جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الهندسي والصناعي

الصناعي - فن الديكور

الاول

تـــأليـــف

الدكتور سعد عباس خضر الصراف　　عبد الكريم سلمان عبد الكريم

حيدر موسى حسين ألشكري　　بلسم حســـن عبـد الدجـــيلي

الطبعة الرابعة

1446هـ - 2024 م

المقدمـــة

نظراً لضرورة التواصل مع متطلبات التقدم العلمي المطّرد في العلوم كافة، ولكون المناهج الدراسية من أهم وسائل التعلم، وتمثل الأداة الفعّالة في تطوير المفاهيم العلمية لدى الطلبة بما يواكب التطور التكنولوجي الحاصل في المجالات كافة، صار من الضروري مراجعة تلك المناهج بغرض تحديثها ورفدها بالمعارف والمعلومات وعرضها بأسلوب سهل ومنطقي، وفق أساليب علمية تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته.

وبتوفيق من الله – عز وجل – نقدم هذا الكتاب المتخصص في الرسم الهندسي والصناعي والذي تضمن ثلاثة أبوب تحتوي تسعة فصول، تناول الباب الأول مبادئ الرسم الهندسي والعمليات الهندسية الأكثر استخدماً، المتعلقة بالخط المستقيم والأشكال الهندسية، فيما تناول الباب الثاني الرسم الصناعي ونظريات الإسقاط ورسم المنظور، أما الباب الثالث فقد تناول أساسيات الرسم بمساعدة الحاسوب والبدايات الضرورية في رسم الخطوط والأشكال، والذي يجب أن يُدرس بالتزامن مع بقية أبواب الكتاب.

ونحن إذ نهدي هذا الكتاب لطلبتنا الأعزاء لا ندعي بكماله ولا بتمامه، بل كان اجتهاداً منا عن أساسيات الرسم الهندسي والصناعي والرسم المعان بالحاسوب لتكون بداية تفكير هندسي علمي سليم وركيزة انطلاق لتكملة التعلّم في هذا الاتجاه و للمراحل الدراسية التالية، ونترك لمن يشاء الاستزادة من هذا العلم، كما نرجو من زملائنا المدرسين أن يزودونا بملاحظاتهم وآرائهم عن محتويات الكتاب، أثناء تدريسهم لمحتوياته.

وختاماً نتقدم بالشكر إلى السادة الخبراء العلمي واللغوي لجهودهم في مراجعة الكتاب ليظهر على ما هو عليه، كما ونشيد بالجهد الذي قام به المهندس حيدر ألشكري في إعداد الرسومات المتضمنة في هذا الكتاب.

ونسأل الله أن يجعل هذا الكتاب من العلم الذي ينتفع به، والله وليّ التوفيق.

المؤلفون

2011 م - 1432 هـ

قائمة المحتويات

التسلسل	المحتويات	رقم الصفحة
المقدمة		2
المحتويات		4-3
الباب الأول	مبادئ الرسم والعمليات الهندسية	5
الفصل الأول	المبادئ الأولية	5
1-1	تمهيد	6
2-1	الأدوات المستخدمة في الرسم	7
3-1	الخط الهندسي	14
4-1	تعريف الأشكال الهندسية	15
5-1	تمارين وتطبيقات	19
الفصل الثاني	رسم الخطوط	20
1-2	تمهيد	21
2-2	بداية الرسم	22
3-2	أنواع الخطوط	23
4-2	تمارين وتطبيقات	30
الفصل الثالث	العمليات الهندسية المتعلقة بالخط المستقيم	34
1-3	تمهيد	35
2-3	تنصيف الخط المستقيم	36
3-3	إقامة عمود على مستقيم	36
4-3	تقسيم المستقيم إلى عدد من الأقسام	38
	المتساوية	
5-3	رسم مستقيم يوازي مستقيم معلوم	39
6-3	تنصيف زاوية معلومة	41
7-3	رسم الزوايا لقيم متعددة	41
8-3	تمارين وتطبيقات	44
الفصل الرابع	العمليات الهندسية المتعلقة بالمثلث والدائرة	45
1-4	تمهيد	46
2-4	المثلث	47
3-4	الدائرة	48
4-4	تمارين وتطبيقات	52
الفصل الخامس	العمليات الهندسية المتعلقة بالمضلعات المنتظمة	53
1-5	تمهيد	54
2-5	المربع	55
3-5	المستطيل	56
4-5	المعين	57
5-5	متوازي الأضلاع	58
6-5	المخمس	58
7-5	المسدس	60
8-5	رسم أي مضلع منتظم داخل دائرة معلومة	62
9-5	القطاعات المخروطية	63
10-5	تمارين وتطبيقات	66
الباب الثاني	الرسم الصناعي	67
الفصل السادس	نظرية الإسقاط	67
1-6	تمهيد	68

2-6	مقياس الرسم	69
3-6	الإسقاط	70
4-6	نظرية الإسقاط المتعامد	76
5-6	وضع الأبعاد على الرسم	88
6-6	تمارين وتطبيقات	98
الفصل السابع	رسم المجسم (المنظور)	105
1-7	تمهيد	106
2-7	الرسم المحوري (الإحداثي)	107
3-7	رسم المنظور باستخدام التخطيط الشبكي	115
4-7	القطاعات (المقاطع)	117
5-7	تمارين وتطبيقات	123
الباب الثالث	الرسم بمساعدة الحاسوب	129
الفصل الثامن	أساسيات الرسم بمساعدة الحاسوب	129
1-8	تمهيد	130
2-8	متطلبات تشغيل البرنامج	131
3-8	الواجهة الرئيسية	133
4-8	المؤشر	143
5-8	وحدات الرسم	143
6-8	نظام الإحداثيات	144
7-8	الحفظ والاستدعاء	146
8-8	حدود لوحة الرسم	148
9-8	أمثلة محلولة	150
10-8	تمارين وتطبيقات	153
الفصل التاسع	رسم الخطوط والأشكال الهندسية	154
1-9	تمهيد	155
2-9	الخط المستقيم	156
3-9	رسم الخط المتصل	161
4-9	رسم الدائرة	164
5-9	رسم المضلع	168
6-9	رسم المستطيل	169
7-9	أوامر التعديل	170
8-9	مساعدات الرسم	179
9-9	الأبعاد	182
10-9	تمارين وتطبيقات	186
المصطلحات العلمية		190

الباب الأول

مبادئ الرسم والعمليات الهندسية

الفصل الأول

المبادئ الأولية

أهداف الفصل ألأول

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادرا على أن:-

1. يصف سبب عَد الرسوم الصناعية نظام اتصالات فعّالاً للأفكار التقنية بشأن التصاميم والمنتجات.
2. يناقش التطور التاريخي للرسم الهندسي والصناعي.
3. يعرّف المعايير القياسية العالمية المطبقة في الرسم الهندسي.
4. يحدد الأدوات المستخدمة في الرسم الهندسي والطريقة الصحيحة لاستخدام كل منها.
5. يعرف الخط الهندسي وطريقة كتابته.
6. يعرف أهم الأشكال الهندسية ويحدد مواصفات كل منها.

1-1 تمهيد

الرسم الهندسي والتخطيط Engineering Drawing and Sketching: إحدى أفضل الطرائق لتوصيل الأفكار عن طريق شكل صوري أو رسم لاسيما بين الفنيين والمهندسين. ويعني "التخطيط" الرسم اليدوي، بينما يعني "الرسم" عادة استعمال أدوات الرسم Drawing Instruments، من الأقلام والمساطر والمثلثات إلى البرامج الحاسوبية، متوخين الاختصار في الوقت، والدقّة في تنفيذ الرسوم، ولا يمكن فهم الرسم الهندسي بصورة مفصلة بشكل مباشر ولكن يستوجب التدرج في المعلومات ومن ثم تطبيقها للوصول إلى المهارات المطلوبة، فقط نحتاج إلى الشعور بأهمية الرسم في حياتنا المهنية ليصبح لدينا الولع في الاستمرار بتعلم تلك اللغة العالمية.

وعليه فالرسم الهندسي هو اللغة الهندسية (كتابةً، بتحضير الرسومات وقراءةً، بدراستها وتفسيرها)، التي تعبر عن الأفكار والتصاميم الهندسية لمكون أو منتج ما وترجمتها إلى رسومات يمكن فيما بعد تنفيذها لغرض الإنتاج، فأغلبية المنتجات الصناعية والقطع الإنتاجية تبدأ بفكرة ثم تترجم إلى مرتسم على الورق ليتم تسليمه إلى الفني أو التقني ليقوم بتصنيعها وإنتاجها على وفق معايير متفق عليها، وذلك من مبدأ أن الذي لا يمكن توضيحه بالرسم لا يمكن بناؤه أو إنتاجه، كما يستفاد من الرسم

الهندسي في تقدير الكلفة المبدئية وحسابات الإنتاج، كما يمكن الاحتفاظ بالمستندات (ورقية أو إليكترونية) ليسهل الرجوع إليها عند الحاجة.

أول ظهور للرسم الحديث كان على يد ليوناردو دافنشي إذ استخدم نظرية إسقاط المنظور في توضيح أفكاره، كما أرسى الفرنسي جوسيار مونج (Monge G) 1776-1818 أسس الإسقاط في الربع الأول من مخطط الإحداثيات الذي عرف لاحقاً بالإسقاط في الزاوية الأولى حتى بداية القرن العشرين عندما تبنت الولايات المتحدة وكندا الإسقاط في الزاوية الزوجية الثالثة.

يطبق الرسم الهندسي في عدة مجالات منها الرسم المدني (المعماري والإنشائي) والرسم الصناعي بكل فروعه الميكانيكية والكهربائية، وإن استيعاب لغة الرسم الهندسي وفهمها هو السبيل الوحيد لنقل التكنولوجيا بين الأفراد والمؤسسات والدول مما استوجب ضرورة وجود قواعد وتعليمات (معايير) موحدة للرسم الهندسي في كل الدول حيث وضعت مواصفات قياسية في الرسم الهندسي منها النظام الألماني(DIN) و النظام البريطاني (BSI) و النظام الأمريكي (ANSI) والنظام العالمي ISO، وغيرها.

في منتصف الثمانيات من القرن الماضي استُعمل الحاسوب في الرسم الهندسي والتصميم، واليوم يقوم الحاسوب برسم الرسومات وإعادة إنتاجها ومراجعتها وتعديل مع حفظ ونقل الرسومات بسرعة ومرونة ودقة متناهية، ولا يتطلب ذلك سوى حاسوب وطابعة بينما يحتاج الرسم اليدوي إلى أدوات عدّة وربما عدة أشخاص لإنجاز الرسم، في حين يوفر الحاسوب إمكانية مشاركة مصممين في أماكن متفرقة من العالم في التصميم بواسطة شبكة الانترنيت.

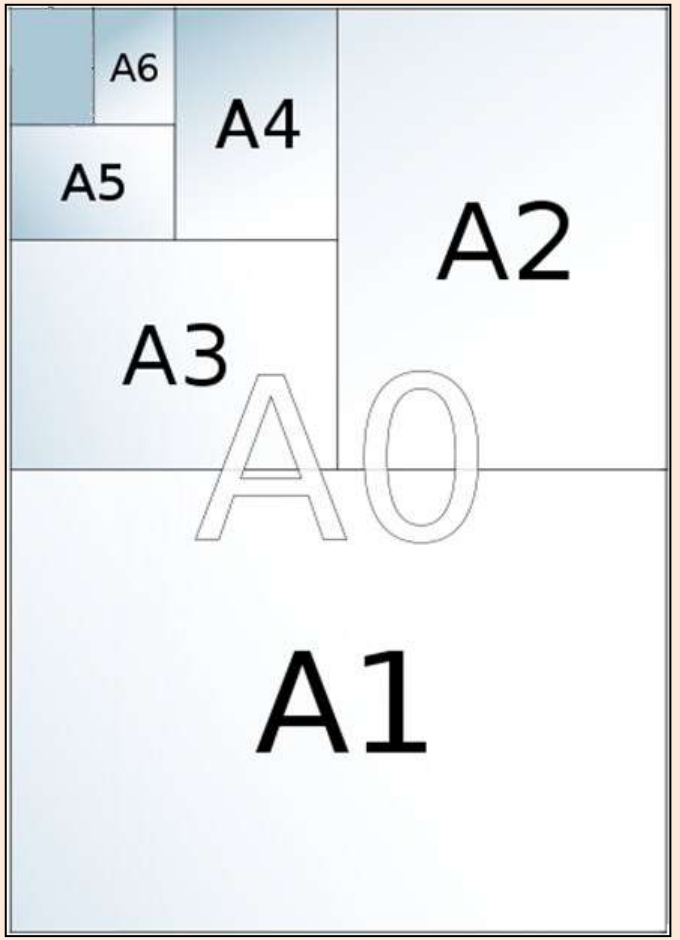
2-1 الأدوات المستخدمة في الرسم Drawing Equipment

لما لأدوات الرسم من أهمية في جودة الرسومات ودقتها، يتم استعمال العديد من الأدوات في تنفيذ الرسوم الهندسية وهي : أوراق الرسم، أقلام الرصاص، لوحة الرسم، الفرجال، المثلثات، المسطرة، والأدوات المساعدة الأخرى.

1-2-1 أوراق الرسم Drawing Sheets

تتوفر أوراق الرسم بأشكال ومقاسات مختلفة، فالورق الشفاف المستخدم في رسم التحبير والورق المقوى الأبيض المستخدم بالرسم بأقلام الرصاص، ويكون احد أوجهها اخشن من الآخر (الخشن مناسب لقلم الرصاص والناعم لقلم الحبر) وقد تحتوي الورقة على خطوط بيانية، ومن الضروري معرفة أبعاد الأنواع القياسية لأوراق الرسم المستخدمة عالمياً بحسب نظام (ISO)، إذ يرمز لأكبر ورقة رسم قياسية بالرمز A0 التي

مساحتها متر مربع واحد وعند تقسيمها إلى قسمين متساويين ينتج القياس بالرمز A1 وهكذا حتى نصل إلى القياس A6، والشكل (1-1) يوضح العلاقة بين تلك القياسات.



الشكل 1-1 : العلاقة بين قياسات الورق بحسب النظام العالمي.

إذ تكون النسبة بين عرض كل لوحة وطولها كالنسبة بين (1) و (√2)، والجدول (1-1) يوضح الأبعاد والرموز لتلك اللوحات.

الجدول 1-1 : رموز الأوراق وقياساتها حسب النظام العالمي.

الرموز	الأبعاد (mm)	المساحة (m^2)
A0	1189 x 841	1
A1	841 x 594	1/2
A2	594 x 420	1/4
A3	420 x 297	1/8
A4	297 x 210	1/16
A5	210 x 148	1/32
A6	148 x 105	1/64

وسيكون استعمالنا للسنوات المقبلة الورقة ذات القياس A4 إذ يمكن استخدامها بالاتجاه الطولي أو المستعرض بحسب الضرورة.

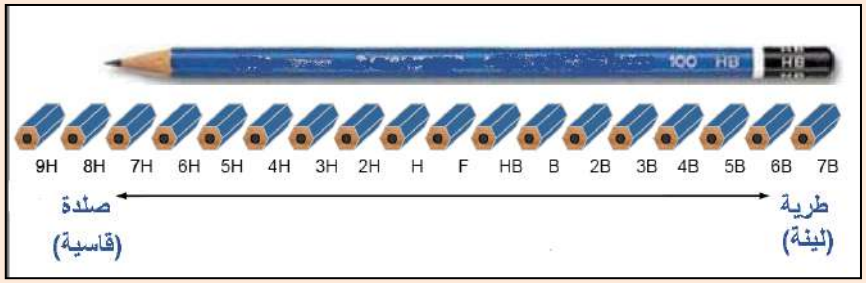
2-2-1 أقلام الرصاص Pencils

تكون أقلام الرصاص المستخدمة في الرسم الهندسي على نوعين هما:-

أ) **الأقلام الاعتيادية :** الأقلام التقليدية المصنوعة من الخشب وبداخلها اللب المصنوع من مادة الكرافيت بقطر 2mm وهي بحاجة إلى البري باستمرار لإبقاء رأس القلم مدبباً وحاداً.

ب) **الأقلام الميكانيكية :** وتمتاز بأنها لا تحتاج إلى بري وأن لها أقطاراً مختلفة (0.3, 0.5, 0.7, 0.9 mm) بحيث تستخدم لرسم الخطوط الرفيعة ومتوسطة السماكة والسميكة.

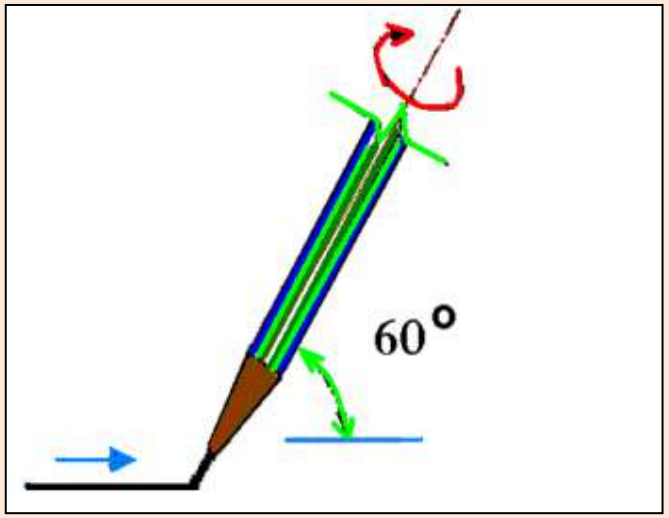
وفي كلا النوعين تصنف أقلام الرصاص بحسب صلادة مادة الجرافيت أو ليونتها وتؤشر بحروف وأرقام يرمز لأصلدها 9H وأكثرها طراوة 7B، لاحظ الشكل (2-1)، وغالبا ما تستخدم الأقلام متوسطة الصلادة HB و 2H، بسمك محدد، مع ملاحظة عدم الضغط على القلم في أثناء الرسم حتى لا يترك أثراً يصعب إزالته من ورقة الرسم.



الشكل 2-1 : أقلام الرصاص حسب تدرج صلادتها.

وعند الرسم فمن المفضل أن يكون القلم مائلاً على الورقة بزاوية 60 درجة تقريبا، الشكل (3-1)، وان يسحب في اتجاه نهايته وليس بدفعه في اتجاه طرفه المدبب، مع مراعاة تدويره لكي لا يتآكل من جانب واحد.

يستعمل عادة نوعان من قلم الرصاص الأول يكون من النوع الصلد، ويستعمل في المراحل الأولية، إذ يرسم المطلوب بخطوط خفيفة، ثم يستعمل قلم آخر أقل صلادة من الأول لتوضيح الخطوط المرسومة.

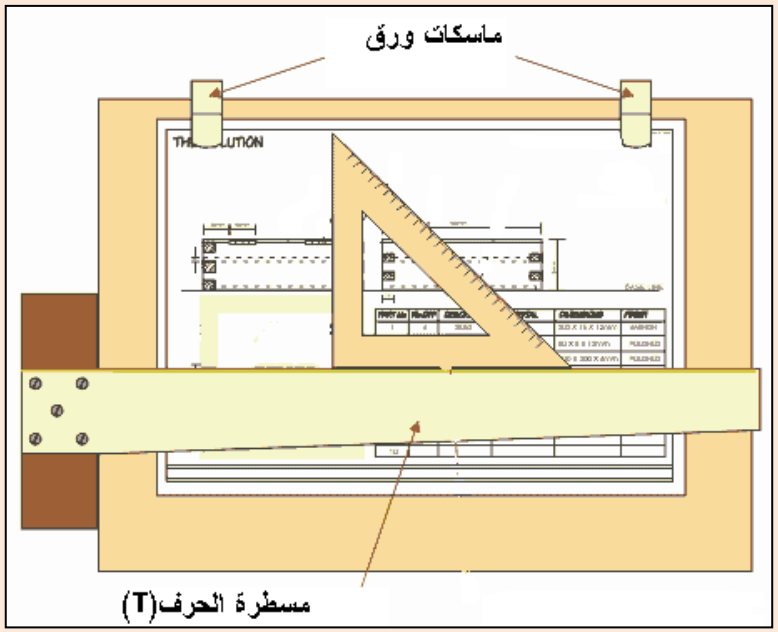


الشكل 1-3 : الطريقة الصحيحة لحركة القلم.

3-2-1 لوحة الرسم Drawing Board

تكون لوحة الرسم مستطيلة الشكل، تثبيت عليها ورقة الرسم أما بواسطة حافات تعمل بضغط ماسك نابضي أو بواسطة الشريط اللاّصق من أركانها الأربعة، وتكون اللوحة أما مستقلة (بدون أرجل) أو كمنضدة، إذ تقوم بحمل اللوحة قواعد معدنية تسمح بحركتها أو إمالتها، وفي كلا الحالتين يراعى أن يكون سطح اللوحة أملس ونظيفاً وذا حافات مستقيمة ومتعامدة.

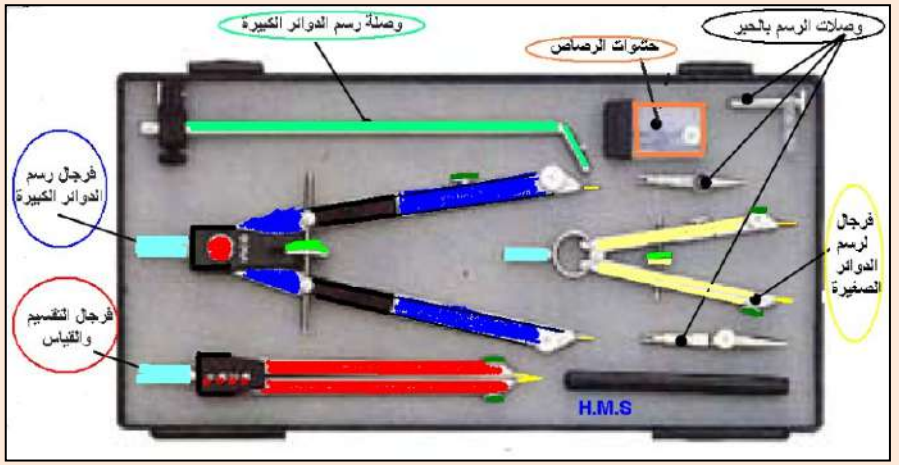
يستخدم مع لوحة الرسم مسطرة انزلاقية تتحرك على مجاري لغرض رسم الخطوط الأفقية والعمودية، أو مسطرة حرف T (T- Square)، تستخدم لنفس الغرض بحركتها على الحافات الخارجية، وكذلك تستخدم لإسناد حركة المثلثين عليها، الشكل (1-4)، وتصنع المسطرة من مواد بلاستيكية أو من البايركس ويفضل أن تكون شفافة لرؤية الرسم أسفلها وأن لا يقل طولها عن 50cm ولا يزيد عن 75cm، (في المرسم النظامي)، وتحفظ مسطرة الحرف T بعيداً عن الحرارة، معلقة عمودياً من الثقب الموجود في طرفها، وذلك للحفاظ على استقامتها.



الشكل 1-4 : لوحة الرسم مع مسطرة الحرف T.

4-2-1 الفرجال والمقسم Compass and Divider

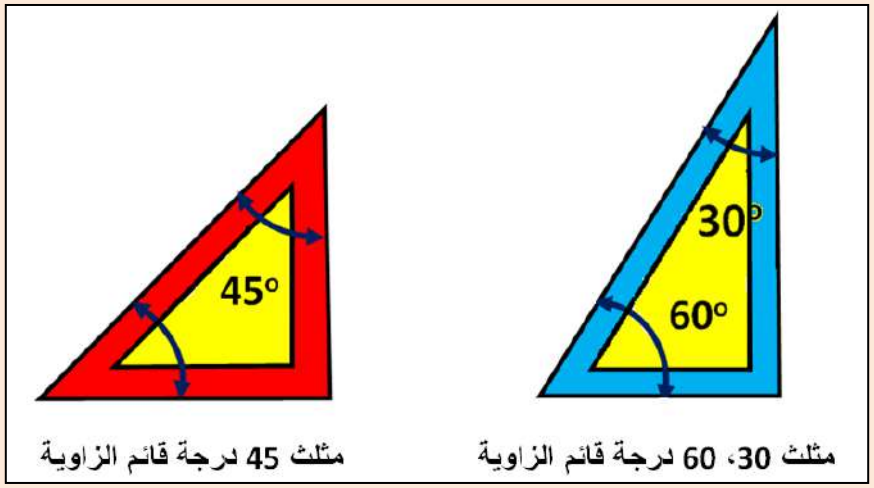
يستعمل الفرجال بشكل رئيس لرسم الدوائر والأقواس الدائرية وهو على أحجام تتناسب وقطر الدائرة المطلوب رسمها، بحيث يثبت الطرف المدبب على لوحة الرسم (في مركز الدائرة) والطرف الآخر يثبت فيه قلم أو لب الرصاص ويفتح بمقدار نصف قطر الدائرة أو القوس المراد رسمه، في حين يستخدم المقسم "وهو فرجال ذو طرفين مدببين بالطول نفسه" لتقسيم الدوائر والخطوط المستقيمة إلى أجزاء متساوية أو لنقل الأبعاد من المسطرة إلى لوحة الرسم أو من موضع لآخر (وذلك بالتأشير بواسطة غرز الرؤوس المدببة في الورقة)، ويحفظ الفرجال والمقسم وبقية الملحقات عادة في علبة رسم Drawing Instrument Set، الشكل (1-5).



الشكل 1-5 : مجموعة الفرجال والمقسم.

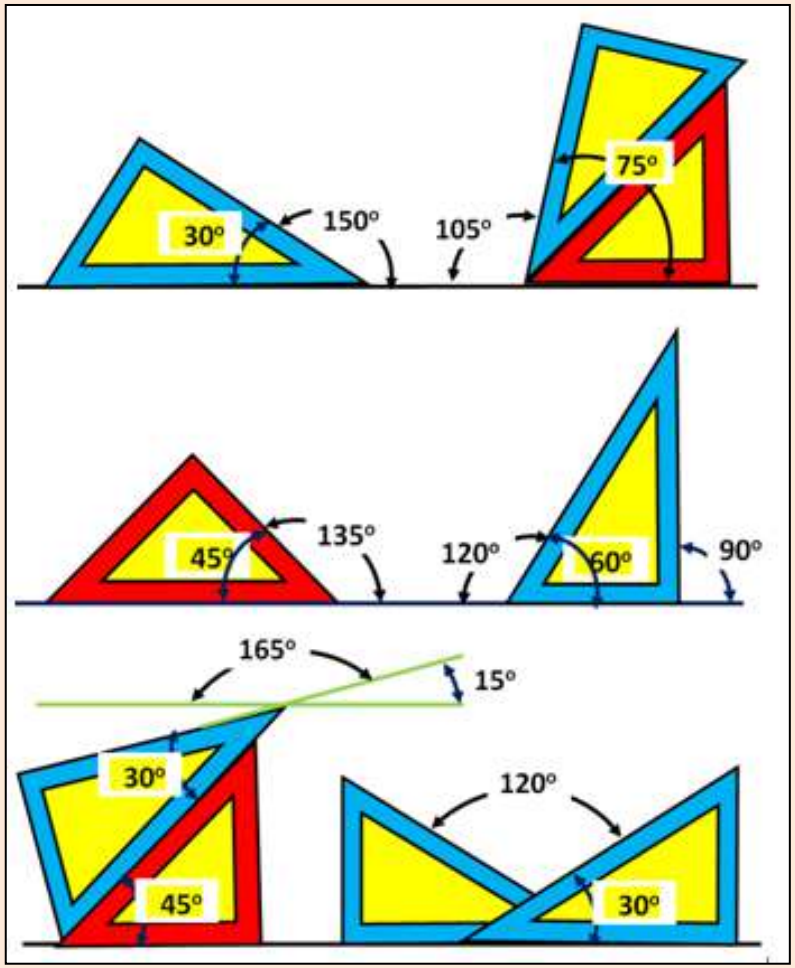
5-2-1 المثلثات Triangles

يستخدم في تنفيذ الرسوم الهندسية مثلثان قائمان، أحدهما 30-60 درجة والثاني متساوي الساقين 45 درجة، الشكل (1-6)، ويفضل أن تصنع المثلثات من مادة بلاستيكية شفافة لرؤية الرسم من خلالها.



الشكل 1-6 : مثلثات الرسم.

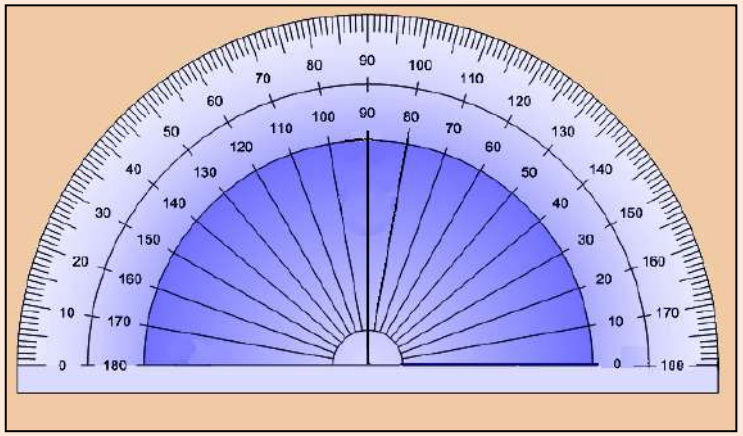
تستعمل المثلثات لرسم الخطوط الرأسية والخطوط المائلة بزاوية 15 درجة أو مضاعفاتها، وذلك بانزلاقهما بأشكال مختلفة على بعضهما بمساعدة مسطرة الحرف T، الشكل (1-7).



الشكل 1-7 : بعض الزوايا التي يمكن رسمها بالمثلثات.

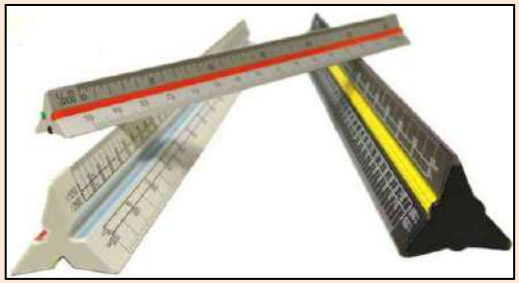
6-2-1 الأدوات المساعدة

أ) **المنقلة Protractor:** وتستخدم لقياس وتحديد الزوايا، وتوجد على نوعين دائرية ونصف دائرية وهي الأكثر استعمالاً إذ تقيس الزوايا 0- 180 درجة، الشكل (1-8)، ويجب اختيارها بحجم مناسب ليتسنى تحديد الزوايا بدقة أكبر.



الشكل 1-8 : المنقلة النصف دائرية.

ب) **مساطر القياس :** توجد المساطر بقياسات وأطوال ومقاطع متنوعة منها مستطيلة أو مثلثة المقطع وغالبيتها بطول 30cm، الشكل (1-9)، وتحتوي على التدريجات المترية والبريطانية، وفي المساطر مثلثة المقطع يكون لها ستة أوجه بمقاييس رسم مختلفة تستعمل للتكبير أو للتصغير، وعادة لا تستخدم المساطر المدرجة للرسم بل فقط للقياس.



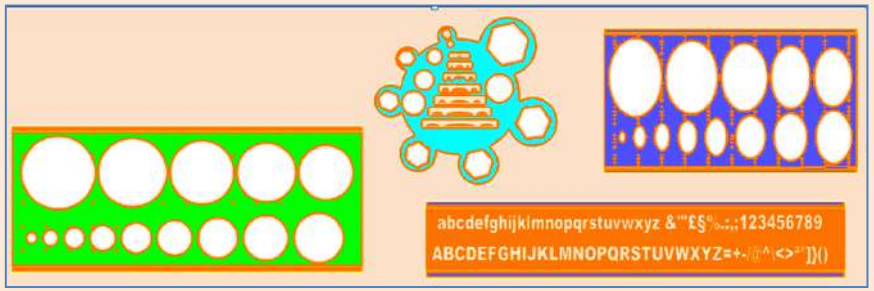
الشكل 1-9 : المساطر ذات المقطع المثلث Triangular Scales.

ج) مساطر المنحنيات : وتستخدم لرسم المنحنيات غير الدائرية وذلك بتحديد ثلاث نقاط أو أكثر (على مسار المنحني المطلوب) للتوصيل بينها، وتصنع من البلاستك الشفاف ولها أشكال مختلفة بحيث تعطي أغلب أشكال المنحنيات، الشكل (1-10)، وتسمى أحياناً المنحنيات الفرنسية (French Curves) ويمكن الاستغناء عنها باستخدام المنحني المرن الذي يمكن تشكيله باليد ليؤدي الغرض نفسه.

الشكل 1-10 : أشكال مساطر المنحنيات.

د) مساطر الدوائر (الطبعات) Templates :

يستخدم الفرجال لرسم الدوائر، ولكن عندما تكون الدوائر صغيرة نسبيا فإنه من الأفضل استخدام مسطرة الدوائر أو الطبعات، الشكل (1-11)، وذلك لتجنب إتلاف ورقة الرسم وتوفير الوقت، ونحتاج كذلك إلى طبعات لتنفيذ رسم بعض الأشكال البيضاوية، السداسية، أو لكتابة الحروف والأرقام.



الشكل 1-11 : مساطر الدوائر.

ه) الممحاة : تصنع من المطاط الأبيض وتستعمل لإزالة الخطوط غير المرغوب فيها والزائدة ومحو الخطوط غير الصحيحة والقريبة من الرسم من دون التأثير على الأجزاء المجاورة باستخدام صفيحة المحو Erasing Shield، وهي صفيحة معدنية رقيقة تحوي فتحات توضع على الخطوط المراد محوها، ومن الأفضل أن تكون الممحاة طرية ولينة، وتوجد أنواع من المماحي على شكل قلم بطرف مدبب لإعطاء دقة أفضل في المحو.

و) فرشاة أو قطعة قماش : لتنظيف الطاولة ولوحة الرسم والأدوات الهندسية مما يعلق بها من أوساخ أو بقايا المحو.

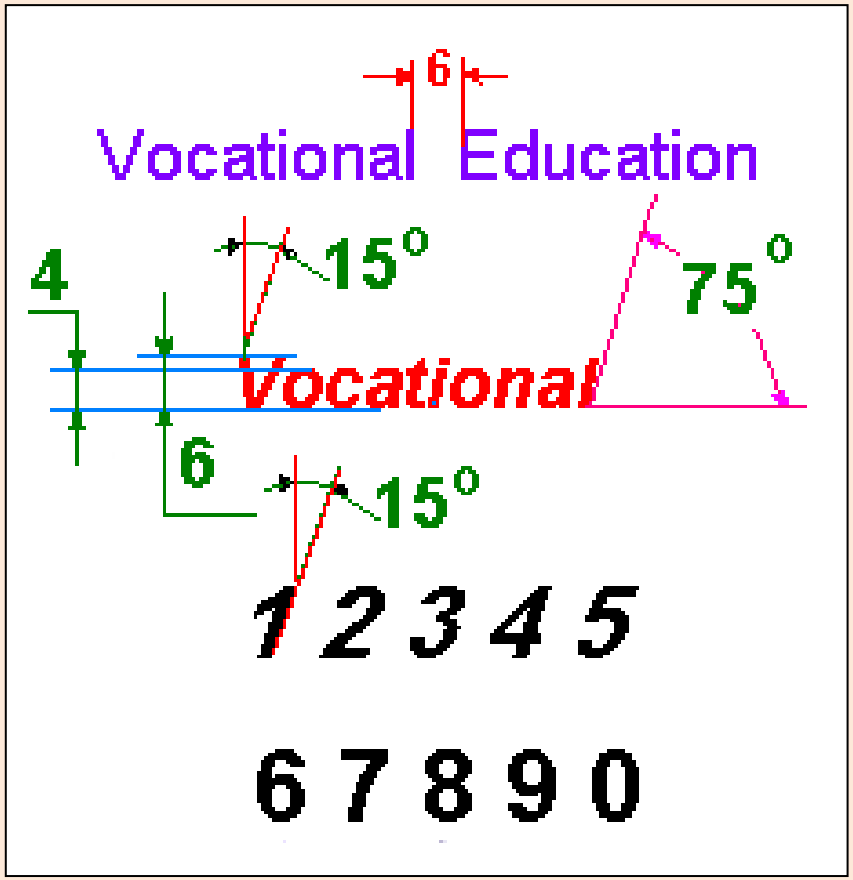
ز) المبراة Pencil Sharpener: أداة لبري قلم الرصاص ويستخدم معها ورق تنعيم لشحذ رأس القلم وسنه.

ح) الشريط اللاصق : ورق ذي وجه لاصق لتثبيت لوحة الرسم على اللوح الخشبي ويكون من البلاستك الشفاف.

3-1 الخط الهندسي Lettering

لا تخلو الرسومات الهندسية من الأبعاد والملاحظات المكتوبة عليها، وذلك لإتمام الوصف الشامل للجسم، لذلك كان لا بد من كتابتها بخط واضح وحجم مناسب يسهل قراءته، ومن هنا تأتي أهمية التمرن على الكتابة الصحيحة للحروف والأرقام، من المراحل الأولى، مع الاستمرار في تعلم الرسم والتقدم في موضوع الرسم الهندسي للتمكن من اكتساب المهارة المطلوبة في الكتابة.

يستعمل قلم الرصاص HB لرسم (كتابة) الحروف بسمك متجانس للخط، ويراعى عند كتابة الكلمة أن يترك بين كل كلمة وبين التي تليها مسافة تساوي ارتفاع الحروف، أو أكثر قليلاً مع ملاحظة أن ارتفاع الحروف الصغيرة يساوي ثلثي ارتفاع الحروف الكبيرة، الشكل (1-12)، وتكتب الحروف بطريقتين؛ أما بشكل رأسي أو بشكل مائل عن الخط الأفقي، ويتم ذلك برسم خطوط مساعدة (دليلة، ذات سمك رفيع جداً) أفقية وعمودية أو مائلة بزاوية 75 درجة بقلم الرصاص ذي الصلابة العالية مثل 5H كي لا تبقى ضرورة لأزالتها عند الانتهاء من الرسم لصعوبة ذلك.



الشكل 1-12 : كتابة الحروف والأرقام بشكل رأسي أو مائل.

توجد أشكال عديدة من الخطوط العربية واللاتينية، ويمكن التعرف عليها من المصادر المتخصصة، والشكل (1-13) يوضح أحد الأساليب المتبعة في كتابة الحروف اللاتينية إذ تنقسم كتابة الحرف لعدة مراحل، ولكل مرحلة اتجاه في حركة القلم.

الشكل 1-13 : الأسلوب المتبع عند كتابة الحروف والأرقام.

4-1 تعريف الأشكال الهندسية

العديد من التراكيب المستخدمة في الرسم والتصميم الصناعي تعتمد على الشكل المستوي، وكل رسام يجب أن يلم بما فيه الكفاية بتلك الأشكال ليتمكن من تنفيذها لحل المعضلات التي تواجهه في أثناء الرسم، وأغلب تلك الأشكال يتم رسمها بوساطة الفرجال والمسطرة مع قلم رصاص، ويفضل أن يكون من النوع H لمراحل رسم الخطوط والأقواس المساعدة ليسهل تمييزه عن الشكل النهائي الذي يفضل أن يرسم بقلم HB.

1-4-1 النقطة Point

تعرف بأنها أصغر وحدة في الشكل الهندسي، ويمكن تخيلها على سطح الورقة عند تقاطع خطين أو قوسين، وتعرف كذلك بأنها دائرة نصف قطرها صفر.

2-4-1 الخط Line

هو التأثير الحادث من تحرك نقطة في اتجاه معين ويمكن عَدّه سلسلة متصلة من النقاط، أما الخط المستقيم فهو أقصر خط واصل بين نقطتين، وتوظيف الخط في الرسم الهندسي يتوقف على عدة عوامل ترتبط بخصائص الخطوط منها اتجاه الخط (رأسي، أفقي،..الخ) ومدى استقامة الخط، تعرجه، انحناؤه، أو انكساره، مع درجة الخط (فاتح, أو غامق) فضلاً عن سمكه.

أنواع الخطوط

أ) الخط المستقيم: ويكون على عدة أشكال هي:-

1. الخط المستقيم الأفقي: ويكون موازياً لخط الأفق.
2. الخط المستقيم الرأسي: و يكون عمودياً على خط الأفق.
3. الخط المستقيم المائل: هو الذي ليس أفقياً ولا رأسياً.

ب) الخط المنحني: ويكون على عدة أشكال هي :-

1. الخط الحلزوني: الخط الذي يحدث من تحرك نقطة في صورة دائرية متداخلة ومحورية.
2. الخط المنحني المتموج والمتعرج: الخط الذي يتكون من مجموعة خطوط منحنية ومتصلة.

ج) الخط المنكسر: ويحدث من تحرك نقطة في اتجاهات متعددة بشكل هندسي وفي زوايا معلومة.

3-4-1 الزاوية Angle

هي انفراج يشكله مستقيمان أو شعاعان (الشعاع هو قسم من خط مستقيم له بداية وليس له نهاية) يلتقيان في نقطة واحدة أو ينطلقان منها.

ويسمى المستقيمان ضلعي الزاوية، وتسمى نقطة الانطلاق أو الالتقاء رأس الزاوية.

منصّف الزاوية: هو شعاع يخرج من رأس الزاوية ويقسمها إلى زاويتين متساويتين.

4-4-1 المضلع Polygon

هو خط بسيط مغلق يتكون من اتحاد عدة قطع مستقيمة، وهو شكل هندسي يقع في المستوي. أما ضلع المضلع فهو كل قطعة مستقيم من محيط المضلع، والمستقيم الواصل بين رأسين غير متتاليين يسمى القطر، وزوايا المضلع هي الزوايا المحصورة بين أضلاع المضلع والمضلعات المنتظمة تكون أضلاعها وزواياها متساوية ويمكن رسم دائرة تمر برؤوس المضلع من الخارج أو رسمها لتمس منتصفات أضلاعه من الداخل،، الشكل (1-14)، والمضلعات الرباعية المنتظمة عموماً هي:

أ- المربع Square / وصفاته هي: أضلاعه متساوية، زواياه قائمة، مجموع درجات زواياه 360 درجة، قطراه متساويان ومتعامدان ينصف كل منهما الآخر و ينصفان الزوايا.

ب- المستطيل Rectangle / وصفاته هي: كل ضلعين متقابلين متساويان، زواياه قائمة، مجموع درجات زواياه 360 درجة، قطراه متساويان وكل منهما ينصف الآخر.

ج- المعين Diamond / وصفاته هي: أضلاعه متساوية، مجموع درجات زواياه 360 درجة، كل زاويتين متقابلتين متساويتين، مجموع أي زاويتين متجاورتين 180 درجة، قطراه متعامدان وينصفان زوايا الرأس، وينصف كل منهما الآخر.

د- متوازي الأضلاع Parallelogram / وصفاته هي: كل ضلعين متقابلين متساويان، كل زاويتين متقابلتين متساويتان، مجموع أي زاويتين متجاورتين 180 درجة، مجموع درجات زواياه 360 درجة، قطراه ينصف كل منهما الآخر.

5-4-1 المثلث والدائرة

أ) المثلث Triangle / سطح محدود بثلاثة مستقيمات يسمى كل منها بضلع المثلث ويتلاقى كل مستقيمين في نقطة تسمى رأس المثلث، وللمثلث أنواع عديدة (بحسب أضلاعه أو زواياه)، فهنالك؛ المثلث متساوي الأضلاع، متساوي الساقين، مختلف الأضلاع، قائم الزاوية، والمنفرج وحاد الزوايا، وصفته هي أن مجموع درجات زواياه 180 درجةْ.

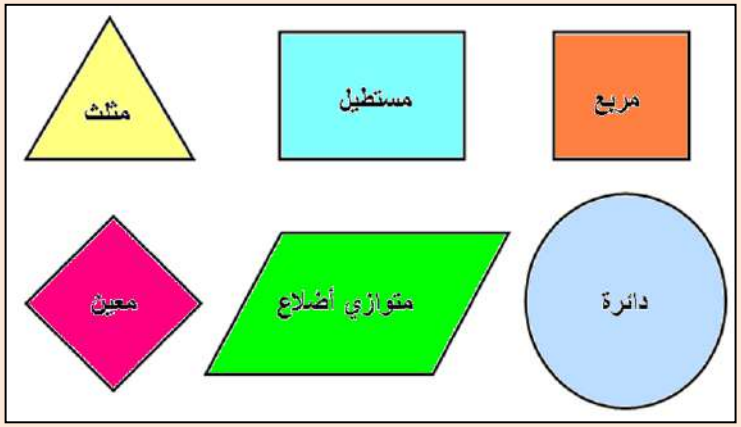
ب) الدائرة Circle / سطح مستوي محاط بخط منحنٍ مغلق يسمى محيط الدائرة، أو؛ هي الشكل الهندسي الوحيد الذي تبعد أي نقطة على محيطه عن نقطه المركز بعداً ثابتاً، ومجموع درجات الزوايا حول نقطة المركز 360 درجة، وتعرف عناصرها بما يأتي:

1- القطر: هو المستقيم الواصل بين نقطتين على محيط الدائرة ماراً بالمركز ويرمز له بالحرف D (Diameter)، ويرمز لنصف القطر بالحرف R (Radius).

2- الوتر Chord: المستقيم الواصل بين نقطتين على محيط الدائرة غير مار بالمركز.

3- النسبة الثابتة: هي النسبة بين محيط الدائرة وقطرها.

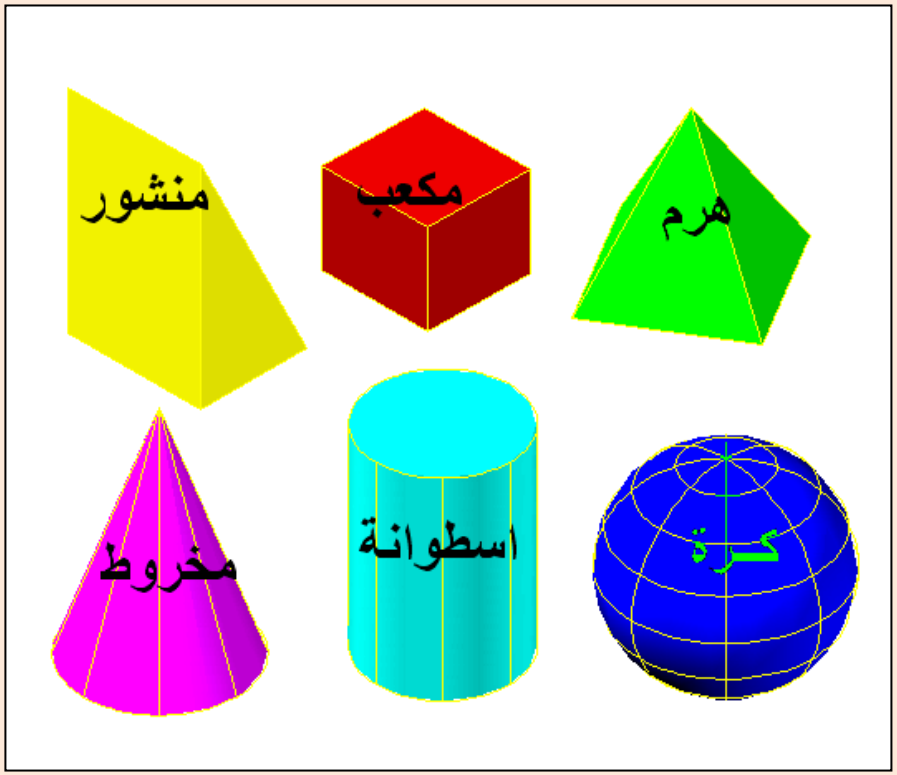
4- القوس Arc: هو جزء من محيط الدائرة.



الشكل 1-14 : المضلعات.

6-4-1 المجسم Stereophonic

وهو شكل ذو ثلاثة أبعاد مثل المنشور، المكعب، الهرم، الاسطوانة، المخروط، والكرة، الشكل (1-15).



الشكل 1-15 : بعض الأشكال المجسمة.

4-1 تمارين وتطبيقات

1-5-1 بين كيف تكوّن الرسوم الصناعية نظام اتصالات فاعل للأفكار التقنية في تصاميم المنتجات.

2-5-1 عدد ثلاثة معايير عالمية متبعة لأنظمة الرسم الهندسي.

3-5-1 ما هي الأبعاد القياسية لورقة الرسم A4 ؟ وكم هي النسبة بين طول الورقة وعرضها ؟

4-5-1 ما هي أنواع أقلام الرصاص المستعملة في الرسم الهندسي؟ وكيف يتم التمييز بينها من حيث الصلادة والليونة ؟

5-5-1 يستخدم نوعان من مسطرة (حرف T) مع لوحة الرسم، اذكر ذلك بالتفصيل، مع بيان أهمية تلك المسطرة.

6-5-1 عدد الأدوات والأدوات المساعدة المستعملة في الرسم الهندسي مع بيان وظيفة كل منها.

7-5-1 اكتب اسمك الثلاثي (باللغة الإنكليزية) والتأريخ مستخدماً الورق البياني (المربعات البيانية) وحسب الأسلوب المتبع في كتابة الحروف والأرقام.

8-5-1 يُعد الخط من الأشكال الهندسية، عرفه وعدد أنواعه.

9-5-1 عرف ما يأتي:- أ) الزاوية. ب) النقطة. جـ) المضلعات.

10-5-1 أجب بكلمة صح أو خطأ لما يأتي:-

أ) مساحة الورقة A0 تساوي متر مربع بينما A1 نصف متر مربع.

ب) نسبة العرض إلى الطول في الورقة A3 تساوي 0.707 .

ج) تعادل المسافة بين الكلمات على ورقة الرسم ارتفاع الحروف أو أكثر قليلاً.

د) ارتفاع الحروف الكبيرة على ورقة الرسم يساوي ثلث ارتفاع الحروف الصغيرة.

ه) قطر الدائرة هو المستقيم الواصل بين أية نقطتين على المحيط.

و) يمكن رسم الزاوية 25 درجة باستعمال المثلثات.

11-5-1 مستخدماً ورقة رسم A4، اكتب اسمك وتأريخ ميلادك باستعمال الحروف الانجليزية مراعياً الطريقة الصحيحة في كتابتها، ثم كرر ذلك بإمالة الخط بزاوية مقدارها 75 درجة.

الفصل الثاني
رسم الخطوط

أهداف الفصل الثاني

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:-

1. يتعرف على أبعاد لوحات الرسم القياسية وطريقة تثبيتها.
2. ينفذ الخطوات التي تسبق البدء بالرسم.
3. يرسم أنواعاً مختلفة من الخطوط باستخدام الأدوات.
4. يستخدم أدوات الرسم الهندسي (الفرجال والمثلثات والمسطرة حرف T ....الخ) بمهارة ومهنية.

1-2 تمهيد

لغرض الوصول للأهداف والغايات المرجوة من الرسم الهندسي يتوجب على المتعلم اكتساب المهارات اللازمة لتنفيذ لوحات الرسم الهندسي ابتداءً من التعرف على أدوات الرسم وصولاً إلى الاستخدام الصحيح لها مع التأكيد على السرعة والدقة والوضوح في أثناء الرسم مستخدماً الخطوط بأنواعها المختلفة التي تعبر عن مدلولات معينة.

2-2 بداية الرسم

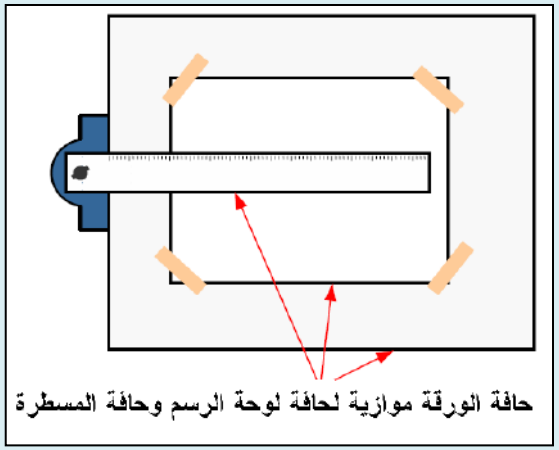
لكي تكون البداية صحيحة وقبل المباشرة بتنفيذ أي لوحة رسم يجب مراعاة ما يأتي :-

2-2-1 اختيار الأوراق القياسية

تستخدم أوراق الرسم القياسية في هذه المرحلة الدراسية، وهي كما مر سابقاً ورقة A4، ويمكن استعمالها بصورة عمودية أو أفقية.

2-2-2 تثبيت لوحة الرسم

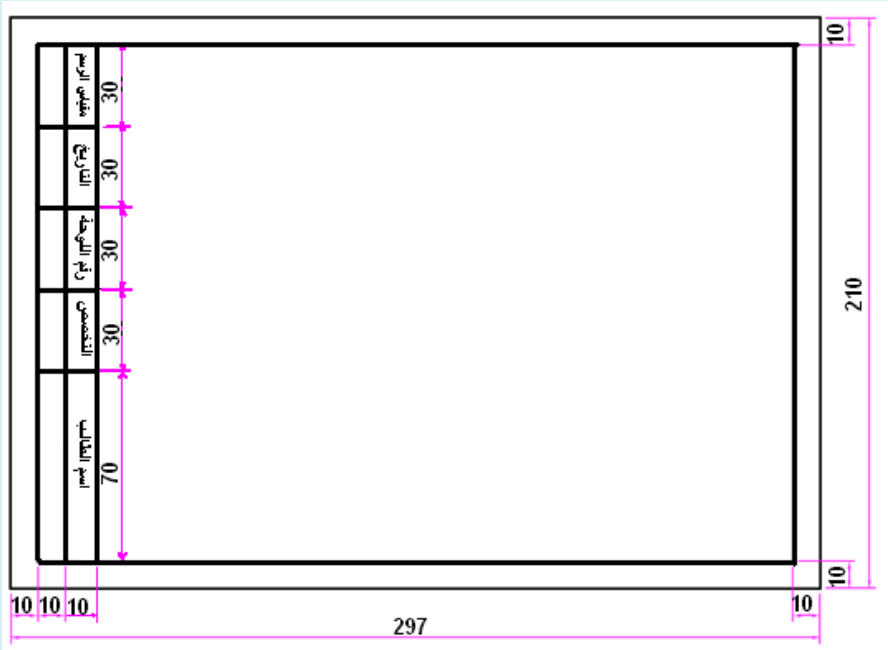
يستعان بالمسطرة حرف T لتثبيت الورقة على طاولة أو لوحة الرسم من زواياها الأربعة بشريط لاصق بحيث تنطبق حافتها العلوية مع الحافة العلوية للمسطرة في وضعها الأفقي الصحيح على طاولة الرسم، الشكل (2-1)، ويلصق الشريط على ركني الورقة السفليين، ثم إزاحة المسطرة إلى الأسفل قليلا لتثبيت الركنين العلويين بالشريط اللاصق كذلك، وذلك للحصول على رسومات دقيقة وللمحافظة على الورقة من التمزق في أثناء تحريك المسطرة عليها.



الشكل 2-1 : طريقة تثبيت ورقة الرسم.

2-2-3 تخطيط لوحة الرسم

يرسم مستطيل ليشكل إطاراً للوحة الرسم باستخدام مسطرة حرف T والمثلثين، ويكون الإطار على بعد 10 mm من جميع حواف ورقة الرسم ليحدد الحيز الفعال للرسم، مع مراعاة أن يتناسب الإطار مع حجم الورقة المستخدمة، وتحتوي اللوحة في الركن الأسفل الأيمن على جدول العنوان أو التعريف، الذي عادة ما يحتوي على عدة حقول يكتب فيها: اسم المؤسسة التعليمية، اسم الرسم أو القطعة، مقياس الرسم (سنأتي على تفصيله لاحقاً)، اسم الرسام والمدقق (اسم الطالب والمدرس)، التأريخ، ورقم اللوحة، والشكل (2-2) يبين أحد النماذج المقترحة لتخطيط اللوحة وجدول المعلومات المناسب للمرحلة الدراسية الحالية.



الشكل 2-2 : إطار لوحة الرسم وجدول المعلومات.

3-2 أنواع الخطوط Lines Types

تستخدم الخطوط في الرسم الهندسي والصناعي لتمثيل الحافات والسطوح الخارجية والداخلية للأجزاء المرسومة، مع تمثيل الأشكال الاسطوانية والدائرية وتبيان قطاعاتها وأبعادها، وبذلك فالخطوط سوف تختلف بعضها عن البعض الآخر بالسمك (سميكة، متوسطة السماكة، ورفيعة)، والشكل (المستمر، المتقطع، والمتعرج)، واللون (في حال الرسم بالحاسوب)، وقلم الرصاص المستخدم (الغامق، الباهت، والخفيف)؛ وذلك لتوضيح الرسوم بشكل دقيق، ويتميز الخط الواحد بكونه ثابت الخواص ومتجانساً أينما استخدم في لوحة الرسم.

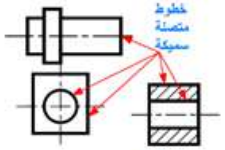
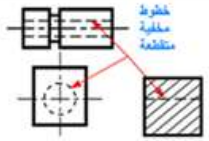
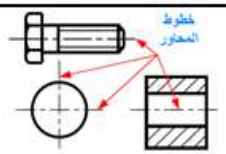
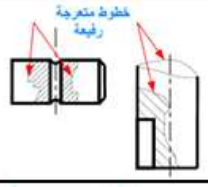
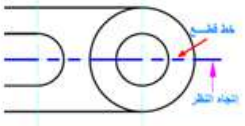
وعليه فإن جميع الرسومات الهندسية والصناعية تحتوي على الأنواع التالية من الخطوط :-

1. خطوط واقعية موجودة في الجسم وهي الخطوط التي تمثل تقاطع السطوح الظاهرة في الجسم، وترسم الخطوط ظاهرة مستمرة وكاملة.
2. الخطوط المختفية وغير الظاهرة من الجسم وقد اصطلح على رسمها بخطوط منقطة، وهي الخطوط التي تمثل تقاطع السطوح المختفية في الجسم.
3. خطوط لا وجود لها في الجسم ولكنها ضرورية لقراءة الرسم وهي خطوط المحاور (المراكز للدوائر ومحاور التناظر) والخطوط المساعدة للأبعاد وخطوط الأبعاد والأرقام الدالة على مقدار البعد والأسهم وخطوط تحديد مسار القطع وخطوط الكسر في المعادن وخطوط التظليل (التهشير) في القطاعات.

وللخطوط أولويات في حالة تطابقها في الرسم وتبدأ الأولوية من الخط الظاهر، ثم الخط المخفي، ثم خط المركز، ثم خط القطع، ثم خط الكسر، ثم خط البعد والامتداد، وأخيرا خطوط التظليل.

والجدول (2-1) يبين المواصفات المذكورة أعلاه، علما أنه يفضل أن تبدأ الرسوم بخط الأساس أو الخط الإنشائي (خط رفيع متصل وباهت) يرسم بشكل مؤقت في بداية تنفيذ الرسم، ثم يستعاض عنه بالخط الظاهر ويمسح ما تبقى منه.

الجدول 2-1 : أنواع الخطوط وأشكالها واستخدامها.

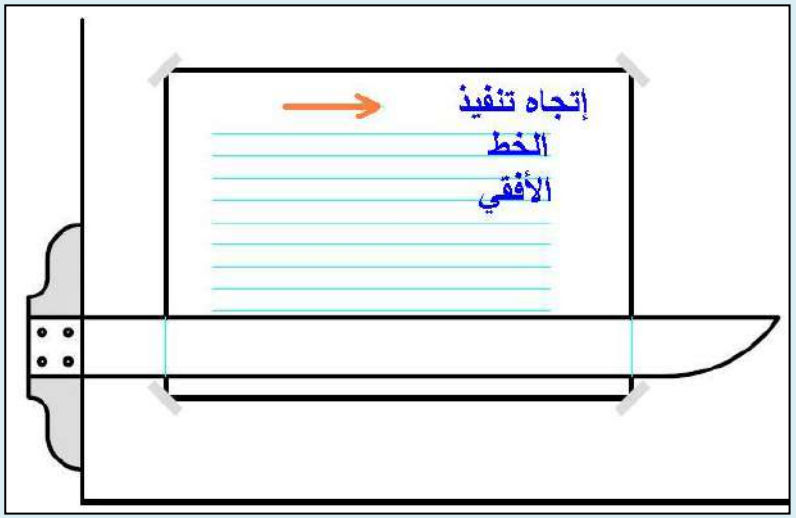
اسم ونوع الخط	سمك الخط (القلم الميكانيكي)	نوع قلم الرصاص (درجة الصلابة)	تطبيقات الاستعمال	توصيف الخط	أمثلة
الخط الإنشائي Constructional Line	0.1 – 0.2	2H - 3H	بداية الرسم ليسهل مسحها تجنباً للخطأ، الخطوط المساعدة، خطوط الأبعاد والامتداد، والتظليل بالقطاعات	خط متصل رفيع	
الخط المرئي Visible Line	0.5 – 0.7	HB	لإظهار الأشكال الأساسية، الحواف والسطوح المرئية	خط عريض متصل فاتح	
الخط المخفي Hidden Line	0.3 – 0.4	H	حافات الأشكال المخفية	خط متقطع بقطع متساوية بطول 2mm وفراغ 1mm.	
خط المحور (المركز) Centre Line	0.3 – 0.5	H	تعيين محاور الأشكال الاسطوانية ومراكز الدوائر	خط متقطع بقطع غير متساوية 2mm و 10mm بفراغ 1mm.	
الخطي المتعرج	0.3 – 0.5	H	تعيين حدود القطع الجزئي أو العناصر الطويلة	خط يدوي حر، رفيع ومتعرج	
خط القطع Cutting Line	0.7 – 1.0	HB – B1	تمثيل مستوي القطع	خط متقطع بقطع غير متساوية 3mm و 15mm بفراغ 2mm.	

ومن الضروري في هذه المرحلة ذكر بعض الإرشادات الواجب إتباعها لإنجاز لوحة رسم دقيقة ونظيفة ومرتبة كما يأتي:-

1. تنظيف الطاولة (الرحلة أو البورد) وأدوات الرسم بشكل جيد قبل البدء بالرسم.
2. تهيئة أقلام الرصاص وبريها بعيداً عن لوحة الرسم تجنباً لتلوثها ببقايا الكرافيت .
3. المحافظة على نظافة اليدين بشكل دائم ولاسيما من العرق.
4. الإبقاء على قلم الرصاص (عند عدم استعمال القلم الميكانيكي) مبرياً دائماً في أثناء الرسم.
5. باستعمال ممحاة من نوع ملائم، الإبقاء على لوحة الرسم خالية من مخلفات المسح وإزالتها بقطعة قماش أو فرشاة تنظيف.
6. عند استخدام الفرجال يجب أن يكون الرأس المعدني المدبب أطول من رأس الرصاص بحوالي 0.5 mm.
7. تجنب استخدام مسطرة القياس في رسم الخطوط، وتستعمل فقط لقياس الأبعاد.

1-3-2 رسم الخط الأفقي بالمسطرة حرف T

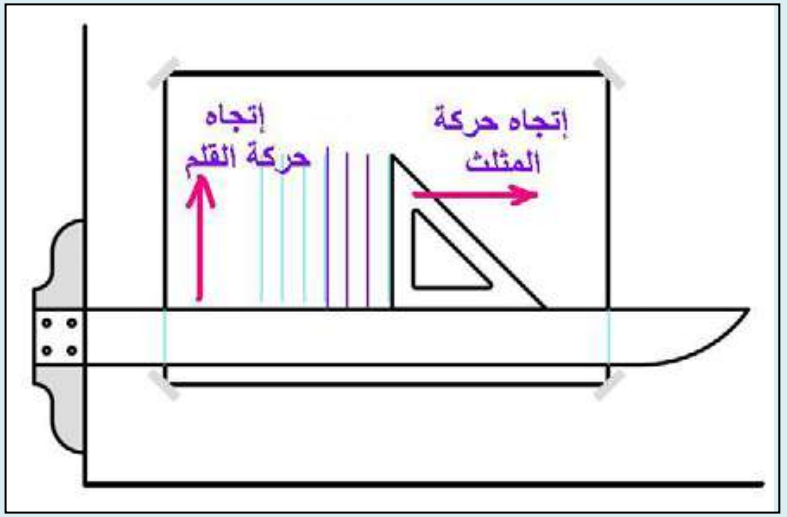
بعد تثبيت الورقة على لوحة الرسم، ولرسم خط أفقي بالمسطرة نضع المسطرة بحيث ينطبق طرفها على الحافة اليسرى للوحة الرسم (الطاولة) بحيث يكون ذراعها أفقياً مع الورقة، وينفذ الخط من اليسار إلى اليمين، الشكل (2-3).



الشكل 2-3 : رسم الخطوط الأفقية بواسطة المسطرة.

2-3-2 رسم الخط العمودي بالمسطرة حرف T

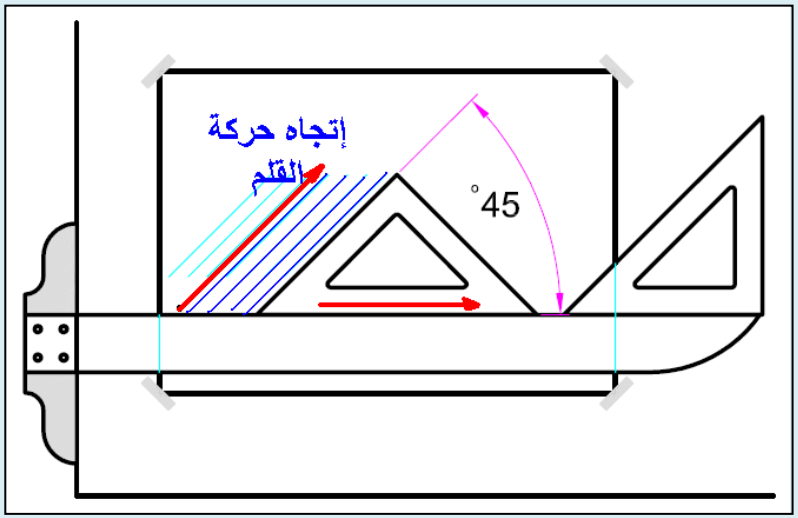
تستخدم المسطرة والمثلث معا لرسم الخطوط الرأسية إذ تثبت المسطرة في الوضع الصحيح، ويوضع المثلث بحيث ينطبق أحد ضلعي الزاوية القائمة على حافتها العلوية؛ إذ ترسم الخطوط من الأسفل إلى الأعلى على امتداد الحافة القائمة كما في الشكل (2-4).



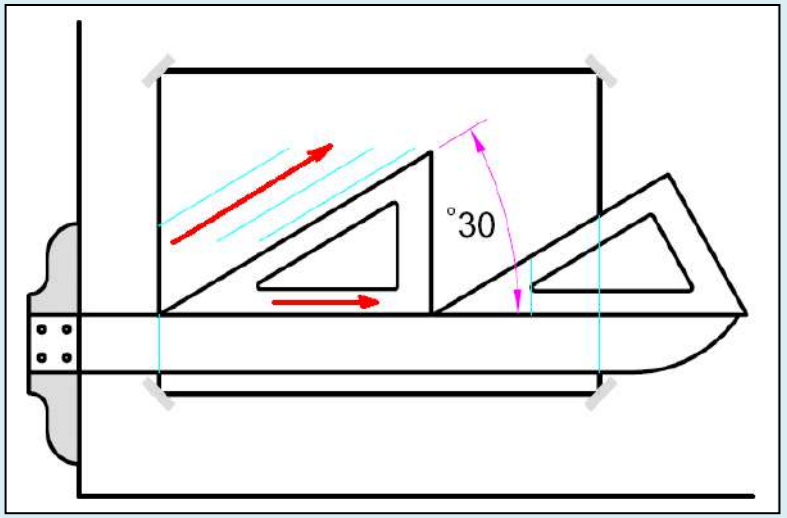
الشكل 2-4 : رسم الخطوط العمودية بواسطة المسطرة.

3-3-2 رسم الخط المائل بالمسطرة حرف T

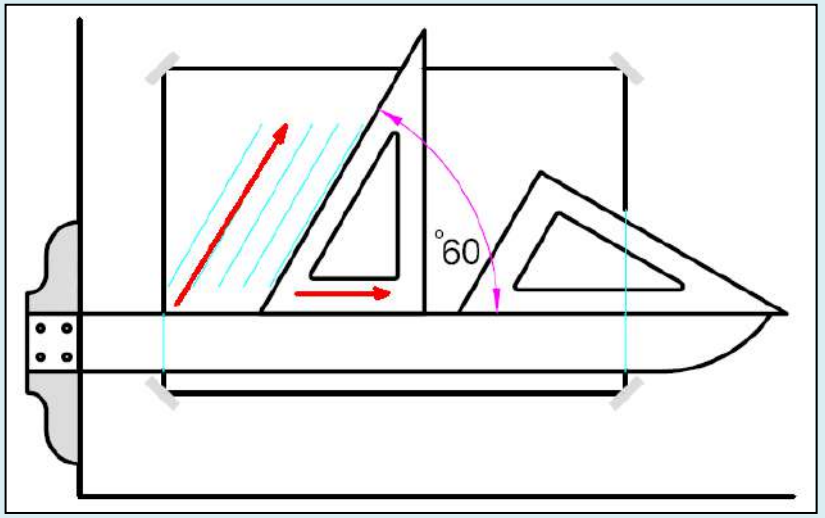
الأشكال التالية (2-5)، (2-6)، (2-7) و(2-8) تبين أوضاع المثلثات في رسم الخطوط المائلة بزاوية.



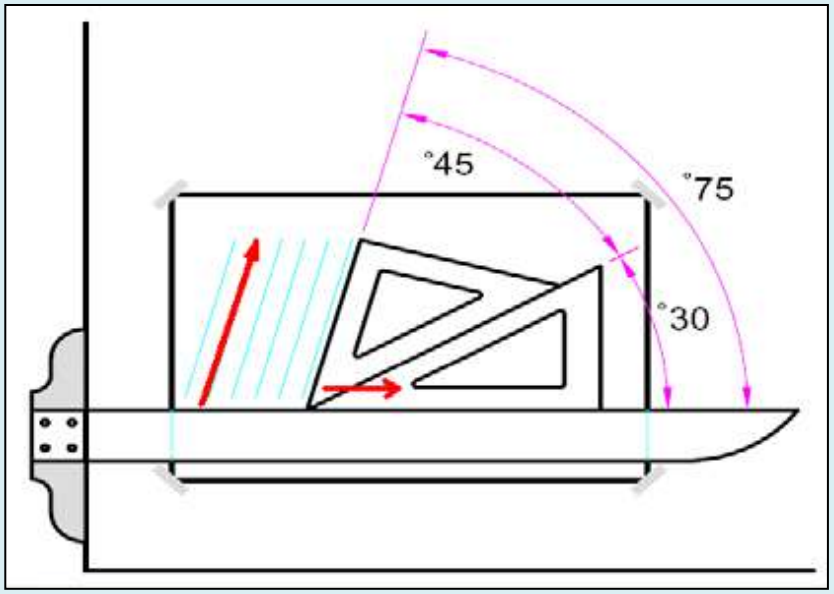
الشكل 2-5 : رسم الخطوط المائلة بزاوية 45 درجة.



الشكل 2-6 رسم الخطوط المائلة بزاوية 30 درجة.



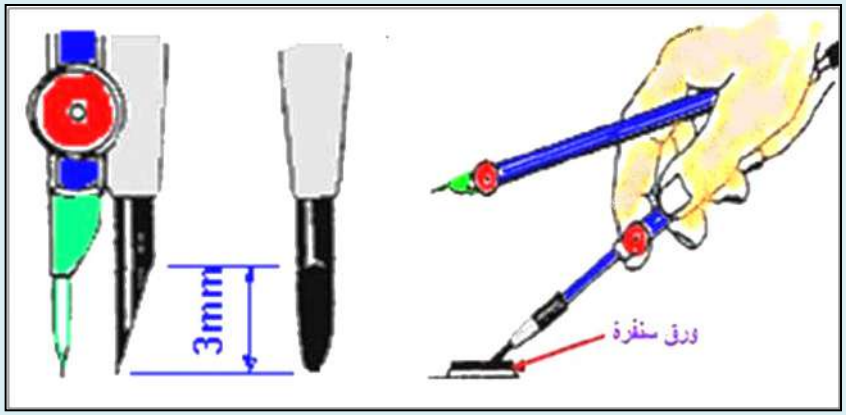
الشكل 2-7 : رسم الخطوط المائلة بزاوية 60 درجة.



الشكل 2-8 رسم الخطوط المائلة بزاوية 75 درجة.

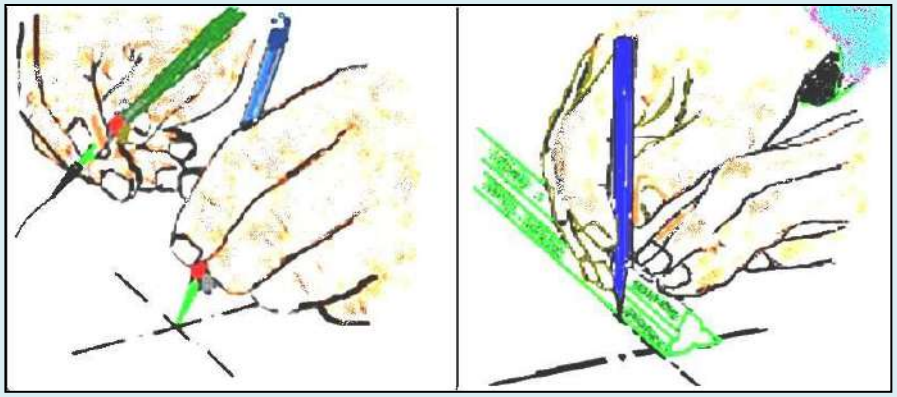
2-3-4 رسم الدوائر

قبل رسم الدوائر أو الأقواس يجب تهيئة الطرف الحامل لقلم الرصاص أو لبه من الفرجال وذلك ببريه للحصول على السمك المطلوب، ويتم ذلك أيظاً باستخدام ورق السنفرة Sand Paper على أن يصبح طول نصل الرصاص بحدود 3 mm، الشكل (2-9).



