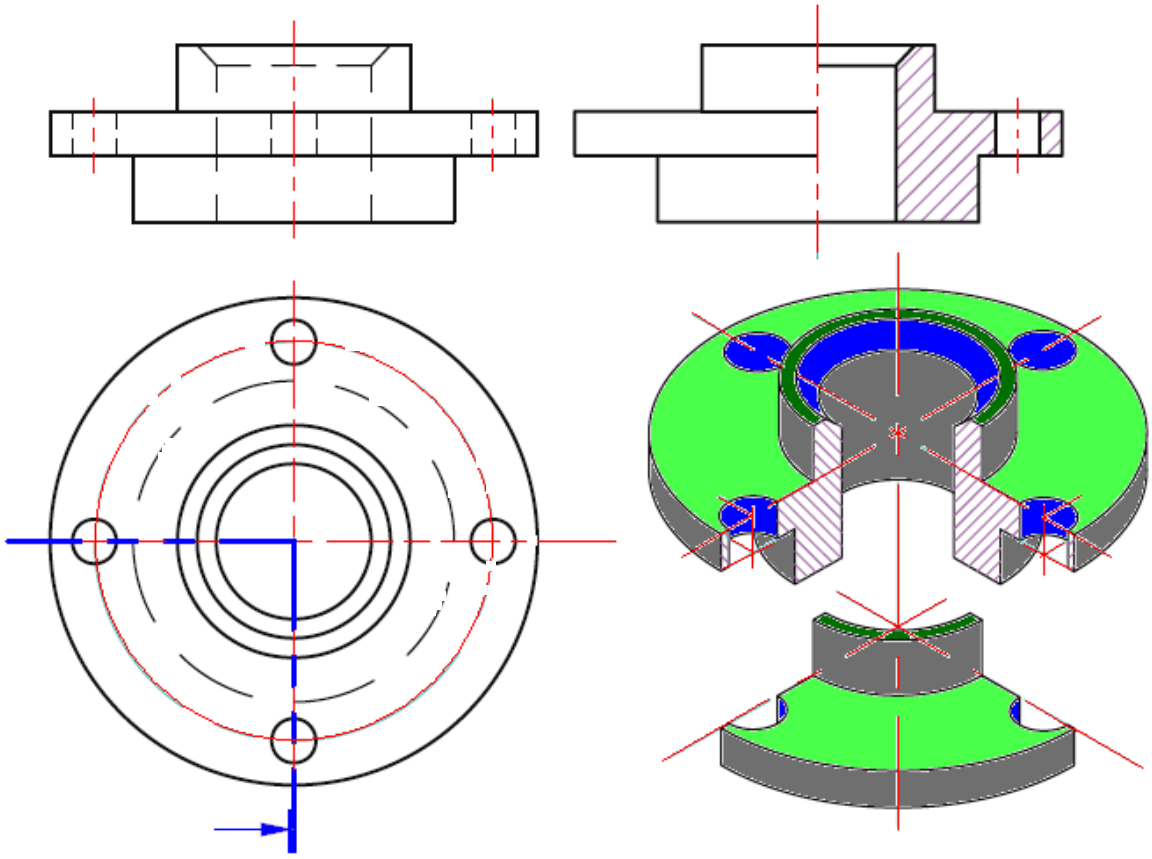
الحل:



الشكل 3-9

3-3-2 القطاع النصفي (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، (إلاّ في حالات الضرورة ترسم الخطوط المخفية في الجانب غير المقطوع)، ويفصل بينهما خط المحور (خط المركز)، ويستعمل في حالة الأجسام المتناظرة حول محورين، الشكل (3-10)، وتسمى المساقط الناتجة بالقطاع الرأسي (الأمامي) النصفي Front Half Section View والقطاع الجانبي النصفي Side Half Section View والقطاع الأفقي النصفي Top Half Section View، ويمكن تحديد جهة القطاع النصفي كان يكون أيمن أو أيسر.

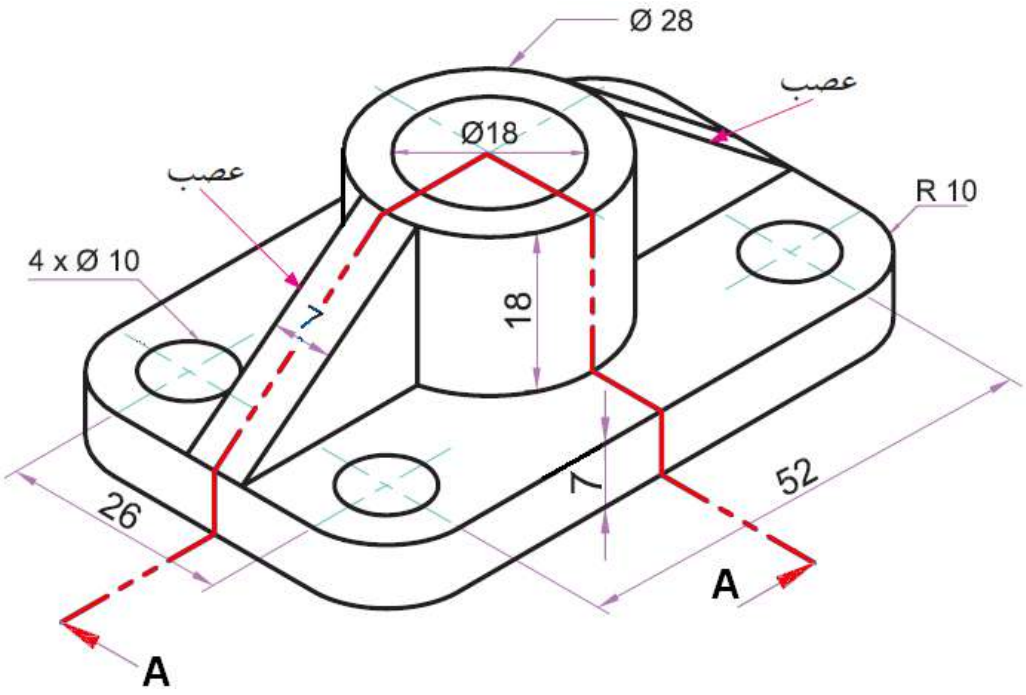


الشكل3-10القطاع النصفي

مثال 3-2

المشغولة المبينة في الشكل (3-11) مصنعة بطريقة السباكة من الألمنيوم، تم تثقيبها لاحقاً عن طريق المثقب لتصبح حامل محور، إرسم ما يأتي:-

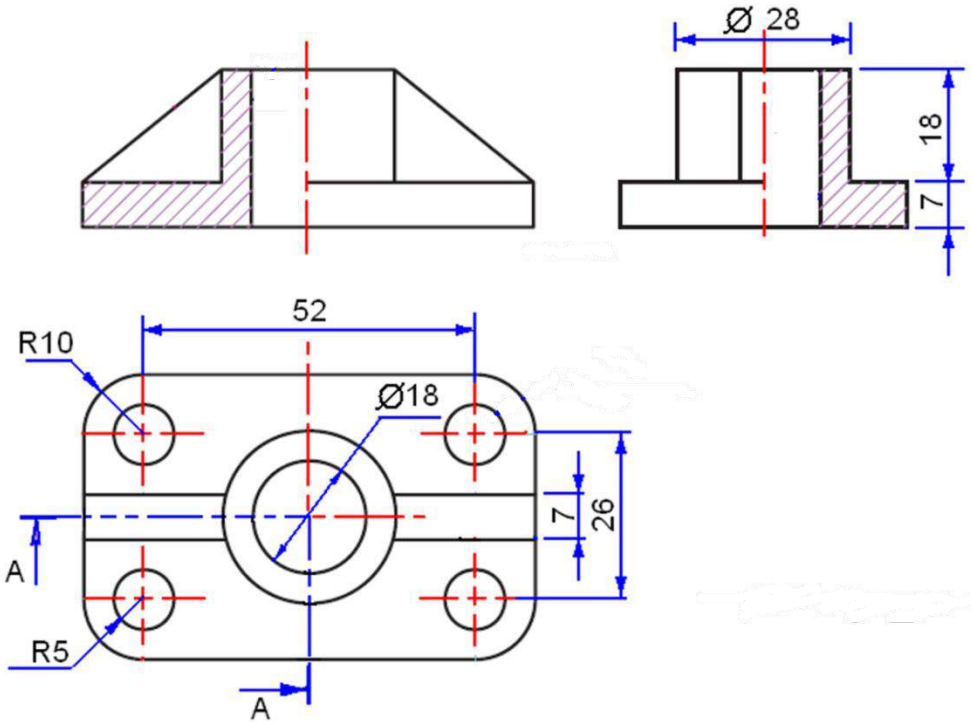
1. نصف قطاع رأسي (أمامي) أيسر.
2. نصف قطاع جانبي أيمن.
3. مسقط أفقي.
4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط



الشكل 3-11

الحل

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

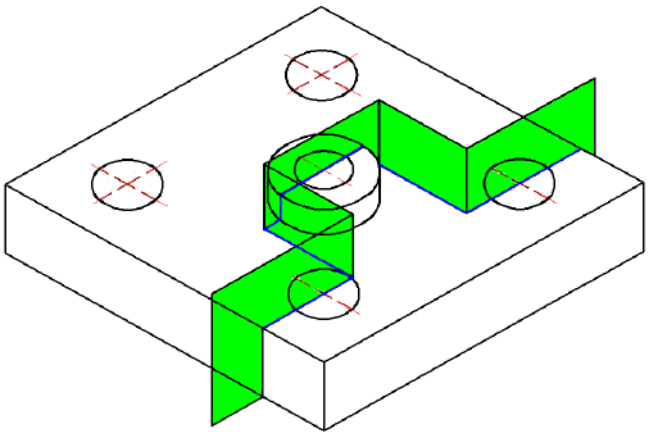


الشكل 3-12: القطاع النصفي (الأيسر والأيمن)

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.

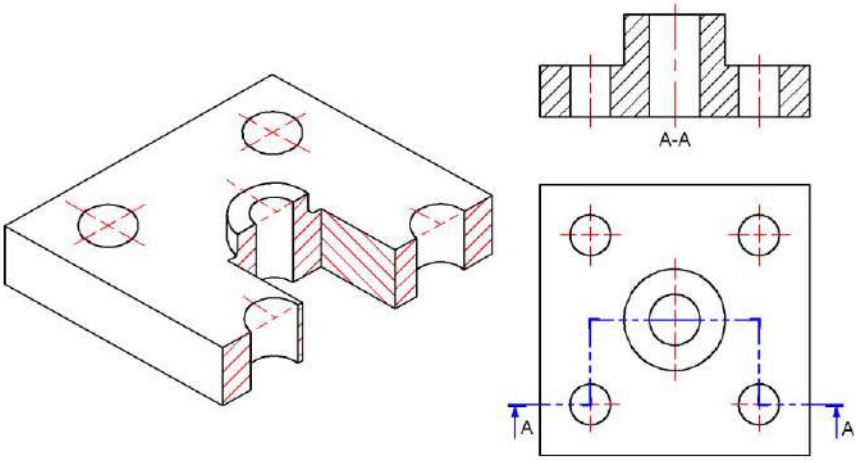
3-3-3 قطاع الإزاحة (القطاع المتنقل) Offset Section View

عند إزاحة خط القطع بشكل متوازٍ بحيث يمر في مواضع ليست على استقامة واحدة، ويكون القطع في هذه الحالة مركبا 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. فمثلا لتوضيح جميع الثقوب الموجودة في الرسم الموضح في الشكل (3-13) يستوجب رسم مقطعين، الأول يمر خلال الثقوب الجانبية، بينما يمر القطاع الثاني خلال الثقب الأوسط، في حين استعيض عن هذين المقطعين باستخدام قطاع واحد ناتج عن قطع الجسم بمستويات مختلفة ومتعرجة بزاوية قائمة.



الشكل 3-13: المستوي القاطع المتعرج

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

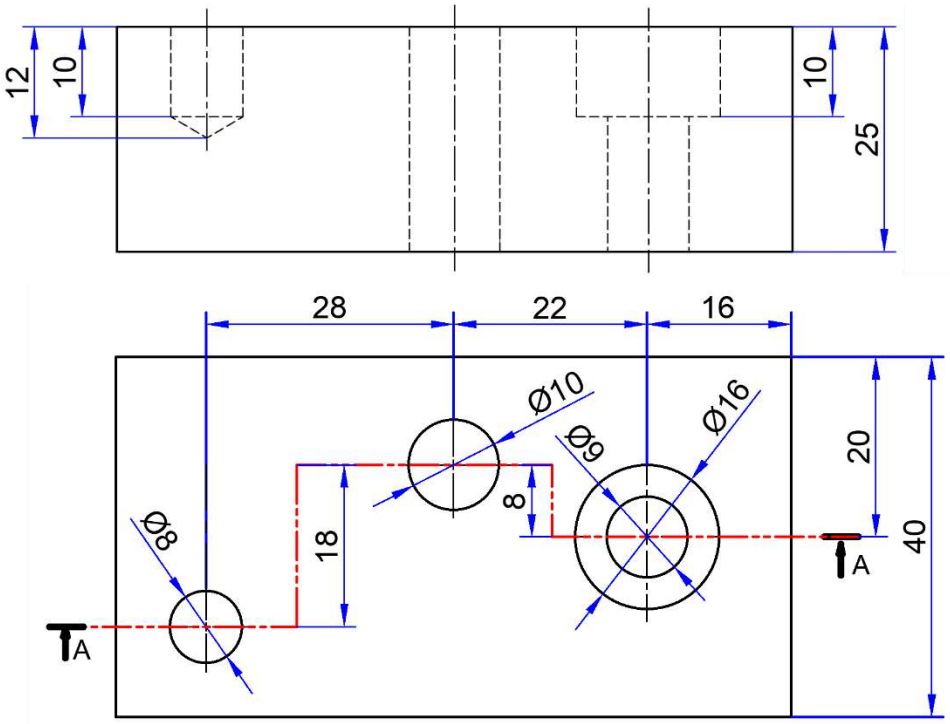


الشكل 3-14: قطاع الإزاحة (القطاع المتعرج)

مثال 4-3: الشكل (3-15) يوضح المسقطين الرأسي والأفقي، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي:

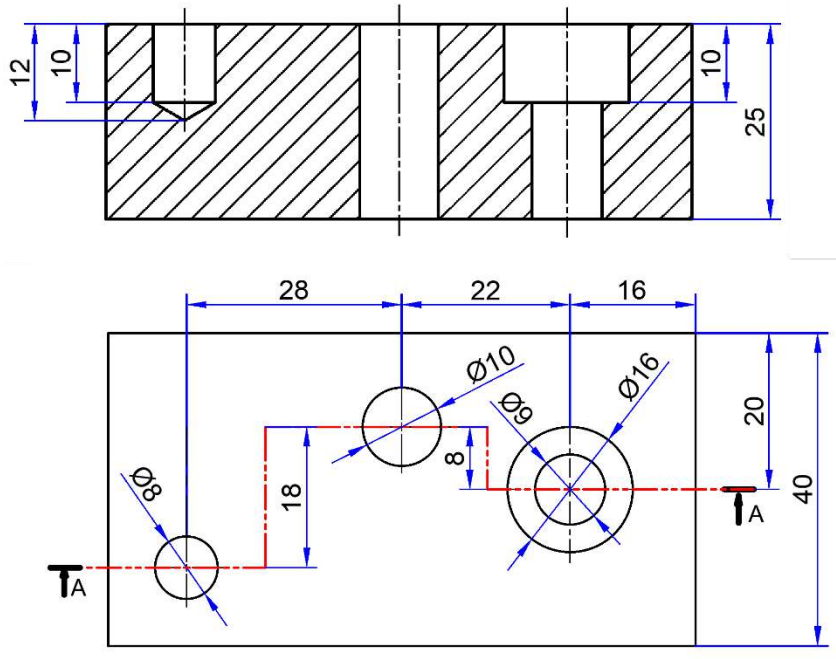
1.أتبع مسار القطع المحدد في المسقط الافقي لرسم القطاع الرأسي 2. أعد رسم المسقط الأفقي

3. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط.



الشكل 3-15

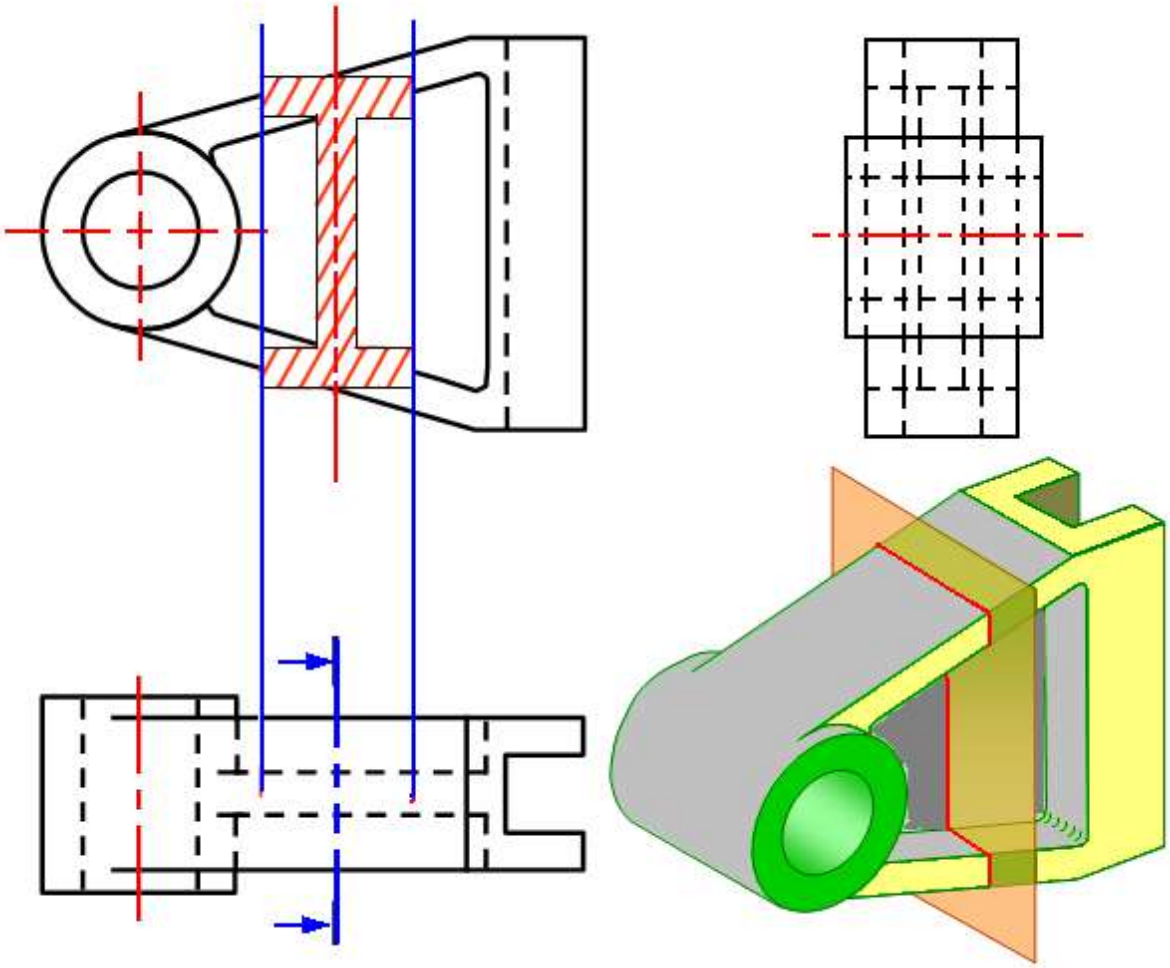
الحل:



الشكل 3-16

4-3-3 القطاع المدار Revolved Section View

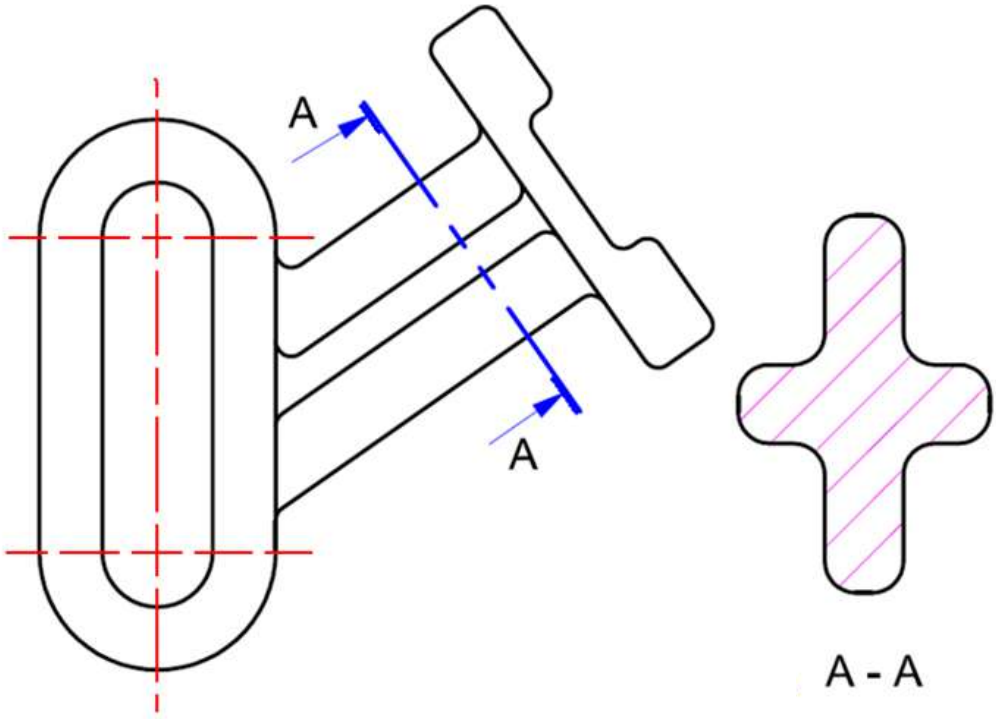
يرسم القطاع المدار على نفس المسقط بتصور مستوي قطع عمودي على محور الذراع أو أجزاء من الأجسام، لتوضيح القطاع عند موضع معين ثم تدوير مستوي القطع بزاوية 90° لينطبق مع مستوي المسقط، وذلك برسم خط مركز عند الموضع المطلوب ويرسم القطاع حول هذا الخط لتفادي تكرار رسم المساقط والقطاعات، وخاصة في الأجسام المدعمة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



الشكل 3-17: القطاع المدار

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

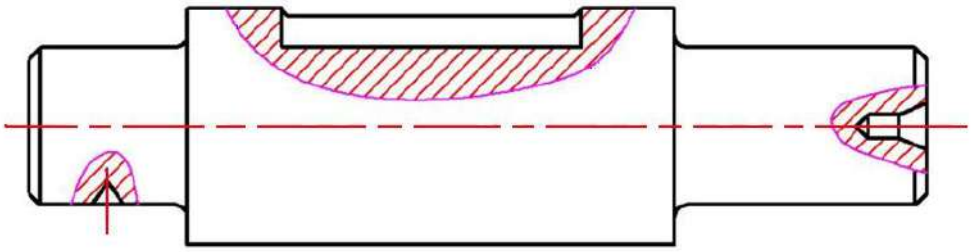
لا يقع القطاع المنقول على إسقاط مباشر مع المسقط الذي يتضمن مستوي القطع ولا يتفق مع ترتيب المساقط على ورقة الرسم، ويتم رسمه كالقطاع السابق بتعيين موضع القطع ولكن بخط قطع عمودي على الجزء المطلوب قطعه ثم رسم القطاع في نفس اتجاه المسقط أو بجانبه (أو في أي موضع مناسب) وتسميته، كما يمكن رسم القطاع بمقياس رسم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



الشكل 3-18: القطاع المنقول

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

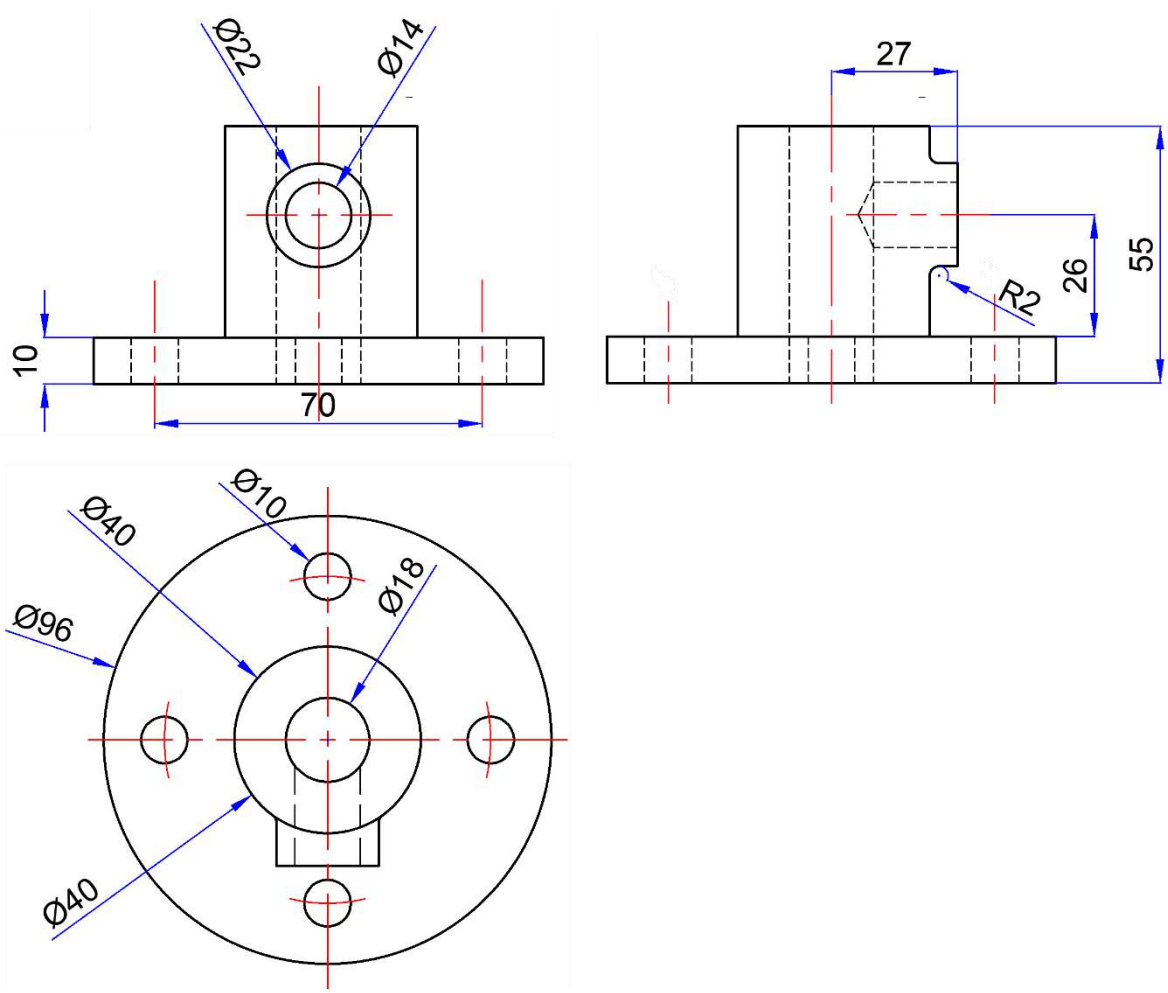
تتطلب بعض الحالات توضيح جزء بسيط من الجسم للقطع لذلك نكتفي بقطع ذلك الجزء من الجسم فقط لتوضيحه، ويبقى باقي الرسم على شكل مسقط غير مقطوع، إذ يحدد القطاع الجزئي بخط يرسم باليد كخط رفيع ومتموج مغلق، الشكل (3-19)، ثم ترسم خطوط التهشير داخل المساحة المحددة.



