الباب الرابع

الإنشاءات الهندسية GEOMETRIC CONSTRUCTIONS

يعتمد إنتاج الكثير من الإنشاءات الهندسية والقطع الميكانيكية والتصميم الهندسي بشكلٍ عام على الرسم في المستوى. لذلك يلزم الرسام والمهندس وكل ممارسٍ للتصميم الهندسي الإلمام بمبادئ الرسم الهندسي، بما يعني قدرته على الرسم الدقيق وبسرعة.

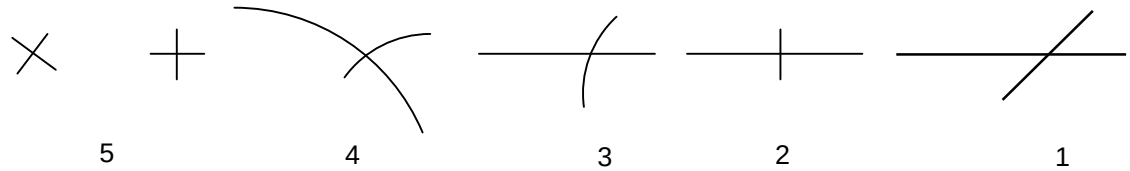
ومع أن الكثير من المسائل الهندسية يمكن حلها بالفرجار والمسطرة أو بالمثلثات والمسطرة أو أية مجموعة أخرى من الأدوات الهندسية، إلا أن ذلك لا يعني الاستغناء عن أي من الأدوات الهندسية. لذلك، يتطلب العمل الهندسي اليدوي من ممارسه امتلاك أغلب الأدوات الهندسية الجيدة حتى يتم إنجاز الرسم بشكلٍ دقيق وبسرعة. ومن الأدوات الهندسية المهمة للرسم، مسطرة T، مثلثان 45^o و$30^o x 60^o$، الفرجار والمقسم (الفرجار المقسم)، قلم رصاص ميكانيكي برصاصات HB وH - 4H وممحاة ومبراة وفرشاة للتنظيف.

لذلك، خُصِّص هذا الباب لعرض الأشكال الهندسية والتعريف بأفضل الطرق وأقصرها لرسمها هندسياً، مع توضيح استخداماتها إن أمكن ذلك.

1.4 تعاريف الأشكال الهندسية

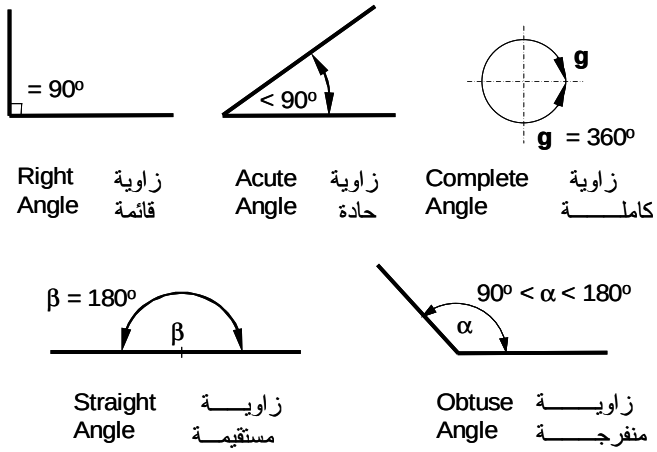
1- **النقطة والخط المستقيم** Point & Straight Line

النقطة أبسط الأشكال الهندسية، تمثل موقعاً ما سواءً في الفراغ أو على ورقة الرسم دونما طولٍ أو عرضٍ أو ارتفاع. وتمثل النقطة هندسياً كتقاطع خطَّين أو عارضة مع خط أو قوس مع خط أو تقاطع حتى قوسين. كما يرمز لها بشكلٍ منفرد إما بإشارة الجمع + أو بإشارة الضرب (تصالبٍ) ×، **شكل 1.4**.

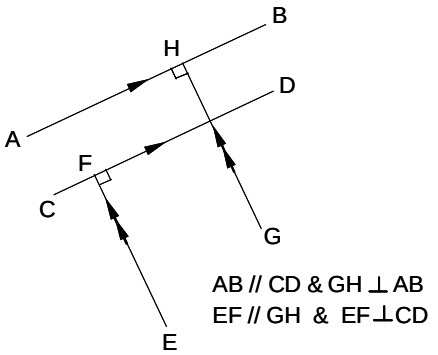


شـــــكل 1.4: **تمثيل النقطة هندسياً**

أما الخط المستقيم فهو الشيء الذي له طول لكن دونما عرض. وسنذكره فقط بالخط الذي يحدد طوله ببدايةٍ ونهاية كإشارتي جمع. وتعتبر الخطوط متوازيةً إذا كانت المسافة بينها ثابتةً لا تتغير. ويرمز للتوازي بالخطّين المائلين//. من جهةٍ أخرى، يعامد خطُ آخر إذا صنع الاثنان زاويةً قائمةً نتيجة تلاقيهما. ويرمز للتعامد بالخطّين المتعامدين ⊥، **شكل 2.4**.



شـــــكل 3.4: **الزوايا**



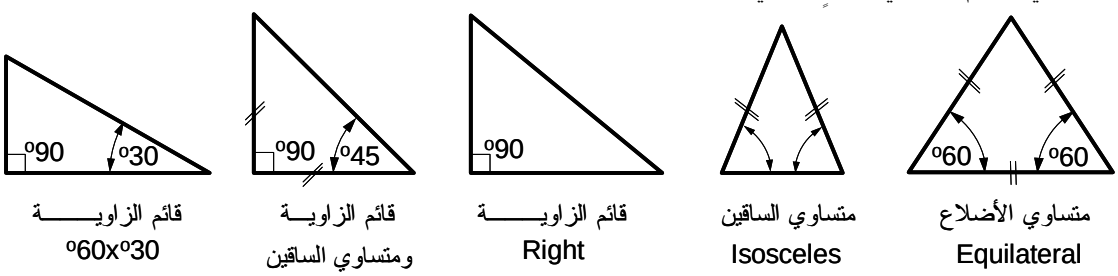
شـــــكل 2.4: **تمثيل الخط المستقيم هندسياً**

2 - الزوايا Angles**، شكل 3.4**

تعرف الزاوية بتقاطع خطين أو باتحاد شعاعين، ويرمز لها بالرمز >. وتقاس الزوايا بالدرجات [^{o}] حيث أن مجموع زوايا المثلث يساوي 180^o. كما تقاس الزوايا الدائرية Radian حيث يكافئ مجموع زوايا المثلث الـ π (تقرأ PI في الرياضيات). ويميز من الزوايا، الزاوية الحادة كأقل من 90^o، الزاوية القائمة تساوي 90^o والزاوية المنفرجة كزاوية يتراوح مقدارها بين 90^o و 180^o. ويمكن تعريف الزاويتين، المستقيمة 180^o، والزاوية الكاملة 360^o. وتعرف الزاويتان اللتان مجموعهما 90^o بالمتتامتين ، على نقيض الزاويتين اللتين مجموعهما 180^o فندعوهما بالمتكاملتين.