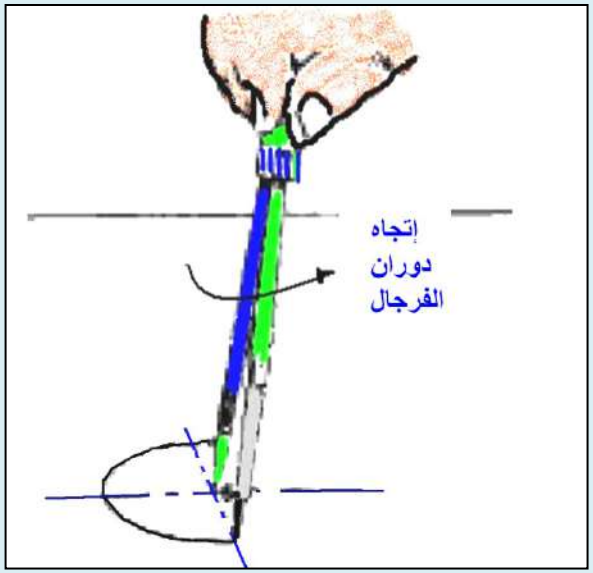
الشكل 2-9 : طريقة تهيئة الفرجال.

يرسم خطان متعامدان (خط محور) لتعيين مركز الدائرة، ثم يحدد نصف قطر الدائرة (أو القوس) على ورقة الرسم بوساطة تدريجات مسطرة القياس، بعدها توضع إبرة الفرجال على مركز الدائرة والطرف الثاني (لب الرصاص) على النقطة المحددة، الشكل (2-10).



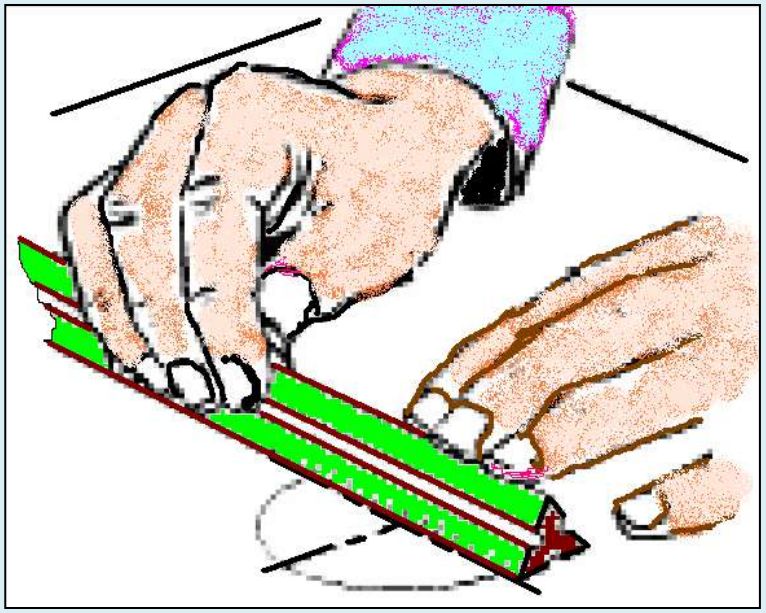
الشكل 2-10 : تحديد نصف قطر الدائرة.

ترسم الدائرة بمسك رأس الفرجال وتدويره بخلاف اتجاه عقارب الساعة، الشكل (2-11).



الشكل 2-11 : طريقة رسم الدائرة.

اخيرا يفضل التأكد من قياس قطر الدائرة بواسطة مسطرة القياس كما في الشكل (2-12).

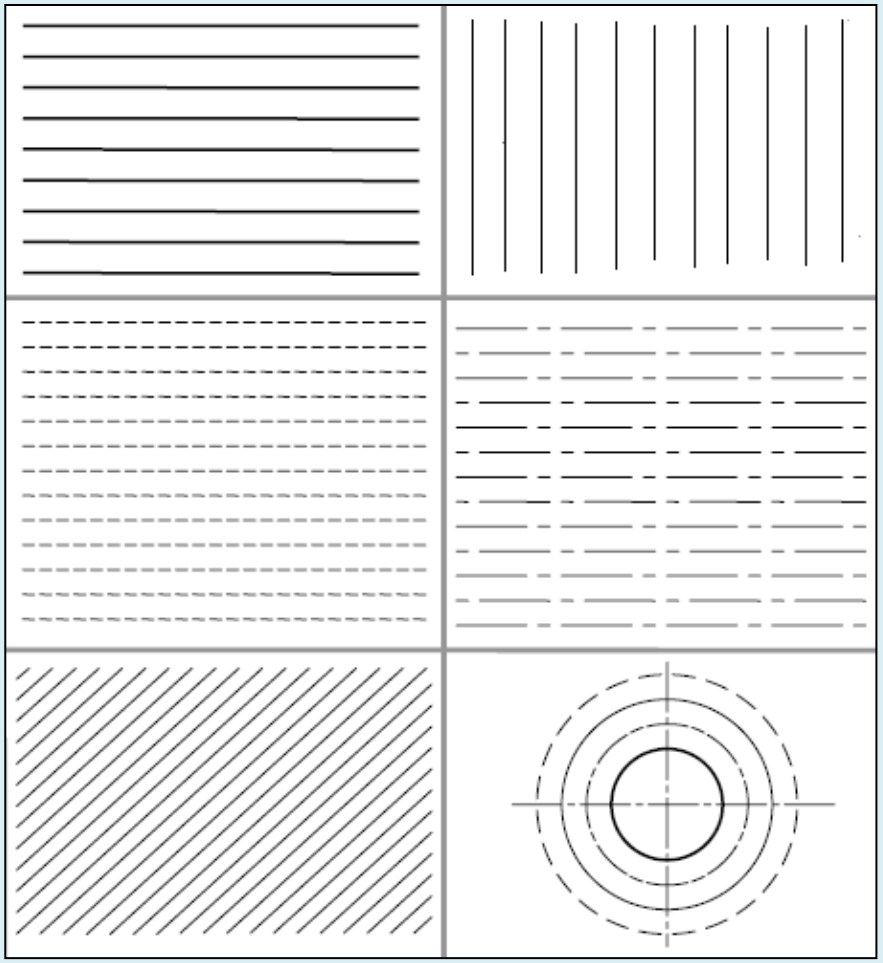


الشكل 2-12 : التأكد من القياس.

4-2 تمارين وتطبيقات

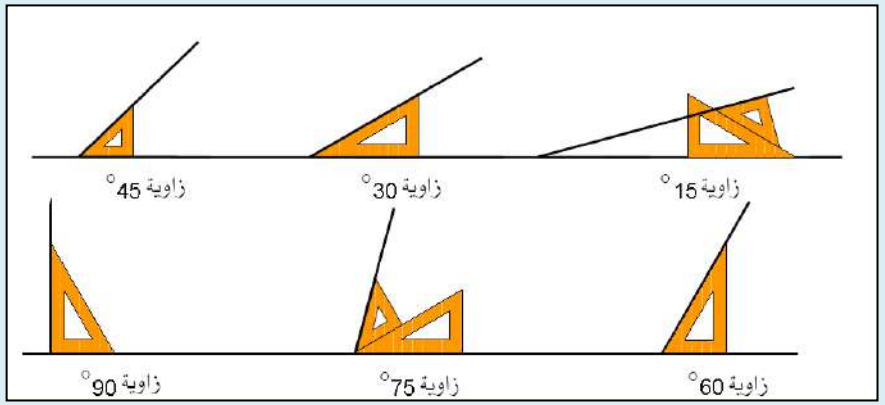
1-4-2 عدد أنواع الخطوط المستخدمة في الرسم الهندسي وأماكن استخدام كل نوع منها، مع توضيح لأشكالها.

2-4-2 بعد رسم الجدول على ورقة الرسم قم بتقسيم المساحة الباقية إلى ستة أجزاء متساوية، ثم ارسم أنواع الخطوط المبينة في الشكل (2-13)، بمسافات بينية مناسبة بين الخطوط.



الشكل 2- 13 : تمرين أنواع الخطوط.

3-4-2 ارسم مستخدما المسطرة حرف T والمثلثين، الزوايا 15 درجة ومضاعفاتها، راجع الشكل (2-14).

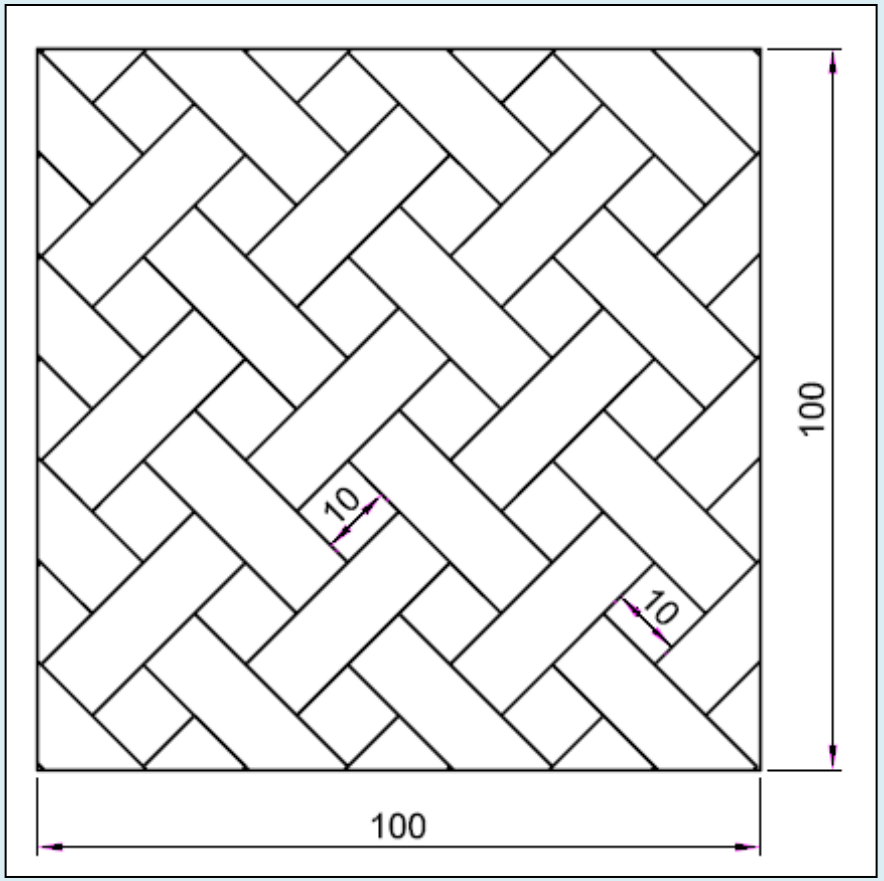


الشكل 2-14 : رسم الزاوية 15 درجة ومضاعفاتها باستخدام المثلثات.

4-4-2 أجب بكلمة صح أو خطأ، وصحح موقع الخطأ لما يأتي:-

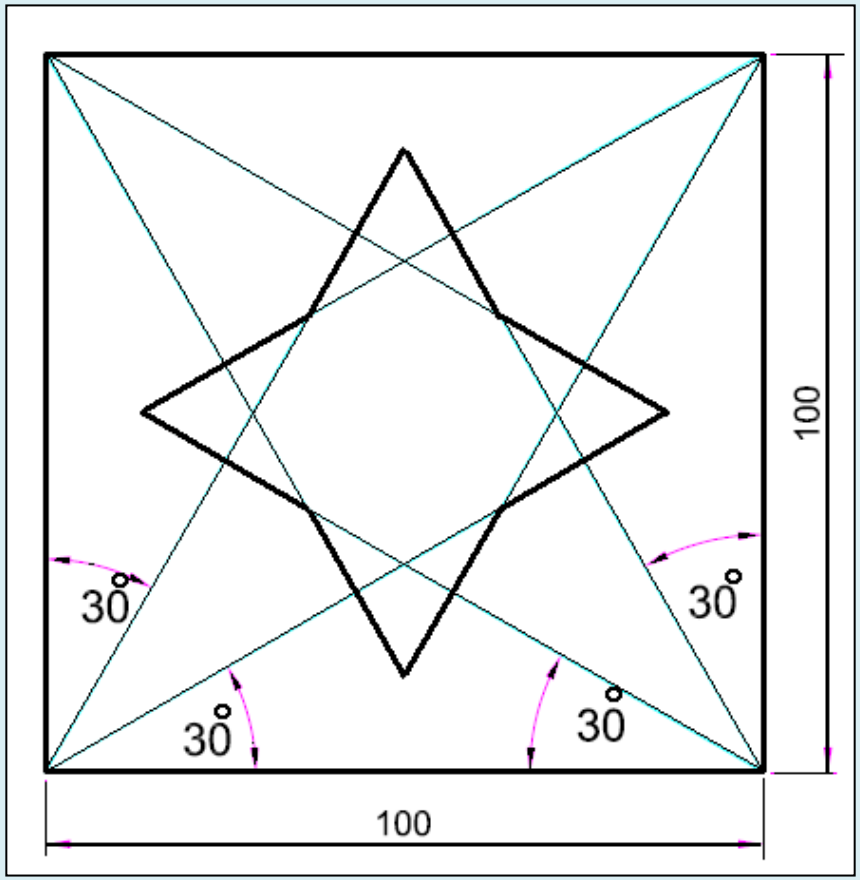
- ❖ **ترسم الخطوط الظاهرة بخط متصل رفيع.**
- ❖ **يرسم خط الكسر بخط رفيع متعرج.**
- ❖ **ترسم خطوط التهشير بخطوط مائلة سميكة.**
- ❖ **ترسم الخطوط الرأسية (العمودية) من الأعلى إلى الأسفل.**
- ❖ **ترسم الخطوط المخفية بخط متقطع رفيع.**
- ❖ **يوضع جدول المعلومات داخل الإطار في الركن الأسفل الأيسر.**
- ❖ **تحفظ ورقة الرسم بثنيها إلى أربعة طبقات.**
- ❖ **عند رسم الدوائر يمسك الفرجال من طرفه ويدوّر عكس اتجاه عقرب الساعة.**

5-4-2 ارسم الشكل (2-15) مستخدما المسطرة حرف T والمثلثات وقلم الرصاص HB وبحسب القياسات المبينة.



الشكل 2-15 .

6-4-2 ارسم الشكل (2-16) مستخدماً المسطرة حرف T والمثلثات وأقلام الرصاص HB و H2 وبحسب القياسات المبينة .

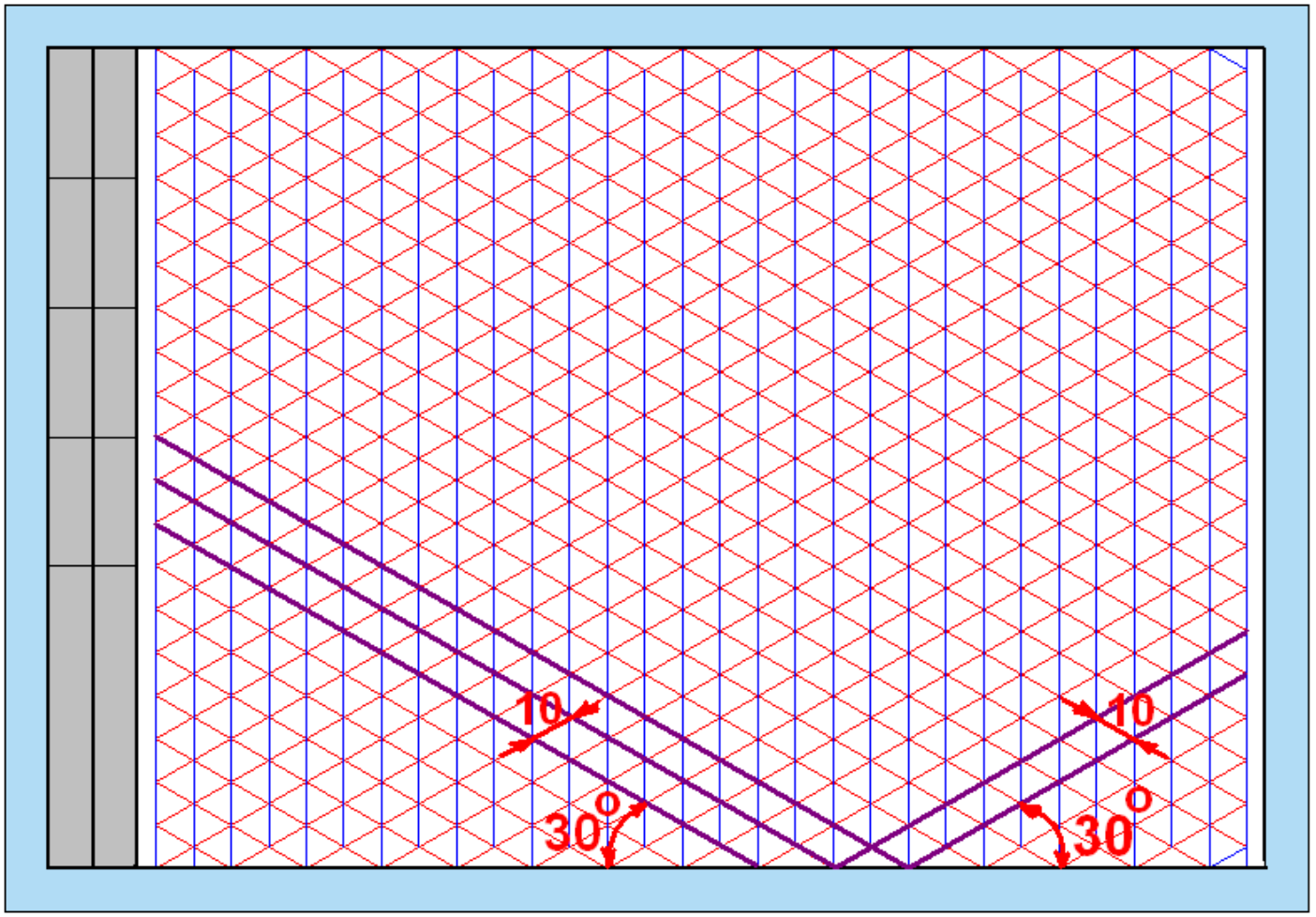


الشكل 2-16.

7-4-2 بعد رسم الإطار والجدول على ورقة الرسم A4 (بقلم HB)، ارسم في المساحة الباقية (ضع الورقة في الاتجاه الأفقي)، الشبكة المبينة في الشكل (2-17)، وكما يأتي:-

1. ارسم الخطوط المائلة بزاوية 30 درجة (من الجانبين)، مستخدماً قلم الرصاص (H2) والمسطرة حرف T والمثلث المناسب، على أن تكون المسافة بين الخطوط المائلة 10 mm .
2. ارسم الخطوط العمودية بالتوصيل بين نقاط العقد الناتجة من التقاء الخطوط المائلة.

ملاحظة: ستكون المسافة بين الخطوط العمودية 8.66 mm وهي صعبة التنفيذ فيما لو رسمت بالبداية.



الشكل 2-17.

الفصل الثالث
العمليات الهندسية
المتعلقة بالخط المستقيم

أهداف الفصل الثالث

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:-

1. يتقن استخدام الأدوات الهندسية.
2. ينصف الخط المستقيم.
3. يقيم الأعمدة على المستقيمات.
4. يقسم المستقيم على أي عدد من الأقسام المتساوية.
5. يرسم مستقيماً يوازي مستقيماً معلوماً.
6. ينصف أي زاوية.
7. يرسم زوايا مختلفة ذات قيم خاصة باستخدام المثلثات أو الفرجال.

1-3 تمهيد

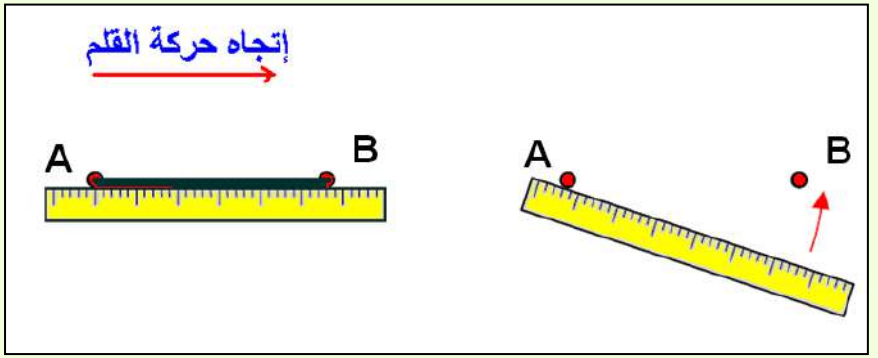
إن أهمية تعلم العمليات الهندسية وطرق تنفيذها وإتقانها تكمن في كونها تكسب الرسام المهارة في تنفيذ الخطوط الهندسية ورسمها واستحضارها عند مواجهة تلك العمليات في أثناء تنفيذ اللوحات، مما يجعل تعلمها ضرورياً؛ لأنها توفر الوقت والجهد وتساعد في الحصول على رسومات دقيقة وجيدة باستعمال أدوات الرسم البسيطة ووسائله.

ملاحظة: عند تنفيذ رسم العمليات الهندسية أو إعادتها يراعى ما يأتي :-

1. تنفيذ خطوات العمل على رسم واحد، إذ رسمت على عدة مراحل للتوضيح.
2. عدم مسح مراحل التنفيذ (كالأقواس) بعد الانتهاء من رسم العملية.

2-3 تنصيف الخط المستقيم

المستقيم من أهم عناصر الرسم الهندسي وبالرغم من بساطته لابد من إتباع الخطوات الصحيحة لرسمه على الرغم من كونها تبدو بديهية، ولرسم خط مستقيم تحدد النقطتان A و B بقلم الرصاص ثم نضع حافة المسطرة (أو المثلث) بحيث تلامس إحدى النقاط، ثم يتم تحريكها إلى أن تصل للنقطة الأخرى، الشكل (3-1)، نرسم خط (من اليسار إلى اليمين) يصل بين النقطتين.



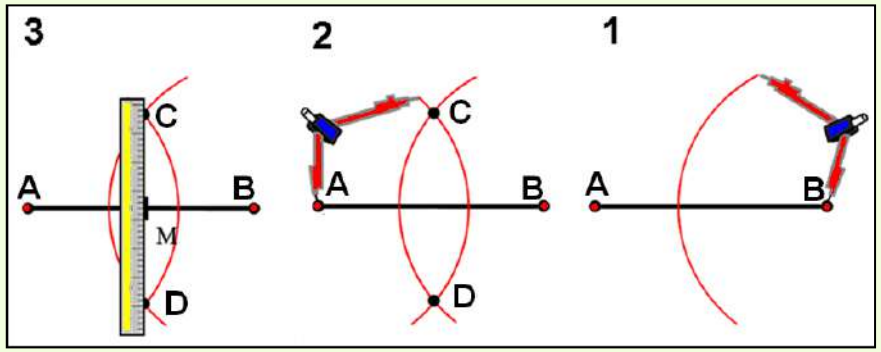
الشكل 3-1 : طريقة رسم خط مستقيم يصل بين نقطتين.

ولتنصيف الخط المستقيم AB يمكن استخدام الفرجال أو المثلث، وفيما يأتي طريقة الفرجال، الشكل (3-2) :-

1. نركز الفرجال في النقطة B ونرسم قوسا بفتحة تكون أكبر بقليل من نصف المستقيم (يمكن تقديرها بالنظر).
2. نثبت الفرجال بالنقطة A ونرسم قوسا آخر بنفس الفتحة، بحيث يتقاطع القوسان عند النقطتين C و D.
3. نضع المسطرة فوق النقطتين لنحدد منتصف المستقيم بخط صغير ونحصل على النقطة M.

وعند توصيل المستقيم CD نحصل على عمود منصف للمستقيم.

أما طريقة المثلث فنتركها للطالب نشاطاً صفياً.



الشكل 3-2 : تنصيف المستقيم باستخدام الفرجال.

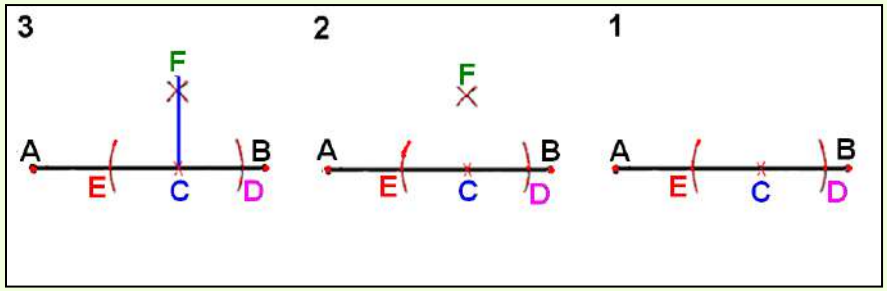
3-3 إقامة عمود على مستقيم

في كثير من الأحيان نحتاج لإقامة عمود على مستقيم معلوم بدون استخدام المثلث قائم الزاوية؛ وذلك توخياً للدقة، وقد يكون العمود من نقطة على المستقيم أو خارجة عنه.

3-3-1 من نقطة معلومة عليه

المستقيم AB والنقطة C معلومة عليه، لإقامة عمود من النقطة المعلومة نتبع ما يأتي، الشكل (3-3):-

1. نركز الفرجال في النقطة C، بفتحة مناسبة، نرسم قوسين يقطعان المستقيم على جانبي النقطة في D و E .
2. نركز الفرجال في النقطة D، بفتحة أكبر من نصف ED، نرسم قوساً في الجهة العلوية من المستقيم، ونكرر الرسم لقوس آخر من النقطة E ليتقاطع القوسان في النقطة F.
3. نصل النقطتين C و F بمستقيم يكون هو العمود المطلوب.

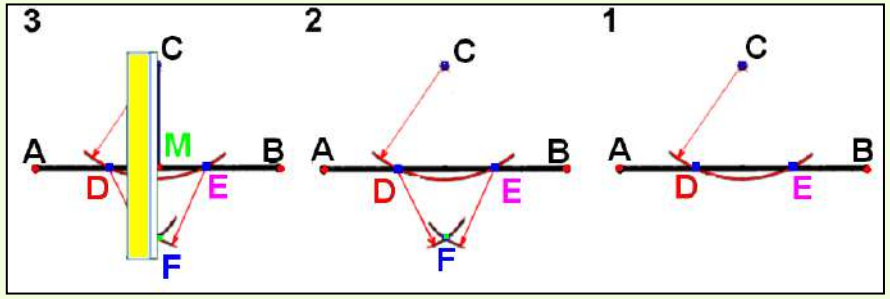


الشكل 3-3 : إقامة عمود على مستقيم من نقطة معلومة عليه.

3-3-2 من نقطة معلومة خارجة عنه

المستقيم AB والنقطة C معلومة خارجة عنه، لإقامة عمود من النقطة المعلومة نتبع ما يأتي، الشكل (3-4):-

1. نركز الفرجال في النقطة C، بفتحة مناسبة، نرسم قوساً يقطع المستقيم في النقطتين D و E .
2. نركز الفرجال في النقطة D، وبفتحة مناسبة نرسم قوساً في الجهة السفلية من المستقيم، ونكرر رسم قوس آخر من النقطة E ليتقاطع القوسان في النقطة F.
3. باستخدام المسطرة وبانطباقها على النقطتين C و F نرسم مستقيماً يكون عمودياً على المستقيم AB في النقطة M.

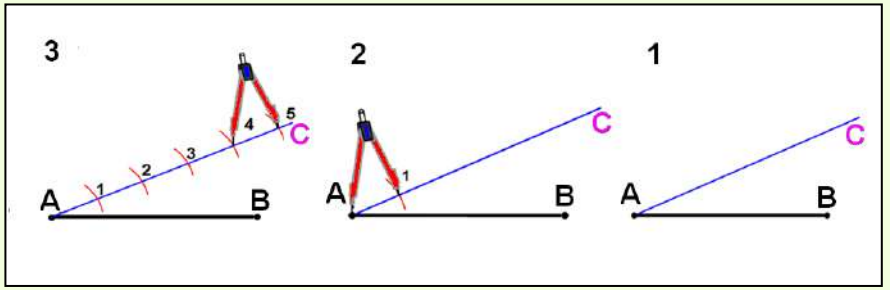


الشكل 3-4 : إقامة عمود على مستقيم من نقطة خارجة عنه.

4-3 تقسيم المستقيم على عدد من الأقسام المتساوية

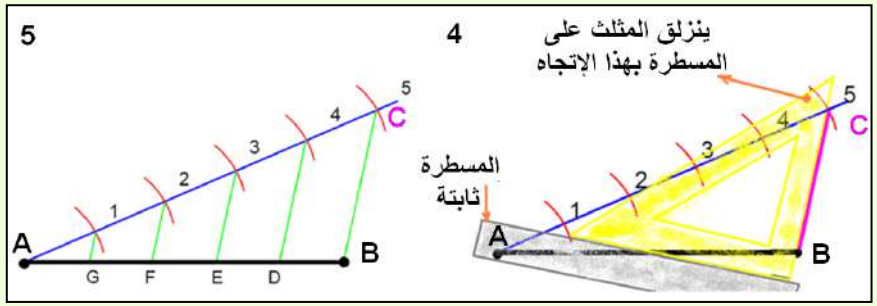
المستقيم AB مطلوب تقسيمه على عدد معين من الأجزاء المتساوية، ولتكن خمسة أجزاء على سبيل المثال. نتبع ما يأتي :-

1. نرسم خطاً يمر بالنقطة A ويكون زاوية حادة، وليكن AC.
2. نركز الفرجال عند النقطة A لرسم قوس بأيّة فتحة كانت ليتقاطع مع المستقيم AC عند النقطة 1.
3. نركز الفرجال عند النقطة 1 وبنفس الفتحة السابقة نكرر رسم قوس يتقاطع مع المستقيم AC عند النقطة 2 ، وهكذا تكرر العملية للحصول على عدد الأجزاء المطلوبة، التي هي في المثال خمسة أجزاء للوصول إلى النقطة 5، الشكل (3-5).



الشكل 3-5 مراحل تقسيم خط مستقيم لخمسة أقسام متساوية.

4. باستخدام المثلث قائم الزاوية نصل المستقيم 5B مع إسناد المثلث من قاعدته بواسطة مسطرة، يراعى تثبيتها بشكل جيد وعدم تحريكها، ثم يحرك المثلث ليكون على النقطة 4 تماماً ويوصل خط مستقيم منها نحو المستقيم AB ليقطعه عند النقطة D، سيكون هذا الخط موازيا للمستقيم 5B ، الشكل (3-6).
5. نكرر رسم الخطوط المتوازية من بقية النقاط 3، 2، والنقطة 1، بالطريقة المذكورة نفسها لنحصل على النقاط E، F، و G وبذلك نحصل على خمسة أجزاء متساوية للمستقيم AB، ويمكن تقسيم المستقيم على نسب، وذلك بتوصيل المستقيمات التي تحقق النسبة ومثال على تقسيم المستقيم بنسبة 2:1 يتم تقسيم المستقيم AC على ثلاثة أقسام (1+2) وتوصيل الأجزاء 1G و 3E فقط لتكون النسبة بين AG إلى AF كنسبة 2:1.



الشكل 3-6 : الحصول على أجزاء متساوية للمستقيم AB.

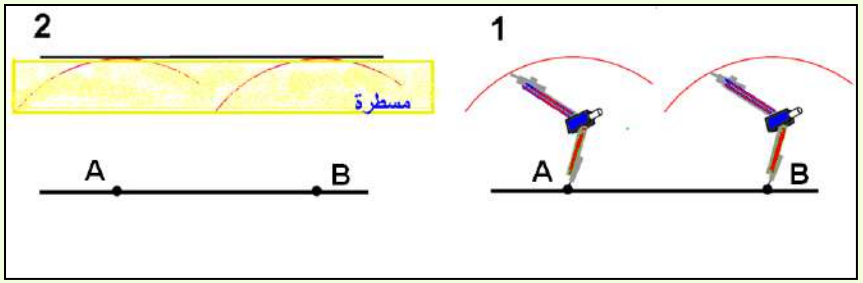
5-3 رسم مستقيم يوازي مستقيم معلوم

في اغلب الرسومات الهندسية يتكرر رسم الخطوط المتوازية والتي غالباً ما ترسم بواسطة المسطرة حرف T، ولكن يمكن استعمال الفرجال لرسم تلك الخطوط، كما يأتي :-

1-5-3 على بعد معلوم منه

المستقيم المعلوم AB، لرسم مستقيم موازي له يبعد عنه مسافة معلومة، نتبع ما يأتي، الشكل (7-3) :-

1. نفتح الفرجال بفتحة مقدارها المسافة المعلومة (على مسطرة قياس)، ثم نركز في النقطة A لرسم قوس باتجاه المستقيم المطلوب، نكرر القوس في النقطة B بنفس فتحة الفرجال .
2. نرسم مستقيماً يمس القوسين المذكورين باستعمال المسطرة أو المثلث للحصول على المستقيم المطلوب.

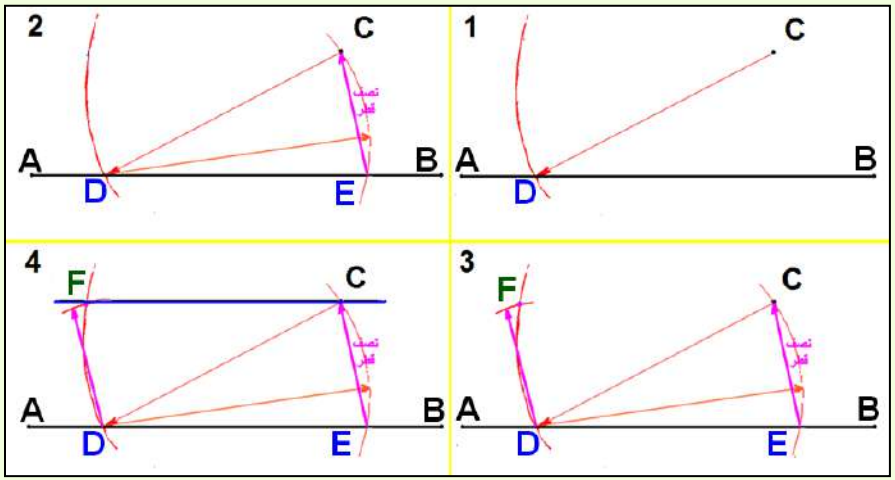


الشكل 3-7: رسم مستقيم موازٍ لمستقيم معلوم.

2-5-3 من نقطة معلومة خارجة عنه

المستقيم المعلوم AB، والنقطة C تبعد بمسافة معينة منه، لرسم مستقيم يمر بالنقطة C ويوازي المستقيم AB نتبع ما يأتي، الشكل (8-3) :-

1. نركز الفرجال في النقطة C، بفتحة غير محددة، نرسم قوساً يقطع المستقيم AB في نقطة D، قريباً من الطرف A.
2. نركز الفرجال في النقطة D، بالفتحة نفسها، نرسم قوس يقطع المستقيم AB في النقطة E وستكون من الطرف الآخر من جهة الطرف B ، وبهذا حصلنا على مسافة (نصف قطر) لنفتح الفرجال بمقدارها وهي EC.
3. نركز الفرجال في النقطة D وبالفتحة الجديدة EC نرسم قوساً يقطع القوس الأول في النقطة F.
4. نصل بين النقطة C والنقطة F بخط مستقيم ليكون هو الموازي للخط AB.

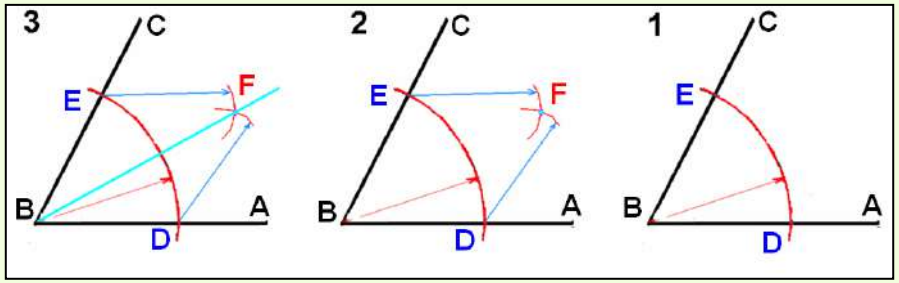


الشكل 3-8 : رسم مستقيم موازٍ لمستقيم معلوم من نقطة معلومة.

6-3 تنصيف زاوية معلومة

الزاوية المعلومة ABC ، لغرض تنصيفها إلى قسمين متساويين نتبع ما يأتي، الشكل (3-9) :-

1. نركز الفرجال في رأس الزاوية B ، وبفتحة مناسبة نرسم قوس ليقطع ضلعي الزاوية في النقطتين D و E.
2. نركز الفرجال في النقطة D وبفتحة مناسبة (لا تتجاوز ضلعي الزاوية) نرسم قوس باتجاه فتحة الزاوية، ثم نركز الفرجال في النقطة E ، لرسم قوس آخر وبالفتحة السابقة نفسها، ليتقاطع القوسان في النقطة F.
3. نصل بين النقطة F والنقطة B ليكون المستقيم FB هو المنصف للزاوية.



الشكل 3-9 : تنصيف زاوية معلومة.

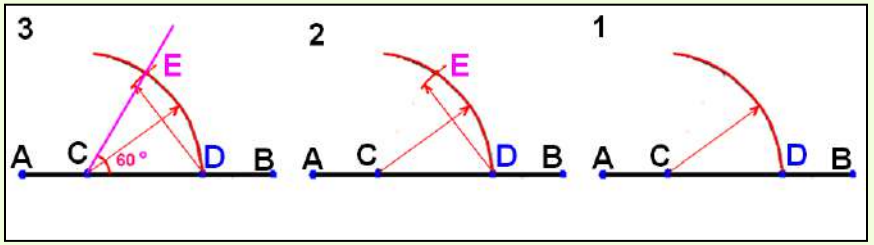
7-3 رسم زوايا لقيم متعددة

يمكن رسم الزوايا باستخدام منقلة القياس وذلك بالاستعانة بالتدريجات الموجودة عليها والتي تمثل قيم الزوايا بالدرجات، ويمكن رسم الزوايا باستخدام المثلثات، ومثلما مر سابقاً، لرسم زوايا قيمتها 15 درجة ومضاعفاتها، ويمكن باستخدام الفرجال الحصول على بعض الزوايا بإتباع خطوات متسلسلة ليتم الحصول على الكثير من قيم الزوايا، كما يأتي:-

3-7-1 رسم الزوايا باستخدام الفرجال

أ) رسم زاوية 60 درجة، الشكل (3-10):-

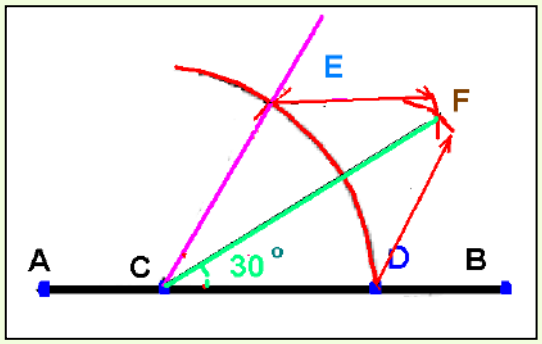
1. المستقيم المعلوم AB نركز الفرجال في نقطة عليه (قريبة من الطرف A) ولتكن النقطة C وبفتحة مناسبة نرسم قوس ليتقاطع مع المستقيم في النقطة D.
2. نركز الفرجال في النقطة D وبالفتحة السابقة نفسها نرسم قوساً يتقاطع مع القوس الأول في النقطة E.
3. نصل خطاً مستقيماً بين النقطة E والنقطة C لينتج الزاوية ECB وقيمتها 60 درجة.



الشكل 3-10: رسم زاوية قيمتها 60 درجة باستخدام الفرجال.

ب) رسم زاوية 30 درجة، الشكل (3-11) :-

1. نرسم زاوية 60 درجة بنفس الطريقة المذكورة أعلاه (3-7-1-أ).
2. نركز الفرجال في النقطة D لرسم قوس باتجاه فتحة الزاوية، نكرر القوس مع النقطة E ليتقاطع القوسان في النقطة F، نصل المستقيم FC ليصبح منصّف للزاوية 60 درجة، والزاوية FCB مقدارها 30 درجة.

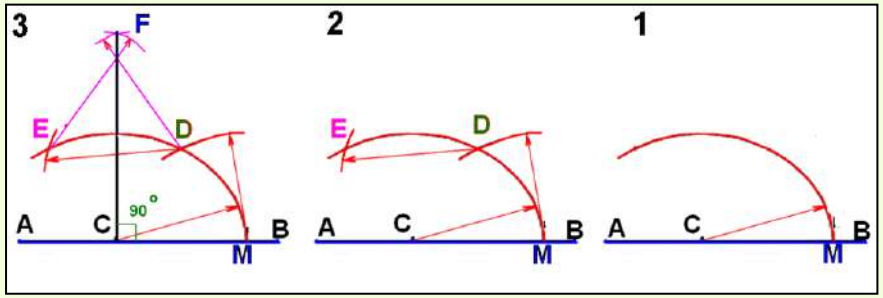


الشكل 3-11 : رسم زاوية قيمتها 30 درجة باستخدام الفرجال.

ج) رسم زاوية 90 درجة (قائمة)، الشكل (3-12).

1. المستقيم المعلوم AB، نركز الفرجال في نقطة عليه (قريبة من الطرف A) ولتكن النقطة C وبفتحة مناسبة نرسم قوساً ليتقاطع مع المستقيم في النقطة M.
2. بنفس الفتحة نركز الفرجال في النقطة M ونرسم قوساً يقطع القوس الأول في النقطة D، نكرر العمل ونركز في النقطة D لرسم قوس ثالث يقطع القوس الأول في النقطة E.

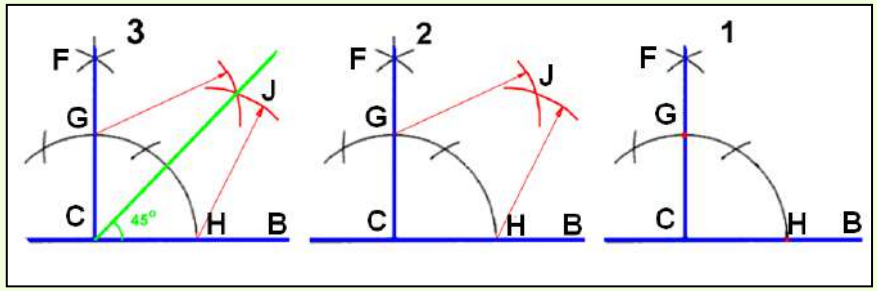
3. نركز الفرجال في النقطة D وبفتحة مناسبة (باتجاه أعلى القوس الأول) نرسم قوساً، نكرر العمل مع النقطة E ونرسم قوساً يتقاطع مع القوس الأخير في النقطة F، نصل المستقيم CF ليكون عموديا على المستقيم AB ليشكل الزاوية القائمة MCF.



الشكل 3-12 : رسم زاوية قائمة 90 درجة باستخدام الفرجال.

د) رسم زاوية 45 درجة، الشكل (3-13).

1. نرسم زاوية قيمتها 90 درجة HCG بنفس الطريقة السابقة الذكر أعلاه (3-7-1- ج).
2. بفتحة فرجال مناسبة نركز في النقطة H لرسم قوس (باتجاه منتصف الزاوية القائمة)، وبالفتحة نفسها نركز الفرجال في النقطة G لرسم قوس آخر يتقاطع مع القوس الأول في النقطة J.
3. نصل بين النقطة J والنقطة C بمستقيم منصف للزاوية القائمة لنحصل على الزاوية JCB وقيمتها 45 درجة.

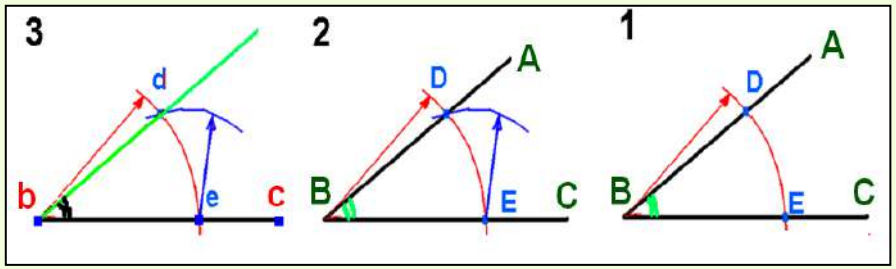


الشكل 3-13 : رسم زاوية قيمتها 45 درجة باستخدام الفرجال.

3-7-2 رسم زاوية بنفس قيمة زاوية أخرى

في حالة نقل أو تكرار (إنشاء) زاوية معينة، يمكن - باستخدام الفرجال- الحصول على زاوية متطابقة مع زاوية موجودة (الزاوية ABC زاوية حادة ذات قيمة معلومة) كما يأتي، الشكل (3-14):-

1. نركز الفرجال في رأس الزاوية (النقطة B) وبفتحة مناسبة نرسم قوساً يقطع ضلعي الزاوية في النقطة D والنقطة E.
2. نقيس المسافة DE إذ نركز في النقطة E لأخذ القياس.
3. المرحلة الثانية هي نقل القياسات إلى منطقة الرسم الجديدة، إذ نرسم المستقيم bc، وبفتحة بقدر المسافة BD نركز الفرجال في أحد طرفي المستقيم وليكن الطرف b لرسم قوس يقطع المستقيم المرسوم في النقطة e، ثم ننقل القياس بفتحة للفرجال مقدارها المسافة ED لنركز في e ونرسم قوساً يتقاطع مع القوس الأول في النقطة d، نصل المستقيم db ليكوّن زاوية dbc وهي متطابقة مع الزاوية ABC.



الشكل 3-14 :رسم ونقل زاوية ذات قياس معين.

8-3 تمارين وتطبيقات

ملاحظة:- في تمارين العمليات الهندسية تكتب خطوات العمل بالتسلسل مع الإبقاء على مراحل التنفيذ (الأقواس والحروف) في لوحة الرسم.

1-8-3 المستقيم المعلوم AB، باستخدام طريقة الفرجال، حدد نقطة المنتصف، (C) ثم ارسم مستقيماً عمودي عليها.

2-8-3 قسم المستقيم AB على ثلاثة أجزاء بنسبة 3:2:1 مستخدما الفرجال والمسطرة والمثلث قائم الزاوية.

3-8-3 ارسم مستقيماً موازياً للمستقيم AB من نقطة C التي تبعد عنه 20mm، مستخدما طريقة الفرجال مرة، وطريقة المسطرة حرف T مرة أخرى.

4-8-3 باستعمال منقلة الزوايا، ارسم الزاوية ABC مقدارها 40 درجة، ثم نصفها مستخدماً الفرجال والمسطرة أو المثلث لرسم الخطوط.

5-8-3 باستخدام طريقة الفرجال مرة وطريقة مسطرة الحرف T والمثلث قائم الزاوية مرة أخرى، ارسم الزاوية ABC مقدارها 90 درجة.

6-8-3 باستخدام طريقة الفرجال مرة وطريقة مسطرة الحرف T والمثلث المناسب مرة أخرى، ارسم الزاوية ABC مقدارها 60 درجة.

7-8-3 باستخدام طريقة الفرجال مرة وطريقة مسطرة الحرف T والمثلث المناسب مرة أخرى، ارسم الزاوية ABC مقدارها 30 درجة.

8-8-3 باستخدام طريقة الفرجال مرة وطريقة مسطرة الحرف T والمثلث المناسب مرة أخرى، ارسم الزاوية ABC مقدارها 45 درجة.

9-8-3 ارسم زاوية مستخدماً طريقة النقل لزاوية منفرجة مقدارها 120 درجة، وطول ضلعيها 60mm لكل منهما، بإتباع طريقة الفرجال، راجع الخطوات المذكورة في الفقرة (3-7-2).

الفصل الرابع
العمليات الهندسية المتعلقة
بالمثلث والدائرة

أهداف الفصل الرابع

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:-

1. يلم بعناصر المثلث وأنواعه.
2. يرسم المثلث بمعلومة أضلاعه .
3. يلم بعناصر الدائرة .
4. يرسم الدائرة والمماس.

1-4 تمهيد

تُعد العمليات الهندسية من الأمور المهمة في الرسم الهندسي مثلما مر بالفصل السابق لأنها توفر الوقت والجهد فضلاً عن كونها توسع المدارك في فهم الحركات وتسلسلها، مع اكتساب المهارة اللازمة في أثناء تنفيذها؛ إذ يمكن بواسطتها تجنب المعوقات التي تواجه الرسام في أثناء رسمه وتعلمه، الطريقة السليمة لرسم الأشكال الهندسية والخطوط المتعلقة بها.

وفي هذا الفصل سيتم التطرق لطرق ومراحل رسم كل من الدائرة والمثلث، بعد أن تعرفنا عليهما في ضمن الأشكال الهندسية في الفصل الأول.

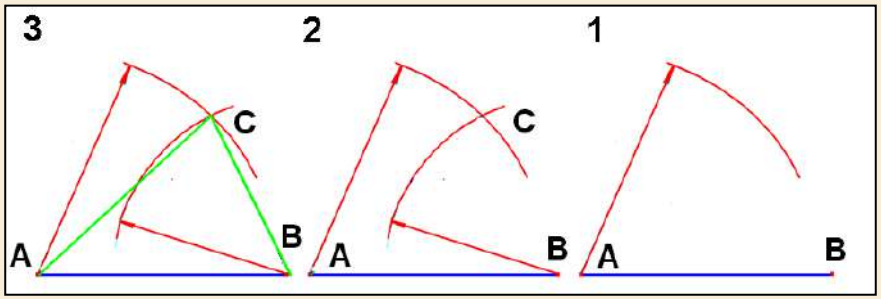
2-4 المثلث Triangle

سبق أن تعرفنا في الفصول السابقة على المثلث، وسنتطرق إلى طريقة رسمه، فمن الممكن رسم المثلث بعدة طرق، منها استخدام الفرجال والمسطرة، وقد اخترنا ما نراه مناسبا لفائدة الطالب في هذه المرحلة الدراسية وحاجته لتلك العمليات الهندسية في تنفيذ لوحات الرسم.

1-2-4 رسم المثلث بمعلومة طول أضلاعه

لرسم المثلث ABC، طول أضلاعه معلومة نقوم بما يأتي، الشكل (4-1):-

1. نرسم أحد أضلاع المثلث وليكن AB بالبعد المعلوم،بعد ذلك نقيس بواسطة الفرجال بمقدار طول الضلع الثاني ونرسم قوساً من نهاية طرف الضلع الأول من النقطة A.
2. نفتح الفرجال بمقدار الضلع الثالث ومن النهاية الأخرى للضلع الأول، النقطة B، نرسم قوسا آخر ليتقاطع مع القوس الأول في النقطة C.
3. نصل تقاطع القوسين (النقطة C) مع طرفي الضلع الأول للحصول على المثلث المطلوب.

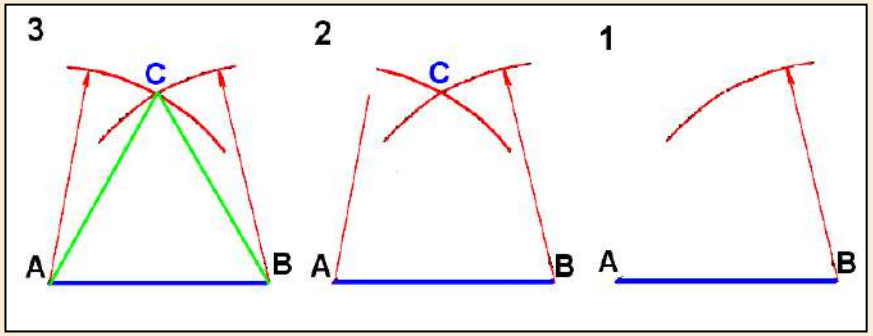


الشكل 4-1 : رسم مثلث بمعلومة طول أضلاعه.

2-2-4 رسم المثلث متساوي الأضلاع

لرسم مثلث ABC متساوي الأضلاع، نقوم بما يأتي، الشكل (4-2):-

1. نرسم أحد أضلاع المثلث وليكن AB بالبعد المعلوم، بعد ذلك بواسطة الفرجال نقيس مقدار طول الضلع AB، نركز في نهاية طرف الضلع الأول، في النقطة B ونرسم قوساً باتجاه أعلى المستقيم.
2. نركز الفرجال في الطرف الآخر من المستقيم وبالفتحة نفسها، نرسم قوساً يتقاطع مع القوس الأول في النقطة C.
3. نصل النقطة C مع أطراف المستقيم في النقطة A والنقطة B للحصول على المثلث المطلوب.



الشكل 4-2 : رسم مثلث متساوي الأضلاع باستخدام الفرجال.

4-3 الدائرة Circle

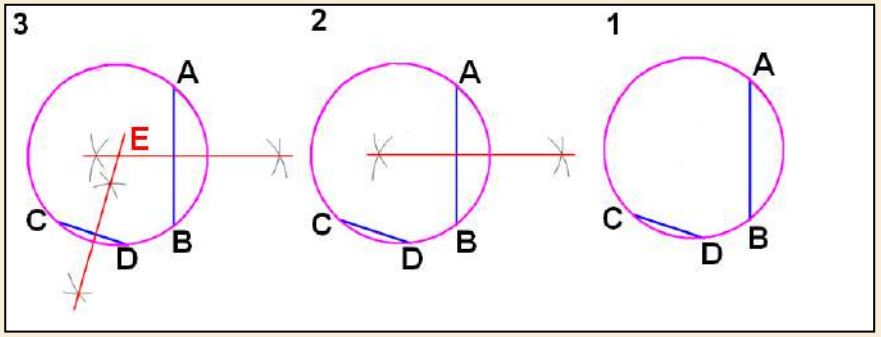
تعرفنا في الفصل الأول على الدائرة وما يتعلق بها من تسميات، وفي الفصل الثاني على طريقة رسمها بواسطة الفرجال، وسنتطرق في هذا الفصل إلى طرق رسم الأقواس ومماس الدائرة، كما يأتي :-

4-3-1 إيجاد مركز قوس أو دائرة

من مبدأ أن العمود المنصف لأي وتر دائرة يمر بمركزها.

في الدائرة (أو القوس) مجهولة المركز، نجد هذا المركز (الشكل 4-3)، وكما يأتي:-

1. نرسم أي وترين غير متوازيين على محيط الدائرة، AB و CD.
2. نقيم عموداً منصفاً على الوتر AB، (راجع الفقرة 3-2).
3. نكرر رسم عمود مع الوتر CD، فتكون نقطة تلاقي العمودين E هي مركز الدائرة أو القوس.



الشكل 4-3 : إيجاد مركز دائرة معلومة.

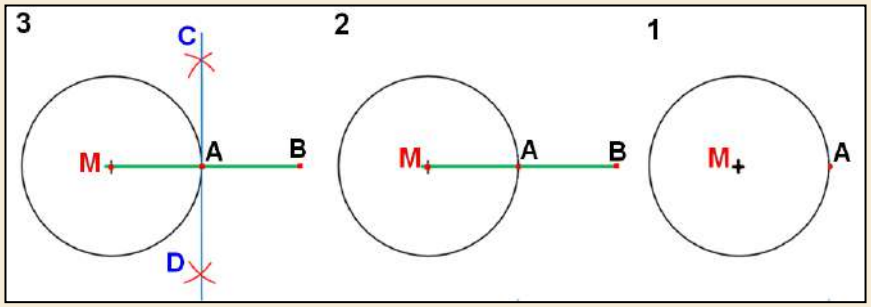
4-3-2 رسم مماس لدائرة

المماس هو المستقيم الذي يمس محيط الدائرة في نقطة واحدة تسمى نقطة التماس ويكون عموديا على نصف القطر المار بتلك النقطة، ويرسم المماس من نقطة معلومة على محيط الدائرة أو نقطة خارجة عنها.

أ) من نقطة معلومة على محيطها.

الدائرة المعلومة التي مركزها M ونقطة معلومة تقع على محيطها، لرسم مماس للدائرة يمر بالنقطة المعلومة نتبع ما يأتي، الشكل (4-4):-

1. نعين نقطة A على محيط الدائرة.
2. نصل MA ونمده إلى النقطة B بحيث يكون MA مساوياً إلى AB.
3. نركز في النقطتين M وB بفتحة فرجال واحدة مناسبة وأكبر من MA لنرسم قوسين يتقاطعان في كل من C و D (راجع الفقرة 3-2) ليصبح المستقيم CD هو المماس المطلوب.

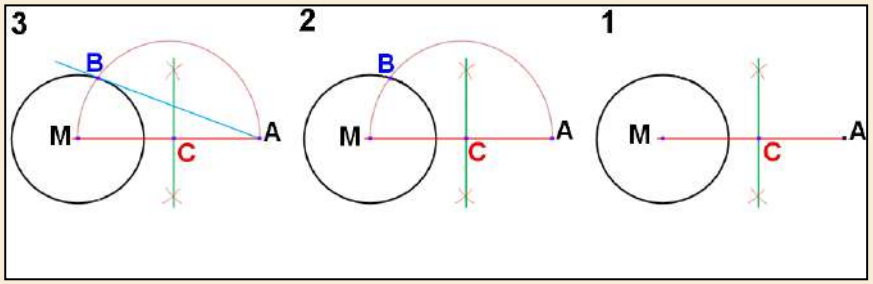


الشكل 4-4 : رسم مماس لدائرة من نقطة على محيطها.

ب) من نقطة معلومة خارج الدائرة.

الدائرة المعلومة التي مركزها M والنقطة المعلومة A تقع خارجها، لرسم مماس للدائرة من النقطة المعلومة، الشكل (4-5)، نتبع ما يأتي :-

1. نصل مركز الدائرة مع النقطة المعلومة A بالمستقيم MA وننصفه في النقطة C، (راجع الفقرة 3-2).
2. نركز الفرجال في C، بفتحة مقدارها CA نرسم قوساً يقطع الدائرة في النقطة B.
3. نصل المستقيم AB ليكون هو المماس المطلوب.



الشكل 4-5 رسم مماس لدائرة من نقطة معلومة خارجة عنها.

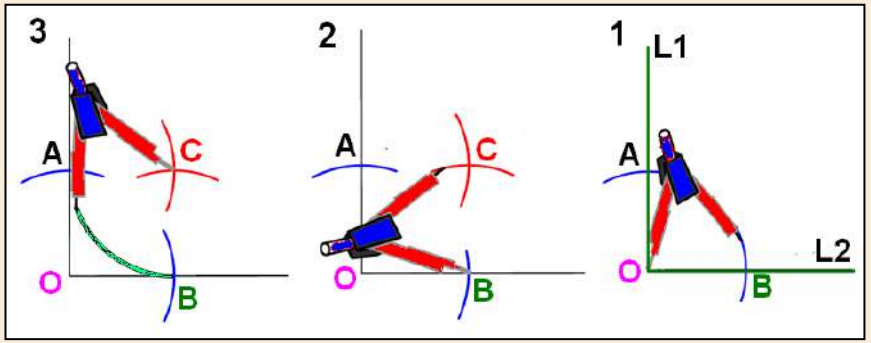
4-3-3 رسم الأقواس Arcs بنصف قطر معلوم

أ) رسم قوس يمس مستقيمين متعامدين.

المستقيمان المتعامدان L1 و L2 في النقطة O، لرسم قوس يمسهما بنصف قطر معلوم، الشكل (4-6)، نتبع ما يأتي:-

1. نركز الفرجال في النقطة O وبفتحة نصف قطر معلومة نرسم قوس ليقطع المستقيمان المتعامدان في النقطتين A وB .
2. بنفس فتحة الفرجال نركز في النقطة A ونرسم قوس، ونعيد العملية ونركز الفرجال في النقطة B ونرسم قوس ليتقاطع مع القوس الأول في النقطة C.

3. نركز الفرجال في النقطة C ونرسم القوس المطلوب ليمر بالنقطتين A وB، ويمسح تقاطع المستقيمين (في النقطة O) ليحل محله القوس.

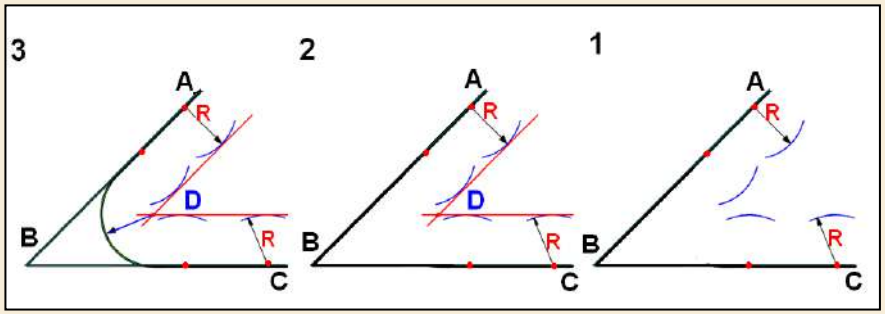


الشكل 4-6 : رسم قوس يمس مستقيمين متعامدين.

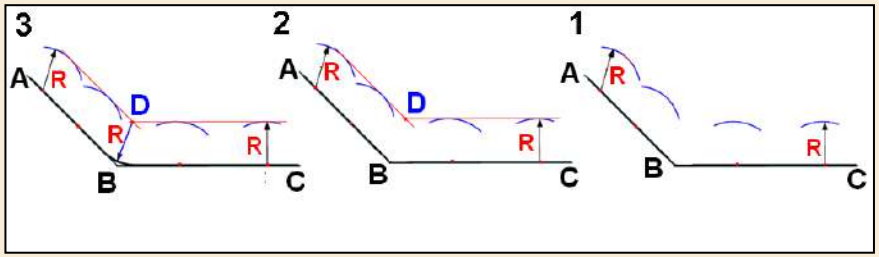
ب) رسم قوس يمس مستقيمين متقاطعين (ضلعي زاوية معلومة).

المستقيمان المتقاطعان AB و BC يشكلان زاوية معلومة (حادة، منفرجة، أو قائمة)، لرسم قوس بنصف قطر معلوم يمس المستقيمين (أو ضلعي الزاوية)، الشكل (4-7) والشكل (4-8)، نتبع ما يأتي:-

1. بفتحة مقدارها R نرسم أقواس من الداخل لغرض رسم موازيات لضلعي الزاوية، (راجع الفقرة 3-5-1).
2. نرسم مستقيمين موازيين للمستقيمين AB و BC يمدان على استقامتهما ليتقاطعان في النقطة D.
3. بنفس الفتحة R نركز الفرجال في النقطة D لرسم القوس المطلوب الذي يمس ضلعي الزاوية.



الشكل 4-7 : رسم قوس يمس ضلعي زاوية حادة.

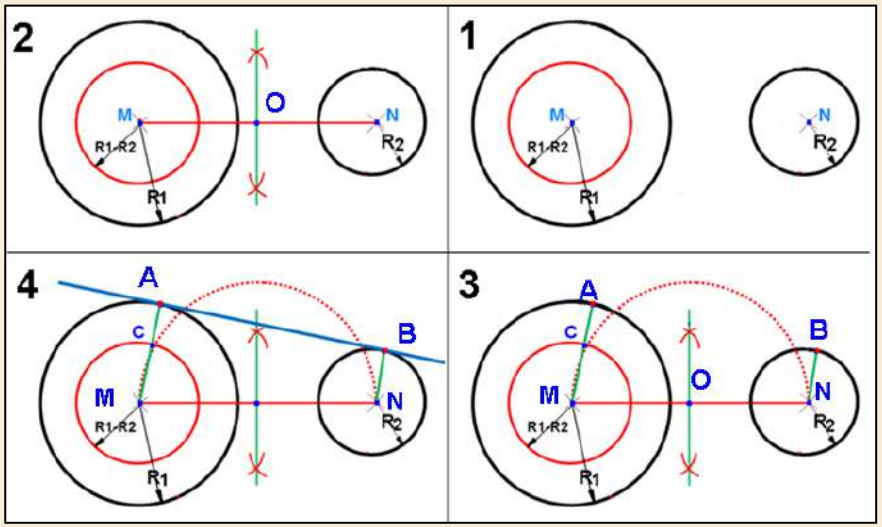


الشكل 4-8 : رسم قوس يمس ضلعي زاوية منفرجة.

4-3-4 رسم مماس لدائرتين معلومتين من الخارج

الدائرتان المعلومتان مركزاهما M وN ونصف قطراهما R1 و R2، لرسم مماس لهما من الخارج، الشكل (4-9)، نتبع ما يأتي :-

1. نركز في M بفتحة فرجال تساوي الفرق بين نصفي قطري الدائرتين نرسم دائرة بقطر (R1-R2).
2. نصل بين مركزي الدائرتين M و N، وننصف المستقيم MN في النقطة O، (راجع الفقرة 3-2).
3. بفتحة مقدارها OM نركز الفرجال في النقطة O، ونرسم قوساً يقطع الدائرة M (التي نصف قطرها R1-R2) في النقطة C، بعدها نصل MC ليقطع امتداده الدائرة M في النقطة A، نرسم موازي له من مركز الدائرة N ليقطع محيطها في النقطة B، (عند رسم الموازي اتبع طريقة المسطرة الثابتة والمثلث المتحرك).
4. نصل المستقيم AB ليكون هو المستقيم المماس لدائرتين من الخارج.



الشكل 4-9 : رسم مماس لدائرتين معلومتين من الخارج.

ويمكن رسم المماس من الداخل بنفس الخطوات سابقة الذكر مستعملا العلاقة (R1+R2) في رسم الدائرة في الخطوة (1) بدلا عن الفرق بينهما.

4-4 تمارين وتطبيقات

ملاحظة:- في تمارين العمليات الهندسية تكتب خطوات العمل بالتسلسل مع الإبقاء على مراحل التنفيذ (الأقواس والحروف) في لوحة الرسم.

4-4-1 ارسم المثلث ABC، إذا كانت أطوال أضلاعه هي 55mm, 45mm, 60mm.

4-4-2 ارسم المثلث ABC متساوي الساقين إذا كان طول ساقيه 60mm وطول قاعدته 40mm.

4-4-3 ارسم مثلثاً متساوي الأضلاع إذا كان طول ضلعه 65mm، ثم أقم أعمدة على أضلاعه الثلاثة تمر برؤوس المثلث.

4-4-4 ارسم مثلثاً متساوي الأضلاع إذا كان ارتفاعه 55mm، (استعمل نظرية فيثاغورس في استخراج طول الضلع).

4-4-5 ارسم دائرة قطرها 68mm بدون ترك أثر للمركز بقلم الرصاص، ثم جد مركز الدائرة، من مبدأ أن العمود المنصف لأي وتر دائرة يمر بمركزها.

4-4-6 الدائرة التي مركزها N ونصف قطرها 25mm، ارسم مماس للدائرة يمر بالنقطة P التي تقع على محيطها.

4-4-7 الدائرة التي مركزها C وقطرها 60mm، ارسم مماساً للدائرة من النقطة B التي تبعد عن المركز مسافة 50mm.

4-4-8 المستقيمان المتعامدان OA و OB في النقطة O، ارسم قوساً يمسهما بنصف قطر 20mm.

4-4-9 مستخدماً تدريجات المنقلة، ارسم الزاوية ABC ومقدارها 40 درجة، ثم ارسم قوساً يمسهما بنصف قطر 25mm.

4-4-10 مستخدماً تدريجات المنقلة، ارسم الزاوية ABC ومقدارها 140 درجة، ثم ارسم قوساً يمسهما بنصف قطر 35mm.

4-4-11 ارسم المماس الخارجي لدائرتين، نصف قطر الأولى 30mm ونصف قطر الثانية 55mm، والبعد بين مركزيهما 75mm.

4-4-12 ارسم المماس الداخلي لدائرتين، نصف قطر الأولى 20mm ونصف قطر الثانية 30mm، والبعد بين مركزيهما 80mm.

الفصل الخامس

العمليات الهندسية المتعلقة بالمضلعات المنتظمة

أهداف الفصل الخامس

بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل سيكون الطالب قادراً على أن :-

1. يلم بأنواع المضلعات وأشكالها المنتظمة ويتعرف على المضلعات غير المنتظمة.
2. يرسم المضلعات المنتظمة (المربع، المستطيل، المعين، متوازي الأضلاع، المخمس، المسدس، أي مضلع منتظم داخل دائرة) بمعلومة بعض عناصرها.
3. يعرف القطاعات المخروطية والقطع الدائري والقطع الناقص .
4. يرسم القطع الناقص بعدة الطرق .

1-5 تمهيد

إذا تساوت أضلاع المضلع وكذلك جميع زواياه سمي بالمضلع المنتظم، ويمكن بعدها رسم دائرة تمر برؤوسه، ويمكن معرفة مقدار زاوية أي مضلع بمعرفة عدد أضلاعه من خلال العلاقة الآتية :-

$$\propto = \frac{(2 \times n - 4) \times 90}{n}$$

إذ أن:

α = قيمة زاوية المضلع المنتظم.

n = عدد الأضلاع.

تسمى المضلعات Polygons نسبة إلى عدد أضلاعها، فالمضلع الرباعي والخماسي والسداسي، نسبة لعدد الأضلاع 4، 5، و 6 وهكذا.

وسنعرض في هذا الفصل الطرق الهندسية المتبعة لرسم المضلعات بشكل دقيق باستخدام أدوات الرسم التقليدية، إذ يواجه الرسام في أثناء تنفيذ اللوحات الهندسية أشكالاً لمضلعات لا يمكن رسمها إلا بإتباع إحدى الطرق التي ستذكر لاحقا.

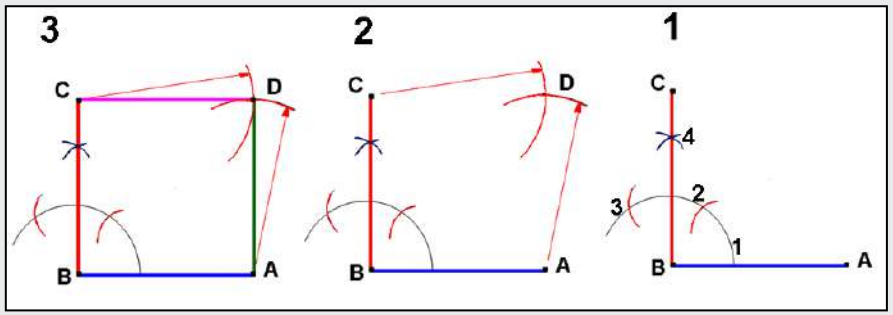
2-5 المربع Square

سطح مستو محاط بأربعة خطوط مستقيمة متساوية الطول وزواياه الأربعة قوائم (مضلع رباعي منتظم)، ومن الممكن رسم المربع بواسطة المسطرة حرف T والمثلث قائم الزاوية، ولكن عندما يتطلب أن يكون المربع في غير مستوى المسطرة نحتاج أن نجد طريقة للرسم، كما في الطرق الآتية :-

1-2-5 رسم مربع بمعلومة طول ضلعه

المستقيم المعلوم AB، لرسم مربع طول ضلعه المستقيم المعلوم، الشكل (5-1)، نتبع ما يأتي:-

1. نقيم عمود على المستقيم AB في أحد طرفيه، إذ نركز الفرجال في النقطة B ، وبفتحة مناسبة نرسم قوس يقطع المستقيم المعلوم في النقطة 1، نركز فيها الفرجال بنفس الفتحة ونقسم القوس إلى جزأين للحصول على النقاط 2 و 3، (كما مر سابقا)، نركز فيهما الفرجال لرسم قوسين يتقاطعان في النقطة 4، نصل المستقيم 4B ونمده إلى النقطة C ليكون (AB=BC).
2. نركز الفرجال في النقطة A ثم في النقطة C وبفتحة مقدارها طول المستقيم المعلوم AB نرسم قوسين يتقاطعان في النقطة D.
3. نصل AD وCD فيكون الشكل ABCD هو المربع المطلوب.



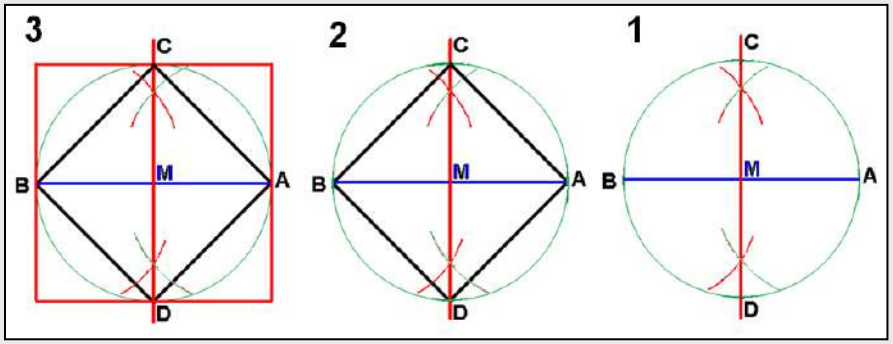
الشكل 5-1 : رسم مربع بمعلومة طول ضلعه.

2-2-5 رسم مربع داخل دائرة معلومة وخارجها

لرسم المربع داخل الدائرة المعلومة والتي مركزها M، (تمس رؤوسه محيط الدائرة) ورسم مربع خارجها (تمس أضلاعه محيط الدائرة)، الشكل (5-2)، نتبع ما يأتي :-

1. نرسم القطر AB (يمر بالمركز M) ونقيم عموداً عليه في نقطة المركز، (راجع الفقرة 3-3-1)، ليقطع المحيط في النقطتين C و D.
2. نصل AC، CB، BD و DA لنحصل على المربع الداخلي المطلوب.

3. نرسم موازيات للمحورين AB و DC، (راجع الفقرة 3-5-1)، للحصول على المربع الخارجي.



الشكل 5-2 : رسم مربع داخل وخارج دائرة معلومة.