الشكل 3-19: القطاع الجزئي

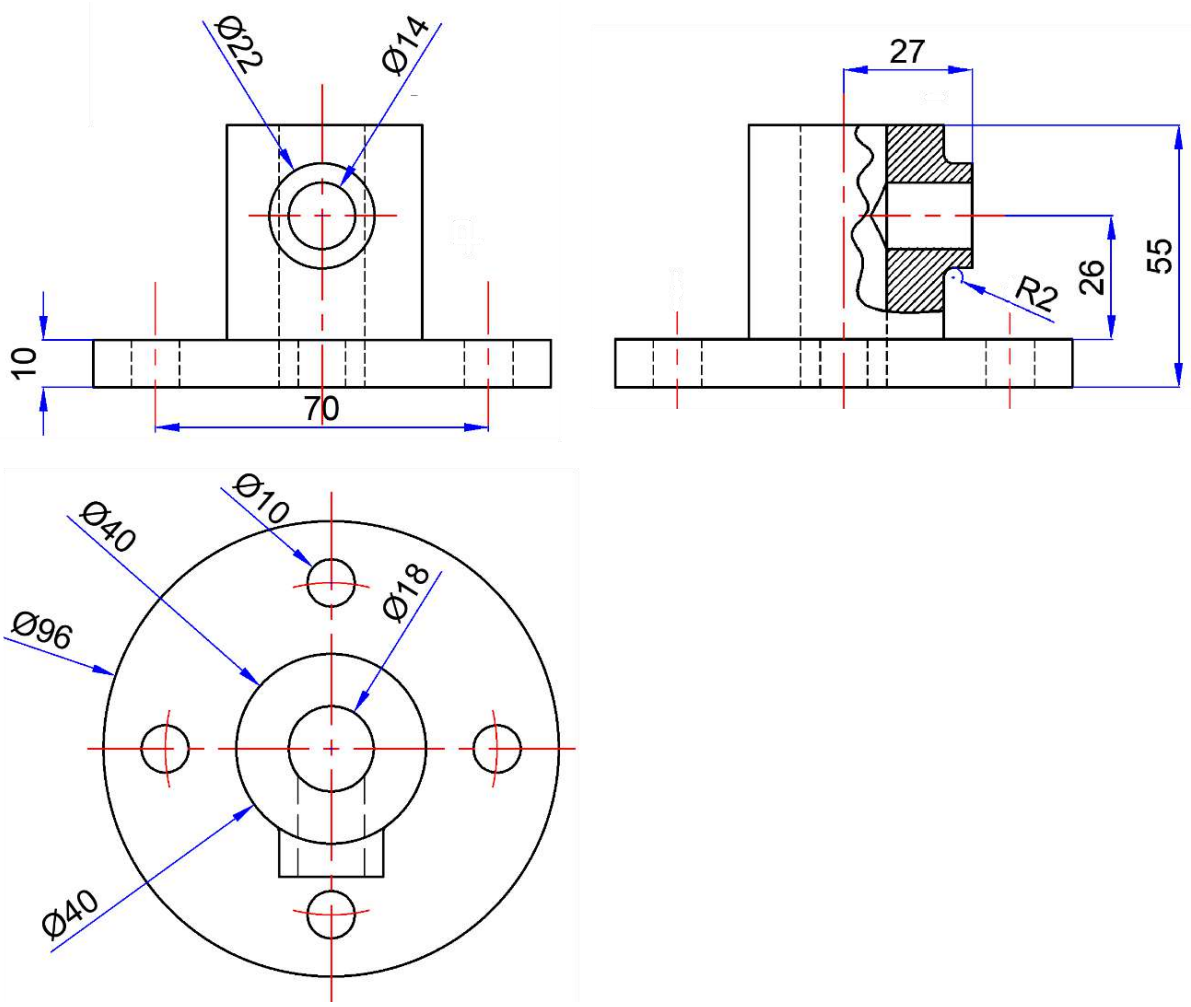
مثال 4-5: الشكل (3-20) يوضح المساقط الثلاثة لمشغولة، ارسم بمقياس رسم 1:1 ما يأتي:

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



الشكل 3-20

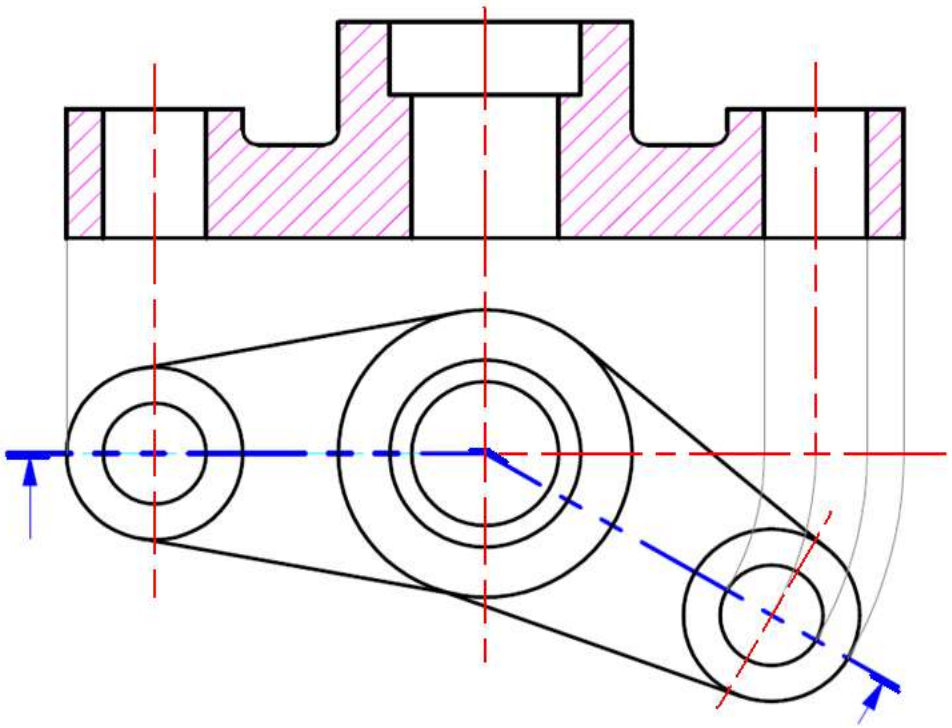
الحل:



الشكل 3-21

3-3-7 قطاع المحاذاة Alignment Section

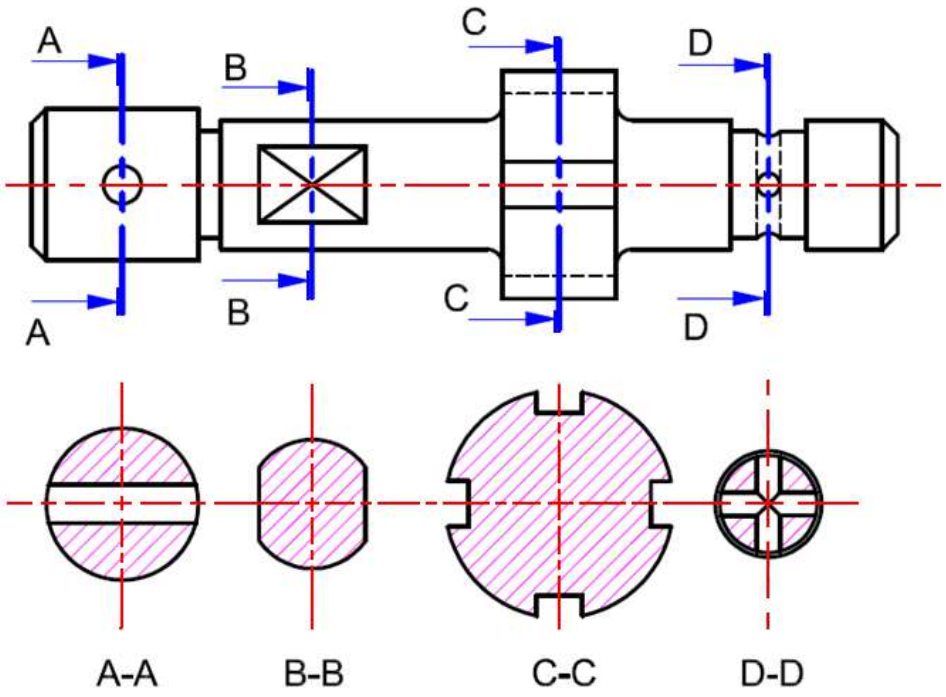
يستعمل للأجسام التي تحتوي على عدد فردي من الأذرع، المساند، والثقوب، إذ يكون مقطعها غير واضح فيما لو اتبعت طرق الإسقاط الاعتيادية لرسمه فيتم حني مستوي القطع بحيث يمر خلال تلك الأجزاء، وبالتالي يميل خط القطع بزاوية ما بعد مروره في جزء من المسقط مما يستدعي محاذاة الجزء المائل وتدويره ليصبح على استقامة واحدة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



الشكل 3-22: قطاع المحاذاة

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

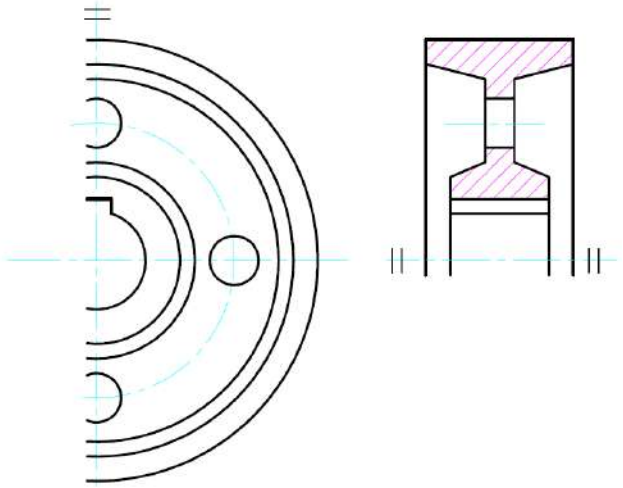
وهي قطاعات إما مدارة أو منقولة ترسم بالتعاقب لمقاطع متعددة من الجسم، الشكل (3-23).



الشكل 3-23: القطاعات المتعاقبة

9-3-3 القطاع المتماثل Symmetrical Section

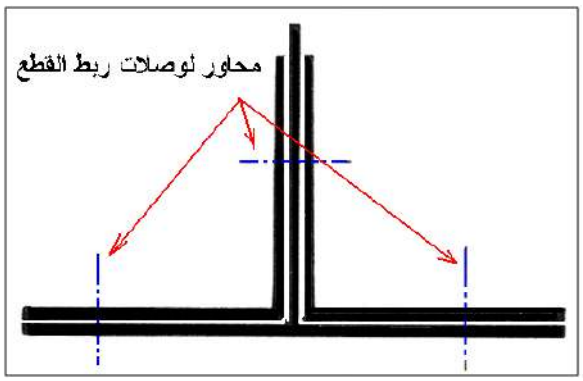
وفيه يتم رسم نصف القطاع فقط دون رسم نصفه الثاني، وذلك بسبب التماثل وتعذر رسم القطاع كاملاً على الورق، الشكل (3-24)، لاحظ علامة المساواة على جانبي القطاع.



الشكل 3-24: القطاع المتماثل

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

ترسم مقاطع الأجزاء ذات السمك القليل نسبيا 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 فإنها تبين على شكل خط مركز لعدم إمكانية توضيح الثقوب أو البراغي، الشكل (3-25).

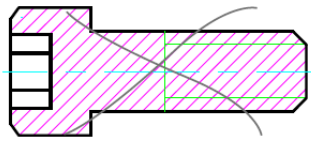
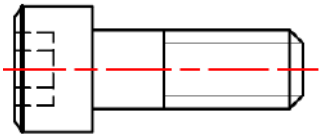
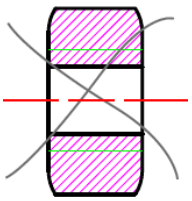
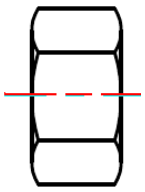
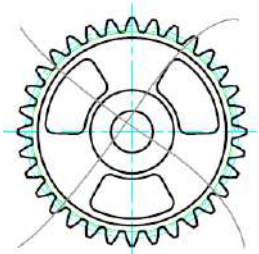
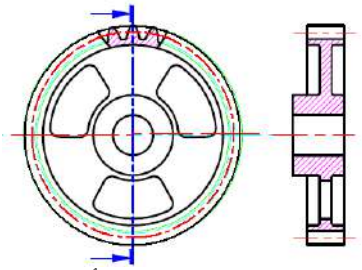


الشكل 3-25: قطاع الأجسام قليلة السمك

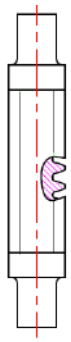
4-3 الأجزاء التي لا تقطع

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 (3-2)]، البراغي، الصواميل، التروس، البراشيم، المسامير، الخوابير، القضبان الشعاعية للعجلات والبكرات، الأعمدة، وكل جسم صلد ذو مقطع دائري مثل المقابض، ويبين الجدول (3-2) الأجزاء التي لا يتم قطعها أو تهشيرها.

الجدول 3-2: أجزاء لا تقطع

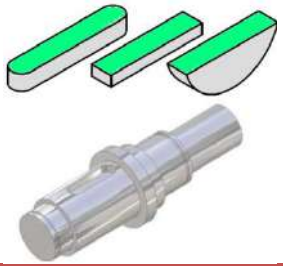
الجزء	القطاع الخطأ	القطاع الصحيح
برغي		
صامولة عادية		
ترس مائل	 لا ترسم كل الأسنان في القطاع الأمامي	 القطاع الجانبي والقطاع الأمامي الذي يقطع جزئياً

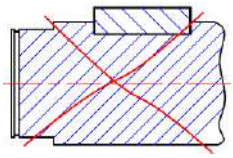
حلزون

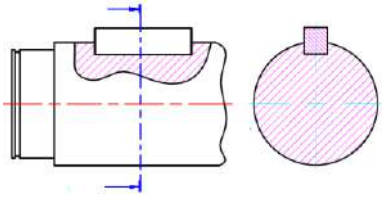


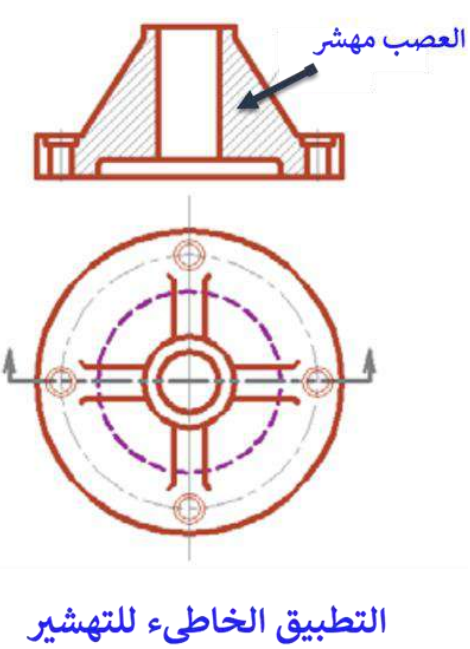
مقبض

خوابير وأعمدة





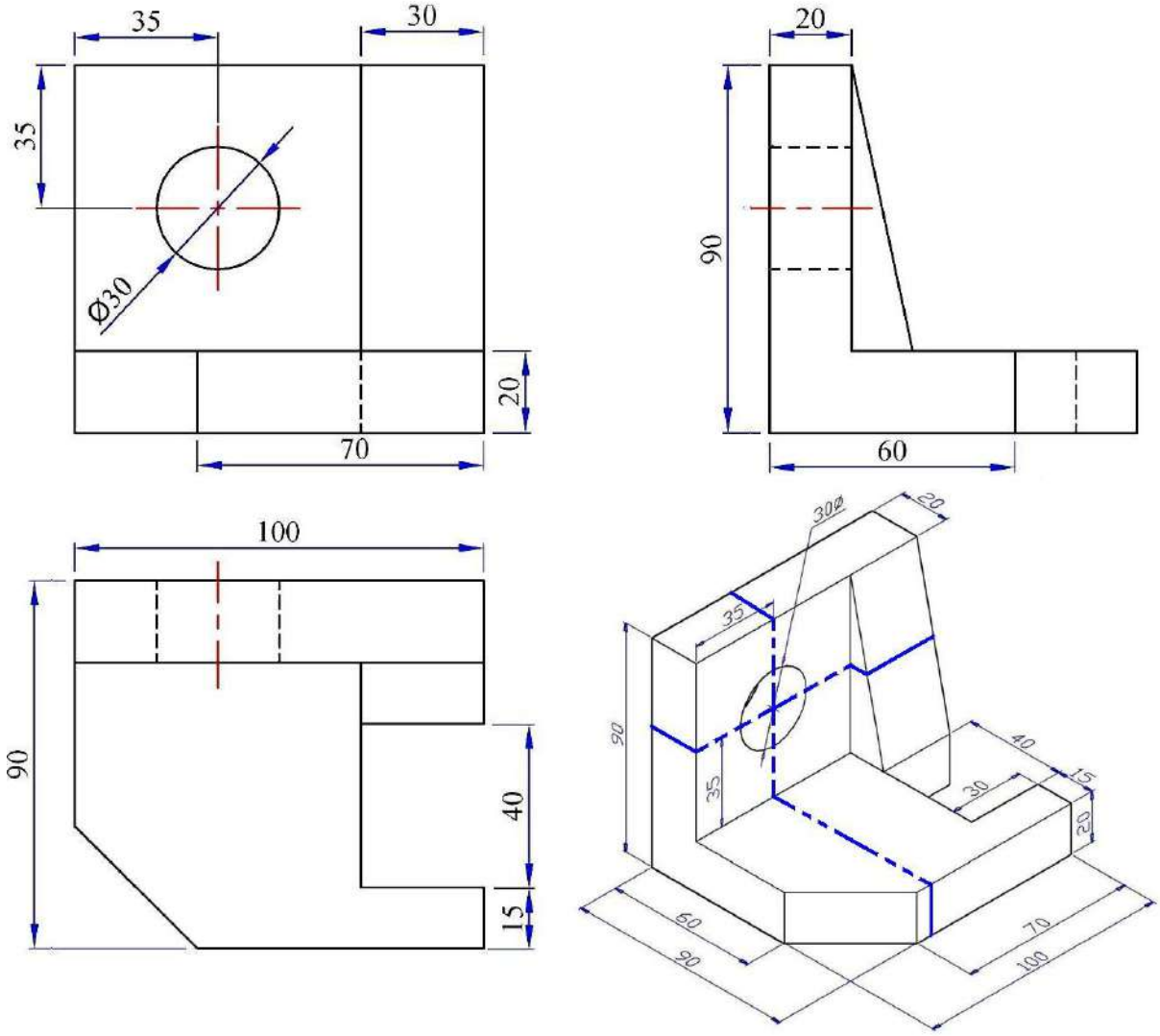




5-3 أسئلة وتمارين

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

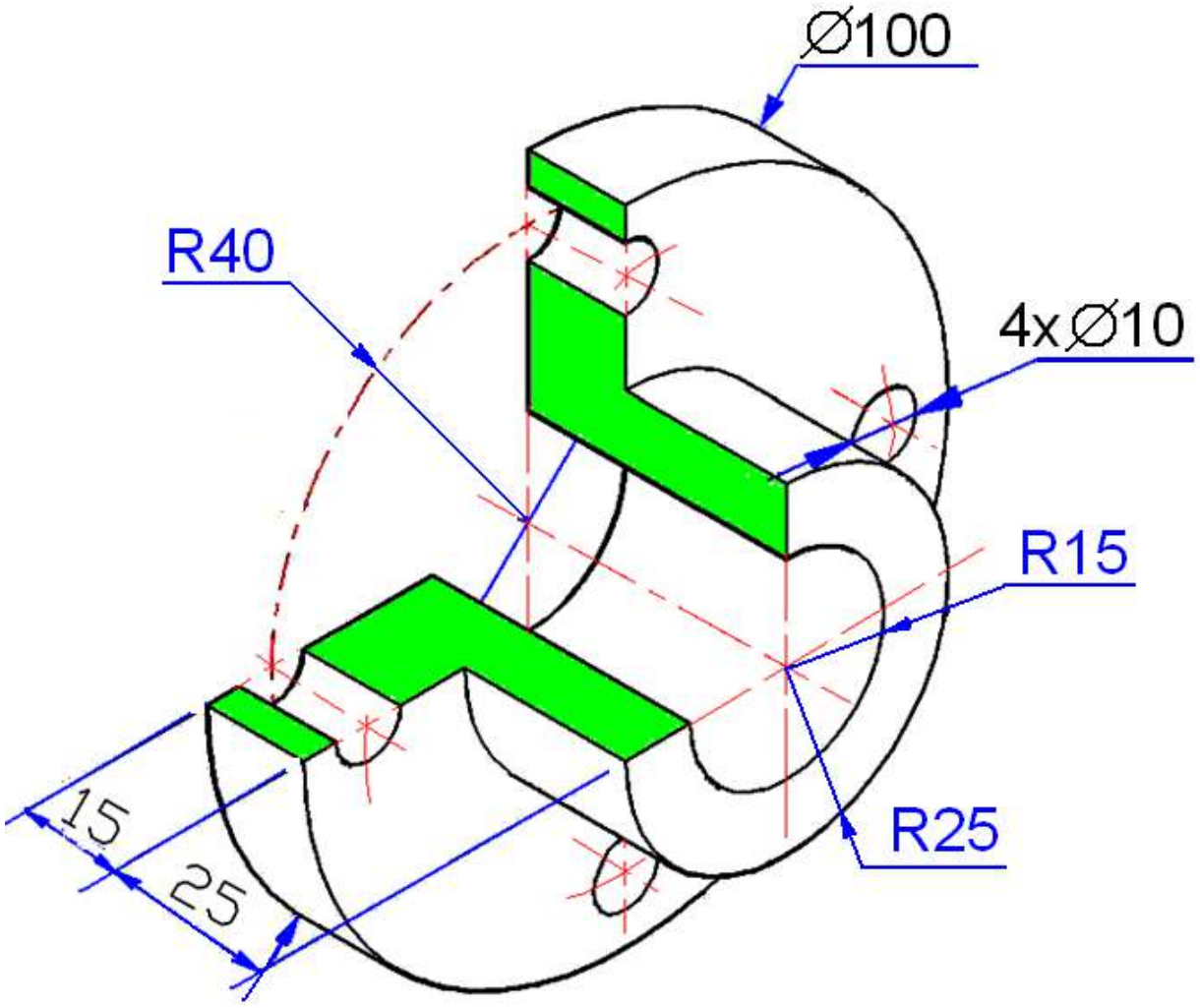
1. مسقط رأسي (إمامي).
2. قطاع جانبي (المستوي القاطع يمر بمحور الثقب).
3. قطاع أفقي (المستوي القاطع يمر بمحور الثقب).
4. وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط



الشكل 3-26

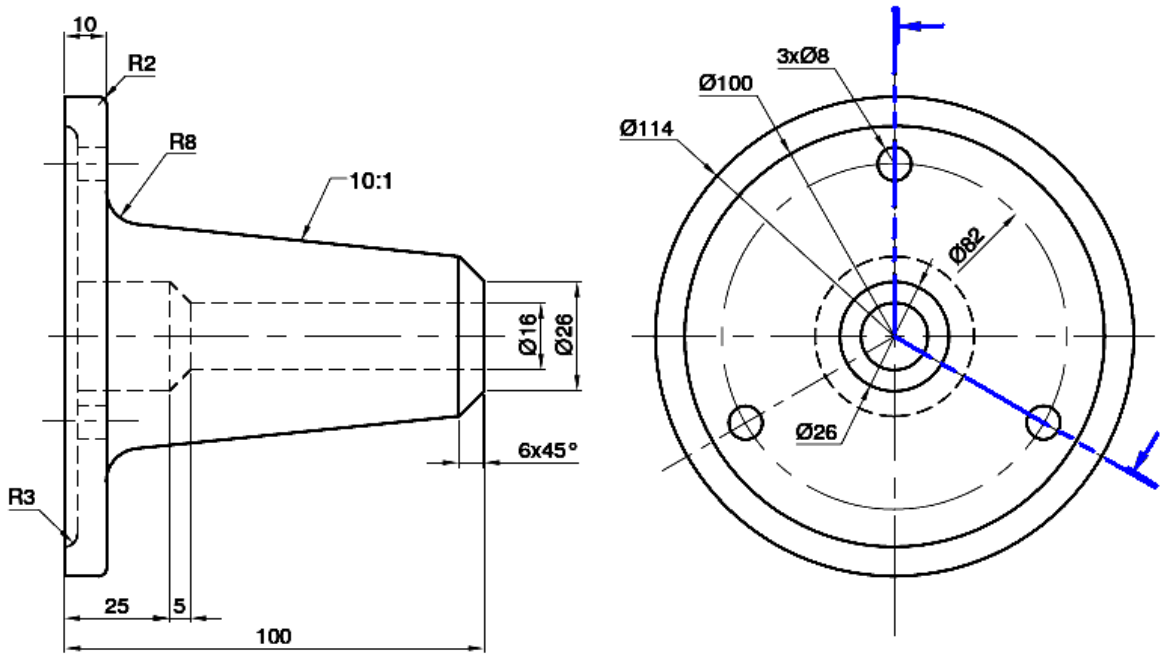
2-5-3 المشغولة المبينة في الشكل (3-27) مصنعة بطريقة السباكة من الألمنيوم، ارسم بمقياس رسم 1:1ما يأتي: -

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

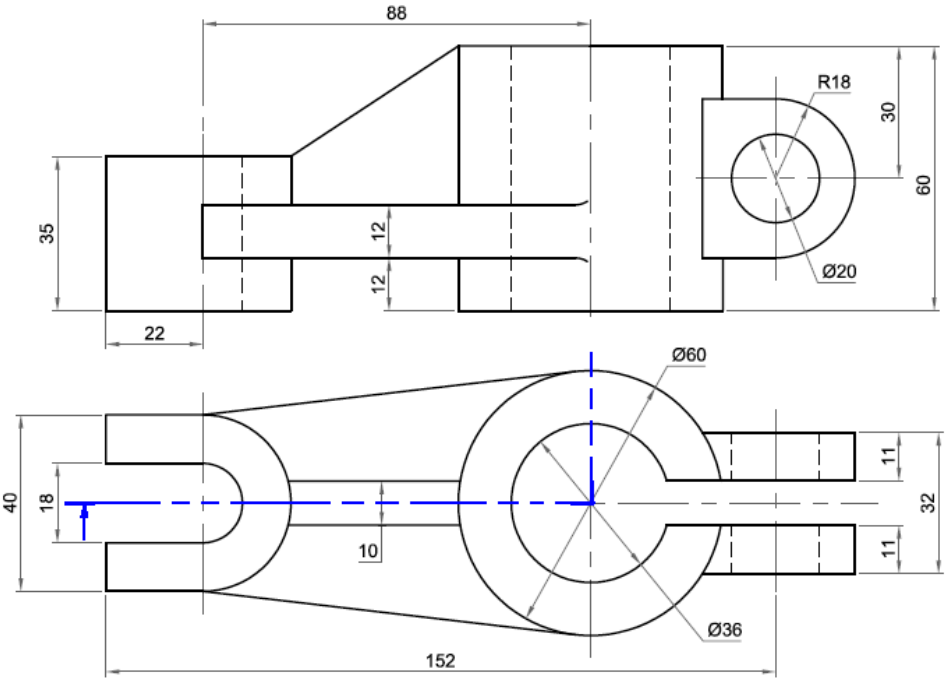


الشكل 3-27

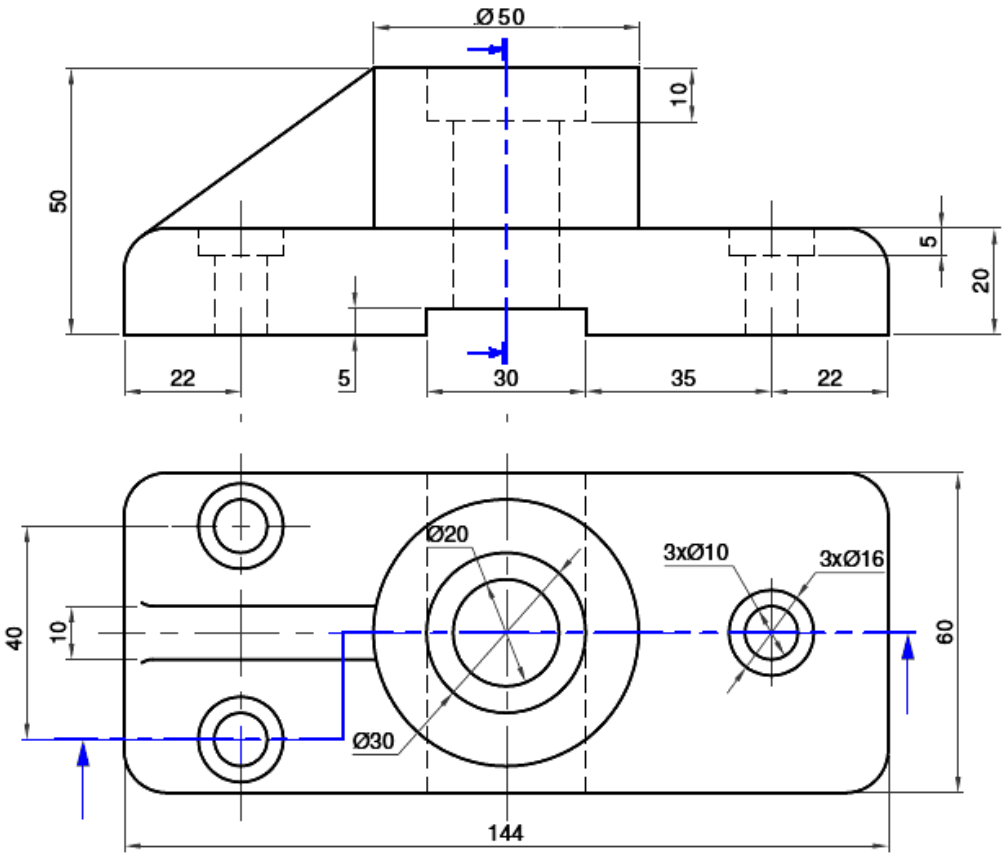
3-5-3 تبين الأشكال الآتية مساقط لمشغولات تستعمل لأغراض ميكانيكية، بمقياس رسم مناسب أعد رسمها متبعا خطوط ومستويات القطع لتحويل المساقط المؤشرة الى قطاعات، مع وضع الأبعاد مراعياً توزيع المساقط على ورقة الرسم، مع رسم (استنتاج) المسقط الثالث.