3 - المثلثات Triangles**، شكل 4.4**

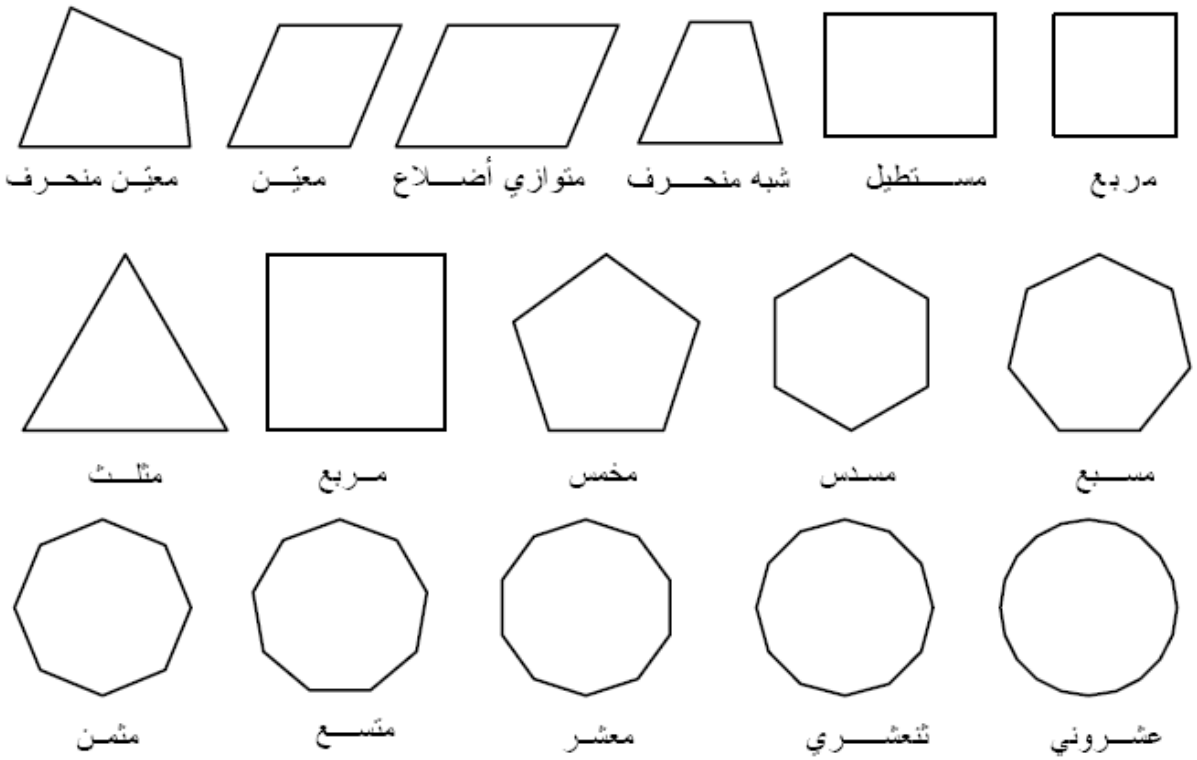
يعرف المثلث بأنه سطحٌ محددٌ بثلاثة مستقيماتٍ تحصر فيما بينها ثلاث زوايا مجموعها 180^o. ويميز منها المثلث المتساوي الأضلاع والمثلث المتساوي الساقين والمثث القائم الزاوية. ومن هذا الأخير يُمَيَّزُ المثلث القائم الزاوية والمتساوي الساقين والذي إحدى زواياه 45^o والآخر القائم الزاوية، زاويتاه 30^o و 60^o. وضمن مواصفات المثلثين الأخيرين نستخدم مثلثان اثنان في الرسم الهندسي بشكلٍ أساسي.