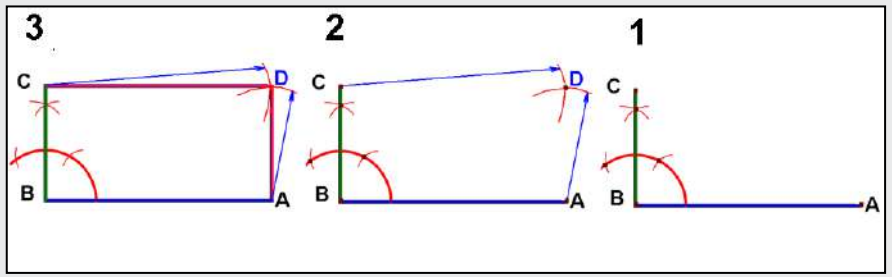
3-5 المستطيل Rectangle

سطح مستو محاط بأربعة خطوط مستقيمة كل اثنين متقابلين متساوين ومتوازيين وزواياه الأربعة قوائم (مضلع رباعي منتظم)، ويرسم المستطيل باستخدام أدوات الرسم بحسب الطرق الآتية :-

1-3-5 رسم مستطيل بمعلومة طول ضلعيه

المستقيم المعلوم AB والمستقيم المعلوم BC، لرسم مستطيل، الشكل (5-3) نتبع ما يأتي:-

1. نرسم المستقيم المعلوم AB، ونقيم عمود على أحد طرفيه في النقطة B، ونمده إلى النقطة C ليكون BC هو الطول المعلوم لضلع المستطيل الثاني.
2. نركز الفرجال في النقطة A بفتحة مقدارها طول المستقيم المعلوم BC نرسم قوس ثم نركز الفرجال في النقطة C وبفتحة مقدارها AB نرسم قوس يقطع القوس الأول في النقطة D.
3. نصل CD و AD لنحصل على المستطيل المطلوب.



الشكل 5-3 : رسم مستطيل بمعلومة طول ضلعية.

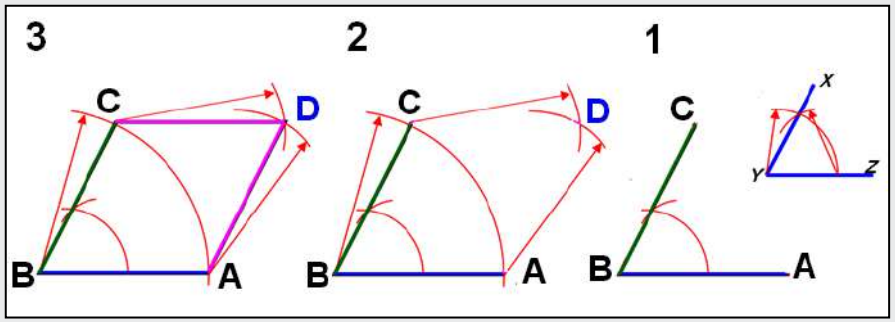
4-5 المعين Diamond

سطح مستو محاط بأربعة خطوط مستقيمة متساوية ومتوازيين وزواياه الأربعة ليست قوائم (مضلع رباعي منتظم)، قطراه متعامدان وينصف أحدهما الآخر، ويرسم المعين باستخدام أدوات الرسم بحسب الطرق الآتية:-

1-4-5 رسم معين بمعلومة طول ضلعه و إحدى زواياه

المستقيم المعلوم AB والزاوية المعلومة القياس *XYZ*، لرسم معين الشكل (4-5)، نتبع ما يأتي:-

1. نرسم المستقيم المعلوم AB ونقيم عليه الزاوية المعلومة (راجع العملية 3-7-2)، ثم نمد المستقيم BC بقياس المستقيم AB نفسه.
2. بفتحة مقدارها المستقيم المعلوم AB، نركز الفرجال في كل من A و C لرسم قوسين يتقاطعان في النقطة D.
3. نصل CD و AD لنحصل على المعين المطلوب.

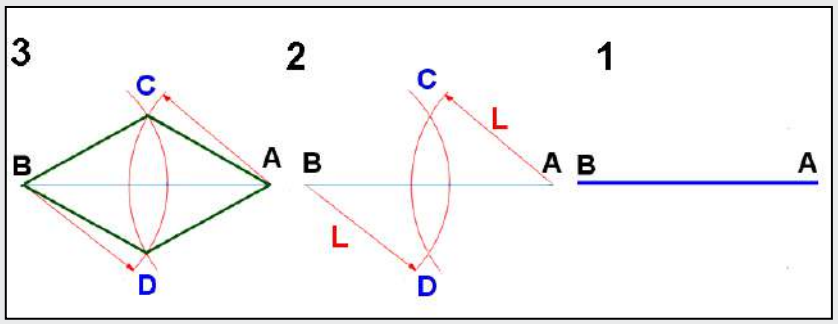


الشكل 4-5 : رسم معين بمعلومة طول ضلعه وإحدى زواياه.

2-4-5 رسم معين بمعلومة طول ضلعه واحد قطريه

قطر المعين المعلوم AB وطول ضلعه المعلوم L، لرسم معين الشكل (5-5)، نتبع ما يأتي:-

1. نرسم القطر المعلوم AB .
2. بفتحة مقدارها طول الضلع المعلوم L نركز الفرجال في كل من النقاط A و B ونرسم قوسين يتقاطعان في النقطتين C و D.
3. نصل CB، DB، CA، و DA لنحصل على المعين المطلوب.



الشكل 5-5 : رسم معين بمعلومة طول ضلعه وأحد قطريه.

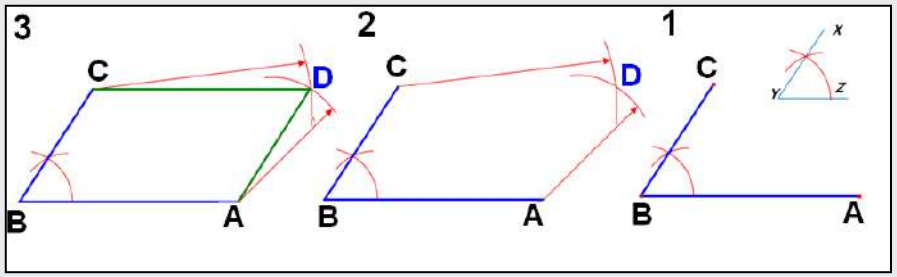
5-5 متوازي الأضلاع Parallelogram

هو سطح مستو محدود بأربعة خطوط مستقيمة، كل اثنين منهما متقابلان ومتساويان (مضلع رباعي منتظم)، ويرسم متوازي الأضلاع باستخدام أدوات الرسم بحسب الطريقة الآتية :-

1-5-5 رسم متوازي أضلاع بمعلومة طول ضلعيه والزاوية المحصورة بينهما

المستقيمان المعلومان AB و BC والزاوية المعلومة ***XYZ*** المحصورة بينهما، لرسم متوازي أضلاع، الشكل (5-6)، نتبع ما يأتي :-

1. نرسم المستقيم المعلوم AB ونقيم عليه الزاوية المعلومة (راجع العملية 3-7-2)، ثم نمد المستقيم BC بالقياس المعلوم نفسه.
2. بفتحة مقدارها المستقيم المعلوم AB، نركز الفرجال في كل من A لرسم قوس، ثم بفتحة مقدارها BC نركز الفرجال في C لرسم قوس يقطع القوس الأول في النقطة D.
3. نصل CD و AD لنحصل على متوازي الأضلاع المطلوب.



الشكل 5-6 : رسم متوازي أضلاع بمعلومة ضلعيه والزاوية المحصورة بينهما.

6-5 المخمس Pentagon

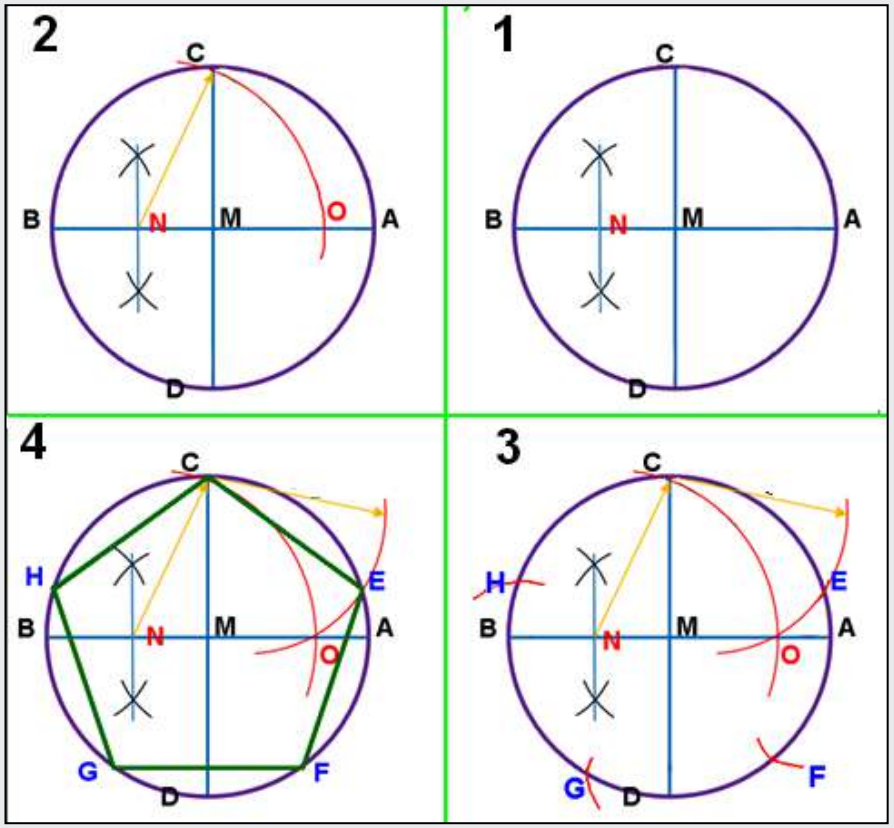
سطح مستو محدود بخمسة خطوط مستقيمة متساوية (شكل خماسي منتظم)، ويرسم باستخدام أدوات الرسم بحسب الطرق الآتية:-

1-6-5 رسم مخمس داخل دائرة معلومة

لرسم مخمس منتظم داخل الدائرة المعلومة، التي مركزها M، بقطر معلوم، الشكل (5-7)، نتبع ما يأتي :-

1. ارسم قطران متعامدان للدائرة المعلومة AB و CD ثم نصّف المستقيم BM (نصف القطر) في النقطة N، (راجع الفقرة 3-2).
2. نركز الفرجال في النقطة N، بفتحة مقدارها NC نرسم قوساً يقطع AM في النقطة O.

3. نركز الفرجال في النقطة C وبفتحة مقدارها CO نرسم قوساً يقطع محيط الدائرة في النقطة E، وبنفس الفتحة نركز الفرجال في النقطة التي على المحيط E لرسم قوس أخر يقطع المحيط في النقطة F وهكذا بنفس الطريقة نحدد بقية النقاط على المحيط G و H.
4. نصل CE، EF، FG، GH و HC لنحصل على المخمس المطلوب.

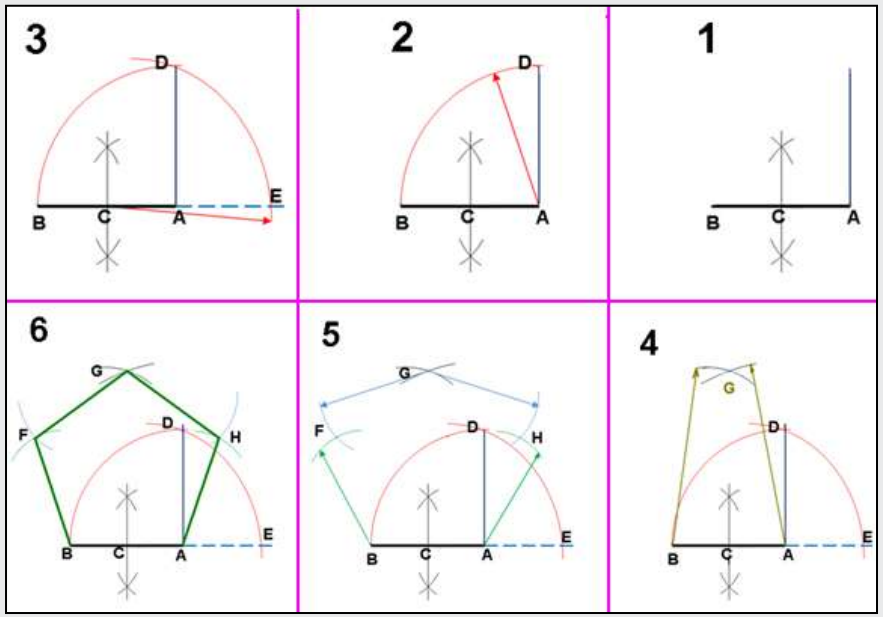


الشكل 5-7 : رسم مخمس منتظم داخل دائرة معلومة.

5-6-2 رسم مخمس بمعلومة طول ضلعه

المستقيم المعلوم AB، لرسم مخمس منتظم طول ضلعه المستقيم المعلوم، الشكل (5-8)، نتبع ما يأتي:-

1. نرسم المستقيم AB، ثم تنصفه في النقطة C، (راجع الفقرة 3-2)، نقيم عموداً على النقطة A (باستخدام المثلث القائم الزاوية).
2. نركز الفرجال في النقطة A، بفتحة مقدارها المستقيم AB، نرسم قوساً يقطع العمود المقام في D.
3. نركز الفرجال في النقطة C، بفتحة مقدارها CD نرسم قوساً يقطع امتداد المستقيم AB في النقطة E.
4. بفتحة مقدارها BE، نركز الفرجال في كل من النقاط A و B لرسم قوسين يتقاطعان في النقطة G.
5. بفتحة مقدارها طول المستقيم المعلوم AB، نركز الفرجال في النقطة G لرسم قوسين، ثم نركز في كل من النقطتين A و B لرسم قوسين آخرين يتقاطعان مع القوسين السابقين في النقطتين F و H.
6. نصل AH، HG، GF، FB، لإكمال المخمس المطلوب.



الشكل 5-8 : رسم مخمس بمعلومة طول ضلعه.

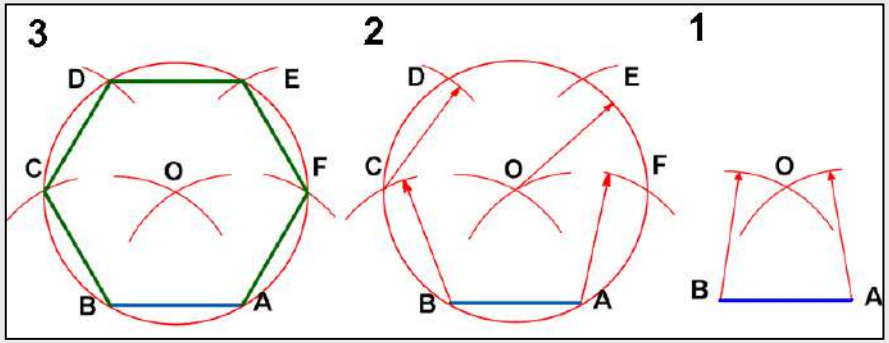
7-5 المسدس Hexagon

سطح مستو محدود بستة خطوط مستقيمة متساوية (شكل سداسي منتظم)، ومن خصائص سداسي الأضلاع أن طول ضلعه يساوي نصف قطر الدائرة التي تمر برؤوسه، ويرسم باستخدام أدوات الرسم وحسب الطرق الآتية :-

1-7-5 رسم مسدس منتظم بمعلومة طول ضلعه

المستقيم المعلوم AB يمثل طول ضلع السداسي، لرسم سداسي منتظم طول ضلعه المستقيم المعلوم، الشكل (5-9)، نتبع ما يأتي:-

1. نركز الفرجال في النقطة A وبفتحة تساوي طول ضلع السداسي AB نرسم قوس، ثم نركز في النقطة B وبالفتحة نفسها، نرسم قوساً آخراً يقطع القوس الأول في النقطة O.
2. نركز في النقطة O وبالفتحة نفسها، نرسم دائرة تمر (حتما) بالنقطتين A و B، ثم نركز في النقطة B ونرسم قوساً يقطع محيط الدائرة في النقطة C، نكرر العملية حتى نحدد بقية رؤوس المسدس D، E و F.
3. نصل BC، CD، DE، EF، و FA لنحصل على المضلع السداسي المطلوب.

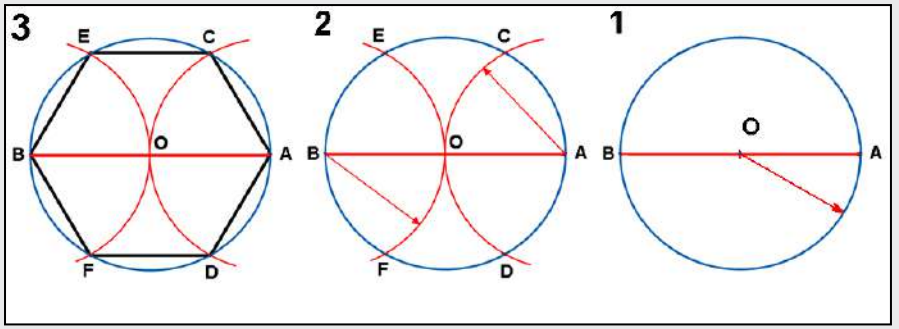


الشكل 5-9 : رسم مضلع سداسي بمعلومة طول ضلعه.

5-7-2 رسم مسدس منتظم داخل دائرة معلومة

لرسم مضلع سداسي منتظم داخل الدائرة المعلومة، التي مركزها O وقطرها AB، الشكل (5-10)، نتبع ما يأتي:-

1. نرسم دائرة المعلومة، ثم نرسم القطر AB.
2. بفتحة مقدارها نصف القطر نركز الفرجال في النقطة A لرسم قوس يقطع محيط الدائرة في النقطتين C و D، ثم نركز في النقطة B وبالفتحة نفسها، نرسم قوساً يقطع محيط الدائرة في النقطتين E و F.
3. نصل AC، CE، EB، BF، FD، و DA ليكون هو المضلع السداسي المطلوب.

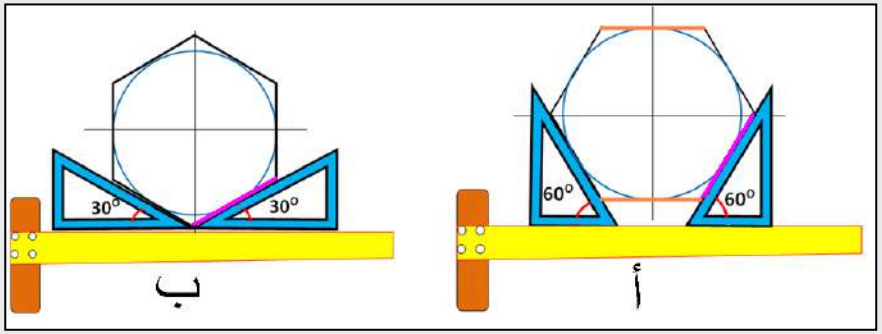


الشكل 5-10 : رسم مضلع سداسي داخل دائرة معلومة.

5-7-3 رسم مسدس منتظم باستخدام المثلث

من الضروري أن نتمكن من رسم الشكل السداسي باستخدام المثلثات ومسطرة الحرف T في حالة معرفة المسافة بين ضلعين متقابلين للشكل السداسي، كما يأتي:-

نرسم دائرة ذات قطر معلوم (المسافة بين ضلعين متقابلين)، باستخدام المسطرة حرف T نرسم المماسات Tangents الأفقية للدائرة، ثم باستخدام المثلث (30 - 60)، نرسم المماسات الجانبية التي تميل بزاوية 60 درجة، للحصول على شكل سداسي رؤوسه بالاتجاه الأفقي، الشكل (5-11- أ)، وللحصول على شكل سداسي رؤوسه بالاتجاه العمودي نستخدم زاوية المثلث 30 درجة لرسم المماسات الجانبية، ومثلث قائم الزاوية لرسم المماسات الجانبية، الشكل (5-11- ب).

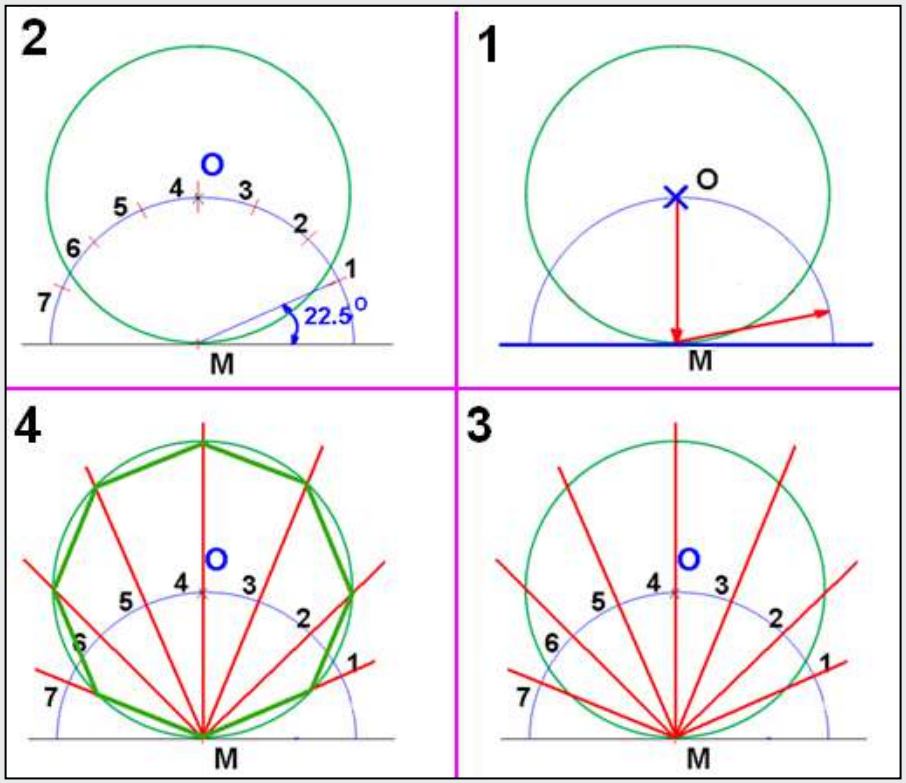


الشكل 5-11 : رسم شكل سداسي باستخدام المثلث.

8-5 رسم أي مضلع منتظم داخل دائرة معلومة

لرسم مضلع منتظم داخل الدائرة المعلومة (نصف قطرها OM)، ومهما كان عدد أضلاعه (وليكن المضلع الثماني مثالاً)، الشكل (5-12)، نتبع الطريقة العامة وكما يأتي:-

1. نرسم الدائرة المعلومة O، بفتحة مقدارها نصف القطر OM نركز الفرجال في النقطة M لرسم نصف دائرة (سوف تمر في نقطة المركز O).
2. باستخدام منقلة قياس الزوايا نقسم نصف الدائرة على عدد من الأقسام المتساوية (بقسمة زاوية الخط المستقيم 180 درجة على عدد أضلاع المضلع المطلوب)، وفي هذه الحالة ثمانية أقسام متساوية بزاوية مقدارها 22.5 درجة، ثم ترقم (1، 2، 3، 4، 5، 6، 7).
3. نصل بين النقاط والنقطة M ومدها على استقامتها حتى تقطع محيط الدائرة في عدة نقاط.
4. نصل بين النقاط المبينة على محيط الدائرة بالتوالي للحصول على المضلع (الثماني) المطلوب.



الشكل 5-12: رسم أي مضلع منتظم داخل دائرة معلومة.

9-5 القطاعات المخروطية Conical Section

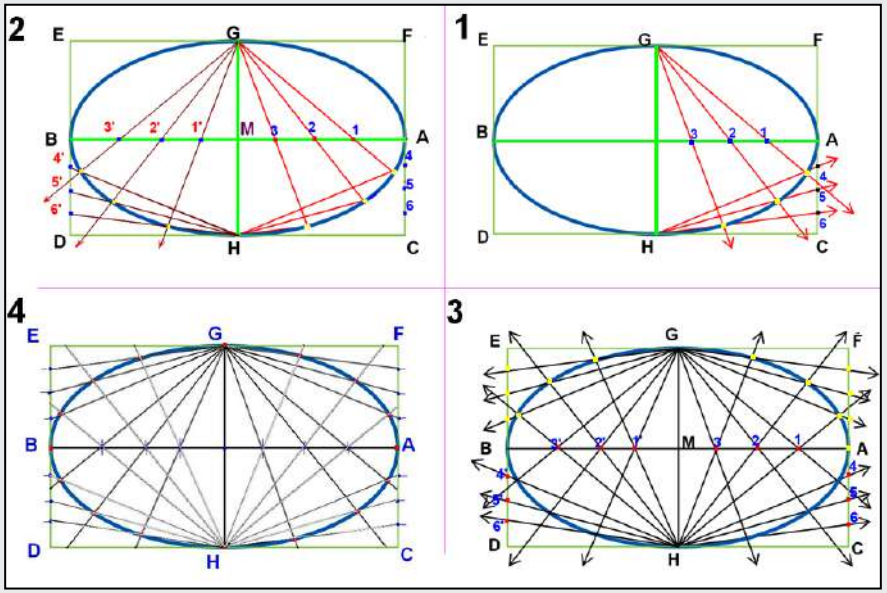
يطلق على المنحنيات الناتجة من قطع المخروط المنتظم بسطوح مستوية بالقطاعات المخروطية.

- القطع الدائري: إذا قطع مخروط قائم بمستو موازٍ لقاعدته يكون شكل القطع الناتج دائريا، (دائرة منتظمة).
- القطع الناقص: إذا قطع مخروط قائم بمستوٍ مائل بزاوية عن قاعدته يكون شكل القطع الناتج بيضاوي (Ellipse).

1-9-5 رسم القطع الناقص بطريقة المستطيل أو متوازي الأضلاع

قطري المستطيل AB و CD معلومين، لرسم منحني (شكل بيضاوي) داخل مستطيل أو متوازي الأضلاع، الشكل (5-13)، نتبع ما يأتي:-

1. نرسم الأطوال AB و GH (متعامدان في حالة المستطيل) بحيث ينصف احدهما الآخر ويتقاطعان في النقطة M، ثم نكمل رسم المستطيل (أو متوازي الأضلاع) CDEF بحيث تكون أضلاعه موازية للأقطار، ليصبح المستطيل أربعة أقسام، يقسم القطر الأفقي إلى عدد من الأقسام المتساوية، (أقل عدد ثلاثة من كل جانب) معلمة بالنقاط 1، 2، 3 و'1، '2، '3 ، وبالطريقة نفسها نقسم الأضلاع AC و BD معلمة بالنقاط 4، 5، 6 و '4، '5، و'6،
2. نصل بين النقطة G والنقاط التي على القطر ونصل النقطة H مع النقاط التي على الجانب.
3. نعيد التوصيل بنفس الطريقة مع النصف العلوي للمستطيل.
4. نصل نقاط تقاطع المستقيمات (بواسطة اليد أو مسطرة المنحنيات) لنحصل على الشكل البيضاوي المطلوب.

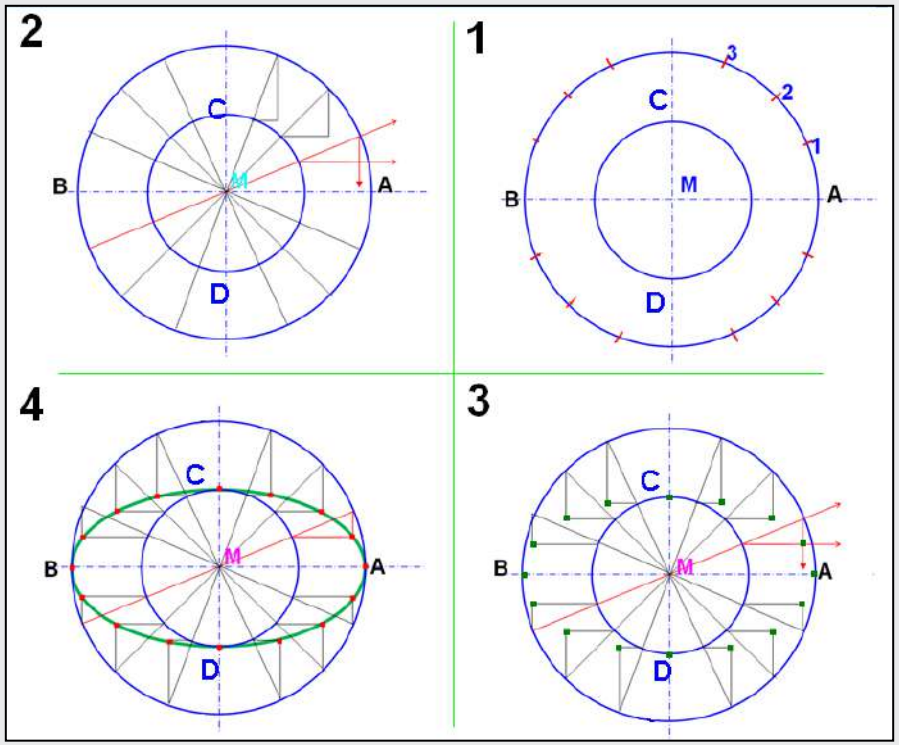


الشكل 5-13 : رسم شكل بيضاوي داخل مستطيل أو متوازي الأضلاع.

5-9-2 رسم القطع الناقص بطريقة الدائرتين المتمركزتين

لرسم قطع ناقص (شكل بيضاوي) في الدائرتين المعلومتين وبقطرهما الكبير AB والصغير CD، (الشكل 5-14)، نتبع ما يأتي :-

1. نرسم الدائرتين المعلومتين برسم القطرين AB و CD متعامدين بحيث ينصف أحدهما الآخر ويتقاطعان في النقطة M (مركز الدائرتين)، ونقسم محيط الدائرة الكبيرة على عدد من الأجزاء المتساوية، ترقم ابتداء من A، 1، 2، 3، ..... .
2. نرسم خطوطاً مستقيمة من النقاط التي على محيط الدائرة الكبيرة تمر بالمركز وتقطع محيط الدائرة الصغيرة، ثم نرسم خطوطاً أفقية من نقاط التقاطع للدائرة الصغيرة وخطوطاً عمودية من النقاط المؤشرة على محيط الدائرة الكبيرة.
3. نمحو الخطوط الزائدة من تلاقي المستقيمات العمودية والأفقية لتحديد نقاط الالتقاء.
4. نصل نقاط الالتقاء (بواسطة اليد أو مسطرة المنحنيات) للحصول على الشكل البيضاوي المطلوب.



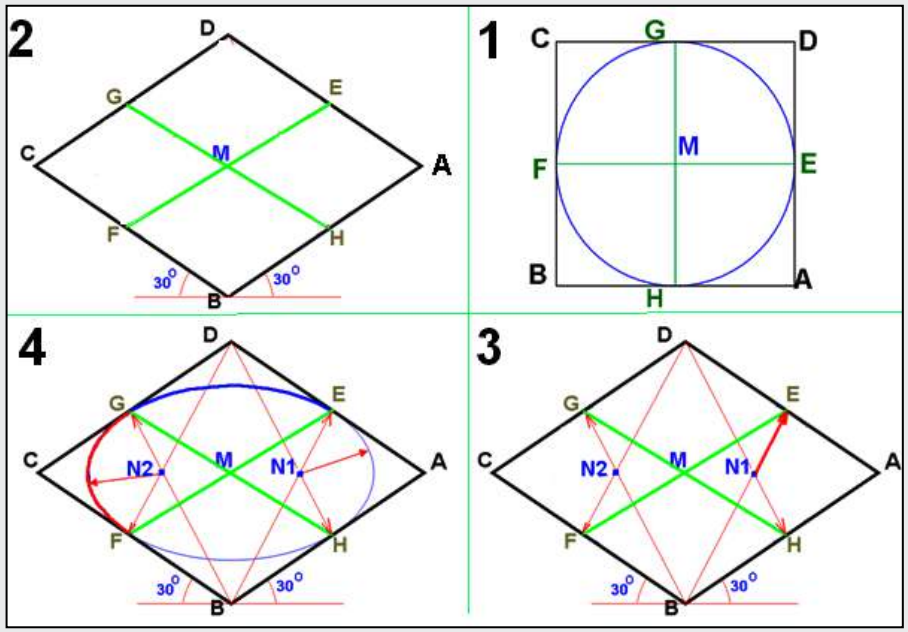
الشكل 5-14 : رسم القطع الناقص بطريقة الدائرتين المتمركزتين.

5-9-3 رسم القطع الناقص بطريقة منظور الدائرة

عند النظر إلى دائرة يميل مستواها عن مستوى النظر، يرسم منظورها على زاوية 30 درجة، كما سيمر ذكره في الفصول اللاحقة.

لرسم منظور للدائرة معلومة القطر، الذي سيكون شكلاً بيضاوياً، الشكل (5-15)، نتبع ما يأتي :-

1. نرسم الدائرة التي مركزها M، المنتظمة (عند مستوى النظر) بمحوريها (القطرين) EF و GH، ثم نرسم أربعة مماسات للدائرة بحيث تكونّ المربع ABCD.
2. نحدد نقطة ولتكن B ثم نرسم منها خطين مائلين على زاوية 30 درجة (من الجهتين) ونعين عليهما البعدين AB و BC (بقدر طول ضلع المربع)، ثم نرسم موازيين لهما CD و DA مع سم المحاور EF و GH المنصفة لأضلاع المعين فيلتقيان في المركز M.
3. نصل DH وDF، ثم BE و BG لنحصل على النقطتين N1 و N2.
4. نركز الفرجال في النقطة N1 وبفتحة مقدارها N1E نرسم القوس EH، وبالفتحة نفسها التي تساوي N2G نركز في N2 لرسم القوس GF، ثم نركز الفرجال في النقطة B وبفتحة مقدارها BE نرسم القوس EG، ثم نركز الفرجال في النقطة D وبنفس الفتحة نرسم القوس FH، لنحصل على منظور الدائرة المطلوبة.



الشكل 5-15 :رسم القطع الناقص بطريقة منظور الدائرة.

10-5 تمارين وتطبيقات

ملاحظة:- في تمارين العمليات الهندسية تكتب خطوات العمل بالتسلسل مع الإبقاء على مراحل التنفيذ (الأقواس والحروف) في لوحة الرسم.

1-10-5 مستخدما طريقة الفرجال، ارسم المربع الذي طول ضلعه 45mm.

2-10-5 دائرة قطرها 60mm، ارسم مربعاً داخل هذه الدائرة ومربعاً آخر خارجها.

3-10-5 ارسم المستطيل الذي طول ضلعية 50mm, 70mm.

4-10-5 ارسم المعين الذي طول ضلعه 50mm ومقدار إحدى زواياه 105 درجة.

5-10-5 ارسم المعين الذي طول أحد قطريه 80mm وطول أحد أضلاعه 40mm.

6-10-5 ارسم متوازي أضلاع طول ضلعيه 60mm, 100mm والزاوية المحصورة بينهما 30 درجة.

7-10-5 ارسم مخمساً منتظماً داخل دائرة نصف قطرها 35mm.

8-10-5 ارسم مخمساً منتظماً طول ضلعه 30mm.

9-10-5 ارسم المضلع المنتظم سداسي الأضلاع إذا كان طول ضلعه 35mm.

10-10-5 ارسم المضلع المنتظم سداسي الأضلاع داخل دائرة قطرها 80mm.

11-10-5 ارسم الشكل السداسي باستخدام المثلثات ومسطرة الحرف T، إذا كانت المسافة بين الضلعين المتقابلين 40mm، ولتكن رؤوسه أفقية.

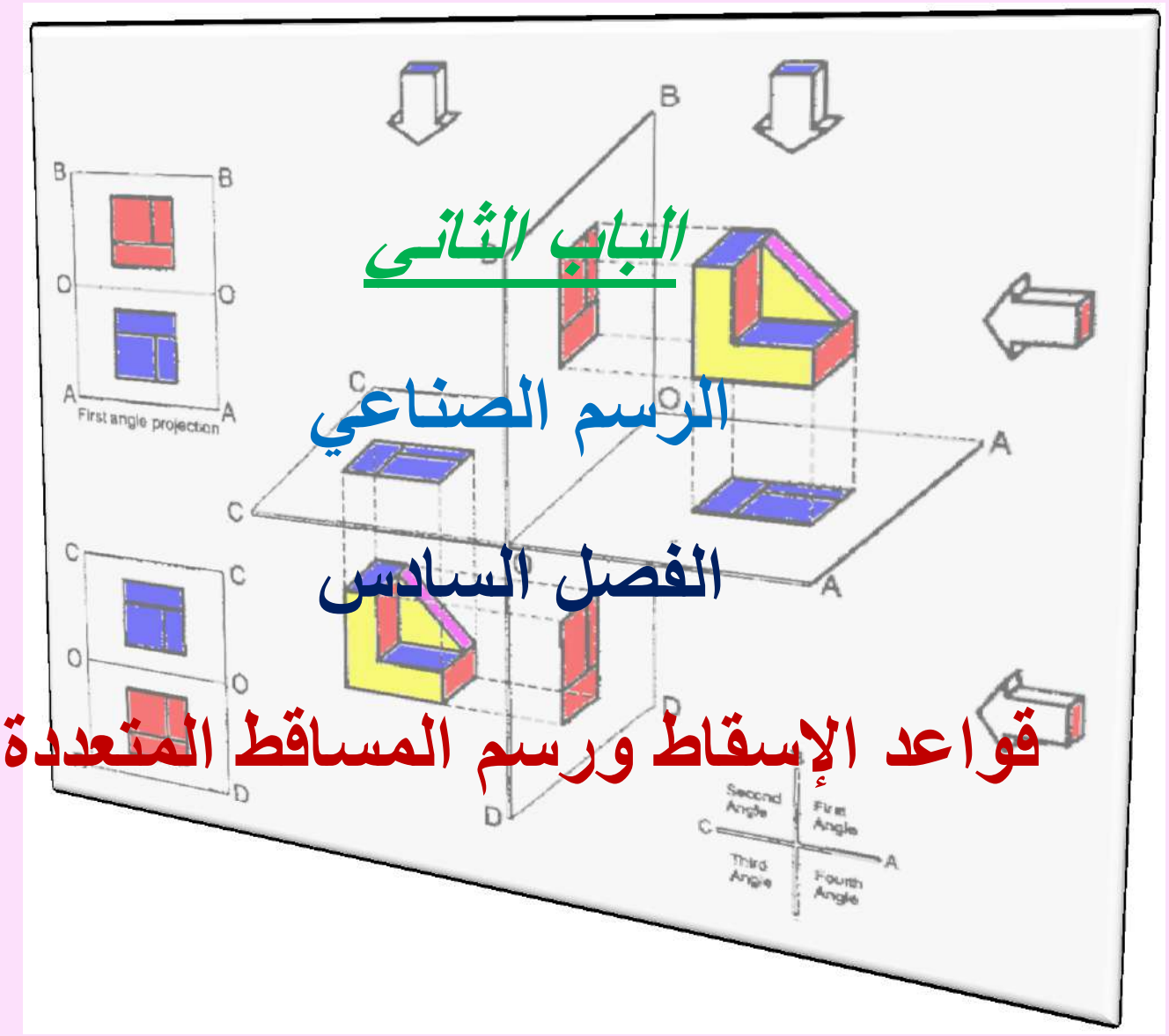
12-10-5 ارسم شكلاً سداسياً منتظماً خارج دائرة قطرها 50mm باستخدام المثلث 30 درجة.

13-10-5 ارسم مضلعاً منتظماً سباعي الأضلاع داخل دائرة قطرها 80mm، بإتباع الطريقة العامة في رسم المضلعات.

14-10-5 ارسم قطعاً ناقصاً بطريقة المستطيل أو متوازي الأضلاع، إذا كان قطراه 60mm, 100mm.

15-10-5 الدائرتان متحدتا المركز في النقطة M، ارسم قطع ناقص (شكل بيضاوي) إذا كان قطرا الدائرتين 40mm, 80mm.

16-10-5 ارسم المنظور لدائرة قطرها 70mm.



الباب الثانى

الرسم الصناعي

الفصل السادس

قواعد الإسقاط ورسم المساقط المتعددة

أهداف الفصل ألسادس

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن :-

1. يعرف مفهوم مقياس الرسم.
2. يلم بنظريات الإسقاط.
3. يلم بقواعد وضع الأبعاد.
4. يجد معادلة توزيع المساقط على ورقة الرسم.
5. يميز المساقط الثلاثة للمنظور الهندسي.
6. يرسم المساقط للأشكال الهندسية المنتظمة.
7. يرسم المساقط للأجسام ويضع الأبعاد عليها.

1-6 تمهيد

إن لكل جسم ثلاثة أبعاد رئيسة، إذ إن المنظور الهندسي لابد من أن يشغل حيزاً في الفراغ، وهذا الفراغ يتكون من أبعاد ثلاثة تم الاتفاق على تسميتها بالطول والعرض والارتفاع، مثل المكعب ، الموشور، الاسطوانة، .....الخ، في حين أن المربع، المستطيل، المعين، الدائرة....الخ، ترسم على سطح ورقة الرسم ببعدين فقط، لذلك يجب أن يمثل الجسم على هذا السطح بطريقة تعطي مفهوما واضحاً لشكل الجسم وأبعاده تؤدي لإدراك الشكل الحقيقي للجسم. ولتطبيق ذلك يجب اتباع طرق وأساليب محددة تخضع لقواعد موحدة لكي يتم فهمها لغة ً عالمية يستخدمها العامل المهني الماهر والفني والمهندس.

2-6 مقياس الرسم Scale

بما إن تنفيذ الرسومات يتم على لوحات رسم ذات أبعاد محددة مما يستوجب أحيانا تكبير الأبعاد الحقيقية للأجسام والأشكال المرسومة أو تصغيرها لكي تتلاءم مع مساحة الورقة، ما يدعو إلى استخدام مقياس رسم مناسب، الذي يعرف بالنسبة بين البعد في الرسم إلى البعد الحقيقي.

مقياس الرسم = البعد المرسوم : البعد الحقيقي

وقد يكون المقياس تكبيرا أو تصغيرا أو كاملا، فمثلاً عند قراءة النسبة أو كتابتها من اليمين إلى اليسار (مقياس الرسم 1 : 2) يكون مقياس للتصغير ويكون (مقياس الرسم 2 : 1) مقياساً للتكبير، أما الرسم بالمقياس الكامل فيكون (مقياس الرسم 1:1)، (وهو الأسلوب المتبع في هذا الكتاب)، أما في حالة كتابة المقياس على لوحة الرسم باللغة الانكليزية (أي من اليسار إلى اليمين)، فيكون التصغير(Scale 1:2)، والتكبير (Scale 2:1) وهكذا، وفي الرسوم الصناعية يفضل عادة الرسم بالمقياس الكامل إلاّ في حالة تعذر ذلك لكبر حجم القطعة المطلوب رسمها (أجزاء لمحرك طائرة على سبيل المثال) فيستخدم مقياس تصغير، والعكس كما في حالة أجزاء الساعة اليدوية فنختار مقياس تكبير، أما المقاييس شائعة الاستعمال في الرسم الصناعي فتكون كما يأتي :-

1. المقياس الكامل

   1:1

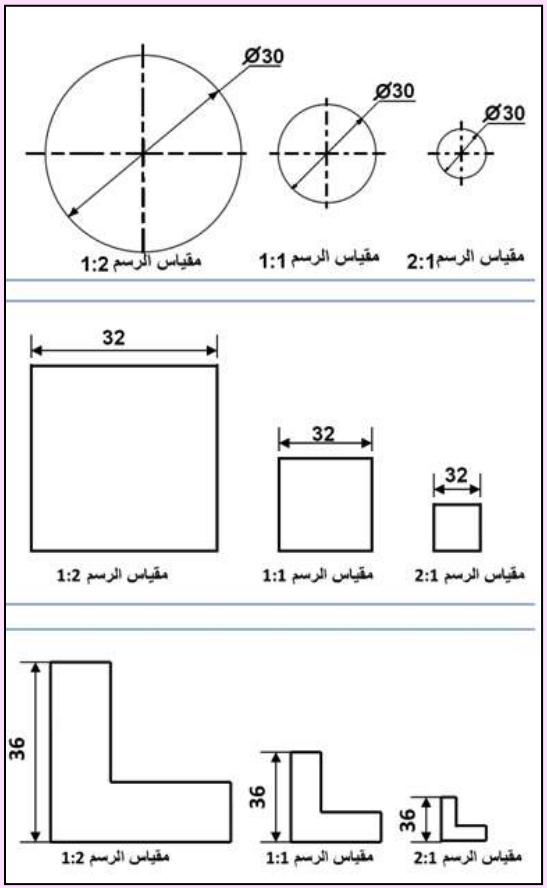
2. مقياس التصغير

   1 : 2 ، 1 : 5 ، 1 : 10 ، 1 : 20 ، 1 : 50 ، 1 : 100 ، 1 : 200 ، 1 : 500 ، 1 : 1000 .

3. مقياس التكبير

   2 : 1 ، 5 : 1 ، 10 : 1 ، 20 : 1 ، 50 : 1 ، 100 : 1 ، 200 : 1 ، 500 : 1 ، 1000 : 1 .

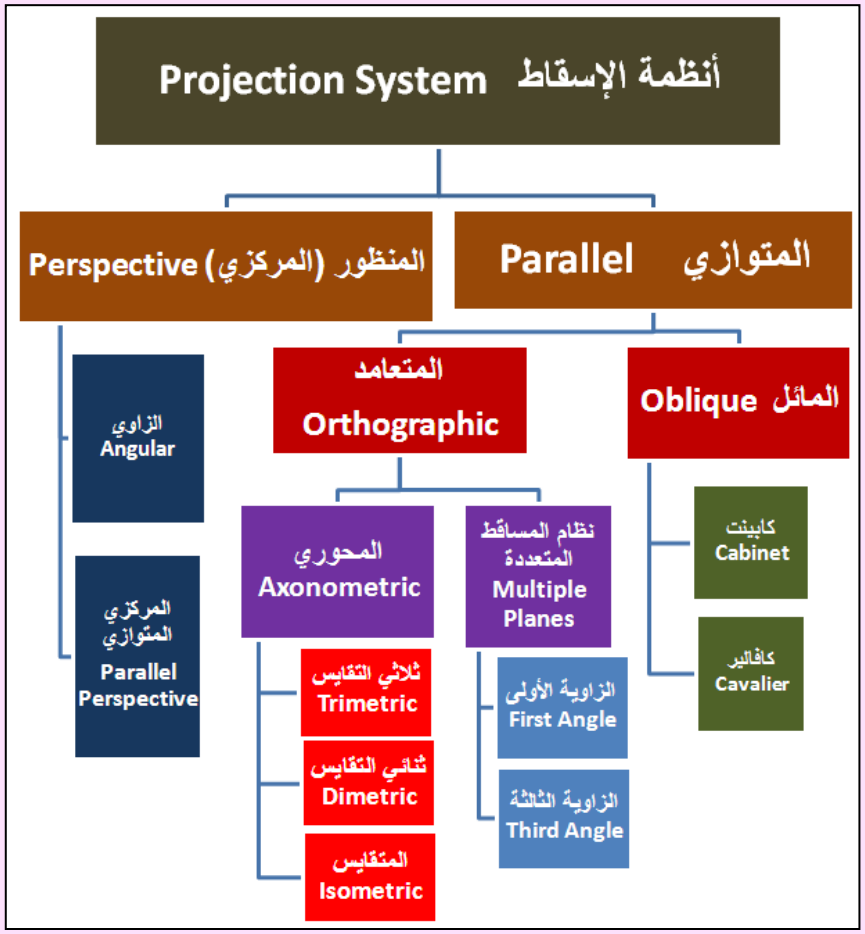
ويتم الرسم بالقياسات المحسوبة على وفق المقياس المعطى في حين تثبت (تكتب) الأبعاد الحقيقية على الرسم في كل الحالات، الشكل (6-1).



الشكل 6-1 : وضع الأبعاد الحقيقية على الرسم.

3-6 الإسقاط Projection

يعرف الإسقاط بأنه طريقة لتمثيل جسم ذي ثلاثة أبعاد على ورقة الرسم المستوية (سطح مستوي) التي لها بعدان فقط، والتي تؤدي إلى إدراك الشكل الحقيقي للجسم، ويبين الشكل (6-2) تصنيف طرق الإسقاط المختلفة، التي سنأتي على توضيحها تباعاً.



الشكل 6-2 : تصنيف طرق الإسقاط.

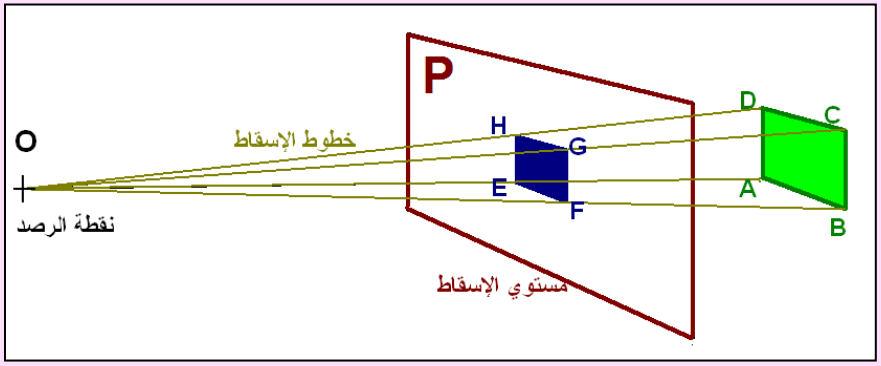
توجد طريقتان أساسيتان للإسقاط بحسب موقع نقطة الرصد (مركز الإسقاط) هما الإسقاط المركزي والإسقاط المتوازي.

1-3-6 الإسقاط المركزي (المنظور) Perspective Projection

وهو الأساس في طرق الإسقاط وأكثرها توضيحاً للمجسمات الطبيعية إذ يستخدم للحصول على المنظور الفوتوغرافي لكونه يتفق مع الصورة التي تتكون في عين الإنسان، كما في النشرات (أدلة التشغيل) والدعاية للمنتجات الصناعية ونشرات الصيانة والإصلاح لغرض توضيح منتجات الشركات الصانعة.

ويمكن تصور عملية الإسقاط من الشكل (3-6)، إذ إن المربع EFGH الناتج على المستوي P إسقاط للمربع ABCD، وذلك باختيار نقطة مثل O على بعد نهائي من الجسم في مكان ما في الفراغ تسمى نقطة الرصد، أو مركز الإسقاط Station Point. بعد ذلك نرسم خطوطاً مستقيمة AO ، BO ، CO ، و DO تمر في النقاط A ، B ، C ، وD وتسمى خطوط الإسقاط Projection Lines .

إن امتداد خطوط الإسقاط تقطع المستوي P عند النقاط E، F ، G ، و H ، وبتوصيل النقاط نحصل على مسقط المربع ABCD على المستوي P.



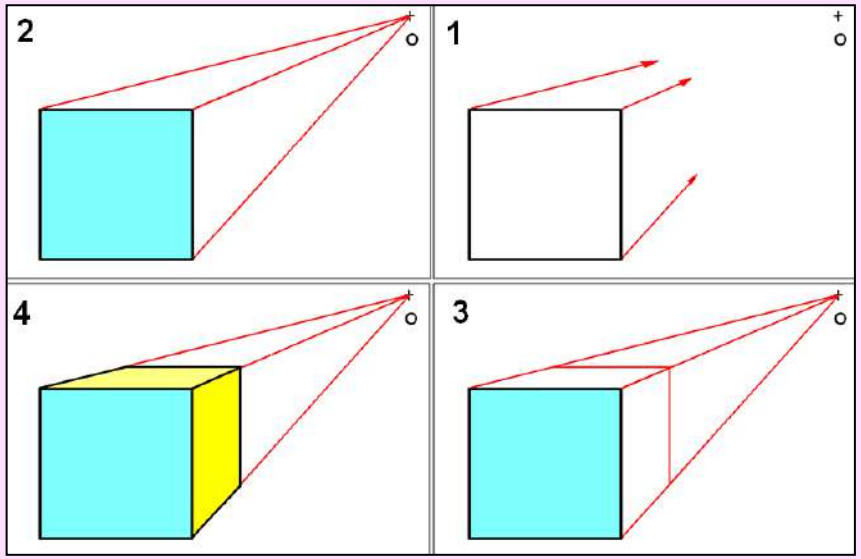
الشكل 3-6 :الإسقاط المركزي (المنظور الفوتوغرافي).

تُعد طريقة الإسقاط المركزي مناسبة في تمثيل الأبعاد الثلاثة الرئيسة على سطح الورقة، ولكن عيبها هو؛ عدم إظهار أبعاد الشكل وزواياه الحقيقية، ولتوضيح تلك الطريقة نستعرض الأمثلة الآتية:-

المثال 6-1: المنظور من خلال نقطة رصد واحدة Single Point Perspective

لرسم مكعب عن طريق النظر من نقطة رصد واحدة، الشكل (6-4) نتبع ما يأتي:-

1. نرسم وجهاً واحداً من المكعب مع اختيار نقطة للرصد بعيدة عنه.
2. نصل نقاط رؤوس المربع بنقطة الرصد.
3. نرسم خطوطاً أفقية وعمودية خلف وجه المربع بنفس المقياس.
4. نصل تلك الخطوط الرئيسة لأضلاع المربع.

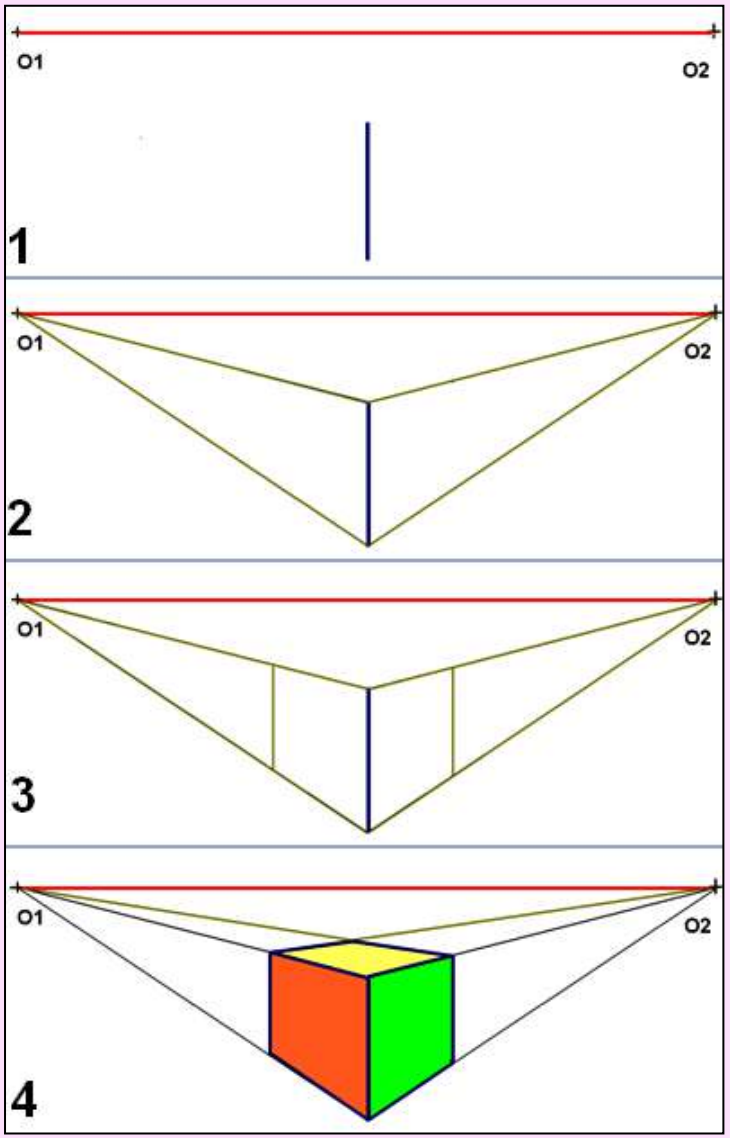


الشكل 6-4 : رسم مكعب من خلال نقطة رصد واحدة.

المثال 6-2: المنظور من خلال نقطتي رصد Two Point Perspective

لرسم مكعب عن طريق النظر من نقطتي رصد، الشكل (6-5)، نتبع ما يأتي:-

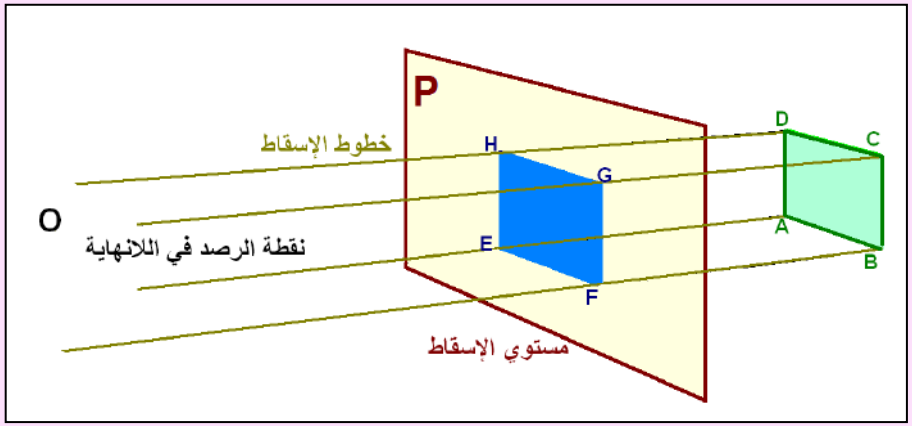
1. نرسم نقطتين للرصد O1، O2 مع توصيل خط مستقيم بينهما يسمى **خط الأفق**، ثم نرسم خطاً عمودياً في وسط المسافة على بعد مناسب بينهما في الأسفل، يمثل حافة المكعب.
2. نصل خطوط مستقيمة بين نقطتي الرصد وطرفي المستقيم العمودي (بخطوط فاتحة).
3. نرسم حافات المكعب، (لتبيان وجهين منه).
4. نصل بين نقطتي الرصد وحافات المكعب، مع رسم الخطوط الرئيسة لأضلاع المربع.



الشكل 6-5 : رسم مكعب من خلال نقطتي رصد.

6-3-2 الإسقاط المتوازي Parallel Projection

عندما يقع مركز الإسقاط أو مركز الرصد على مسافة بعيدة جدا من الجسم (في اللانهاية)، فان خطوط الإسقاط سوف تصبح مستقيمات متوازية مع بعضها، (الشكل 6-6)، ويسمى هذا النوع بالإسقاط المتوازي.

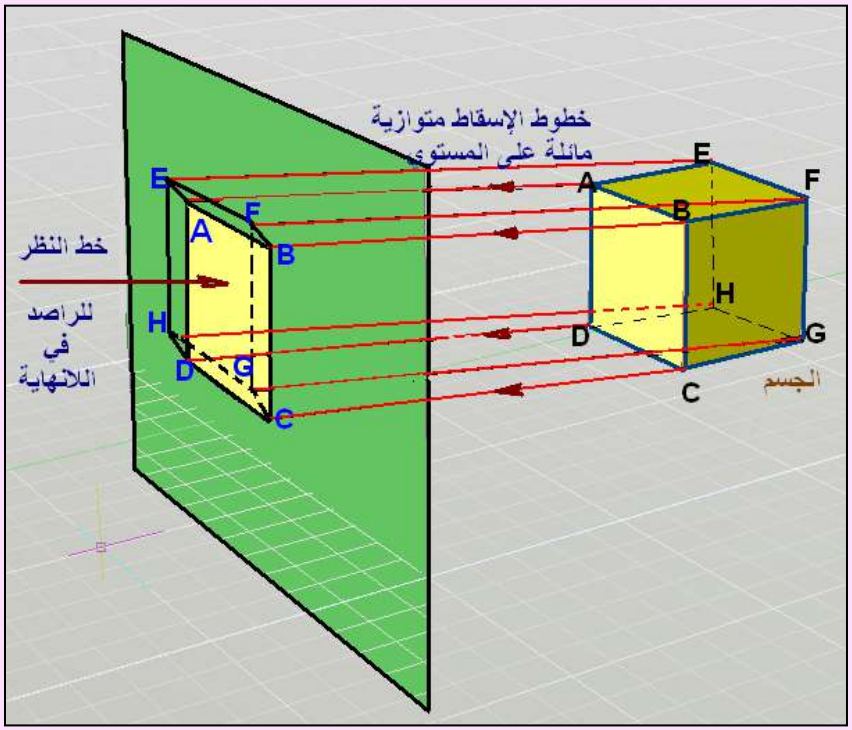


الشكل 6-6 : الإسقاط المتوازي.

إن خطوط الإسقاط الممتدة من المربع الذي رؤوسه النقاط A، B، C، و D تقطع المستوي P في النقاط E، F، G، و H ليتشكل "المسقط" المربع EFGH على المستوي المذكور.

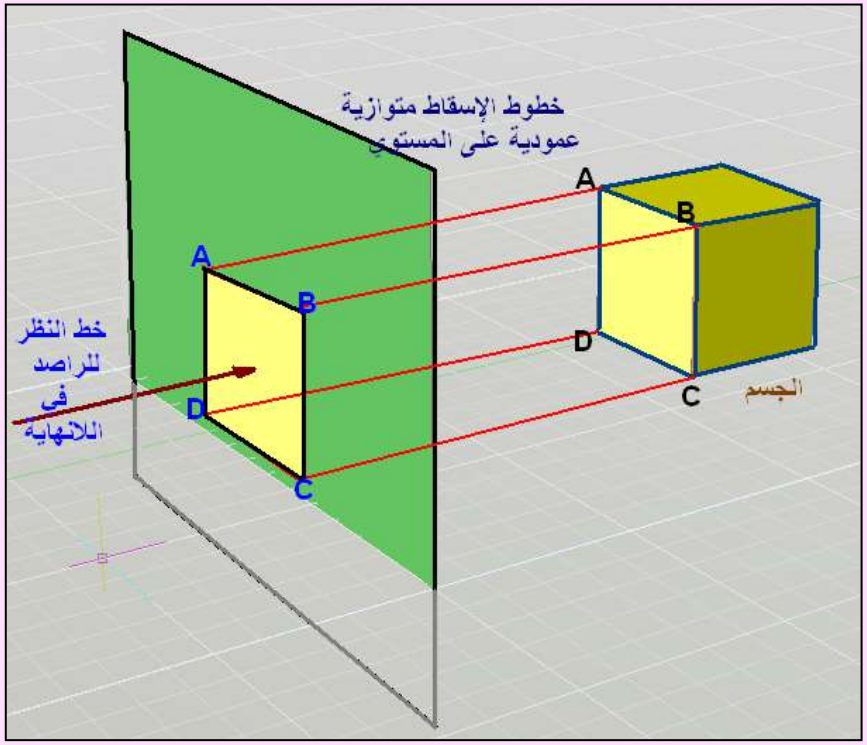
وينقسم الإسقاط المتوازي على قسمين كما يأتي :-

1. **الإسقاط المائل Oblique Projection :** ويشترط فيه أن تكون إحدى أوجه الجسم موازية لمستوي الإسقاط وتكون فيه خطوط الإسقاط متوازية ومائلة على مستوي الإسقاط ويستعمل فيه طريقتان هما إسقاط كافلير Cavalier Projection وإسقاط كابينت Cabinet Projection، فالشكل (6-7) يوضح مساقط لعدة أوجه من الجسم المكعب على سطح مستو.



الشكل 6-7 : الإسقاط المائل.

2. **الإسقاط المتعامد Orthographic Projection :** وتكون فيه خطوط الإسقاط متوازية وعمودية على مستوي الإسقاط، فالشكل (6-8) يوضح مسقط الوجه ABCD من الجسم المكعب على سطح مستوي.

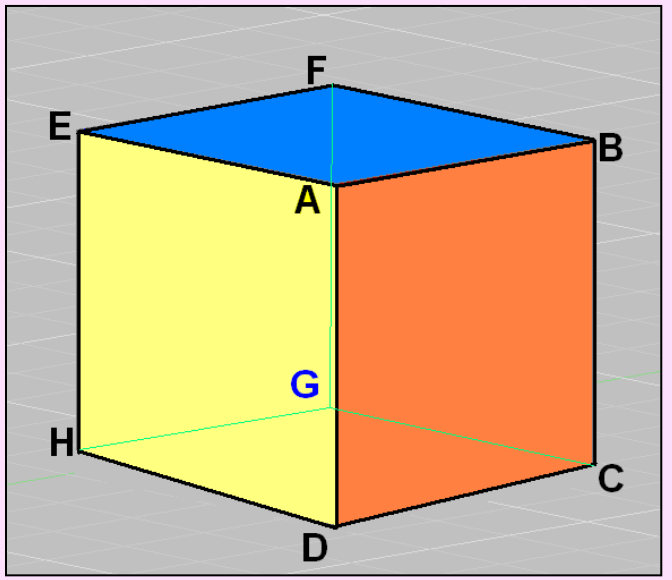


الشكل 6-8: الإسقاط المتعامد.

في الإسقاط المتعامد يتغير شكل المسقط بحسب وضعية الجسم بالنسبة إلى مستوي الإسقاط، ولهذا، من الممكن الحصول على مساقط

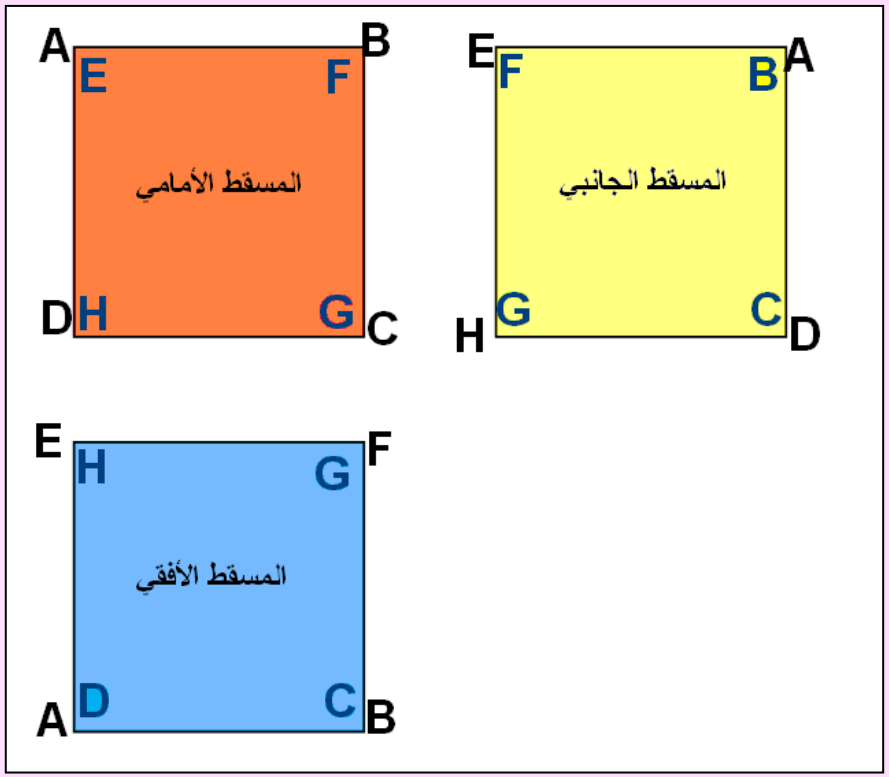
متعددة Multiview Projection على مستوي الإسقاط، وتعتمد هذه الطريقة على مستويات الإسقاط الثلاثة التي تعطي المناظر الأساسية للجسم على شكل مساقط.

يوضح الشكل (6-9) جسم (مكعب) مطلوب معرفة مساقطه، تم إسقاط أوجهه على عدة مستويات للإسقاط.



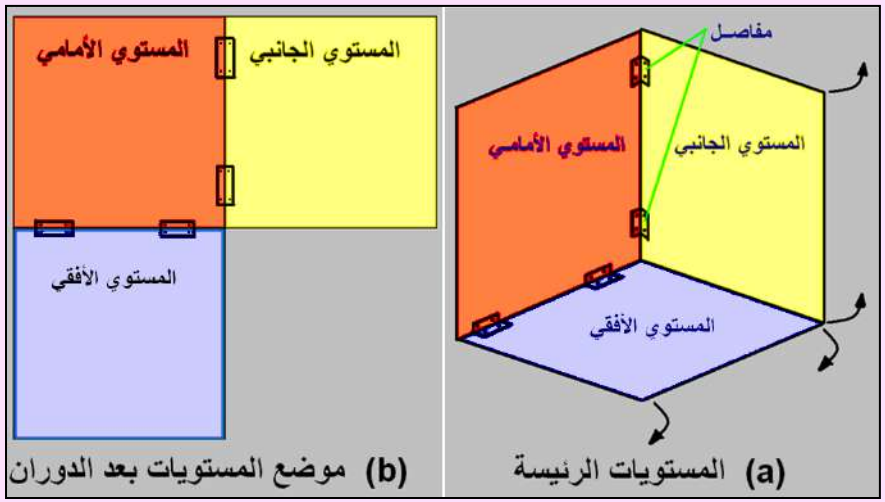
الشكل 6-9 : جسم (مكعب).

فعندما يكون الراصد أمام الجسم ينتج عنه المربع ABCD ويسمى بالمسقط الأمامي، وفي حالة كون الشخص الراصد على جانب الجسم يصبح المربع EADH ويسمى بالمسقط الجانبي، أما إذا كان الراصد في أعلى الجسم فإن إسقاط الجسم سيكون المربع EFBA ويسمى بالمسقط الأفقي، ويوضح الشكل (6-10) ترتيب ومواقع المساقط الثلاثة للجسم نسبة إلى بعضها ، وتكون ابعاد كل ضلع من اضلاع المكعب (50mm).



الشكل 6-10 : المساقط الثلاثة للمكعب.

لقد تم ترتيب المساقط الثلاثة المذكورة عند التصور بأن المستويات الرئيسة للإسقاط ترتبط مع بعضها بمفاصل Hinges، الشكل (6-10؛a)، وعند فتحها نحصل على موقع هذه المستويات بعد دورانها، الشكل (6-11؛b).



الشكل 6-11 : مستويات الإسقاط الرئيسة.

إن هذا النوع من الإسقاط هو الأكثر استعمالا لبساطته وإمكانية وضع أبعاد الجسم على مساقطه بوضوح، إذ تظهر الأبعاد بطولها الحقيقي، علما أن المستويات هي :-

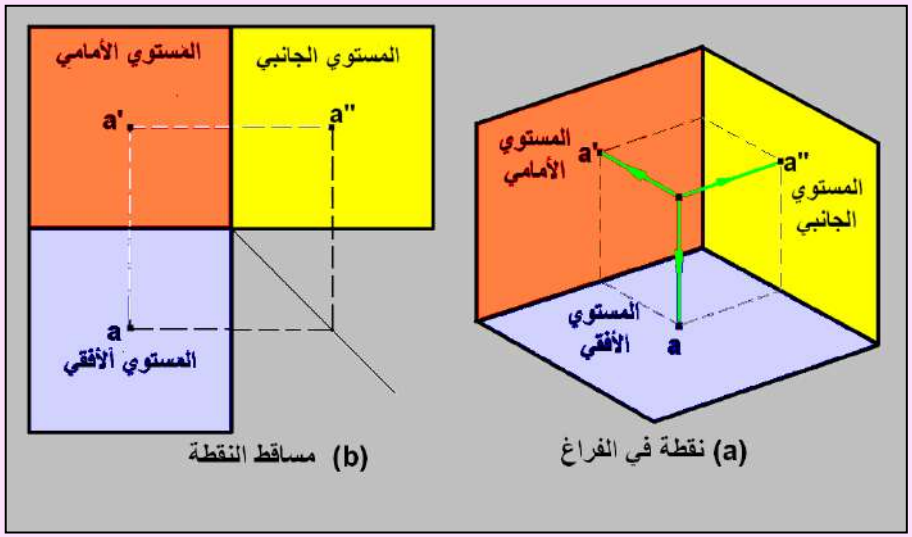
1. المستوي الأمامي Front Plane.
2. المستوي الجانبي Side Plane.
3. المستوي الأفقي Top Plane.

4-6 نظرية الإسقاط المتعامد

إن الطريقة المثلى في الرسم المستعملة في الإنتاج وفي رسم الآلات هي نظرية الإسقاط المتعامد التي توفر نظام المساقط المتعددة؛ إذ تكون فيه خطوط الإسقاط جميعها متوازية وذلك بوضع الأسطح والخطوط الرئيسة بشكل موازٍ لمستويات الإسقاط الرئيسة لكي تكون بشكلها وطولها الحقيقي (إن أمكن)، وفيما يأتي تفاصيل تلك النظرية :-

أ) إسقاط النقطة

لو وضعت النقطة A في الفراغ ورسمت خطوط الإسقاط لها على مستويات الإسقاط الرئيسة، الشكل (6-12a)، لحصلنا على النقاط a ،a' ، و"a على المستويات الأفقي، الأمامي، والجانبي على التوالي، وعند فتح تلك المستويات بدورانها، الشكل (6-12b)، نحصل على موقع هذه النقطة والعلاقة بين مساقطها الثلاثة.

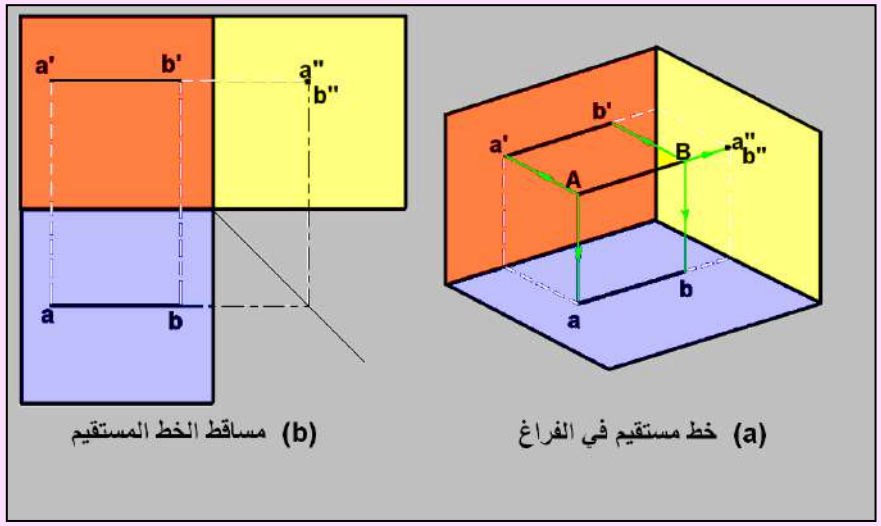


الشكل 6-12 : إسقاط النقطة على مستويات الإسقاط الرئيسة.