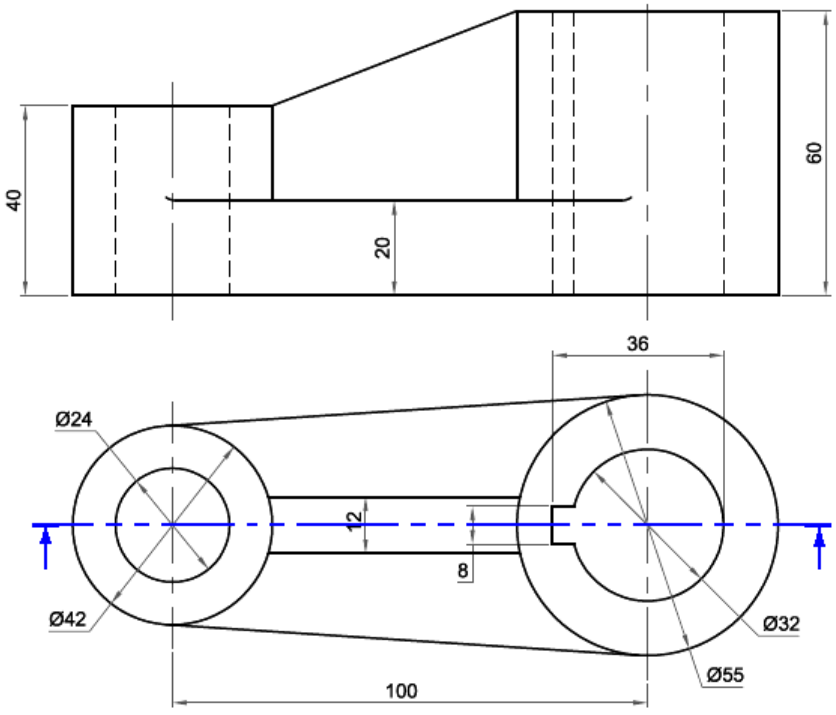
الشكل 3-28



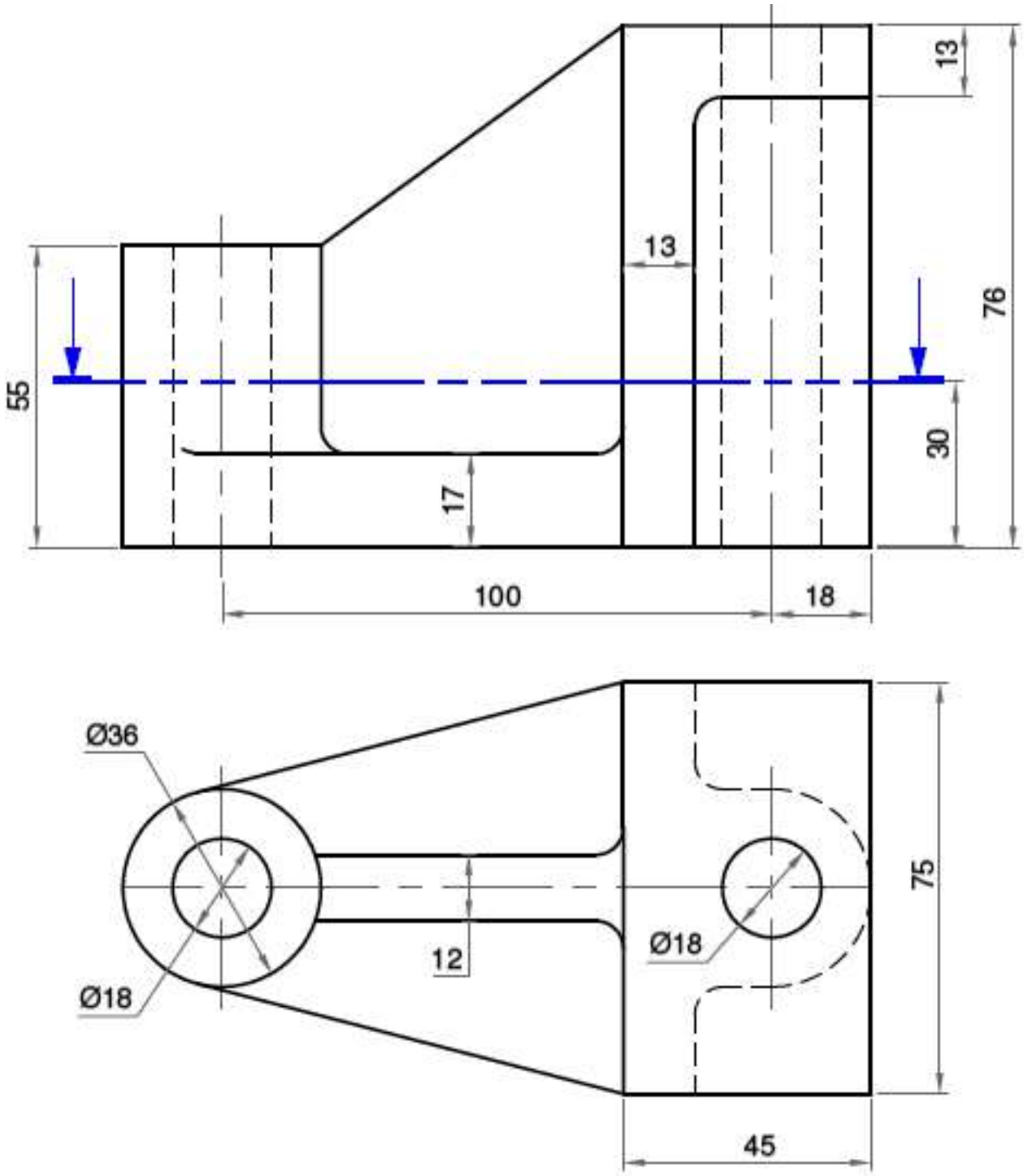
الشكل 3-29



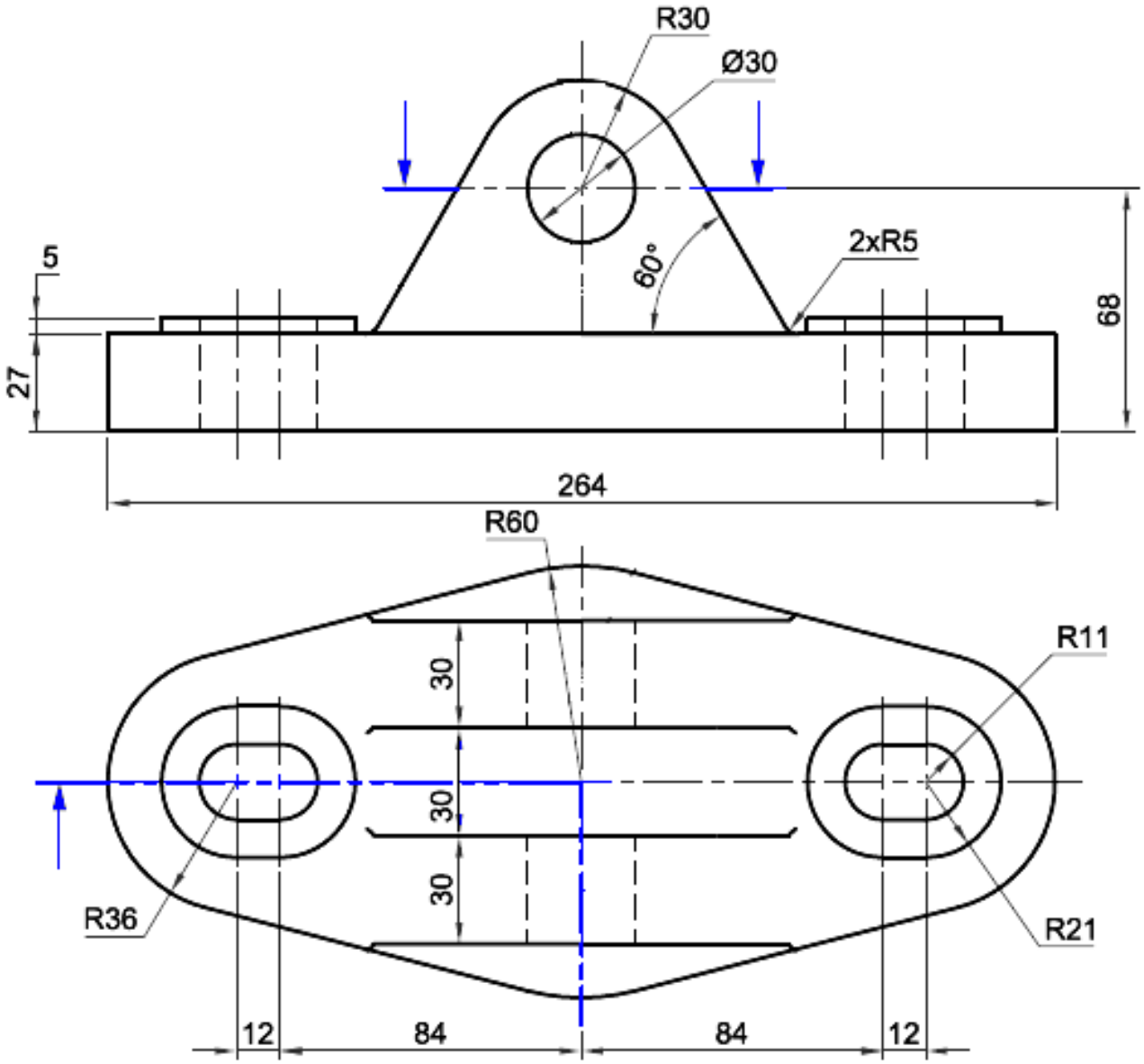
الشكل 3-30



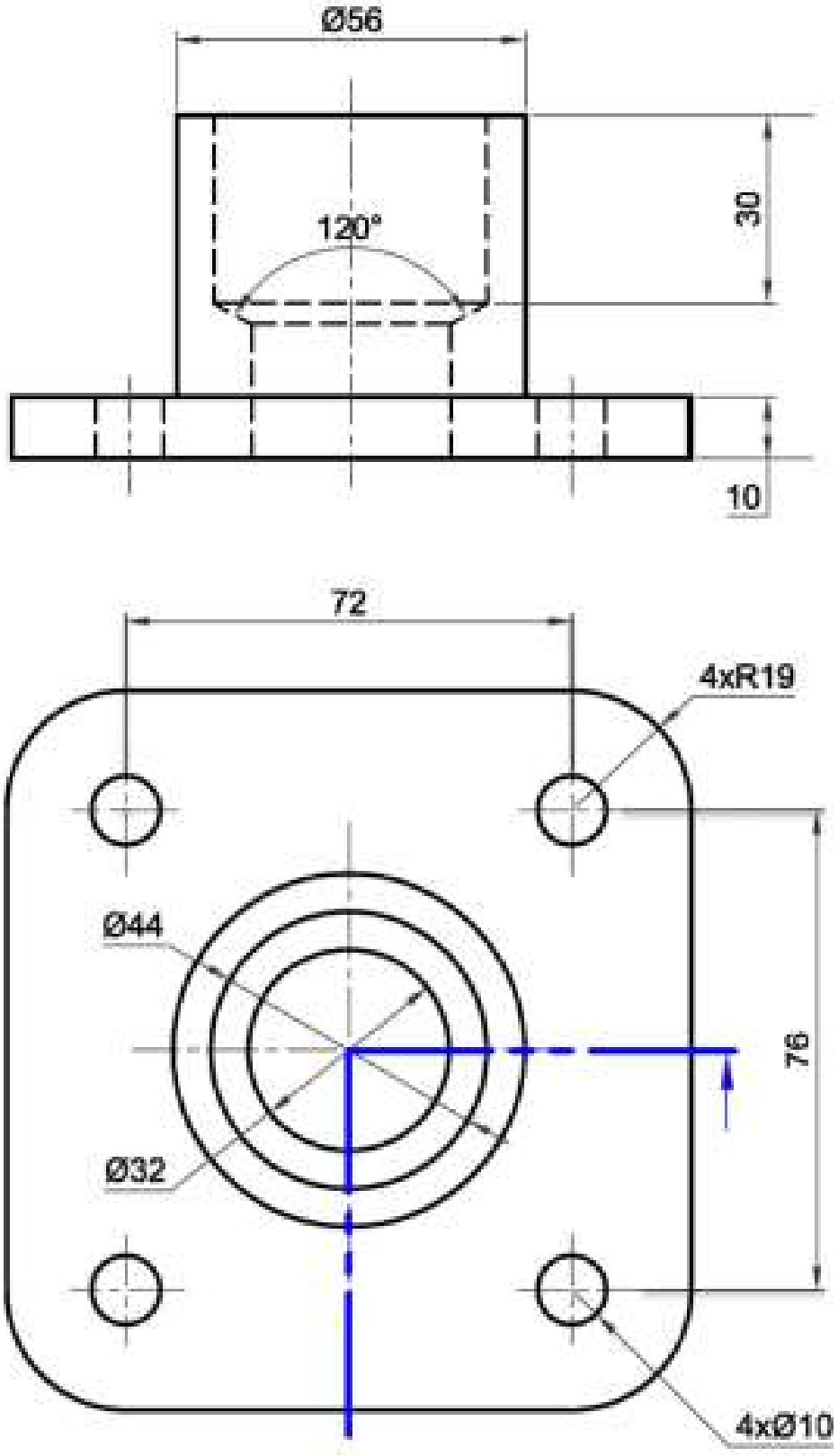
الشكل 3-31



الشكل 3-32



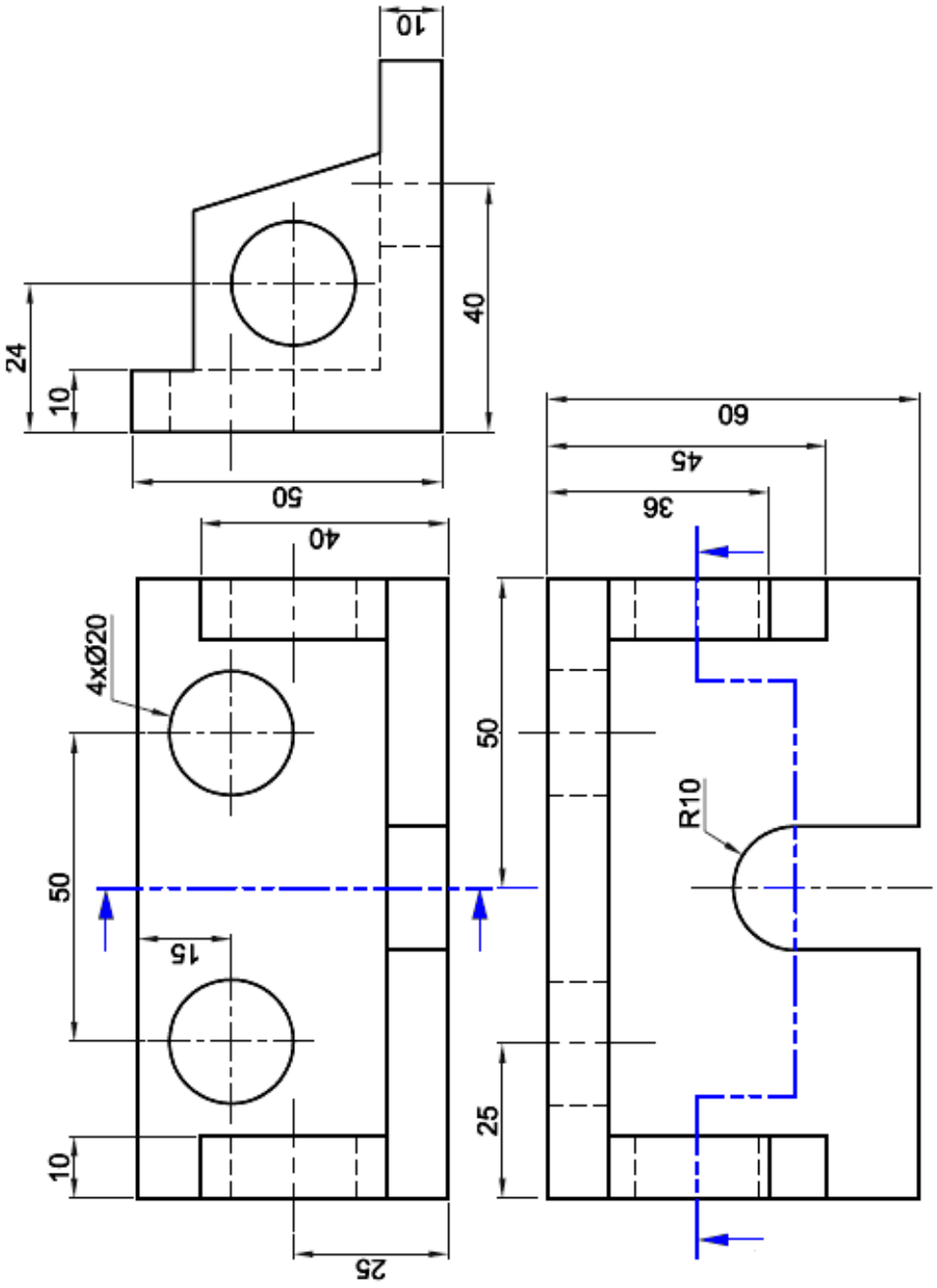
الشكل 3-33



الشكل 3-34

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

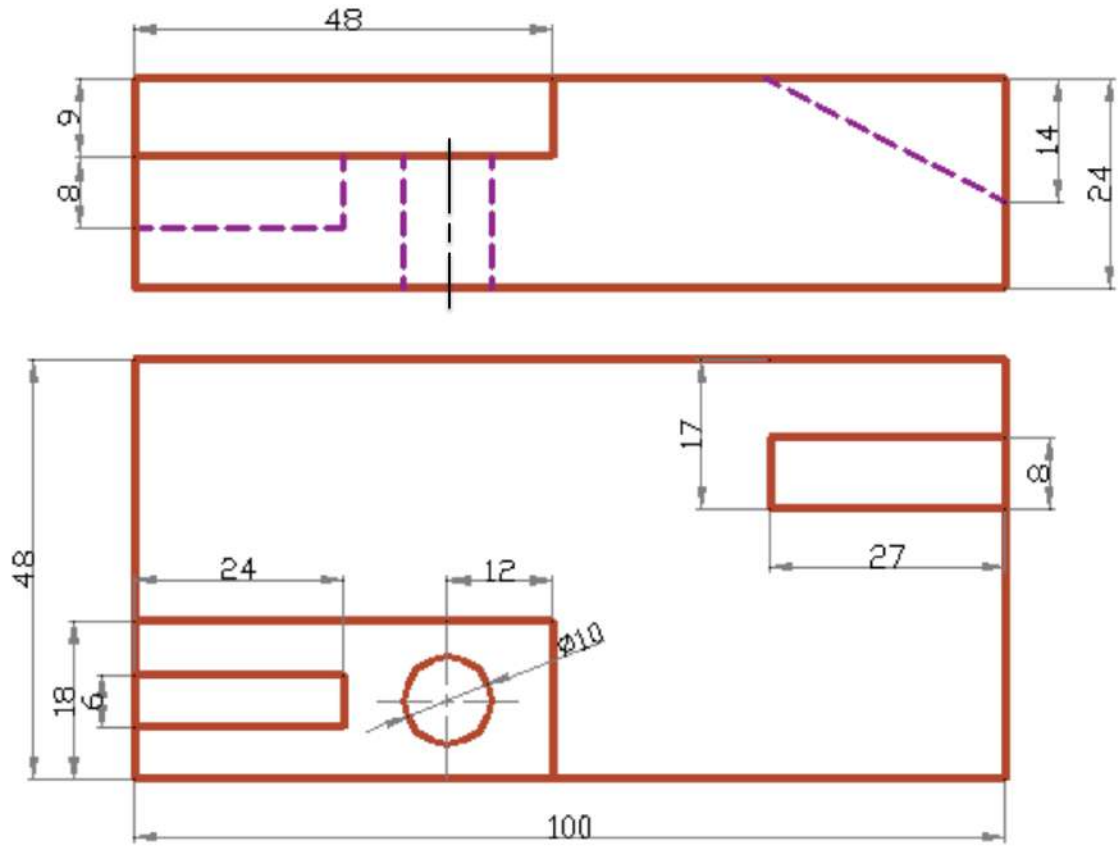
1. **قطاع رأسي (أمامي).**
2. **قطاع جانبي.**
3. **مسقط أفقي.**
4. **وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط.**



الشكل 3-35

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

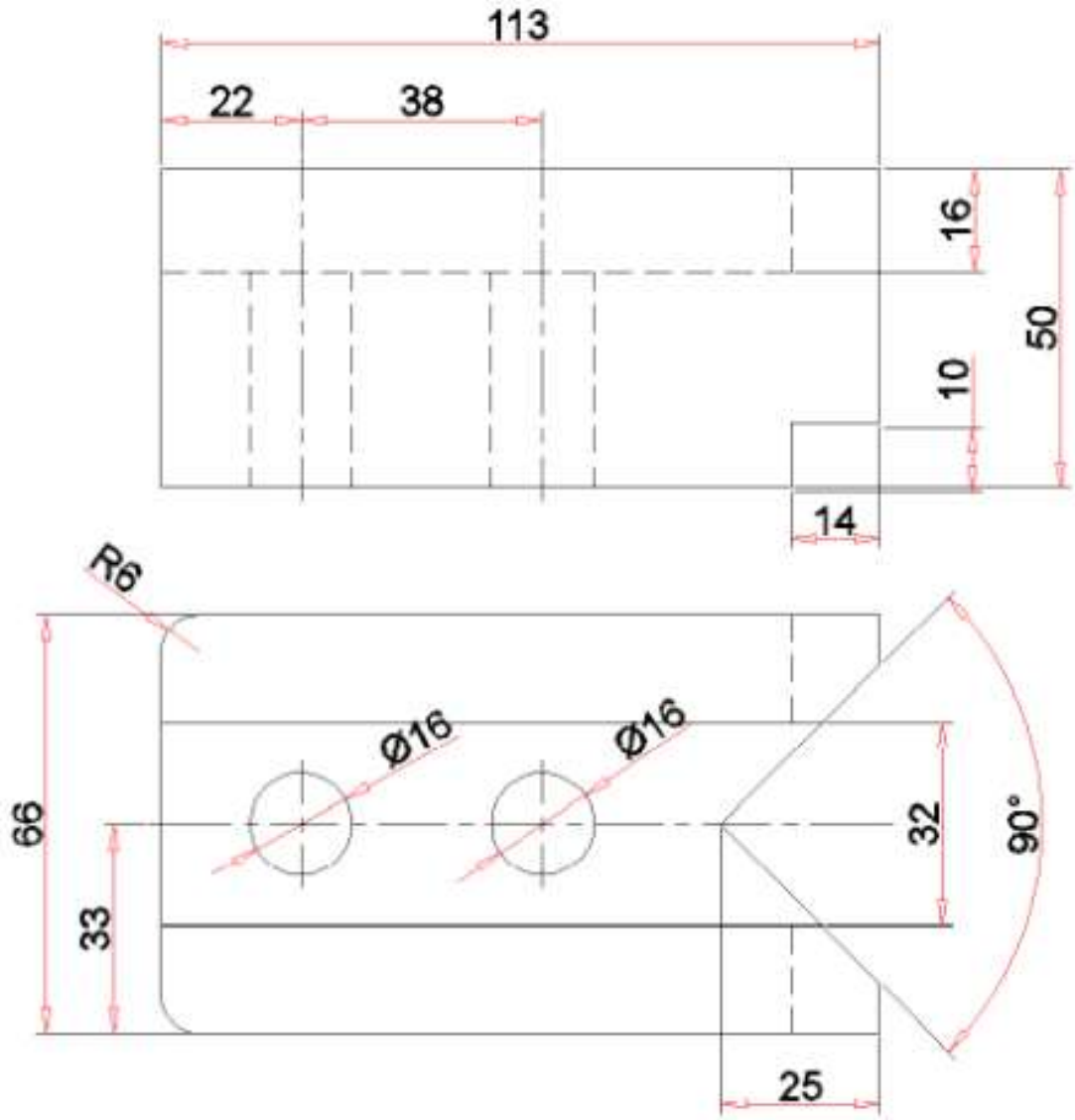
1. **أختر مسار القطع الذي يوضح التفاصيل المهمة في الشكل لرسم القطاع الرأسي.**
2. **اعد رسم المسقط الأفقي.**
3. **استنتج المسقط الجانبي.**
4. **وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط.**



الشكل 3-36

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

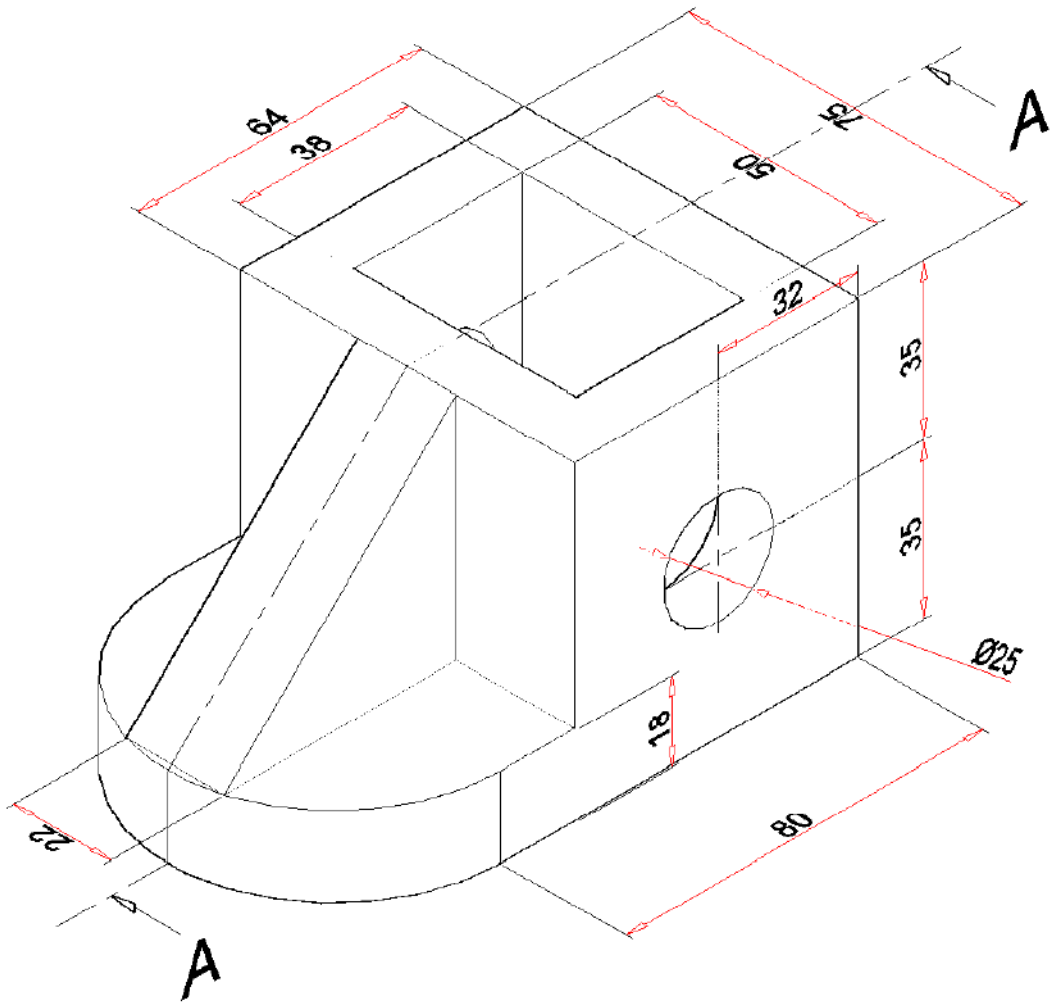
1. **قطاع رأسي كامل.**
2. **اعد رسم المسقط الأفقي**
3. **استنتج المسقط الجانبي**
4. **وضع الأبعاد وتوزيعها على المساقط**



الشكل 3-37

7-5-3 الشكل (3-38) 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 3-38

الفصل الرابع

علامات التشغيل والتفاوتات الهندسية

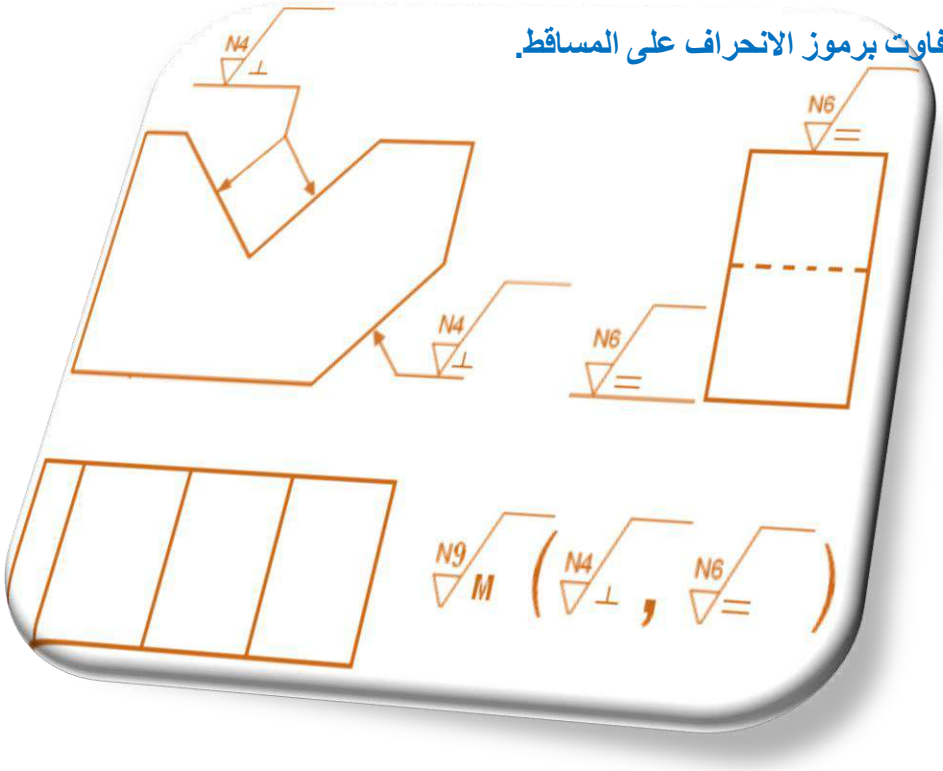
Machining Symbols

and Geometrical Tolerance

أهداف الفصل الثاني

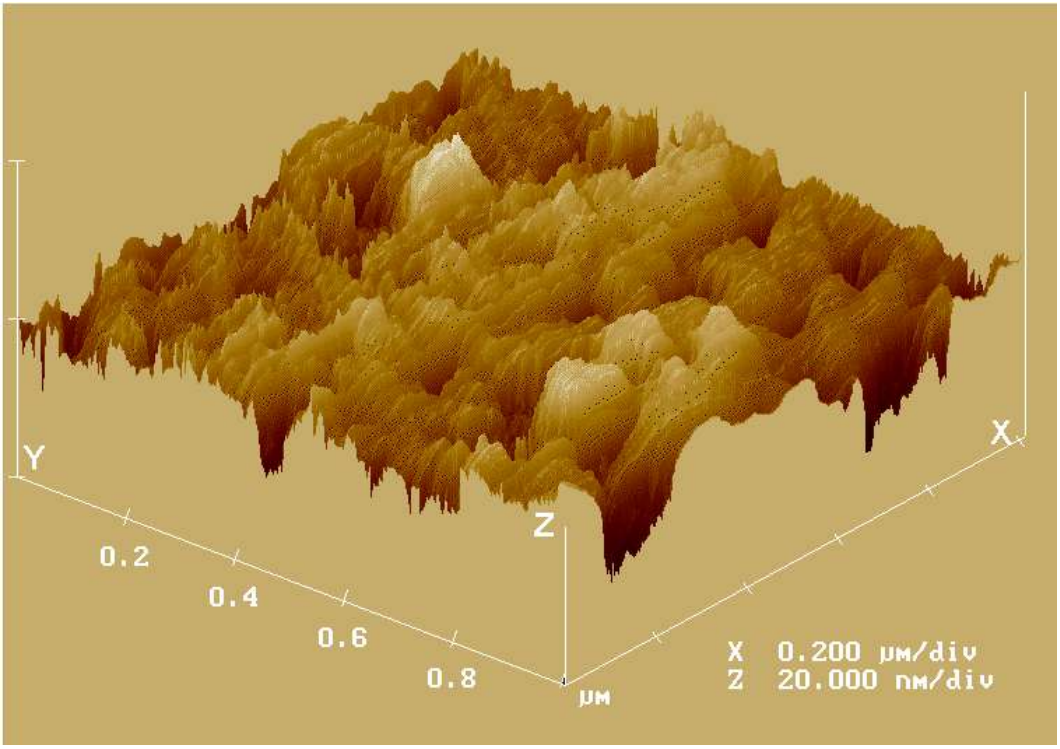
بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

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، وتستعمل قيم معيارية متعددة لوصف قيم الخشونة Roughness ومن أهمها عامل متوسط الخشونة Ra والذي يمثل قياس المسافة الرأسية (باتجاه ألإحداثي Z) بين قمم وقيعان الجزء المفحوص بوحدات المايكرون (10^{-6}m، أو µm، أو 1/1000mm).