شـــــكل 4.4: **المثـــلثـــات**

4 – الأشكال الرباعية والمضلعات، شكل 5.4

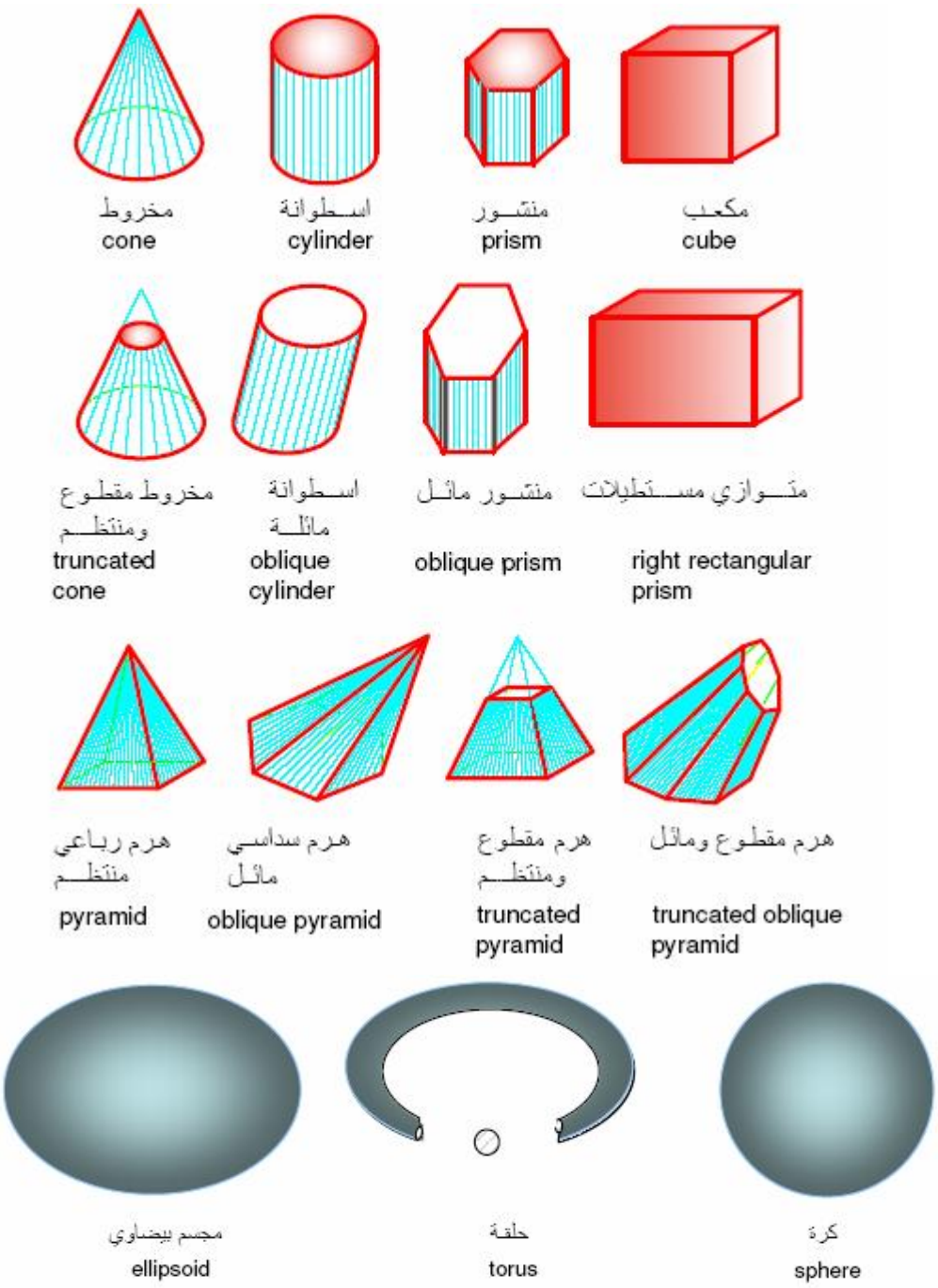
هي الأشكال الهندسية المستوية المحاطة بعددٍ محدود من الأضلاع. يميز منها الأشكال الرباعية Quadrilaterals المحاطة بأربعة أضلاع كالمنتظمة مثل المربع والمعيّن وشبه المنتظمة كالمستطيل ومتوازي الأضلاع وغير المنتظمة كشبه المنحرف والمعيّن المنحرف. أمّا المضلعات المنتظمة Polygons فهي الأشكال الهندسية المحاطة بعدد محدود من الأضلاع المتساوية. ويميز منها المثلث المتساوي الأضلاع والمربع والمخمس والمسدس والمثمن والمتَسَّع والمُعَشَّر والثَنْعَشْرِيّ .. إلخ. وبالعادة، يسهل رسم المضلعات المنتظمة إمّا داخل الدائرة وإمّا خارجها.



شكل 5.4: الأشكال الرباعية والمضلعات

5 - المجسمات Solids

هي مجسماتٍ محددةٍ بسطوحٍ مستوية كالمنشور والهرم أو مجسمات ذات أسطح منحنية ومستوية كالاسطوانة والمخروط وانتهاء بالمجسمات ذات السطوح المنحنية كالكرة والبيضة أو مجسم القطع الناقص وانتهاء بالحلقة. كما تشمل هذه المجسمات متعددات الوجوه Polyhedra.



شـــــكل 6.4: مجسمات محددة بسطوح مستوية منتظمة في الأعلى ومائلة في الأسفل

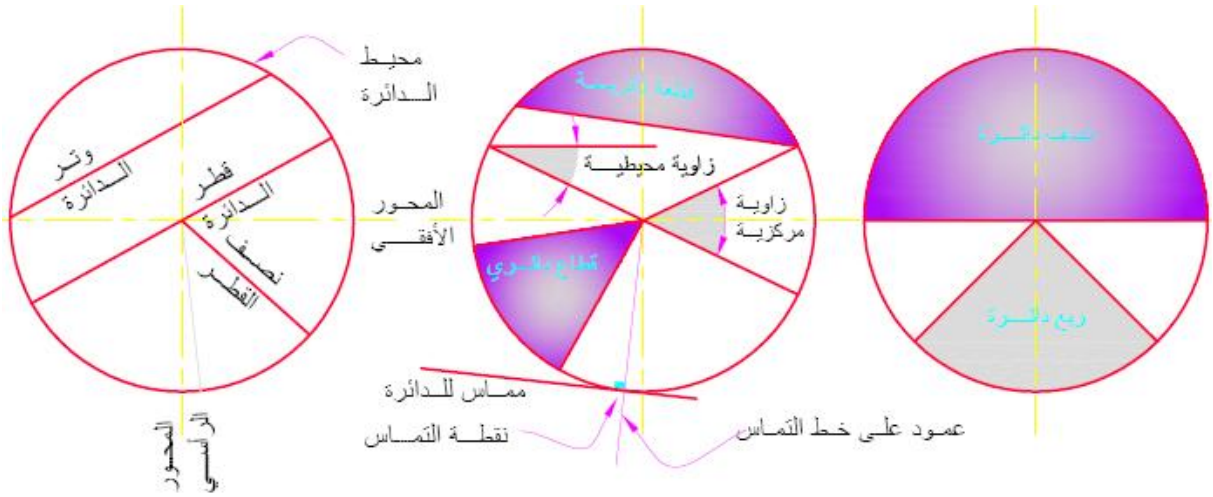
6- الدوائر والأقواس، شكل 7.4

تعرف الدائرة بالخط المنحني المغلق الذي أبعاد جميع نقاطه عن نقطةٍ ما متساوية. وبينما ندعو النقطة الثابتة بالمركز، يعرف المنحنى بالمحيط. كما نميز الوتر كخطٍ في الدائرة يصل بين نقطتين على المحيط ولا يمر في المركز على عكس الخط الواصل بين طرفي المحيط والمار بمركز الدائرة فندعوه بالقطر. كما يعرف البعد من المركز وصولاً للمحيط بنصف القطر.

المحيط = القطر × π = نصف القطر × 2π

حيث π النسبة التقريبية.

من جهة أخرى، يعرف القطاع الدائري بالسطح المحصور بين نصفي قطرٍ يلتقيان في المركز وجزءٍ من المحيط. أما القطعة الدائرية فهي جزء الدائرة الذي حدوده وترٌ وقوسٌ دائري ناتجٌ من هذا الوتر بالتحديد.



شـــــكل 7.4: الأقواس والدوائر

الزاوية المركزية: الزاوية التي رأسها مركز الدائرة وضلعاها خطان يصل كلٌ منهما مركز الدائرة مع المحيط.

الزاوية المحيطية: الزاوية التي رأسها نقطة على المحيط بينما ضلعاها يشكلان وترين في الدائرة.