ب) إسقاط الخط المستقيم

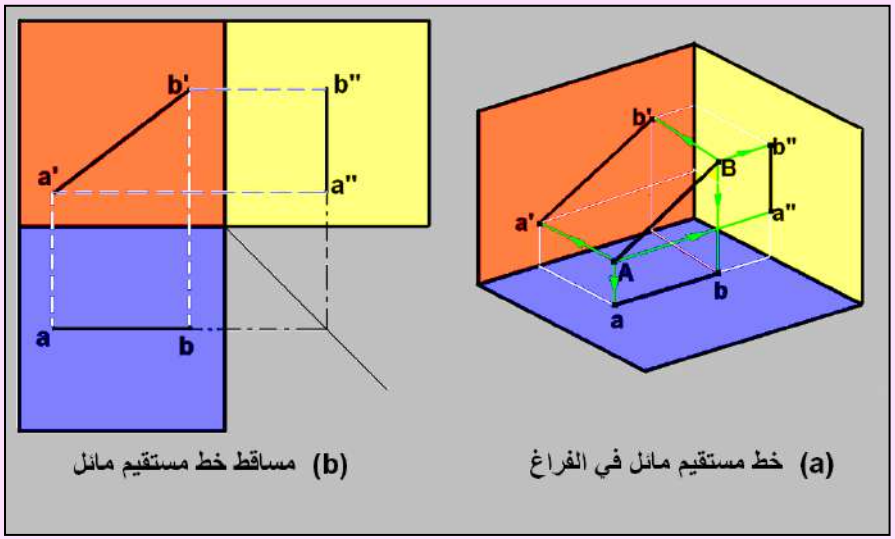
لو وضع الخط المستقيم AB في الفراغ (موازي للمستويين الأمامي والأفقي) ورسمت خطوط الإسقاط له على مستويات الإسقاط الرئيسة، الشكل (6-13,a)، لحصلنا على الخطوط ab، b'a'، والنقطتين a"b" على المستويات الأفقي، الأمامي، والجانبي على التوالي، إذ تنطبق النقطة a" على النقطة b" وذلك لأن خط الإسقاط عمودي على المستوي الجانبي،

وعند فتح تلك المستويات بدورانها، الشكل (6-13,b)، نحصل على موقع الخط المستقيم والعلاقة بين مساقطه الثلاثة.



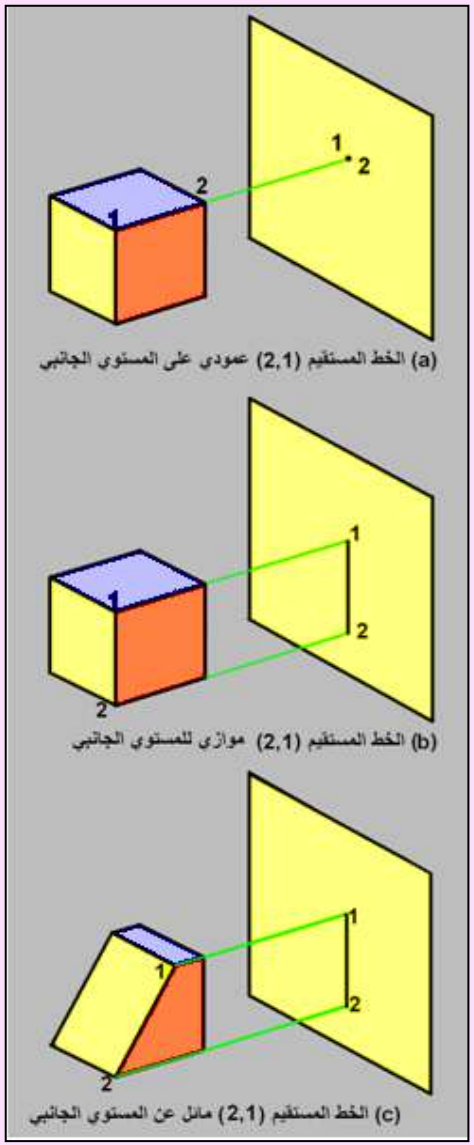
الشكل 6-13 : إسقاط الخط المستقيم على مستويات الإسقاط الرئيسة.

أما عند وضع المستقيم AB في الفراغ بشكل مائل (موازي للمستوي الأمامي فقط)، الشكل (6-14؛a)، لحصلنا على الخطوط ab، b'a'، و a"b" على المستويات الأفقي، الأمامي، والجانبي على التوالي، وعند فتح تلك المستويات بدورانها، الشكل (6-14؛b)، نحصل على موقع الخط المستقيم والعلاقة بين مساقطه الثلاثة، مع ملاحظة أن الطول الحقيقي للخط المستقيم AB يظهر في المستوي الأمامي فقط (الموازي له).



الشكل 6-14 : إسقاط الخط المستقيم المائل على مستويات الإسقاط الرئيسة.

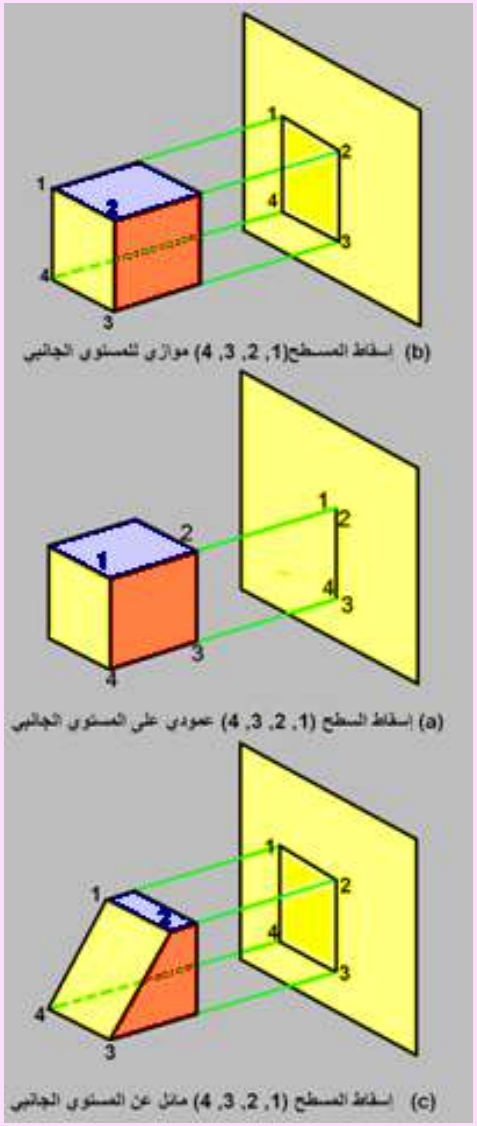
ويمكن تصور عملية الإسقاط العمودي للخط المستقيم في الجسم على أحد مستويات الإسقاط الرئيسة عند ملاحظة الشكل (6-15)، الذي يبين حالات الخط المستقيم (2,1) عندما يكون عمودياً على المستوي الجانبي يظهر مسقطه نقطة، الشكل (6-15-a)، أو موازياً للمستوي الجانبي يظهر بالطول الحقيقي، الشكل (6-15-b)، أو مائلاً في المستوي الجانبي فسوف يظهر مسقطه ببعد غير حقيقي، الشكل (6-15-c)،.



الشكل 6-15 : حالات إسقاط الخط المستقيم على أحد المستويات الرئيسة.

ج) إسقاط الأسطح المستوية

لو وضع السطح المستوي المحدد بالحواف (1، 2، 3، و 4) في الفراغ (وهو جزء من جسم)، الشكل (6-16)، ورسمت خطوط الإسقاط له على أحد مستويات الإسقاط الرئيسة (وليكن المستوي الجانبي)، فعندما يكون السطح عمودياً على مستوي الإسقاط، سوف يكون مسقطه بشكل خط مستقيم (الشكل 6-16؛a)، وعندما يكون السطح موازياً لمستوي الإسقاط سوف يظهر مسقطه بشكله الحقيقي وأبعاده الحقيقية (الشكل 6-16؛b)، أما عندما يكون السطح مائلا عن مستوي الإسقاط فسوف يظهر مسقطه بأبعاد غير حقيقية (الشكل 6-16؛ c).

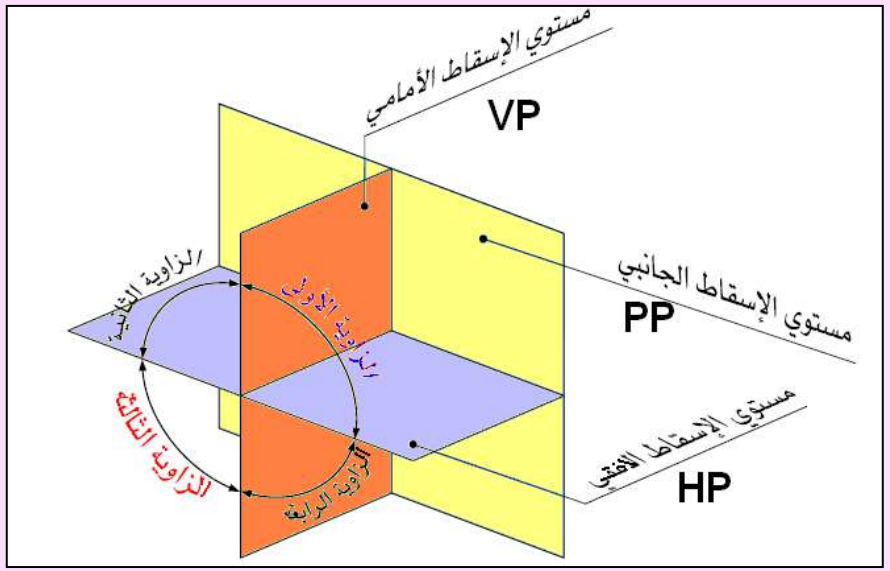


الشكل 6-16: إسقاط الأسطح المستوية على أحد مستويات الإسقاط الرئيسة.

6-4-1 الإسقاط في الزاوية الزوجية الأولى

تسمى طريقة الإسقاط على مستويين متعامدين بطريقة " مونج " نسبة للعالم الفرنسي " جاسبارمونج " الذي بدأ بتجميع أسس هذا الموضوع وترتيبها منذ العام 1795، ويستعمل في هذه الطريقة من الإسقاط مستويان متعامدان، الشكل (6-17)، أحدهما يعرف بالمستوي الأفقي (Horizontal Plain- HP)، والآخر بالمستوي الأمامي (الرأسي) (Vertical Plain- VP)، وينتج عن تقاطع هذين المستويين أربعة زوايا (تسمى أحيانا بالزوايا الزوجية) وهي الزاوية الأولى First Angle، الزاوية الثانية Second Angle، الزاوية الثالثة Third Angle، والزاوية الرابعة Forth Angle، وعند إضافة مستوٍ ثالث عمودي على المستويين الأمامي والأفقي يدعى بالمستوي الجانبي (Profile Plain) وذلك لزيادة توضيح أبعاد الجسم عند وضعه في أي من الزوايا الأربعة، وعند وضع أي جسم في إحدى الزوايا بحيث تكون واجهته الرئيسة موازية للمستويين المتعامدين مستخدمين خطوط الإسقاط العمودية (كما مر سابقا)، فيكون المسقط المرسوم في المستوي الرأسي هو المسقط الرأسي (الأمامي) Front View، والمسقط المرسوم في المستوي الأفقي هو المسقط الأفقي (العلوي) Top View، أما المسقط المرسوم في المستوي الجانبي فيدعى بالمسقط الجانبي Side View.

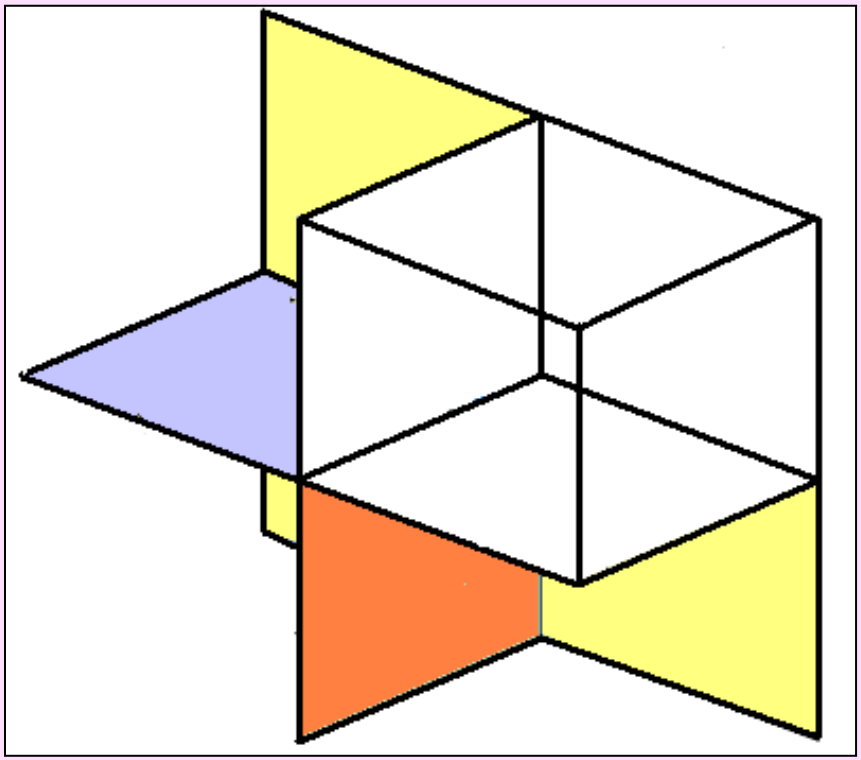
يتم استخدام الزاوية الأولى والثالثة في التطبيقات الهندسية علما أن الإسقاط في الزاوية الأولى هو الأكثر انتشارا في العالم الذي سوف يعتمد في هذا الكتاب، أما الإسقاط في الزاوية الثالثة فيستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية.



الشكل 6-17:زوايا الإسقاط.

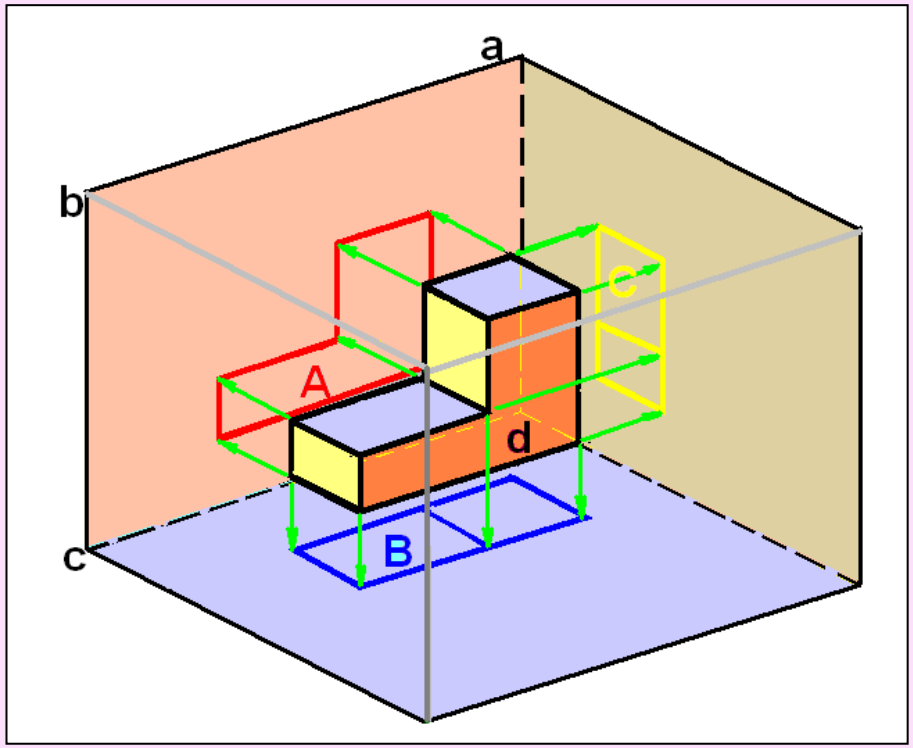
6-4-2 توزيع المساقط على ورقة الرسم

بالرجوع للشكل (6-17)، نعمل صندوق (زجاجي) في فضاء زاوية الإسقاط الأولى، الشكل (6-18)، لغرض وضع جسم في داخله.



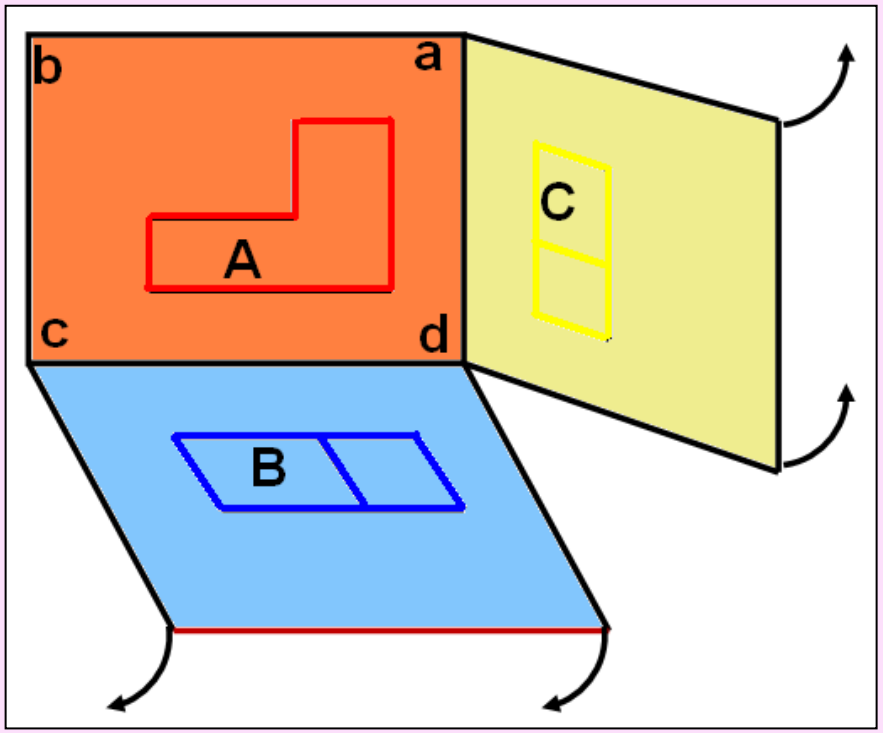
الشكل 6-18: صندوق الزاوية الأولى.

ولرسم المساقط يوضع الجسم بين مستويات هذه الزاوية ويبين الشكل (6-19) جسم (منظور) داخل صندوق (سداسي الوجه)، بحيث تكون أوجه الجسم موازية لأسطح الصندوق، وعند وقوف الناظر أمام حد أوجه الصندوق (السطح abcd) الذي يمثل المستوي الأمامي، سيكون المسقط A هو مسقط الجسم الأمامي، وكذلك مساقط السطحين الآخرين ستكون مساقطهما B المسقط الأفقي و C المسقط الجانبي.



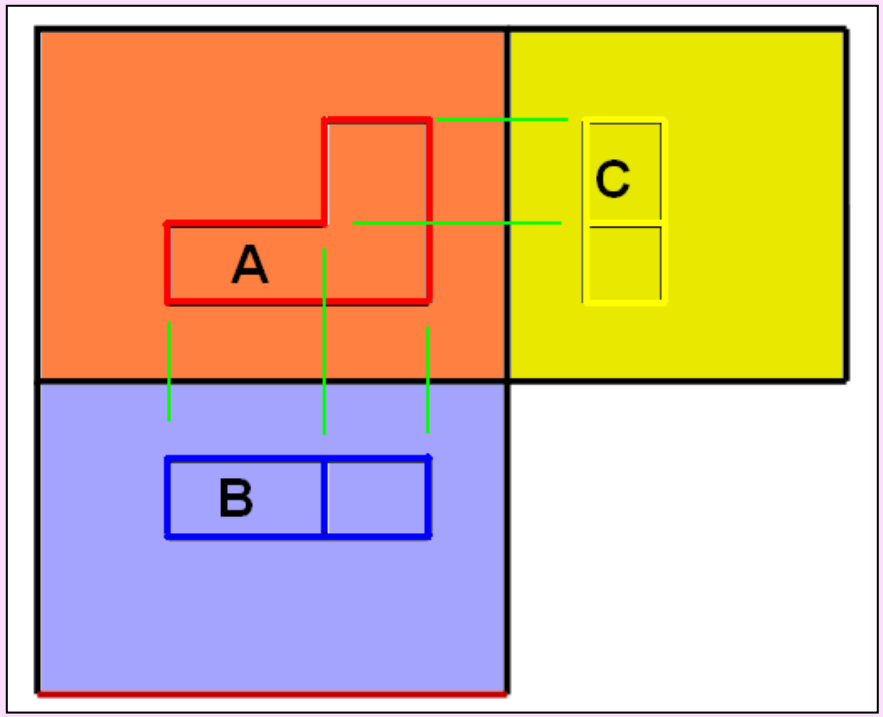
الشكل 6-19 : عملية الإسقاط على ثلاثة أوجه من الصندوق.

بعد ذلك يفصل مستويا الإسقاط الجانبي والأفقي عن بعضهما بعد تثبيت المستوي الأمامي (الوجه abcd)، الشكل (6-20)، بحيث تكون الأوجه كافة في مستوي واحد.



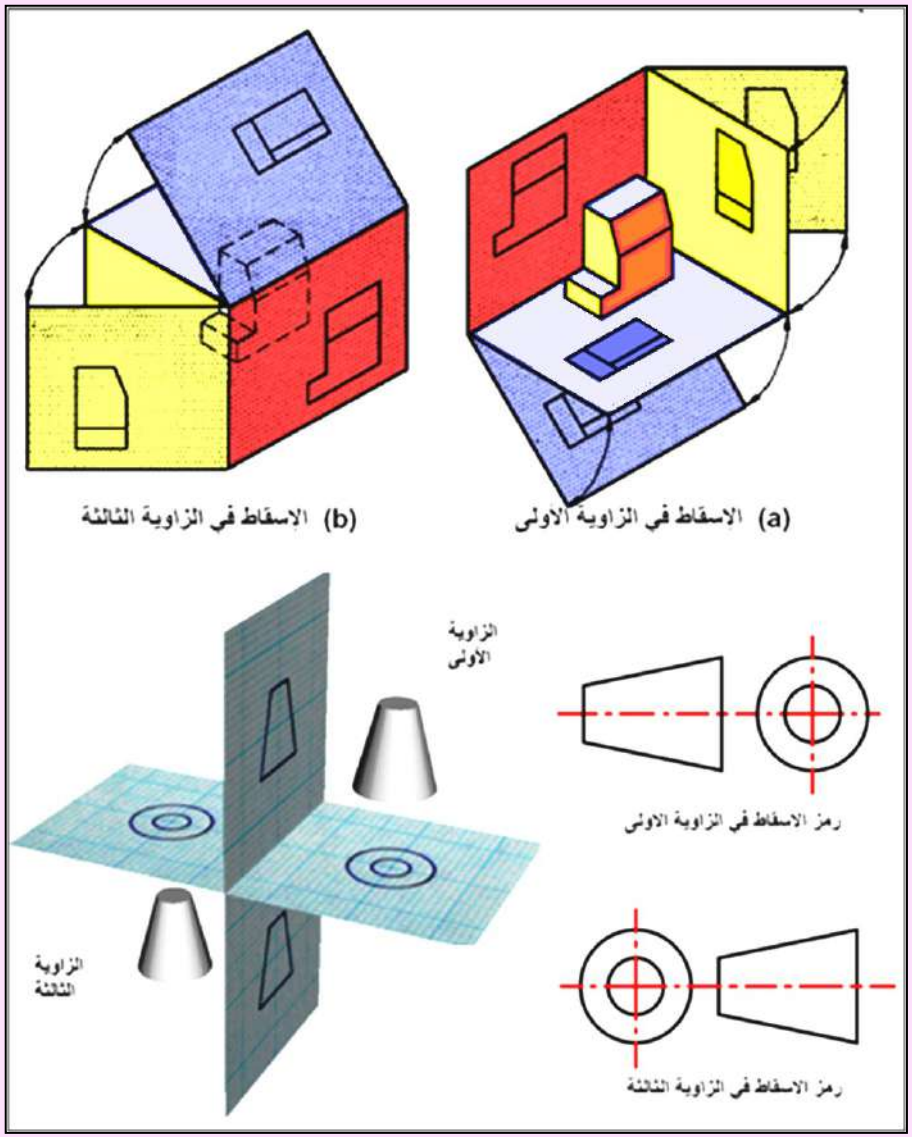
الشكل 6-20 : فتح أوجه الصندوق بعد تثبيت أحد الأوجه.

ويبين الشكل (6-21) توزيع المساقط A ، B و C على مستوي واحد وهو ورقة الرسم ويبين العلاقة بين تلك المساقط، وغالبا ما تكون المساقط الثلاثة (الأمامي والأفقي والجانبي) كافية لرسم جسم أو قطعة ما.



الشكل 6-21 : توزيع المساقط الثلاثة للجسم.

إن الرمز القياسي المتبع في الدلالة على الإسقاط في الزاوية الأولى بحسب المنظمة العالمية للتقييس (ISO) يبينه الشكل (6-22)، فضلاً عن الرمز المتبع للدلالة على الإسقاط في الزاوية الثالثة والفرق بين طريقتي الإسقاط، الشكل (6-22 a، b).



الشكل 6-22 : الرمز القياسي للإسقاط في الزاوية الأولى والزاوية الثالثة.

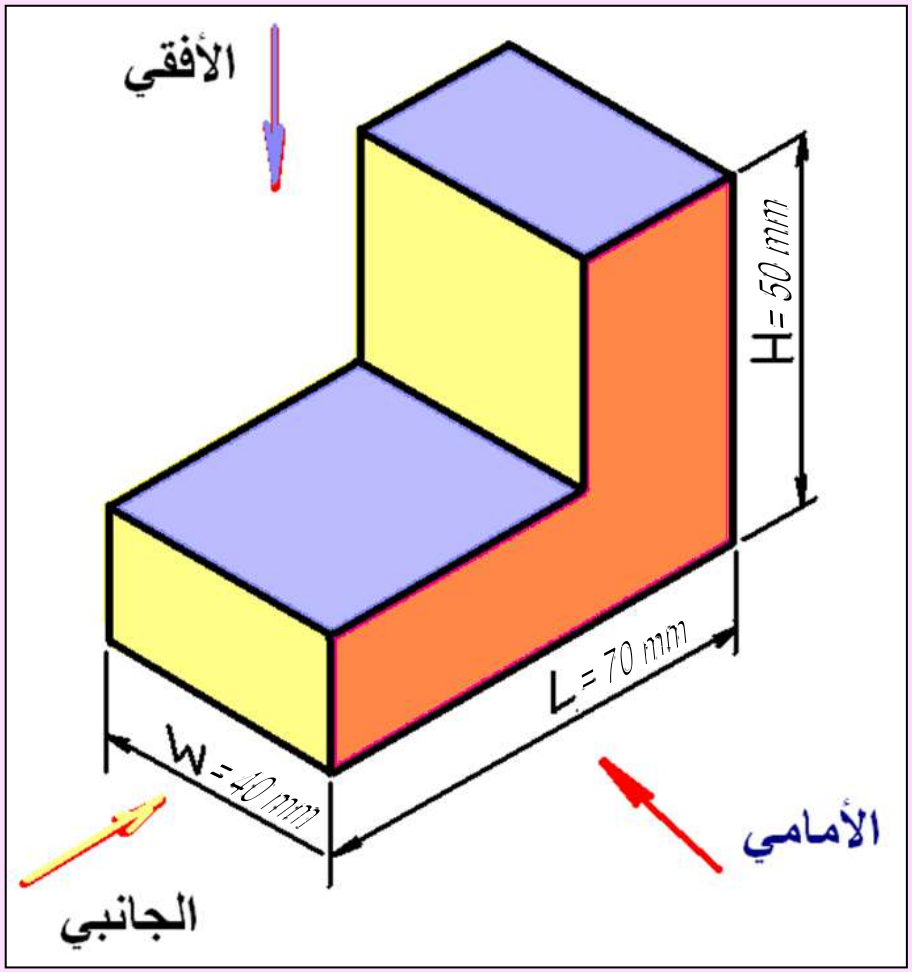
6-4-3 خطوات رسم المساقط

يجب أن تكون المساقط موزعة على كامل مساحة ورقة الرسم حتى تكون أوضح وأكثر تناسقا، ما يسمح بوضع الأبعاد والمعلومات الضرورية في المسافات البينية لكل مسقط، والمثال الآتي يوضح المراحل الواجب اتباعها قبل البداية في تنفيذ رسم المساقط بشكل تفصيلي.

مثال 6-3:

ارسم المساقط الثلاثة للمنظور المبين في الشكل (6-23)، مع مراعاة توزيع المساقط بشكل متناسق على ورقة الرسم، علما أن :-

L = 70 mm, W = 40mm, H = 50mm.



الشكل 6-32 : منظور لجسم.

الحل:

لاحظ الشكل (6-24).

1. نحدد الأبعاد لمساحة الرسم، ولتكن ورقة الرسم المختارة A4 (297mm×210mm)، وبعد طرح أبعاد الإطار وجدول المعلومات، وكما يأتي: -

210 -10-10=190 mm

297-10-10-10-10=257 mm

وعليه فان أبعاد المساحة المتاحة للرسم أصبحت (257mm×190mm).

2. اختيار وضعية ورقة الرسم أيهما انسب، أن توضع بشكل عمودي أم أفقي، وذلك بعد ملاحظة المنظور في حالة كون طوله اكبر من ارتفاعه (كما في هذا المثال)، فتكون الورقة بالاتجاه الأفقي، فتصبح؛ (A=257mm و B=190mm).

3. حساب المسافات البينية بين المساقط بعضها مع البعض الآخر وبينها وبين الإطار الخارجي إذ تمثل **a** المسافات البينية الأفقية و **b** المسافات البينية العمودية، وكما يأتي :-

$$a = \frac{A - (L + W)}{3}$$

$$b = \frac{B - (H + W)}{3}$$

وفي هذا المثال ستكون المسافات كما يأتي :-

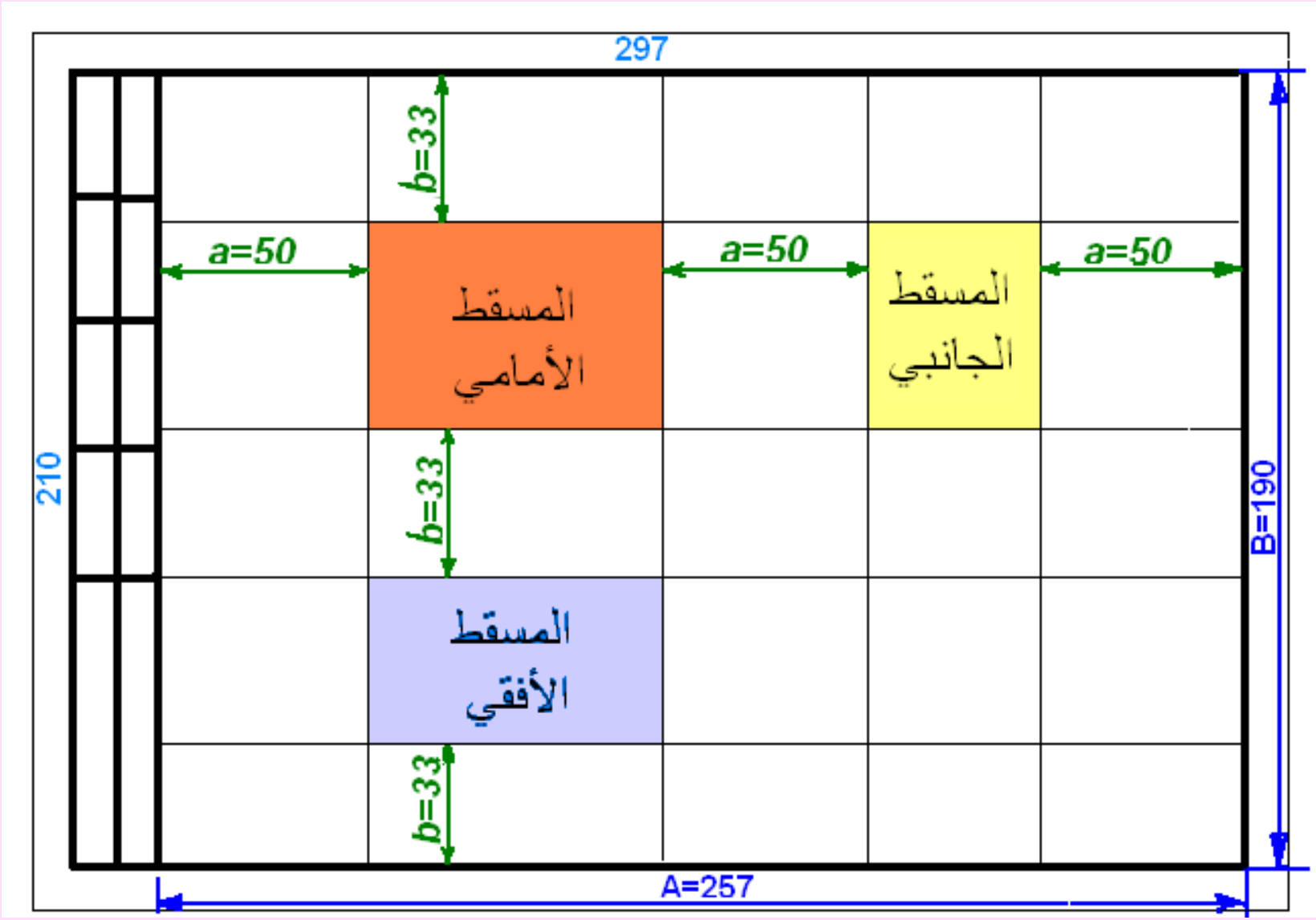
$$a = \frac{257 - (70 + 40)}{3} = \frac{147}{3} = 49\ mm$$

$$a \cong 50\ mm$$

$$b = \frac{190 - (50 + 40)}{3} = \frac{100}{3} = 33.3\ mm$$

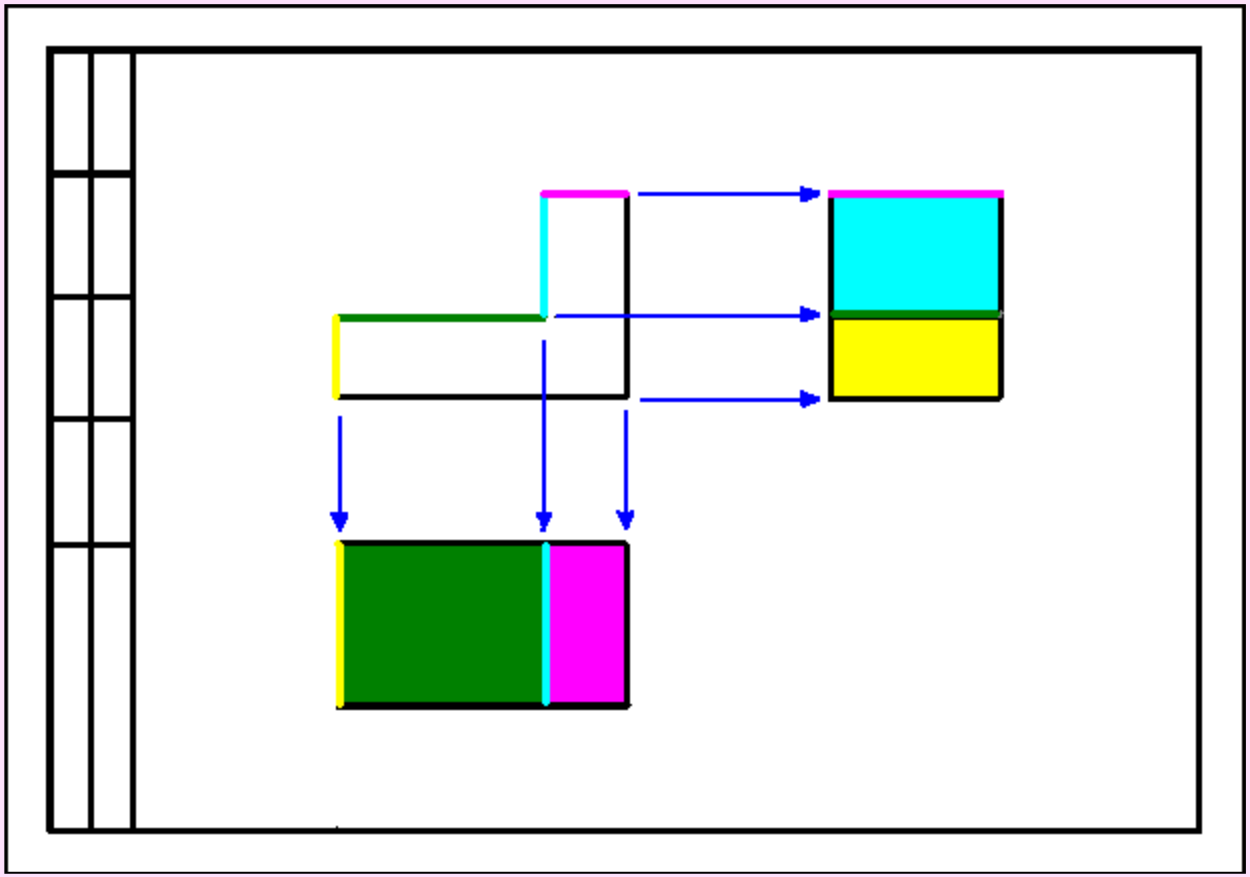
$$b \cong 33\ mm$$

4. باستخدام قلم الرصاص 3H نرسم الخطوط الأفقية (بعد تأشير المسافات على خط الإطار العمودي) والخطوط العمودية (بعد تأشير القياسات على خط الإطار الأفقي) بحسب المسافات المحسوبة، (يتم الرسم بدون الضغط على قلم الرسم ليسهل مسحها فيما بعد).
5. تحديد المستطيلات التي سوف تحوي المساقط الثلاثة وذلك بمسح الخطوط الزائدة.



الشكل 6- 24 : توزيع المساقط على ورقة الرسم بواسطة المسافات البينية.

6. إكمال بقية تفاصيل المساقط بواسطة إسقاط خطوط عمودية وأفقية بين المساقط، بحسب الأبعاد التفصيلية للجسم المنظور، (الشكل 6-25)، وذلك بتوصيل كل الحافات الظاهرة، لاحظ أن السطح الملون في أحد المساقط سيكون خطاً في المساقط الأخرى.



الشكل 6-25 :إكمال تفاصيل المساقط.

ملاحظة: في حال كون مجموع أطوال المساقط أكبر من إبعاد المساحة المتاحة للرسم، فيجب اختيار مقياس رسم تصغير مناسب، أي:-

$$A \leq (L + W), \quad Or \quad B \leq (H + W)$$

5-6 وضع الأبعاد على الرسم

أن للأبعاد أهمية كبيرة في الرسم الهندسي إذ إن تصنيع الجسم يتطلب الرسومات التوضيحية التي تحتوي على الأبعاد الدقيقة والملاحظات المكتوبة على لوحة الرسم الهندسية والمساقط بشكل واضح وبسيط ضمن قواعد ومصطلحات خاصة، الشكل (6-26)، وتتضمن كتابة الأبعاد ما يأتي:-

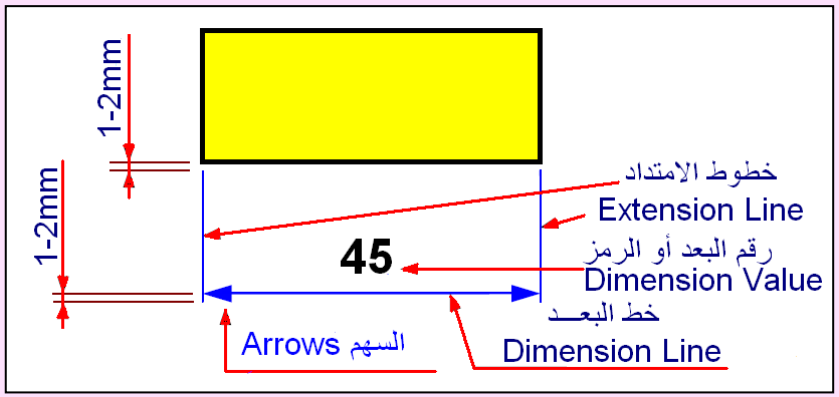
1. خط الامتداد Extension Line: وهو خط مستقيم رفيع ومتصل يرسم بقلم 2H، يمتد مع نهايتي البعد بعد ترك فراغ مقداره 2 – 1 mm، ويمتد بحدود 2 – 1 mm بعد رأس السهم.
2. خط الأبعاد Dimension Line: وهو خط مستقيم رفيع ومتصل يرسم بقلم 2H، يحدد البعد المطلوب تبيانه، ويتميز هذا الخط بما يأتي:-

أ- يرسم خط البعد موازياً للخط المراد كتابة بعده.

ب- يبعد خط البعد عن المسقط مسافة لا تقل عن 10 mm.

ج- تكون المسافة بين خطي بعد متوازيين لا تقل عن 8 mm.

3. السهم Arrows : ترسم الأسهم بقلم HB في طرفي (نهايتي) خط البعد على شكل مثلث زاوية رأسه 15 درجة (تقريبا)، ونسبة طول قاعدته إلى طوله بحدود 3:1 ، ويجب أن يلامس رأس السهم خط البعد.
4. رقم البعد أو الرمز Dimension Value : تكتب الأبعاد والرموز بقلم HB فوق خط البعد الأفقي، وعلى يسار خط البعد الرأسي في جميع الحالات من دون أن تلامسه، وفي المنتصف تقريبا، (عند قراءة الأبعاد العمودية تدار ورقة الرسم باتجاه عقرب الساعة 90 درجة ليكون الرقم فوق خط البعد دائما).

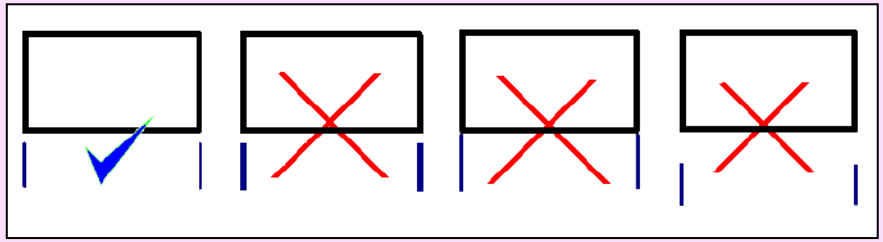


الشكل 6-26 : كتابة الأبعاد.

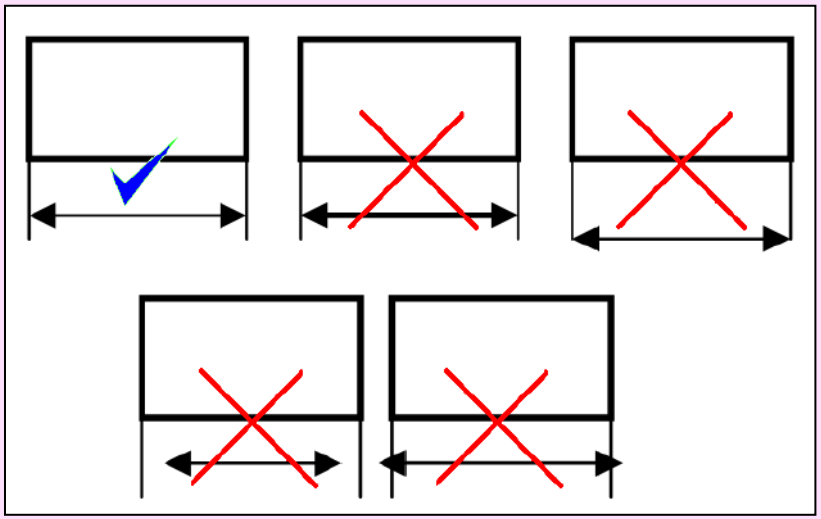
6-5-1 قواعد عامة في رسم وكتابة الأبعاد

1. عند التكبير أو التصغير يكتب البعد الحقيقي على الرسم وليس طول البعد المرسوم.
2. تكتب جميع الأبعاد خارج المسقط قدر الإمكان، وفي حالات نادرة يجوز تمثيل البعد داخل المسقط عند الضرورة.
3. يرسم البعد الأصغر أقرب إلى المسقط ثم البعد الأكبر فالأكبر.
4. لا يسمح بتقاطع خطوط الأبعاد مع أي خط، في حين يمكن تقاطع خطوط الإمداد بعضها مع بعض.
5. الأبعاد الصغيرة تمثل بسهمين من الخارج.
6. تكتب أبعاد الزاوية بخط بعد منحن (قوس) مركزه رأس الزاوية ونهايتاه ضلعا الزاوية.
7. تكتب أبعاد الدائرة إما بخط بعد خارج الدائرة، ينتهي بسهم يلامس محيطها ويشير إلى مركزها، أو بخط بعد يمر بالمركز وينتهي بسهمين يلامسان المحيط من الداخل، وعادة ما يستخدم الرمز ⌀ للدلالة على قطر الدائرة، أو الرمز ***R*** للدلالة على نصف قطر الدائرة أو القوس.
8. يفضل عدم كتابة الأبعاد عند الخطوط المتقطعة (المخفية).
9. يجب كتابة البعد مرة واحدة على أنسب مسقط وعدم تكراره على أي مسقط آخر، وكذلك للأبعاد التي يمكن معرفتها بعملية حسابية بسيطة.
10. توزع الأبعاد بالتساوي على المساقط قدر الإمكان وعدم ترك مسقط بدون أبعاد.
11. يمكن استخدام خطوط المراكز كخطوط امتداد وليس كخطوط أبعاد.

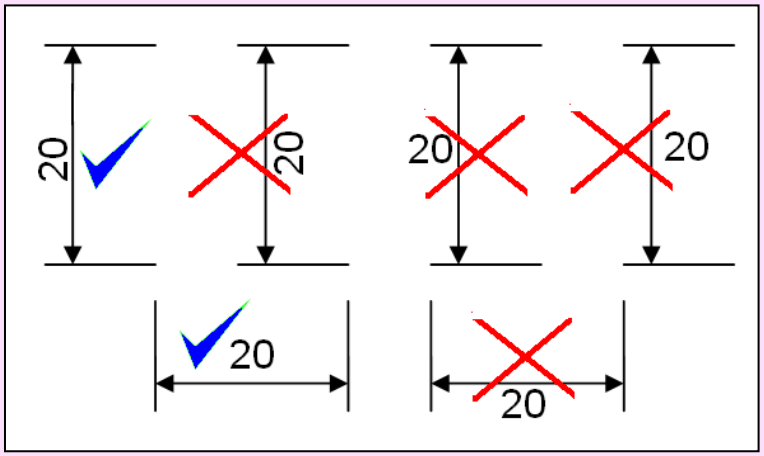
وتبين الأشكال (6-27)، (6-28)، (6-29)، (6-30)، (6-31)، (6-32)، و (6-33)، الخطأ والصواب في وضع الأبعاد.



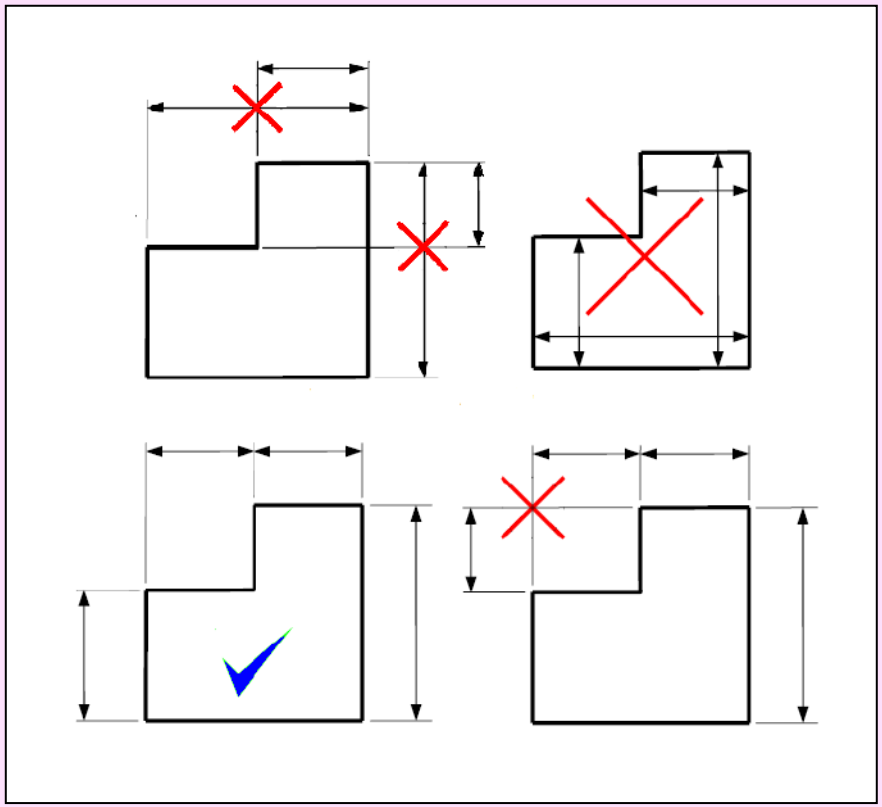
الشكل 6-27 : رسم خطوط الامتداد.



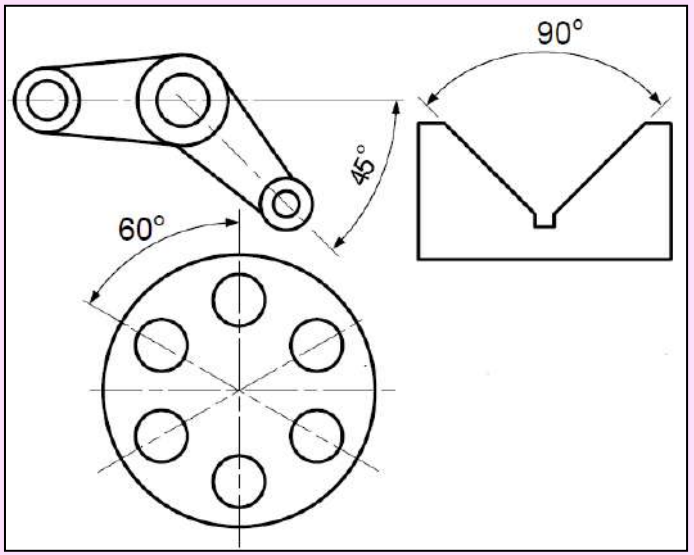
الشكل 6-28 : رسم خط البعد.



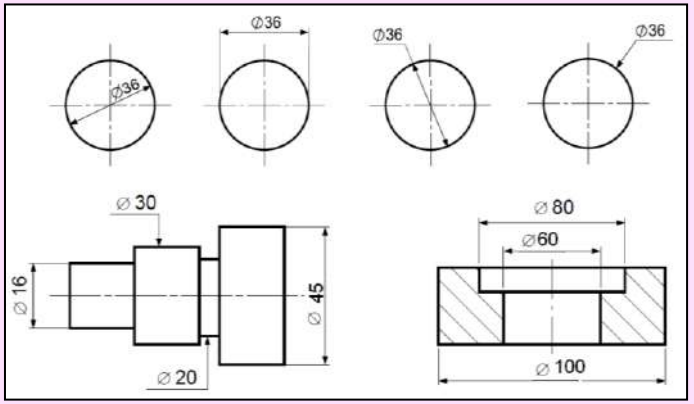
الشكل 6-29 : كتابة قيم الأبعاد.



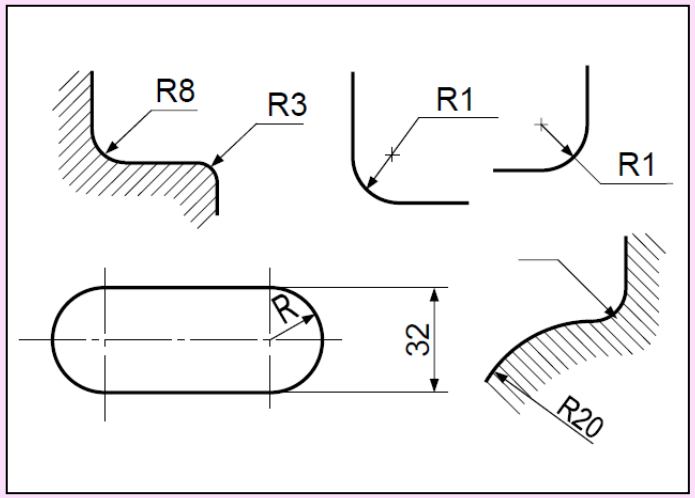
الشكل 6-30 : توزيع الأبعاد على المساقط.



الشكل 6-31 : كتابة قيم الزوايا.



الشكل 6-32: كتابة أبعاد أقطار الدوائر.



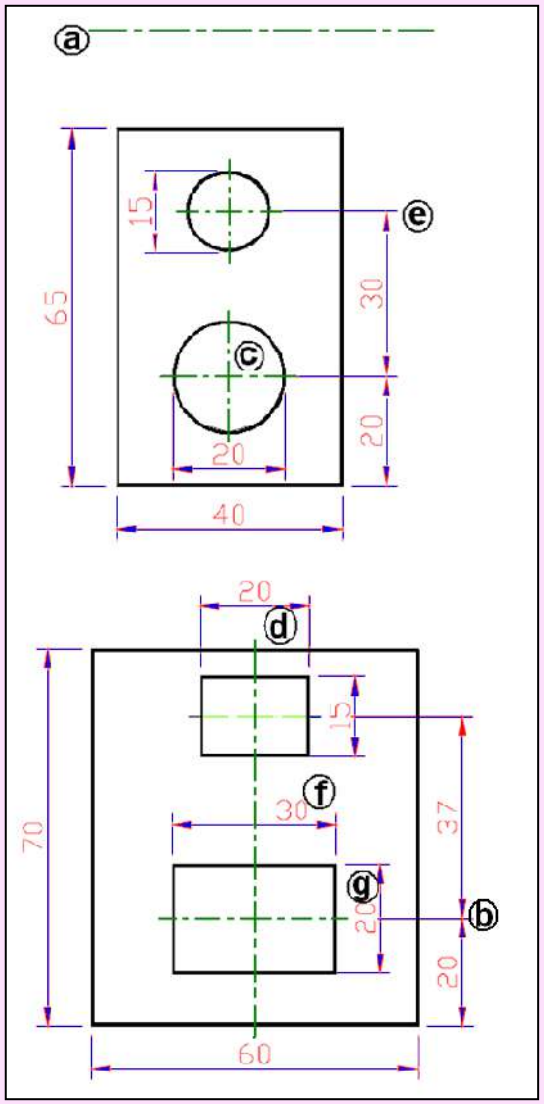
الشكل 6-33 : كتابة أبعاد أنصاف الأقطار.

6-5-2 خطوط المحاور Center Lines

يكون الجسم متماثلاً (متناظراً) إذا أمكن تقسيمه إلى جزأين متساويين ومتطابقين تماماً، ويشار إلى ذلك التماثل في الرسوم بخط المحور (خط المركز)، الشكل (6-34)، وترسم تلك الخطوط بالطرق الآتية :-

1. يرسم خط المحور بتتابع خط متصل بطول 10mm يليه خط بطول 2mm بينها فراغ مقداره 1mm وهكذا، (a).
2. يعتبر خط المحور خط امتداد (إسناد) الأبعاد، ويستفاد منه في توزيع الأبعاد، (b).

3. إذا تقاطعت خطوط المحاور فيراعى أن يكون التقاطع بين الخطيين الطويلين وليس عند خطين قصيرين، (c).
4. تمتد خطوط المحور مسافة 2mm إلى خارج الأجزاء المتماثلة، (d).
5. يمكن استخدام خط المحور كخط بعد مساعد، (e).
6. من الممكن كتابة البعد بجوار خط المحور، (f).
7. يمكن قطع جزء من خط المحور وكتابة رقم البعد في الفراغ، (g).



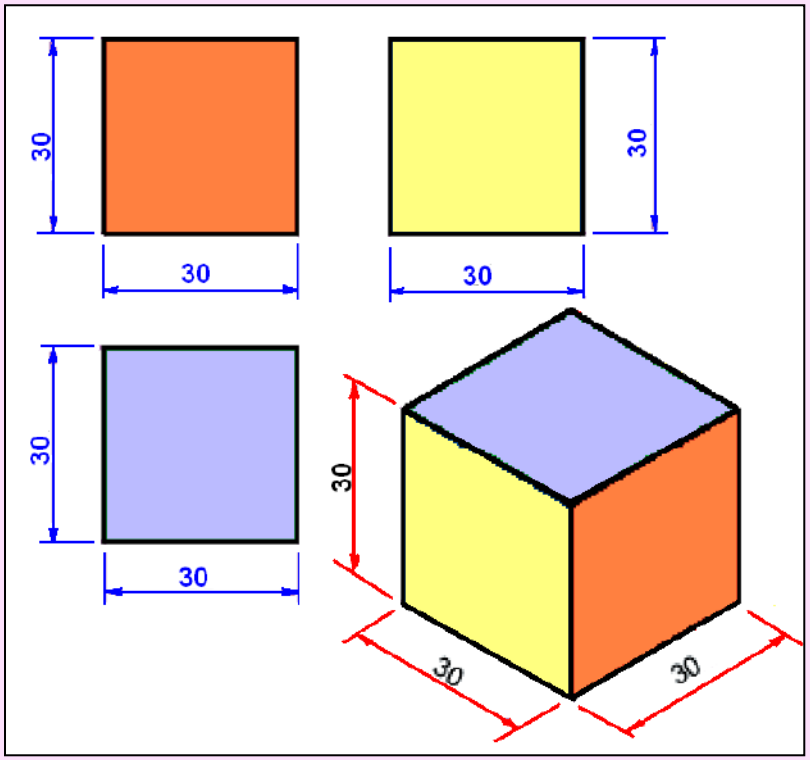
الشكل 6-34 : خطوط المحاور.

مثال 6-4 :

ارسم المساقط الثلاثة لمكعب طول ضلعه (30mm).

الحل:

بعد توزيع المساقط على الورقة تكون كما في الشكل (6-35).



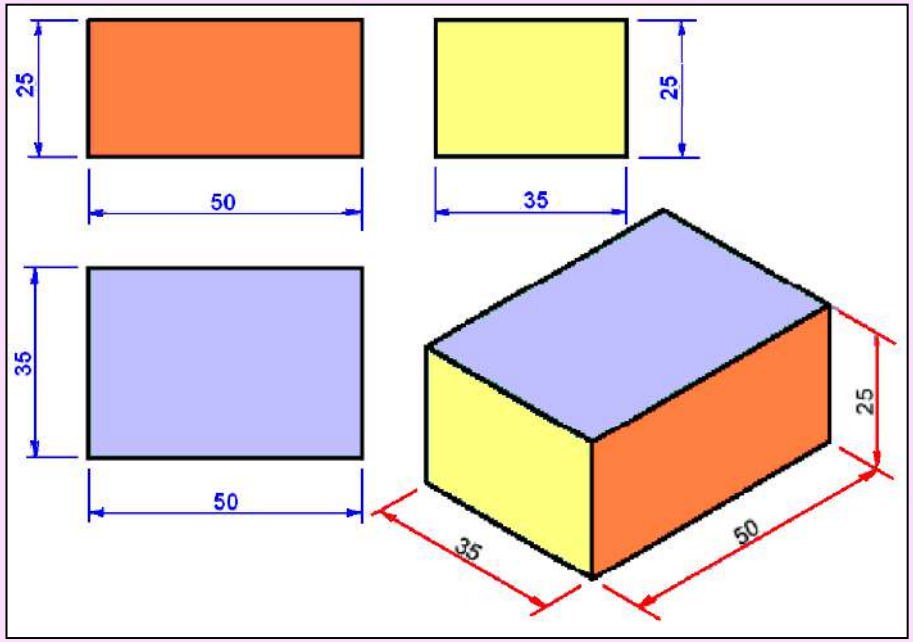
الشكل 6-35 :المساقط الثلاثة للمكعب.

مثال 6-5 :

ارسم المساقط الثلاثة لمتوازي المستطيلات بطول 50mm، عرض 35mm، وبارتفاع 25mm.

الحل :

بعد توزيع المساقط على الورقة تكون كما في الشكل (6-36).



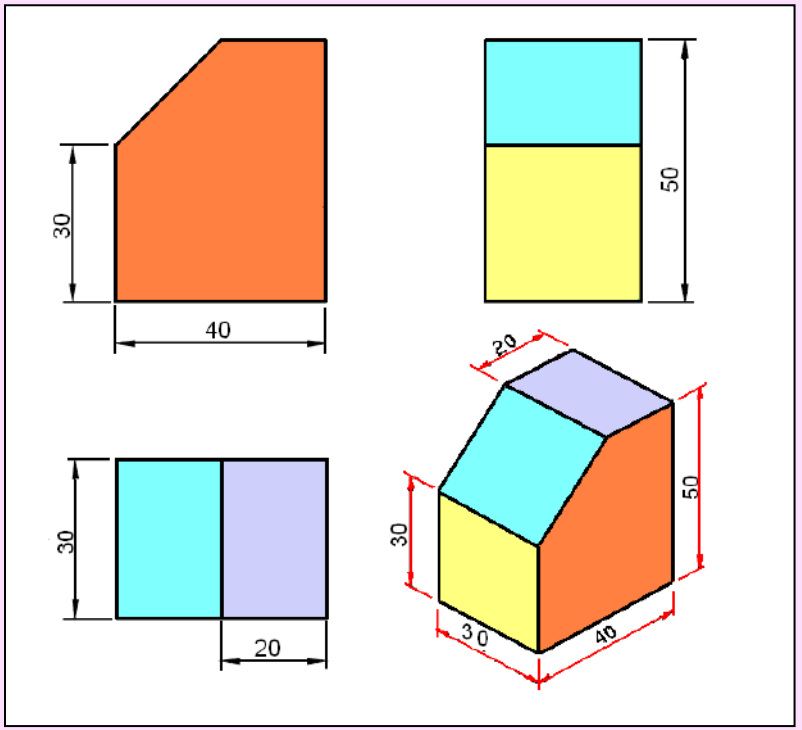
الشكل 6-36 : المساقط الثلاثة لمتوازي مستطيلات.

مثال 6-6 :

ارسم المساقط الثلاثة للموشور المبين في الشكل (6-37).

الحل :

بعد توزيع المساقط على الورقة تكون كما في الشكل (6-37).



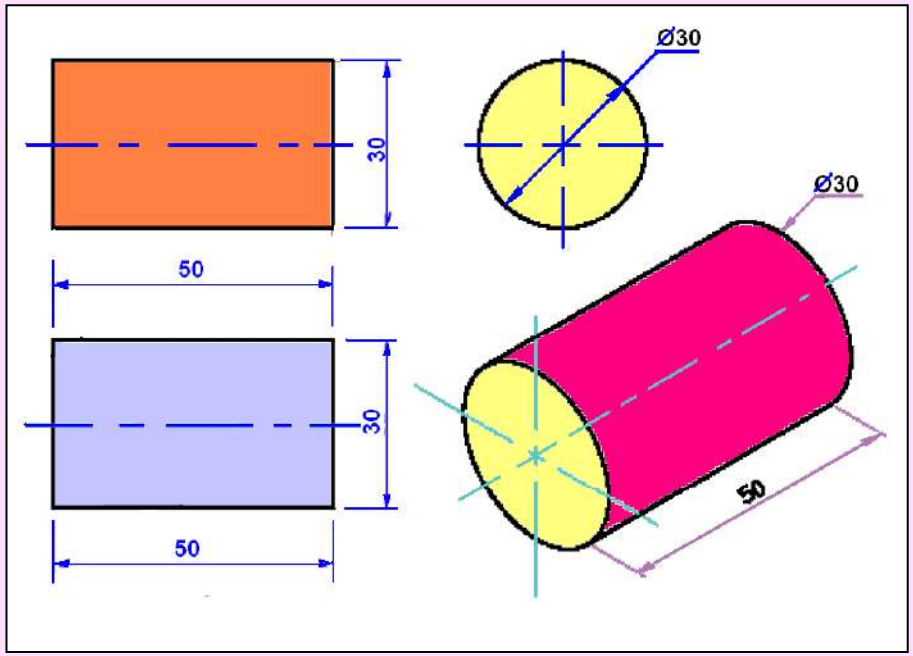
الشكل 6-37 : المساقط الثلاثة لموشور.

مثال 6-7 :

ارسم المساقط الثلاثة للاسطوانة المبينة في الشكل (6-38).

الحل :

بعد توزيع المساقط على الورقة تكون كما في الشكل (6-38).



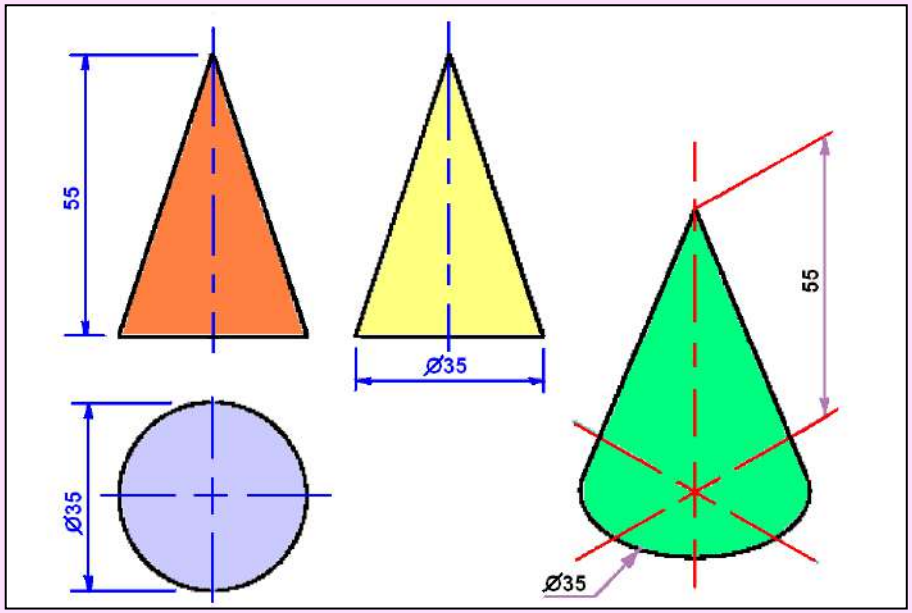
الشكل 6-38 : المساقط الثلاثة لأسطوانة.

مثال 6-8 :

ارسم المساقط الثلاثة للمخروط المبين في الشكل (6-39).

الحل :

بعد توزيع المساقط على الورقة تكون كما في الشكل (6-39).



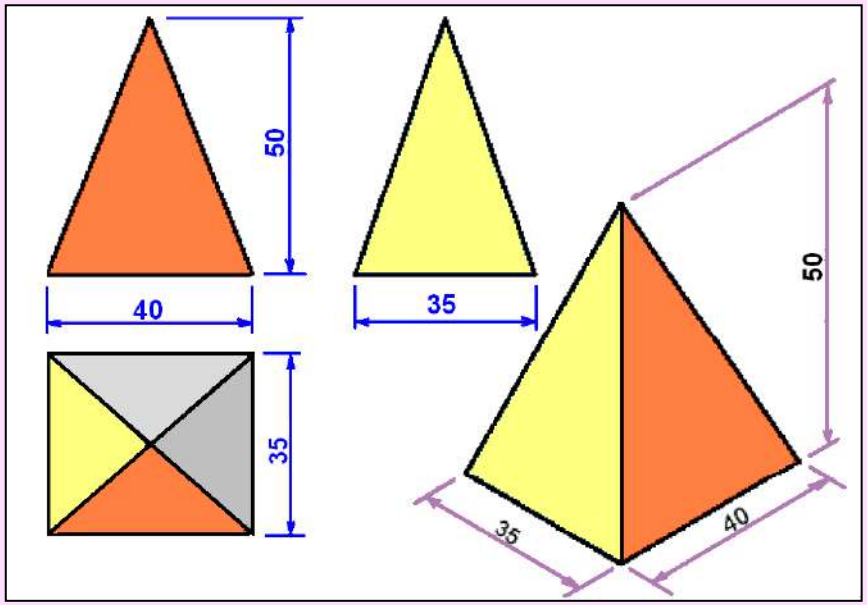
الشكل 6-39 : المساقط الثلاثة لمخروط.

مثال 6-9 :

ارسم المساقط الثلاثة للهرم المبين في الشكل (6-40).

الحل :

بعد توزيع المساقط على الورقة تكون كما في الشكل (6-40).



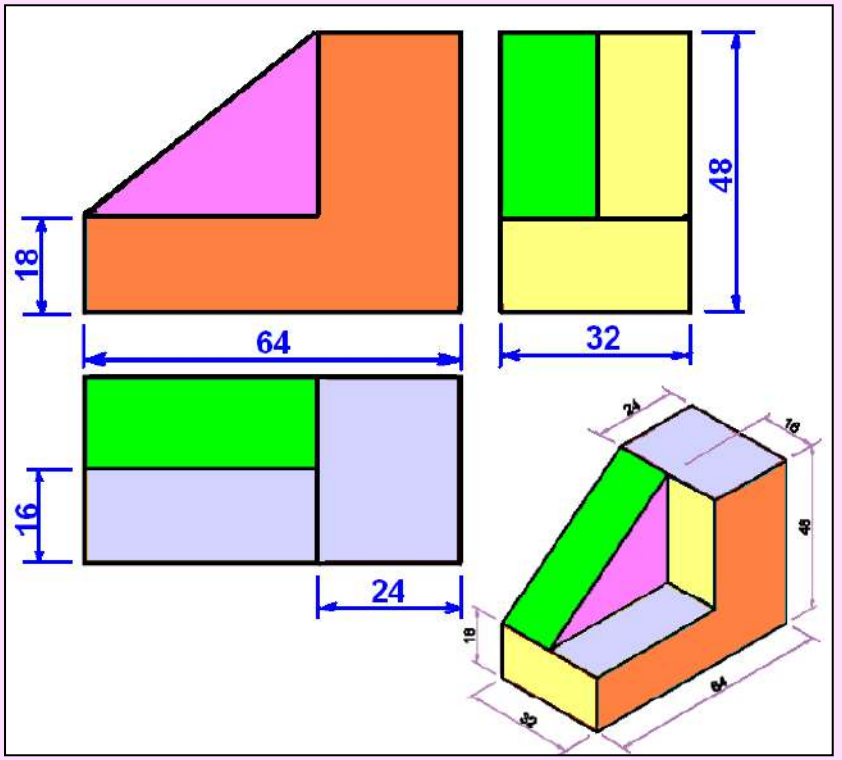
الشكل 6-40 : المساقط الثلاثة لهرم.

مثال 6-10 :

ارسم المساقط الثلاثة لجسم (منظور) المبين في الشكل (6-40).

الحل :

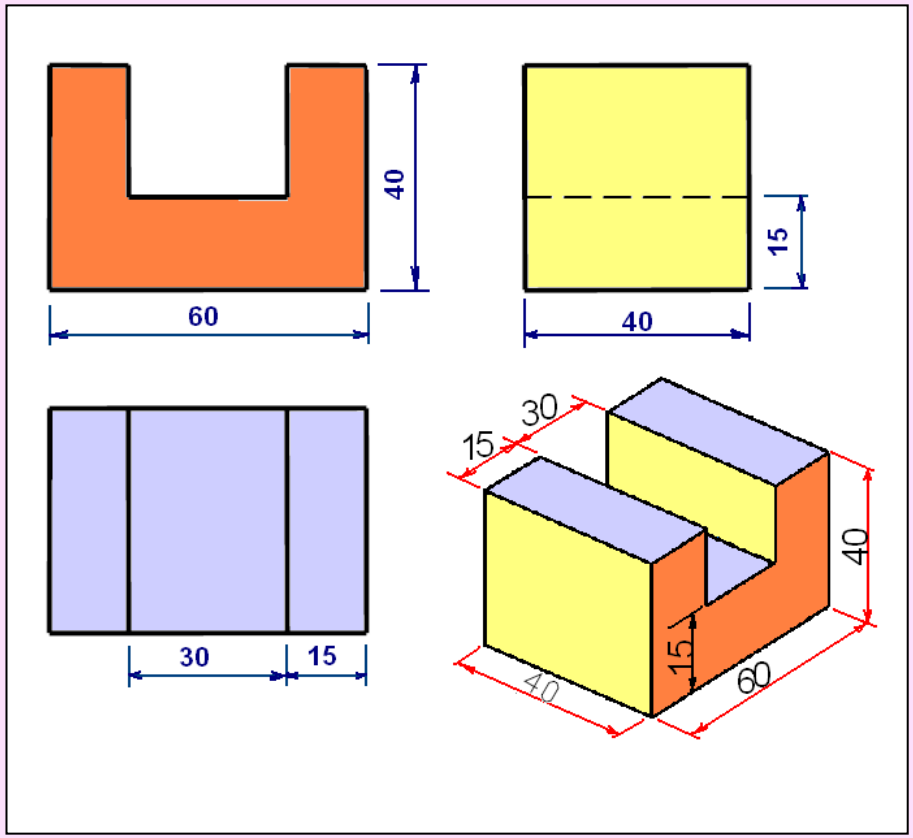
بعد توزيع المساقط على الورقة تكون كما في الشكل (6-41).



الشكل 6-41 : المساقط الثلاثة لجسم (منظور).

مثال 6-11 :

ارسم المساقط الثلاثة للجسم (منظور لمشغولة فيها مجرى) المبين في الشكل (6-42).



الشكل 6-42: المساقط الثلاثة لجسم يحتوي مجرى.