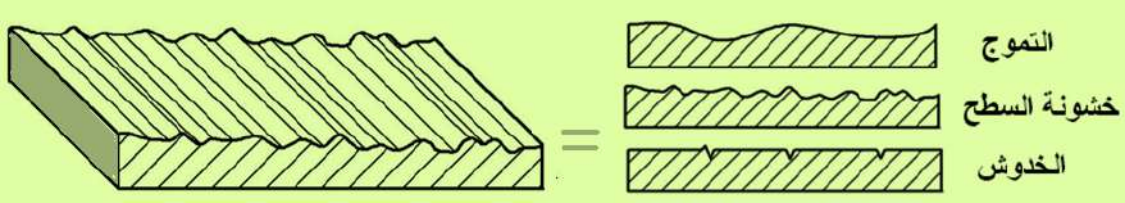
الشكل 4-1 : صورة ميكروسكوبية ثلاثية الأبعاد لسطح مقطوع بالتشغيل

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 انواع من الانحرافات، الشكل (4-2) وهي كما يأتي:-

1. التموج Waviness: انحرافات لها طابع الأمواج.
2. خشونة السطح Surface Roughness: الارتفاعات والانخفاضات الصغيرة الموجودة على السطح.
3. الخدوش Flaws: وهي تشوّهات 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 وكلّ من تلك الرموز لها تفسير خاصّ بها، بحسب المعايير العالمية ISO - 1302 International Standard Organization مع إمكانية إضافة قيم ونصوص لطريقة الإنهاء السطحي للحصول على درجة النعومة المطلوبة.

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

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

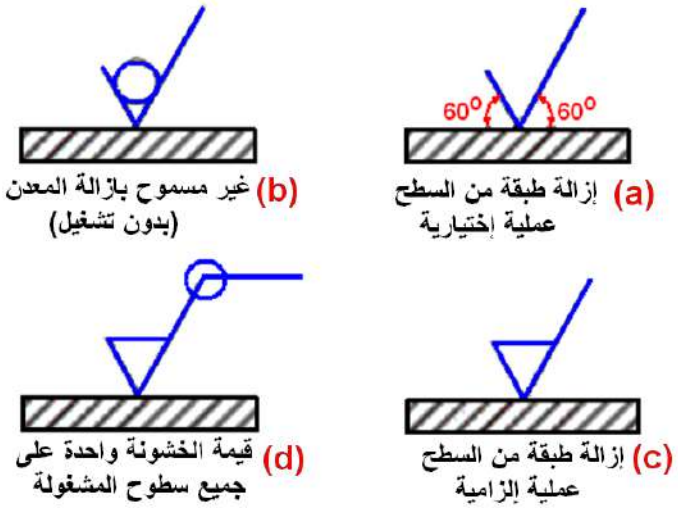
الشكل 4-3: جهاز الكتروني لفحص الخشونة

- 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

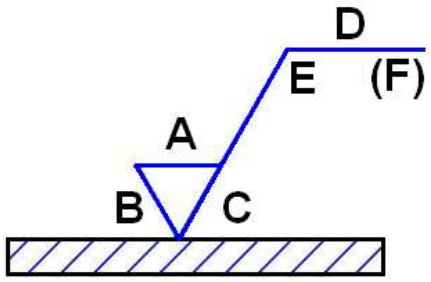
Graphical Symbols to Indicate Surface Texture

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



الشكل 4-4: رموز التشغيل السطحي

الرمز التخطيطي الأساسي يتكون من خطين مستقيمينِ غير متساويان في الطولِ 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 اذا 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 (Ra) : وتكتب أما كقيمة رقمية (نظام قديم)،او ما يعادلها بالدرجات (N1, N2, ... N12)، وهي الطريقة المتبعة في الرسوم الحديثة، وتوضع بين ضلعي الرمز الأساسي، الجدول (4-1).

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

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

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

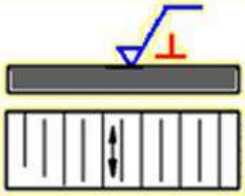
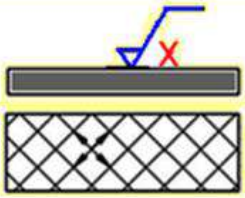
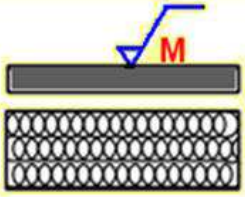
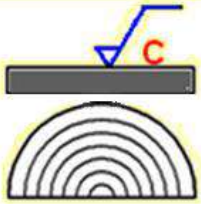
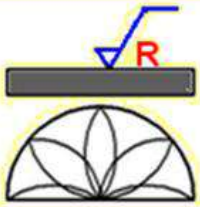
الجدول 4-1: القيم الرقمية لدرجات الخشونة

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

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.

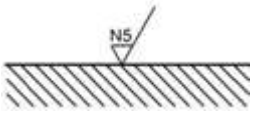
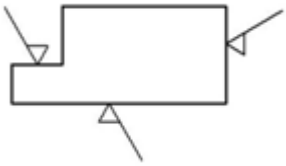
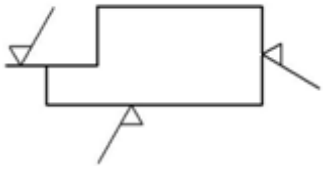
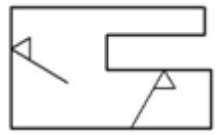
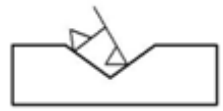
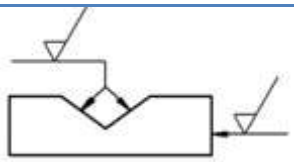
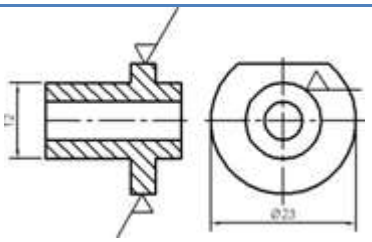
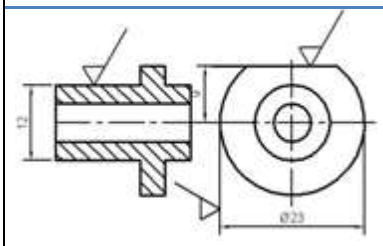
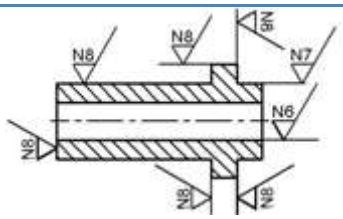
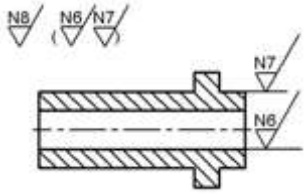
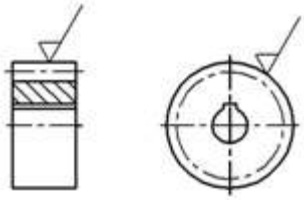
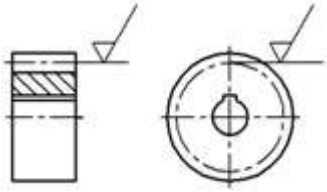
الجدول 4-2: رموز تمثيل اتجاه التشغيل السطحي

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	

5-4 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.

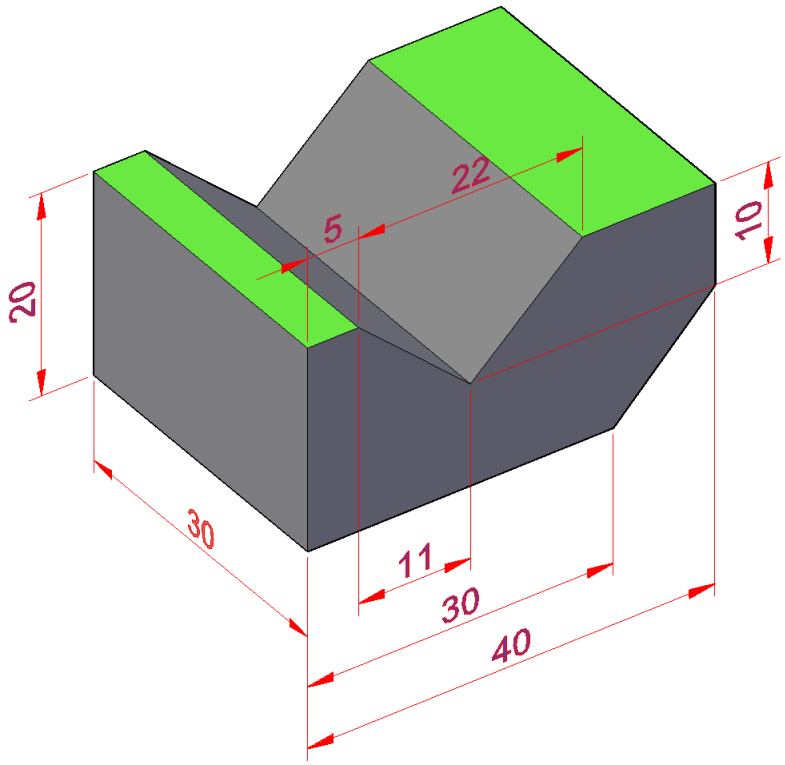
الجدول 4-3 : الأخطاء الشائعة في تمثيل رمز الخشونة

توصيف الاستعمال	الخطأ	الصحيح
يلامس 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.		
اذا 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.		
اذا 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 ناعما باتجاه عمودي على مستوي الإسقاط وبخشونة مقدارها 0.2 µm (N4).**
- **إنهاء السطحين العلوي والسفلي بالتفريز باتجاه موازٍ لمستوي الإسقاط بخشونة مقدارها 0.8 µm (N6).**
- **إنهاء بقية السطوح بالبرادة الناعمة متعددة الاتجاهات بخشونة مقدارها 6.3 µm (N9).**

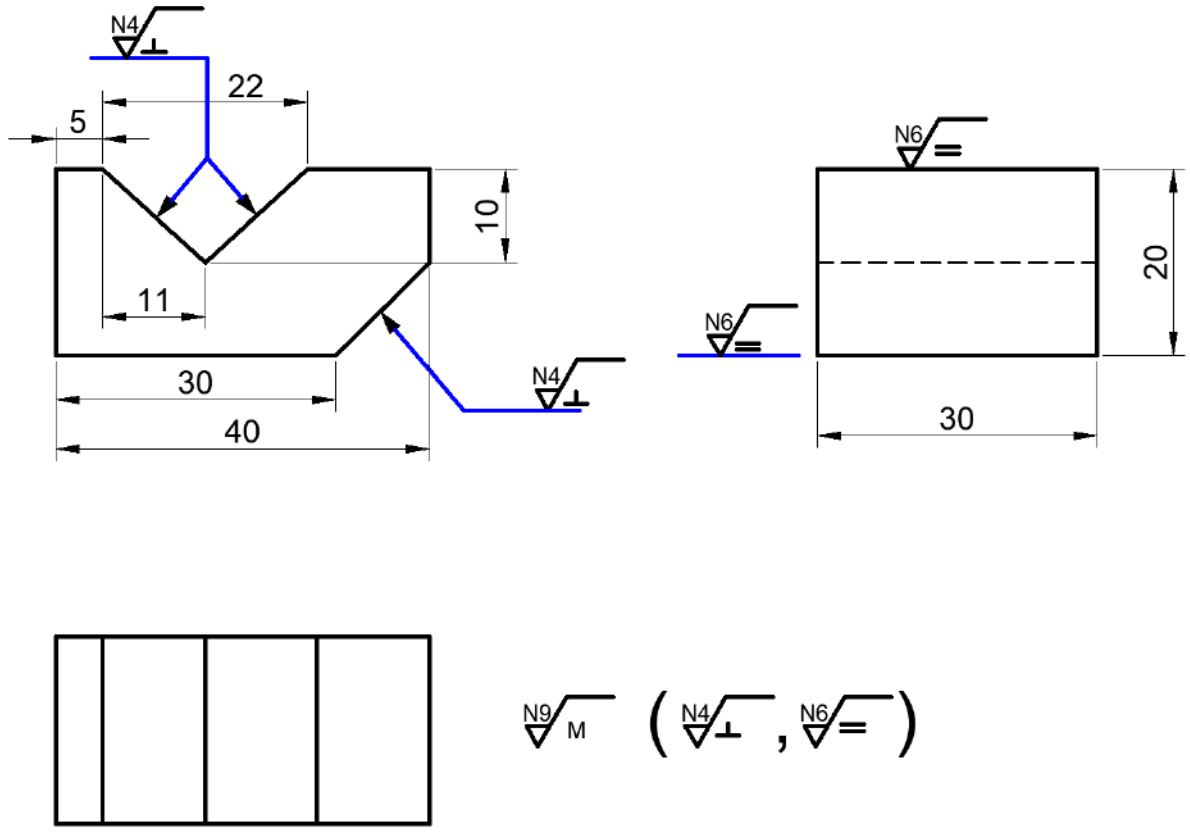


الشكل 4-6: مشغولة موشورية الشكل

الحل:

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

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



الشكل 4-7: تثبيت علامات التشغيل على المساقط

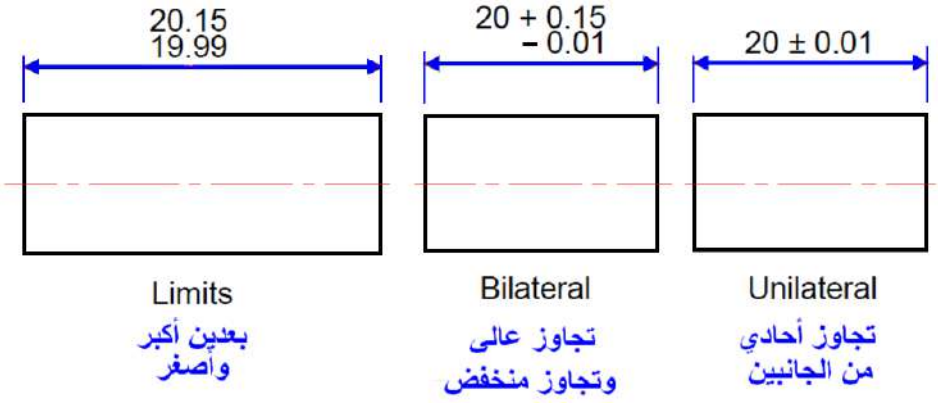
6-4 رموز التفاوت Tolerance Symbols

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 ± 0.02 mm سيكون مقبولاً فيما إذا صنّع 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 مقبولاً، 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 (4-8).



الشكل 4-8: 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.

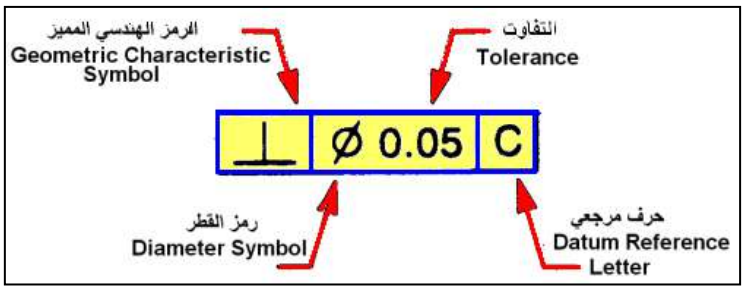
ت) التفاوت الحدي Limits: تكتب قيمة البعد العليا والدنيا ويكون البعد الأساسي مجهولاً ويطلق على هاتين القيمتين حدي القياس.

4-6-2 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 كانحراف 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 (4-9).



الشكل 4-9: إطار قيم التفاوت

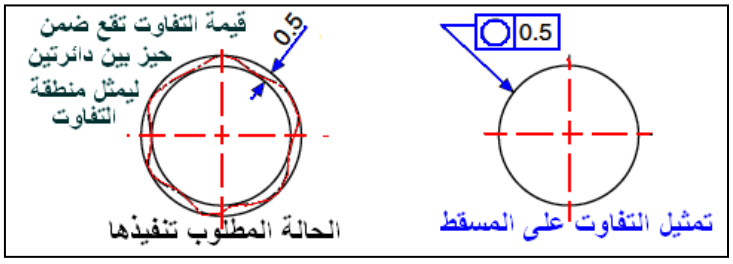
يحوي إطار التفاوت قيم التجاوزات على البعد المحدد وذلك لضبط المواقع الحقيقية للثقوب، النتوءات، المجاري، ..الخ، ويبين الجدول (4-4) بعضاً من الرموز المستعملة ودلالاتها التشغيلية في الرسوم الهندسية وفق النظام العالمي ISO، وكما يأتي:-

الجدول 4-4 : بعضاً من رموز التفاوت.

خصائص التفاوت	الرمز	التطبيق
محددات الانحراف Toleranced Feature Indication		تثبت على الرسوم
أدلة مرجعية Datum Feature Indication	A B	تكون ثابتة بتم القياس نسبة لها. (قد يكون مثلث الدليل ممنوع)
البعد الأسمي Theoretically Exact Dimension	50	بعد نظري بدون تفاوت يكتب داخل إطار.
انحراف الاستدارة Roundness		محيط دائرة، مقطع عرضي للثقب، اسطوانة أو مخروط.
انحراف الاسطوانية Cylindricity		تشمل استدارة واستقامة وتوازي السطوح الاسطوانية.
انحراف التوازي Parallelism	//	موازاة واستواء السطح لمستوي مرجعي.
انحراف التعامد Perpendicularity	⊥	سطوح، المحاور، أو الخطوط تكون بزاوية قائمة إلى بعضهم البعض.
انحراف زاوي Angularity	∠	الإزاحة الزاوية للسطوح، المحاور، أو الخطوط نسبة لخط مرجع.

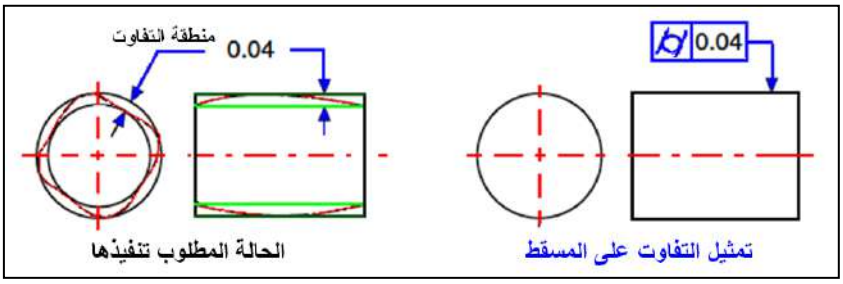
وفيما يلي بعض التطبيقات العملية لرموز التفاوت على المساقط: -

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.

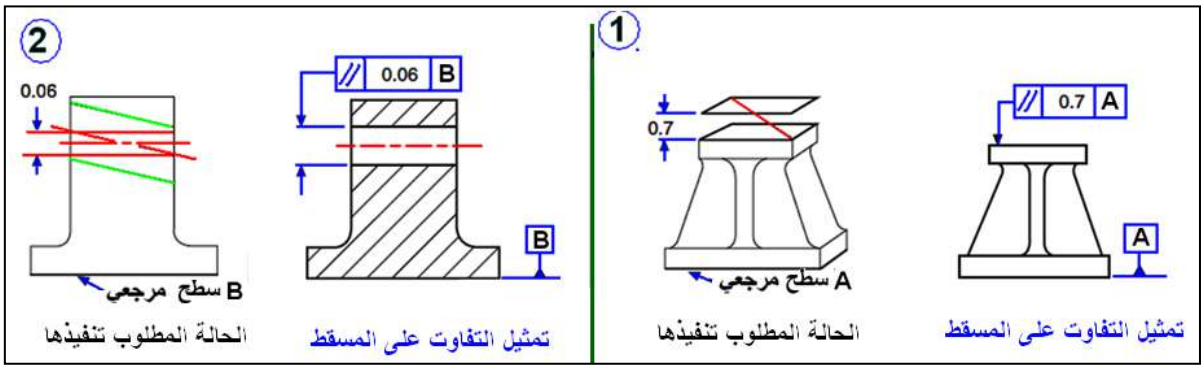
2. إنحراف الاسطوانية Cylindricity : أن صفات الاستقامة والاستدارة والتوازي تنتج صفة الاسطوانية عند تطبيقها على سطح اسطوانة، إذ تنظم السماح ضمن منطقة التفاوت الحلقية بين اسطوانتين متحدتان في المركز ليكون الفرق بالقطر (شعاعياً) هو الانحراف المسموح به، ويبين الشكل (4-11) كيفية تمثيل ذلك على المساقط.



الشكل 4-11 : تطبيق على انحراف الاسطوانية.

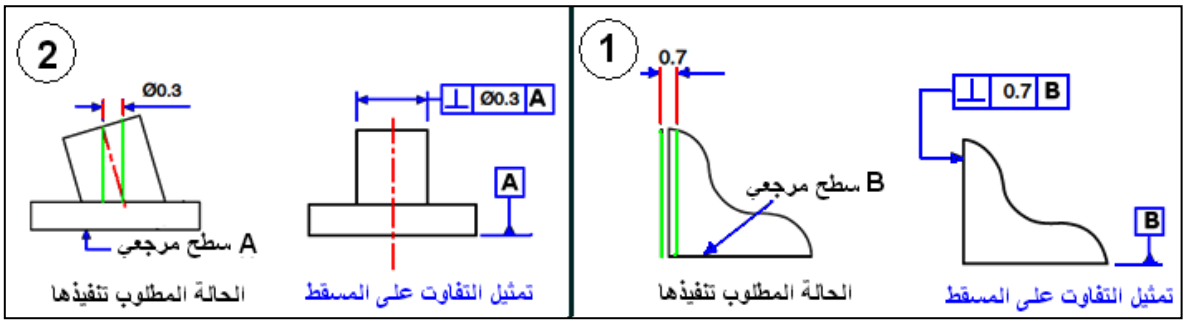
3. إنحراف التوازي Parallelism : من الصعوبة تصنيع سطح أو حافة بموازاة عنصر آخر بشكل يكون السطحان المتوازيان تفصل بينهما مسافة ثابتة على الدوام، لذلك صار من الواجب وجود تفاوت يسمح لحالة التوازي تلك، وتحتاج تلك الخطوط أو السطوح الى محاور أو أسطح مرجعية (Datum) بغرض تحديد قيمة انحراف معينة مسموح بها (عند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



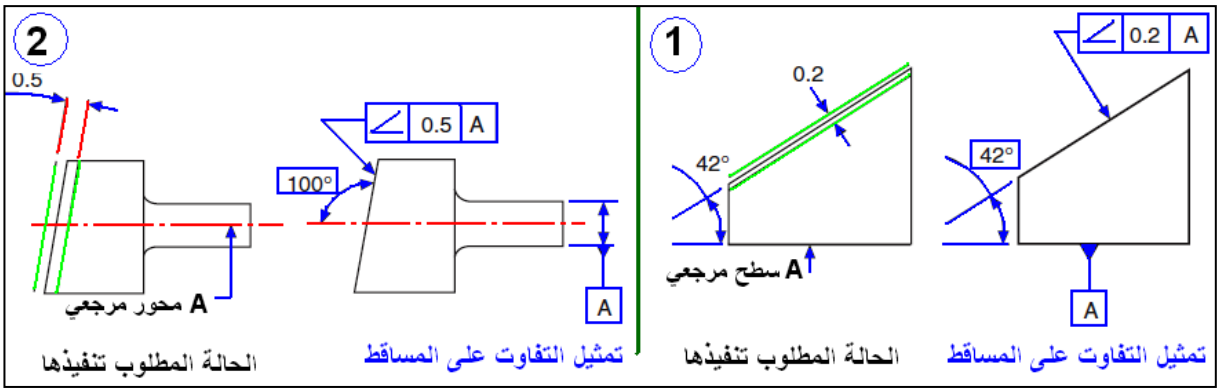
الشكل 4-12 : تطبيق على انحراف التوازي.

4. إنحراف 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 خطاً أو سطحاً، أو محوراً مرجعياً، ويبين الشكل (4-14) بعض حالات التعامد وطريقة تمثيل الانحراف على المساقط، علما إن الانحراف الزاوي يبقى بوحدات الطول وليس بالدرجات.