الزاوية المركزية تساوي ضعف الزاوية المحيطية المشتركة معها بنفس القوس الدائري.

القوس الدائري: القوس الذي يشكل جزءً من دائرة بينما مركزه ومنطبق على مركزها.

نصف الدائرة: القوس الدائري الناتج من قسمة دائرة إلى قسمين متساويين.

المماس: الخط الذي يمس محيط الدائرة في نقطة واحدة ووحيدة على سطح الدائرة. يرسم المماس عمودياً على الخط الواصل بين المركز ونقطة التماس على محيط الدائرة.

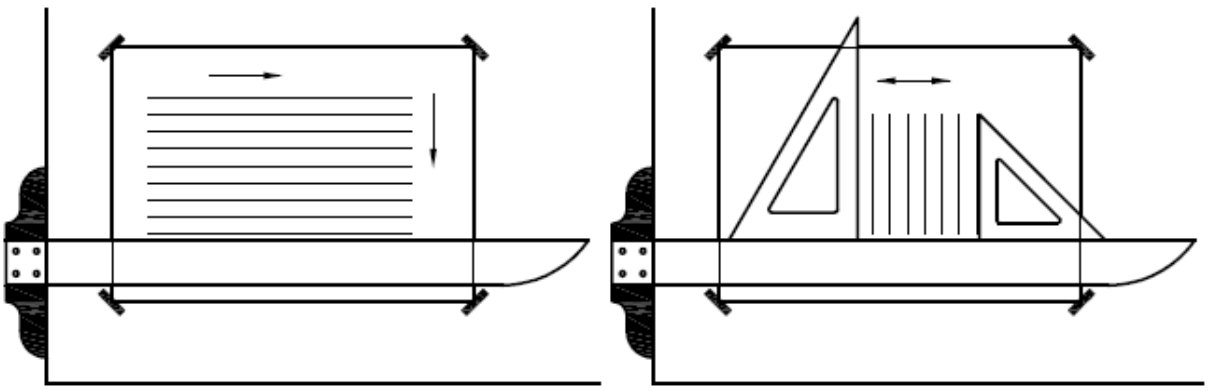
2.4 مبادئ أساسية يجب توفرها عند استخدام قلم الرصاص لرسم الخطوط المستقيمة

1- القلم يُسحب ولا يُدفع.
2- يميل القلم بزاوية 60^o – 75^o مع الأفقي.
3- يدور القلم حول محوره.
4- يتحرك القلم من وضعٍ غير مريح (مريح) إلى وضعٍ مريح (أكثر راحةً).
5- يبقى القلم بنفس الوضعية ملاصقاً المسطرة أو المثلث أو أيّة أداةٍ هندسيةٍ أخرى.
6- ترسم الخطوط بالتتالي بحيث لا تنزلق أداة الهندسة المستخدمة على الخط المرسوم قدر الاستطاعة.

3.4 رسم الأشكال الهندسية

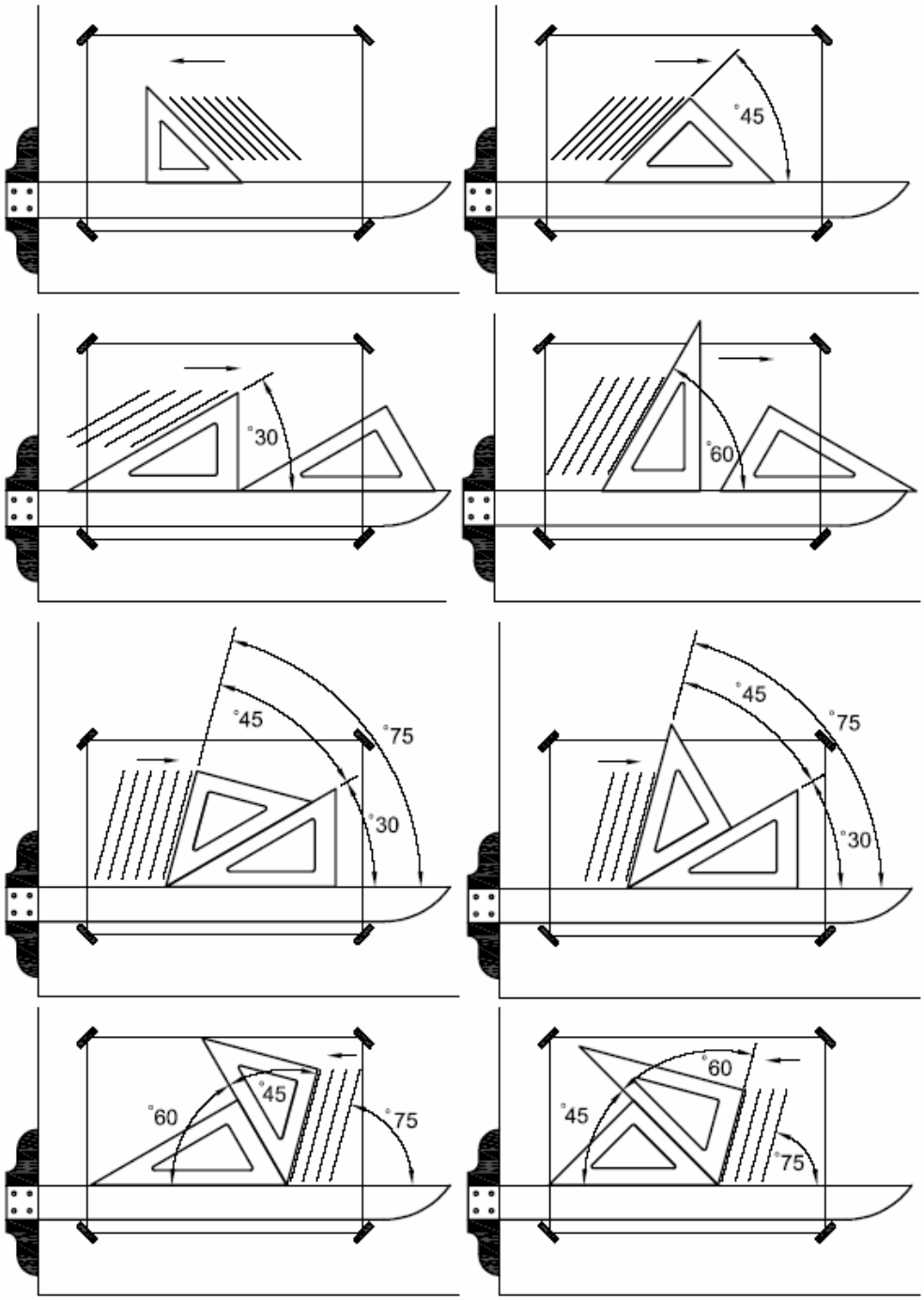
يهدف الجزء التالي إلى التعرف على المبادئ الأولية لرسم الأشكال الهندسية البسيطة، وذلك من أجل التمكن من فهم واستيضاح الرسومات الأكثر تعقيداً. وقد ميزت الخطوط المرئية- المحيطية بخطٍ سميك من قلم HB بينما ميزت الخطوط الإنشائية (الدليلة المساعدة) بخطٍ رفيعٍ وشعري من قلم 2H - 4H. وقد تم رسم بعض الأشكال الهندسية بطريقتين منفصلتين قدر الاستطاعة، بالفرجار أو بالمثلثين مع مسطرة T أو حتى بمجموعهم. وكلُّ ذلك من أجل التعرف على أفضل الطرق وأسرعها لإنجاز الرسم.