الحل :

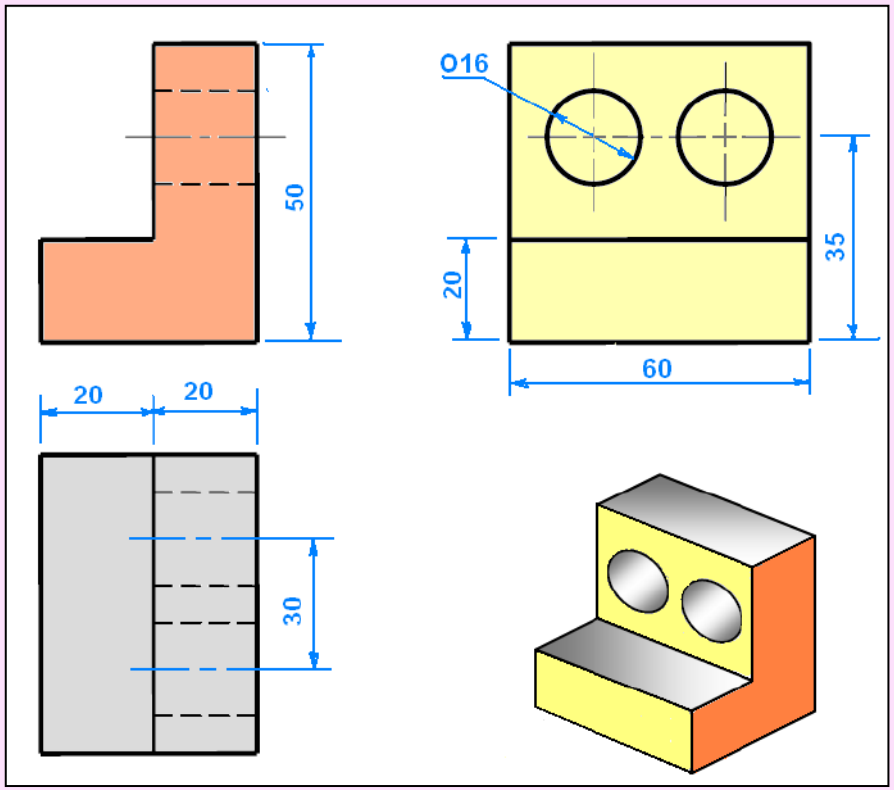
الشكل (6-42)، لاحظ الخطوط المخفية في المسقط الجانبي التي تمثل الحافات غير الظاهرة للمجرى، ويتم تمثيلها بواسطة خط متقطع، (راجع أنواع الخطوط في الفصول السابقة).

مثال 6-12 :

أعد رسم المساقط الثلاثة لجسم (منظور) المبين في الشكل (6-43).

الحل :

الشكل (6-43)، لاحظ الخطوط المخفية في المساقط التي تمثل الحافات غير الظاهرة (ثقوب نافذة) ويتم تمثيلها بواسطة خط متقطع في المسقطين الأمامي والأفقي.

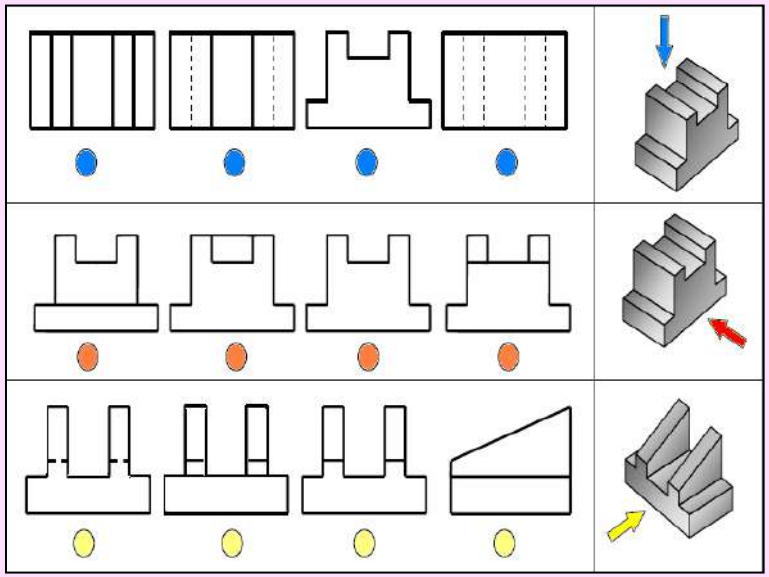


الشكل 6-43: المساقط الثلاثة لجسم يحتوي على ثقوب.

6-6 تمارين وتطبيقات

1-6-6 : بالرجوع إلى الفصل الأول، الجدول (1-1)، وعلى فرض أنك استعملت ورقة الرسم ذات القياس A4، وثبتت أبعادها على إنها تمثل مقياس رسم 1:1، أكمل الجدول المذكور بعمود يحتوي على مقاييس الرسم لبقية ألأوراق نسبة إلى أبعاد الورقة A4.

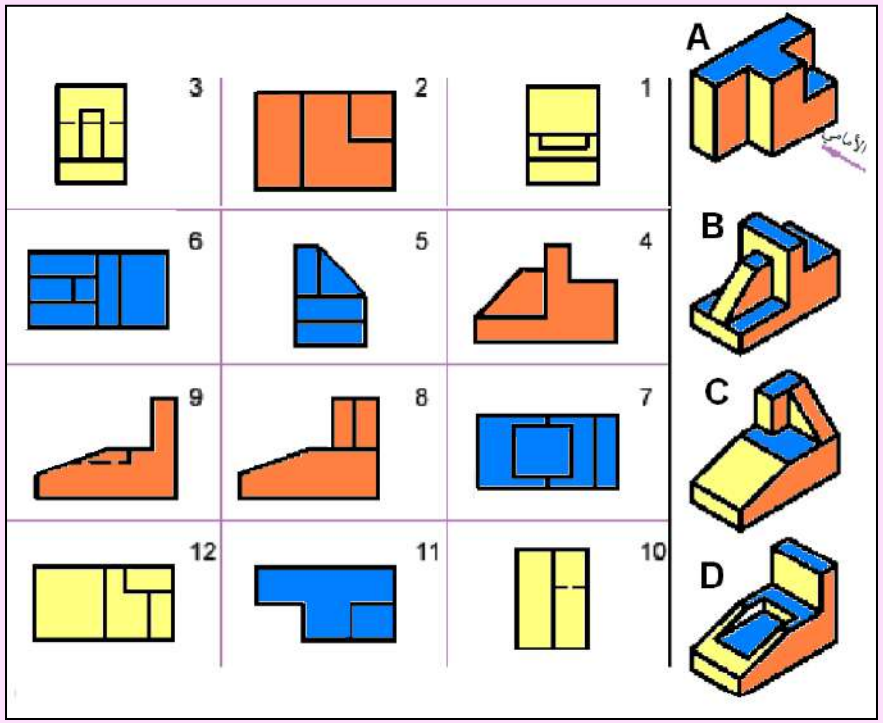
2-6-6 : ضع علامة صح تحت الشكل الذي يمثل مسقط الجسم في اتجاه السهم في الشكل (6-44).



الشكل : 6-44.

3-6-6 : في الشكل (6-45) أربعة أجسام على شكل منظور هندسي (A، B، C، و D)، تقابلها اثنتا عشر من المساقط (الأمامية والجانبية والأفقية)، عين المساقط الثلاثة المناسبة لكل من الأجسام، بحسب الجدول الآتي:-

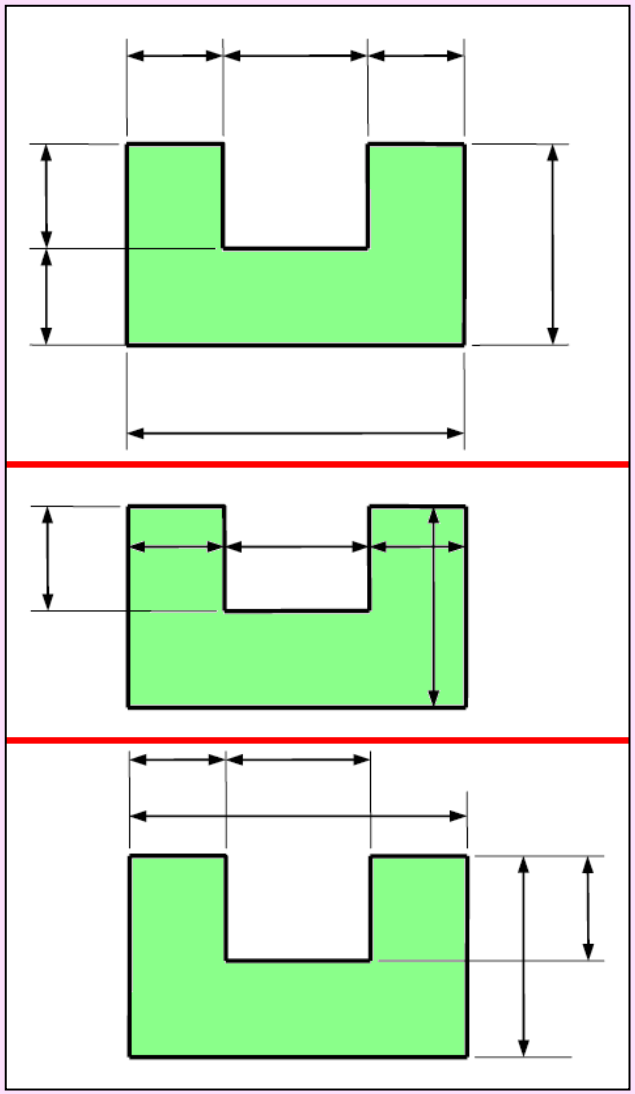
الجسم	المسقط الأمامي	المسقط الجانبي	المسقط الأفقي
A			
B			
C			
D			



الشكل 6-45.

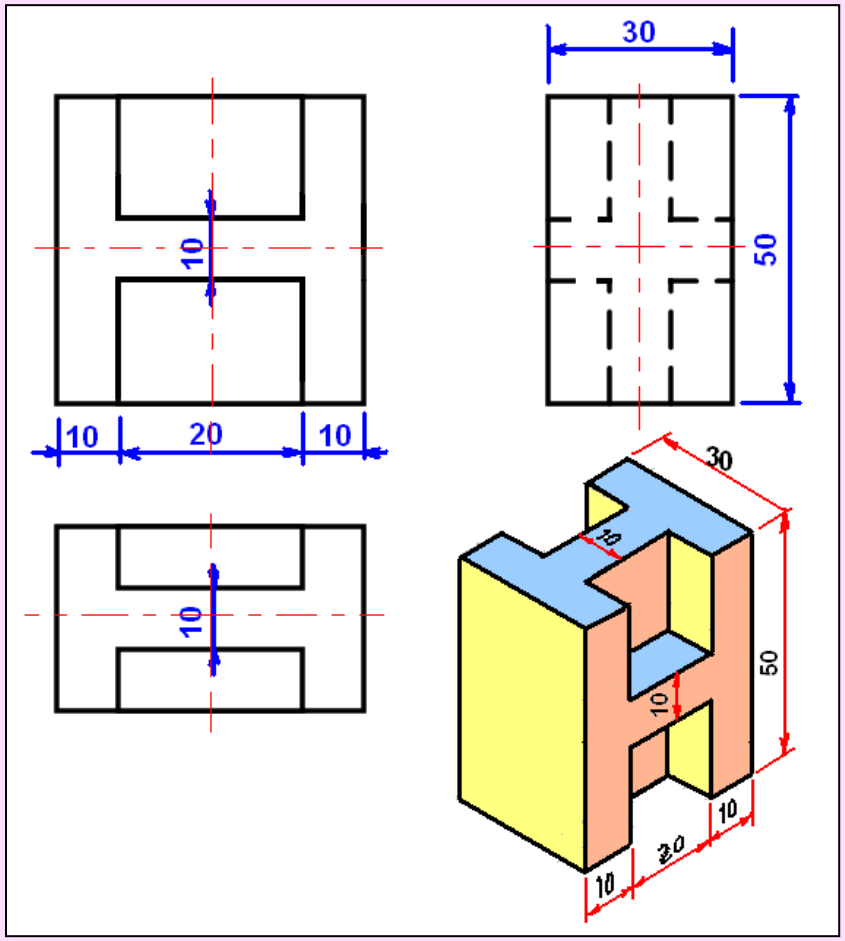
4-6-6 : هل يمكنك إيجاد معادلة توزيع المساقط على ورقة الرسم لمسقطين فقط (أمامي وجانبي) ثم (أمامي وأفقي) ؟

5-6-6 : هل يمكنك اكتشاف الأخطاء التي ارتكبت في وضع الأبعاد للحالات المبينة في الشكل (6-46) ؟



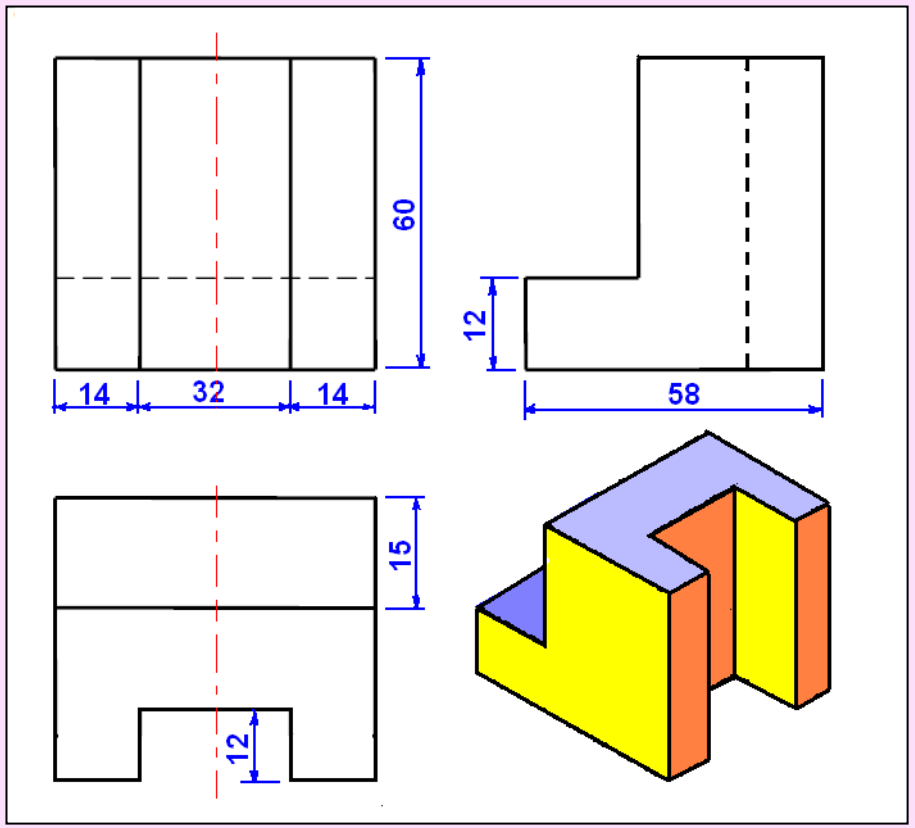
الشكل 6-46.

6-6-6 : أعد رسم مساقط المنظور الهندسي المتناظر في الشكل (6-47) بمقياس رسم 1 : 1 مع مراعاة توزيعها بشكل متناسق على ورقة الرسم.



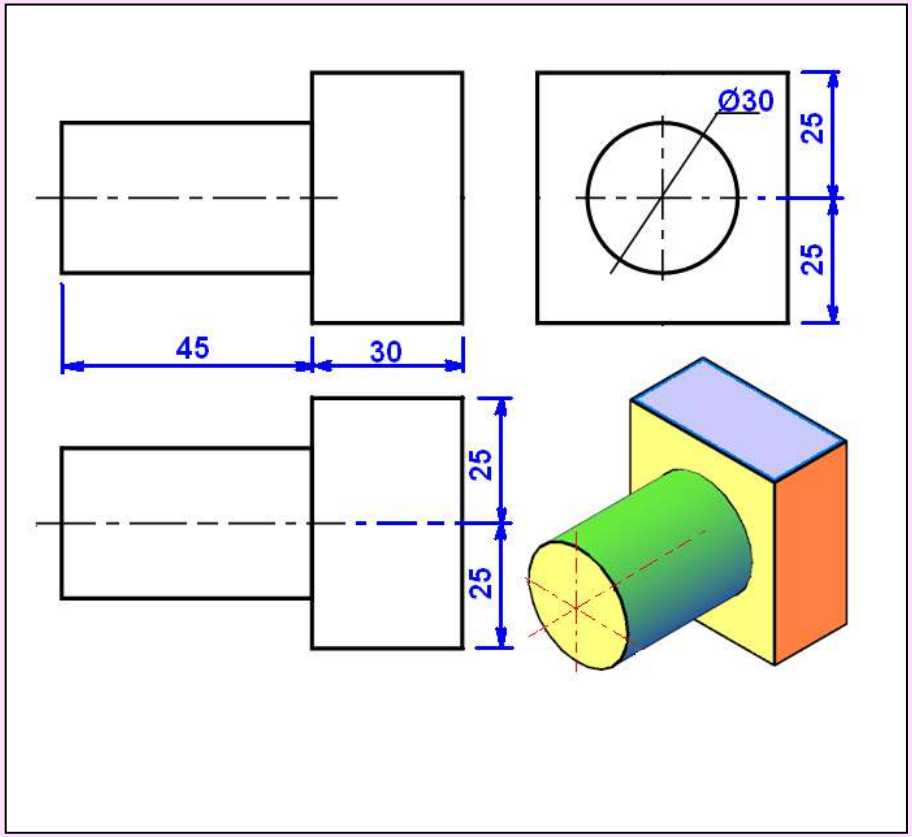
الشكل 6-47 : مساقط لمنظور هندسي متناظر.

7-6-6 : اعد رسم مساقط المنظور الهندسي المتناظر حول المحور العمودي في الشكل (6-48) بمقياس رسم 1 : 1 مع مراعاة توزيعها بشكل متناسق على ورقة الرسم.



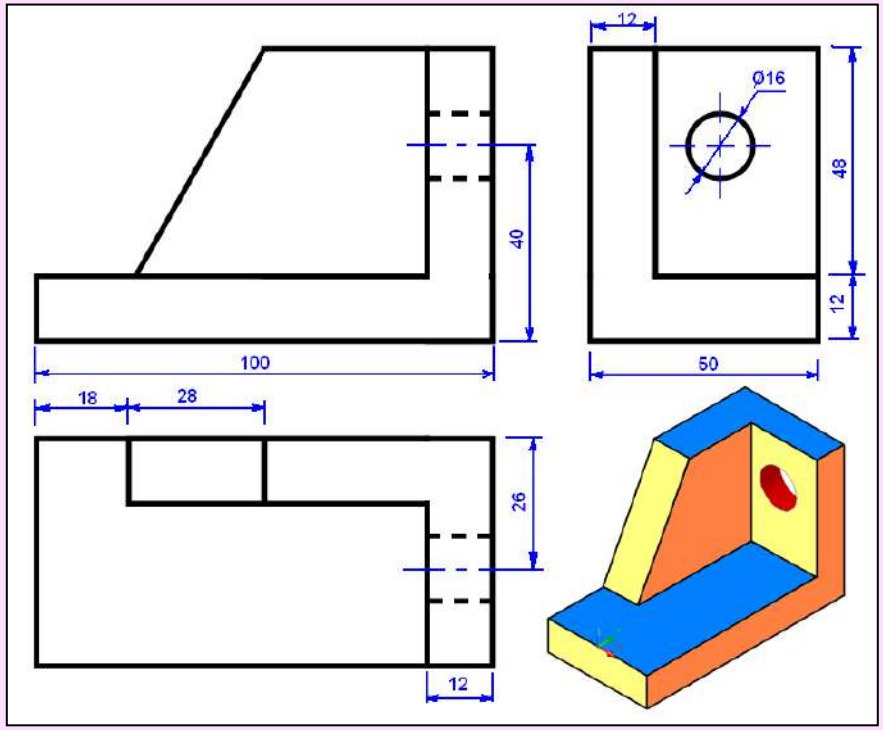
الشكل 6-48 : مساقط لمنظور هندسي غير متناظر.

8-6-6 : اعد رسم مساقط المنظور الهندسي لأسطوانة مثبتة على قاعدة مربعة، كما في الشكل (6-49) بمقياس رسم 1 : 1 مع مراعاة توزيعها بشكل متناسق على ورقة الرسم.



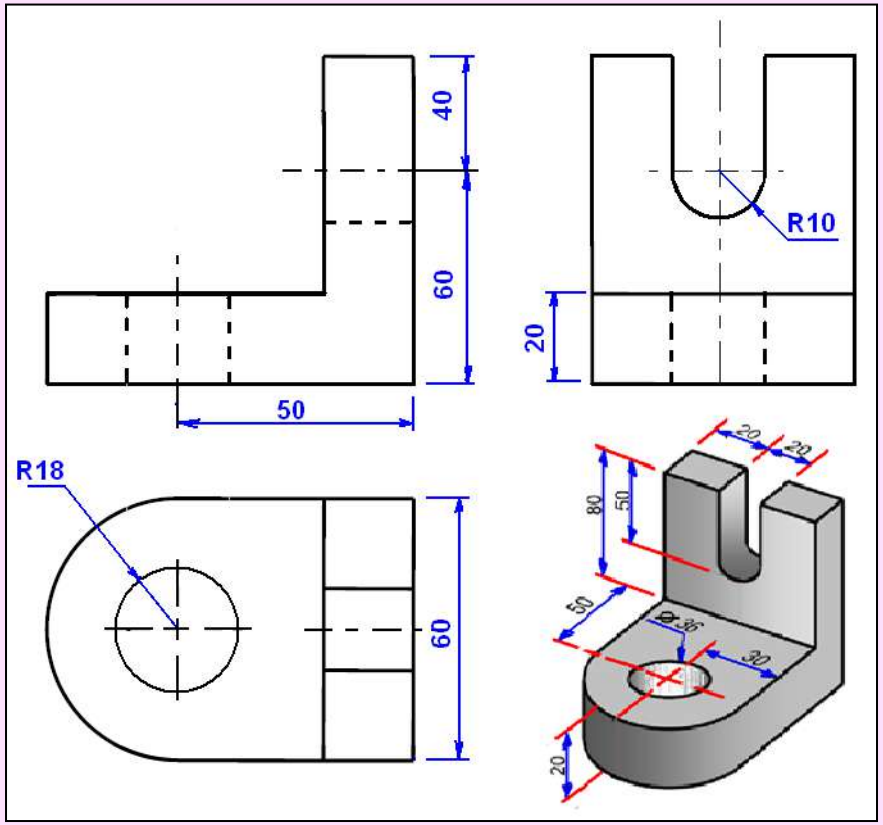
الشكل 6-49 : مساقط لمنظور اسطوانة مثبتة على قاعدة مربعة.

9-6-6 : اعد رسم مساقط المنظور الهندسي الذي يحتوي على سطح مائل، كما في الشكل (6-50)، بمقياس رسم 1 : 1 مع مراعاة توزيعها بشكل متناسق على ورقة الرسم.



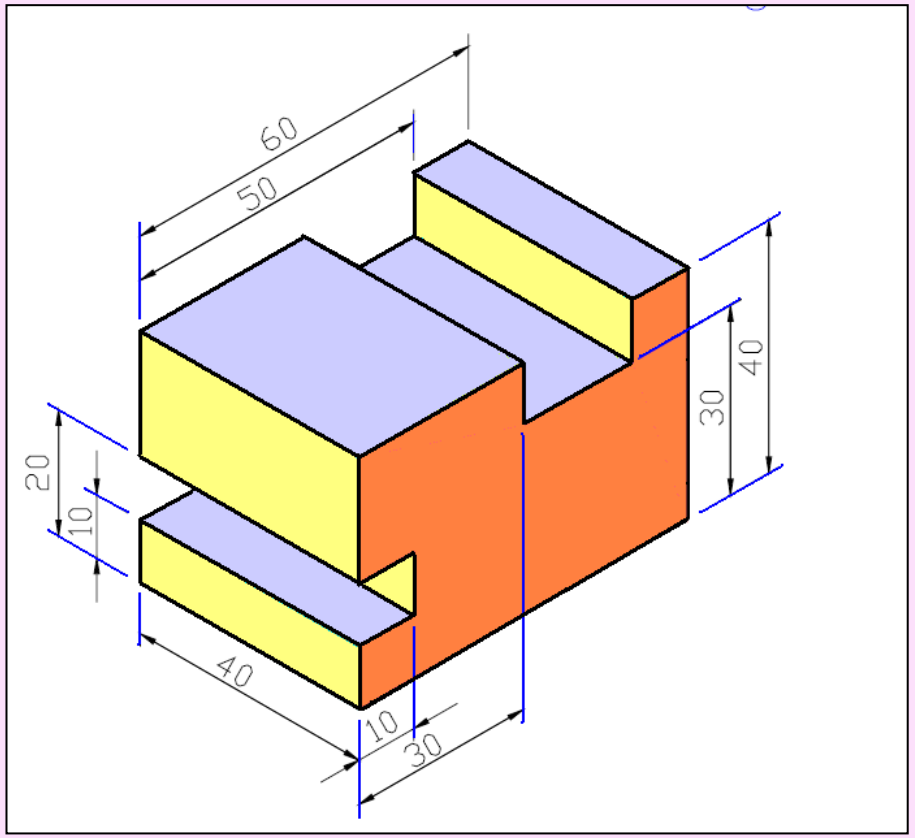
الشكل 6-50 : مساقط لمنظور هندسي يحتوي على سطح مائل.

10-6-6 : اعد رسم مساقط المنظور الهندسي الذي يحتوي على سطح ثقب نافذ، كما في الشكل (6-51) بمقياس رسم 1 : 1 مع مراعاة توزيعها بشكل متناسق على ورقة الرسم.



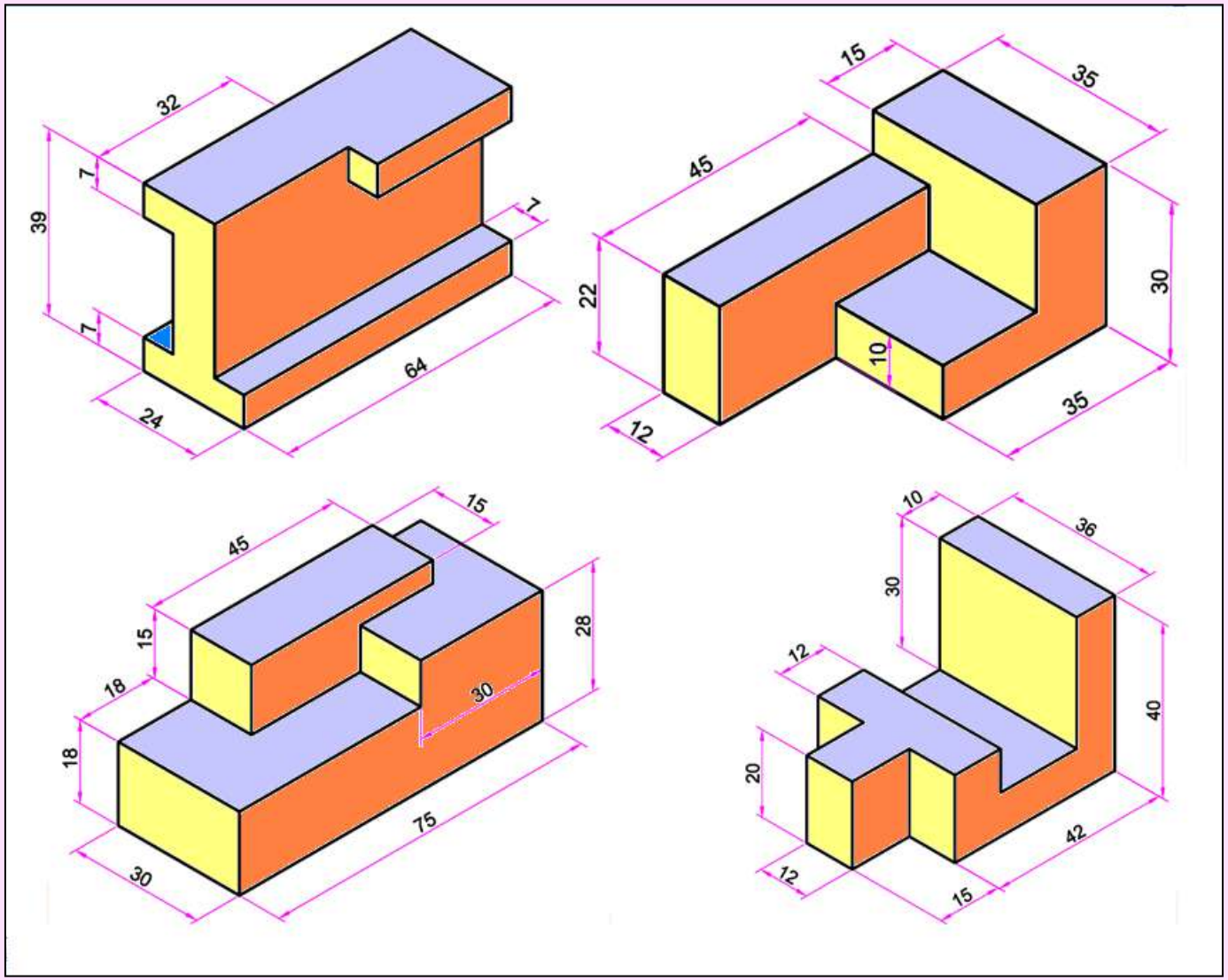
الشكل 6-51 : مساقط لمنظور يحتوي على ثقب نافذ.

11-6-6 : ارسم مساقط المنظور الهندسي كما في الشكل (6-52) بمقياس رسم 1 : 1 مع مراعاة توزيعها بشكل متناسق على ورقة الرسم.



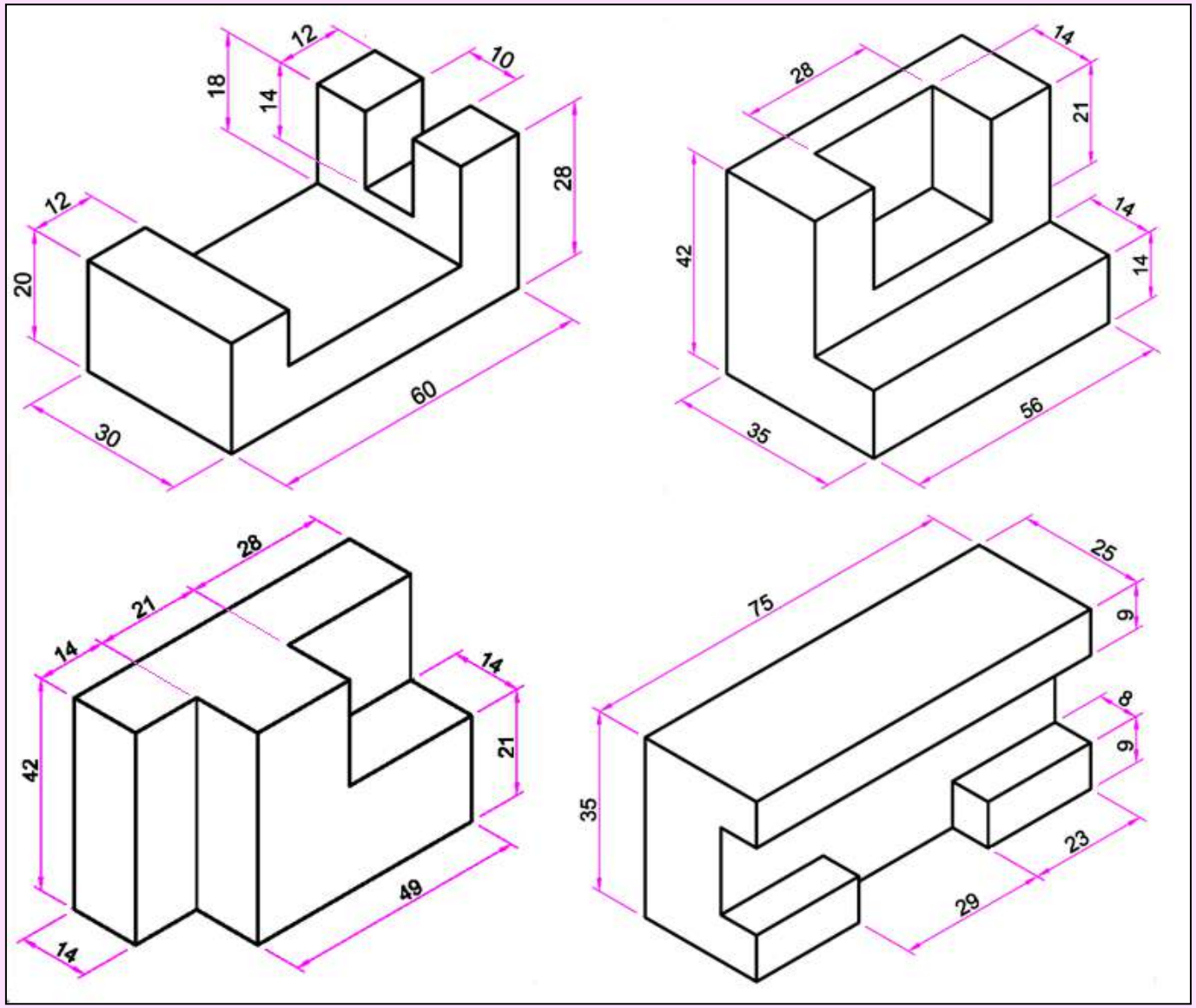
الشكل 6-52 : منظور هندسي.

12-6-6 : ارسم بمقياس رسم مناسب مساقط كل من الأجسام المبين منظورها الهندسي في الشكل (6-53)، مع مراعاة توزيعها بشكل متناسق على ورقة الرسم.



الشكل 6-53.

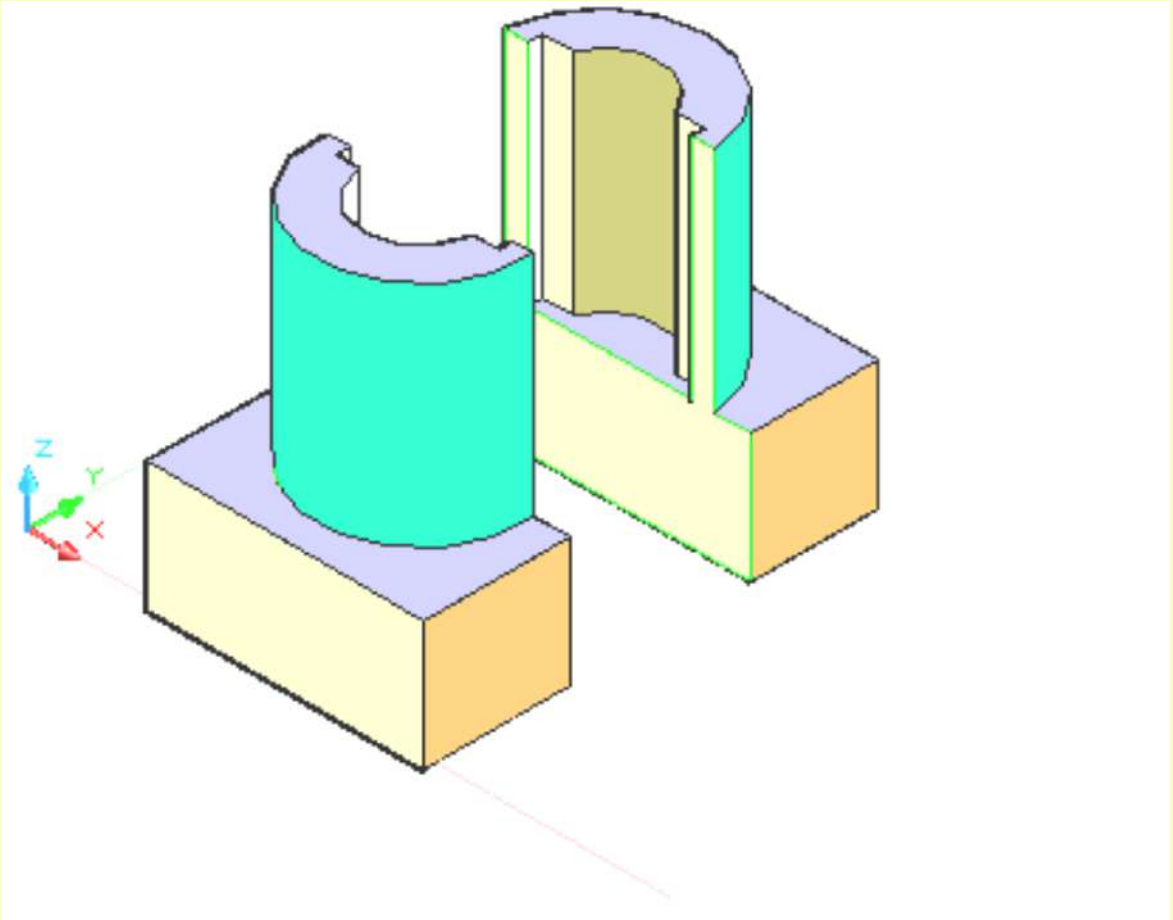
13-6-6 : ارسم بمقياس رسم مناسب مساقط كل من الأجسام المبين منظورها الهندسي في الشكل (6-54)، مع مراعاة توزيعها بشكل متناسق على ورقة الرسم.



الشكل 6-54 .

الفصل السابع

رسم المجسم (المنظور)



أهداف الفصل ألسابع

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن :-

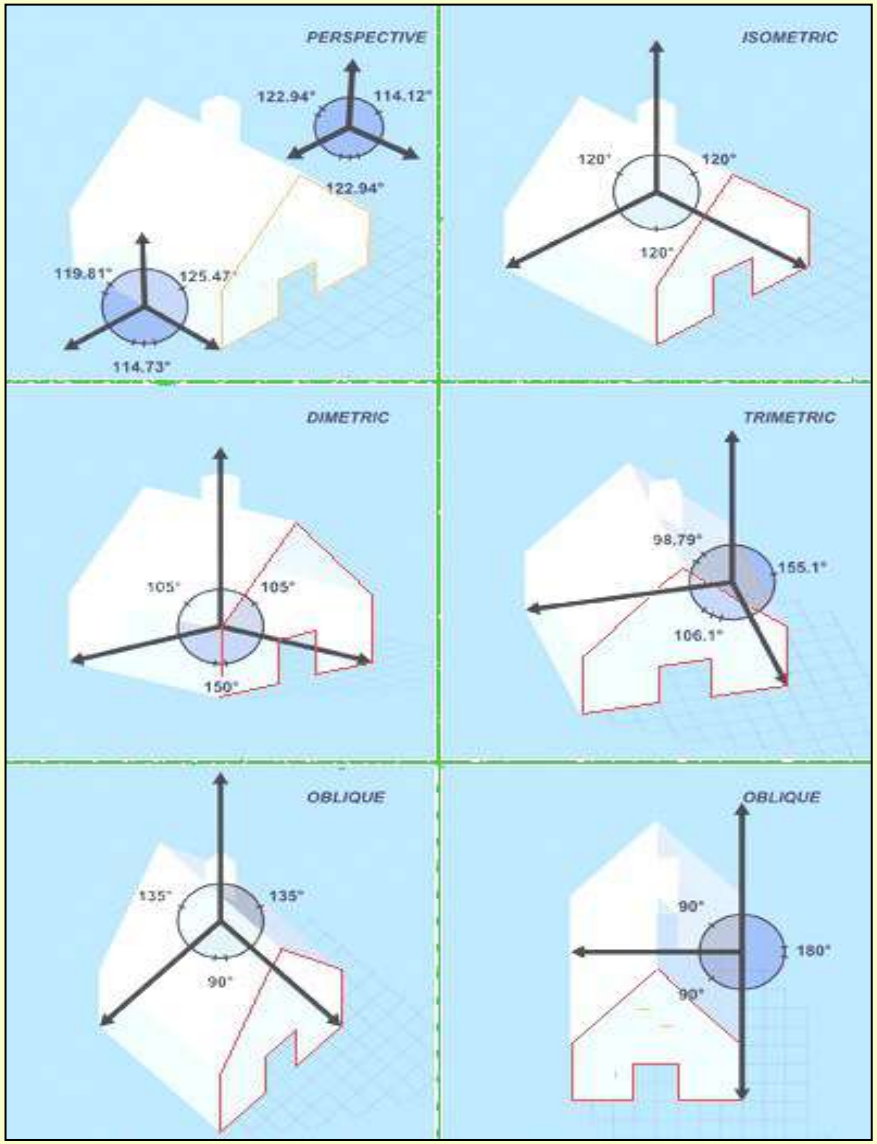
1. يتعرف على طرق رسم المجسمات.
2. "يقرأ" المساقط ليصور منظورها.
3. يرسم المنظور بطريقة الرسم المتقايس.
4. يدرك أهمية القطاعات في الرسم الصناعي.
5. يتعرف على أنواع المقاطع.
6. يرسم المقاطع للمنظور.

1-7 تمهيد

تعرفنا في الفصل السابق (السادس) على نظرية الإسقاط، وسنكمل في هذا الفصل عرض لأنواع الإسقاط الأخرى مثل الإسقاط المحوري (ألإحداثي) Axonometric بأنواعه المتقايسة، وسنحاول تسهيل عملية رسم المنظور المتقايس Isometric بدلالة مساقطه، إذ يتميز الإسقاط المتعامد بالحفاظ على الأبعاد الحقيقية للجسم عند تنفيذ المساقط الثلاثة، لكن تتطلب الضرورة أحياناً إعداد رسوم توضيحية تسهل فهم قراءة المساقط، وبيان أوجه المنظور (المجسم)، ويستخدم المنظور عادة في النشرات التشغيلية لدى الشركات الصانعة للأجهزة والمعدات لغرض توضيح إجراءات أعمال الصيانة والتصليح.

2-7 الرسم المحوري (ألإحداثي) Axonometric

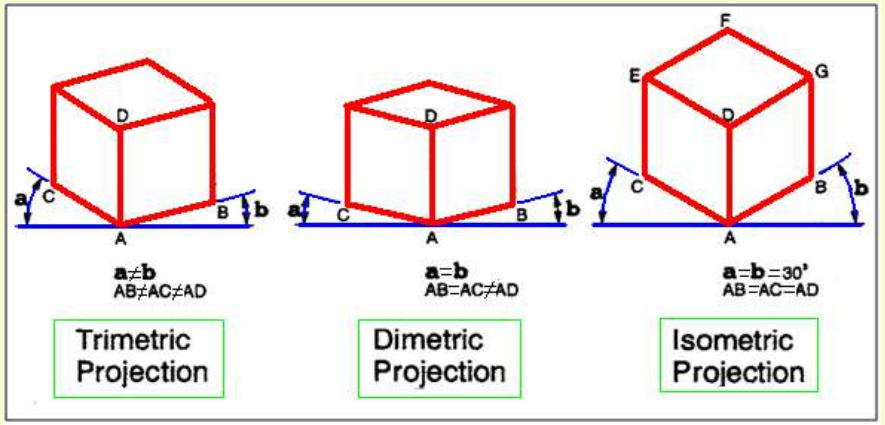
وهو أحد أنواع الإسقاط المتعامد إذ يوضع الجسم (ويكون محوره عمودياً)، بصورة مائلة نسبة إلى مستوي الإسقاط ويترتب على ذلك أطوال وزوايا غير حقيقية، وتتغير بحسب ميل الجسم مع مستوي الإسقاط، وعليه فيوجد ما لا نهاية من الاحتمالات لرسم منظور الجسم، والشكل (7-1) يوضح أنواع الإسقاط لجسم لغرض المقارنة بين الإسقاط المركزي Perspective Projection وأنواع الإسقاط المتوازي (المائل والمتعامد).



الشكل 7-1 : المقارنة بين أنواع أنظمة الإسقاط.

أما الإسقاط المتعامد، فقد اتفق على اتخاذ ثلاثة وضعيات (أساليب) في الرسم المحوري للمنظور الهندسي الشكل (7-2)، وهي كما يأتي :-

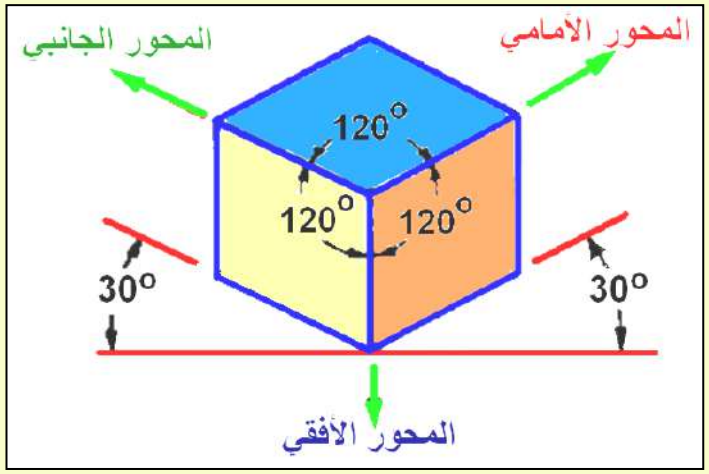
1. الرسم المتقايس (الآيزومتري) Isometric Drawing.
2. الرسم ثنائي التقايس Dimetric Drawing.
3. الرسم ثلاثي التقايس Trimetric Drawing.



الشكل 7-2 : أنواع الرسم المحوري.

7-2-1 الرسم المتقايس (المنظور الآيزومتري)

سنختار رسم المنظور بأسلوب الرسم المتقايس لكونه الأسلوب الأكثر شيوعا في التطبيقات الهندسية، إذ يتم رسمه بحيث تكون حافتا الجسم (من اليمين ومن اليسار) مائلة بزاوية 30 درجة عن الخط الأفقي الذي يمثل قاعدة المنظور بتماثل حول المحور الرأسي، الشكل (7-3)، إذ تبدو محاور المنظور موزعة بزوايا مقدارها 120 درجة فيما بينها، وترسم الخطوط الموازية للمحاور الأساسية (الرأسي والأفقي والجانبي) بأبعادها الحقيقية، أما الخطوط التي لا توازيها فأنها لا تحافظ على أبعادها نفسها وكذلك الزوايا فإنها لا تظهر بقياسها الحقيقي.



الشكل 7-3 : المنظور المتقايس (الأيزومتري).

7-2-2 طريقة تنفيذ الرسم المتقايس

في البداية يتطلب التدريب على رسم منظور بسيط باتباع عدة خطوات أساسية في الرسم المتقايس (الآيزومتري)، وكما في المثال الآتي :-

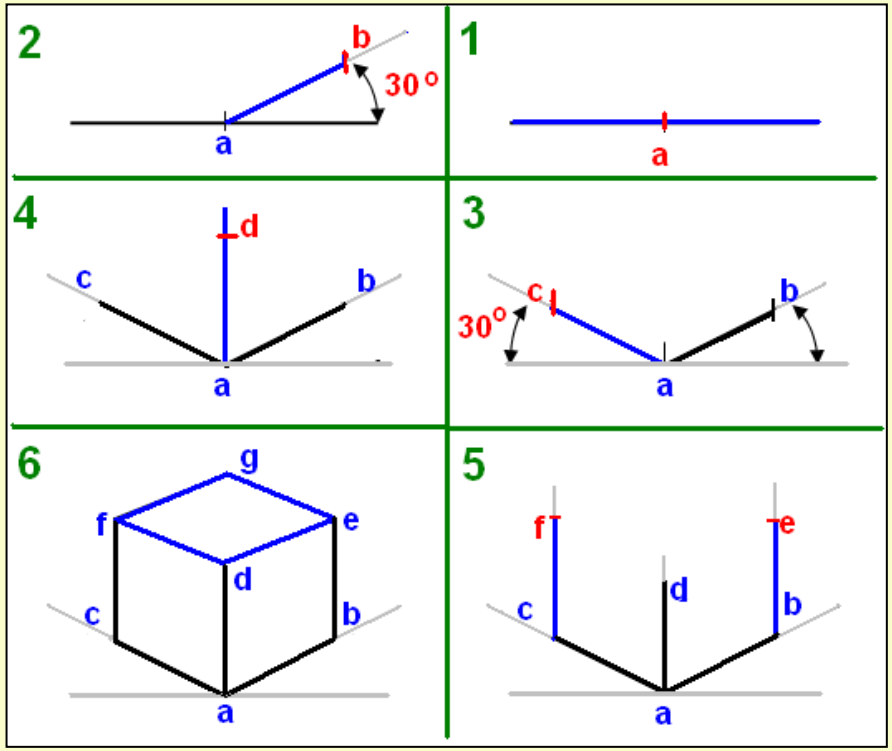
مثال 7-1 :

مكعب طول ضلعه L، استخدم المثلث (30-60 درجة) والمسطرة حرف T لرسم المنظور الآيزومتري.

الحل :

لتنفيذ الرسم الآيزومتري، نتبع الخطوات الآتية، الشكل (7-4):-

1. نحدد نقطة البداية، ولتكن a.
2. نرسم من a خطاً مائلاً (خطاً إرشادياً) بزاوية 30 درجة مع خط الأفق ومن جهة اليمين، ونحدد عليه البعد L، فتنتج النقطة b.
3. نرسم من a خطاً مائلاً بزاوية 30 درجة عن خط الأفق من جهة اليسار، ونحدد عليه البعد نفسه L ، فتنتج النقطة c.
4. نرسم من a خطاً عمودياً، ونحدد عليه البعد L، فتنتج النقطة d.
5. نقيم عمودين موازيين للمستقيم ad على كل من b و c، ونحدد عليهما البعد L.
6. نرسم من d خطين مائلين (بزاوية 30 درجة) وعلى الجانبين بموازاة المستقيمات ab و ac فنحصل على النقطتين e و f على الترتيب، بعدها نكمل رسم المستقيمات de و fg بزاوية مقدارها 30 درجة على الجانبين فتنتج الأسطح الثلاثة للمكعب (المنظور) المطلوب، (بعد محو الخطوط الزائدة).



الشكل 7-4 : طريقة رسم مكعب متقايس.

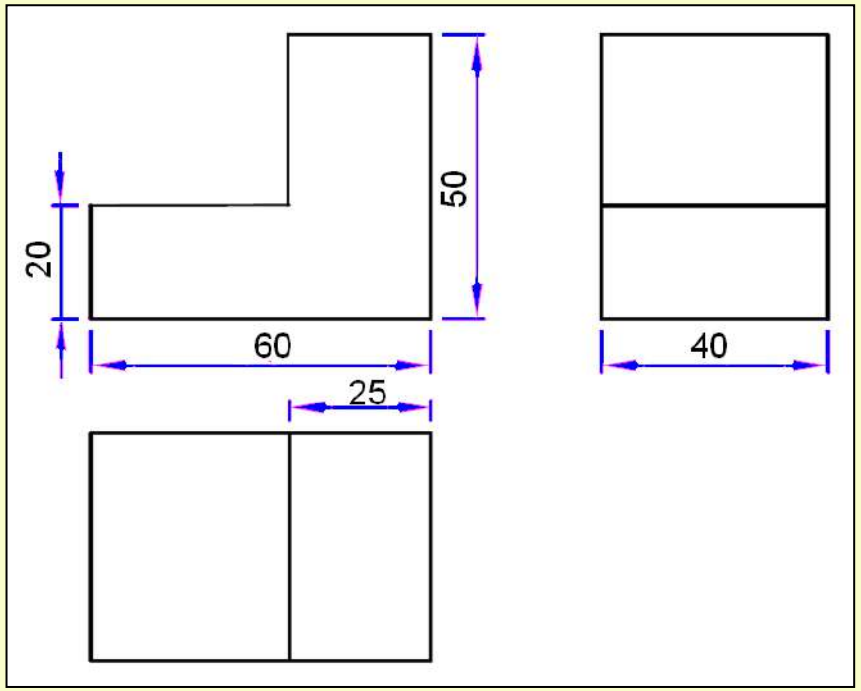
3-2-7 طريقة تنفيذ الرسم المتقايس من المساقط

يمكن أن يرسم المنظور إذا علمت مساقطه الثلاثة، على فرض أن المنظور مشكل بالأساس من مكعب أو متوازي مستطيلات (منشور) بحسب أبعاد معينة، ثم ينقل كل مسقط من المساقط على الوجه الذي يناظره في المجسم المفترض، ويمكن تنفيذ هذه العملية بإتباع الخطوات الآتية:-

1. تحدد نقطة البداية ثم ترسم المحاور الثلاثة (بالمسطرة والمثلث)، إذ يمثل المحور الأيمن الخط الأفقي في المسقط الأمامي وبنفس الطول الحقيقي ويميل 30 درجة مع الأفق، والمحور الأيسر يمثل الخط الأفقي في المسقط الجانبي بالطول الحقيقي نفسه، ويميل 30 درجة مع الأفق، أما المحور العمودي فيمثل ارتفاع الجسم (البعد المشترك بين المسقطين الأمامي والجانبي) ويرسم عموديا على خط الأفق.
2. تكمل الأوجه الجانبية والوجه العلوي للشكل المنشوري بطريقة المكعب نفسها، المذكورة في أعلاه.
3. تحدد التفاصيل الدقيقة في المساقط على المنشور المرسوم وتمسح الخطوط والأجزاء غير المطلوبة.
4. توضع القياسات على المنظور بخطوط أبعاد تكون موازية لامتدادات المحاور وميلانها.

مثال 7-2 :

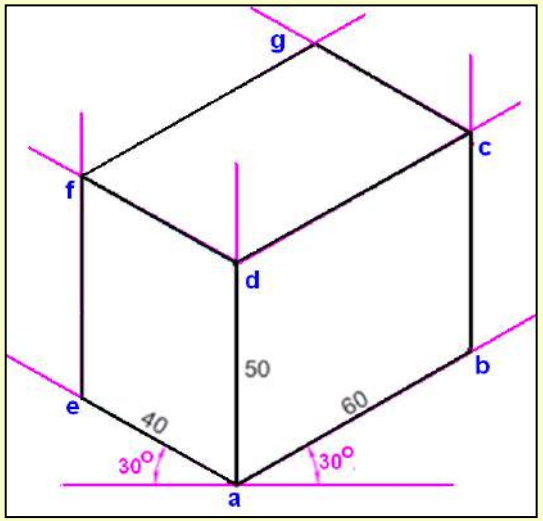
في الشكل (7-5)، المساقط الثلاثة لجسم مثبت عليها الأبعاد، المطلوب رسم المنظور الآيزومتري لذلك الجسم.



الشكل 7-5 : مساقط لجسم مطلوب رسم منظوره الآيزومتري.

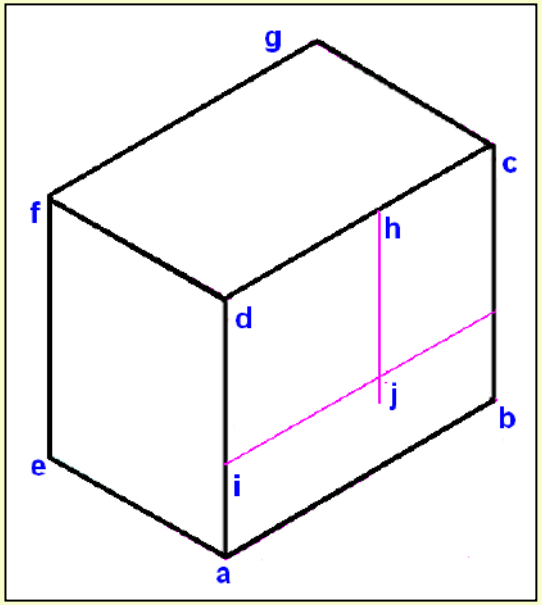
الحل:

1. نرسم متوازي المستطيلات الذي يضم الشكل المطلوب، (بطريقة رسم المكعب ذاتها)، وذلك بقياس الأبعاد كما يأتي: 60mm على محور الطول المائل 30 درجة (الجانب الأيمن)، 40mm على محور العرض المائل 30 درجة (الجانب الأيسر)، و 50mm على محور الارتفاع (عمودي)، الشكل (7-6).



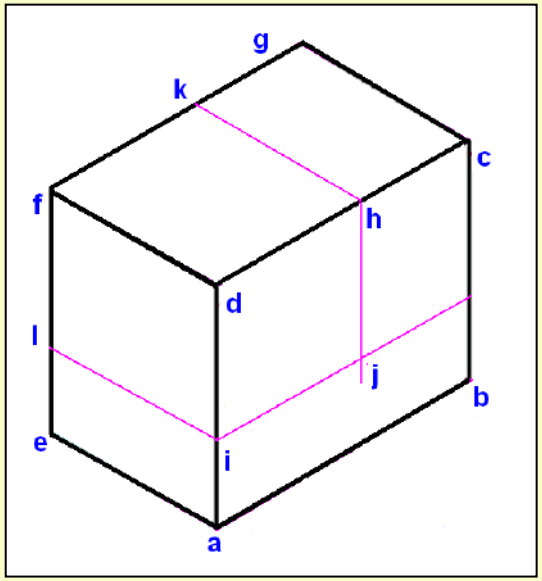
الشكل 7-6 : رسم متوازي مستطيلات.

2. على الواجهة الأمامية abcd نقيس 25mm من النقطة c على الحافة العلوية، فتنتج النقطة h، ثم نقيس 20mm من النقطة a على الحافة اليسرى، فتنتج النقطة i، ثم نرسم من النقطة h خطاً رأسياً للأسفل، ونرسم من النقطة i خطاً موازياً للخط ab فيتقاطعان في النقطة j، الشكل (7-7).



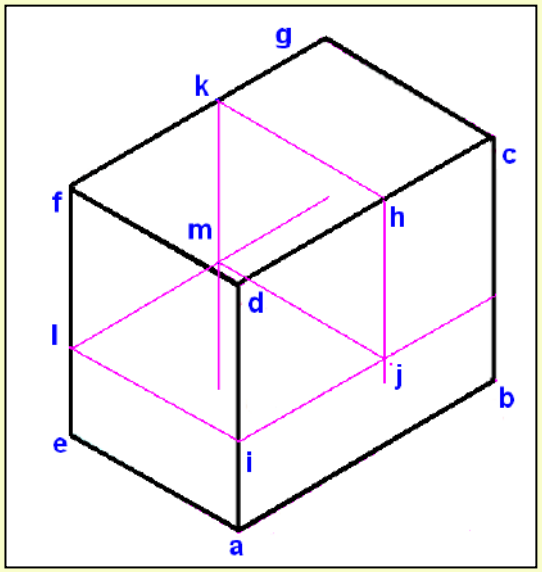
الشكل 7-7 : تحديد الأبعاد على السطح الأمامي.

3. نرسم من النقطة h خطاً (على السطح العلوي) مائلاً موازياً للخط cg ونكرر الخطوة نفسها، فنرسم خطاً آخر (موازياً للخط ae) من النقطة i ، فنحصل على النقطتين k ، l على الترتيب، الشكل (7-8).



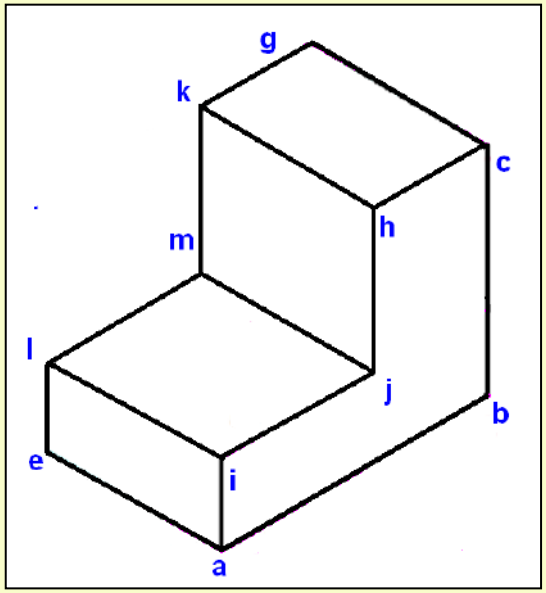
الشكل 7-8: تحديد الأبعاد على السطحين الأفقي والجانبي.

4. نرسم من النقطة k خطاً رأسياً للأسفل، ونرسم من النقطة l خطاً موازياً للخط ab، فيتقاطعان في m، نصل بين النقطة m والنقاط i و j، الشكل (7-9).



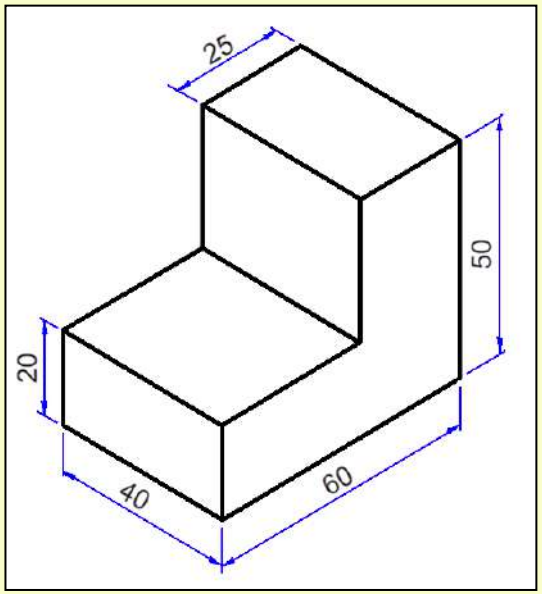
الشكل 7-9 : تحديد نقاط التقاء الأسطح.

5. تحدد الخطوط الأساسية بقلم (HB)، وتزال خطوط التحديد غير الضرورية، فينتج المنظور المطلوب، الشكل (7-10).



الشكل 7-10 : تحديد الخطوط الخارجية للمنظور.

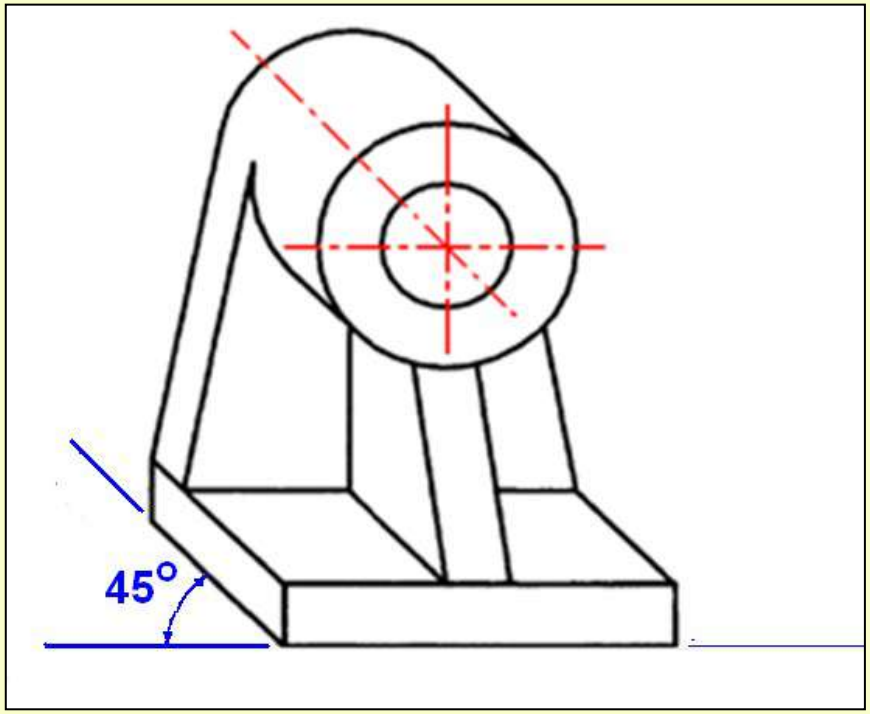
6. نثبت على المنظور الناتج الأبعاد الضرورية والموضحة في الشكل (7-11)، ليكون هو المنظور الآيزومتري المطلوب.



الشكل 7-11 : كتابة الأبعاد على المنظور.

7-2-4 رسم المنظور المائل

يوضح الشكل (7-12) منظور مرسوم بطريقة الإسقاط المائل Oblique إذ يميل أحد المحاور مع المحور الأفقي للوحة الرسم بزاوية مقدارها 45 درجة.



الشكل 7-12 : المنظور المائل.

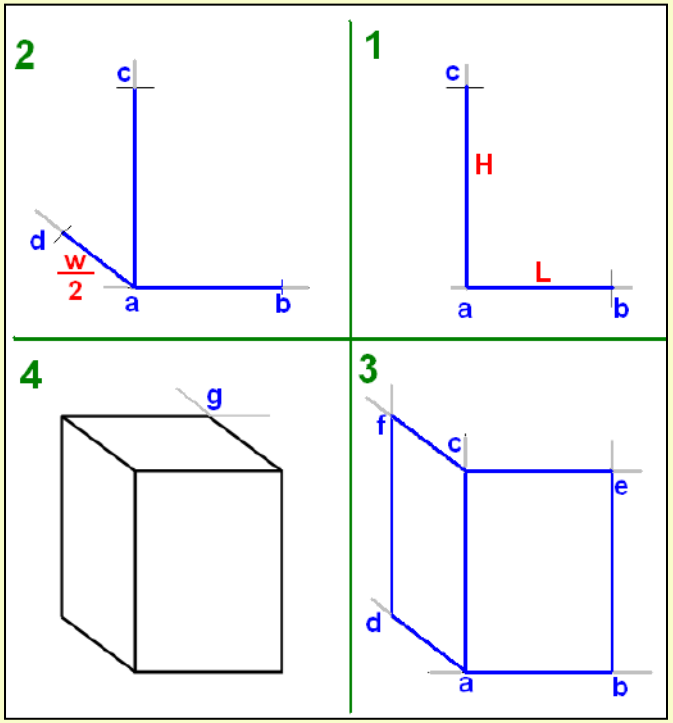
مثال 7-3:

ارسم منظوراً مائلاً لمتوازي المستطيلات الذي طوله L وعرضه W وارتفاعه H.

الحل:

يتميز رسم المنظور المائل بأن يكون الوجه الأمامي بأطواله الحقيقية وغير مائل وأن يكون أمام الناظر مباشرة، الشكل (7-13)، كما يأتي:-

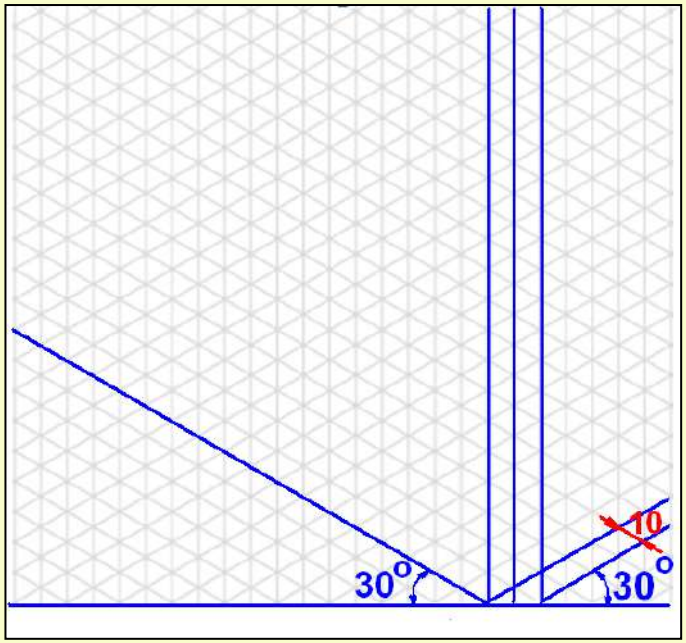
1. نحدد نقطة البداية ولتكن النقطة a، نرسم منها خطاً أفقياً باتجاه اليمين ونحدد عليه الطول L فتكون النقطة b، وخطاً عمودياً من النقطة a أيظاً، نحدد عليه الارتفاع H، فتكون النقطة c.
2. نرسم من النقطة a خطا مائلا بزاوية مقدارها 45 درجة ونحدد عليه نصف البعد W، فتكون النقطة d.
3. نقيم أعمدة على النقاط b، d، وخطاً أفقياً موازياً للمستقيم ab من النقطة c، وخطاً مائلاً (45 درجة) موازياً للمستقيم ad من النقطة c، لتكون النقاط e و f.
4. نكمل رسم الوجه الأفقي للمنظور برسم موازيات للمستقيمات ce و cf لنحصل على النقطة g، بعد محو الخطوط الزائدة نحصل على المنظور المطلوب.



الشكل 7-13 رسم المنظور المائل لمتوازي مستطيلات.

3-7 رسم المنظور باستخدام التخطيط الشبكي

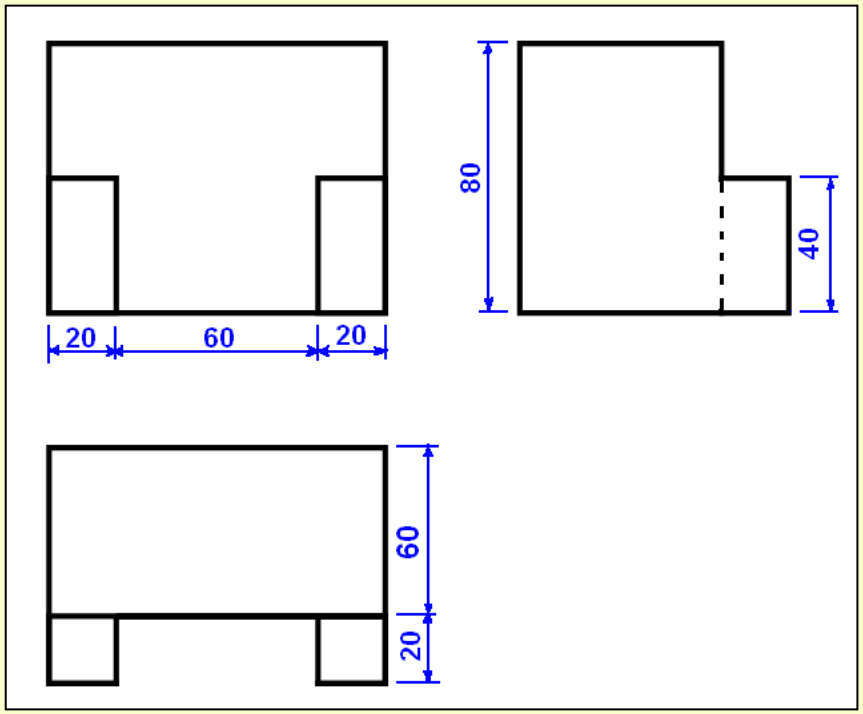
بعد أن تمكنا من رسم المنظور الآيزومتري (البسيط) كالمكعب والموشور، من المناسب أن نستعين بطريقة لتسهيل رسم المنظور للأجسام الأكثر تعقيدا، وذلك بعمل شبكة من الخطوط المائلة على الجانبين بزاوية 30 درجة مع الأفق، بمسافة بينية مقدارها 10mm، ثم نصل بين العقد الناتجة بخطوط عمودية الشكل (7-14)، راجع التمرين (2-4-7).



الشكل 7-14 : مخطط شبكي للمنظور الآيزومتري.

مثال 7-4 :

ارسم المنظور الآيزومتري للجسم المبين مساقطه في الشكل (7-15)، بالاستعانة بالتخطيط الشبكي.

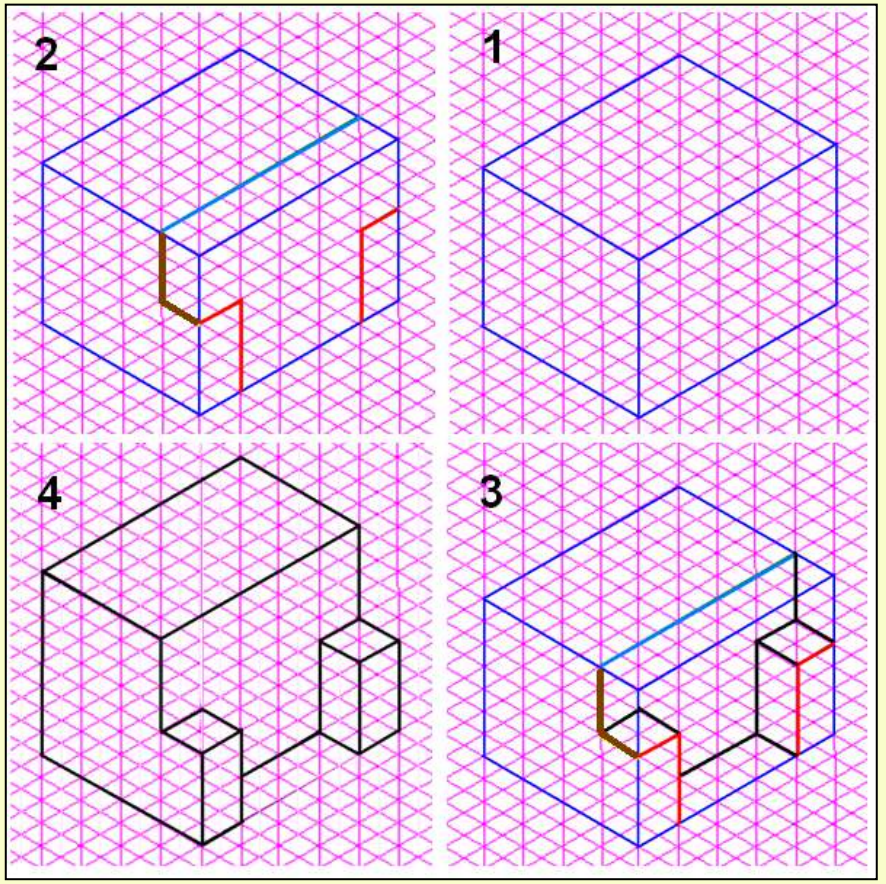


الشكل 7-15 : مساقط لمنظور.