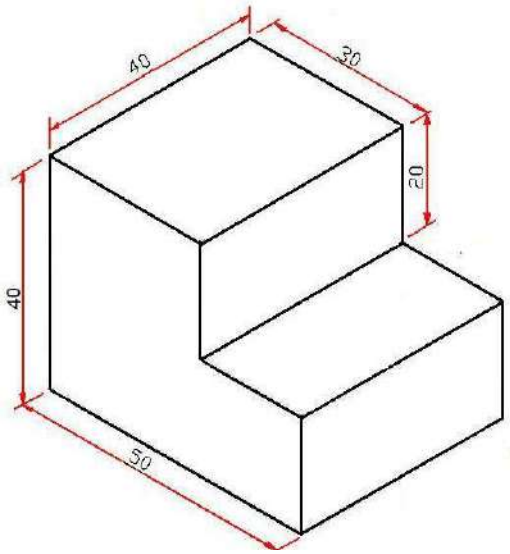


الشكل 4-14: تطبيق على الانحراف الزاوي

مثال 4-2

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

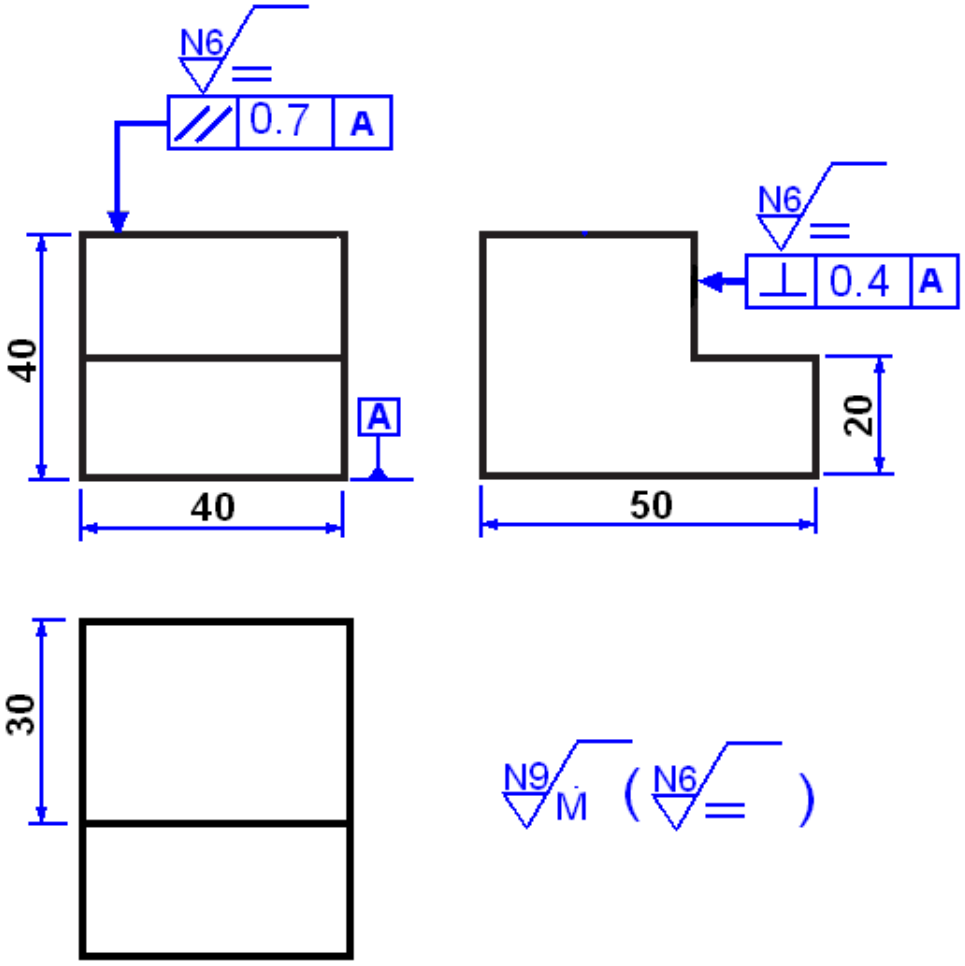
- **السطح العلوي للمشغولة موازياً للقاعدة بمقدار تفاوت قيمته 0.7mm.**
- **إتجاه تشغيل السطح العلوي موازياً لمستوي الإسقاط للحصول على خشونة مقدارها 0.8 µm (N6).**
- **السطح الجانبي يقطع بشكل عمودي على القاعدة بمقدار تفوت قيمته 0.4mm.**
- **إتجاه تشغيل السطح الجانبي موازياً لمستوي إسقاطه للحصول على خشونة مقدارها 0.8 µm (N6).**
- **بقية السطوح مشغلة باتجاهات متعددة بالبرادة وبخشونة مقدارها 6.3 µm (N9).**



الشكل 4-15

الحل

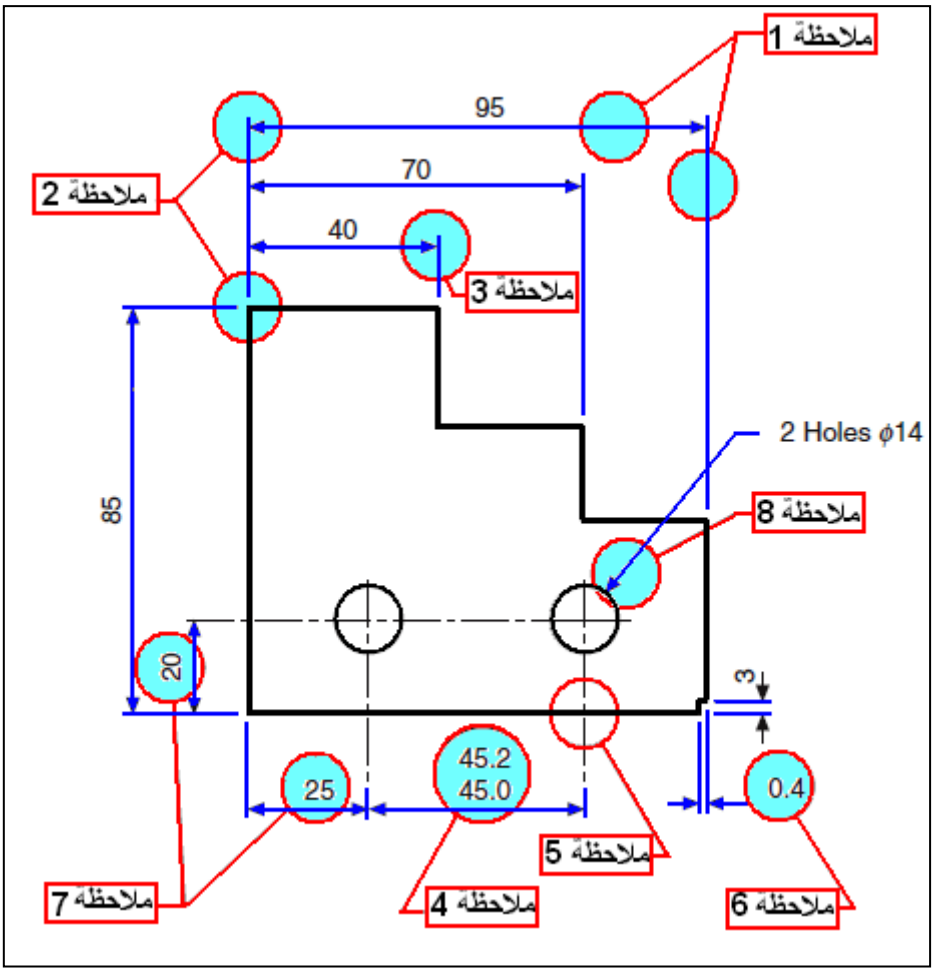
بعد رسم المساقط ووضع الأبعاد، توضع علامات التشغيل والقيم ورموز التفاوت على مساقط السطوح المطلوبة، الشكل (4-16).



الشكل 4-16

4-6-3 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 (4-17)، 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. خطا الامتداد لا يمسا الرسم بل يجب ترك فجوة صغيرة بحدود 2-3mm اعتماداً على حجم الرسم ويجب أن يستمرا لنفس المسافة بعد خط البعد.
3. رؤوس الأسهم (الأنصال Arrowheads) تكون مثلثة الشكل (تقريبا) وغامقة وبنفس الحجم والشكل لكل الرسم وتمس خط الامتداد.
4. الأخذ في الاعتبار حجمِ كتابة الأبعادِ الفعليةِ، 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.

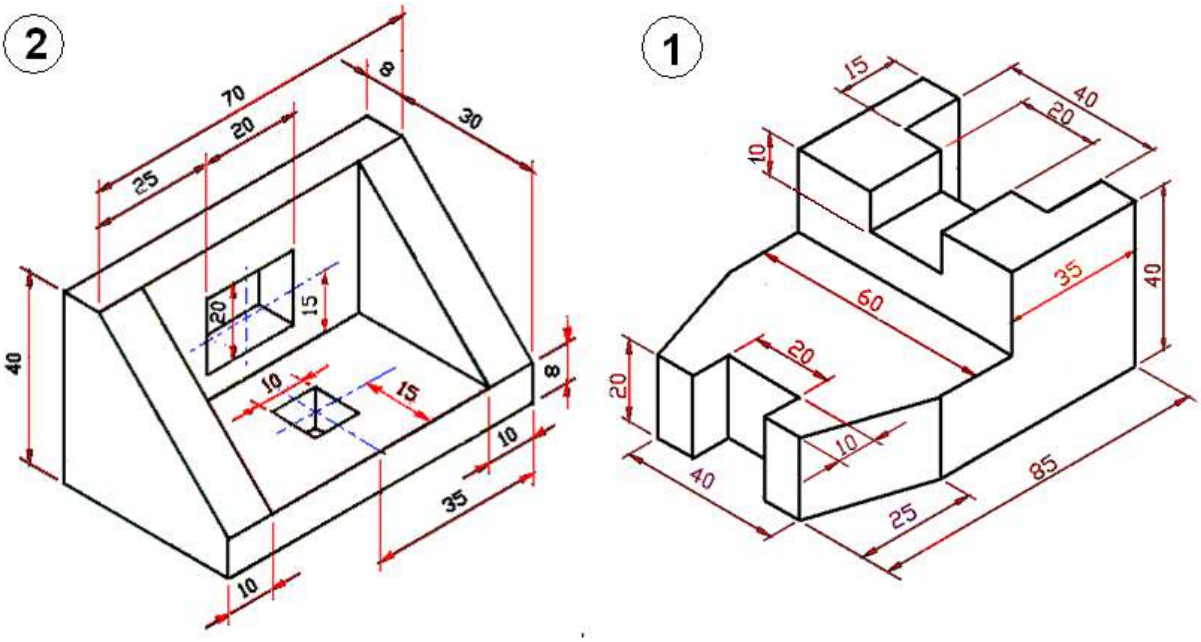
7-7-4 ارسم رموز التفاوت وبين التطبيق (بشكل مثال رسومي) لكل مما يأتي :-

البعد الاسمي، الدليل المرجعي، إنحراف الاستقامة، إنحراف الاستواء، إنحراف الاسطوانية، إنحراف التوازي، إنحراف 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 تشغيلا متوسط النعومة للحصول على خشونة مقدارها 3.2µm (N8)، السطوح المائلة تشغل بمقدار تفاوت زاوي مقداره 0.8mm وباتجاه تشغيل موازي لمستوي الإسقاط وبخشونة مقدارها 0.4µm (N5).

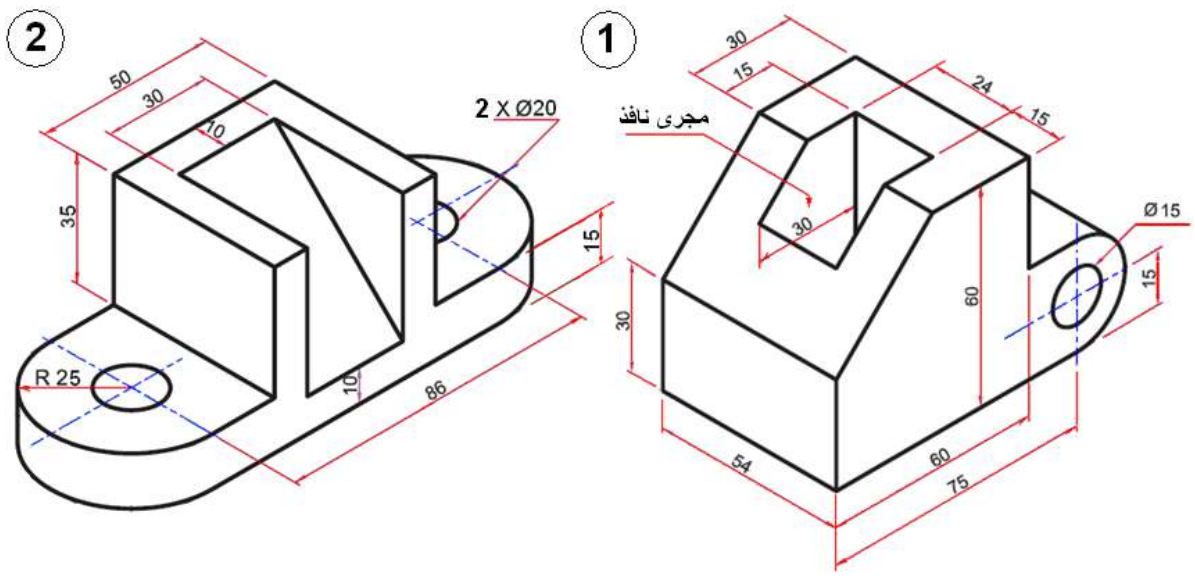


الشكل 4-18

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 تشغيلا متوسط النعومة للحصول على خشونة مقدارها 3.2µm (N8)، السطوح المائلة تشغل بمقدار تفاوت زاوي مقداره 0.8mm وباتجاه تشغيل موازي لمستوي الإسقاط وبخشونة مقدارها 0.4µm (N5)، والسطوح الاسطوانية تشغل بمقدار تفاوت أسطواني مقداره 0.8mm، أما الثقوب فلها خشونة السطوح المائلة نفسها.

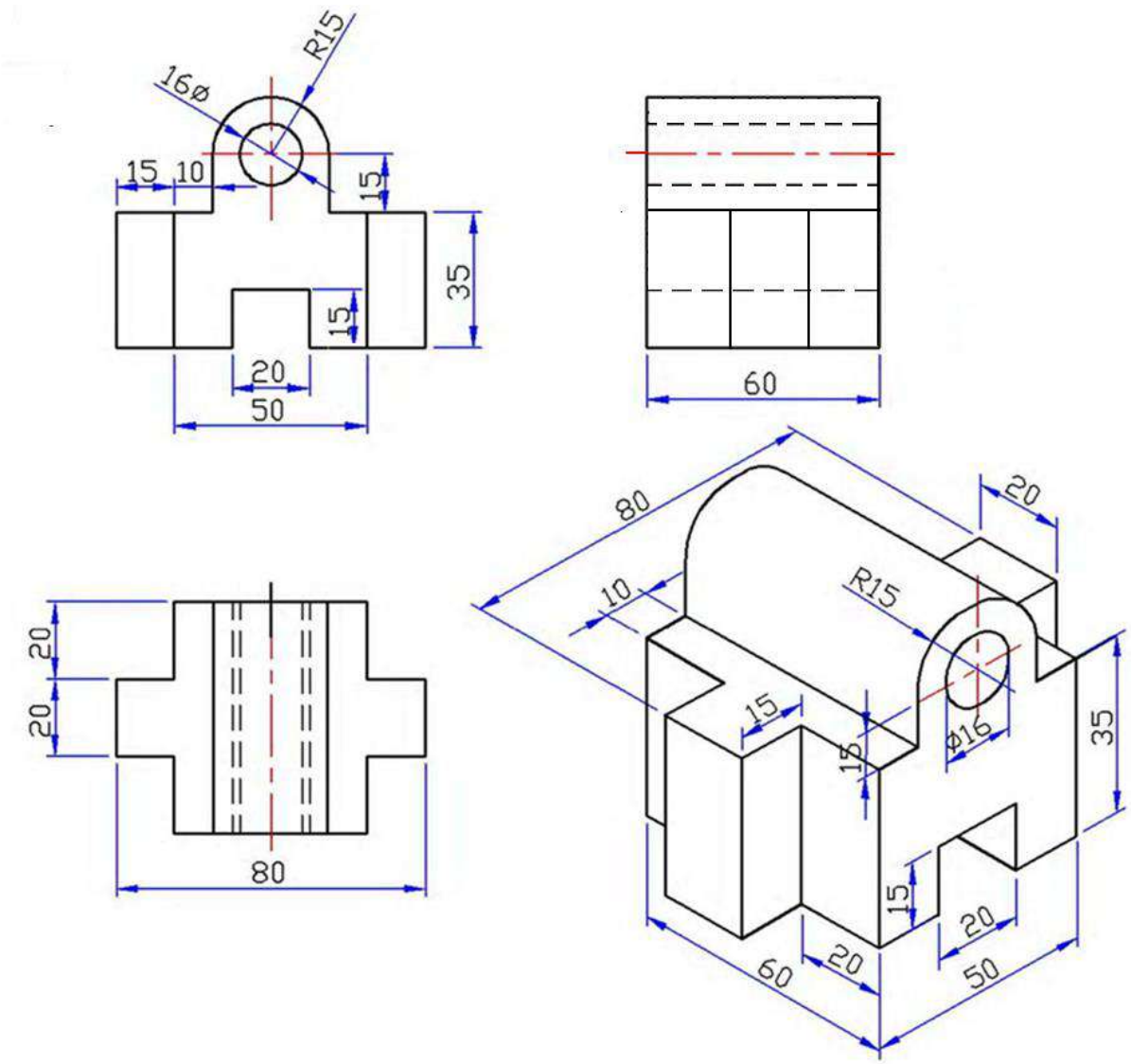


الشكل 4-19

4-7-11 ارسم بمقياس رسم 1:1 للمنظور المبين مع مساقطه في الشكل (4-20) ما يأتي:-

1. مسقط رأسي (إمامي) كامل.
2. قطاع جانبي كامل (المستوي القاطع يمر بمحور الثقب).
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 µm (N7).
- بقية السطوح مشغولة بالسباكة وموازية لمستوي الإسقاط، بخشونة مقدارها 50µm (N12).

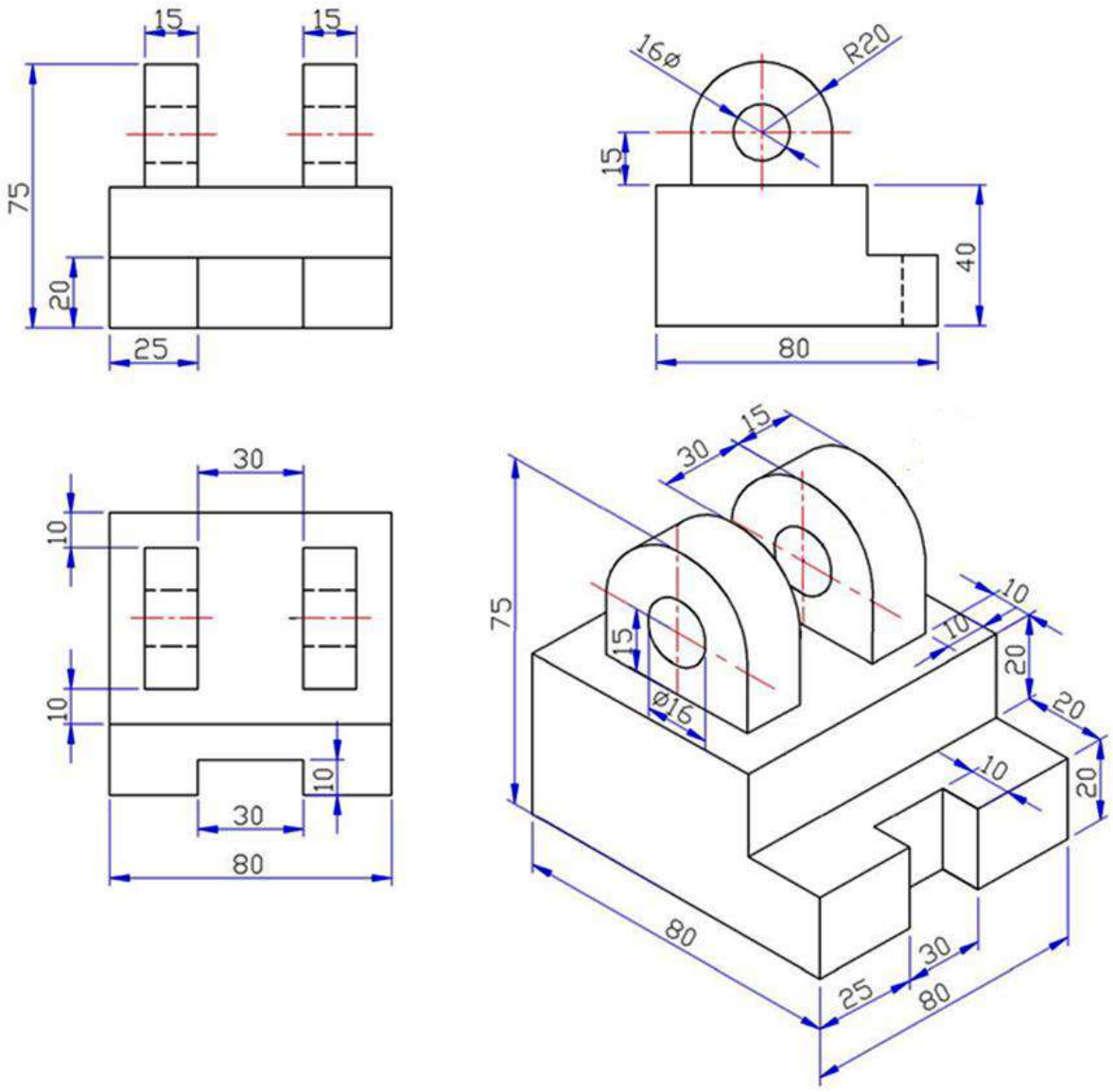


الشكل 4-20

4-9-12 ارسم بمقياس رسم Scale 1:1 للمنظور المبين مع مساقطه في الشكل (4-21) 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 µm (N7).**
- **بقية السطوح مشغولة بالسباكة وموازية لمستوي الإسقاط، بخشونة مقدارها 50µm (N12).**



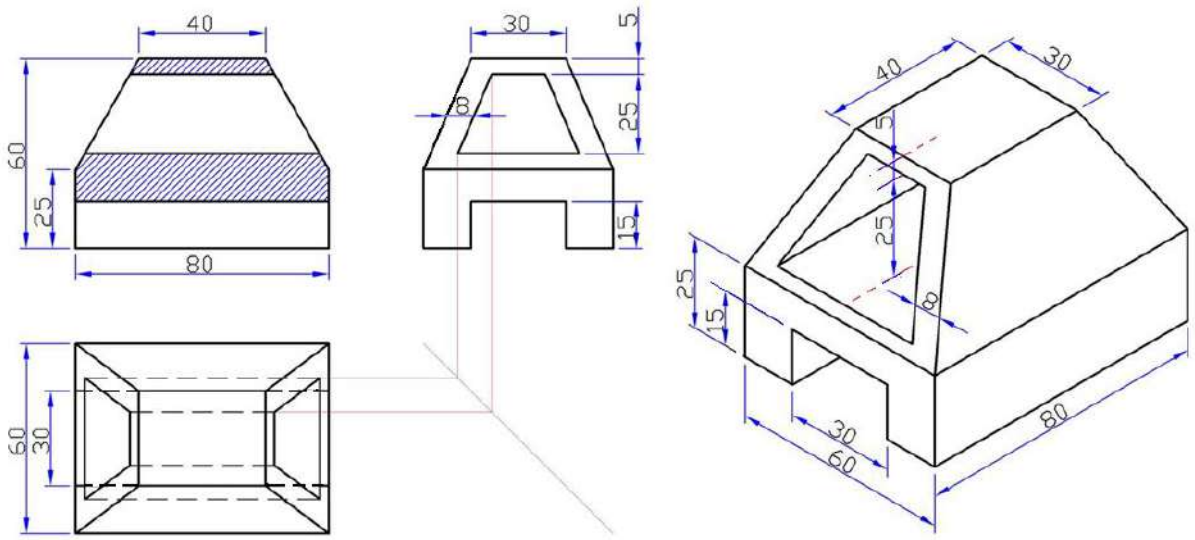
الشكل 4-21

4-7-13 بمقياس رسم 1:1 ، أعد رسم مساقط المنظور المبين في الشكل (4-22) 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 50µm (N12).

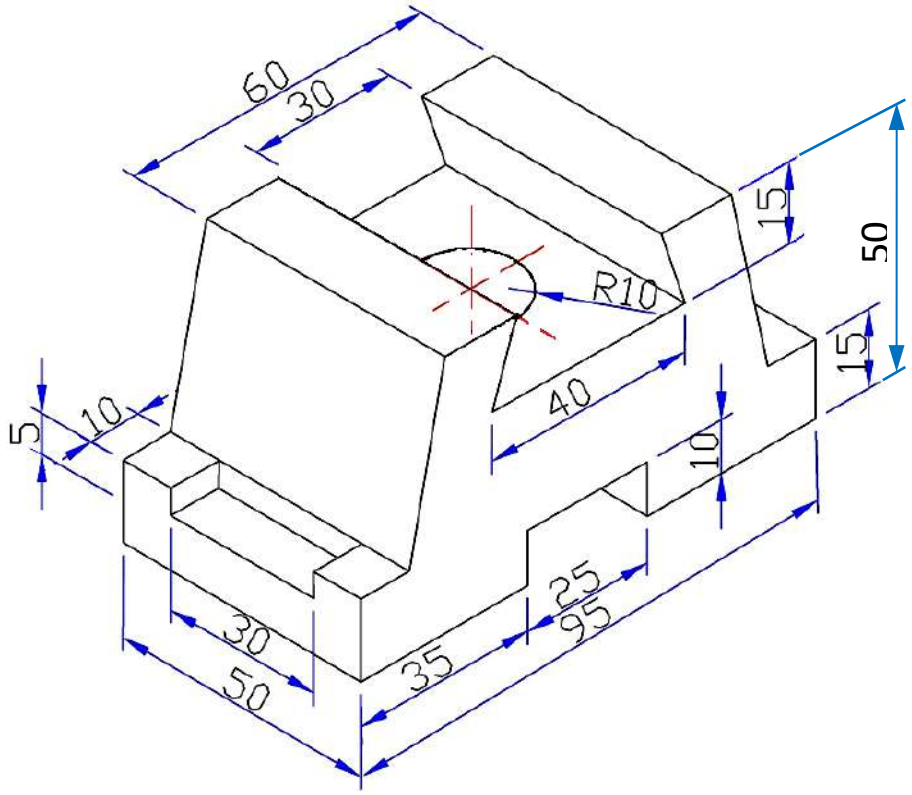


الشكل 4-22

14-7-4 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).

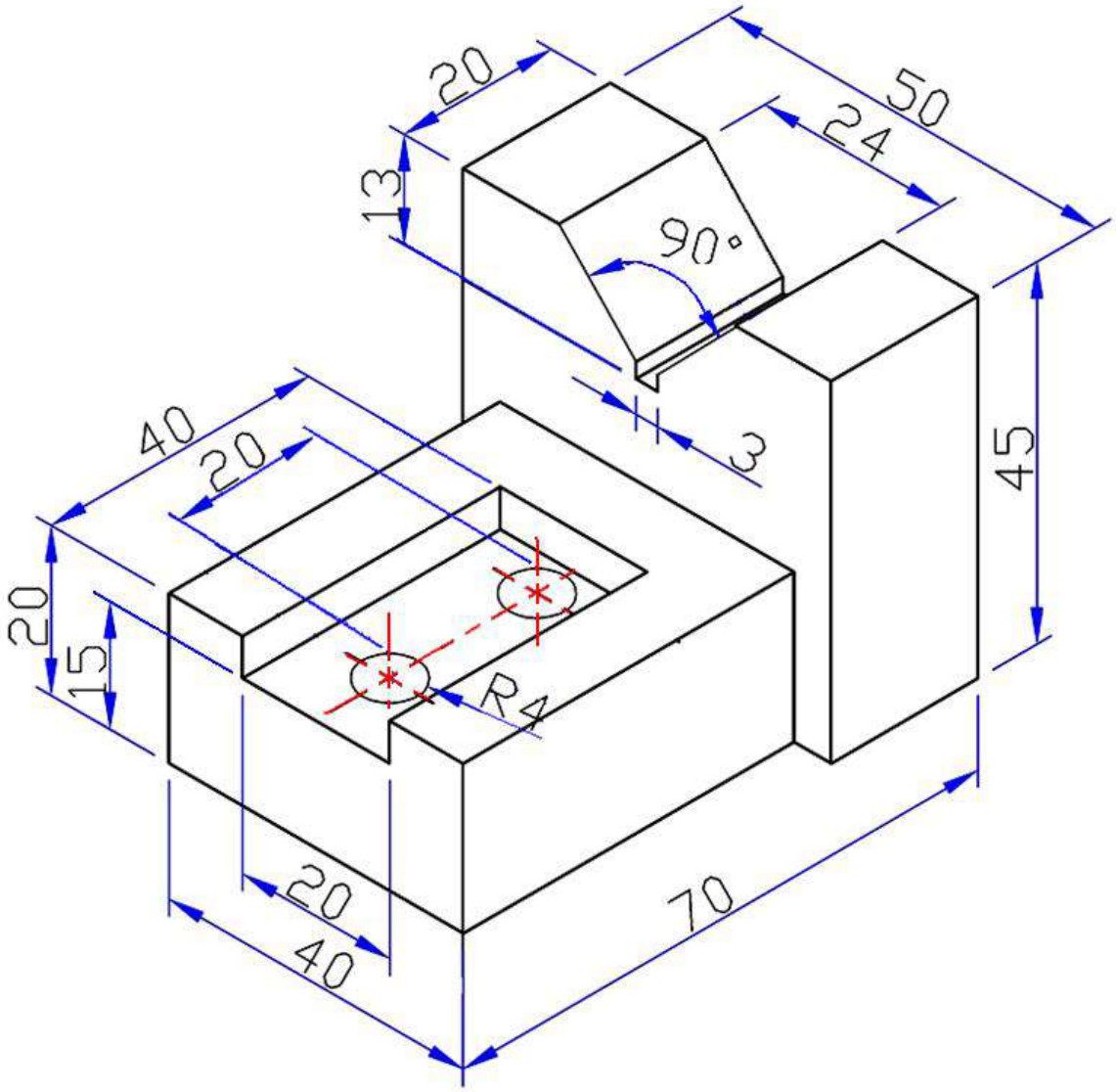


الشكل 4-23

4-7-15 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 لكلا الثقبين 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).



الشكل 4-24

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. يُدخل 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. يحضّر 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

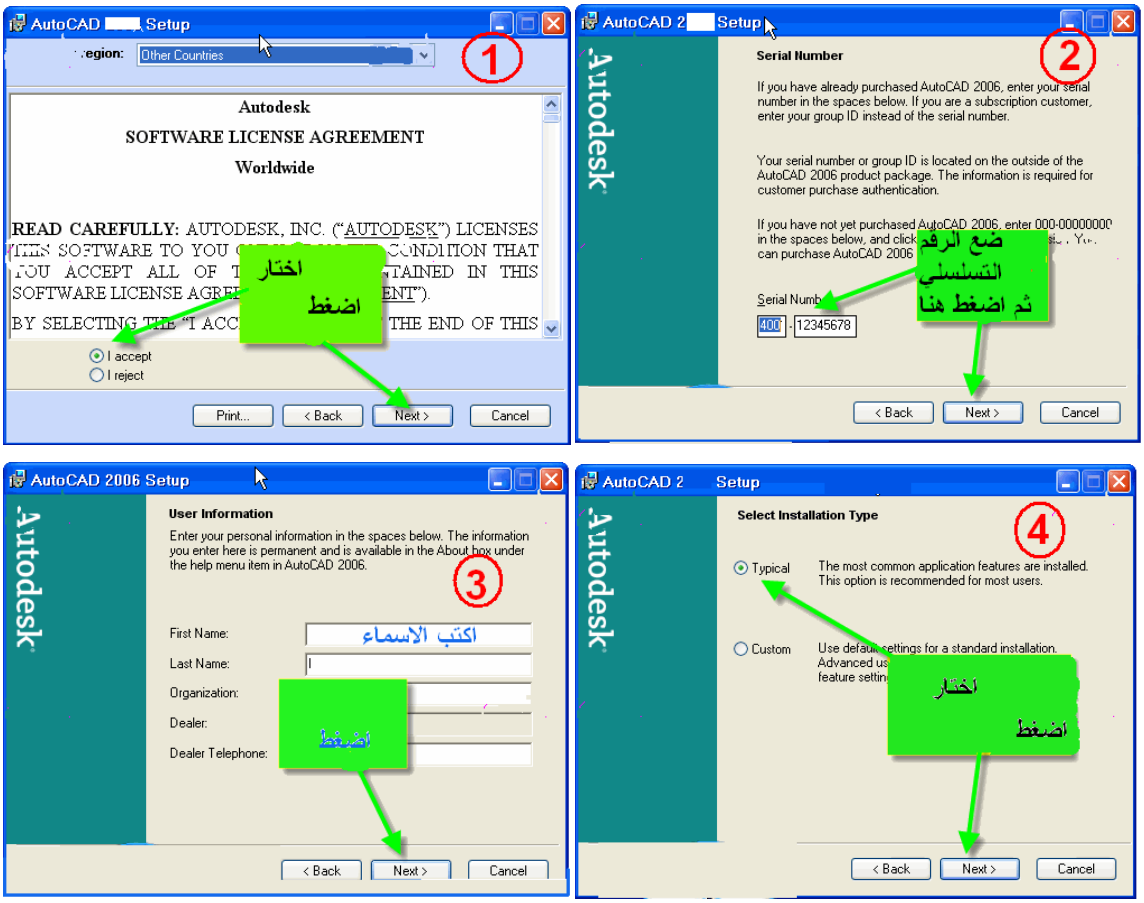
لقد تعرف الطالب في المرحلة الدراسية السابقة على البرنامج الحاسوبي للرسم الهندسي والذي يستعمل في أداء الرسومات الهندسية والصناعية، إذ يوفر بإمكانياته الواسعة العديد من الخيارات لتنفيذ رسومات بشتى المجالات والتطبيقات الهندسية، إنه برنامج أوتوكاد AutoCAD وهو برنامج تصميم رسومي هندسي باستعمال الحاسوب لتصميمات 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 وللهندسة الكهربائية AutoCAD Electrical، والهندسة الميكانيكية AutoCAD Mechanical ، توجد أيضا 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 الإمكانات واختلاف بطريقة عرض أشرطة الادوات إلاّ إنها تشترك بالعموم والأساسيات في التنفيذ.