استخدام المسطرة والمثلثات لرسم الخطوط الأفقية، الرأسية والمائلة بمضاعفات الزاوية 15^o، شكل 8.4.



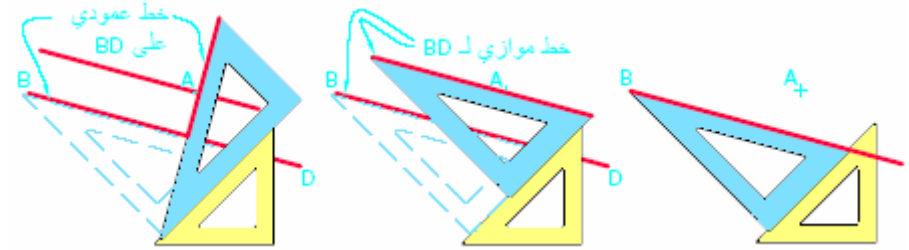
رسم خطوطٍ رأسية بالمسطرة T وأحد المثلثين **رسم خطوطٍ أفقية بمسطرة T**

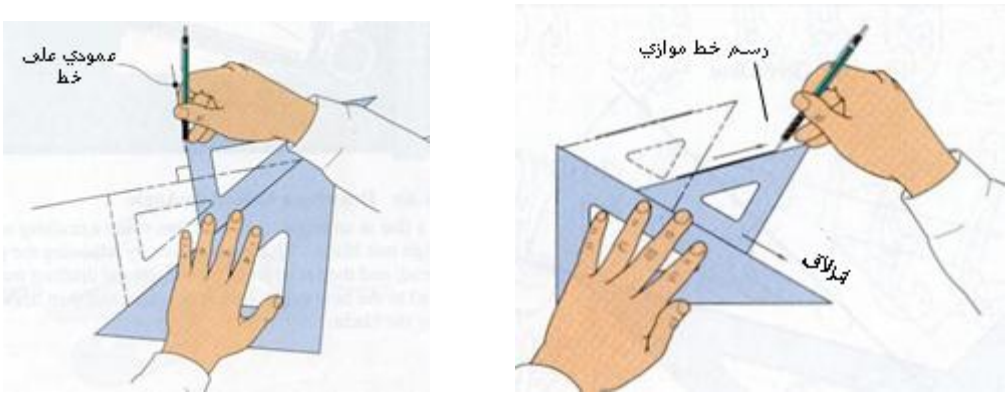
شكل 8.4



شـــــكل 8.4: رسم خطوط تميل بالزاوية 15^{o} أو بمضاعفاتها

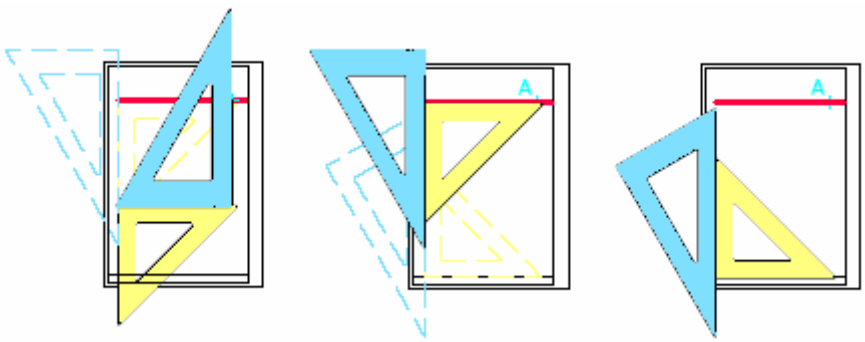
استخدام المثلثين لرسمُ الخطوط المتوازية والمتعامدة، شكل 9.4





شـــــكل 9.4: رسمُ الخطوط المتوازية والمتعامدة باستخدام المثلثين

استخدام المثلثين لرسمُ الخطوط الأفقية والرأسية، شكل 10.4



شـــــكل 10.4: رسمُ الخطوط الأفقية والرأسية باستخدام المثلثين

يثبت أحد المثلثين (الأصفر) بحيث تنطبق حافته السفلى على خط الإطار الأفقي للوحة الرسم.

يلصق به المثلث الثاني (الأزرق) من الجانب.

يثبت المثلث الأزرق ويحرك المثلث الأصفر مع تدويره حتى يصنع خطاً يمر في النقطة A.

نعيد ترتيب المثلثين بحيث نستطيع رسم خط رأسي من النقطة A للأسفل.

تقسيم خطٍ أو قوسٍ إلى قسمين متساويين، شكل 11.4.

بالفرجار

نرسم بفتحةٍ أكبر من نصف طول الخط AB قوسين من الطرفين A و B حتى يتقاطعا.

نوصل نقطتي التقاطع.

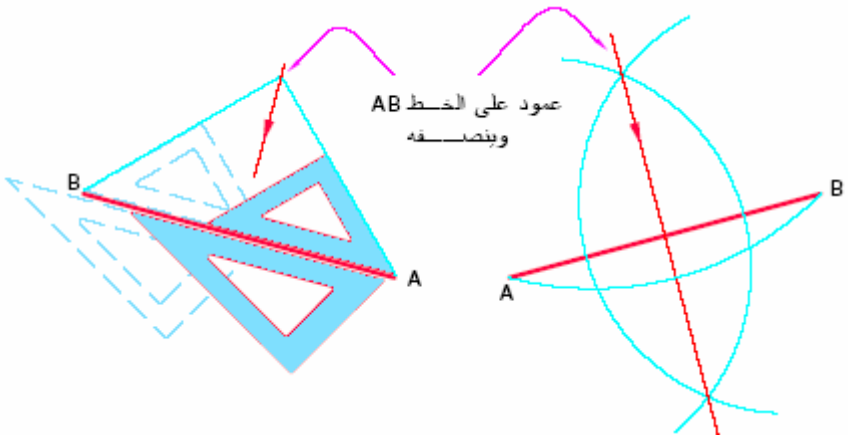
بالمثلثين

نثبت حافة أحد المثلثين على الخط AB، ثم نلصق المثلث الثاني بجانب الأول.