الحل:

لاحظ الشكل (7-16)، واتبع الخطوات الآتية :-

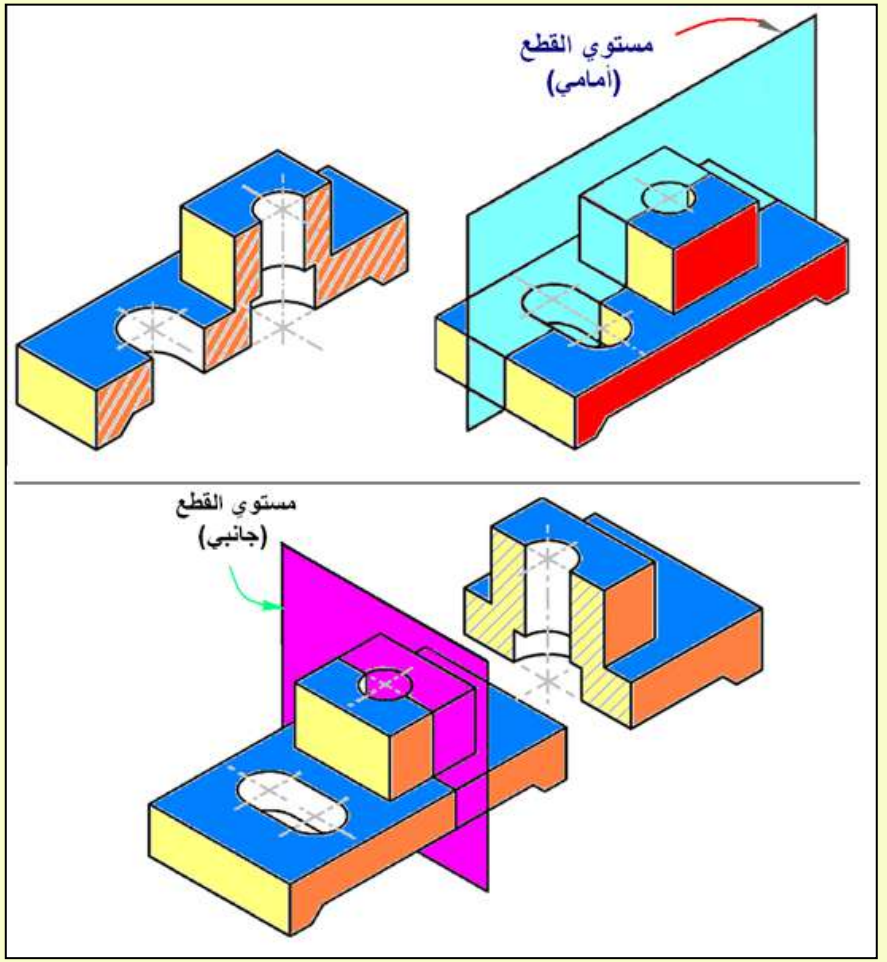
1. نختار نقطة البداية (على ورقة مخططة كما مر سابقا) وهي الركن الأيمن السفلي للمسقط الأمامي لرسم متوازي المستطيلات بطول 100mm (طول المسقط الأمامي) وعرض80mm (عرض المسقط الجانبي) وارتفاع 80mm.
2. نحدد تفاصيل المسقط الأمامي على الوجه الأمامي لمتوازي المستطيلات، وكذلك بالنسبة للمسقطين الجانبي والأفقي على الوجهين المناظرين لهما.
3. تحديد تفاصيل المسقطين الأفقي والأمامي بتحديد العمق الذي تم تحديده بالخطوة السابقة.
4. مسح الخطوط غير الضرورية والزائدة لإظهار المجسم المنظور المطلوب.



الشكل 7-17 : مراحل رسم منظور أيزومتري على مخطط شبكي.

4-7 القطاعات (المقاطع) Sections

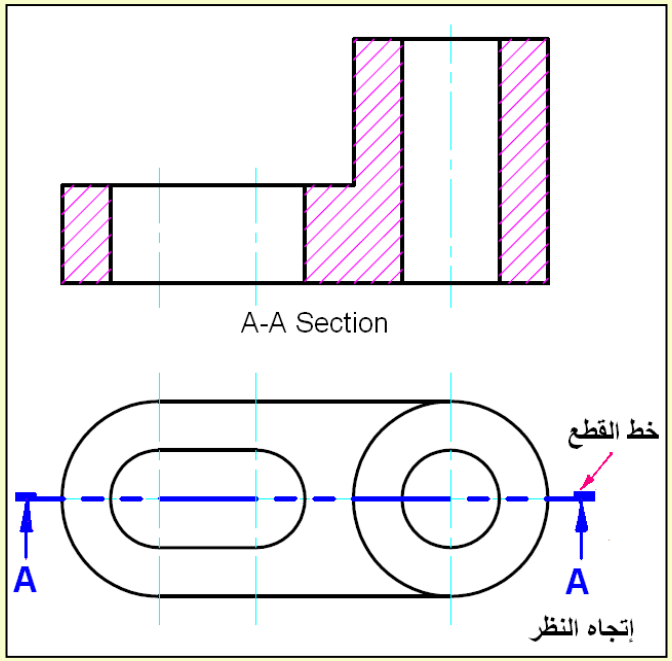
إن تمثيل المنظور بواسطة المساقط يبين الشكل الخارجي للجسم من دون إظهار أيّة تفاصيل داخلية أو مخفية مثل الثقوب والتجاويف بشكل واضح، التي تم إيضاحها بتمثيلها بخطوط متقطعة (مخفية)، وعندما تكون هذه الخطوط كثيرة ومتشابكة فأن من الصعوبة تمييز الجسم بصورة دقيقة، لذلك، عند رسم الأشكال المعقدة التي تحتوي على تفاصيل كثيرة أصبح من الضروري قطع الجسم بمستوي قطع وهمي يمر بالأجزاء المطلوب إظهارها لزيادة إيضاح التفاصيل الداخلية للجسم؛ إذ يقطع الجسم إلى جزأين منفصلين، الشكل (7-18)، فإذا افترضنا إزالة جزء الجسم القريب على الناظر، ثم رسمنا واجهة القطع الأمامية للجزء المتبقي فسوف نحصل القطاع (المقطع).



الشكل 7-18 : مستويات القطع والأجزاء المقطوعة.

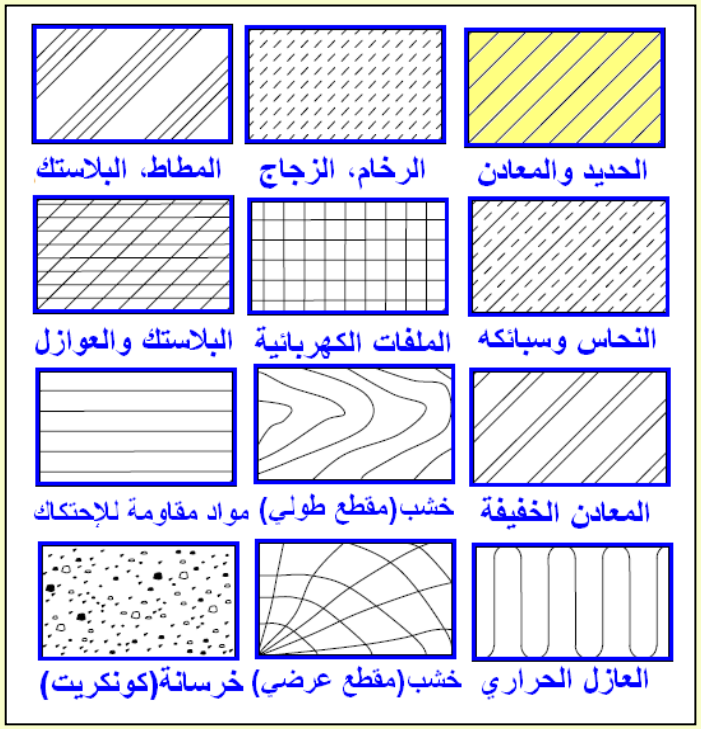
7-4-1 قواعد رسم القطاعات

(أ) **مستوي القطع :** يعين مستوي القطع على مسقط مجاور بخط محور متقطع يسمى "خط القطع"، وتثقل نهايتيه بخطيين سميكين، ويعين اتجاه المشاهدة بسهمين متجهين نحو الجزء الذي سيحتفظ به الجسم المطلوب رسمه، ويسمى مستوي القطع والمقطع بنفس الاسم باستعمال حرفين كبيرين، (A-A، B-B، C-C)، بحسب قاعدة ما خلف السهم يهمل وما أمامه يرسم، الشكل (7-19).



الشكل 7-19 :تثبيت خط القطع على المسقط.

(ب) **خطوط التهشير:** تظلل المساحات التي مر فيها القطع بخطوط متصلة خفيفة ومائلة بزاوية معينة تكون المسافة بين خط وآخر 2-3 mm (أو حسب المساحة المظللة) ولا تتجاوز تلك الخطوط الحدود الظاهرة بعد القطع المرسومة بخطوط متصلة، ويستحسن أن يشار لنوع المادة المصنوع منها الجسم بنوعية خطوط التهشير لغرض التفريق بين مجموعات المواد، الشكل (7-20).

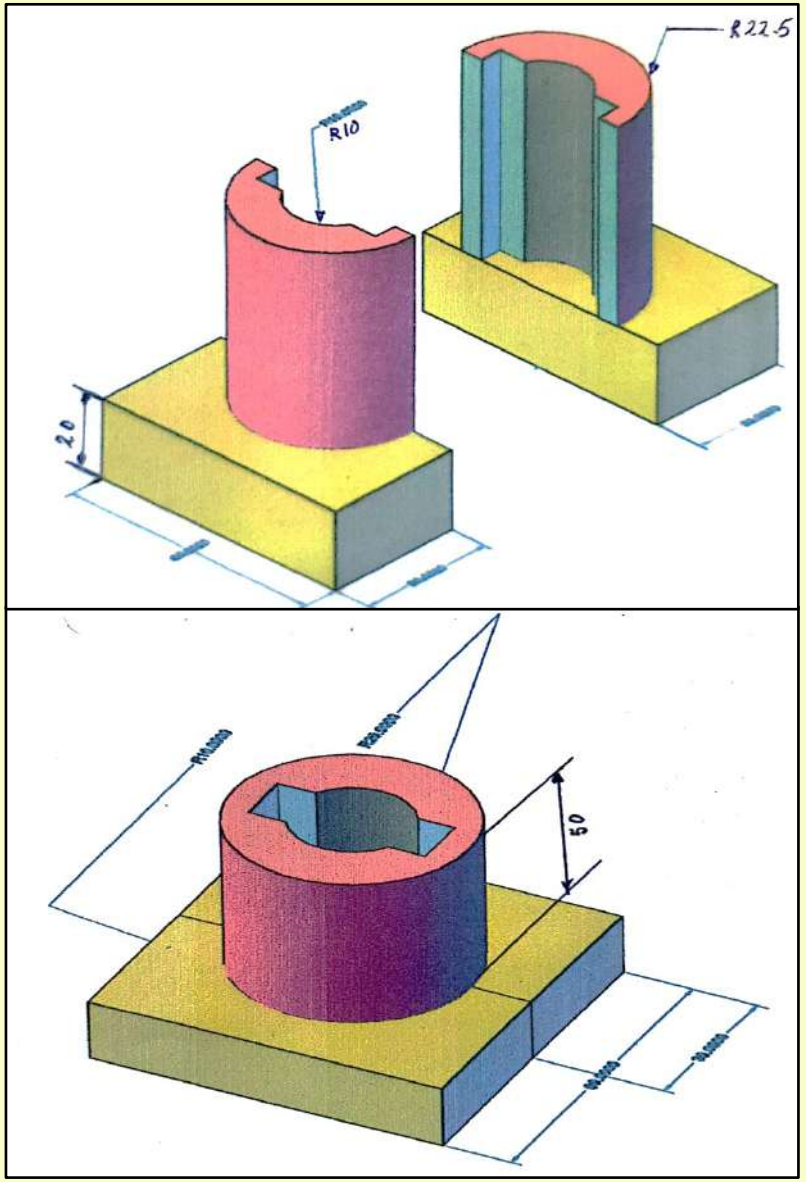


الشكل 7-20 أنواع التهشير حسب نوع المادة.

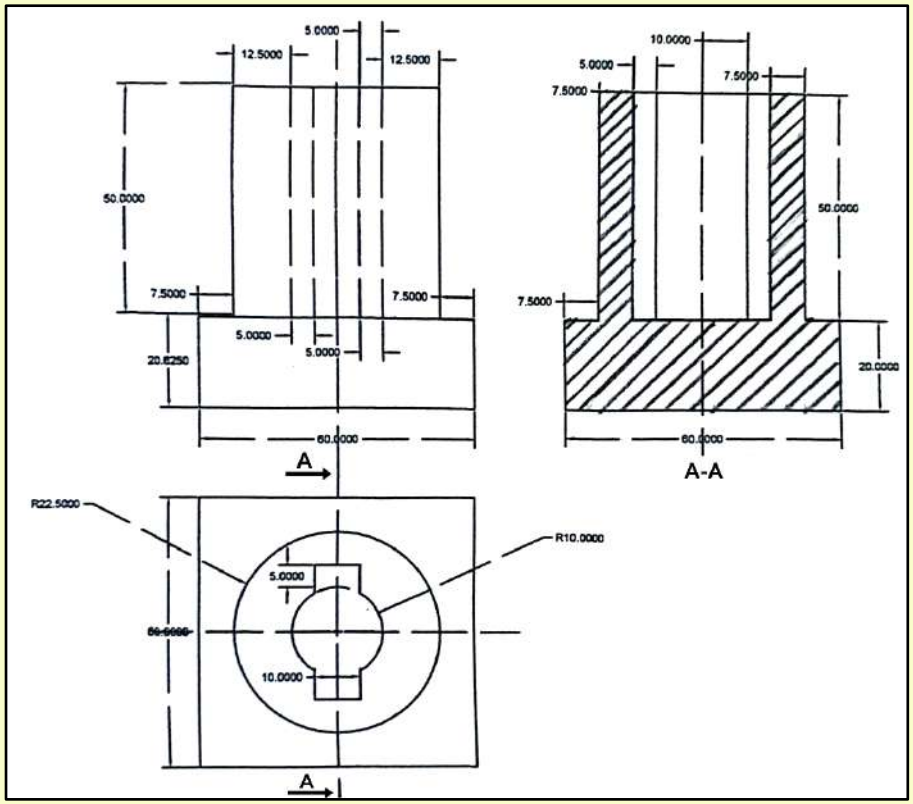
2-4-7 أنواع القطاعات

(أ) القطاع الكامل Full Section

ينتج من مستوي قطع واحد، ويكون القطع على كل الجسم إذ يصبح القطاع الناتج موازيا لأحد المستويات الأساسية (الأمامي، الأفقي، أو الجانبي)، ويستعمل للأجسام غير المتناظرة حول محورها لبيان تفاصيلها المختلفة، الشكل (7-21)، وتهشر المناطق التي مر فيها مستوى القطع، الشكل (7-22).



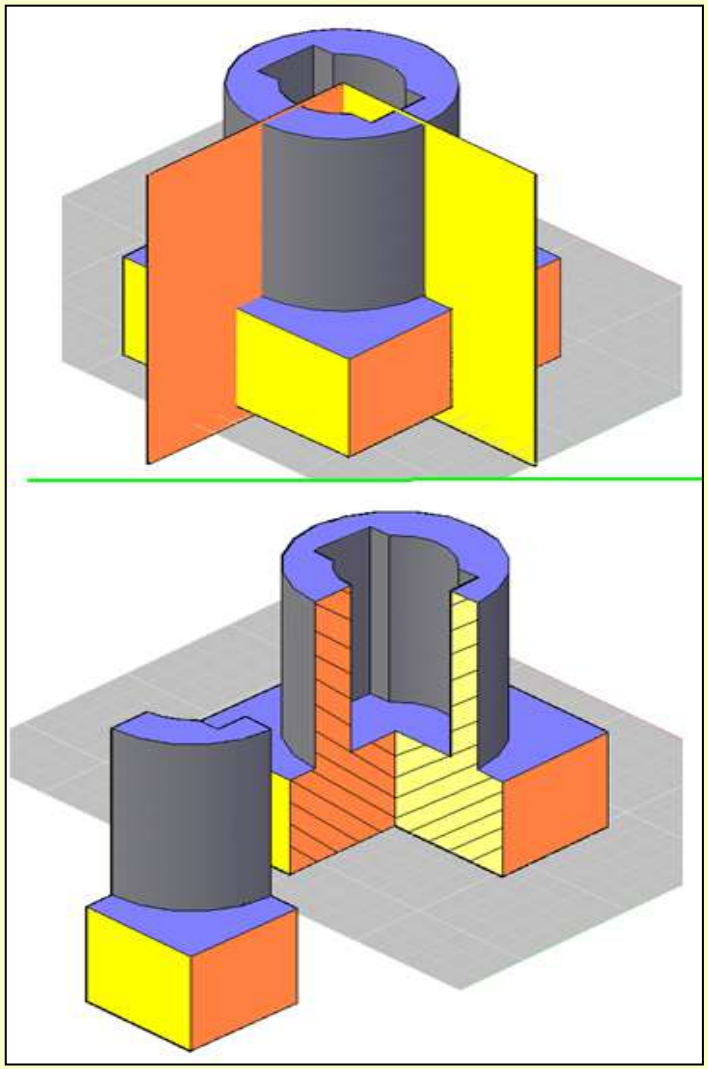
الشكل 7-21 : القطاع الكامل.



الشكل 7-22 : مقطع جانبي كامل.

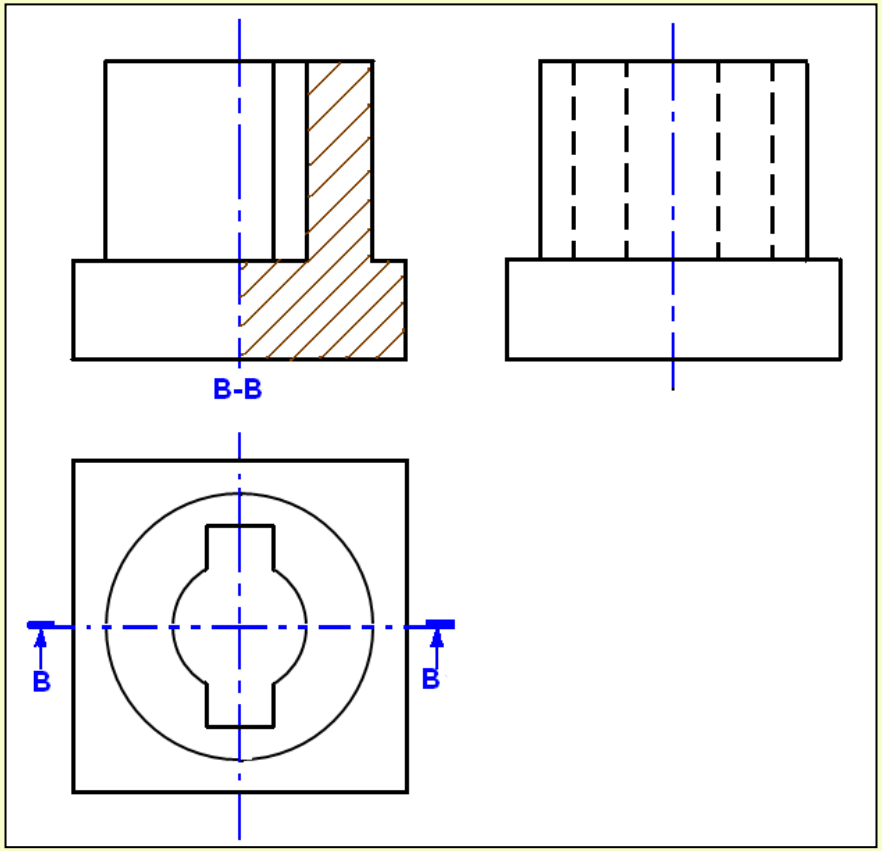
(ب) القطاع النصفي (نصف القطاع) Half Section

يستخدم هذا النوع من الرسم عندما يكون الجسم متناظراً أو تستدعي الضرورة إظهار أجزائه الداخلية والخارجية، إذ يتم قطع نصف الجسم بواسطة مستويين متعامدين، الشكل (7-23).



الشكل 7-23 : القطاع النصفي.

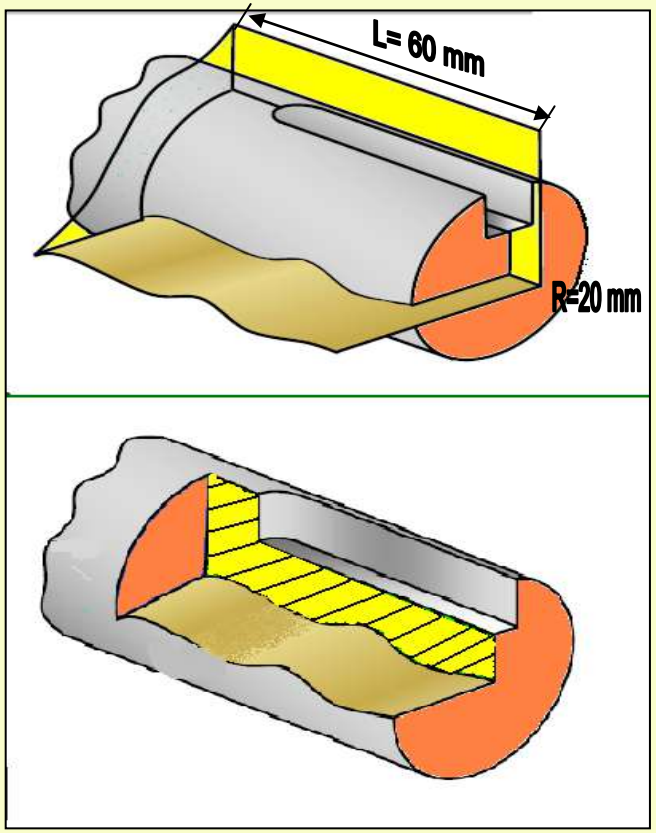
وتهشر منطقة القطع في المسقط الذي نصفه (الأيمن أو الأيسر) مقطوع والنصف الآخر يكون ظاهراً، مع تجنب استخدام الخطوط المخفية في القطاع النصفي (إلاّ عند الضرورة)، الشكل (7-24).



الشكل 7-24 : نصف قطاع أمامي.

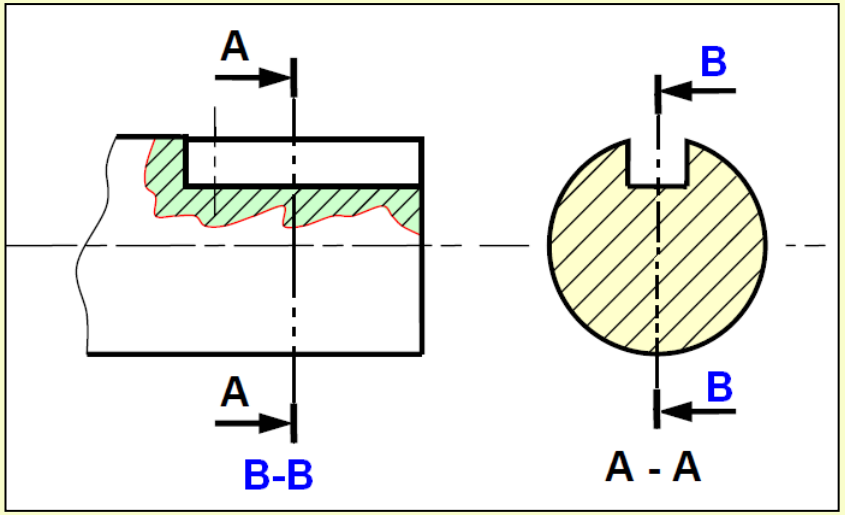
(ج) القطاع الجزئي Partial Section

يستعمل هذا النوع من القطاع لإظهار بعض الأجزاء والأشكال الداخلية في منطقة معينة من الجسم عوضا عن قطعه بالكامل من دون الحاجة لذلك، الشكل (7-25).



الشكل 7-25 : القطاع الجزئي.

وتحدد منطقة القطع بخط متصل متعرج يحيط بالمنطقة المظللة، الشكل (7-26).



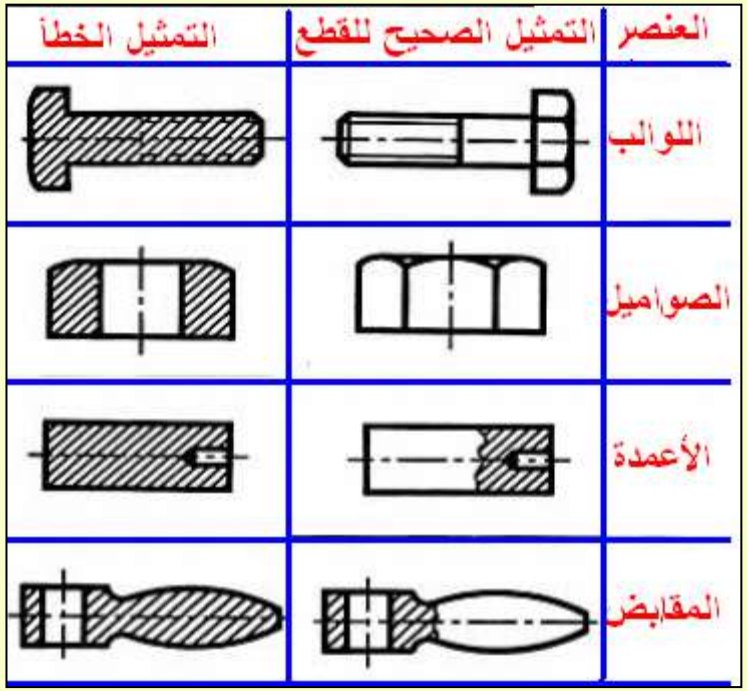
الشكل 7-26 : مسقط أمامي فيه قطاع جزئي.

3-4-7 عناصر لا تقطع

إن بعض العناصر الهندسية لا تقطع ولا تهشر حتى عند مرور مستوي القطع بها، ويمكن عمل قطع جزئي لإظهار ثقب أو ما خفي داخل تلك العناصر، الشكل (7-27)، وهي كما يأتي :-

1. اللوالب Bolts.
2. الأعمدة Shafts.
3. البراشيم Rivets.
4. الصواميل Nuts.
5. الأعصاب Webs.
6. المقابض Handles.

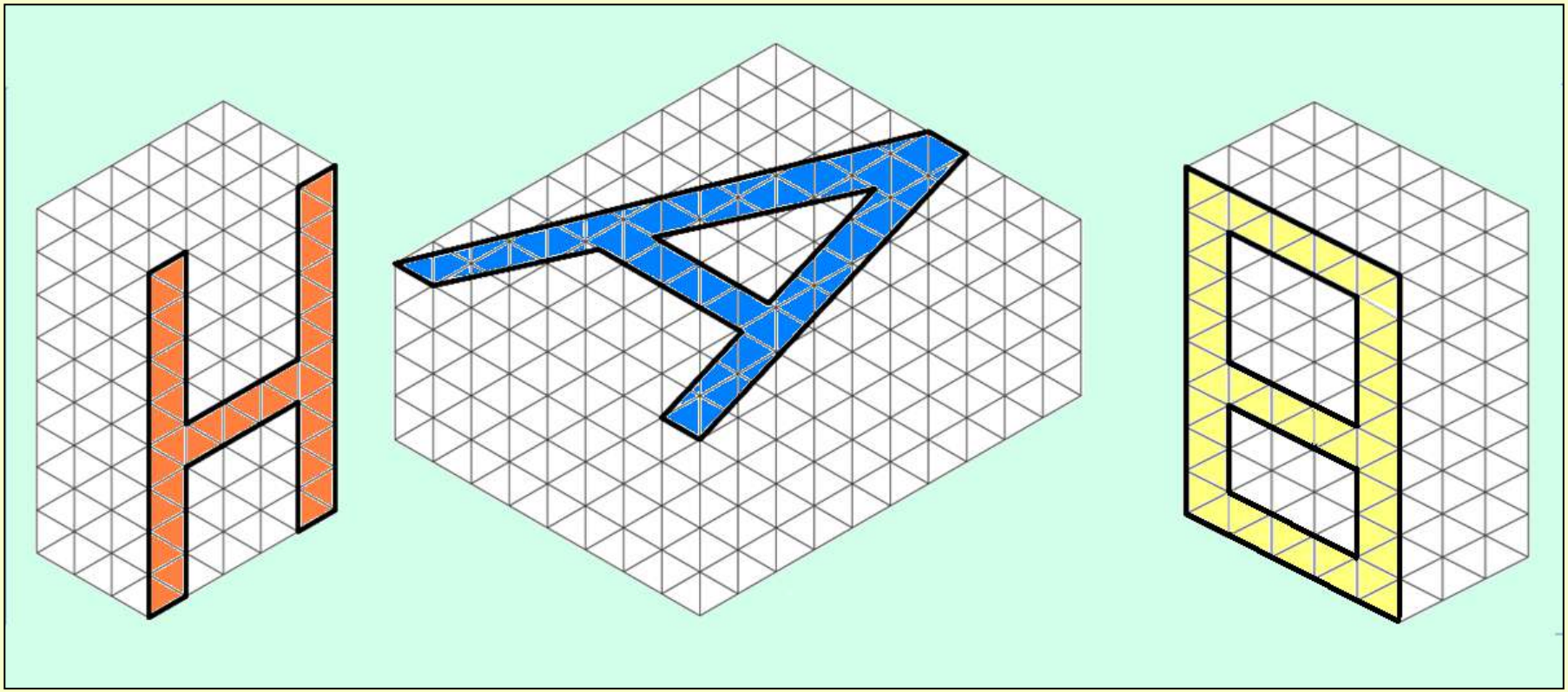
وسيطلع الطالب على التطبيقات في دراسته المتقدمة في المراحل الدراسية اللاحقة.



الشكل 7-27 : تمثيل القطع لبعض العناصر.

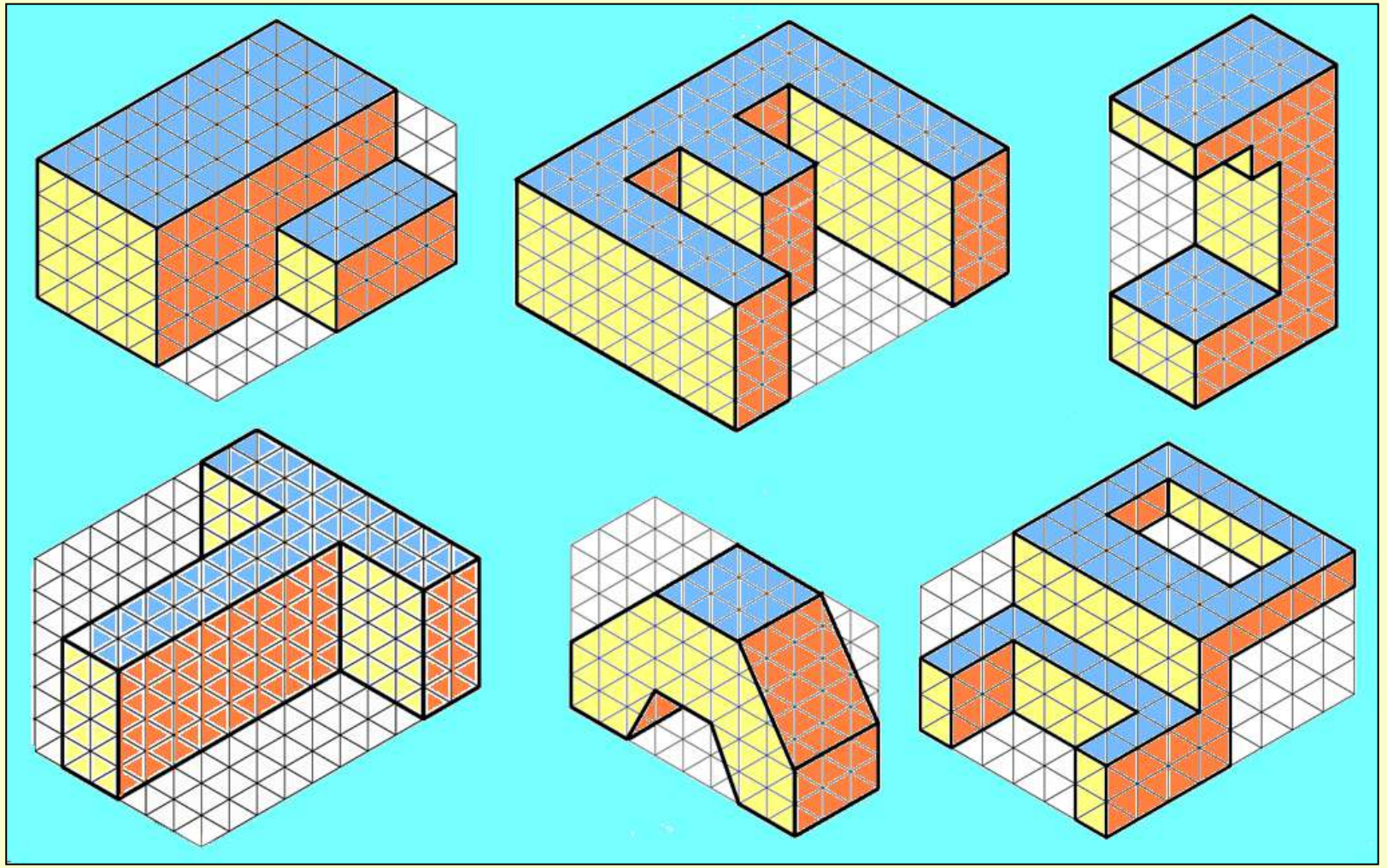
5-7 تمارين وتطبيقات (استنسخ الورقة في نهاية الفصل واستخدمها في حل التمارين)

1-5-7: مستخدما المخطط الشبكي، ارسم المنظور المتقايس والمبين أحد أوجهه، بإضافة البعد الثالث له بحسب عدد مربعات الشبكة (المتاحة) لكل منظور في الشكل (7-28).



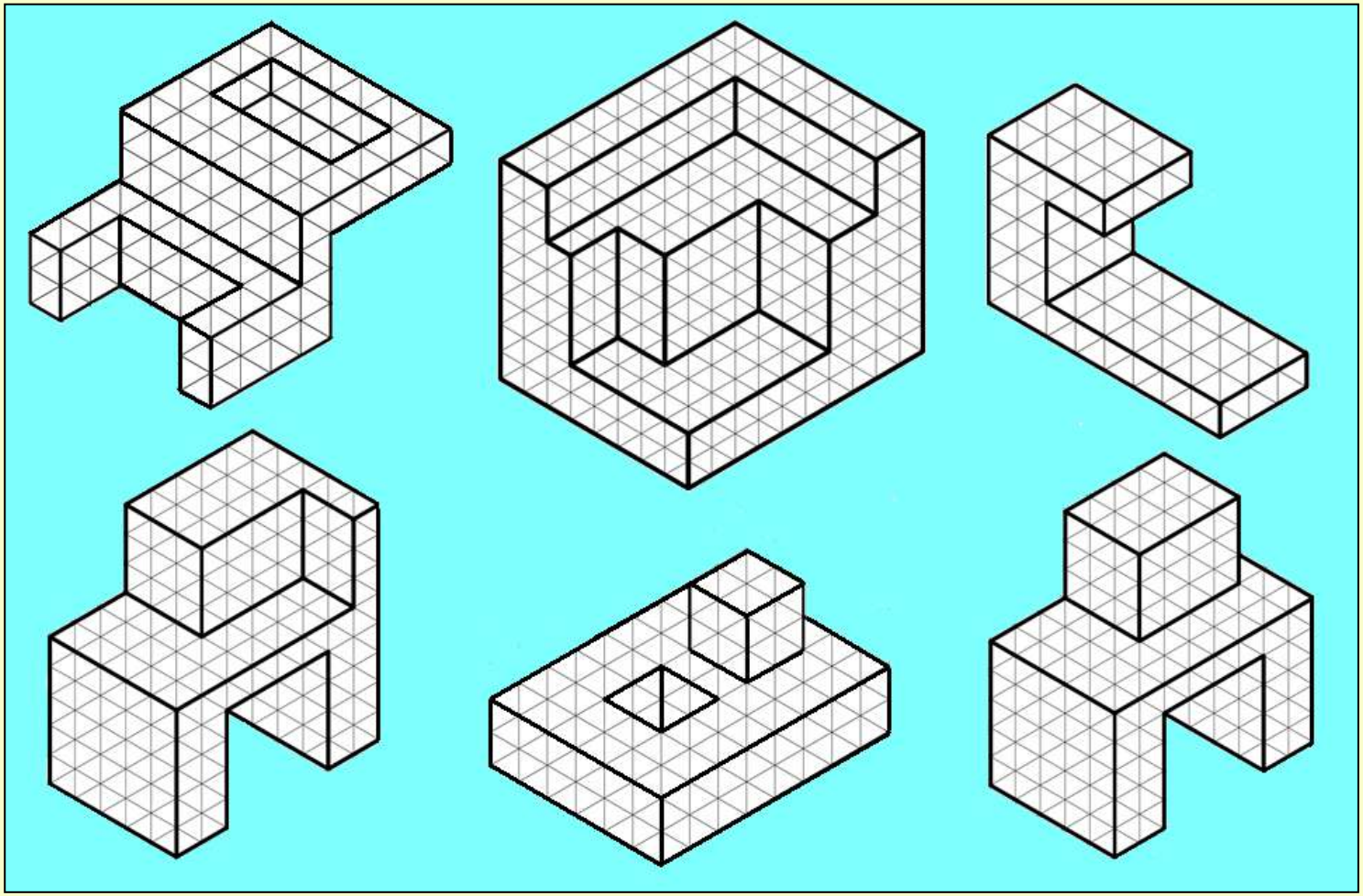
الشكل 7-28.

2-5-7 : أعد رسم المجسمات المرسومة كمنظور آيزومتري في الشكل (7-29).

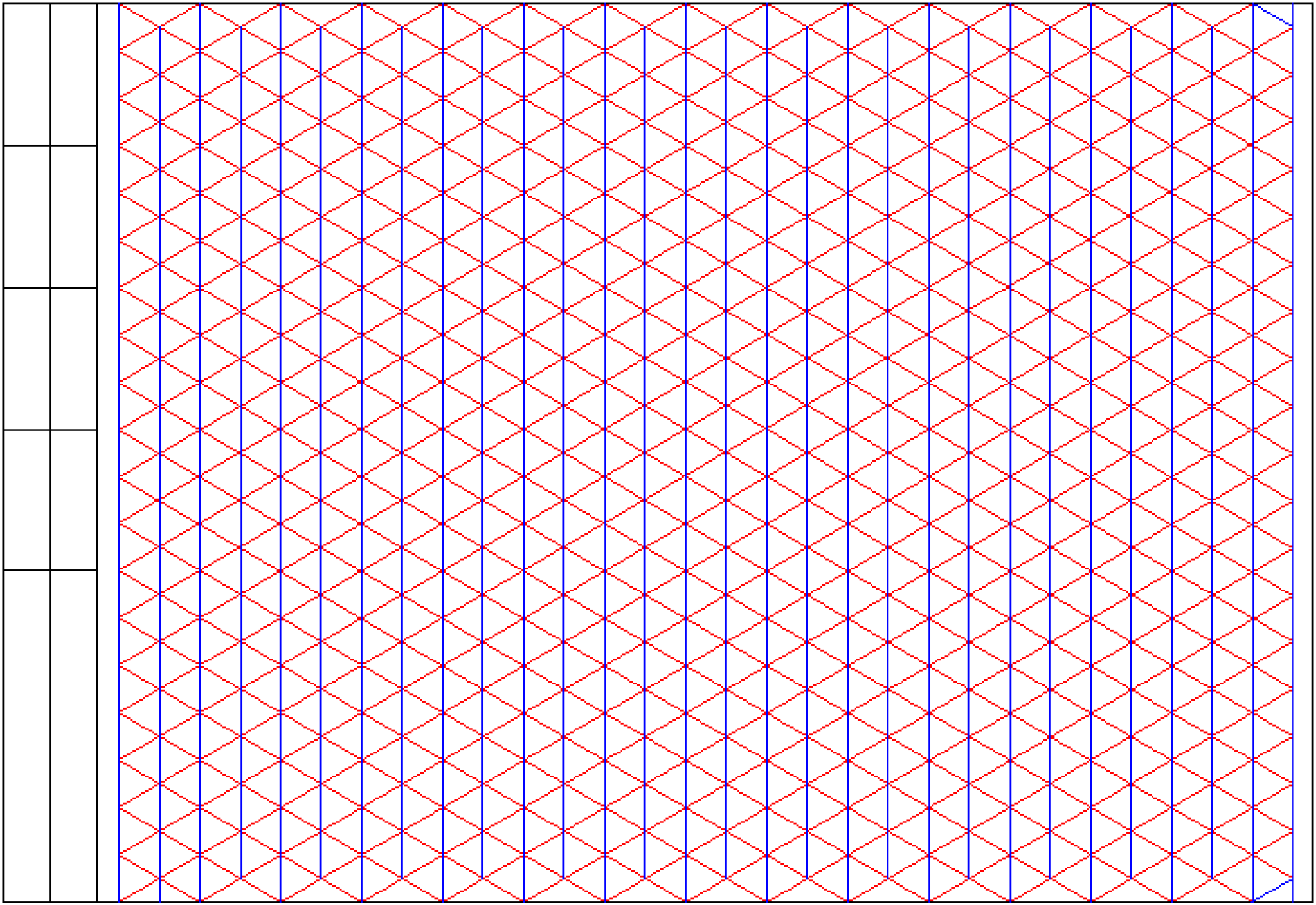


الشكل : 7-29.

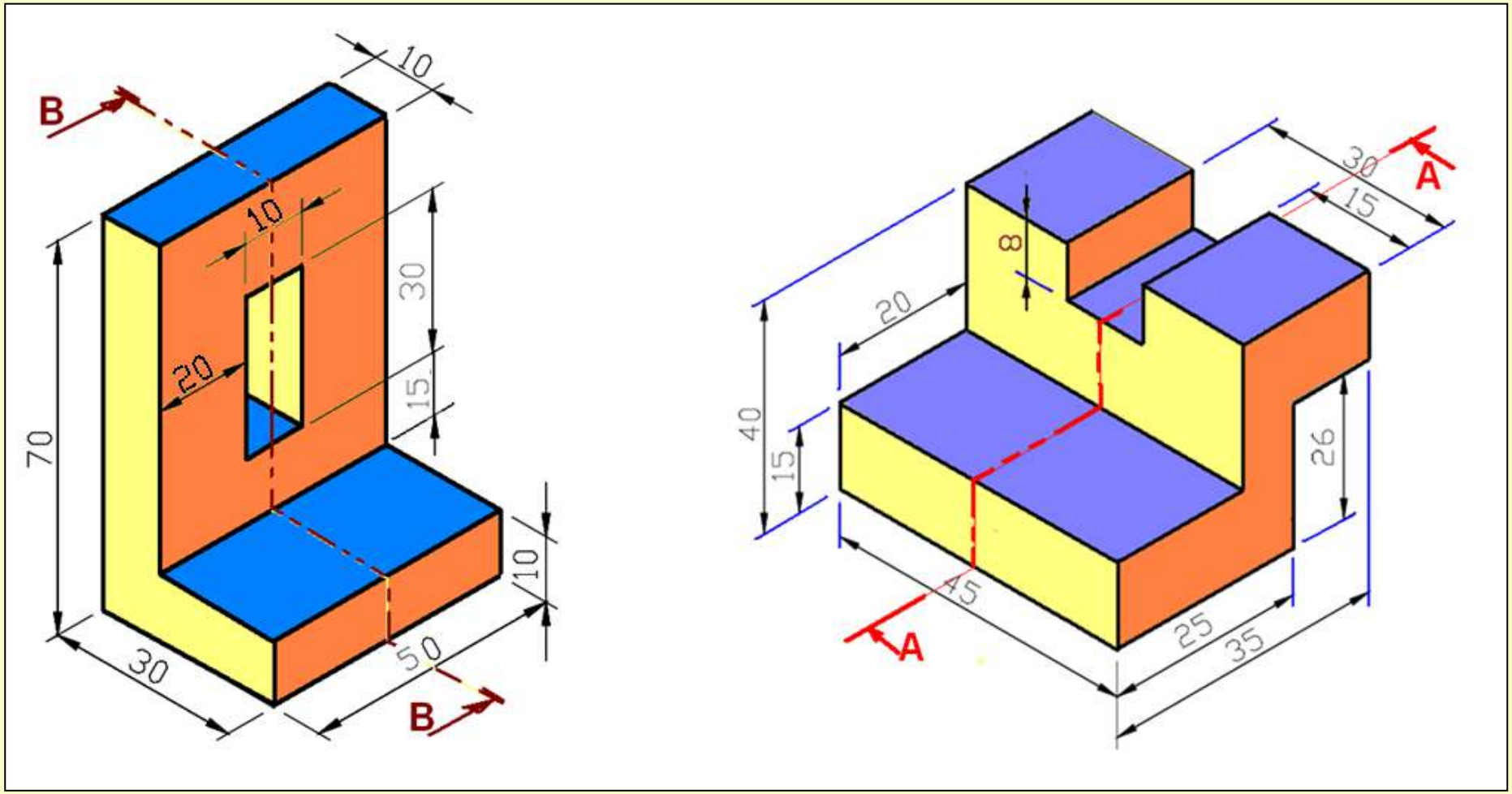
3-5-7 : أعد رسم المجسمات المرسومة كمنظور آيزومتري في الشكل (7-30).



الشكل 7-30.



4-5-7 : ارسم بمقياس رسم مناسب المساقط الثلاثة للأجسام المبينة بالشكل (7-31)، مع مراعاة تنفيذ القطاع المطلوب، المؤشر اتجاهه.



الشكل 7-31 .

الباب الثالث
الرسم بمساعدة الحاسوب
Computer Aided Drafting
الفصل الثامن
أساسيات الرسم بمساعدة الحاسوب

أهداف الفصل الثامن

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن :-

1. يشغل البرنامج الحاسوبي الأوتوكاد.
2. يتعرف على واجهة البرنامج الرئيسة.
3. يتعرف على أشرطة الأدوات وموقعها على الواجهة.
4. يستعمل أشرطة الأدوات الرئيسة.
5. يستعمل وحدات الرسم.
6. يتعرف على أنظمة الإحداثيات المستخدمة في البرنامج.
7. يحفظ الرسومات في البرنامج ويستدعيها.

1-8 تمهيد

في الآونة الأخيرة أصبح التقدم يعتمد على سرعة أداء الأعمال، خصوصا تلك التي يمكن أن تحل فيها الآلة محل الإنسان، ومن أعظم الأمثلة على ذلك البرنامج الذي نتناوله بالشرح وهو برنامج الرسم الهندسي AutoCAD، فهو يُعد نقلة تكنولوجية رائعة وتبسيطاً مثالياً لأدوات الرسم الهندسي، وهنالك العديد من برامج الرسم والتصميم المتخصصة بالرسوم الميكانيكية والمعمارية والكهربائية، ناهيك عن مجموعة برامج أكثر تخصصا لرسم الأجسام ثلاثية الأبعاد يمكنها التعامل بشكل مباشر مع ماكينات الإنتاج "المحوسبة"، إذ تقوم تلك البرامج باختيار صحة الرسم من عدمه، وذلك بعمل محاكاة Simulation ثم تحريك الأجزاء (كحركة ذراع رافعة أو منظومة كهربائية أو الكترونية) لمعرفة مدى التوافق للأجزاء المصممة قبل الشروع في عملية الإنتاج، ومن الممكن أيضا الحصول على معلومات مهمة في التصميم مثل القدرة والسرعة والإجهاد والتيار أو فرق الجهد....الخ،

وتحتوي عادة تلك البرامج على مكتبات (ملحقة بالبرنامج أو على موقع الشركة المصنعة في شبكة الإنترنت) لجميع الرموز والعناصر والكائنات القياسية، التي يحتاجها المصمم لتوفر عليه رسمها، مما يوفر عليه الجهد والوقت.

إن الاستعانة ببرامج الحاسوب في تنفيذ الرسومات له العديد من الفوائد منها عدم الحاجة إلى مساحة واسعة لتنفيذ الرسم مثل اللوحات أو الأوراق الكبيرة (عند رسم الخرائط مثلاً) ومن الممكن إجراء أي تعديل آني أو لاحق من غير إلحاق الضرر بورقة الرسم كما في الرسم اليدوي، ومشاركة المصممين في عدة أماكن من أنحاء العالم عبر مواقع الانترنت، مع حفظ تلك الرسومات والتصاميم بشكل ملف File رقمي على ذاكرة الحاسبة، أو على قرص ليزري CD، يمكن استدعاؤه عند الحاجة وطباعته من خلال أجهزة الطباعة الملحقة بالحاسبة، ويمكن الرسم بمقياس 1:1 والطباعة بالحجم والمقياس المناسبين.

2-8 متطلبات تشغيل البرنامج

يتطلب تشغيل برنامج الرسم الهندسي جهاز حاسب آلي، ذا معالج CPU جيد لغرض الحصول على سرعة في الأداء مع ذاكرة مناسبة وبرنامج نوافذ Windows لتشغيل الحاسب، مع شاشة عرض تضبط على دقة عالية لغرض تمييز الرسومات بوضوح عال ٍ.

ولغرض البدء في تشغيل البرنامج (بعد تهيئته من متخصصين في مختبر الحاسب الآلي) سوف نجد اختصاراً Shortcut (أيقونة Icon) على سطح المكتب تحمل علامة البرنامج، الشكل (8-1)، علما أن كل إصدار Version (سنة إعداد البرنامج) يتميز بأيقونة مختلفة لكنها جميعا تحمل الحرف A، كما تشترك كل إصدارات البرنامج (2000، 2002، .. صعوداً) من حيث المحتوى وطريقة تنفيذ الرسوم عدا شكل أشرطة الأدوات في الواجهة الرئيسة للبرنامج.

الشكل 8-1 : أمثلة لأيقونات تشغيل حسب سنة الإصدار.

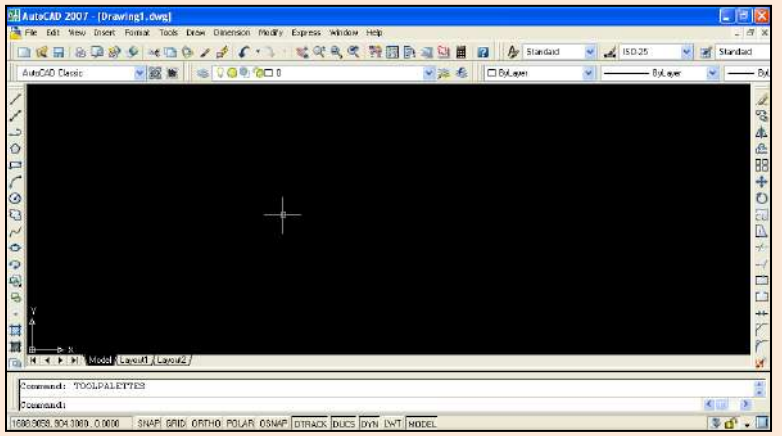
ويمكن كذلك تفعيل البرنامج عن طريق :

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

وستظهر على الشاشة نافذة بداية البرنامج، الشكل (8-2)، وربما تختلف النافذة من إصدار إلى آخر.

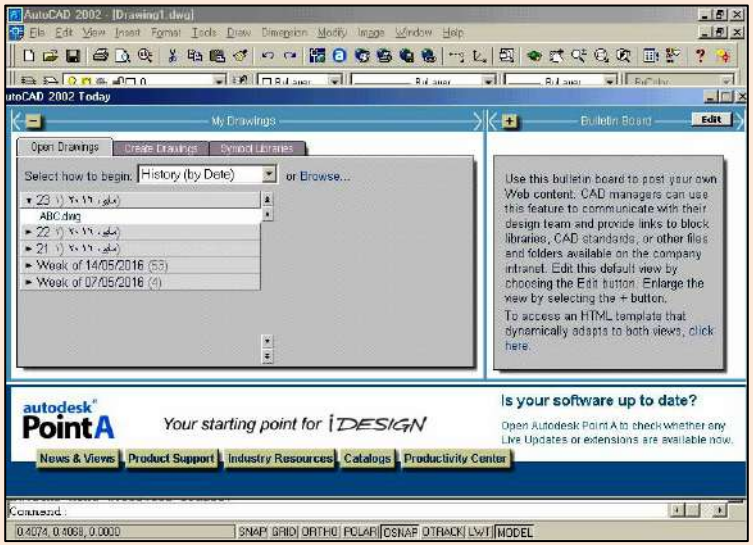
الشكل 8-2 : نافذة البرنامج عند بداية التشغيل.

وبعد الضغط على الأيقونة Ok تظهر واجهة البرنامج المبينة في الشكل (8-3).



الشكل 8-3 : واجهة البرنامج الرئيسة.

وفي بعض الإصدارات تظهر في بداية تنشيط البرنامج نافذة AutoCAD 20XXToday، الشكل (8-4) إذ يتم إغلاقها (حاليا) بالنقر على الركن الأيمن العلوي للنافذة ذي العلامة X، ومستقبلاً يمكن اختيار العديد من الميزات من خلال تلك النافذة، مثل فتح رسوم جديدة أو قديمة والإعدادات السريعة للبرنامج بضمنها وحدات الرسم (الانكليزي أو العالمي) وغيرها.

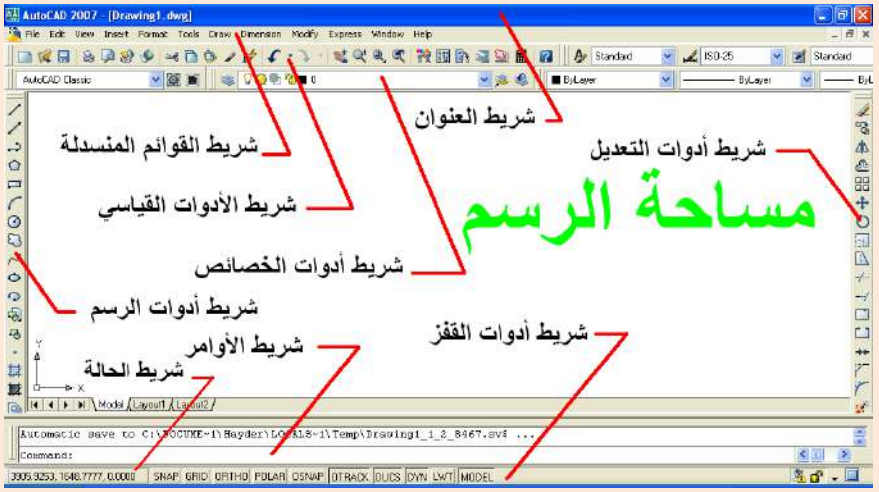


الشكل 8-4 : نافذة أوتوكاد اليوم.

3-8 الواجهة الرئيسية

تمتلك الواجهة التطبيقية لبرنامج الأوتوكاد العديد من القوائم والأوامر والمهمات التالية :-

1. شريط العنوان : ويظهر فيه اسم البرنامج واسم الملف تحت التنفيذ ومساره، إذ يوجد شريط العنوان في أعلى نافذة البرنامج ويتميز بلون مختلف وغالبا ما يكون باللون الأزرق، ويوجد في أقصى اليمين ثلاثة أيقونات خاصة بالتحكم في النافذة (الغلق X، التكبير، والتصغير–).
2. شريط القوائم المنسدلة : ويحتوي على الأوامر المستخدمة 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 : وفيه أوامر مشابهة لأوامر البرنامج التشغيلي Windows .
4. شريط أدوات الخصائص : وتشمل اختيارات متعددة لنوع الرسومات.
5. شريطي أدوات الرسم وأدوات التعديل: ويحتوي على أوامر تنفيذية (نأتي على توضيحها لاحقا).
6. شريط الأوامر : يتيح طباعة الأمر (أو اختصاره) بشكل مباشر لغرض تنفيذه.
7. شريط أدوات القفز : يحتوي على أوامر داعمة لتنفيذ الرسومات.
8. شريط الحالة : يمكن من خلاله متابعة إحداثيات موقع مؤشر الرسم، ويبين الشكل (5-8) أماكن تلك الأشرطة ومواقعها (مثال لإصدار 2007)، وموقع مساحة الرسم.



الشكل 8-5 :تعريف بواجهة البرنامج.

8-3-1 شريط الأدوات القياسي Main Tool Bar

تمتاز أشرطة الأدوات في أوتوكاد بقدرتها على أن تكون عائمة في أي مكان ضمن إطار أوتوكاد، بشكل رأسي عند الحدود الجانبية لإطار أوتوكاد أو أفقي عند الحد العلوي، ويمكن فتح هذه الأشرطة فتكون ظاهرة،

أو إغلاقها فتكون مخفية، ويتم تحريك أي شريط من أشرطة الأدوات نحتاجه لسببين هما :-

1. انطباق شريط الأدوات Toolbars على شريط أدوات آخر بحيث يبدو غير نشط؛ وذلك لعدم ظهوره على شاشة الرسم.
2. وجود شريط الأدوات في مكان غير مناسب من شاشة الرسم أو اختفاء بعض أيقوناته بسبب موقعه غير المناسب.

وهناك طريقتان لتحريك أي شريط أدوات كما يأتي:-

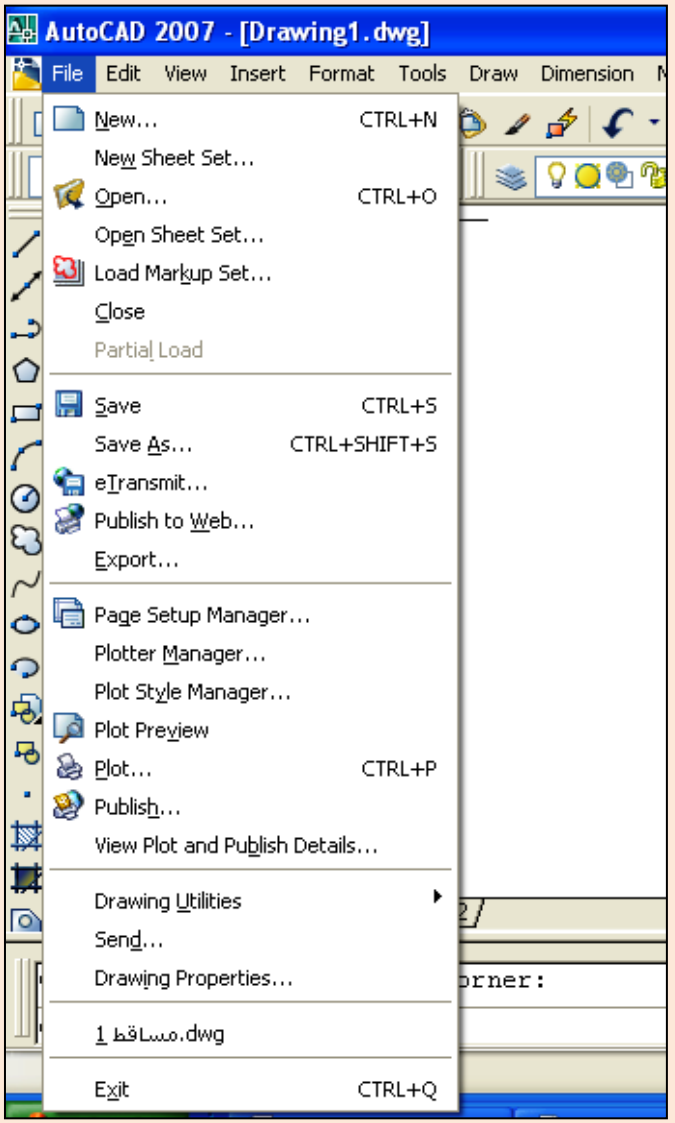
1. النقر (بواسطة زر الفأرة الأيسر) على علامة الـ (يساوي =) الموجودة في نهاية طرف الشريط، مع سحب الشريط إلى المكان المناسب ثم إفلات الفأرة، ليستقر في المكان المطلوب.
2. إذا كان الشريط في وسط شاشة الرسم السوداء (أو البيضاء في حالة تبديل لونها)، يتم النقر المزدوج على أعلى الشريط (عنوان الشريط) وسحبه إلى المكان المناسب ثم إفلات الفأرة، الشكل (8-6).

الشكل 8-6 : تحريك أشرطة الأدوات إلى الموقع المطلوب.

8-3-2 شريط القوائم المنسدلة Menu Bar

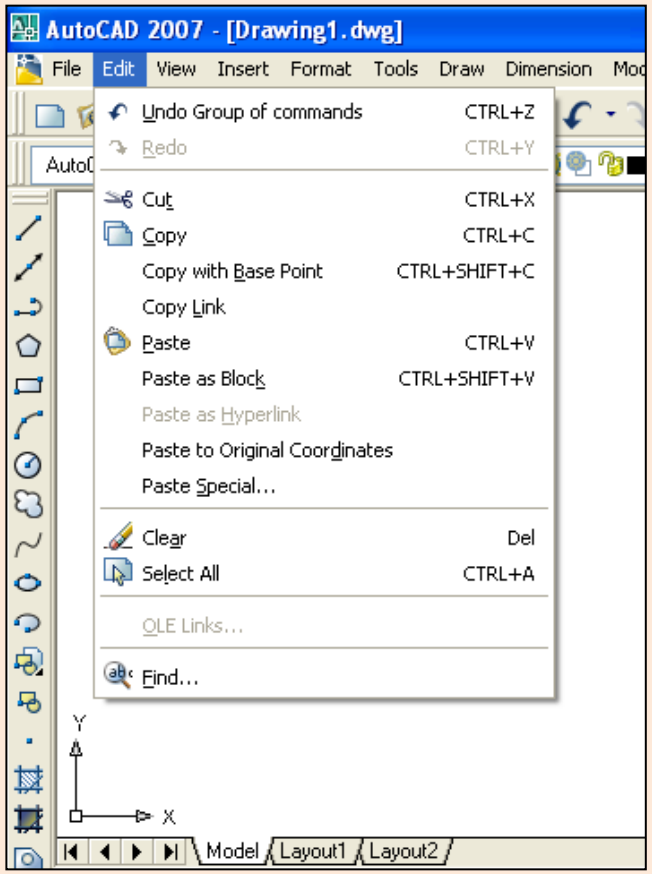
يحتوي ذلك الشريط على عدة أوامر رئيسة ينتج منها أوامر تنفيذية على شكل قوائم منسدلة تستجيب بوضع المؤشر عليها ثم النقر المفرد، فتنزل القائمة لغرض اختيار الأمر المطلوب تفعيله بالنقر المفرد ايظاً، والأوامر الرئيسة هي كما يأتي :-

- ملف File : وتحتوي الأيقونة على قائمة الأوامر الخاصة بالتعامل مع الملفات. مثل (إنشاء ملف جديد New - فتح ملف موجود Open - حفظ ملف Save - طباعة ملف Plot - إغلاق ملف Close- إغلاق البرنامج - Exit... الخ)، الشكل (8-7).



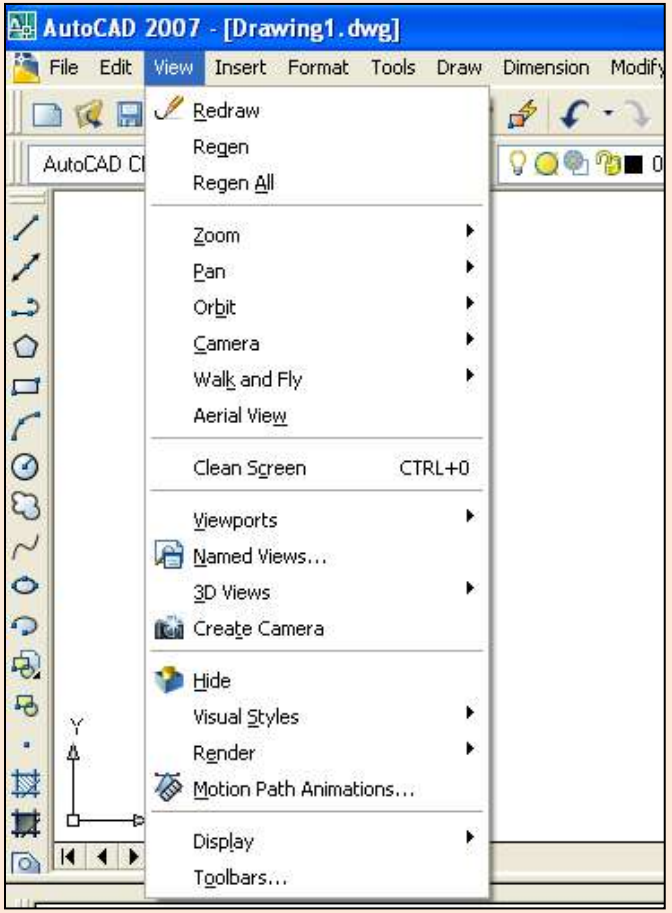
الشكل 8-7 قائمة ملف.

- **تحرير Edit :** وهي مشابهة لمثيلاتها من باقي البرامج في بيئة Windows فهي تحتوي على أوامر مثل (قص Cut- نسخ Copy - لصق Paste - تكرار Redo - تراجع Undo - مسح Clear - ...الخ)، الشكل (8-8).



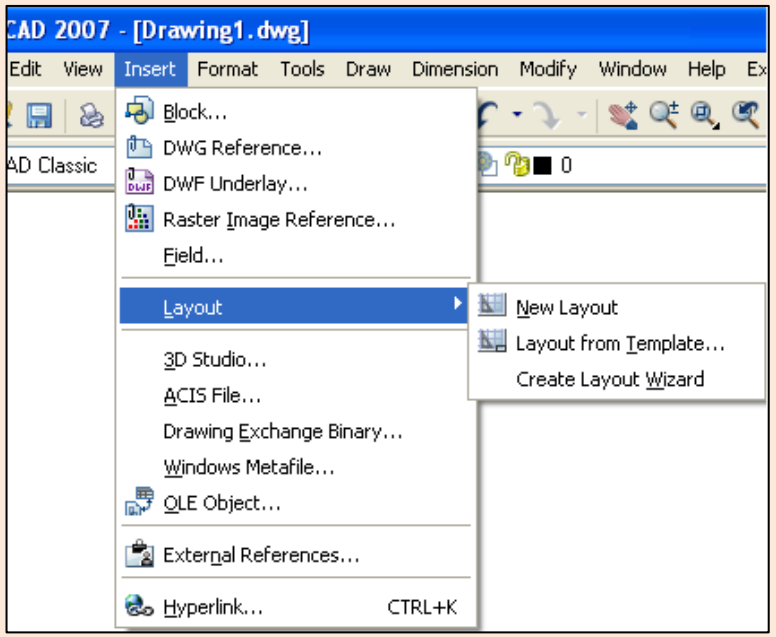
الشكل 8-8 : قائمة تحرير.

- **العرض View :** تحتوي على الأوامر الخاصة بـ (الرؤية - المساعدة على العرض) مثل (التكبيرZoom In- التصغير Zoom Out- الإزاحة Pan- الإخفاء Hide- ..الخ)، الشكل (8-9).



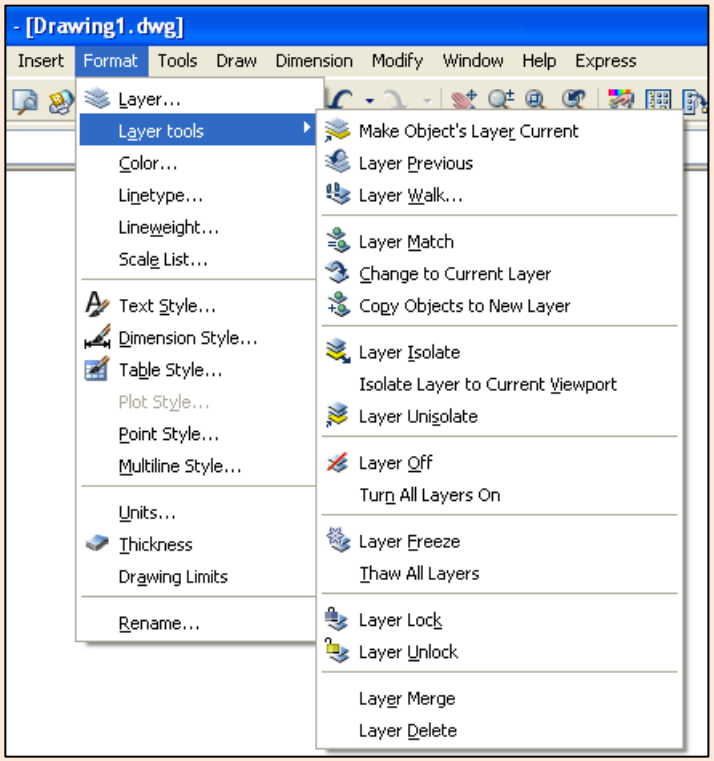
الشكل 8-9 : قائمة العرض.

- **إدراج Insert :** وعن طريقها يمكن إدراج (رسومات - ملفات) من برامج أخرى أو ملفات أخرى في البرنامج نفسه ، وغيرها، الشكل (8-10).



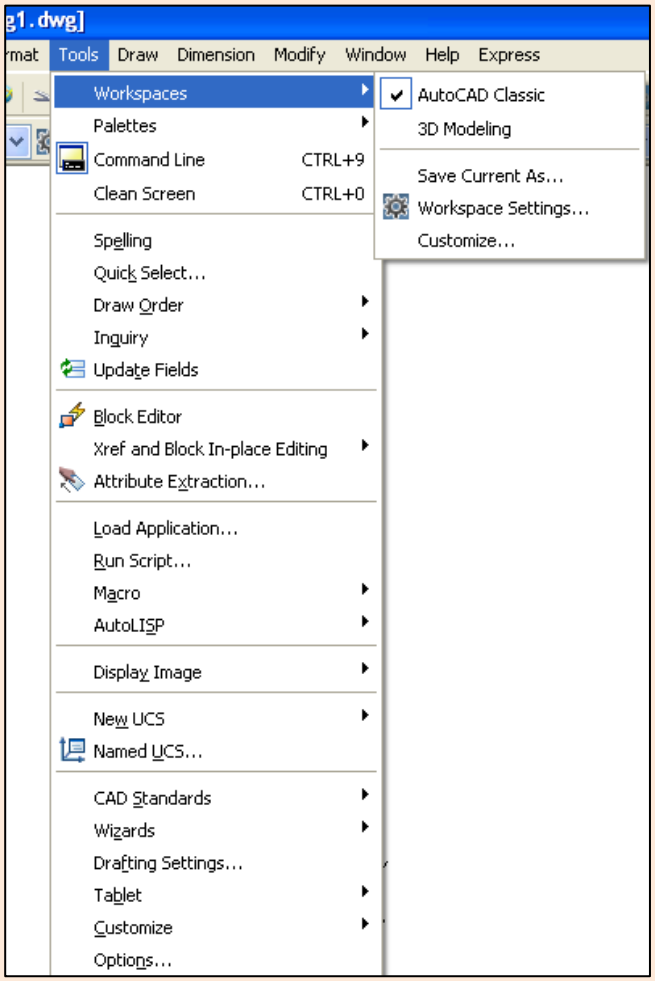
الشكل 8-10 : قائمة إدراج.

- **تنسيق Format :** وعن طريقها يمكن التحكم في تنسيق (الطبقات Layers - الألوان Color - الخطوط Linetype and Lineweight– نمط الأحرف Text Style- الأبعاد Dimension Style - الوحدات Unites..الخ)، الشكل (8-11).



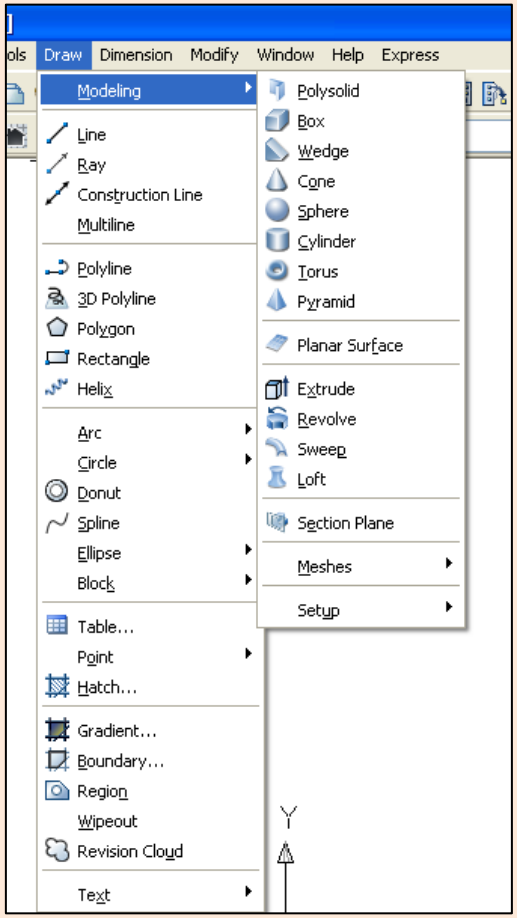
الشكل 8-11 : قائمة تنسيق.

- **الأدوات Tools :** تحتوي هذه القائمة على الأوامر المساعدة في الرسم مثل (مساحات العمل Workspaces- مسح الشاشة Clean Screen - خيارات Options - ... الخ)، الشكل (8-12).



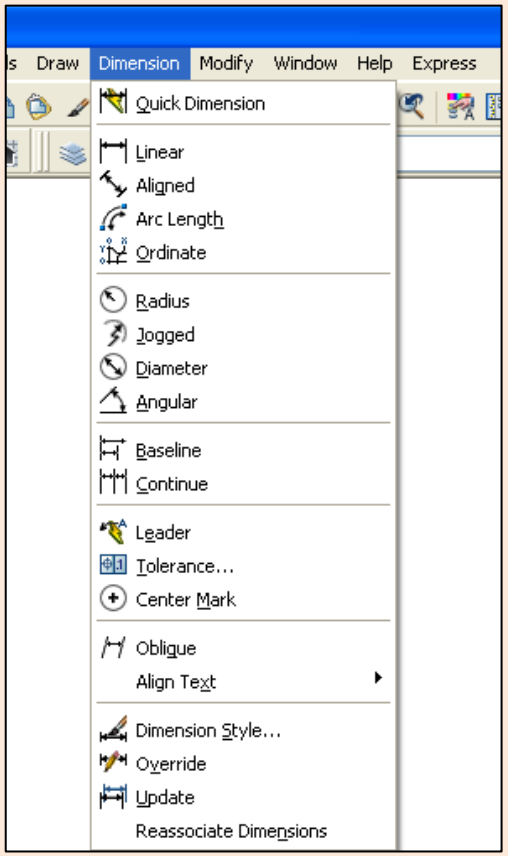
الشكل 8-12 : قائمة الأدوات.

- **رسم Draw :** تحتوي هذه القائمة على الأوامر الخاصة بأدوات الرسم الأساسية للبرنامج مثل (خط Line - قوس Arc - دائرة Circle- ..الخ)، الشكل (8-13).