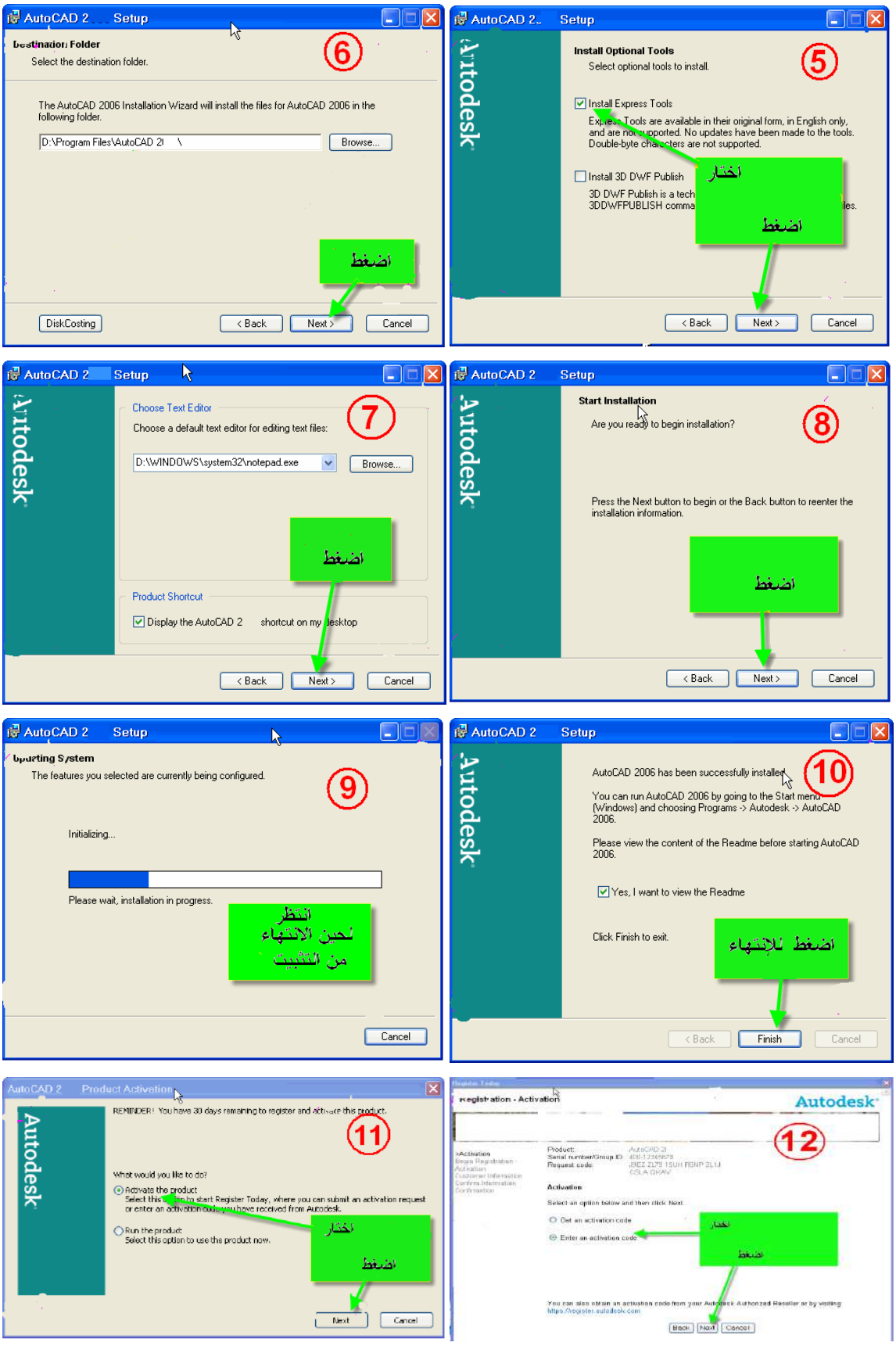
1-5 تثبيت (إعداد) برنامج الرسم Program Setup

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 ألضغط 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.



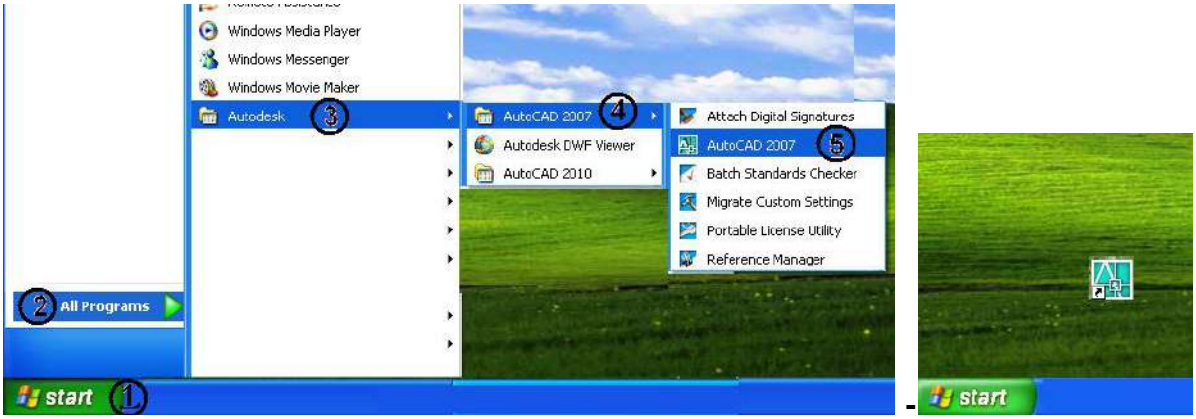


الشكل 5-1 : النوافذ الخاصة بتثبيت وتسجيل برنامج AutoCAD.

2-5 التعرف على واجهة البرنامج

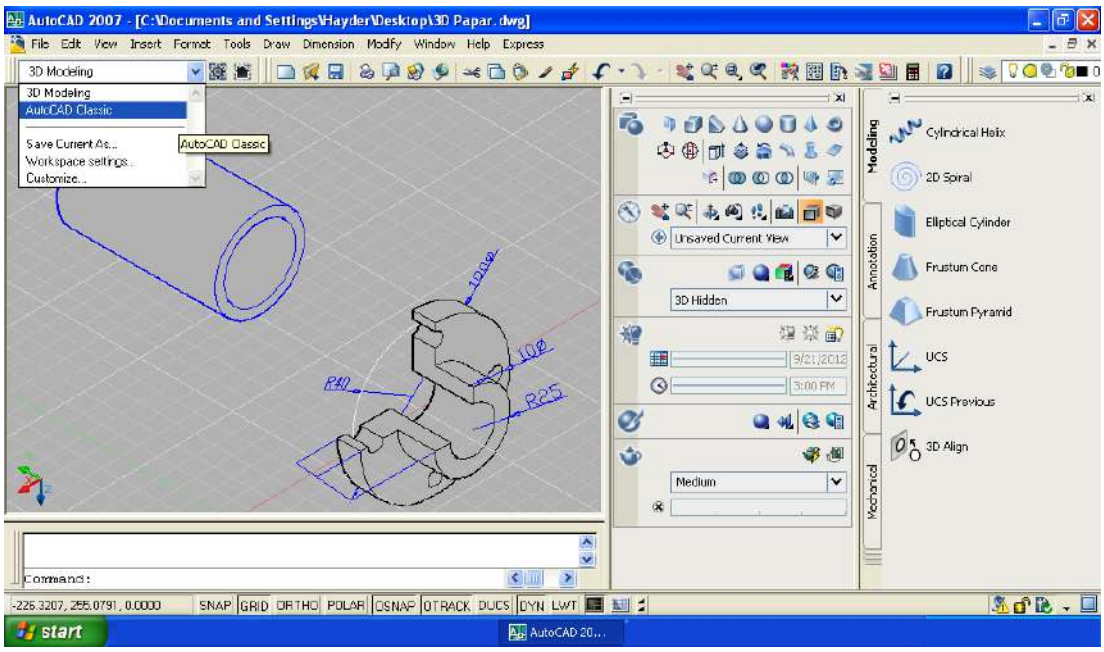
يفعل البرنامج عن طريق النقر المزدوج على الأيقونة الظاهرة على سطح المكتب، (الشكل 5-2) أو عن طريق:

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



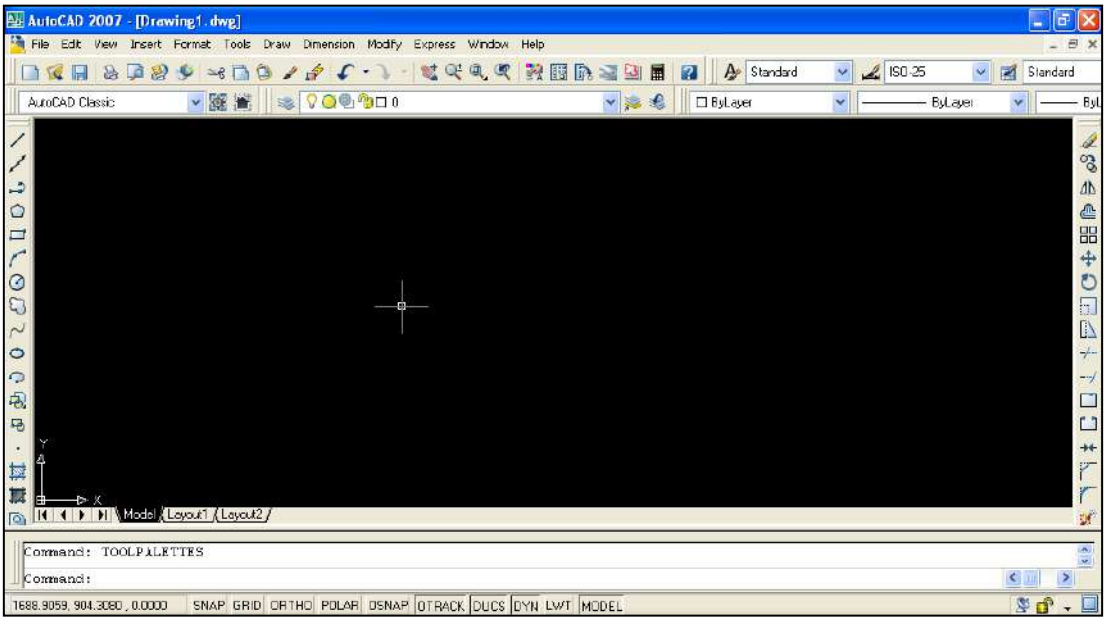
الشكل 5-2: البدء بتشغيل البرنامج.

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 الرئيسة، ويبين الشكل (5-3) واجهة الرسم ثلاثي الأبعاد (3D)، وأشرطة الادوات المساعدة.



الشكل 5-3 : 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 (5-4):-



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

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

5-2-1 أشرطة الأدوات Toolbars

عند فتح AutoCAD لأول مرة فسوف يكون من الواجب تنشيط قوائم معينة وهي أشرطة الأدوات الرئيسة، وإخفاء أخرى لا نستعملها في تلك المرحلة، مع تثبيتها في مكان مناسب على شاشة البرنامج، وتمتاز 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: -

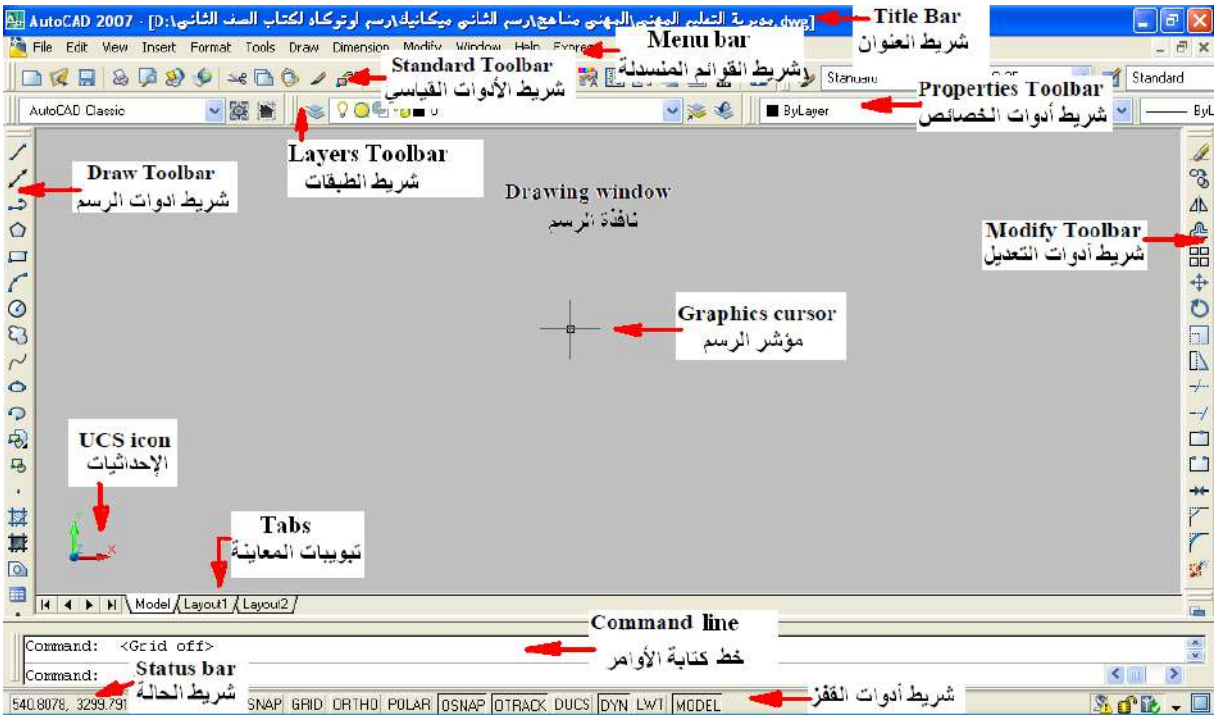
1. أنقل المؤشر بحيث يشير إلى الأشرطة العمودية (أو الأفقية) الصغيرة في يسار (أو أعلى) شريط الأدوات.
2. حرّك الفأرة مع الضغط المستمر على زر الفأرة الأيسر فيتحرك شريط الأدوات معها.
3. أفلت زر الفأرة عندما يصبح شريط الأدوات في المكان المناسب.

ولإظهار شريط أدواتٍ 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 والمهمات الآتية: -

1. **شريط العنوان Title bar: ويظهر فيه إسم البرنامج وإسم 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 ألرسومي.**
5. **شريطي أدوات الرسم وأدوات التعديل Modify Toolbar: ويحتوي على أوامر تنفيذية تعنى بتنفيذ الرسوم وتعديلاها.**
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 لإصدار2007)، تتوزع حول موقع مساحة الرسم Drawing window.



الشكل 5-5: أشرطة الأدوات.

5-2-2 إدخال الأوامر

توجد ثلاثة طرائق لإدخال الأوامر في أوتوكاد هي:-

1. كتابة الأمر باستعمال لوحة المفاتيح ليظهر إسم 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 إسم الأمر عن طريق سهم المؤشر، مع ملاحظة عدم توفر كل أوامر الأوتوكاد بشكل أيقونات، وفي الحالتين الأخيرتين سيظهر الأمر في خط كتابة الأوامر (مسبوقاً بشارحة).

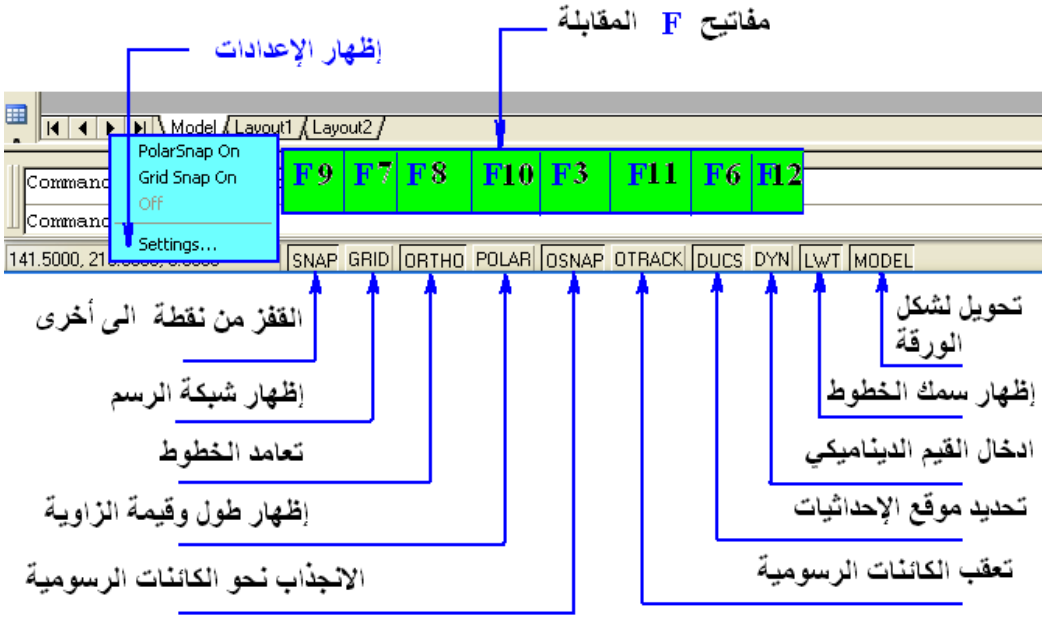
وفي الوقت نفسه يجب توفر الجرأة أثناء الرسم فكل ما يرسم عن طريق الخطأ أو بخلاف المطلوب على فعلها يمكن التراجع عنه وذلك بإتباع إحدى الطرائق الثلاثة التالية:-

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 مجوعة من المفاتيح الدالة The Function Keys (F المقابلة لكل منها)، تستعمل لأداء العديد من المهام المساعدة في تنفيذ الرسوم، ويوضح الشكل نافذة حوار ثانوية لأخيار الإعدادات تظهر بالنقر الأيمن على قسم من تلك الأيقونات.



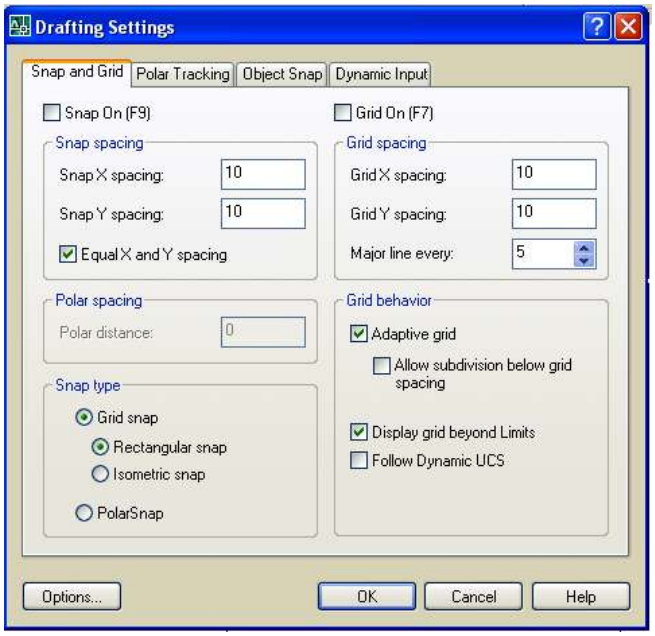
الشكل 5-6: أيقونات شريط أدوات القفز.

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 الأيمن على أي منها لتظهر خيارات التفعيل أو التعطيل On/Off أو الإعدادات Setting واختيار الأخيرة يظهر نافذة الإعدادات Drafting Setting (لخمسة 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 والمتكونة 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 الى التحكم في حركة المؤشر وجعله ينجذب 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.



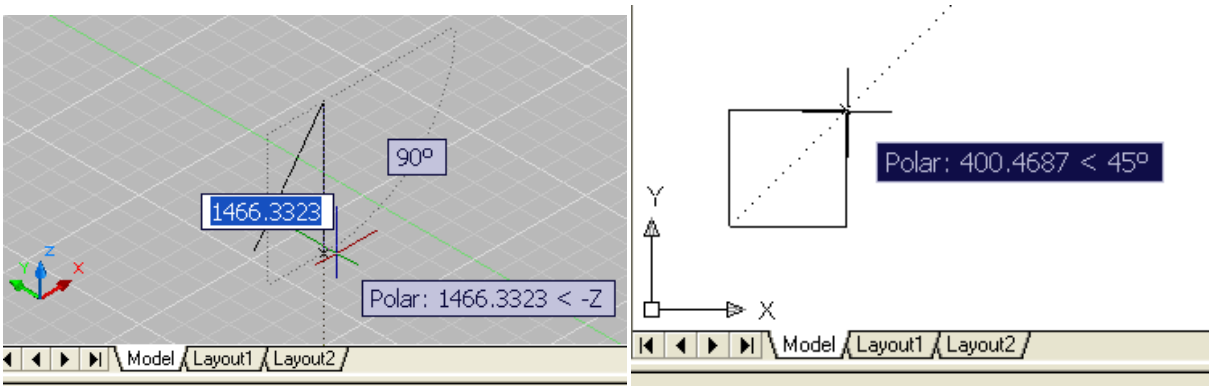
الشكل 5-7 : نافذة حوار لتحديد خواص نقاط القفز والشبكة.

5-3-3 التعامد Ortho Mode

عند تفعيل أسلوب التعامد 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.

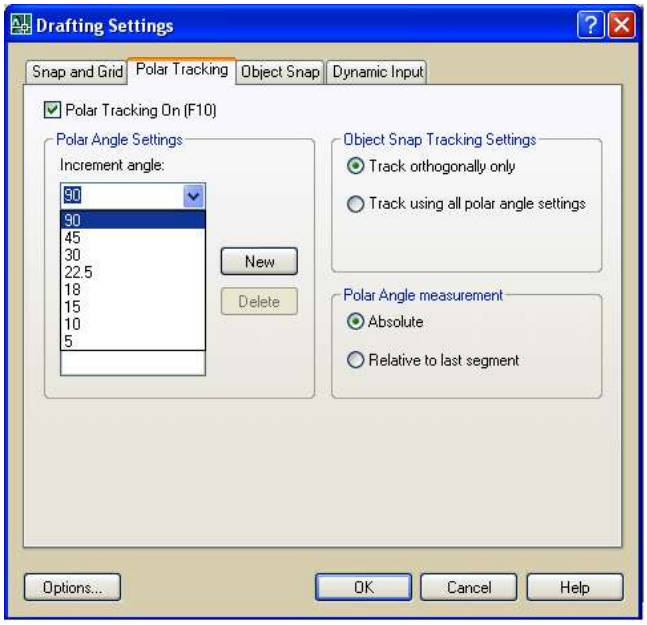
5-3-4 التعقب القطبي Polar Tracking

يحدّد التعقب القطبي حركة المؤشّر إلى طول الخط والزاوية المحدّدة 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 التتبع في الرسوم ثلاثية الأبعاد عن طريق نافذة الحوار التي يعرض الزاوية في اتجاهين Z- ,Z+ ، الشكل (5-8).



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

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



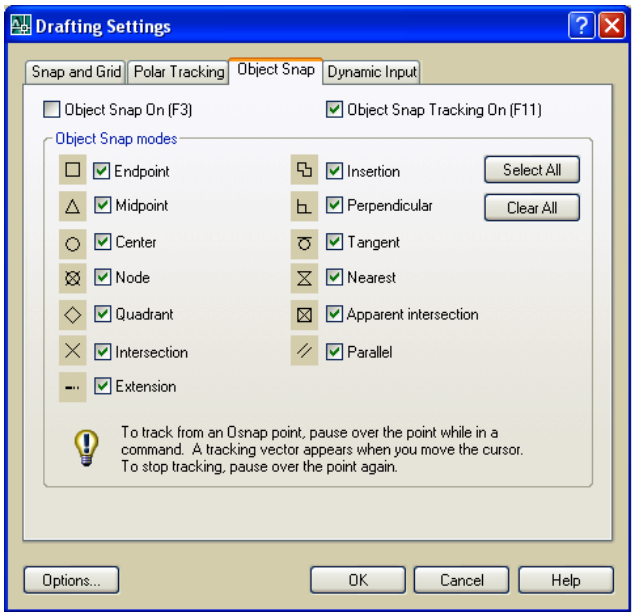
الشكل 5-9 : نافذة حوار لإعدادات التعامد.

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

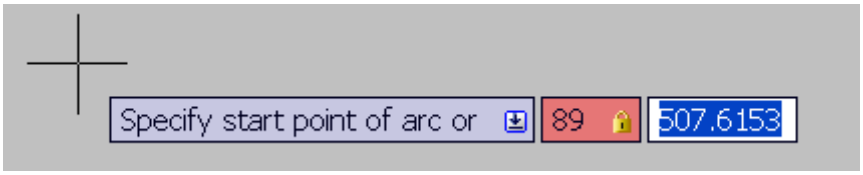
اختيار الأخيرة تظهر نافذة حوار، الشكل (5-10)، لغرض اختيار الإعدادات المناسبة للأمرين القفز نحو الكائنات الرسومية Object Snap فضلاً عن تعقبها Object Snap Tracking.

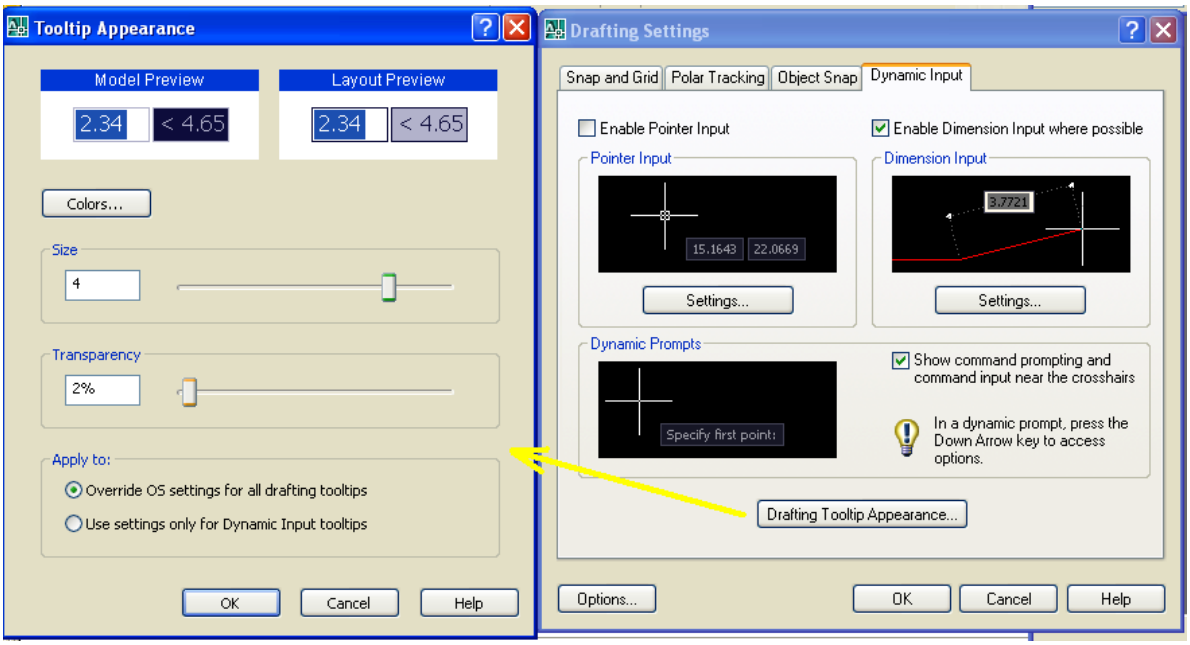


الشكل 5-10 : نافذة حوار لتحديد خواص الانجذاب نحو الكائنات الرسومية.

5-3-6 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 (5-11) يوضح نافذة الحوار التي يمكن الوصول لها بالطريقة المذكورة سابقا، 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 5-12طرائق تنفيذ أوامر أدوات الرسم.

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

1. **أمر رسم المستقيم Line : أكثر الأوامر شيوعا 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 كتابه 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 وتحيد 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 بالمؤشر 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 أحذ 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 منحني **Spline**: رسم منحنى عن طريق أخذ الأمر والنقر بزر الفأرة الأيسر لتحديد بداية المنحني فيسأل عن النقطة الثانية والثالثة .....إلخ حسب الاحتياج وبعد الانتهاء من إدخال عدد النقاط نضغط على مفتاح **Enter** ثلاث مرات ليتم رسم المنحني.