نثبت المثلث الثاني ونحرك الأول منزلقاً عليه ليبتعد قليلاً عن الخط AB.

نثبت المثلث الأول وننقل المثلث الثاني للأعلى ونرسم الزاويتين المتساويتين وعلى الجهتين من A ومن B حتى يتقاطعا.

نرسم (نسقط) عموداً من نقطة التقاطع على الخط AB نحصل على نقطتي التنصيف C و C_1.



شكل 11.4: تنصيف خط مستقيم أو قوس بالفرجار وبالمثلثين

رسم عمودٍ على خطٍ معلوم من نقطة ليست عليه بالفرجار، شكل 12.4

بالفرجار

نرسم قوساً من P، بحيث يقطع الخط AB في النقطتين C و D.

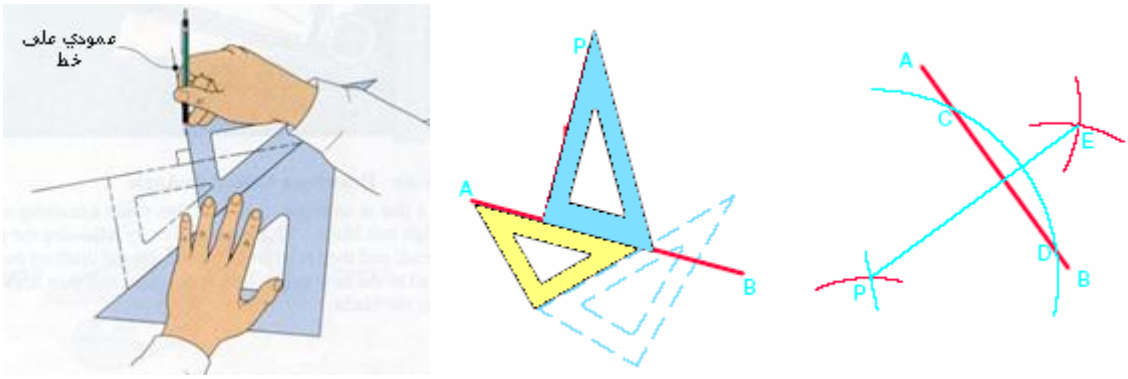
نرسم قوسين متساويين جديدين من C و D يتقاطعان في النقطة E.

نوصل النقطة P مع النقطة E نحصل على العمود المطلوب PE على الخط AB.

بالمثلثين

نثبت أحد المثلثين(الأصفر) بحيث تنطبق إحدى حوافه على الخط AB ثم نلصق المثلث الثاني بجانبه.

ينقل المثلث الثاني لوضعية أخرى منزلقاً على المثلث الأول الثابت ويحرك حتى تنطبق حافته العمودية على حافة المثلث الأول فنرسم الخط العمودي.



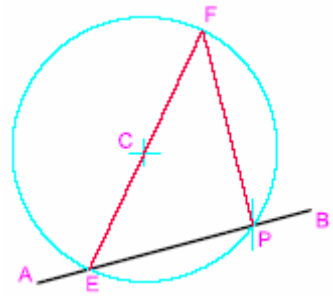
شـــــــكل 12.4: رسم عمودٍ على خط معلوم من نقطة ليست عليه بالفرجار وبالمثلثين

رسم عمود على خطٍّ معلوم من نقطة محددة عليه بالفرجار، شكل 13.4

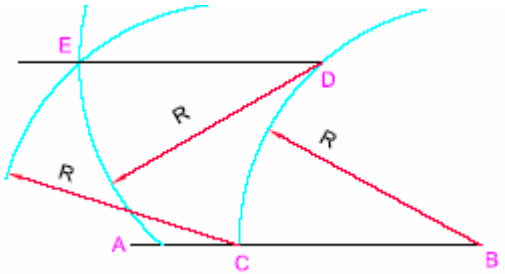
نرسم دائرة مركزها C (C ليست على الخط AB) تقطع الخط في النقطتينP وE.

نوصل خطاً من E مع المركز C حتى يتقاطع امتداده مع الدائرة في F.

نوصل F مع P نحصل على العمود المطلوب.



شـــــــكل 13.4: رسم عمود على خطٍّ من نقطة محددة عليه بالفرجار



شـــــــكل 14.4: رسم خطٍ موازٍ لآخر ويمر بنقطة بالفرجار

رسم خطٍ موازٍ لخطٍ معلوم ويمر بنقطةٍ ما بالفرجار، شـــــــكل 14.4

نرسم قوساً مركزه B، يمر في D ويقطع الخط AB في النقطة C.

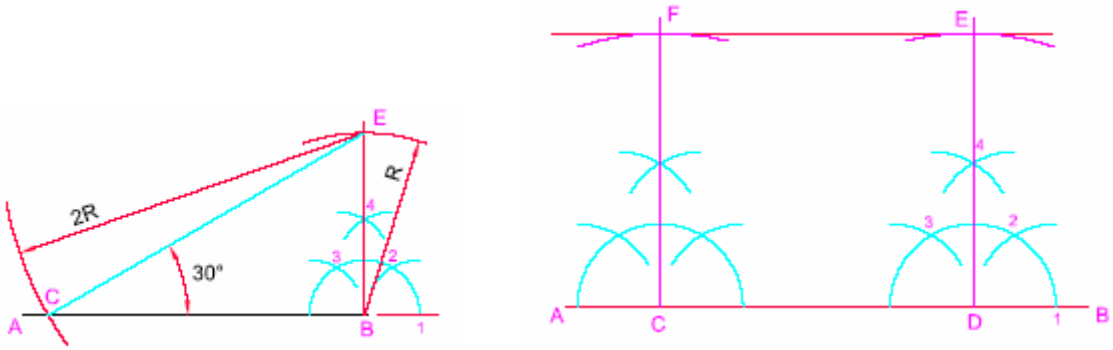
نرسم قوسين بنفس الفتحة السابقة من C ومن D، يتقاطعان في النقطة E.

نوصل النقطتين E مع D نحصل على الخط ED الموازي للخط AB.