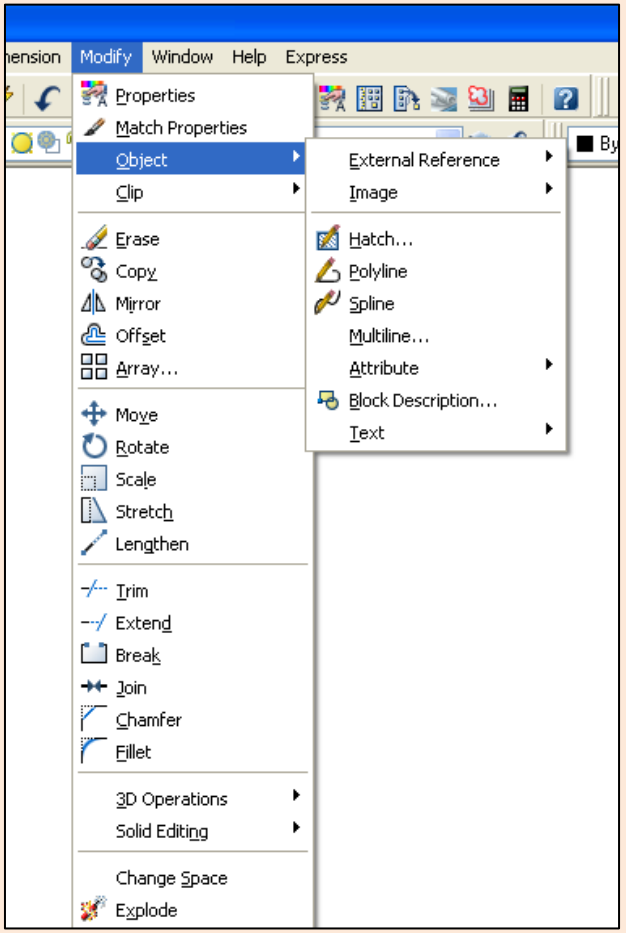
الشكل 8-13 : قائمة الرسم.

- **الأبعاد Dimension** : تحتوي هذه القائمة على الأوامر الخاصة بالتعامل مع الأبعاد مثل قياس بعد (خطي Linear- محاذي (مصطف) Aligned - نصف قطر Radius- ..الخ)، الشكل (8-14).



الشكل 8-14 : قائمة الأبعاد.

- **التعديل Modify** : تحتوي هذه القائمة على الأوامر الخاصة بتعديل الرسم مثل (النسخ Copy - التحريك Move - المرآة Mirror - مقياس الرسم Scale - التشطيب Chamfer - تفجير Explode - ... الخ)، الشكل (8-15).



الشكل 8-15 : قائمة تعديل.

- **المساعدة Help :** تحتوي هذه القائمة على التعليمات المساعدة بتفصيلاتها المختلفة، وتتيح الاتصال بشركة **Autodesk** عن طريق شبكة الانترنيت، ويمكن الدخول على الأمر بالضغط على مفتاح **F1** في لوحة المفاتيح، والبحث عن أي من الأوامر لتعلم طرق استعماله، مع توفر أمثلة وتطبيقات متسلسلة من السهل إلى المعقد.

8-3-3 أشرطة الأدوات Tool Bar

توجد أشرطة الأدوات أسفل شريط القوائم المنسدلة، وهي تحتوي على الرموز الخاصة بالأوامر، إذ يتم تنفيذ الأمر بمجرد الضغط على الرمز الموجود على شريط الأدوات، والميزة الرئيسة لشرائط الأدوات هي توفير الوقت وسرعة التنفيذ.

ولغرض إظهار أي شريط أدوات أو إخفائه ننقر (زر الفأرة الأيمن) على أعلى النافذة في موقع أشرطة الأدوات فتظهر نافذة عمودية (منسدلة) تحتوي على كل أشرطة الأدوات الموجودة في البرنامج وبالإمكان إظهار أي شريط بالنقر عليه لتأشيره بالعلامة (صح √)، وعند النقر مرة أخرى فإنه يختفي، يمكن الوصول إلى نافذة أشرطة الأدوات بواسطة اختيار الأمر من القائمة المنسدلة (إظهار View)، راجع الشكل (8-9).

View » Toolbar

وتشمل أشرطة الأدوات (في هذه المرحلة) ما يأتي :-

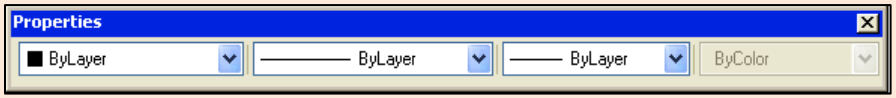
1- شريط الأدوات القياسي Standard Toolbar

ويتضمن الشريط مجموعة من الأوامرالموجودة في القائمة المنسدلة File، راجع الشكل (8-7)، ولكن يتم تنفيذ الأمر بمجرد النقر على رمزه وذلك بوضع المؤشر والنقر لمرة واحدة، الشكل (8-16).

الشكل 8-16 : شريط الأدوات القياسي.

2- شريط أدوات الخصائص Object Properties Toolbar

ويتضمن عدة قوائم منسدلة تخص نوع الخطوط المستخدمة في الرسوم ولونها وسمكها، (يرجى العودة لاستذكار أنواع الخطوط المذكورة في الفصول السابقة)، الشكل (8-17).



الشكل 8-17 : شريط أدوات الخصائص.

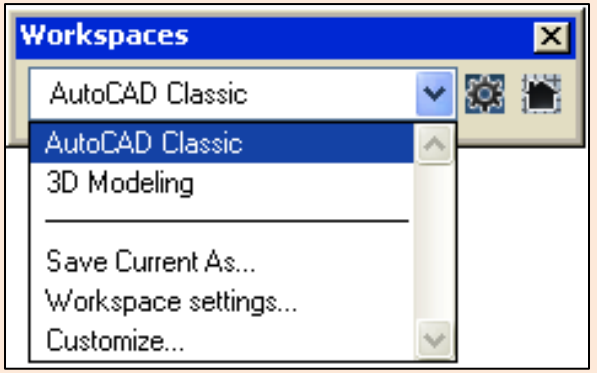
3- شريط الطبقات Layers Toolbar

في بعض اللوحات يفضل الرسام تنفيذ اللوحة بعدة طبقات إذ يمكن تغيير نوع خط الرسم أو لونه، والمثال عند رسم اللوحات الخاصة بالأعمال المدنية، إذ ترسم خريطة البناء على الطبقة الأولى، ومن ثم ترسم الأعمال الكهربائية على طبقة أخرى وهكذا لبقية الأعمال، ويقوم هذا الأمر بتوفير العديد من الطبقات بعدة ألوان وتسميات، ومن الممكن إخفاء طبقة معينة أو إظهارها على الشاشة، وتستدعى نافذة الإعداد والإضافة من شريط الطبقات، الشكل (8-18).

الشكل 8-18 : شريط الطبقات.

4- شريط مساحة العمل Workspace

يوفر هذا الشريط اختيار بيئة العمل فإما تكون ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد 3D Modeling، الشكل (8-19).



الشكل 8-19 :شريط مساحة العمل.

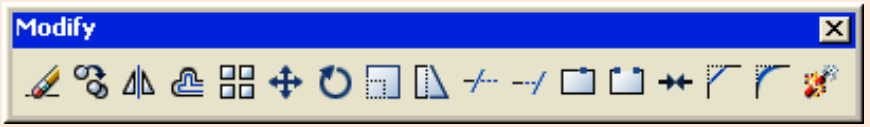
5- شريط أدوات الرسم Draw Toolbar

وعادة يوضع الشريط على الجانب الأيسر من واجهة البرنامج (الإعداد الافتراضي)، ومن الممكن تغيير موقع الشريط ضمن واجهة البرنامج، ويتضمن أغلب الأوامر الموجودة في القائمة المنسدلة (نفس التسمية) Draw، لكنها تضمن التنفيذ السهل والسريع، الشكل (8-20).

الشكل 8-20 : شريط الرسم.

6- شريط أدوات التعديل Modify Toolbar

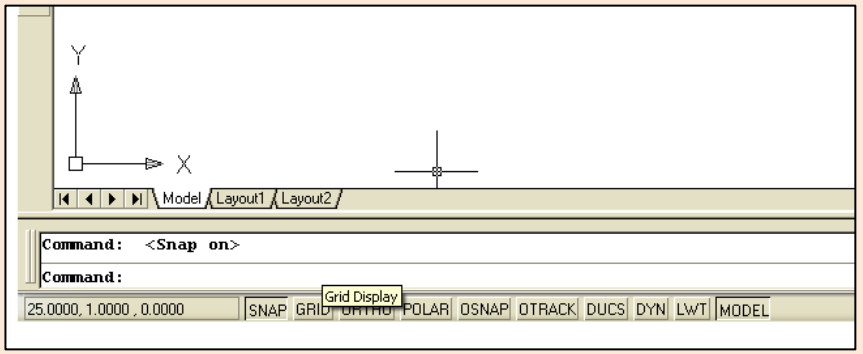
وعادة يوضع الشريط على الجانب الأيسر من واجهة البرنامج (الإعداد الافتراضي)، ومن الممكن تغيير موقع الشريط ضمن واجهة البرنامج، ويتضمن أغلب الأوامر الموجودة في القائمة المنسدلة (نفس التسمية) Modify، لكنها تضمن التنفيذ السهل والسريع، الشكل (8-21).



الشكل 8-21 : شريط التعديل.

7- شريط الحالة Status Bar وأدوات القفز Object Snap

وهو الشريط الموجود أسفل نافذة برنامج AutoCAD وهو يعرض إحداثيات حركة المؤشر (x-y-z)، ويظهر اختصار الأمر الذي يتم اختياره من القوائم المنسدلة، فضلاً عن احتوائها على رموز تخص تحديد حركة المؤشر لغرض دعم الرسوم؛ إذ يتضمن رموزاً لأوامر منها القفز (الوثب) والالتقاط لتحديد نهايات أو منصفات المستقيم أو مراكز الأقواس والدوائرSNAP، وتفعيل الشبكة GRID، ونظام الإحداثيات الذي يظهر مع حركة المؤشر لبيان إحداثياته، ...الخ، الشكل (8-22).

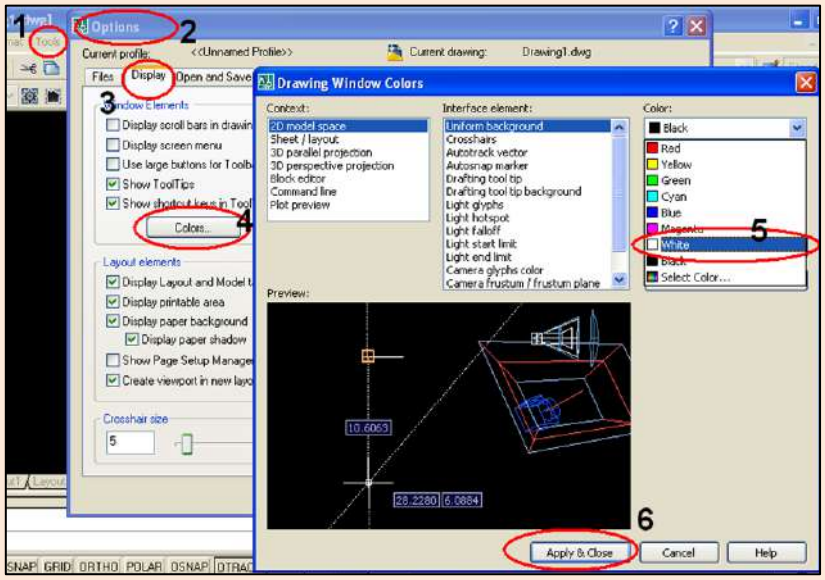


الشكل 8-22 : شريط الحالة وأوامر القفز.

8-3-4 منطقة الرسم Drawing Area

وهي المساحة التي يتم الرسم فيها وتظهر باللون الأسود (الإعداد الافتراضي)، ويمكن تغيير لون شاشة الرسم إلى اللون الأبيض بدلاً من اللون الأسود (بحسب رغبة المستخدم)، فمن شريط الأدوات الرئيس نختار الأوامر على التتابع، الشكل (8-23)، وكما يأتي :-

Tools » Options » Display » Colors » White » Apply & Close.

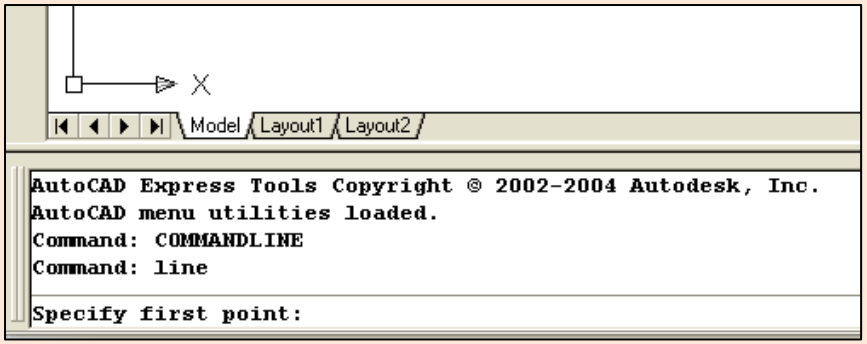


الشكل 8-23: تغيير منطقة الرسم إلى اللون الأبيض (حسب رغبة المستخدم).

8-3-5 سطر الأوامر Command Line

ويكون موقعه (الافتراضي) أسفل نافذة الرسم، ويتيح هذا السطر للمستخدم الحوار مع البرنامج عن طريق كتابة الأوامر (أو مختصراتها)، ليتم تنفيذها بعد ضغط مفتاح الإدخال Enter (في لوحة المفاتيح)، ويقوم البرنامج بتوفير الاختيارات التي تلي اختيار الأمر ليقوم المستخدم بكتابتها في سطر الأوامر، ويمكن تحريك شريط الأوامر إلى المكان المرغوب فيه

(كما مر سابقا مع أشرطة الأوامر)، مع إمكانية التحكم في تغيير المساحة الظاهرة منه، الشكل (8-24).



الشكل 8-24 :شريط سطر الأوامر.

ملاحظة: للخروج من الأمر المكتوب أو المختار بواسطة النقر على رموز الأوامر، يتم ذلك بالضغط على مفتاح الهروب Esc في لوحة المفاتيح، ويمكن تكرار الأمر بعد تنفيذه بالضغط على مفتاح التنفيذ Enter (↵).

4-8 المؤشر Pointer

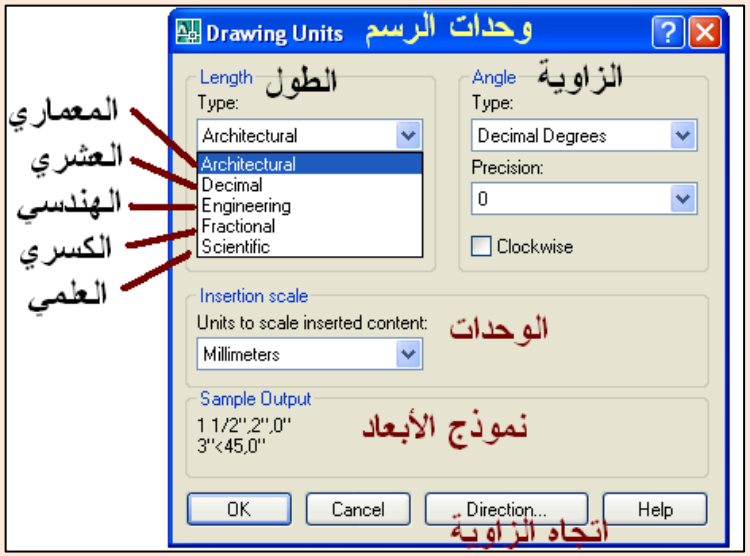
يتحرك المؤشر تبعا لحركة الفأرة داخل حيز البرنامج، كما هو معتاد في العمل ضمن بيئة Windows، إذ يتحول من رأس سهم إلى شعرتين متقاطعتين Cross Hairs في نقطة الالتقاط Pick Point عند العمل ضمن الأوامر التنفيذية، ومن الممكن التحكم في شكل المؤشر وحجمه بإتباع ما يأتي :-

Tools » Options » Drafting » Aperture Size » Apply. » (التحكم بمفتاح منزلق)

5-8 وحدات الرسم Units

يوفر برنامج الأوتوكاد اختيار وحدات الرسم المتبعة في تنفيذ الرسوم الهندسية كافة، مثل النظام المتري والنظام الانكليزي وأجزاؤهما التي سوف تظهر بها الرسوم المنفذة، فضلاً عن أنظمة كتابة الزوايا واتجاهاتها (باتجاه دوران عقارب الساعة أو خلافها)، وكذلك تحديد الدقة العشرية للأرقام (مرتبة واحدة أو أكثر بعد الفارزة)، عن طريق تنفيذ الأمر Units ضمن القائمة Format ستظهر نافذة تتيح اختيار الوحدات المناسبة، الشكل (8-25).

تكمن ضرورة اختيار وحدات الرسم (مثال المليمتر) لكون حدود الرسم محددة بحجم ورقة الرسم (كما في الرسم اليدوي) فاختيار الوحدات يجب أن يتناسب مع حدود الرسم التي يتم تحديدها بالأمر Drawing Limits من القائمة Format، الذي سيبين لاحقا.



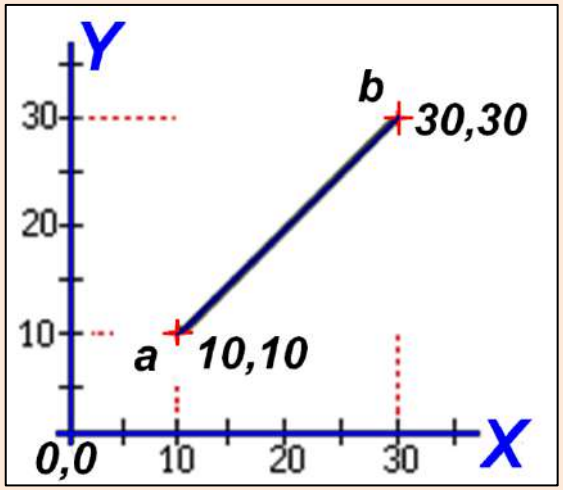
الشكل 8-25 : نافذة وحدات الرسم.

6-8 نظام الإحداثيات Coordinates System

يتوقف رسم الكائنات وتحريرها في أوتوكاد على فهم نظم الإحداثيات المختلفة والمتضمنة ما يأتي :-

1-6-8 النظام ألإحداثي الديكارتي المطلق Absolute Cartesian Coordinate System

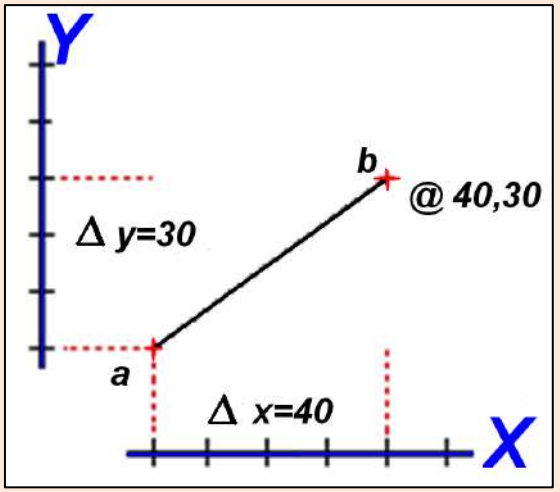
في الرياضيات، كما في الرسم الهندسي يستعمل نظام الإحداثيات الديكارتي المطلق لتحديد نقطة في مستوي عبر عددين، يطلق عليهما عادة الإحداثي X-Axes و الإحداثي Y-Axes، الشكل (8-26)، وفي الرسومات الثلاثية الأبعاد يضاف المستوي الثالث ويعبر عنه بالإحداثي Z-Axes، ولتعريف المستقيم ab، يتم كتابة موقع إحدى نقاطه بطريقة رقمين (أو ثلاثة) بينهما فاصلة مثل (10,10) ويعني أن إحداثي النقطة باتجاه المحور X يقابله 10mm وفي محور Y يقابله 10mm نسبة إلى نقطة الأصل ذات الإحداثيات (0,0)، وهكذا بالنسبة لنهايته الأخرى (30,30).



الشكل 8-26 : النظام ألإحداثي الديكارتي المطلق.

8-6-2 النظام الإحداثي الديكارتي النسبي Relative Cartesian Coordinate System

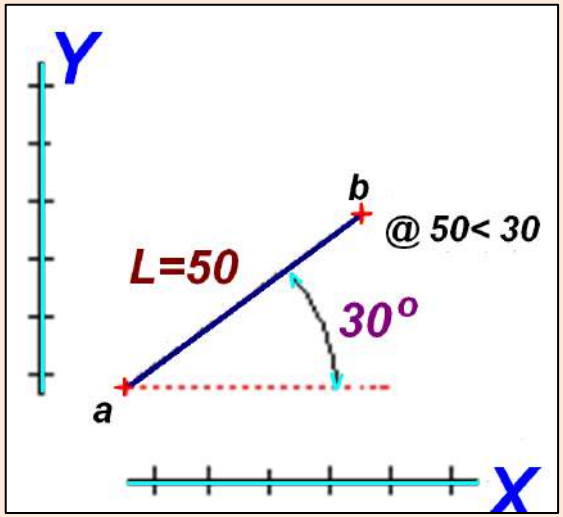
تعرف النقطة في هذا النظام بعبارة (@ Δx, Δy)، الشكل (8-27)، فالعدد الأول (Δx) يمثل الفرق في الإحداثي الأفقي (Delta X) أي المسافة بين إحداثي النقطة a وإحداثي آخر نقطة تم إدخالها b، تليه فارزة، والعدد الثاني (Δy) يمثل الفرق في الإحداثي العمودي (Delta Y) أي المسافة بين إحداثي النقطة وإحداثي آخر نقطة تم إدخالها. ويطلق على النظام صفة نسبي لكون إحداثيات النقطة تكون نسبة للنقطة التي سبقتها.



الشكل 8-27 : نظام الإحداثيات الديكارتي النسبي.

8-6-3 النظام الإحداثي القطبي النسبي Relative Polar Coordinate System

تعرف النقطة في هذا النظام بعبارة (@ Distant < Angle)، الشكل (8-28)، فالعدد الأول يمثل طول المسافة المعلومة L الفاصلة بين آخر نقطة تم إدخالها a والنقطة الجديدة b، ثم علامة < يليها العدد الثاني الذي يمثل الزاوية الحاصلة بين آخر نقطة تم إدخالها والنقطة الجديدة بالنسبة إلى محور X، ولذلك يطلق على النظام صفة نسبي.



الشكل 8-28 :نظام الإحداثيات القطبي النسبي.

7-8 الحفظ والاستدعاء

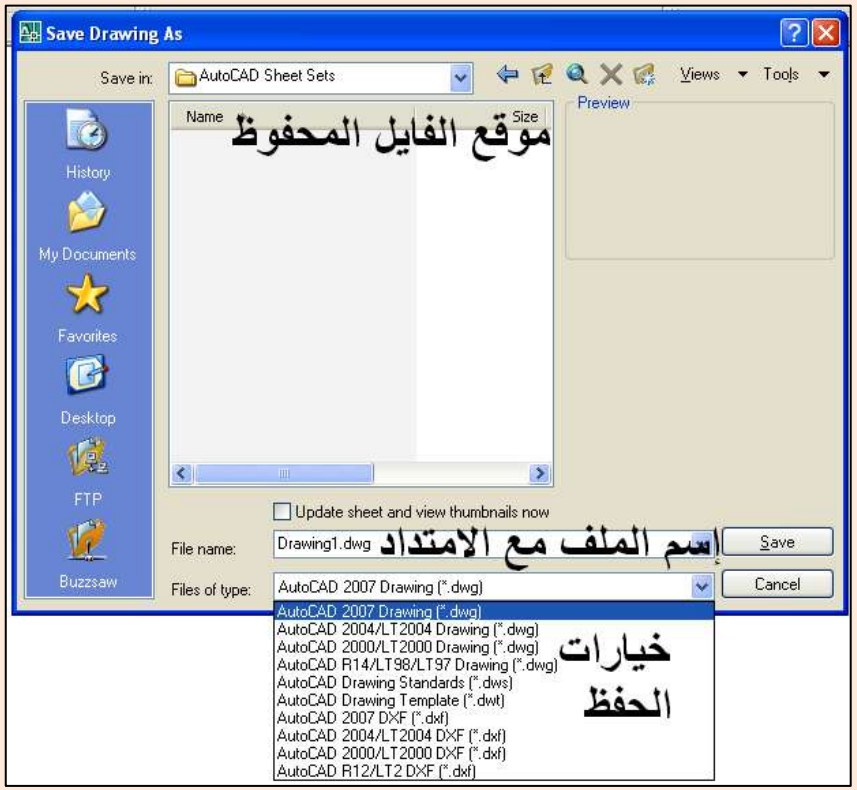
يتطلب استخدام برنامج الأوتوكاد حفظ للرسومات المنفذة وبالتالي استدعاؤها لغرض تعديلها أو طباعتها.

1-7-8 حفظ الرسومات Save

بعد تنفيذ الرسم يحفظ لأول مرة بالنقر على رمز الحفظ Save في شريط الأدوات القياسي، أو من القائمة المنسدلة كما يأتي :

File » Save (Or) Save as

فتظهر نافذة الحوار Save Drawing As، (الشكل 8-28)، ونحدد الموقع المطلوب حفظ الملف فيه ثم نختار الاسم المناسب للرسم وله الامتداد dwg، مثال (Homework.dwg)، إذ يمثل الامتداد طبيعة الرسومات المحفوظة، وتنتهي عملية الحفظ بعد النقر على أيقونة Save في النافذة، الشكل (8-29).



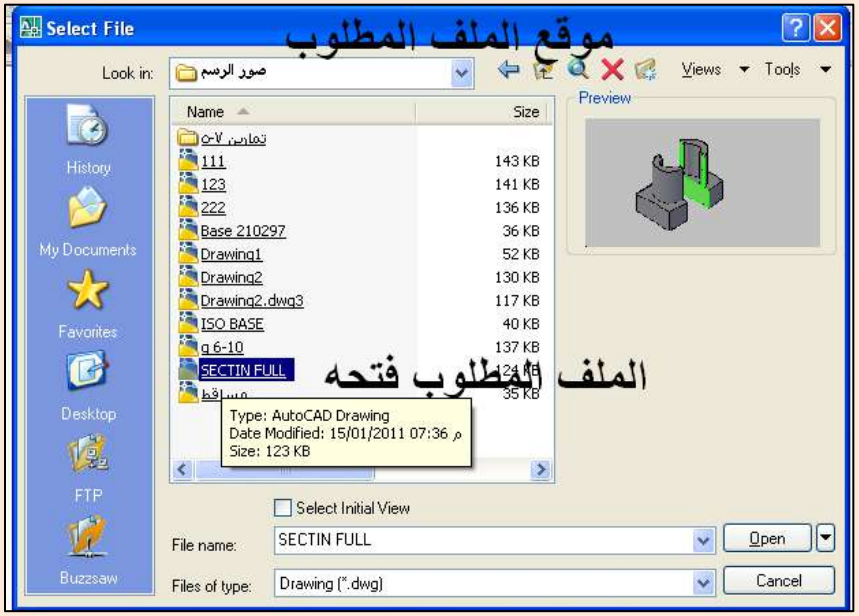
الشكل 8-29 : نافذة حفظ ملفات الرسم.

2-7-8 فتح لوحة تم حفظها سابقا

من الممكن استدعاء أي ملف من ملفات الأوتوكاد التي حفظت مسبقا، كما يأتي :-

File » Open

تظهر نافذة الحوار Select File، الشكل (8-30)، نختار الملف المطلوب بالنقر على أيقونة Open.



الشكل 8-30 : فتح ملف محفوظ.

3-7-8 فتح لوحة رسم جديدة

عند بداية الرسم يجب اختيار لوحة رسم جديدة وقد تكون ضمن طبعات Template معدة مسبقا ضمن البرنامج، وتفتح اللوحة الجديدة بالضغط على رمز New في شريط الأدوات القياسي، أو من القوائم المنسدلة كما يأتي :-

File » New

فتظهر نافذة الحوار Select template، الشكل (8-31)، نختار الملف المطلوب بالنقر على أيقونة Open.

الشكل 8-31 : نافذة اختيار ملف جديد.

8-8 حدود لوحة الرسم Drawing Limits

يُرسم في برنامج الأوتوكاد عادة بمقياس الرسم الحقيقي، لذلك فمن المستحسن ضبط حدود الرسم إلى مقاس الشيء الذي يتم رسمه، ففي حالة رسم مبنى، تضبط حدود الرسم إلى حجم موقع المبنى تقريبا، ولتحديد أبعاد لوحة الرسم (أو حيز الرسم) في هذه المرحلة، نتبع ما يأتي :-

Format » Drawing Limits

وبالانتباه إلى شريط الأوامر سوف نقرأ أن الأمر قد ظهر وأن البرنامج طلب تحديد إحداثيات نقطة الركن الأيسر الأسفل، وسوف نكتب (بعد وضع المؤشر على سطر الأوامر) الأرقام 0,0 ، ثم نضغط مفتاح Enter (↵)، بعدها سوف يطلب البرنامج إحداثيات نقطة الركن الأيمن العلوي، نكتب مباشرة 297, 210، ونضغط المفتاح Enter، وكما مبين أدناه:-

Command: **Limits** ↵

Reset Model space limits:

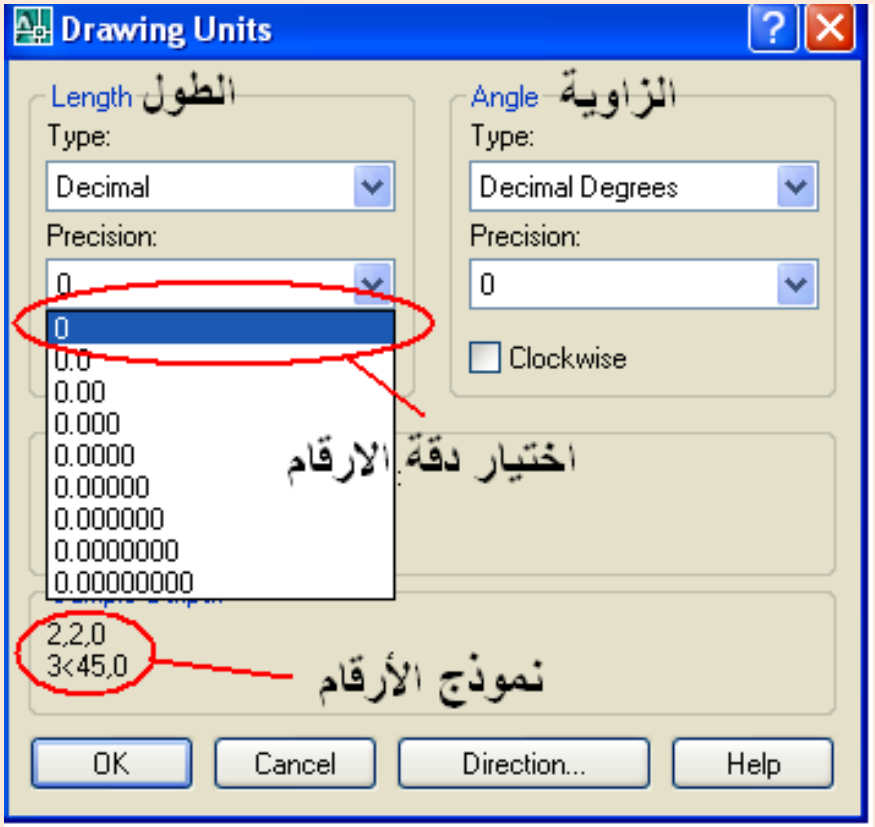
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0,0>: **0,0** ↵

Specify upper right corner <420,297>: **297,210** ↵

علما أن في نظام الوحدات المترية تمثل الوحدة الواحدة ميليمتراً واحداً في أوتوكاد.

نحتاج الآن إلى ضبط الفواصل العشرية لدقة الرسم Precision في أوتوكاد، وقد ذكرنا فيما سبق أن نافذة وحدات الرسم Drawing Units توفر عدد المراتب بعد الفارزة، وسوف نضبط الدقة إلى العدد

الصحيح (من دون أعداد عشرية في هذه المرحلة) للطول وللزاوية، كما موضح في الشكل (8-32).



الشكل 8-32 :نافذة وحدات الرسم وتحديد دقة الأرقام والزوايا.

ولإظهار حدود الرسم التي تم اختيارها (نختار لوحة الرسم ذات القياس A4)، نتبع ما يأتي:-

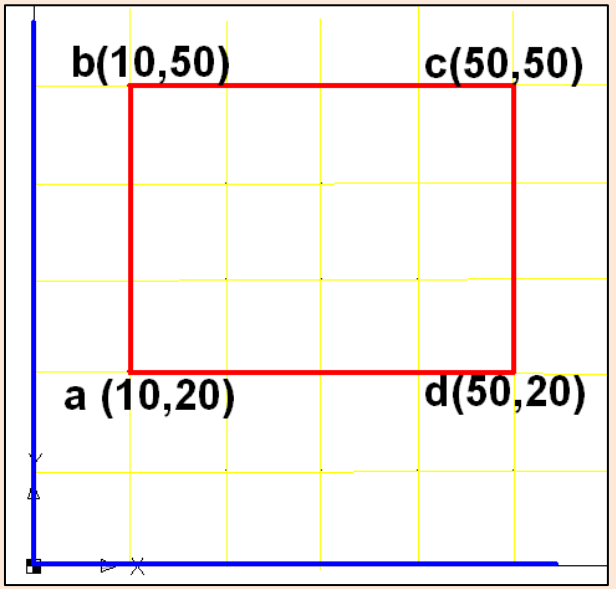
View » Zoom » All

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

9-8 أمثلة محلولة

مثال 8-9-1

يبين الشكل (8-33) المستطيل abcd معلوم إحداثيات رؤوسه بحسب النظام الديكارتي المطلق، احسب إحداثيات النقاط b، c، و d على التوالي، بحسب نظام الإحداثيات الديكارتي النسبي ونظام الإحداثيات القطبي النسبي.



الشكل 8-33 : إحداثيات مستطيل بالنظام الديكارتي المطلق.

الحل:

عند حساب إحداثيات نقطة ما نسبة إلى نقطة موجودة، يتم اعتبار إحداثيات النقطة الموجودة (0, 0) وفي هذه الحالة تعد النقطة a هي النقطة النسبية للنقطة b وبالأسلوب نفسه تحسب إحداثيات النقطة c نسبة إلى النقطة b وهكذا، فتكون الإحداثيات المطلوبة كما يأتي :-

1) النظام الديكارتي النسبي:

b: @ 0,30

c : @ 40,0

d : @ 0, -30 (لاحظ الإشارة السالبة)

2) النظام القطبي النسبي:

b : @ 30<90

c : @ 40<0

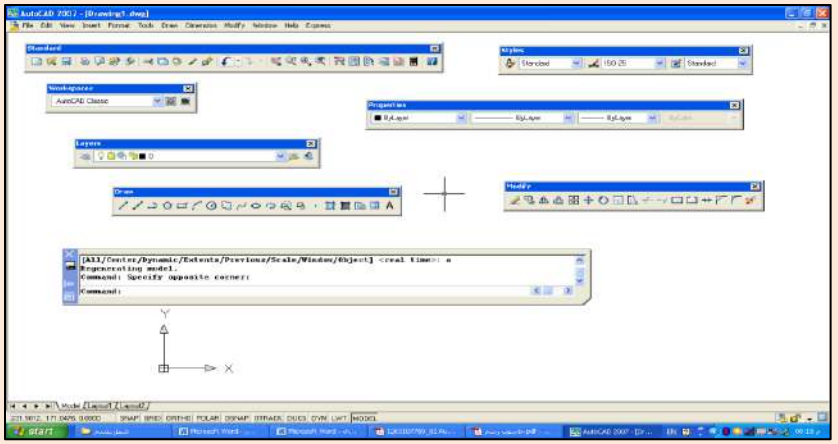
d : @ 30<-90 or @30<270

مثال 8-9-2

ضع أشرطة الأدوات كافة في وسط منطقة الرسم، ثم أرجعها إلى أماكنها الافتراضية.

الحل:

بعد تشغيل البرنامج نضع المؤشر على علامة المساواة (=) في نهاية كل شريط، وبالضغط على زر الفأرة الأيسر نسحب الشريط إلى وسط منطقة الرسم، الشكل (8-34)، بعد ذلك نعيد الإجراء السابق ونسحب أشرطة الأدوات إلى مكانها في واجهة البرنامج كما في الموقع الافتراضي، (النقر المزدوج على أعلى الشريط يعيده إلى مكانه الافتراضي).



الشكل 8-34 : تغيير أماكن أشرطة الأدوات.

ملاحظة: يمكن تفعيل الأشرطة المطلوبة أو إبطالها، بالنقر بزر الفأرة الأيمن على علامة المساواة (=) لتظهر قائمة جانبية يمكن تأشير الأشرطة لإظهارها على واجهة البرنامج.

مثال 8-9-3

كوّن ملف يحمل اسمك وأحفظه على مسار تختاره لحفظ رسوماتك، ثم استدعيه بعد غلق البرنامج وإعادة تشغيله.

الحل:

بعد تشغيل البرنامج وظهور الواجهة الرئيسة نتبع إحدى الطرائق التالية لحفظ الملف:-

1. القائمة المنسدلة File نختار منها الأمر Save.
2. النقر على علامة الحفظ في شريط الأدوات القياسي.
3. كتابة الأمر Save أو اختصاره (S) في سطر الأوامر.
4. الضغط على المفتاحين Ctrl + S (في لوحة المفاتيح) معا.

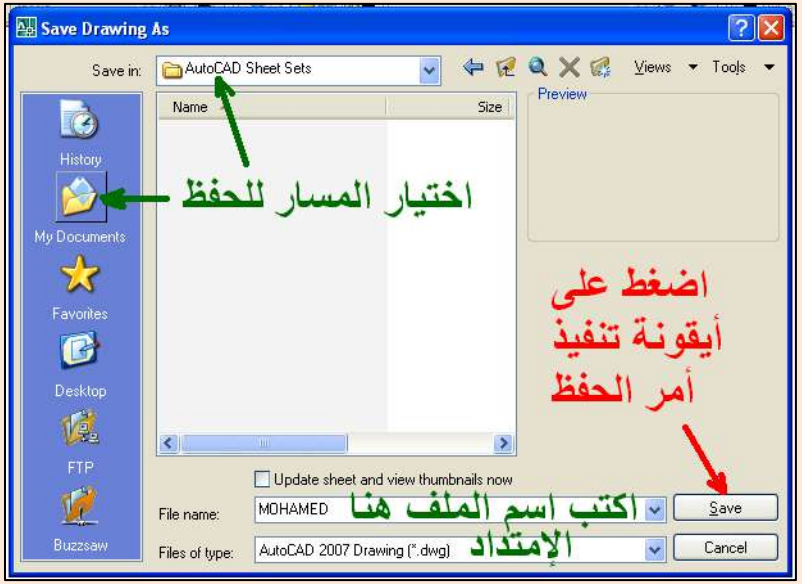
وفي كل الحالات سوف تظهر نافذة حوار Save Drawing As، الشكل (8-35)، اكتب في حقل File Name اسمك، واختار من حقل

Types of File الامتداد AutoCAD20XX Drawing [*.dwg] ، مع اختيار مسار الملف :-

My Documents »AutoCAD Sheet Sets

بعد إغلاق البرنامج، نذهب إلى المسار السابق (الذي تم حفظ الملف فيه) وبالنقر المزدوج على الملف المحفوظ سوف يعمل البرنامج مباشرة.

لاحظ أن شريط العنوان للبرنامج سوف يحمل اسم البرنامج واسم الملف ومساره.



الشكل 8-35 : حفظ ملف.

ملاحظة: عندما نقوم بغلق البرنامج (بكتابة أحد الأمرين **Exit** أو **Quit** أو النقر على علامة **X** في الركن الأيمن العلوي) فإنه سوف يتحقق من عدم وجود أي تعديلات لم يقم المستخدم بحفظها فيظهر مربع حوار يطلب حفظ التعديلات من عدمها، لذلك لا نخشى من ضياع الرسوم عند الإغلاق.

عند كتابة الأمر **Qsave** في سطر الأوامر فإن الحفظ سوف يكون باسم جديد بخلاف الأمر **Save** الذي يقوم بالحفظ في الملف نفسه.

10-8 تمارين وتطبيقات

1-10-8 عدد طرائق تشغيل برنامج الأوتوكاد (بحسب الإصدار الموجود على جهاز الحاسبة) مع تنفيذ عملية التشغيل لكل طريقة.

2-10-8 عدد القوائم الرئيسة الموجودة في واجهة برنامج الأوتوكاد، مع بيان مهماتها.

3-10-8 عدد أشرطة الأدوات الموجودة في واجهة برنامج الأوتوكاد (الوضع الافتراضي)، مع بيان بعض من مهماتها.

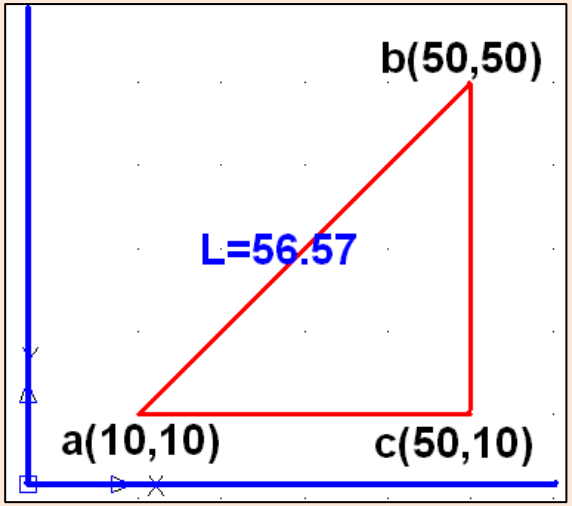
4-10-8 غيّر لون منطقة الرسم إلى اللون الأصفر، مع كتابة خطوات التحويل.

5-10-8 عدد أنظمة الإحداثيات المتبعة في برنامج الأوتوكاد، مع توضيح كل نظام بمثال.

6-10-8 حول مساحة الرسم إلى ما يطابق أبعاد لوحة الرسم ذات القياس A3، وما هي الأرقام التي ستكتب في شريط الأوامر ؟

7-10-8 الشكل (36-8) يبين المثلث abc قائم الزاوية، معلوم إحداثيات رؤوسه بحسب النظام الديكارتي المطلق، احسب إحداثيات النقاط b نسبة إلى النقطة a و c نسبة إلى النقطة b، على التوالي، بحسب نظام الإحداثيات الديكارتي النسبي ونظام الإحداثيات القطبي النسبي.

ملاحظة: يستخرج طول المستقيم ab بحسب نظرية فيثاغورس.



الشكل 8-36 : إحداثيات مثلث بالنظام الديكارتي المطلق.

8-10-8 أحفظ ملف رسم في برنامج الأوتوكاد على سطح المكتب يحمل اسمك باللغة العربية، مع إعادة تفعيله بعد غلق البرنامج.

الفصل التاسع
رسم الخطوط والأشكال الهندسية

أهداف الفصل التاسع

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:-

1. يرسم النقطة والخط المستقيم والخط المتصل باستخدام أوامر الرسم.
2. يرسم الشعاع والخط المزدوج.
3. يرسم الدائرة بعدة خيارات.
4. يرسم المضلع المنتظم.
5. يرسم المستطيل والمربع.
6. يستخدم أوامر التعديل في الرسم.
7. يستخدم الأوامر المساعدة عند تنفيذ الرسوم الهندسية.
8. يضع الأبعاد على الرسوم الهندسية.

1-9 تمهيد

بعد أن تعرفنا في الفصل السابق على بعض أساسيات برنامج الأوتوكاد سوف نبدأ بتنفيذ قسم ٍ من أوامر الرسم الموجودة في شريط الأدوات **Draw** الذي يتكون من تسعة عشر أيقونة لتنفيذ أوامر الرسم، الشكل (9-1)، وكذلك نتناول قسما من أوامر التعديل **Modify**، ومساعدات الرسم **Drawing Aids** ، فضلاً عن الأبعاد وطرائق استخدامها في برنامج الأوتوكاد، ما يتيح امتلاك بعض المهارات في تنفيذ الرسوم الأولية لهذه المرحلة الدراسية.

الشكل 9-1: شريط الرسم.

9-2 الخط المستقيم Line

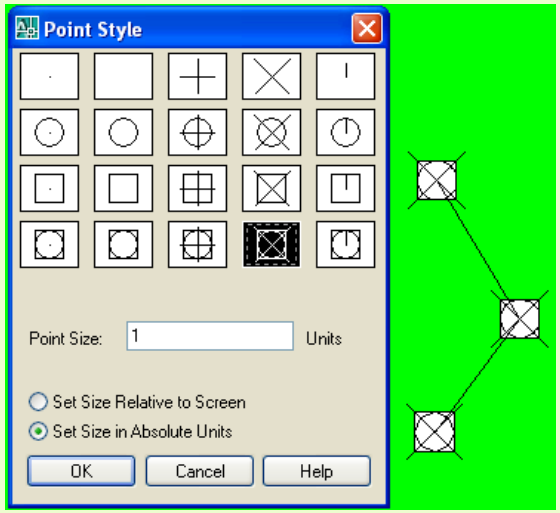
يتكون الخط في الرسم من عدة نقاط، ولكن يتم التعبير عنه بنقطتي البداية والنهاية، وسنتعرف على رسم النقطة والخط المستقيم كما يأتي:-

9-2-1 رسم النقطة Point

النقطة كائن هندسي ليس له أبعاد، وهذا يفسر إبقاءها صغيرة مهما اقتربنا منها عند رسمها في برنامج الرسم الهندسي، ولكن يمكن استخدامها كمرجع فيما بعد لإنشاء كائنات رسومية جديدة وتقسيمها، ويمكن التحكم بطريقة إظهار النقطة بواسطة تغير شكلها، إذ يوفر البرنامج طريقة للتحكم بمظهر النقطة (نمط النقطة) لتبدو أكثر وضوحا وذلك باستبدالها بتقاطع مستقيمين أو مربع أو دائرة (لا تظهر تلك الأشكال عند الطباعة)، ولتغيير نمط النقطة نتبع ما يأتي :-

Format » Point Style

أو كتابة الأمر **ddptype** في حقل الأوامر فستظهر نافذة الحوار، الشكل (9-2)، التي يمكن عن طريقها اختيار شكل النقطة.



الشكل 9-2 : نافذة اختيار نمط النقطة.

9-2-2 رسم الخط Line

لرسم خط مكون من قطعة مستقيم أو أكثر يجب الخروج من أي أمر سابق أو إنهائه، وذلك بضغط مفتاح الهروب في لوحة المفاتيح Esc، ثم نتبع إحدى الطرق الآتية للوصول إلى تنفيذ الأمر:-

1) أنقر بالمؤشر على رمز الخط في شريط الأدوات، الشكل (9-1).
2) اختيار الأمر من القائمة المنسدلة Draw.
3) كتابة الأمرLine أو اختصاره (L) في نافذة الأوامر ثم الضغط على مفتاح الإدخال ↵ Enter.

وبالتالي سوف نحصل على جملة حوار في شريط الأوامر لتحديد النقطة الأولى، ويتم تحديدها إما بالنقر (Left Click) بالمؤشر (زر الفأرة الأيسر) على منطقة معينة في شاشة الرسم أو إدخال قيم الإحداثيات في شريط الأوامر متبوعة بضغط Enter ↵ ، وفي كلتا الحالتين سوف يطلب البرنامج تحديد النقطة التالية وهكذا.

Command: line *or* (L) ↵
Specify first point: 0,0 ↵ حدد النقطة الأولى
Specify next point or [Undo]: 40,60 ↵ تحديد النقطة التالية
Specify next point or [Undo]: 80,90 ↵ تحديد النقطة التالية
*Specify next point or [Close/Undo] :*Esc *للخروج من الأمر*

لاحظ إن شريط الأوامر يوفر اختيارات لأوامر موضوعة بين الأقواس تبدأ بحرف كبير يمثل اختصار للأمر، فالاختيار U يعني التراجع عن آخر إجراء تم تنفيذه (وهو النقطة الثالثة في هذا المثال)، أما الأمر C فيعني إغلاق، أي توصيل آخر نقطة مع أول نقطة، (لاحظ أن كلمة Close ظهرت بعد تنفيذ الخط الثاني.

ومن المناسب أن نذكر أن إنهاء بعض الأوامر يتم بالضغط على مفتاح الهروب في لوحة المفاتيح Esc أو مفتاح الفراغ Space bar أو بالنقر على الزر الأيمن للمؤشر (الفأرة) واختيار Enter من القائمة التي تظهر.

وإن الضغط على مفتاح الإدخال Enter يعيد أوتوكاد إلى الأمر نفسه مرة أخرى، ولكل أوامر الأوتوكاد، وكذلك الحال مع مفتاح الفراغ Space bar أو بالنقر على الزر الأيمن للمؤشر، واختيار Repeat من القائمة.

مثال 9-1 :

ارسم الخط الأفقي ab إذا كانت إحداثيات الطرف a(10,30) والطرف الآخر b(60,60).

الحل:

نكتب في سطر الأوامر بحسب نظام الإحداثيات الديكارتي المطلق ما يأتي :-

Command: line or (L) ↵
Specify first point: 10,30 ↵
Specify next point or [Undo]: 60,60 ↵

أو تكتب إحداثيات النقطة التالية بحسب نظام الإحداثيات الديكارتي النسبي :-

Specify next point or [Undo]: @50,30 ↵

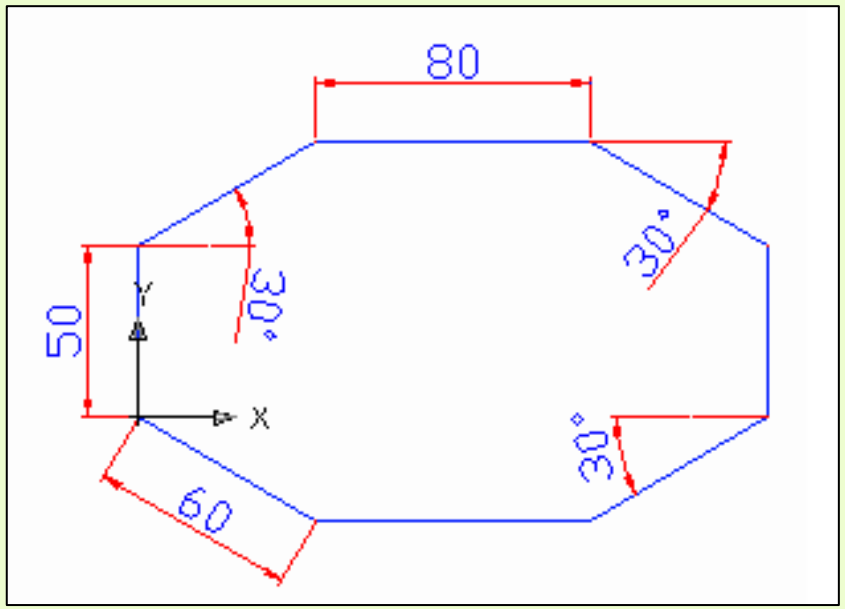
أو تكتب إحداثيات النقطة التالية بحسب نظام الإحداثيات القطبي النسبي :-

Specify next point or [Undo]: @58.3<30 ↵

وسنترك للطالب استنتاج قيم الطول والزاوية التي اتبعت بالنظام القطبي النسبي.

مثال 9-2 :

ارسم المضلع المبين في الشكل (9-3)، المتكون من ثمانية خطوط، متبعا ما يناسب من أنظمة الإحداثيات المناسبة عند رسم الخطوط.



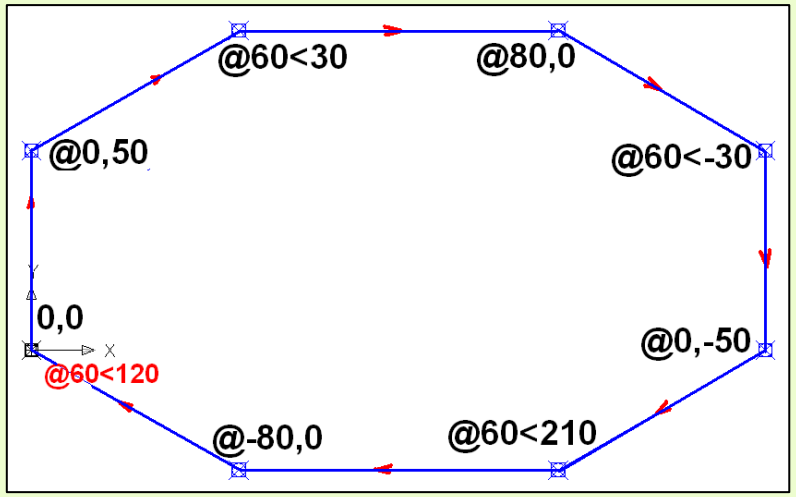
الشكل 9-3 مضلع ثماني.

الحل:

بعد كتابة أمر Line، (أو اختيار الأمر من شريط الأدوات) ندخل إحداثيات النقاط على التوالي متبوعة بضغط المفتاح ↵Enter بعد كل عملية إدخال، لاحظ استخدام أنظمة الإحداثيات النسبية.

Command: line ↵
Specify first point: 0,0 ↵
Specify next point or [Undo]:@ 0,50 ↵
Specify next point or [Undo]: @60<30 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: @80,0 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: @60<-30 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: @0,-50 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: @60<210 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: @-80,0 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: C ↵

يمكن كتابة الأمر الأخير بدلا من C (الإغلاق) بطريقة الإحداثيات النسبية نفسها @ 60<120، أو بطريقة الإحداثيات المطلقة 0, 0، الشكل (4-9)، وبعد إكمال إدخال الإحداثيات نضغط مفتاح الهروب Esc.



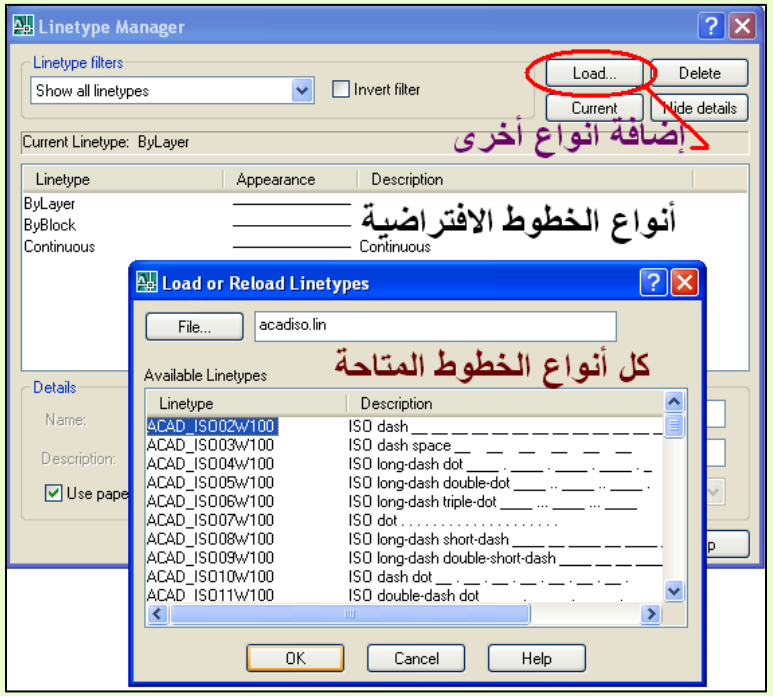
الشكل 9-4 :رسم مضلع بواسطة الأمر Line.

ملاحظة: تم الحل بتتبع النقاط باتجاه عقارب الساعة، أعد حل التمرين بتتبع النقاط بخلاف اتجاه عقارب الساعة، ولاحظ الفرق في قيم الإحداثيات.

9-2-3 أنواع الخطوط

يوفر البرنامج أنواعاً من الخطوط لتلاءم خواص الرسوم الهندسية على وفق أنظمة الرسم المتبعة مثل خطوط المراكز والخطوط المخفية وغيرها، ويمكن إضافة تلك الأنواع بواسطة الأمر *Format » Line Type* إذ تفتح النافذة المبينة في الشكل (5-9) التي يمكن عن طريقها

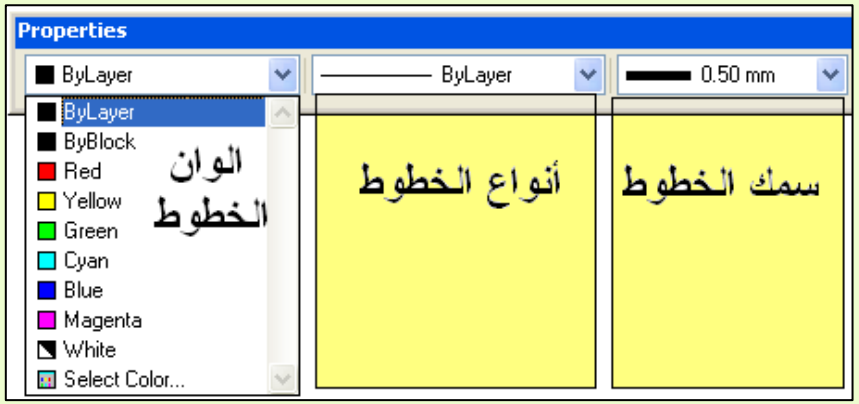
تحميل الأنواع المطلوبة أو إضافتها بالنقر (Left Click) على أيقونة Load لتظهر نافذة أخرى Load or Reload Linetype يتم اختيار نوع الخط المطلوب ثم النقر على Ok.



الشكل 9-5 :إضافة أنواع الخطوط.

9-2-4 ألوان الخطوط (والرسومات) Lines Colors

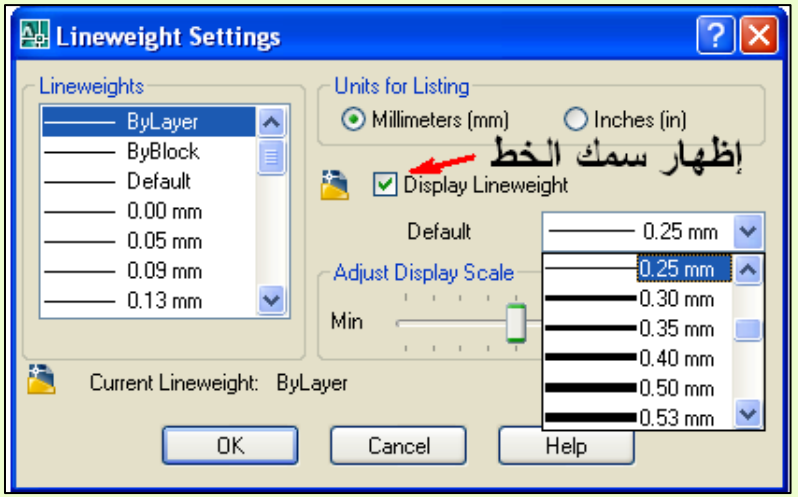
عند تنفيذ الرسوم الهندسية يكون من المناسب إظهار بعض الخطوط بألوان مختلفة كخطوط الأبعاد أو المراكز، ويتم اختيار اللون والنوع (بعد تحميله كما مر سابقا) فضلاً عن سمك الخط من شريط الخصائص Properties، كما مبين في الشكل (9-6).



الشكل 9-6 : تغيير ألوان الرسوم.

9-2-5 سمك الخط Line Wight

سبق وأن تعلمنا ضرورة التقييد بسمك الخط لغرض تمييز أنواع الخطوط، إذ يوفر برنامج الأوتوكاد مختلف قيم السمك بالوحدات المترية والانكليزية، فضلاً عن اختيار إظهار السمك في أثناء تنفيذ الرسوم من عدمه، (يظهر السمك المحدد بعد الطباعة)، ويمكن الوصول إلى نافذة سمك (وزن) الخطوط Linewight من قائمة Format ، الشكل (9-7).



الشكل 9-7 :اختيار سمك الخط.

3-9 رسم الخط المتصل Polyline

يتكون الخط المتصل متسلسلة من الخطوط المنفصلة ترتبط مع بعضها مكونة الخط كوحدة متكاملة، ويمكن رسم الخط من القائمة المنسدلة Draw أو من شريط الرسم بالنقر على الأيقونة Polyline، أو كتابة الأمر pline في شريط الأوامر متبوعا بضغط المفتاح Enter ↵ .

بعد تنفيذ أمر الرسم سيطلب البرنامج تحديد النقطة التالية وهكذا، كما مر سابقا في رسم الخط، مع توفير عدة اختيارات بعد إدخال إحداثيات النقطة الثانية، مثل قوس Arc وطول Length وغيرها، ولكن الشكل الناتج سيكون وحدة واحدة غير مجزأة إلى خطوط.

مثال 9-3:

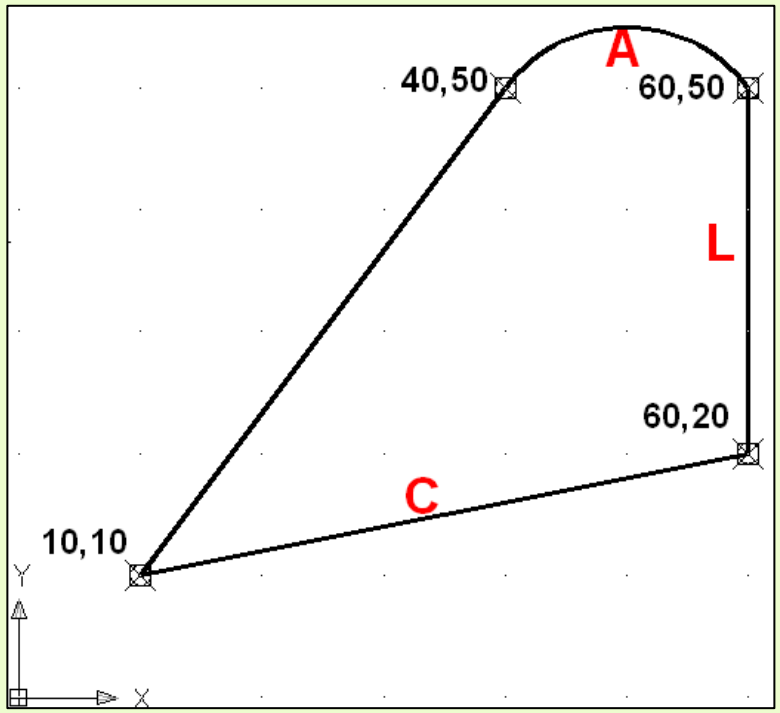
ارسم خطاً متصلاً (ومغلقاً) يمر بالنقاط (10,10، و 40,50) ثم قوساً يمر بالنقطة (60,50).

الحل:

بعد كتابة الأمر Pline وإدخال الإحداثيات في شريط الأوامر، يبين الشكل (9-8)، الرسم الناتج، لاحظ رسم لخط المتصل وإحداثيات النقاط واختصارات الخيارات (A قوس، L خط مستقيم، و C إغلاق مع النقطة الأولى)

Command: pline ↵
Specify start point: 10,10 ↵
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/ Undo/Width]: 40,50 ↵
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: A ↵
Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width]: 60,50 ↵
Specify endpoint of arc or

[Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width]: **L** ↵
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **60,20** ↵
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **C** ↵



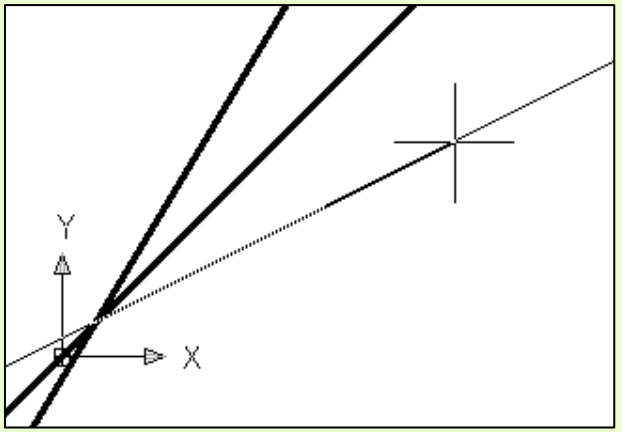
الشكل 9-8 : الخط المتصل.

9-3-1 رسم الشعاع Ray

يمتد الشعاع إلى حافات شاشة الرسم باتجاه يحدد بنقطة البداية والنقطة التي يمر الشعاع منها، أو يبقى المؤشر فاعلاً لاختيار نقطة أخرى يمر منها الشعاع وهكذا لحين الخروج من الأمر بالضغط على مفتاح الهروب.

ويتم تنفيذ الأمر بعدة طرق وكما مر سابقا عن طريق اختياره من قائمة Draw أو من الرمز في شريط الرسم الجانبي أو بكتابة الأمر Xline في سطر الأوامر، سيطلب البرنامج تحديد نقطة البداية (مع عدة خيارات أخرى كالأفقي والعمودي وغيرها) ومن ثم يطلب إحداثيات النقطة المطلوب مرور الشعاع بها وهكذا، إلى أن يتم ضغط المفتاح Esc ، والمثال أدناه يوضح الأوامر والشكل (9-9) يبين شكل الشعاعين المرسومين.

Command: **xline** ↵
Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: **30,30** ↵
Specify through point: **60,60** ↵
Specify through point: **60,80** ↵



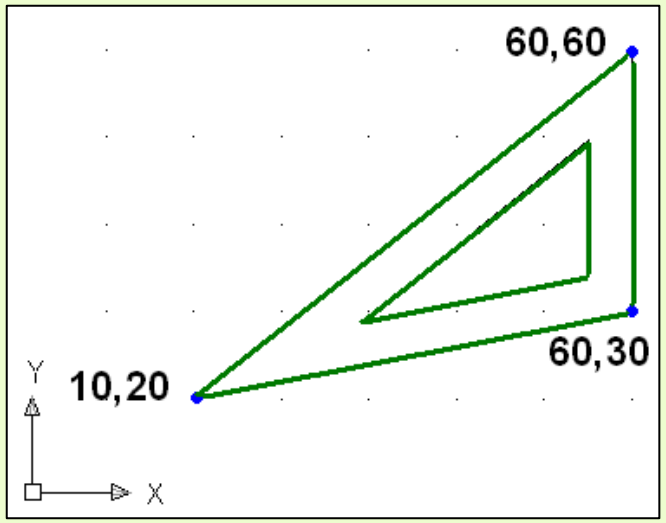
الشكل 9-9 : رسم شعاع.

9-3-2 رسم الخط المزدوج Multi Line

من الممكن رسم خطوط مزدوجة لحد ستة عشر خطاً إذ تكمن أهمية الخطوط المزدوجة في تنفيذ الكثير من التطبيقات واللوحات الهندسية في مجلات الهندسة المدنية والمعمارية (على سبيل المثال في رسم الطرق والأسس).

ويتم تنفيذ الأمر بعدة طرق، كما مر سابقا، باختيار الأمر Multiline من القائمة Draw، أو إدخال الأمر أو اختصاره Mline في سطر الأوامر متبوعا بالمفتاح ↵ Enter، وسيطلب البرنامج تحديد نقطة البداية مع عدة خيارات، الشكل (9-10)، كما يأتي:-

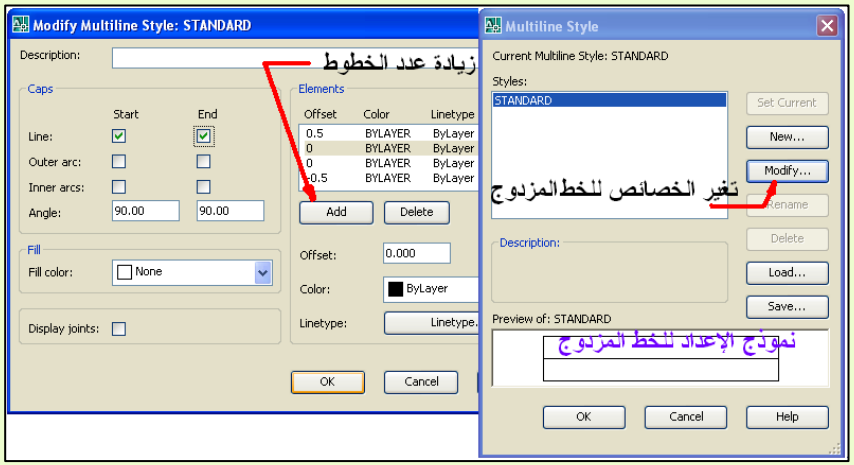
Command: mline ↵
Current settings: Justification = Top, Scale = 5.00, Style = STANDARD
*Specify start pointor [Justification/Scale/STyle]:*10,20 ↵
Specify next point: 60,60 ↵
Specify next point: 60,30 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: C ↵



الشكل9-10 : رسم خط مزدوج.

ويمكن ملاحظة الإعدادات الافتراضية للأمر التي يمكن اختيارها بكتابة الحرف الكبير لتغييرها، وكذلك يمكن تغير خواص الخط المزدوج بالأمر

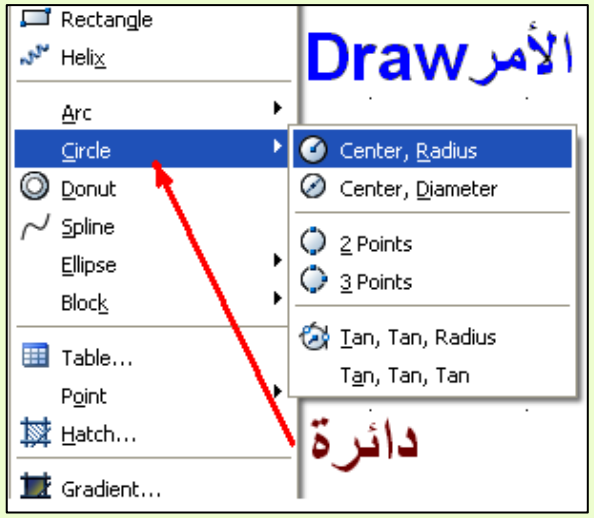
Multiline Style من القائمة Format لتحديد عدد الخطوط ونوعية التقاطعات وغيرها، الشكل (9-11).



الشكل 9-11 : تغير خصائص الخط المزدوج.

4-9 رسم الدائرة Circle

لرسم دائرة بالرسم الهندسي اليدوي، يتطلب معرفة إحداثيات مركزها وقطرها وموقعها، كما هي الحال في برنامج الأوتوكاد فإنه يوفر ستة خيارات لرسم الدائرة بعد تفعيل الأمر Circle عن طريق قائمة Draw، الشكل (9-12).



الشكل 9-12 : خيارات رسم دائرة.

أو يفعّل الأمر من شريط الرسم بالنقر (Left Click) على رمز الدائرة، أو بكتابة الأمر مباشرة، (أو اختصاره C) في سطر الأوامر، (لاحظ أن شريط الأوامر يوفر خمسة خيارات فقط لرسم الدائرة، والخيار السادس يكون من القائمة Draw)، كما يأتي :-

Command: Circle *or* (C) ↵
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

فبعد كتابة الأمر سوف يطلب البرنامج إحداثيات نقطة المركز، مع ثلاثة خيارات (3P ثلاث نقاط، 2P نقطتان، و Ttr نصف قطر ومماسان) وبعد إدخال الإحداثيات، أو النقر بالمؤشر على منطقة الرسم سوف تظهر دائرة حول هذا المركز تكبر وتصغر على وفق حركة المؤشر، سيطلب البرنامج تحديد طول نصف القطر Radius (أو القطرDiameter).

Specify radius of circle or [Diameter]:

ولتوضيح طرق رسم الدائرة نتناولها بشكل أمثلة على الترتيب وكما يأتي:-

1. تحديد مركز الدائرة ونصف القطر.
2. تحديد مركز الدائرة وقطرها.
3. تحديد نقطتين على محيط الدائرة (يشكلان قطراً).
4. تحديد ثلاثة نقاط على المحيط (ارسم دائرة تمر برؤوس مثلث).
5. تحديد مماسين للدائرة ونصف قطرها.
6. تحديد ثلاثة مماسات (ارسم دائرة تمس أضلاع مثلث).

مثال 9-4:

ارسم دائرة مركزها في النقطة (0,0) ونصف قطرها 25mm.

الحل:

Command: C ↵
CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0,0 ↵
Specify radius of circle or [Diameter] : 25 ↵

مثال 9-5:

ارسم دائرة مركزها في النقطة (10,20) و قطرها40mm.

الحل:

Command: C ↵
CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 10,20 ↵
Specify radius of circle or [Diameter] : D ↵
Specify diameter of circle : 40 ↵

مثال 9-6:

ارسم دائرة تمر بالنقطتين (30,20) و (50,60).

الحل:

Command: C ↵
CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 2p ↵
Specify first end point of circle's diameter: 30,20 ↵
Specify second end point of circle's diameter: 50,60↵

مثال 9-7:

ارسم دائرة تمر بالنقطتين (30,20) و (50,60) و (40,100).

الحل:

Command: C ↵
CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 3p ↵
Specify first point on circle: 30,20 ↵
Specify second point on circle: 50,60 ↵
Specify third point on circle: 40,100 ↵

مثال 9-8:

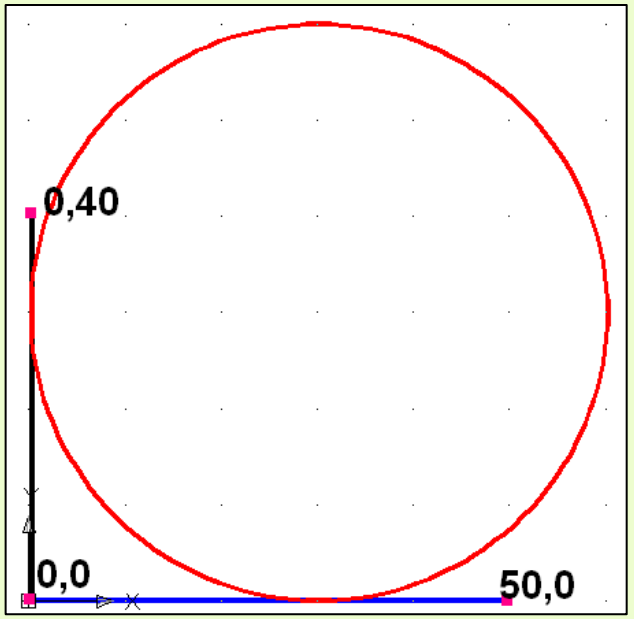
ارسم دائرة تمس المستقيم الذي نهايتاه (0,0 و 40,0) والمستقيم الذي نهايتيه (0,0 و 0,50).