Command: spline ↵
Specify first point or [Object]:
Specify next point:
Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:

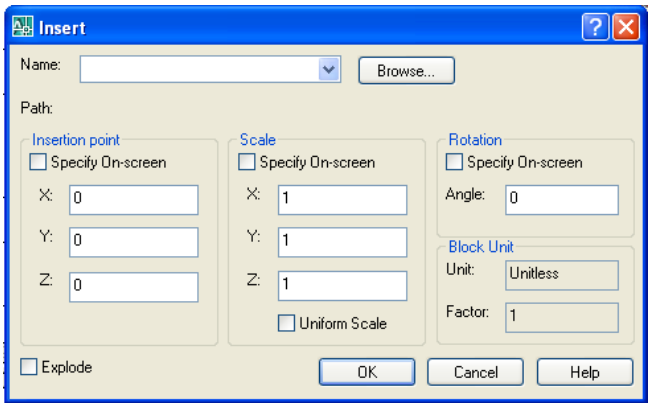
9. أمر لرسم شكل بيضاوي **Ellipse**: بعد أخذ الأمر النقر في لوحة الرسم وتحديد طول محور للشكل، ومن منتصف هذا المحور سيكون البعد الأخر والبعد الثاني.

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]:

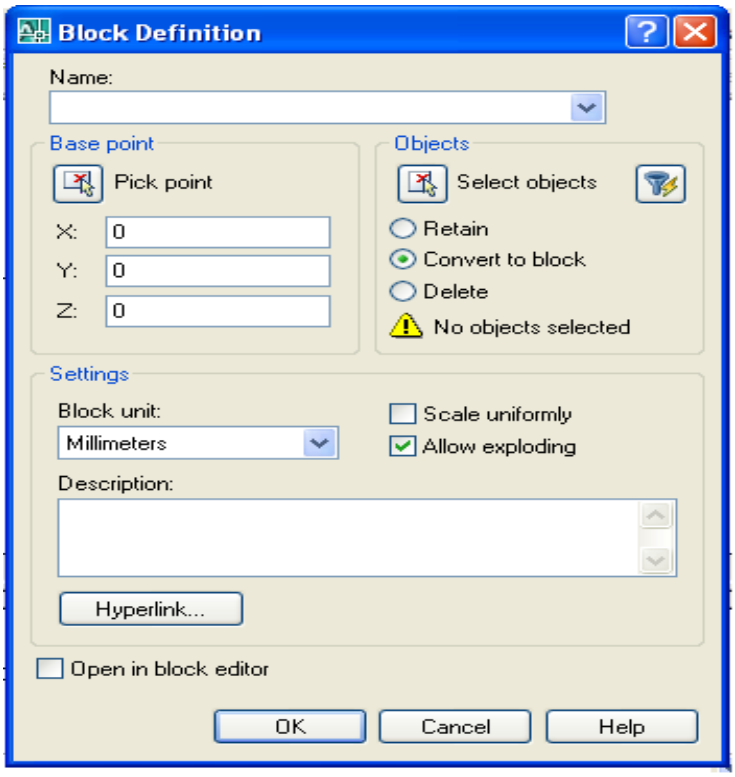
11. أمر استدعاء البلوك (كتلة) **Insert Block**: بالنقر على الأمر تفتح نافذة حوار، الشكل (5-13 والنقر على **OK** والضغط على مفتاح **Browse**)، يمكن استعراض البلوكات من أمر اللوحة لتثبيت البلوك مع مراعاة أنه أصبح كتلة واحدة .



الشكل 5-13 : نافذة حوار استدعاء البلوك.

12. أمر أنشاء بلوك **Make Block** : بعد النقر على الأمر تفتح نافذة حوار، الشكل (5-14)، نقوم بكتابة إسم 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:-

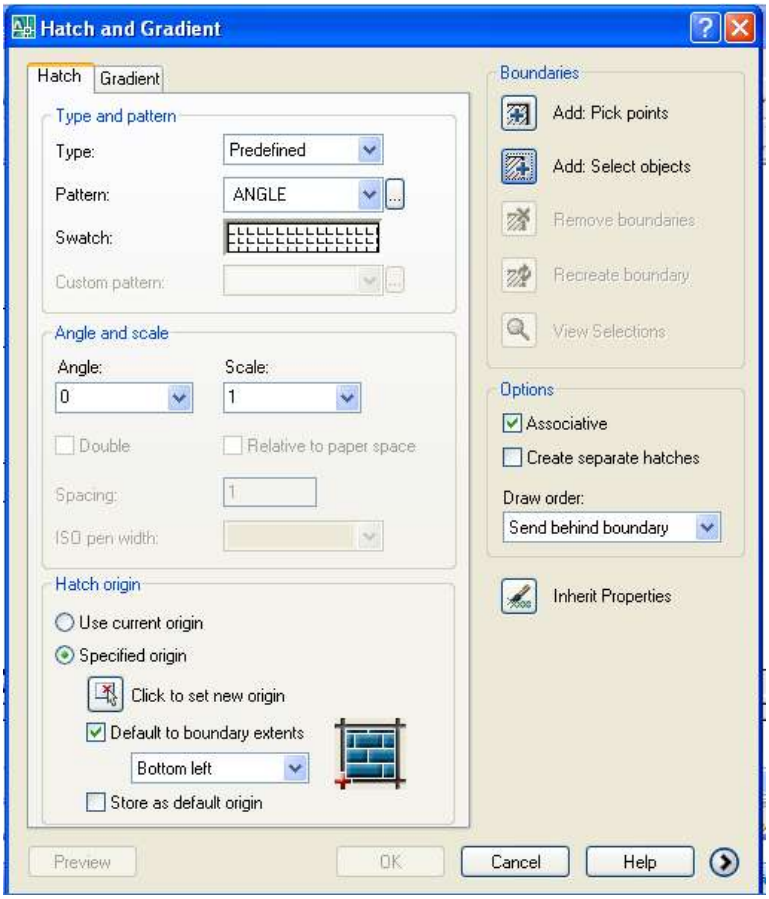
- ينشأ البلوك لكن الأصل لا يحوله إلى بلوك **Retain** .
- ينشأ البلوك ولكن يحول الأصل إلى بلوك **Convert To Block** .
- ينشأ البلوك ولكن يقوم بمسح الأصل **Delete** .



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 تغير 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 بتغير 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 أى النقر على الشكل المراد تهشيره، فيمكن استعمال إحدى الطريقتين مثلاً بالنقر على الأولى فتختفي نافذة الحوار فنقوم بالنقر بالمؤشر 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.



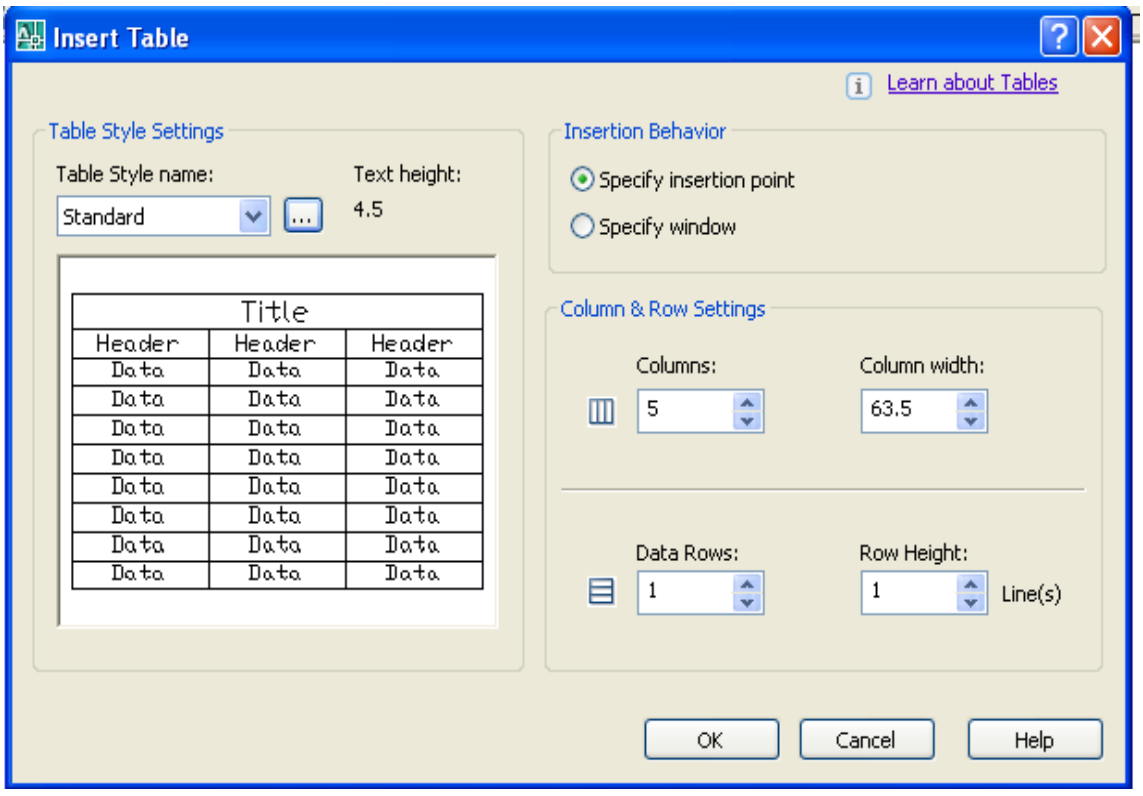
الشكل 5-15 : نافذة حوار التهشير.

15. أمر Gradient: بعد النقر على الأمر يجب التأكد أن التبويب Gradient هو النشط لأنة 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.

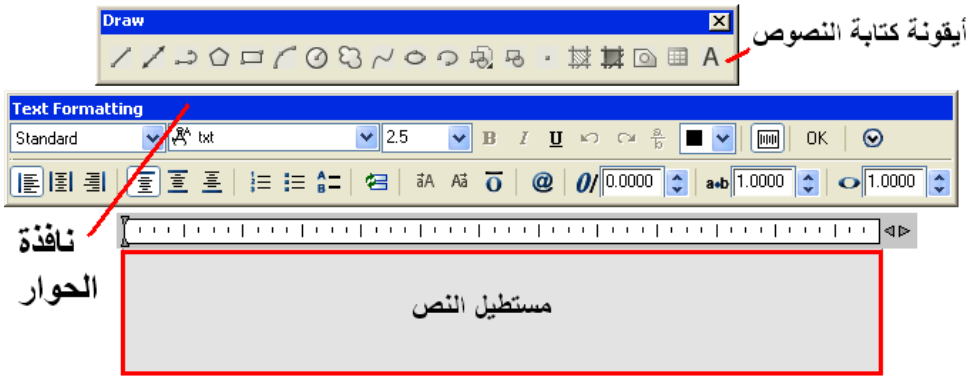
16. أمر تجميع عناصر مغلقة Region: يجب أن يكون الشكل مغلق وأجزاءه متصلة مع بعضها البعض حتى يمكن تطبيق الأمر عليه، مثلاً عند رسم شكل مغلق بأمر Line فهذا الأمر يرسم الشكل ولكن كل خط يمكن التحكم فيه بشكل مستقل عن باقي خطوط الشكل لأنه غير متماسك مع باقي الشكل فعند الضغط على أمر Region وتحديد الشكل بالكامل بالنقر على أضلاعه أو التحديد بفتح نافذة علية 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 Multi Line Text (A): 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 تغير 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]:

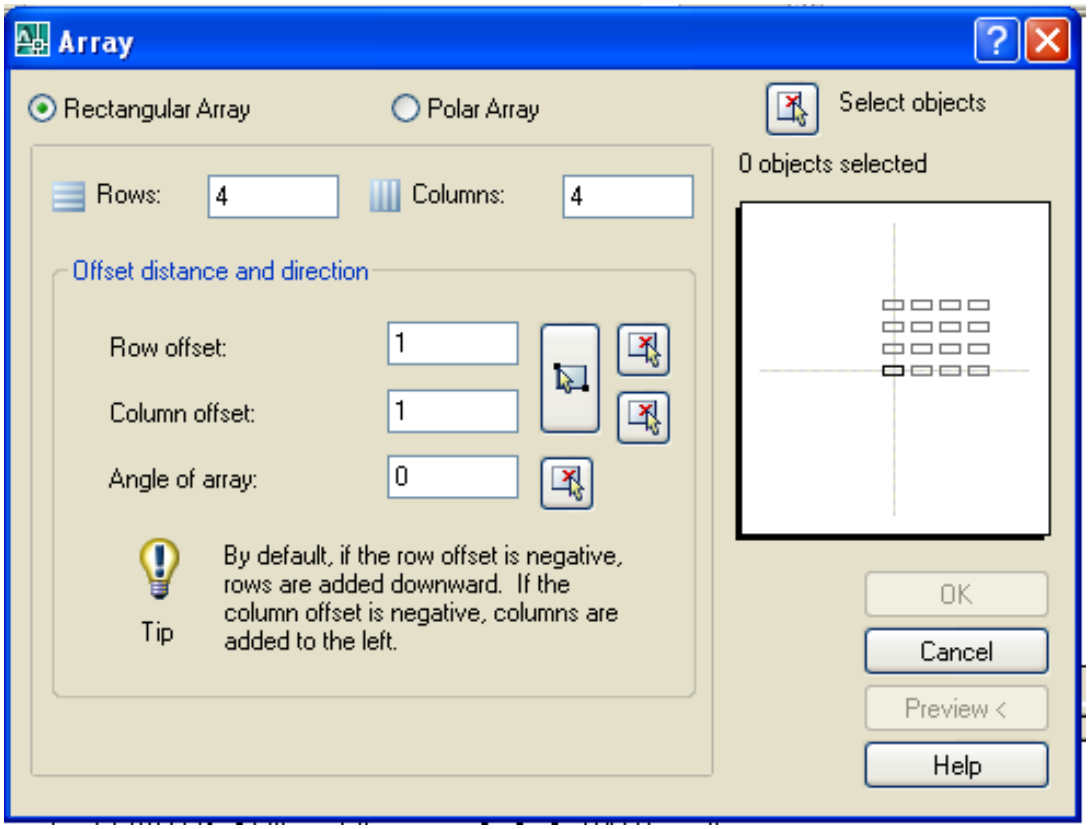
Specify next point:

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 ألرسومي فيه والنقر بزر الفأرة الأيسر لتثبيته 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 (أفقيا – 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 علية 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 بتحديده، 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 الموازى وبالبعد الذي قمنا بتحديده من قبل، ولتعديل القيمة يجب النقر على الأمر مرة أخري 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 حواري 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 أخري 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 ، وتحيد زاوية الدوران هل على الدائرة كلها أي (360) أو (180) درجة فقط أو يمكن تعديل قيمة الدوران بتغير 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 نقلة من مكانه **Select Object** بعد التحديد على الشكل نضغط مفتاح **Enter** من لوحة المفاتيح فيسأل البرنامج عن المكان التي يتم الإمساك بالشكل لنقلة من مكانة إلى مكان أخر **Select Object Point** فنقوم بالنقر بزر الفأرة الأيسر على نقطة في الشكل والتحرك 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 الأخر ولكنه مازال مكانة لكن عند تحديد جزء فنلاحظ أنه لا يؤثر على الجزء الأخر أي يمكن التعديل في جزء بمفردة فهو أصبح في هذه الحالة جزئيين 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 متماسك.
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 الأولي 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 الضلعيين 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 ليمكن التحكم في كل خط من خطوط العنصر بمفردة 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 نهايتِهِ.
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 آخذ 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، فلكل 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 الادوات.
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

5-7 بداية الرسم

5-7-1 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 سنحدده، بعدها يسأل البرنامج عن نقطة في الجهة اليمنى أي نهاية اللوحة من جهة اليمين فندخل أبعاد اللوحة فتكون اللوحة بالاتجاه العرضي 297, 210، أما عندما تكون ورقة الرسم بالاتجاه الطولي تكون القيمة 210, 297، 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.

2-7-5 ضبط مقياس الرسم في اللوحة

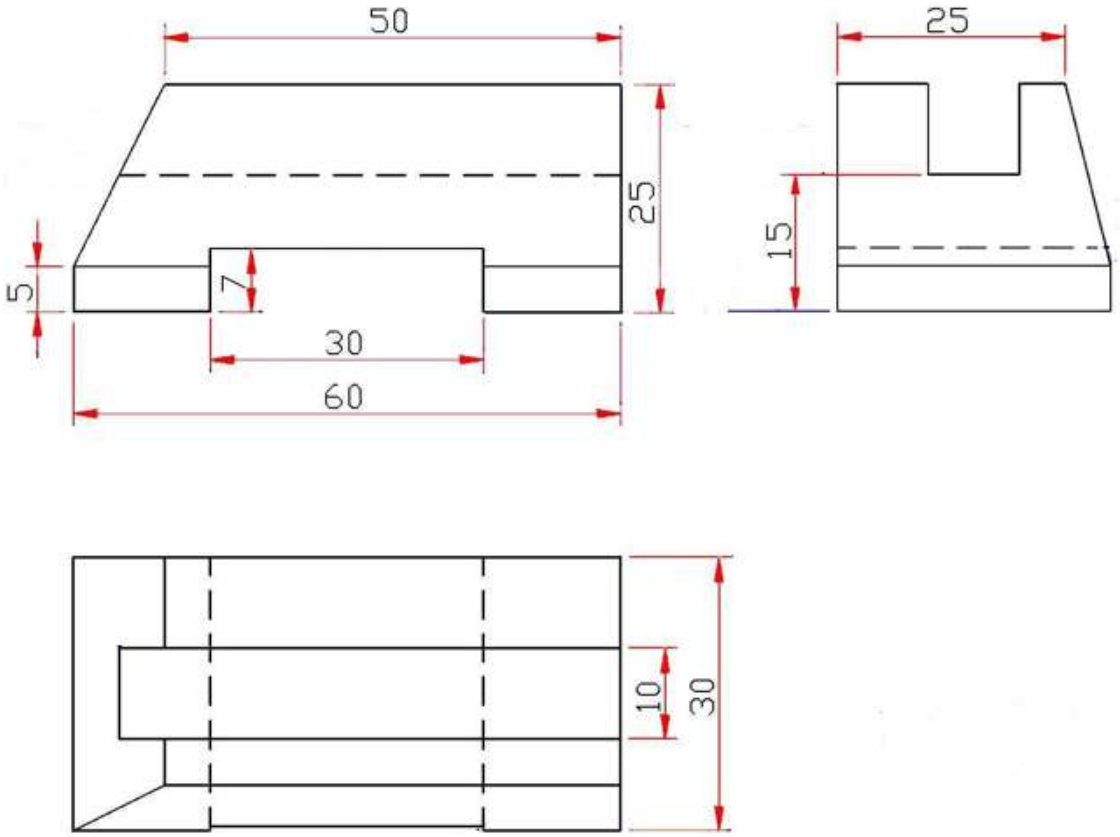
من قائمة Format نختار Dimension Style تفتح نافذة حوار نختار منها الأمر Modify ونختار التبويب Fit وندخل مقياس الرسم للوحة الحالية على مقياس اللوحة الافتراضي في خانة Use overall scale of، ولإظهار الخطوط المنقطة (المخفية) في اللوحة بشكل أوضح نقوم بكتابة أمر LTscale في شريط الأوامر ونضغط مفتاح ↵ ونقوم بكتابة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

3-7-5 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 الإمكانات 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 5-19

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 فيظهر في خط الأوامر الحوار الآتي، والذي من خلاله نحدد أبعاد الورقة بكتابة إحداثيات الركن الأيسر السفلي وإحداثيات الركن الأيمن العلوي، علما 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 (Format من القائمة)

Command: _limits (Format من القائمة)

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* (Line بالضغط على مفتاح ESC للخروج من أمر)

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)

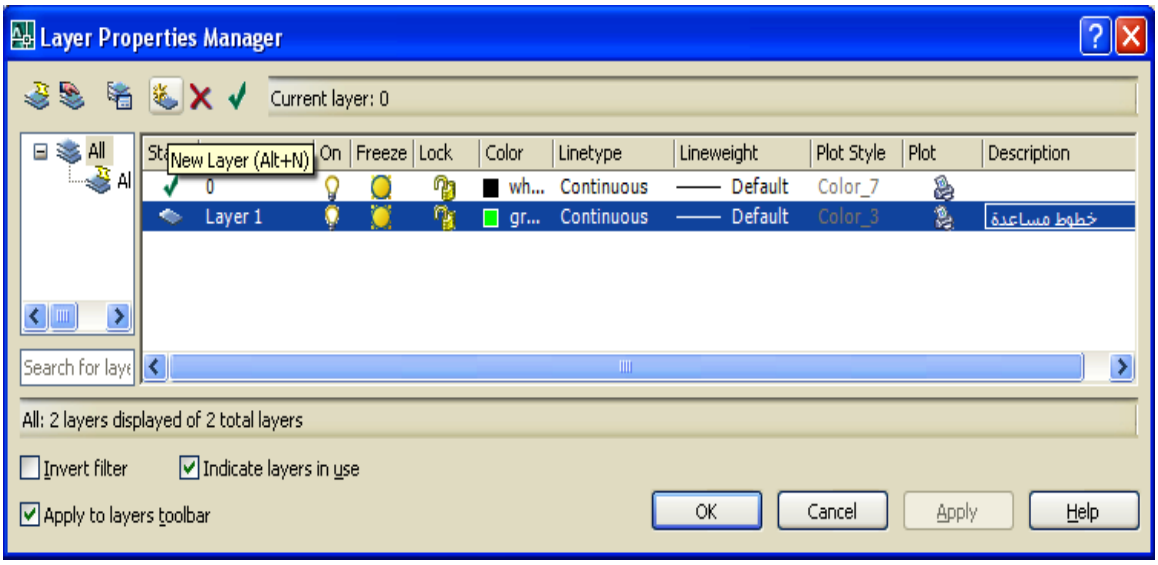
Specify next point or [Undo]: *Cancel*

وبالطريقة نفسها نكمل بقية الخطوط الأفقية الباقية وفق إحداثيات بداية ونهاية كل خط (بعد حسابها تبعا 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 البينية بمقدار (10).

3) كما هو معمول في الرسم اليدوي فأن توزيع المساقط على لوحة الرسم من الضروريات الواجب حسابها مسبقا وستكون في هذا التمرين (المسافات البينية 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:-

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



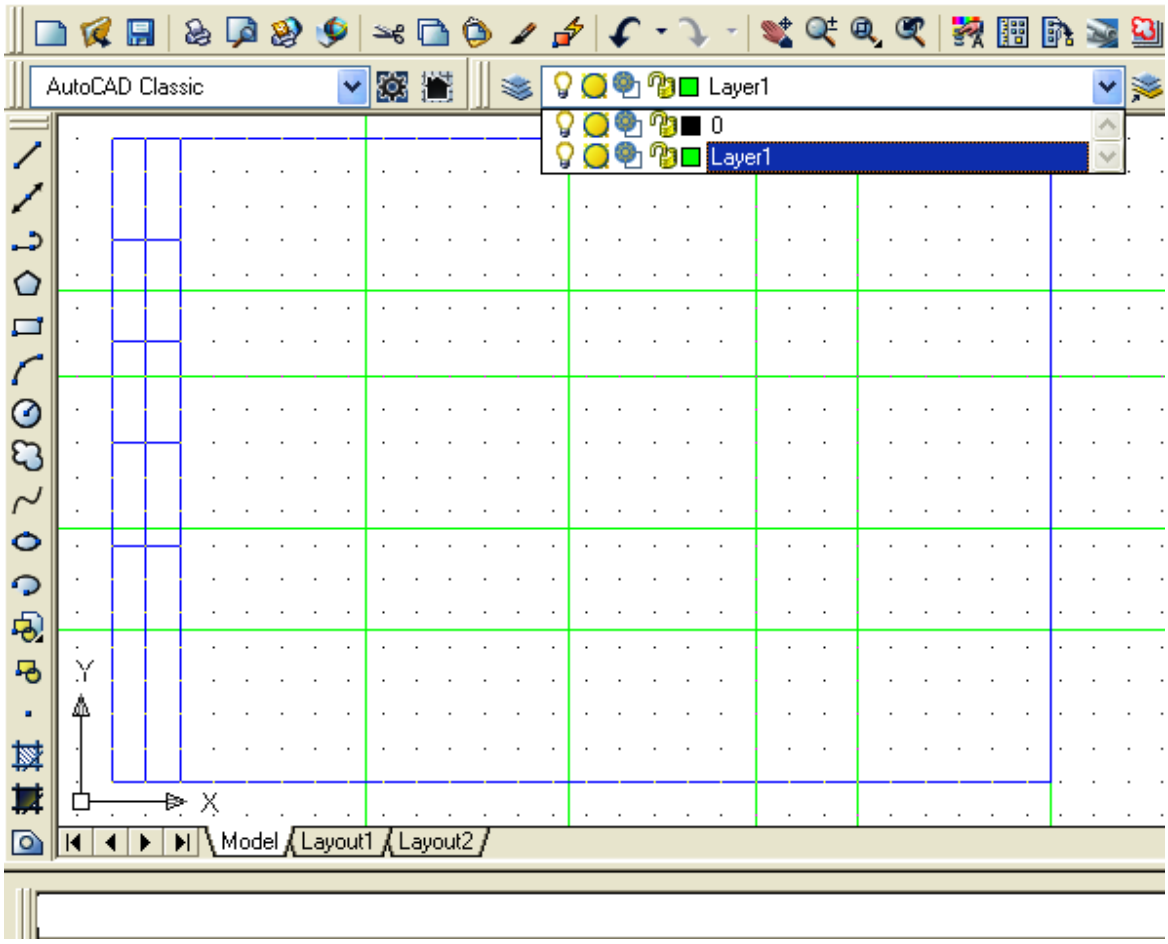
الشكل 5-20 : نافذة الحوار لتكوين طبقة رسم جديدة.

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

Command: xline ↵

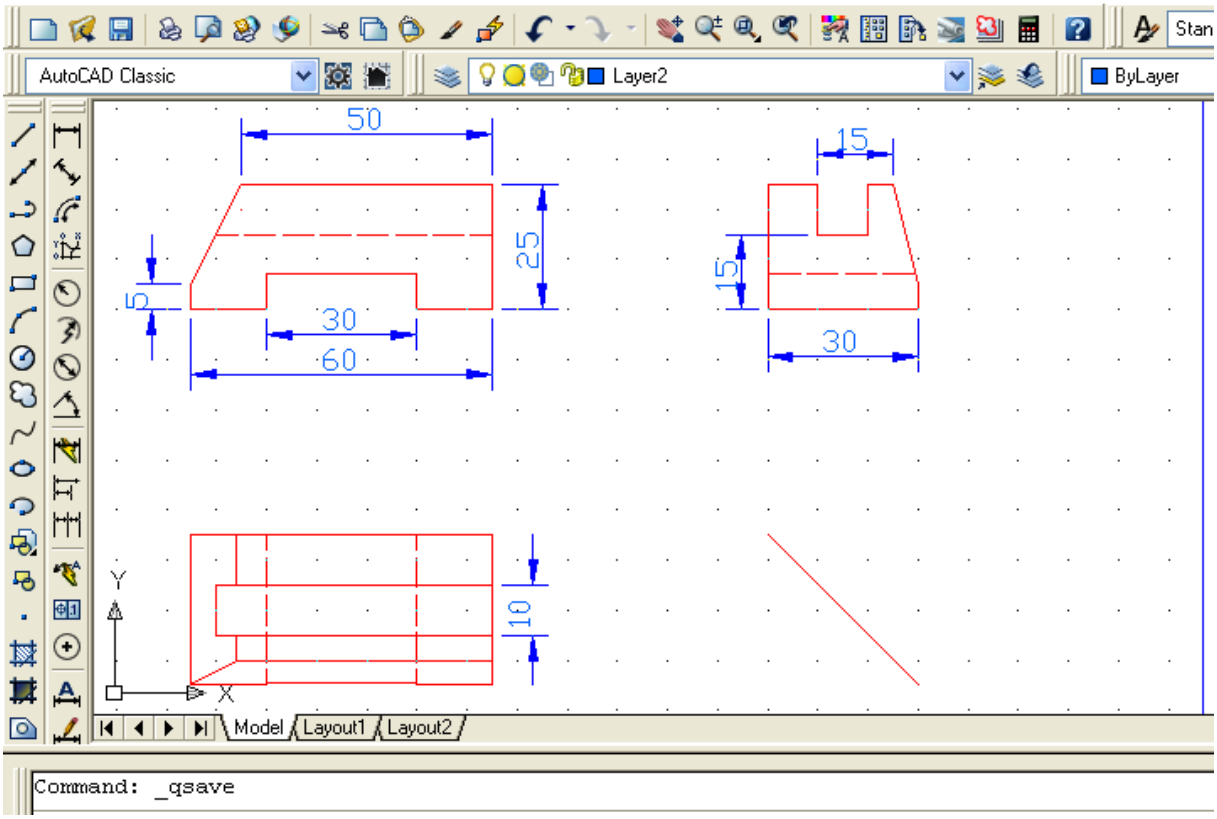
Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: V ↵ (تحديد نوع الخط وهو عمودي)
Specify through point: 85,10 ↵ (إدراج إحداثيات النقطة التي سيمر خلالها الخط)
Specify through point: 145,10 ↵
Specify through point: 200,10 ↵
Specify through point: 230,10 ↵
Specify through point: *Cancel* (الخروج من الأمر)
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 (5-21) الرسم النهائي للطبقتين، إذ توضح الطبقة الثانية الخطوط الإنشائية الأفقية والعمودية وبذلك تم تحديد مواقع المساقط.



الشكل 5-21 : طبقتي الرسم.

بعد أن أصبح موقع المساقط محدداً نبدأ على الطبقة الرئيسة (0) برسم المسقط الرأسي باستعمال الأمر Line (نختار لونا مغايرا كمثل اللون الأحمر)، والاستعانة بمهارات الرسم التي تقدمها أيقونات أدوات القفز بحسب الحالة والحاجة، ثم الانتقال الى رسم بقية المساقط، وعند الرجوع الى 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).