رسم خطٍ موازٍ لآخر وعلى بعد معلوم منه بالفرجار، شكل 15.4

نرسم قوساً من النقطة D كأية نقطة واقعة على الخط AB. نرسم قوساً آخر وبالفتحة نفسها من 1 فنحصل علـــى 2 ثـــم نرسم قوساً ثالثاً من 2 فنحصل على النقطة 3. نرسم قوسين متساويين من النقطتين 2 و3 فنحصل على النقطة 4.

نوصل خطاً بين النقطتين D و4 ونرسم عليه (امتداده) قوساً مركزه D ونصف قطره يكافئ البعد بين الخطين المتوازيين فنحصل على النقطة E. نكرر ماسبق على النقطة الأخرى C فنحصل على النقطة F. نوصل بين النقطتين E و F فنحصل على الخط المطلوب FE والموازي للخط AB.



شـــــكل 15.4: رسم خطٍ موازٍ لآخر وعلى بعدٍ معلومٍ منه

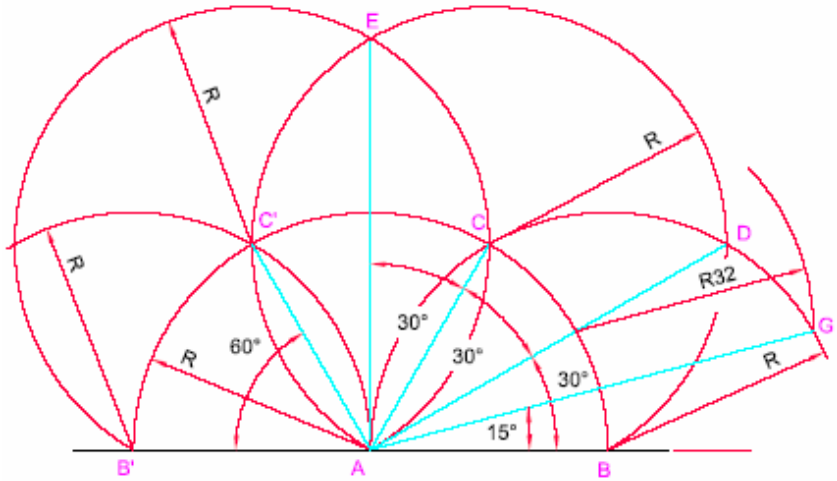
شـــــكل 16.4: رسم خطٍ يميل بزاوية 30 درجة مع آخر

رسم خطٍ يصنع زاوية 30 درجة مع آخر معلوم بالفرجار، شكل 16.4

نكرر رسم الخط العمودي من B وفقاً **للشـــــكل 15.4** ثم نرسم قوساً نصف قطره R من B أيضاً. نرسم قوساً آخر من النقطة E نصف قطره 2R يقطع الخط AB في النقطة C. الخط CE يميل على الخط الأفقي AB بزاوية 30 درجة.

رسم خطوط تصنع مضاعفات الزاوية 15^o مع خط أفقي بالفرجار، شكل 17.4

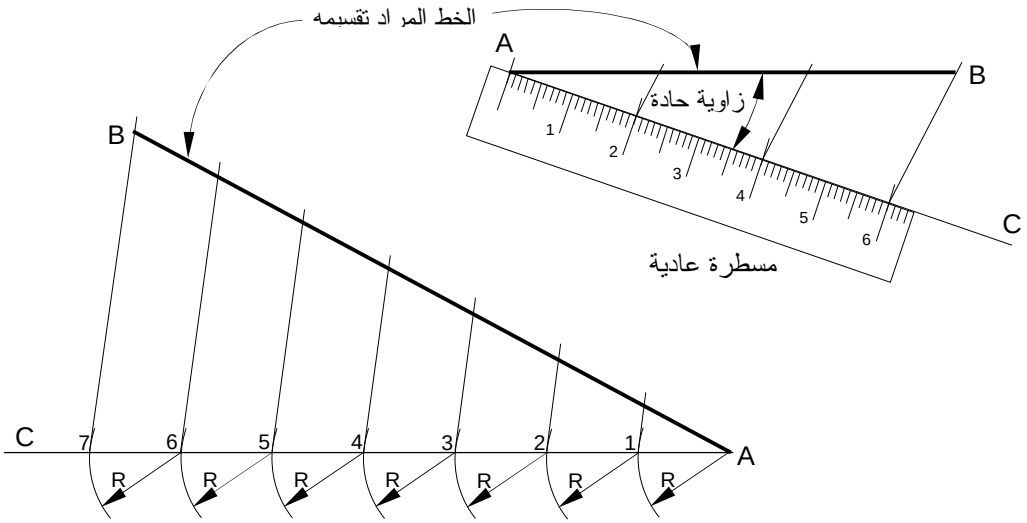
نرسم من النقطة A قوساً نصف قطره R ثم نكرر رسمه من كل نقطة تقاطع جديدة.



شـــــكل 17.4: رسم خطوط تصنع مضاعفات الزاوية 15^o مع خط أفقي بالفرجار

تقسيم خطٍّ إلى عدّة أقسامٍ متساوية، شكل 18.4

نرسم الخطَ AC يميل بزاويةً حادة مع الخط AB. نحدد بالفرجار أو بالمسطرة أو بالمقسم شرطات أو ثقوباً بعدد الأقسام على الخط الثاني. نوصل الشَرطة أو الثقب الأخير في التقسيم مع النقطة B. نرسم خطوطاً موازيةً للخط الواصل بين الشرطة الأخيرة والنقطة B من الشرطات أو الثقوب تقطع الخط الأصلي AB بشرطاتٍ جديدة، تقسمه حسب الطلب.



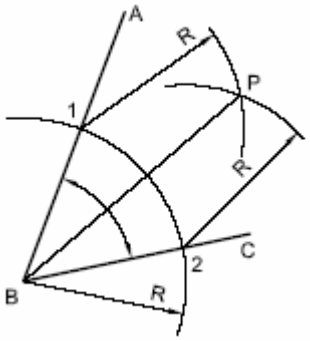
شـــــكل 18.4: تقسيم خط إلى عدة أقسامٍ متساوية

10- تنصيف زاويةٍ معلومة، شكل 19.4

نرسم قوساً مركزه B يقطع الخطين AB وCB فنحصل على النقطتين 1 و 2.

نرسم قوسين جديدين (أو بالفتحة ذاتها R) من النقطتين 1 و 2 يتقاطعان في النقطة P.

نوصل النقطة B مع النقطة P، نحصل على الخط المقسم للزاوية ABC.