الحل:

نرسم المماسين بواسطة الأمر Line بمعلومة إحداثيات نهاياتيهما :-

Command: L ↵
LINE Specify first point: 0,0 ↵
Specify next point or [Undo]: 0,40 ↵ (Esc)
*Command: *Cancel** تظهر عند ضغط مفتاح الهروب
Command: L↵
LINE Specify first point: 0,0 ↵
Specify next point or [Undo]: 50,0 ↵ (Esc)
*Specify next point or [Undo]: *Cancel**
Command: C ↵
CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: ttr ↵
Specify point on object for first tangent of circle: 30 ↵
**Requires a TAN object-snap and selection of Circle, Arc, or Line.*
Specify point on object for first tangent of circle:
يتم اختيار المستقيم الأول بواسطة مؤشر الفأرة بالضغط على الزر الأيسر
Specify point on object for second tangent of circle:
يتم اختيار المستقيم الثاني بواسطة مؤشر الفأرة بالضغط على الزر الأيسر
Specify radius of circle <60>: 30 ↵

يبين الشكل (9-13) الدائرة المطلوبة، ومن الملاحظ انه عند طلب البرنامج إدخال قيمة معينة، فإنه يفترض قيمة بين الأقواس <60> يتم الأخذ بها في حالة ضغط مفتاح Enter قبل إدخال القيمة المطلوبة.



الشكل 9-13 : دائرة تمس عنصرين (مستقيمين).

مثال 9-9:

ارسم دائرة تمس أضلاع المثلث الذي إحداثيات رؤوسه (0,0 و 40,0 و 20,40).

الحل:

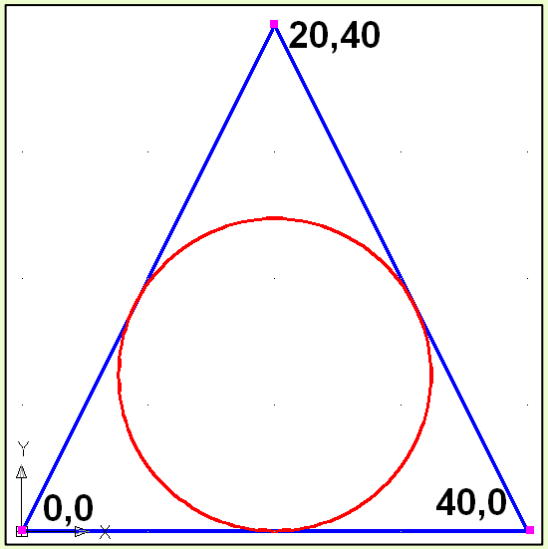
يجب أن نعلم أن اختيار الأمر سيكون من القائمة المنسدلة Draw وكما يأتي :-

Draw » Circle » Tan, Tan, Tan

ويرسم المثلث بواسطة الأمر Line أو Pline ،كما يأتي :-

Command: pline ↵
Specify start point: 0,0 ↵
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 40,0 ↵
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 20,40 ↵
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: C ↵
يتم إدخال الأمر لدائرة تمس ثلاثة مستقيمات من القائمة المنسدلة
Command: _circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: _3p Specify first point on circle: _tan to
يتم اختيار المستقيم الأول بواسطة مؤشر الفأرة بالضغط على الزر الأيسر
Specify second point on circle: _tan to
يتم اختيار المستقيم الثاني بواسطة مؤشر الفأرة بالضغط على الزر الأيسر
Specify third point on circle: _tan to
يتم اختيار المستقيم الثالث بواسطة مؤشر الفأرة بالضغط على الزر الأيسر

يقوم البرنامج برسم الدائرة المطلوبة، الشكل (9-14).



الشكل 9-14: دائرة تمس ثلاثة مستقيمات.

9-5 رسم المضلع Polygon

من الممكن رسم المضلعات (المنتظمة) على اختلاف أنواعها في برنامج الأوتوكاد، إذ يقوم برسم المضلع (افتراضيا) استنادا إلى دائرة وهمية تمر في رؤوس المضلع (المضلع داخل دائرة Inscribed in Circle) أو تمس أضلاعه من الداخل (المضلع خارج الدائرة Circumscribed about Circle)، مما يستوجب معرفة قطر Radius الدائرة، وإحداثيات مركزها.

مثال 9-10 :

ارسم مضلعاً خماسياً داخل دائرة إحداثيات مركزها (50,50)، وطول قطرها 30mm.

الحل:

Command: polygon ↵
Enter number of sides <4>: 5 ↵
Specify center of polygon or [Edge]: 50,50 ↵
*Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>:*i ↵
Specify radius of circle: 30 ↵ (Esc)

وتتوفر طرائق أخرى لرسم المضلع بالاستناد إلى طول ضلعه، وذلك باختيار Edge إذ يكتب الحرف (E) ليطلب البرنامج طول الضلع، وذلك بتحديد إحداثيات بداية ونهاية الضلع.

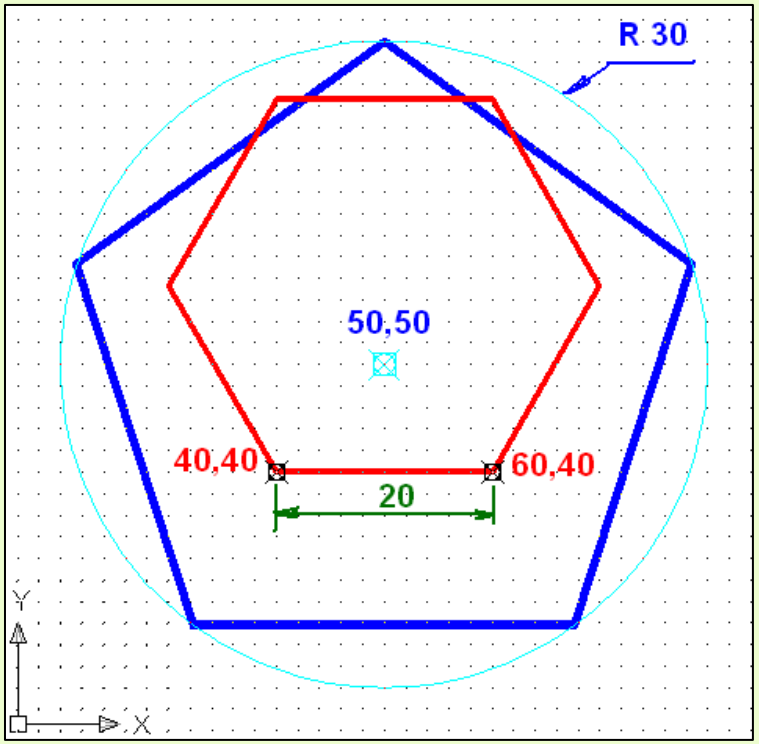
مثال 9-11:

ارسم مضلعاً سداسياً طول ضلعه 20mm، (إحداثيات نقطة البداية 40,40 ونقطة النهاية 60,40).

الحل:

Command: polygon ↵
Enter number of sides <5>: 6 ↵
Specify center of polygon or [Edge]: e ↵
Specify first endpoint of edge: 40,40 ↵
Specify second endpoint of edge: 60,40 ↵

لاحظ حل المثالين للمضلع في الشكل (9-13).



الشكل 9-13 : رسم مضلع خماسي ومضلع سداسي.

9-6 رسم المستطيل Rectangle

يرسم المستطيل (أو المربع) بخطوتين فقط وذلك بإدخال إحداثيات نقطتين فقط من أركان المستطيل، فقد مر سابقا أن أمر رسم المستطيل يفعَل من القائمة Draw أو في الرمز Rectangle، أو كتابة الأمر بشكل مباشر في شريط الأوامر.

مثال 9-12:

ارسم مستطيلاً طول ضلعه الأفقي 90mm وطول ضلعه العمودي 50mm وركنه الأسفل في النقطة (10,20).

الحل:

لتحديد النقطة الثانية، يضاف البعد الأفقي لإحداثي X في للنقطة الأولى، وكذلك بالنسبة لإحداثيY فيصبح موقع النقطة الثانية التي تحدد الركن الثاني للمستطيل (100, 70)، ويمكن كتابة الإحداثيات بالنظام النسبي، @ 90, 50.

Command: Rectang ↵
Specify first corner point or
[Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: 10,20 ↵
Specify other corner point or
[Area/Dimensions/Rotation]: 100,70 ↵

نلاحظ في سطر الأوامر (أعلاه) توفر عدة خيارات وتعني عند اختيارها ما يأتي :-

المساحة Area: رسم مستطيل باستعمال المساحة (حاصل ضرب الطول في العرض)، أما في حالة تفعيل أوامر التعديل فالمساحة تكون محسوبة ضمنا.

Enter area of rectangle in current units <100>: ادخل قيمة موجبة
Calculate rectangle dimensions based on [Length/Width] <Length>: L or w
Enter rectangle length <10>: ادخل قيمة موجبة
or
Enter rectangle width <10>: ادخل قيمة موجبة
Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:
حرك المؤشر على احد أركان المستطيل المفترضة وانقر بزر الفأرة الأيسر

الأبعاد Dimensions : رسم مستطيل بدلالة طول أبعاده.

Specify length for rectangles <0.0>: ادخل قيمة موجبة
Specify width for rectangles <0.0>: ادخل قيمة موجبة
Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:
حرك المؤشر على احد أركان المستطيل المفترضة وانقر بزر الفأرة الأيسر

الدوران Rotation : رسم مستطيل في موقع يميل بزاوية محددة.

Specify rotation angle or [Pick points] <0>:
حدد زاوية الدوران بإدخال قيمة للزاوية أو حدد نقطة على مساحة الرسم، أو اكتب P ثم حدد نقطتين كإحداثيات أو بالنقر على مساحة الرسم.

الشطب Chamfer: تحديد مسافات الشطب.

Specify first chamfer distance for rectangles <current>:
حدد النقطة أو اضغط ↵
Specify second chamfer distance for rectangles <current>:
حدد النقطة الثانية أو اضغط ↵

سوف تصبح القيم الداخلة قيماً افتراضية للعمليات اللاحقة.

التقويس Fillet : تحديد نصف قطر التقوس لأركان المستطيل.

Specify fillet radius for rectangles <current>: *حدد قيمة موجبة*
أو أضغط ↵

7-9 أوامر التعديل Modify

يوفر برنامج الأوتوكاد عدداً من الأوامر الداعمة لتنفيذ الرسوم الهندسية التي لها أهمية في تسهيل التنفيذ، ويعتبر حسن استخدامها من المهارات التي من الواجب اكتسابها لمستخدمي برامج الرسم.

يمكن الوصول لتلك الأوامر (كما مر سابقا) عن طريق القائمة القياسية المنسدلة Modify، أو رموز شريط التعديل، أو بكتابة الأمر بشكل مباشر في سطر الأوامر، ويبين الشكل (9-14)، رموز تلك الأوامر.

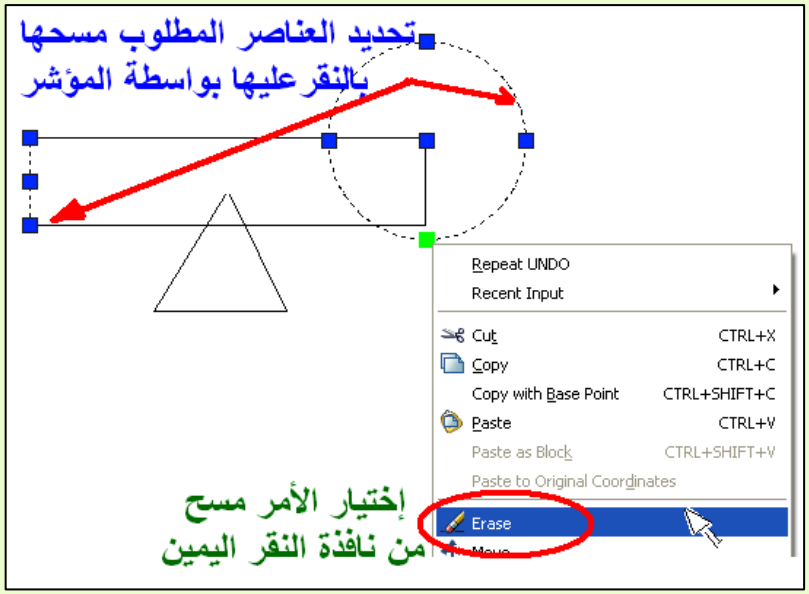
الشكل (9-14) أوامر التعديل.

1-7-9 المسح Erase

يوجد أكثر من طريقة لاستخدام هذا الأمر وهي :-

1. تحديد الخطوط والأشكال المراد مسحها ثم النقر (Left Click) بالمؤشر (الزر الأيسر للفأرة) على رمزErase.
2. النقر على رمزErase أولاً، ثم تحديد الأشكال والخطوط المراد مسحها ونضغط مفتاح Enter.
3. تحديد الأشكال المراد مسحها وضغط مفتاح Delete من لوحة المفاتيح
4. تحديد الأشكال والخطوط وعمل (Right Click) زر الفأرة الأيمن واختيار Erase من القائمة التي سوف تظهر، الشكل (9-15).

ومن المناسب أن نذكر أن استجابة العنصر (يقصد بالعنصر: الخط، الدائرة، القوس، ..الخ) للاختيار بواسطة المؤشر (الشعرتان المتقاطعتان) قبل تنفيذ أي أمر هي بتحوله إلى خط متقطع (منقط) مع ظهور للنقاط الأساسية للعنصر (مثل بدايات الخطوط ونهاياتها ومراكز الدوائر) على شكل مربعات صغيرة (بلون مختلف)، في حين يكون الاختيار بعد تنفيذ الأمر بواسطة المؤشر الذي يتحول إلى مربع صغير لغرض تأشير العناصر لتتحول خطوطها إلى خطوط متقطعة من دون ظهور للنقاط الأساسية للعنصر.



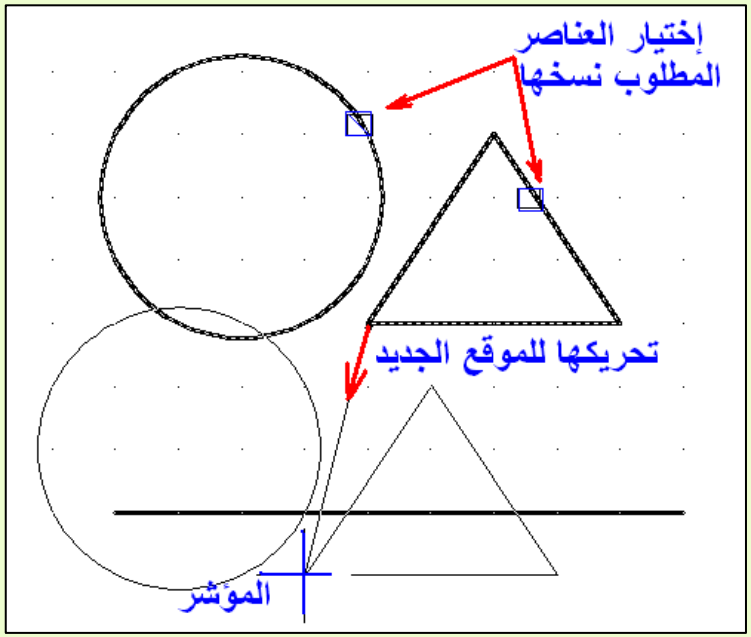
الشكل 9-15 : الأمر مسح.

9-7-2 النسخ Copy

يستخدم لإنشاء نسخة أخرى من العنصر الأصلي ونقلها إلى المكان المطلوب ويتم عن طريق الضغط على الأمر Copy من شريط الأوامر Modify أو (القائمة) وسيطلب البرنامج تحديد العنصر (العناصر)، وبعد اختيارها بواسطة المؤشر (يظهر بشكل مربع صغير بدلا عن الشعرتين المتقاطعتين)، يطلب البرنامج تحديد نقطة الأساس Base Point ثم تتم عملية النقل للعناصر المستنسخة، أما بواسطة المؤشر أو بإعطاء إحداثيات للموقع الجديد لنقطة الأساس، الشكل (9-16).

Command: copy *or* (Co) ↵
Select objects: 1 found *يتم الاختيار بواسطة المؤشر*
Select objects:1 found,2 total *يتم الاختيار بواسطة المؤشر* ↵
Specify base point or [Displacement] <Displacement>:
(اختيار نقطة أساس) يحرك المؤشر للموقع المطلوب ثم النقر

ويتم الخروج من الأمر بالمفتاح Esc .



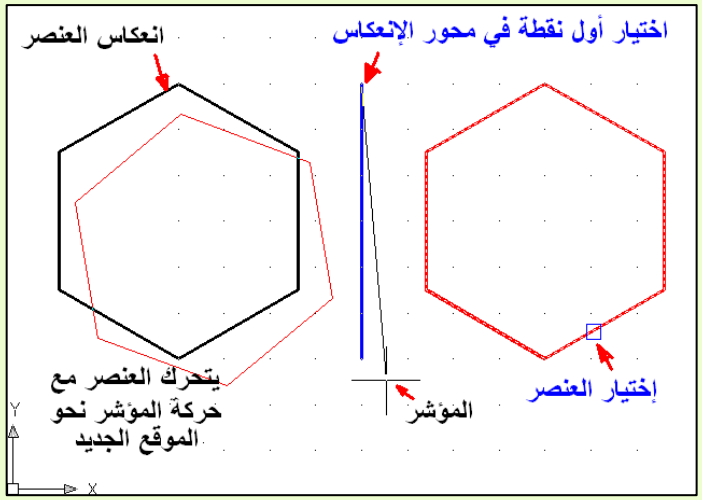
الشكل 9-16 : الأمر نسخ.

3-7-9 التناظر (الانعكاس) Mirror

يستخدم هذا الأمر لعمل انعكاس للعناصر المرسومة (أفقيا أو عمودياً) فبعد النقر على رمز الأمر (كتابته أو اختصاره Mi في سطر الأوامر) يطلب البرنامج تحديد العناصر المراد عمل انعكاس لها، بعد اختيار العناصر يتم الضغط عل مفتاح Enter، وسيطلب البرنامج بداية الخط الذي سوف ينعكس عليه (أي المحور)، من الممكن رسم محور انعكاس للشكل بتحديد نقطة بداية ونقطة نهاية خط محور الانعكاس (في حالة عدم وجود محور في الرسم) مع مراعاة تفعيل أمر التعامد أو الضغط على مفتاح F8 في حال كون الانعكاس المطلوب أفقياً أو عمودياً و لا يكون الخط مائلاً، ثم يسأل البرنامج عن القيام بمسح الأصل من عدمه.

Command: **Mirror** *or* **(Mi)** ↵
Select objects: **1 found** *يتم الاختيار بواسطة المؤشر*
Specify first point of mirror line: Specify second point of mirror line: *يتم الاختيار لمحور الانعكاس بواسطة المؤشر*
Erase source objects? [Yes/No] <N>: **N** ↵
وتعني الاحتفاظ بالعنصر الأصلي

ويبين الشكل (9-17) طريقة انعكاس عنصر حول محور عمودي.



الشكل 9-17 : أمر الانعكاس.

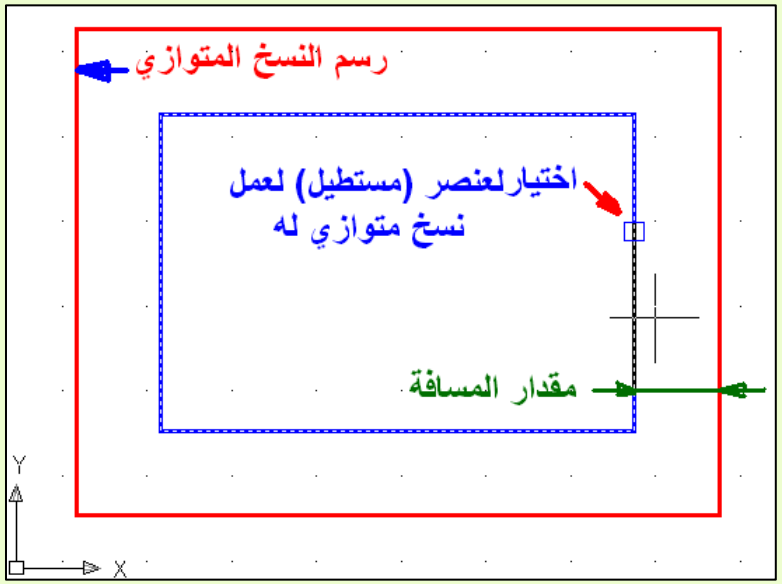
4-7-9 النسخ المتوازي Offset

تكمن أهمية النسخ المتوازي في تسهيل رسم قسم من التطبيقات الخاصة كرسم الأسس في الأعمال المدنية لكونه يرسم خطاً موازياً للخط الموجود على بعد محدد.

فعند تفعيل الأمر Offset (بنفس الطرق سابقة الذكر) يسأل البرنامج عن البعد Distance نقوم بكتابة البعد المراد الرسم به (أو باستخدام المؤشر) ونضغط مفتاح Enter ونقوم بالتحديد بواسطة النقر على الخط أو العنصر (Left Click) فيظهر بشكل منقط والنقر مرة أخرى في الاتجاه

المراد الرسم فيه العنصر الموازي له بالبعد الذي تم تحديده من قبل، الشكل (18-9)، كما يمكن تكرار النسخ باختيار Multiple (M).

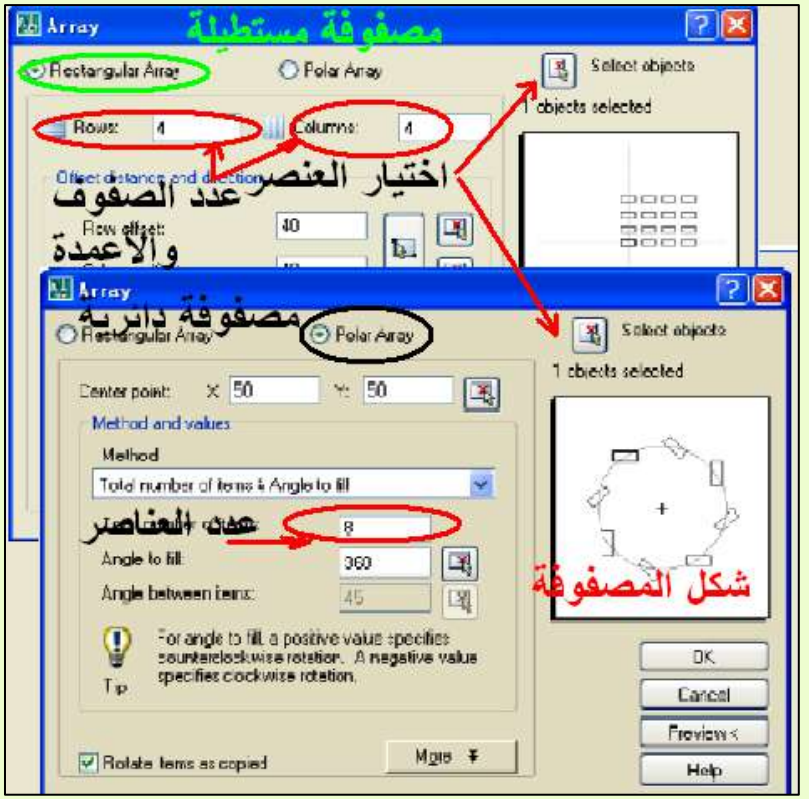
Command: Offset *or* (O) ↵
Erase source object after offsetting? [Yes/No] <Yes>: N ↵
Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <5.0>: 10 ↵
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: نختار العنصر
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>: نختار الجهة ليتم النسخ
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>: ↵



الشكل 9-18 : أمر النسخ المتوازي.

9-7-5 النسخ المحوري (مصفوفة) Array

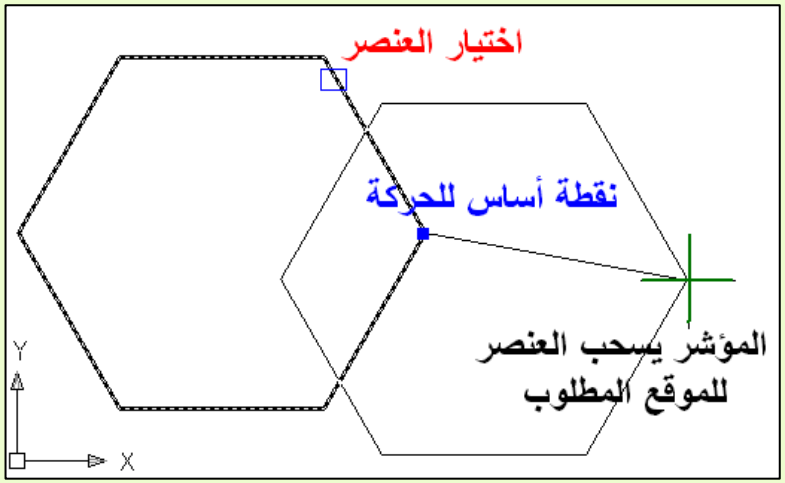
ويستخدم لتكرار العناصر على هيئة مصفوفة (مستطيلة أو دائرية) عن طريق رسم الشكل المراد تكراره ثم تفعيل الأمر Array لفتح نافذة حوار لاختيار هيئة الصفوف (مستطيلة Rectangular أو دائرية Polar)، وبعد اختيار العنصر نضغط على مفتاح Enter فيتم فتح نافذة حوار فنقوم لتحديد عدد الصفوف Rows وعدد الأعمدة Columns والمسافة بينهما ومقدار زاوية ميلهما عن طريق كتابة الأرقام المطلوبة في الأسطر المحددة، واختيار العنصر من النافذة نفسها، وتنفذ المصفوفة بالخروج من نافذة الحوار بالضغط على أيقونة Ok، لاحظ الشكل (9-19).



الشكل 9-19 : النسخ المحوري.

9-7-6 التحريك Move

من الممكن أن نحرك العناصر والكائنات من موقعها الأصلي إلى موقع آخر، فعند تفعيل الأمر سيطلب البرنامج تحديد الشكل المراد نقلة من موقعه، إذ نحدد العنصر بواسطة النقر عليه بالمؤشر، ثم نضغط مفتاح Enter، فيسأل البرنامج عن إحداثيات نقطة الأساس Base Point لغرض مسك العنصر (أو مقدار مسافة التحريك Displacement)، فإما يمسك العنصر (نقر مستمر على الزر الأيسر للفأرة) وينقل إلى الموقع المطلوب، أو إدخال إحداثياته، أو المسافة المطلوبة، الشكل (9-20).



الشكل 9-20 : تحريك عنصر.

9-7-7 الدوران بزاوية Rotate

يقوم هذا الأمر على تدوير العنصر (أو مجموعة عناصر) بزاوية معينة حول نقطة أصل محددة، فبعد تفعيل الأمر نحدد العنصر المراد تدويره ثم نضغط ↵ فيسأل البرنامج عن نقطة الإمساك التي سوف يدور حولها العنصر وزاوية الدوران.

Command: Rotate or (Ro) ↵
Select objects: 1 found يحدد العنصر ↵
Specify base point: تحدد النقطة أو إحداثياتها
Specify rotation angle or [Copy/Reference] <0>: 90 ↵

8-7-9 التكبير أو التصغير (مقياس الرسم) Scale

بعد تفعيل الأمر نحدد العنصر المراد تكبيره أو تصغيره، ثم ↵ فيسأل البرنامج عن نقطة الإمساك، بعدها نحدد المقياس Scale Factor بعدها نضغط ↵.

9-7-9 السحب Stretch

بعد تفعيل الأمر نحدد العنصر المراد سحبه ثم ↵ فيسأل البرنامج عن نقطة الإمساك التي سوف يسحب منها العنصر (أو جزء منه)، ويمكن التحكم في طول العنصر سواء بالتكبير أو التصغير بواسطة حركة المؤشر.

Command: Stretch ↵
Selected objects by last window...1 found يحدد العنصر
Specify base point or [Displacement]:
تحدد النقطة أو المسافة المطلوبة.

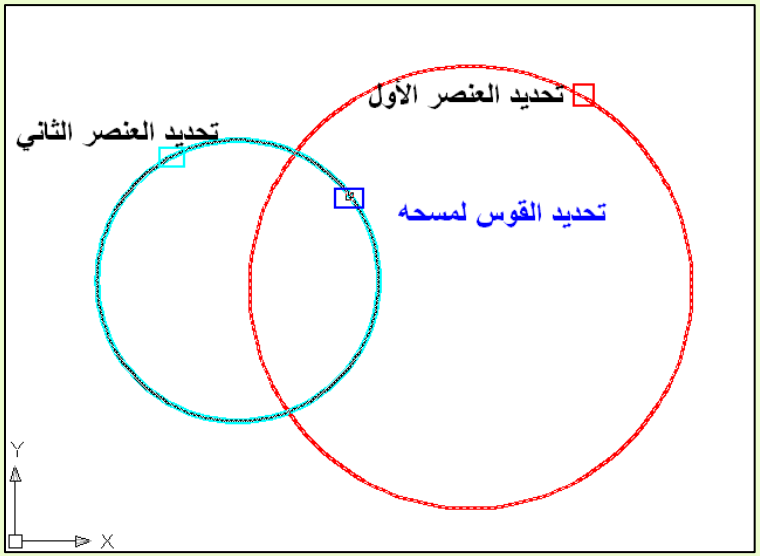
10-7-9 التشذيب Trim

يستخدم هذا الأمر لإزالة الخطوط الزائدة من الرسم، ويتم تفعيل الأمر بالطرائق نفسها التي مر ذكرها ونضغط على مفتاح Enter وبعد ذلك نقوم بالنقر بزر الفأرة الأيسر على العناصر المطلوب تشذيبها ومن ثم النقر على الخطوط الزائدة وذلك لإزالتها، الشكل (9-21).

Command: Trim or (Tr) ↵
Select cutting edges…
Select objects or <select all>: 1 found يحدد العنصر
Select objects: 1 found, 2 total يحدد العنصر الثاني
Select objects: ↵
Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]: Esc

وتوجد عدة خيارات داخل هذا الأمر يتعرف عليها الطالب في أثناء الممارسة.

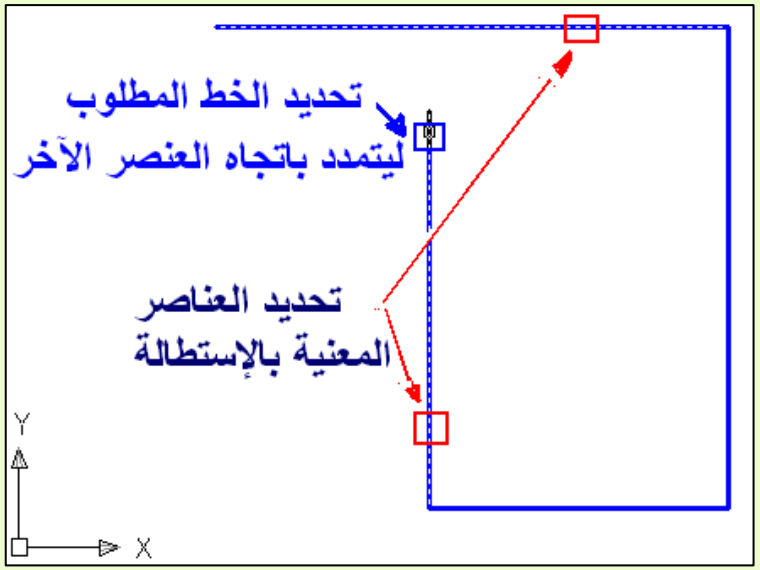
يجب أن يتوفر عنصر آخر يلاقي العنصر الأصلي ويدعى بالقاطع Cutting Edge.



الشكل 9-21 : مسح الخطوط الزائدة.

9-7-11 التطويل (المد) Extend

عند استخدام هذا الأمر يجب مراعاة وجود خط لعنصر يمتد عليه الخط المراد عمل امتداد له باتجاه ذلك العنصر، فعند تفعيل الأمر نضغط على مفتاح Enter من لوحة المفاتيح ثم تحدد العناصر المعنية بعملية التواصل، يليها Enter ومن ثم النقر على المستقيم المطلوب مدّه، الشكل (9-22).



الشكل 9-22 :تطويل (مد) خط باتجاه عنصر.

9-7-12 فصل جزء Break At Point

يستخدم هذا الأمر لفصل خط وتقسيمه إلى أكثر من جزء، ويتم تفعيله بالطرائق سابقة الذكر نفسها، ويحدد مكان الفصل بواسطة المؤشر، علما انه يبقى في مكانه ويمكن تمييزه عند اختيار العنصر لنجده مكوناً من جزأين.

13-7-9 التفكيك بين نقطتين Break

بعد تفعيل الأمر يطلب البرنامج تحديد مكان القطع أو التفكيك للعنصر المرسوم، ويتم التفكيك بالنقر على المنطقة المطلوب فصلها.

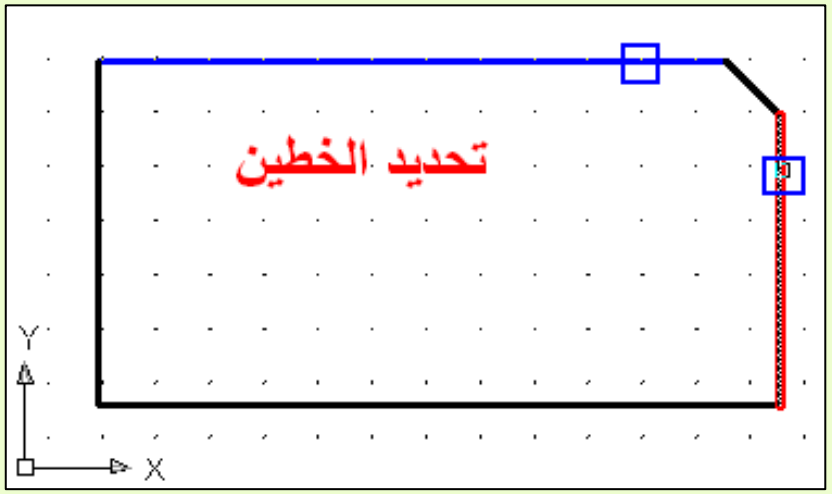
14-7-9 الربط join

يستخدم لربط خطين ليكونا خطاً واحداً وكتلة واحدة ولكن يجب توفر شرط أن يكونا على امتداد واحد حتى يمكن تنفيذ الأمر وسوف يطلب البرنامج تحديد العناصر، وبعد تحديد الخطين نضغط على مفتاح Enter يتم الربط بين العنصرين.

15-7-9 الشطف Chamfer

يستخدم هذا الأمر لقطع الحافات والزوايا وبناء حافات أخرى في العنصر، عن طريق تحديد القيمة أو زاوية القطع، ويجب توفر عنصرين لغرض تنفيذه، وبعد تفعيل الأمر نحدد المستقيمات المطلوبة بعد تحديد قيمة مسافة الشطف، الشكل (9-23)، وتوجد عدة خيارات داخل هذا الأمر يتعرف عليها الطالب في أثناء الممارسة.

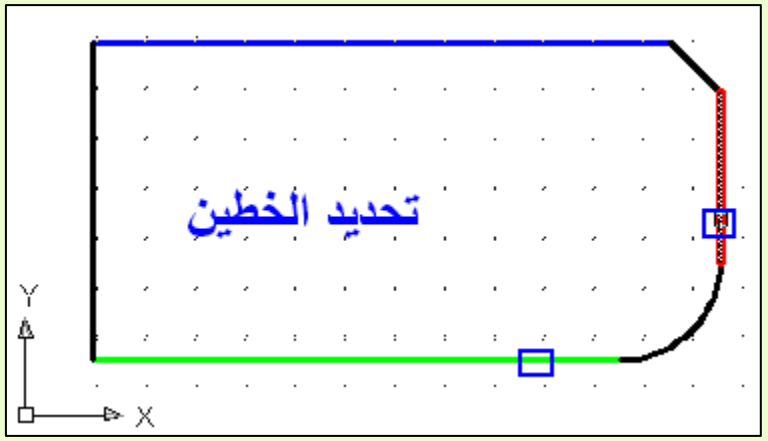
Command: Chamfer ↵
Select first line or
[Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: T ↵
Enter Trim mode option [Trim/No trim] <Trim>:
Select first line or
[Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: D ↵
Specify first chamfer distance <0.0000>: 10 ↵
Specify second chamfer distance <10.0000>: 10 ↵
Select first line or
[Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]
تحديد المستقيمان على التوالي



الشكل 9-23 : الشطف (كسر الأركان الحادة).

16-7-9 التقويس Fillet

يستخدم لعمل حافات دائرية لزوايا العنصر المرسوم، إذ تحدد قيمة نصف قطر القوس ويمكن بعدها النقر على الضلعيين (لاختيارهما) حتى يتم عمل التقوس، الشكل (9-24).



الشكل 9-24: التقويس.

17-7-9 التفجير (التفكيك) Explode

يستخدم في العناصر المتكونة من خط متصل وعلى شكل أكثر من ضلع ليصبح كل ضلع مستقلاً عن بقية الأضلاع المكونة للعنصر المرسوم، وبعد تحديد العنصر المراد عمل تفجير له، نضغط على مفتاح Enter فيتم تفكيكه.

8-9 مساعدات الرسم Drawing Aids

الغرض من مساعدات الرسم تسهيل التنقل بين عناصر ونقاط الرسومات إذ تشمل عدة أوامر تكون فاعلة بمجرد اختيارها وأغلب تلك المساعِدات تقع أسفل واجهة البرنامج في شريط الحالة.

1-8-9 الإحداثيات X,Y,Z Coordinates

عند تنفيذ الرسومات بواسطة المؤشر والفارة فمن المناسب الانتباه إلى موقع المؤشر وإحداثياته التي تظهر في الركن الأيسر السفلي من الشاشة (شريط الحالة) والتي تبين ثلاثة أرقام هي من اليسار : محور X ، محور Y ، ومحور Z والمستخدم في الرسوم ثلاثية الأبعاد (يظهر بقيمة صفر في الرسوم ثنائية الأبعاد)، وتظهر الأرقام بالصيغة نفسها التي تم إعداد البرنامج بها، كالمعماري، العشري، الهندسي، ألكسري، والعلمي، فضلاً عن مقدار الدقة العشرية للأرقام.

ويمكن إخفاء تلك المعلومات أو إظهارها عن طريق النقر عليها بواسطة المؤشر Coords off / On، وتظهر القيم بنظام الإحداثيات الديكارتي المطلق بشكل مستمر مادام المؤشر يتحرك على مساحة الرسم.

2-8-9 الشبكة Grid

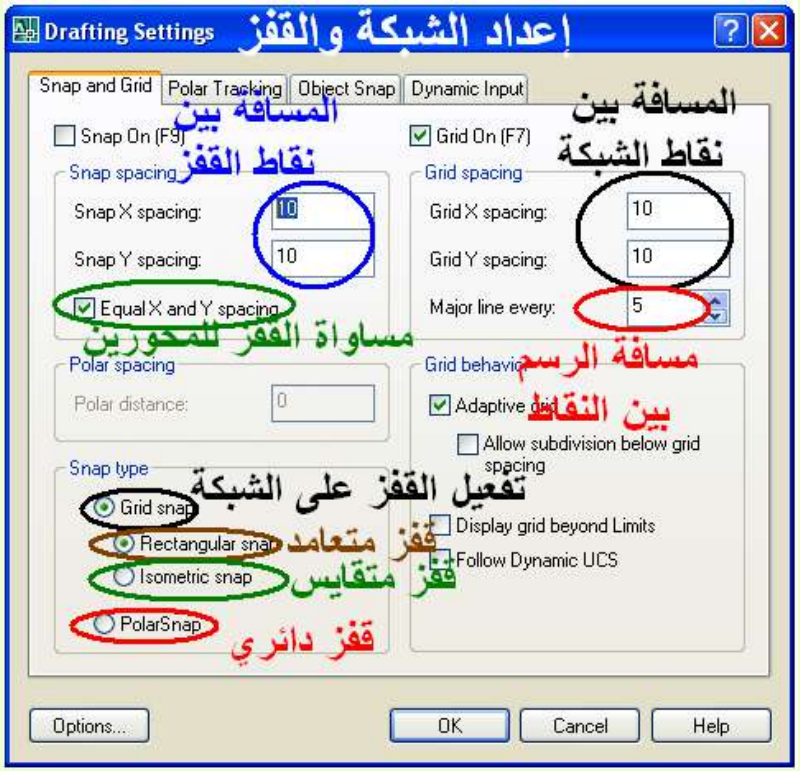
الشبكة عبارة عن نقاط (خيالية) على مستوي الرسم (X, Y) يتم تغيير التباعد بين كل نقطة وأخرى على حسب نوعية الرسم (ميكانيكي، مدني، الكتروني،... الخ)، وغالبا ما تستعمل في الرسومات الإلكترونية لتحديد نقاط اتصال العناصر بواسطة الخطوط بسهولة، وفي قسم من التطبيقات لرسوم الدوائر الكهربائية والتي لا تتطلب دقة في الرسم بقدر ما نحتاج إلى أن تكون العناصر بمقياس رسم متناسق، وتوفر الشبكة للرسام القدرة على إنتاج رسوم سريعة وتصليح دقيق لرسوم معقدة، ويتم تفعيل الشبكة بالنقر على أيقونة GRID أو كتابة الأمر في سطر الأوامر، أو ضغط المفتاح F7.

ويمكن تغيير إعدادات الشبكة بالنقر على الأيقونة بزر الفأرة الأيمن لتظهر قائمة تحتوي على ON/Off و Setting وعند اختيارها تظهر نافذة حوار، الشكل (9-25)، تتيح تغيير الإعدادات الخاصة بالمسافة بين نقاط الشبكة (Grid X, Y Spacing)، وإمكانية الرسم خلال الشبكة (Major Line every).

3-8-9 القفز Snap

تستخدم تلك الخاصية للتحكم في حركة المؤشر وجعله ينجذب نحو نقاط الشبكة، دون سواها، ويتم تفعيلها بالنقر على أيقونة SNAP أو كتابة الأمر في سطر الأوامر، أو ضغط مفتاح F9.

ويمكن تغيير إعدادات القفز بالطريقة المذكورة أعلاه مع الشبكة، الشكل (9-25).

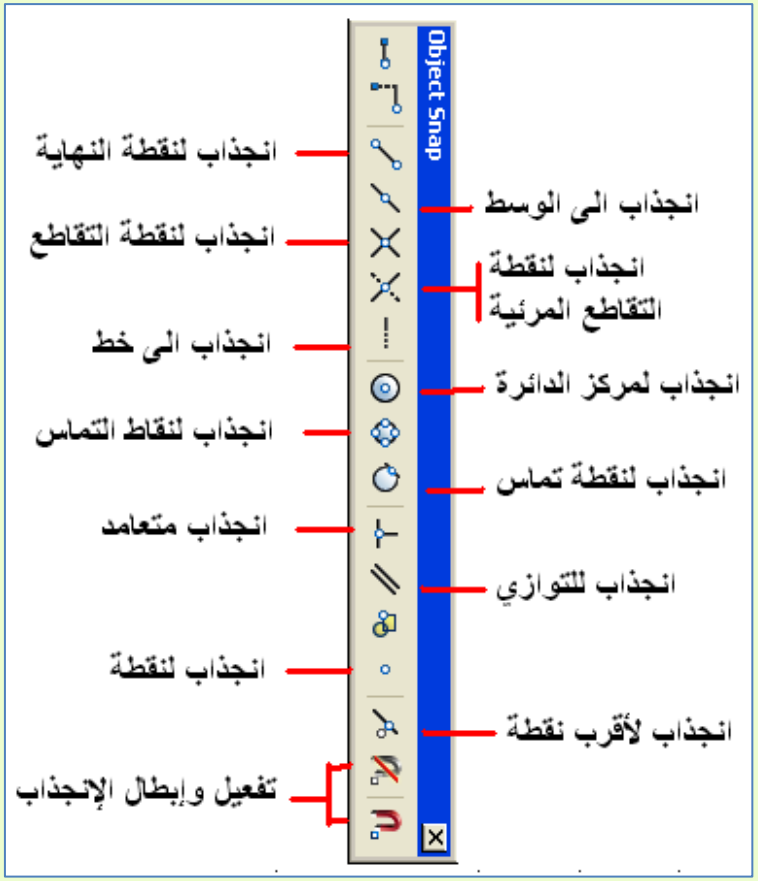


الشكل 9-25 : إعدادات الشبكة والقفز.

4-8-9 القفز على نقطة معينة Objective Snap

توفر خاصية القفز بين العناصر (الكائنات) 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 SNAP أو كتابة الأمر في سطر الأوامر، أو ضغط مفتاح F3.

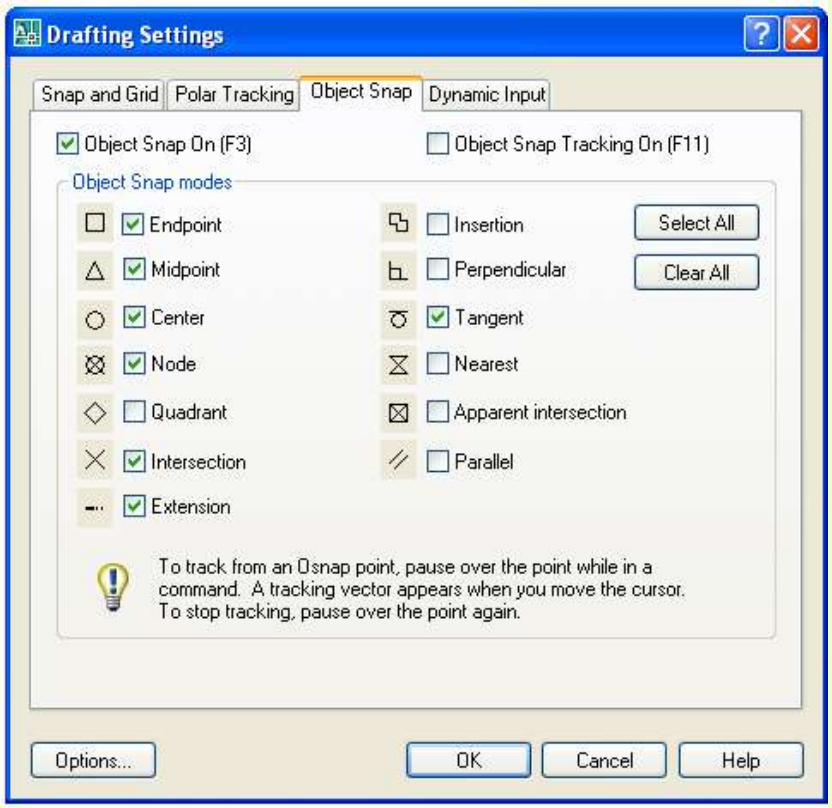
وأفضل طريقة لتفعيل نمط القفز في شريط الأدوات وذلك بوضعه في واجهة البرنامج واختيار نمط القفز المناسب، الشكل (9-26).



الشكل 9-26 : شريط الانجذاب.

ولغرض تمييز أنماط الوثب تظهر على العناصر بأشكال تختلف فيما بينها، فتظهر نهايات الخطوط بشكل مربع ومنتصف المستقيم مثلث والتقاطع علامة ضرب وهكذا، ولتغيير إعدادات القفز OSNAB نقوم بالنقر على الأيقونة بزر الفأرة الأيمن لتظهر قائمة تحتوي على ON/Off

و Setting وعند اختيارها تظهر نافذة حوار، الشكل (9-27)، لغرض اختيار الإعدادات المناسبة.



الشكل 9-27 : تفعيل أشكال أوامر القفز على نقطة معينة.

9-8-5 التعامد Orthogonal

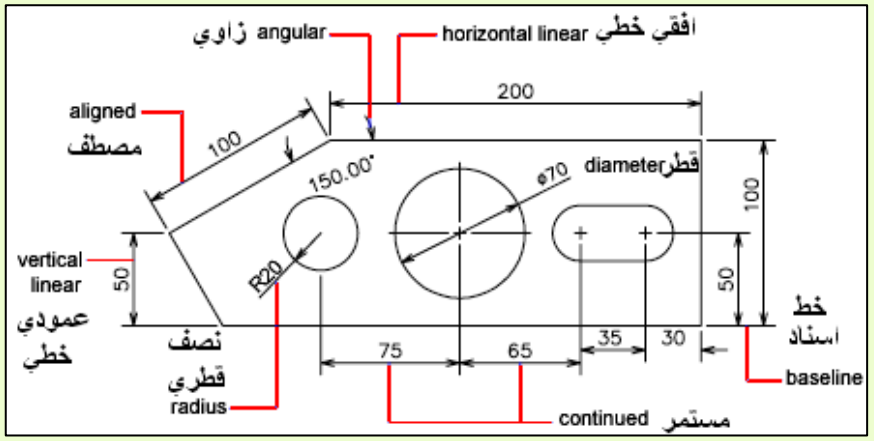
أسلوب التعامد يشبه إلى حد ما الرسم باستخدام مسطرة T ومثلث قائم؛ إذ يتحرك المؤشر حركة عمودية أو أفقية فقط عند استعماله في رسم الخطوط، ويمكن تفعيل (وإيقاف) تلك الخاصية بالنقر على الرمز ORTHO في شريط الحالة، أو مفتاحي Ctral + L ، أو بالضغط على مفتاح F8.

9-9 الإبعاد Dimensions

يوفر برنامج الأوتوكاد خاصية وضع الأبعاد على الرسوم حالاتها كافة، بطرق قياسية بحسب أنظمة الرسم، ويمكن التحكم بأسلوب وضع الأبعاد ونمطه، وتغيير الإعداد الافتراضي للأسلوب المتبع في البرنامج، ويمكن تعديل الأبعاد الموضوعة وتغير نمطها (كتابة الأبعاد، خطوط الأبعاد، الأسهم، وخطوط الامتداد)، ويبين الشكل (9-28) شريط الأبعاد ومهام كل أيقونة فيه (أشكال الأيقونات توضح مهماتها). وتطبق تلك الأوامر بمجرد النقر على الأيقونة المطلوبة ثم التأشير على نقطتي بداية العنصر ونهايته ليتم وضع البعد عليه.

الشكل 9-28 : شريط الأبعاد.

ولمعرفة بعض المفاهيم المتبعة في وضع الأبعاد، يبين الشكل (9-29) تطبيقاً لمعاني قسم من تلك المفاهيم المتبعة في وضع الأبعاد.

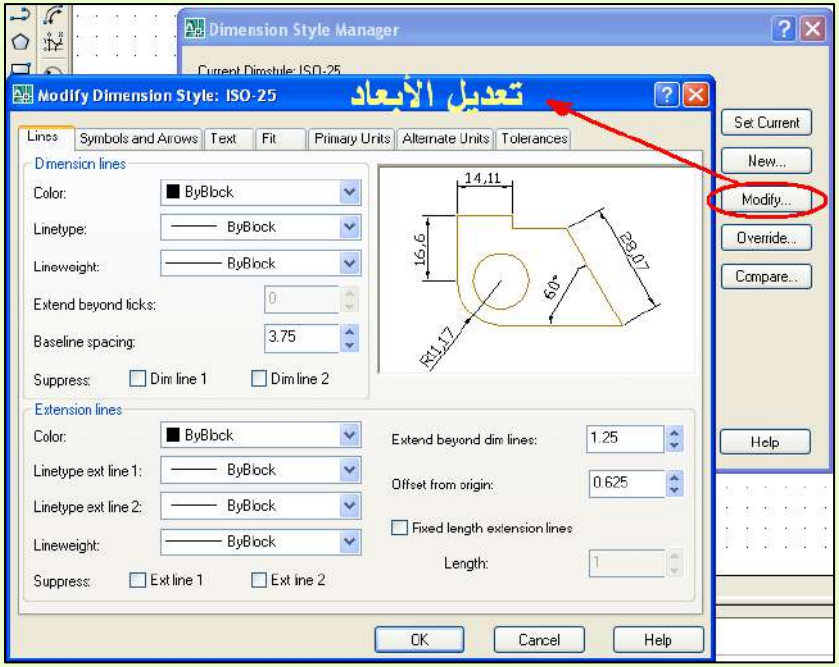


الشكل 9-29 : معاني لبعض المفاهيم في وضع الأبعاد.

9-9-1 أدوات وضع الأبعاد Dimension Style

قبل أن نباشر بوضع الأبعاد على الرسم يجب التأكد 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.

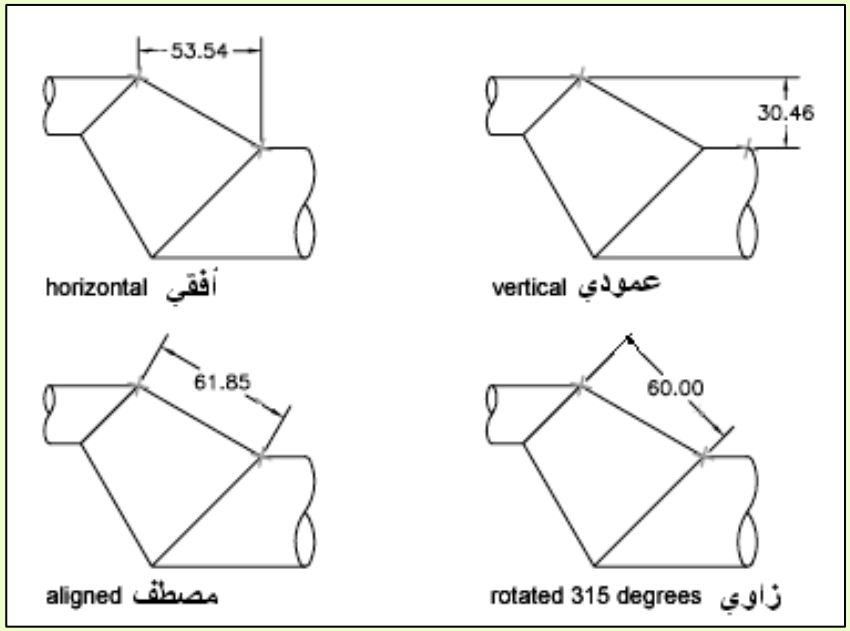
ويتم تغيير إعدادات الإبعاد بفتح قائمة Dimension ونختار منها Dimension Style، لتظهر نافذة حوار تبين شكل الأبعاد الافتراضية، ولغرض التغيير ننقر على أيقونة Modify، الشكل (9-30)، إذ يتم التحكم بأنواع خطوط الأبعاد وسمكها وألوانها (Lines)، شكل الأسهم وحجمها Symbols and Arrows، حجم كتابة الحروف والأرقام عند كتابة الأبعاد ورموزها وارتفاعها عن خط البعد فضلاً عن ألوانها واتجاهها Text، وغيرها.



الشكل 9-30 : تغيير إعدادات الأبعاد.

9-9-2 الأبعاد الخطية Linear Dimension

الأبعاد الخطيّة يمكن أن تكون عمودية، أو أفقية، أو مصطفة (الأبعاد المصطفة تعني أن يكون خط البعد موازياً إلى خط الرسم "الخيالي أو الحقيقي" المحدد بين بدايات خط الامتداد)، أو خط أساس (أو متوازي)، وسلسلة الأبعاد المتتالية المستندة على خطيّ البعد، ويبين الشكل (9-31) قسم من تلك الحالات.

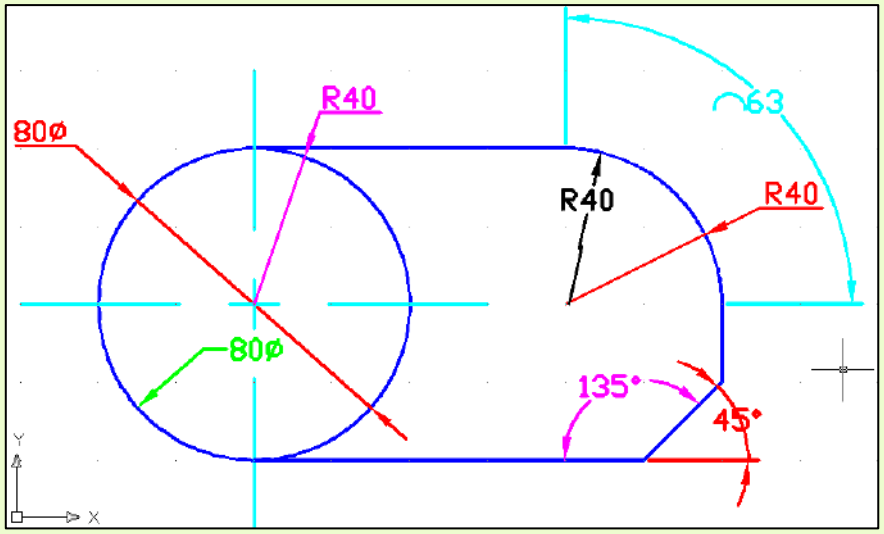


الشكل 9-31 : الأبعاد الخطية.

3-9-9 أبعاد الدوائر والزوايا Diameter, Radius, Angles

توفر أيقونات البعد إمكانية وضع البعد للدوائر والأقواس بصيغة القطر أو نصف القطر عن طريق أخذ الأمر والنقر على الدائرة ليتم وضع البعد المناسب، ويستخدم كذلك الأمر **Jogged** لقياس نصف القطر أيضاً ولكن على شكل خط بعد يمكن التحكم فيه على شكل حرف Z ، والأمر **Arc Length** لوضع قياس طول القوس، أما الأمر **Angular** فيستخدم لقياس الزاوية المحصورة بين ضلعين عن طريق النقر على الأمر ثم النقر على الخط الأول والنقر على الخط الثاني وتثبيت مقاس الزاوية بواسطة المؤشر.

ويبين الشكل (9-32) عدة أساليب لوضع أبعاد القطر ونصف القطر والزوايا.



الشكل 9-32 : عدة طرق لوضع أبعاد الدوائر والزوايا.

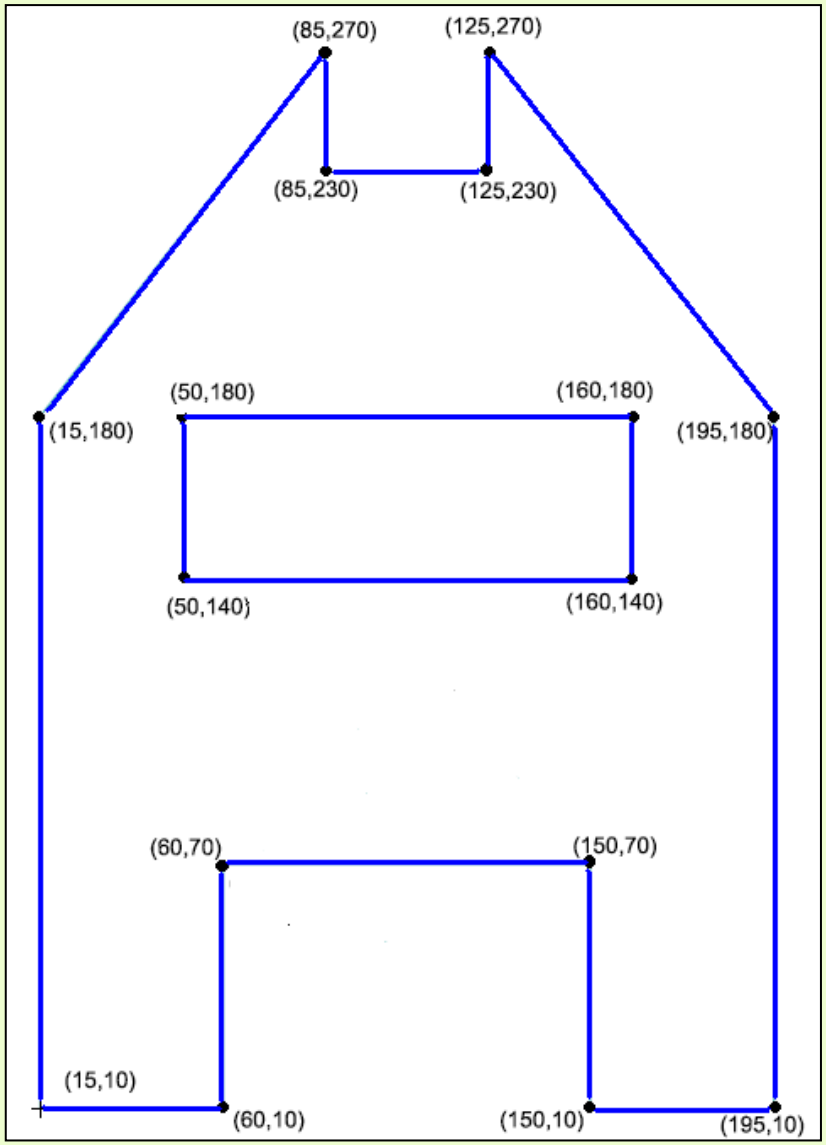
10-9 تمارين وتطبيقات

1-10-9 ارسم مستخدماً طريقة الرسم المباشر (باستخدام المؤشر) المسقط المبين بالشكل (9-33).

2-10-9 ارسم مستخدماً نظام الإحداثيات الديكارتي المطلق المسقط المبين بالشكل (9-33).

3-10-9 ارسم مستخدماً نظام الإحداثيات الديكارتي النسبي المسقط المبين بالشكل (9-33).

4-10-9 ارسم مستخدماً نظام الإحداثيات القطبي النسبي المسقط المبين بالشكل (9-33).



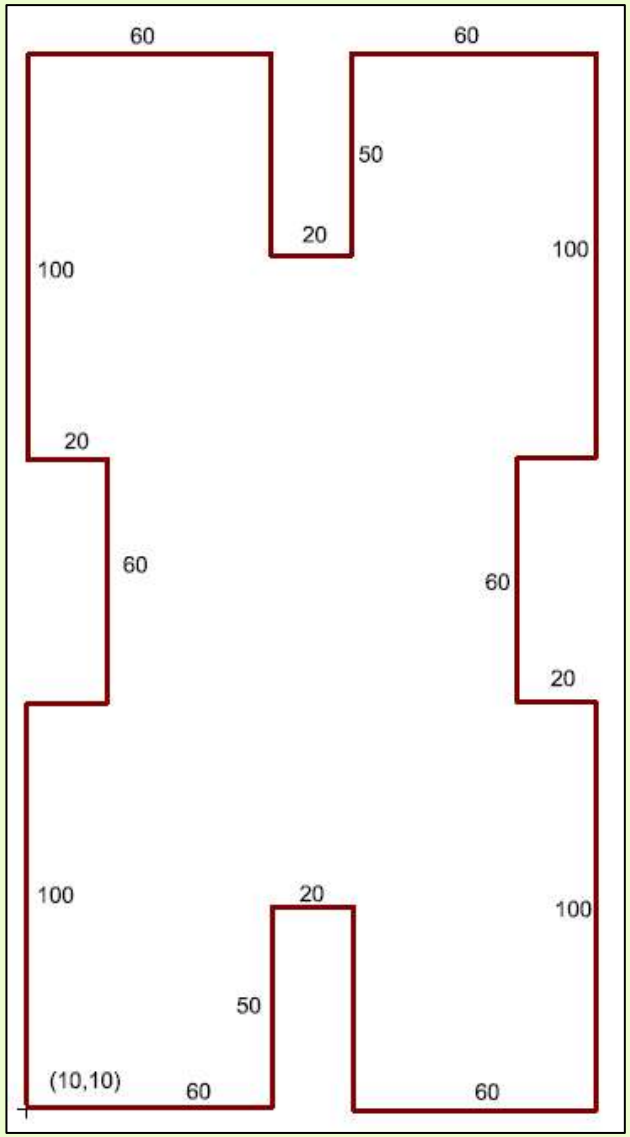
الشكل 9-33.

5-10-9 ارسم مستخدماً طريقة الرسم المباشر (باستخدام المؤشر) المسقط المبين بالشكل (9-34).

6-10-9 ارسم مستخدماً نظام الإحداثيات الديكارتي المطلق المسقط المبين بالشكل (9-34).

7-10-9 ارسم مستخدماً نظام الإحداثيات الديكارتي النسبي المسقط المبين بالشكل (9-34).

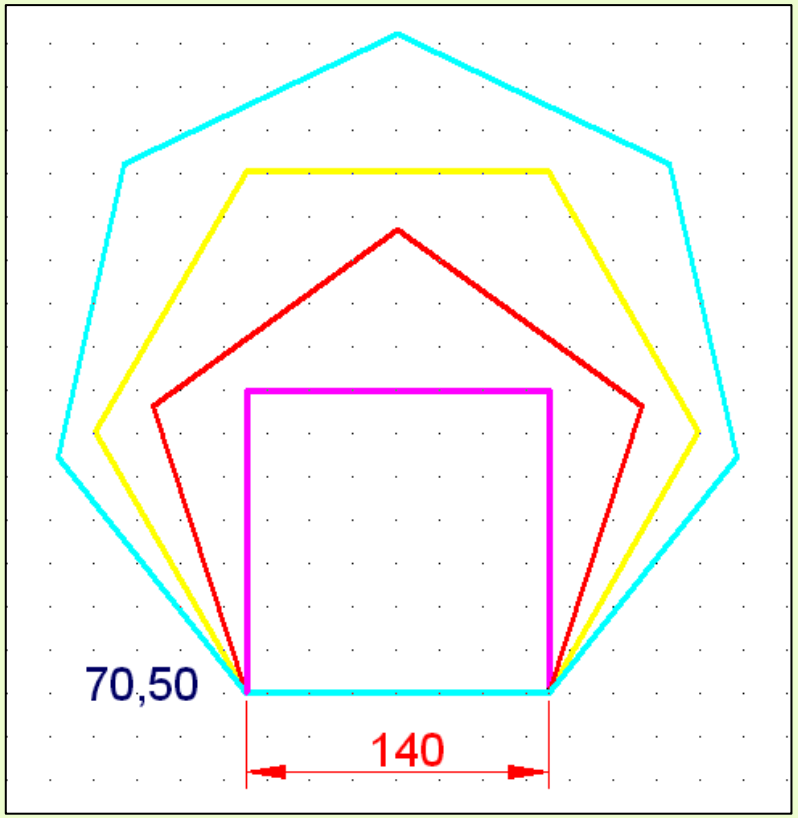
8-10-9 ارسم مستخدماً نظام الإحداثيات القطبي النسبي المسقط المبين بالشكل (9-34).



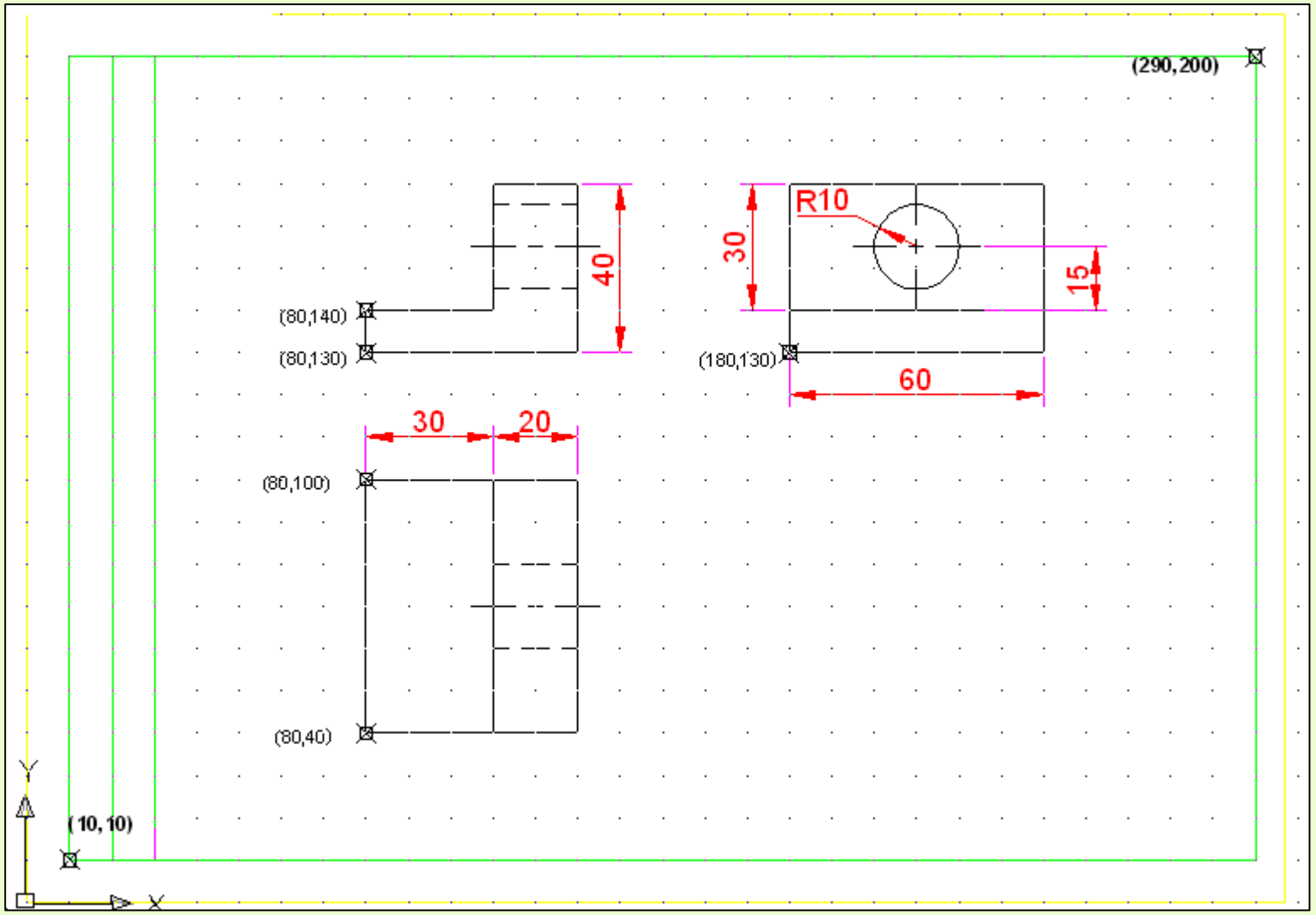
الشكل 9-33.

9-10-9 ارسم مبتدئاً من النقطة (70, 50) مستقيماً أفقياً طوله 140mm، ثم أقم عليه مضلعات بعدد أضلاع 4، 5، 6، و 7، مستخدما شبكة الرسم، ثم قارن الرسم الناتج مع الشكل (9-34).

10-10-9 أعد رسم المساقط الثلاثة لمجسم، المبينة في الشكل (9-35)، مستعينا بإحداثيات النقاط المبينة في اللوحة وقد روعي توزيع المساقط على ورقة الرسم A4، التي تحتوي على إطار وجدول، (حوّل حدود الرسم إلى الأبعاد المناسبة *Drawing Limits*)، مستخدماً مساعدات الرسم (GRID, SNAP, OSNAP, ORTHO)، ثم استعن بشريط أوامر الأبعاد لوضع الأبعاد المناسبة.



الشكل 9-34.


(290,200)
R10
30
15
40
(80,140)
(80,130)
(180,130)
60
30
20
(80,100)
(80,40)
(10,10)
Y
X

الشكل 9-35.

المصطلحات العلمية	
Engineering Drawing	الرسم الهندسي
Sketching	التخطيط
Drawing Instruments	أدوات الرسم
Drawing Equipments	الأدوات المستخدمة في الرسم
Drawing Sheets	أوراق الرسم
Pencils	أقلام الرصاص
Drawing Board	لوحة الرسم
Compass	الفرجال
Divider	المقسم
Triangles	المثلثات
Templates	الطبعات
French Curves	المنحنيات الفرنسية
Erasing Shield	صفيحة المحو
Point	النقطة
Line	الخط
Angle	الزاوية
Polygon	المضلع
Square	المربع
Rectangle	المستطيل
Diamond	المعين
Parallelogram	متوازي الأضلاع
Diameter	القطر
Radius	نصف القطر
Triangle	المثلث
Circle	الدائرة
Stereophonic	المجسم
Quadrilateral	المضلع الرباعي
Pentagon	المخمس
Hexagon	المسدس
Tangents	المماسات
Conical Section	القطاعات المخروطية
Ellipse	شكل بيضاوي
Drawing Scale	مقياس الرسم
Projection	الإسقاط
Perspective Projection	الإسقاط المركزي (المنظور)
Station Point	مركز الإسقاط
Projection Lines	خطوط الإسقاط
Parallel Projection	الإسقاط المتوازي
Oblique Projection	الإسقاط المائل
Orthographic Projection	الإسقاط المتعامد
Front Plane	المستوي الأمامي
Side Plane.	المستوي الجانبي
Top Plane	المستوي الأفقي
First Angle	الزاوية الأولى
Second Angle	الزاوية الثانية
Third Angle	الزاوية الثالثة
Profile Plane	بالمستوي الجانبي
Front View	المسقط الرأسي (الأمامي)
Side View	المسقط الجانبي
Extension Line	خط الامتداد
Dimension Value	رقم البعد أو الرمز
Center Lines	خطوط المحاور
Axonometric	الإسقاط المحوري (الإحداثي)

Isometric	المنظور المتقايس
Dimension Line	خط الأبعاد
Arrows	السهم
Isometric Drawing	الرسم المتقايس (الآيزومتري)
Dimetric Drawing	الرسم ثنائي التقايس
Trimetric Drawing	الرسم الثلاثي التقايس.
Sections	القطاعات
Full Section	القطاع الكامل
Partial Section	القطاع الجزئي
Bolts	اللوالب
Shafts	الأعمدة
Rivets	البراشيم
Nuts	الصواميل
Webs	الأعصاب
Handles	المقابض
Computer Aided Drafting (CAD)	الرسم بمساعدة الحاسوب
Simulation	محاكاة
Version	إصدار
File	ملف
Shortcut	اختصار
Main Tool Bar	شريط الأدوات القياسي
Menu Bar	شريط القوائم المنسدلة
Paste	لصق
Redo	تكرار
Undo	تراجع
Clear	مسح
Cut	قص

Copy	نسخ
Edit	تحرير
View	العرض
Insert	إدراج
Format	تنسيق
Layers	الطبقات
Unites	الوحدات
Tools	الأدوات
Workspaces	مساحات العمل
Clean Screen	مسح الشاشة
Options	خيارات
Arc	قوس
Modify	التعديل
Help	المساعدة
Status Bar	شريط الحالة
Object Snap	وأدوات القفز
Command Line	سطر الأوامر
Enter	الإدخال
Pointer	المؤشر
Coordinates System	نظام الإحداثيات
Absolute Cartesian	الديكارتي المطلق
Relative Cartesian	الديكارتي النسبي
Relative Polar	القطبي النسبي
Save	حفظ
Drawing Limits	حدود الرسم