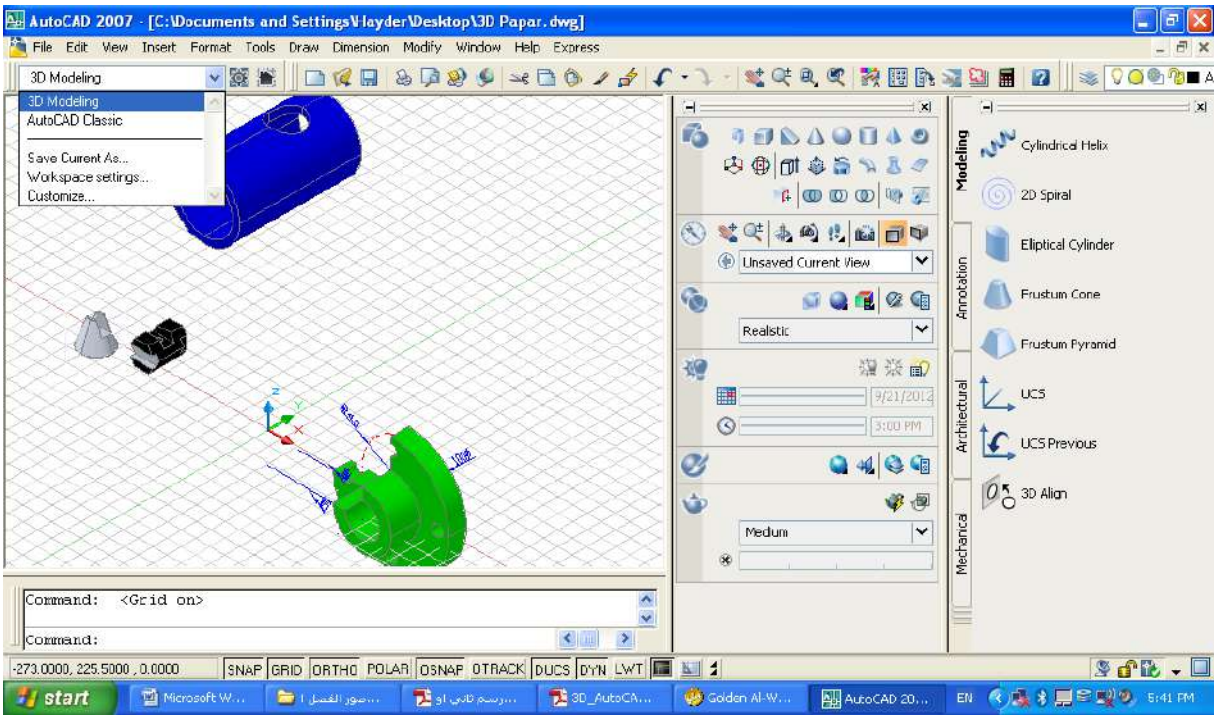
الشكل 5-22 : وضع الأبعاد على المساقط.

ولتكملة تطبيق المهارة في الرسم، سوف نحول المسقط الأمامي الى قطاع ويتم ذلك بتحويل الخط المخفي (المتقطع) الى 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

(23-5)، مع الاحتفاظ بالأشرطة الرئيسة 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 تجسيماً، 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 جدا 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/ZAxis] <World>: w ↵

9-5 أوامر الرسم ثلاثي الأبعاد 3D

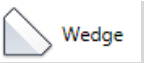
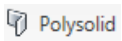
الأجسام الصلبة الابتدائية التي يمكننا استعمالها للعمل مع 3D بدلاً من تشكيل أو تدوير الأشكال، فالبرنامج يوفر بعض النماذج الأساسية والابتدائية ثلاثية الأبعاد، إذ يوجد ثمانية نماذج مختلفة يمكن أن نختارها، فمن القائمة Draw نختار الأمر Modeling الذي يتضمن تلك الأوامر أو قد تكون بشكل قائمة عائمة (في الإصدارات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

الشكل 5-24 : أيقونات رسم الأشكال الصلدة.

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 صلدة عن طريق تحديد مركز ونصف قطر.

أسطوانة	CYLINDER		تكوين اسطوانة عدلة عن طريق تحديد مركز ونصف قطر وارتفاع.
مخروط	CONE		تكوين مخرط كامل عن طريق مركز ونصف قطر وارتفاع.
أسفين	WEDGE		تكوين اسفين مثلث عن طريق نقطتين متعاكستين.
طارة	TORUS		تكوين طارة باعتماد نقطة مركز ونصف قطر لكل من الطارة والأنبوب.
هرم	PYRAMID / PYR		رسم جسم صلد لمضلع (3-32 وجه) اعتماداً على ارتفاع نقطة المركز.
صلب مستمر	PSOLID		رسم شكل صلد 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 صلد

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

مثال لرسم كرة صلدة

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 ↵

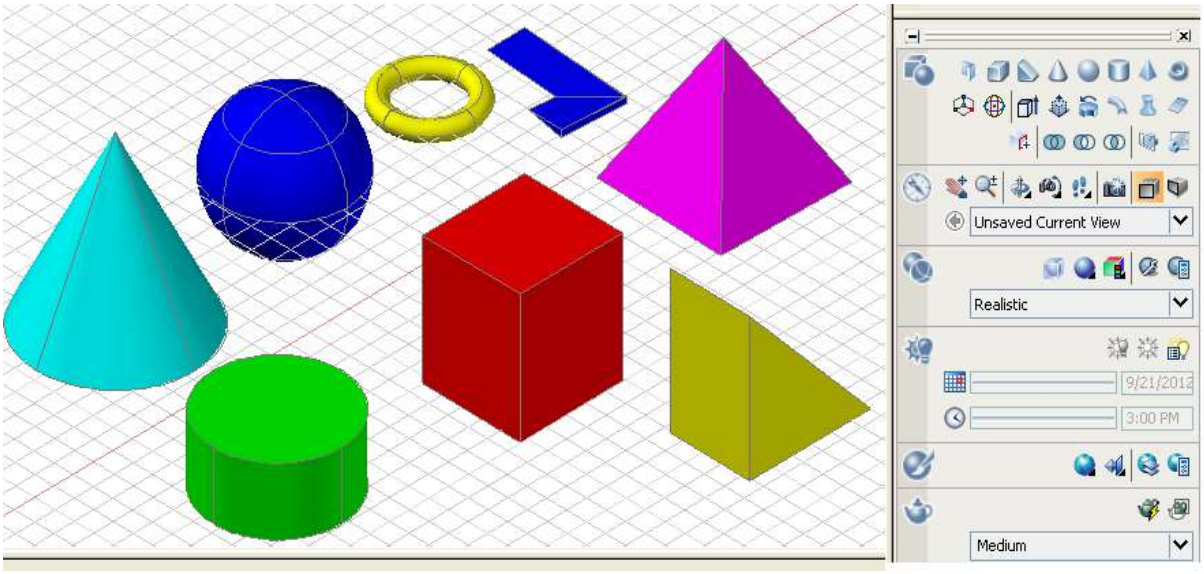
مثال لرسم مخروط

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



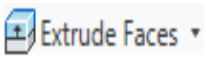
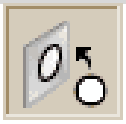
الشكل 5-25 : رسم الأجسام الصلدة.

5-9-1 أوامر التركيبات الصلبة Solid Composites

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

الجدول 5-2 : أوامر التركيبات الصلبة.

التوصيف	الأيقونة	ادخال الأمر	الاجراء
ربط اثنان أو أكثر من الأجسام الصلبة لتكوين جسم واحد اعتماداً على الشكل الهندسي للكل.		UNION / UNI	الاتحاد (منطقي)
طرح واحد أو أكثر من المواد الصلبة من تكوين آخر مستند على الجسم الهندسي الباقي.		SUBTRACT / SU	الطرح (منطقي)

التقاطع (منطقي)	INTERSECT / IN		تكوين جسم صلد مفرد من أجسام صلدة بالاستناد على الأجسام الهندسية المتقاطعة.
تشكيل وجه	SOLIDEDIT		يسمح بزيادة حجم الجسم الصلد بسحب وتشكيل 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):-

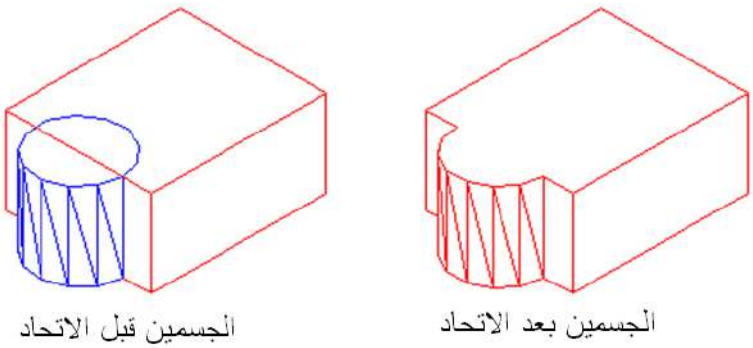
نفترض وجود جسمين اسطوانة وصندوق متداخلتان ومطلوب جعلهما جسمً واحداً، نختار الأمر أما بكتابته في خط كتابة الأوامر أو النقر على الأيقونة، وكما يلي:-

Command: _union ↵

Select objects: 1 found (يتم اختيار أحد الأجسام وليكن الاسطوانة)

Select objects: 1 found, 2 total

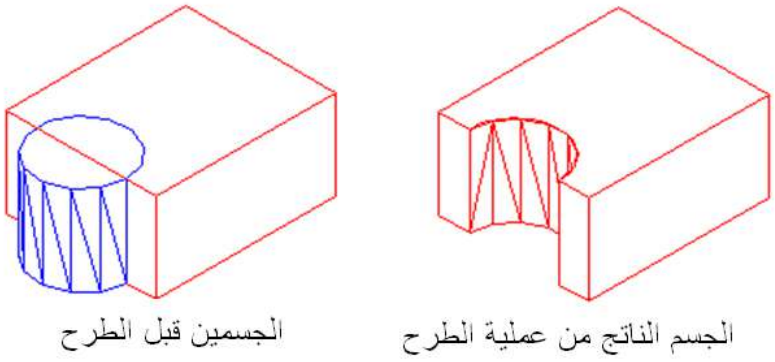
ولفك الترابط بين الجسمين نستعمل الأمر Separate.



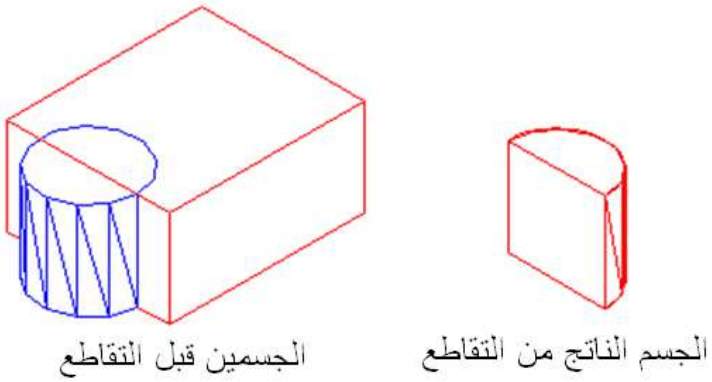
الشكل 5-26 : تنفيذ أمر الاتحاد.

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

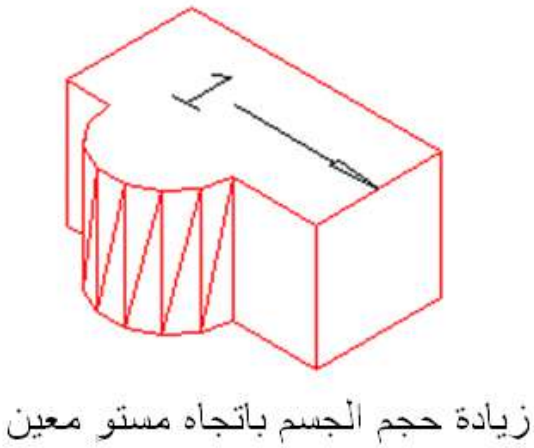
(5-30)، و (5-31).



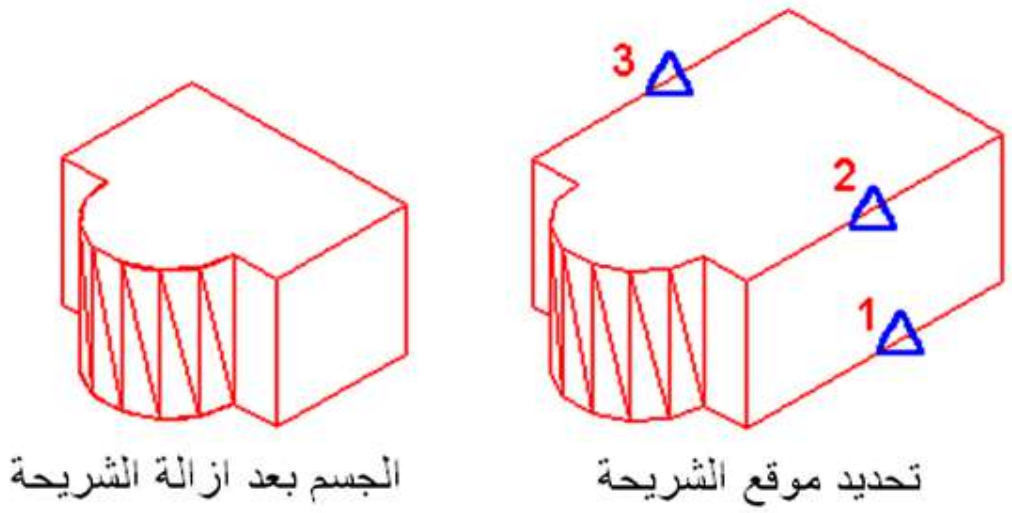
الشكل 5-27 : تنفيذ أمر الطرح.



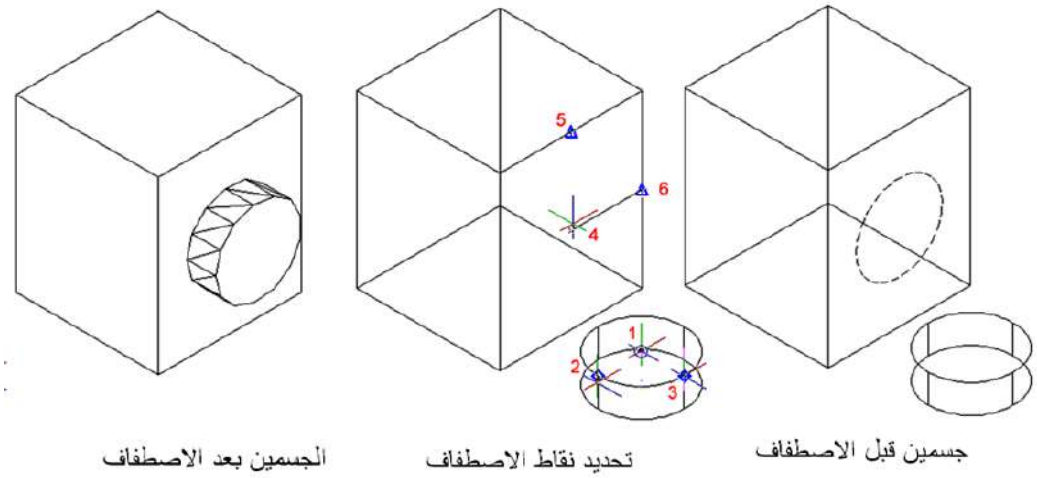
الشكل 5-28 : تنفيذ أمر التقاطع.



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



الشكل 5 -30 : تنفيذ أمر قطع شريحة.



الشكل 5-31 : تنفيذ أمر الاصطفاف.

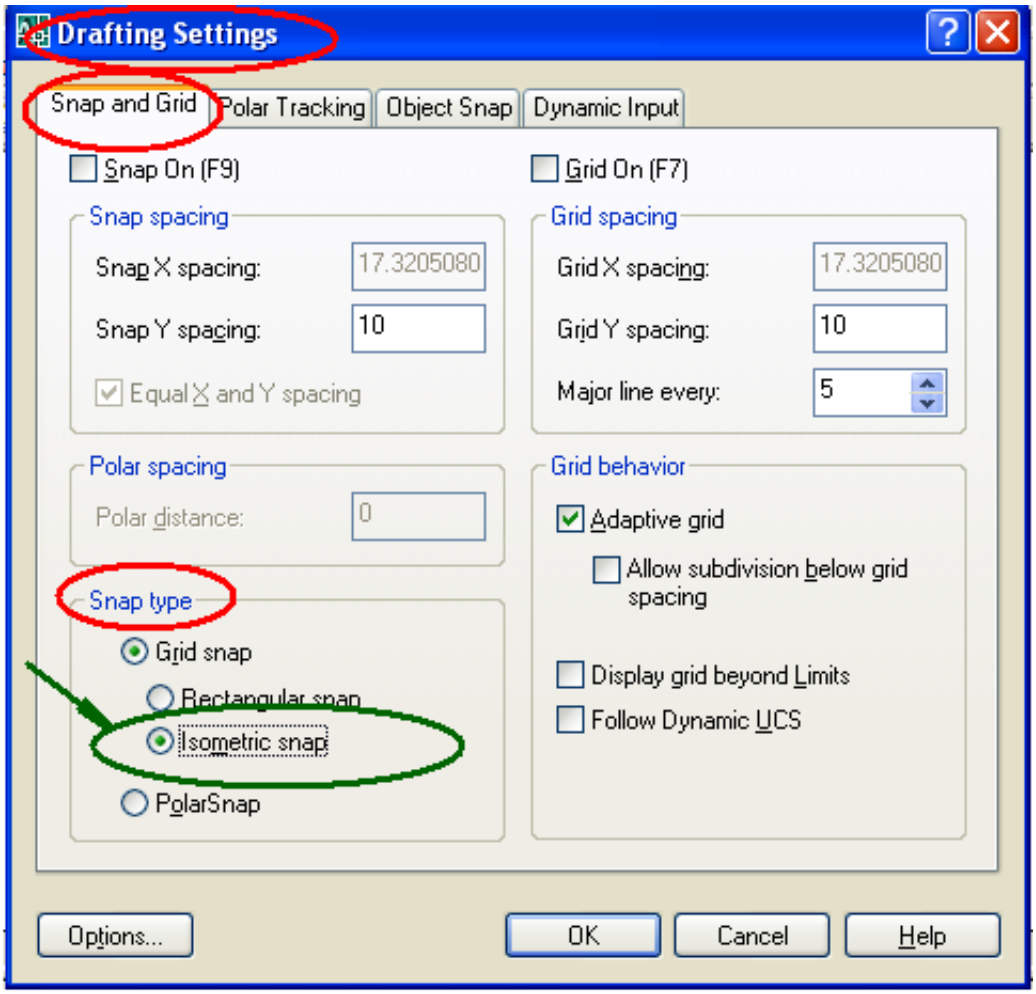
10-5 الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D

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

1. **كتابة الأمر dsettings في خط الكتابة.**
2. **شريط الادوات 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 الأيزمتري.

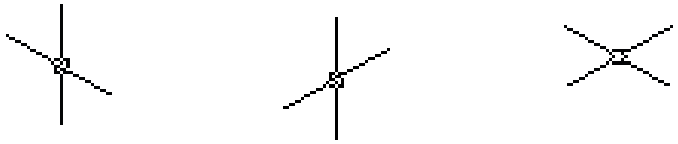
كما يمكن تفعيل الأمر عن طريق خط كتابة الأوامر:-

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 المفتاحين 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>

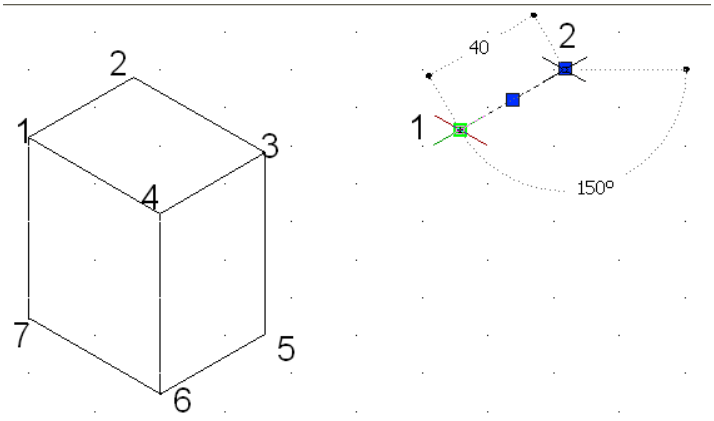
Command: <Isoplane Right>

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 5-2

إرسم متوازي المستطيلات بأبعاد قاعدته 40x50mm وارتفاعه 60mm 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 الأخر 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 الرأسي انطلاقاً من النقطة 3 وللأسفل وبمسافة 60 فنحصل على النقطة 5 ثم نغير اتجاه حركة المؤشر لليسار 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)

5-10-1 رسم منظور الدائرة الأيزومتري 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 5-3

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

الحل

Command: <Isoplane Top>

Command: El ↵

ELLIPSE

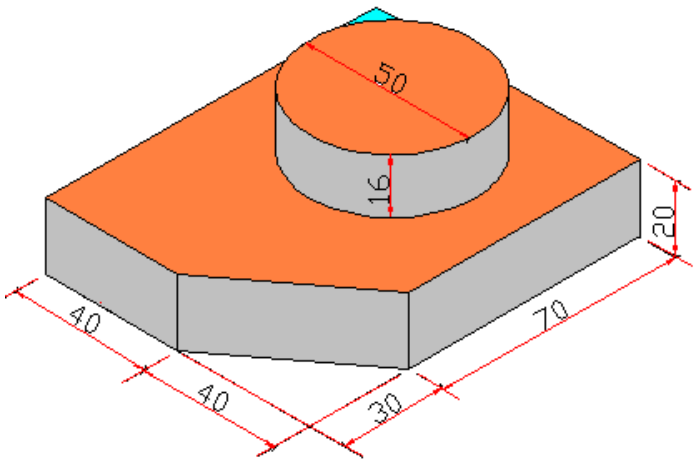
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: I ↵

Specify center of isocircle: 70,70 ↵

Specify radius of isocircle or [Diameter]: 50 ↵

مثال 5-4

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 b, d, e, a 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 ↵

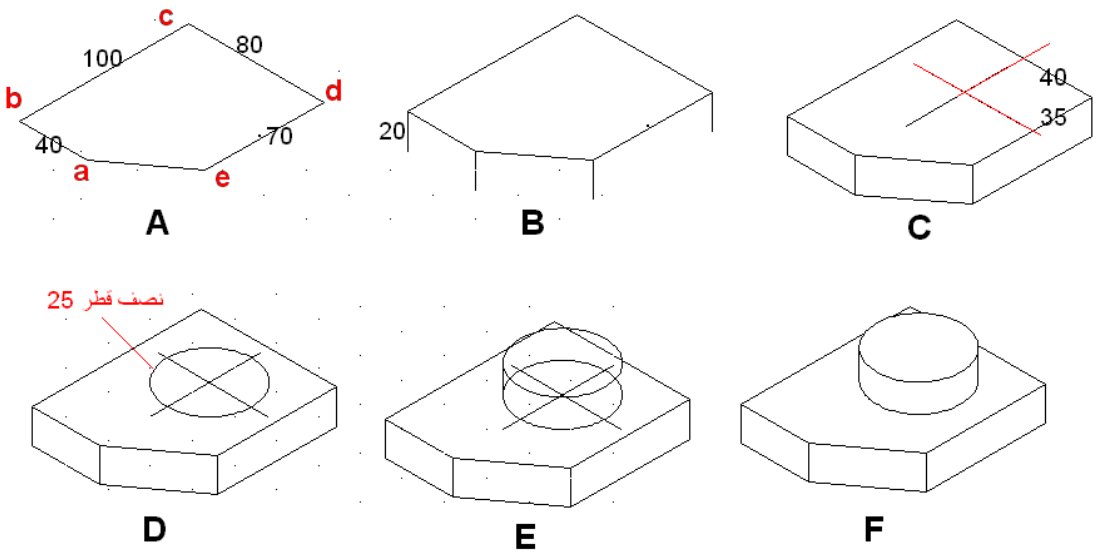
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: I ↵

Specify center of isocircle: (تحديد مركز الدائرة بالمؤشر)

Specify radius of isocircle or [Diameter]: 25 ↵

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

نستخدم الأمر Trim لتشذيب 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

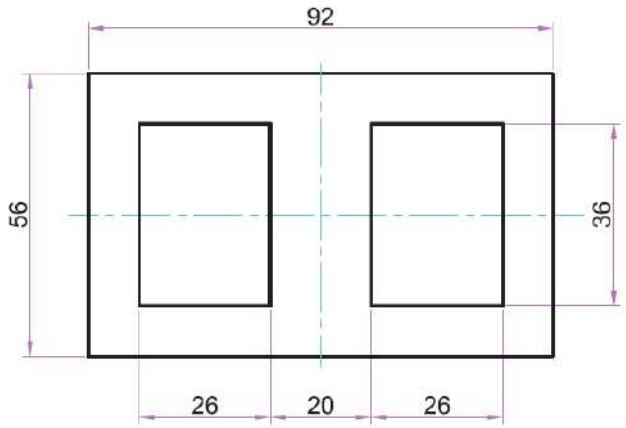
1-11-5 عدد عشرة من أشرطة الادوات Toolbars وبين طريقة تنشيطها ضمن واجهة برنامج الأوتوكاد.

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

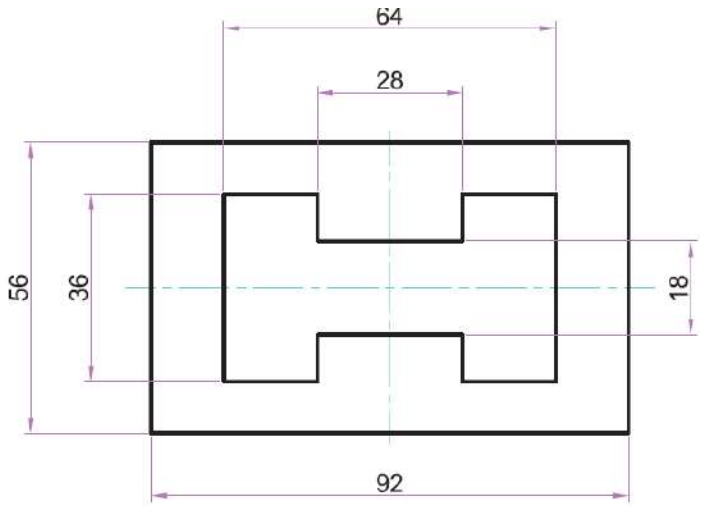
3-11-5 عدد أوامر القفز ومجموعة المفاتيح الدالة The Function Keys المقابلة لكل منها.

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

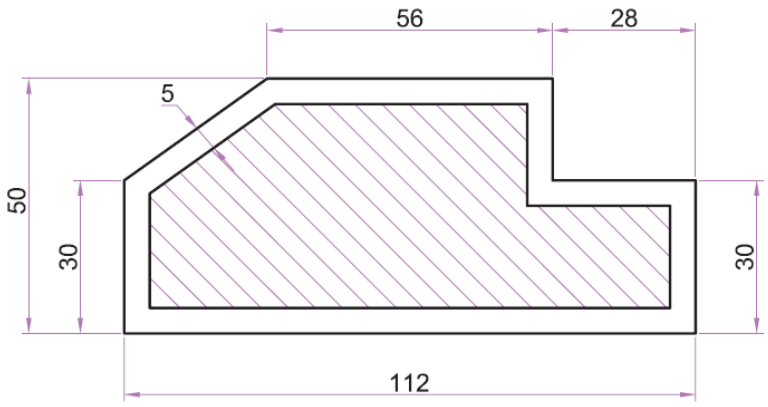
5-11-5 إرسم باستعمال أوامر الرسم في برنامج الأوتوكاد 2D المساقط المبينة أبعادها في الأشكال (5-37)، (5-38)، (5-39)، (5-40)، مع وضع الأبعاد.



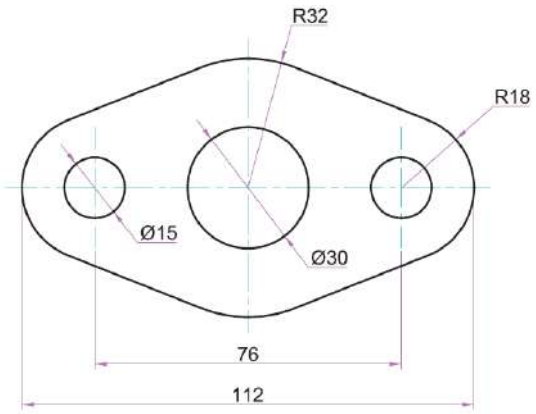
الشكل (5-37).



الشكل 5-38

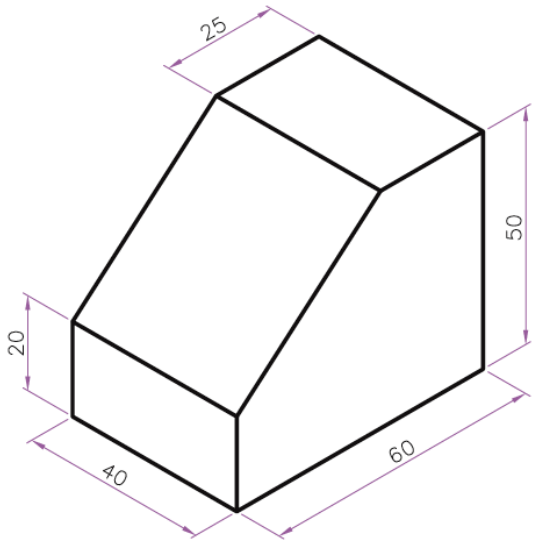


الشكل 5-39



الشكل 5-40

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



الشكل 5-41