شـــــكل 19.4: تنصيف زاويةٍ إلى نصفين

رسم المثلثات

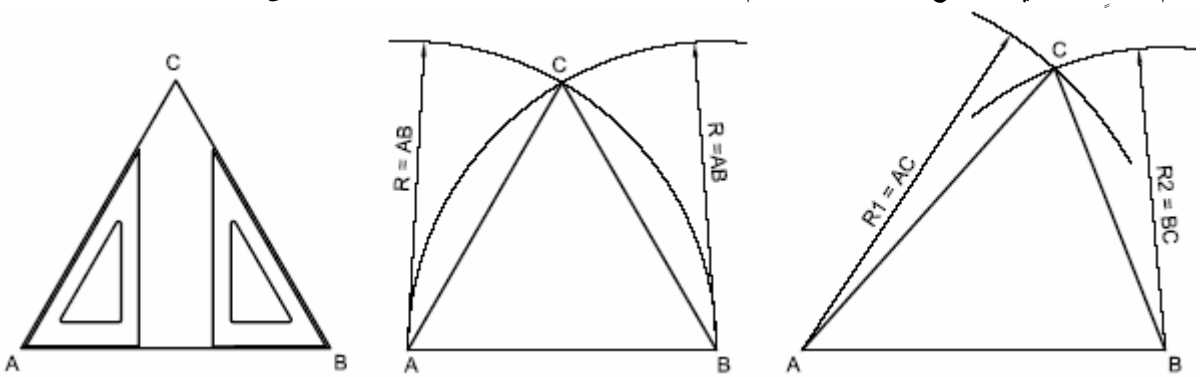
رسم مثلثٍ أطوال أضلاعه معلومة، شكل 20.4 على اليمين

نرسم الضلع الأول AB وليكن أفقياً. نرسم من A قوساً نصف قطره يكافئ الضلع الثاني في المثلث. نرسم قوساً من B نصف قطره يكافئ الضلع الثالث في المثلث. تقاطع القوسين يحدد النقطة C في المثلث. نكمل رسم المثلث المطلوب ABC.

رسم مثلثٍ متساوي الأضلاع، طول ضلعه معلوم، شكل 20.4 في الوسط

نرسم الضلع الأول AB وليكن أفقياً. نرسم من A قوساً نصف قطره يكافئ ضلع المثلث AB. نكرر رسم القوس وبالفتحة نفسها من B. تقاطع القوسين يحدد النقطة C في المثلث. نكمل رسم المثلث المطلوب ABC.

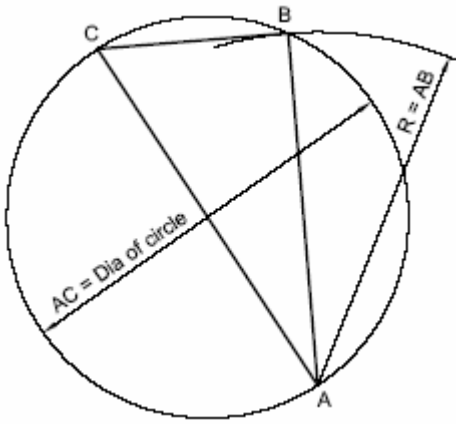
رسم مثلثٍ متساوي الأضلاع، طول ضلعه معلوم، شكل 20.4 بالمسطرة والمثلث $30^o x 60^o$ على اليسار



شـــــكل 20.4: رسم الـمـثـلـثـات

رسم مثلثٍ قائم الزاوية وتره وأحد ضلعيه معلومان، شكل 21.4

نرسم الدائرة التي قطرها AC مكافئاً لطول الوتر المعلوم في المثلث. نرسم قوساً من A، نصف قطره يكافئ الضلع المعلوم الآخر R=AB يقطع قوس الدائرة في النقطة B. نكمل رسم المثلث المطلوب ABC.



شـــــكل 21.4: رسم مثلثٍ قائم الزاوية وتره وأحد ضلعيه معلومان

رسم المربعات، شكل 22.4

رسم مربع، طول ضلعه محدد، على اليمين

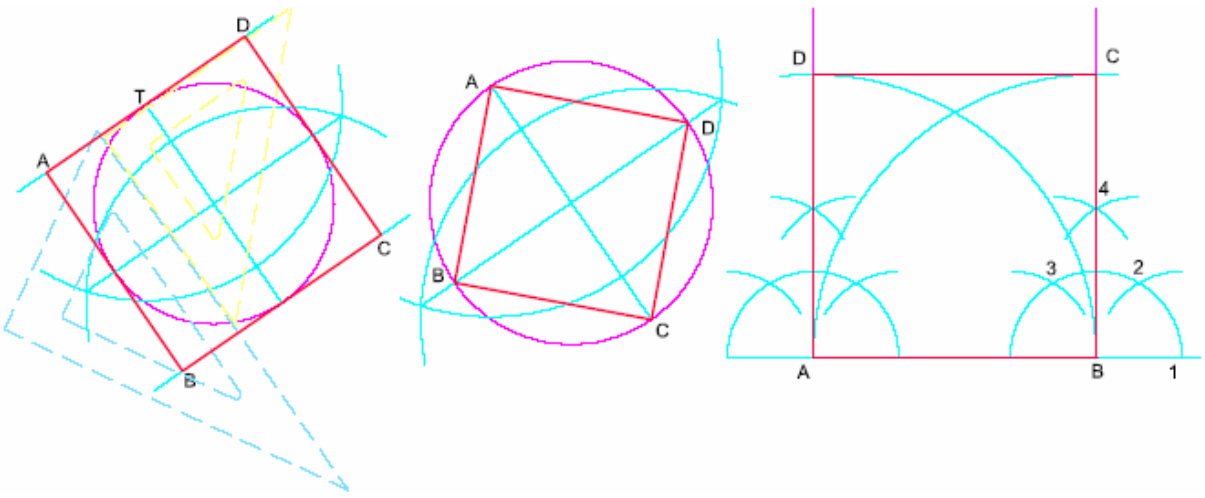
نرسم الخط AB وليكن أفقياً. نرسم على الخط AB عمودين من A ومن B. نرسم قوسين نصف قطرهما يكافئ طول ضلع المربع AB من النقطتين A ومن B. تقاطع العمودين مع القوسين يحددان المربع. نوصل بين النقاط A، B، C و D، نحصل على المربع المطلوب.

رسم مربع داخل دائرة، A أحد رؤوسه، في الوسط

نرسم القطر الذي يربط النقطة A مع مركز الدائرة ونمده حتى يصل إلى المحيط في الجهة الأخرى فنحصل على النقطة C. ننصف الخط الناتج AC بقوسين فنحصل على الخط العمودي على AC. تقاطع العمود مع الدائرة يحدد النقطتين B و D. نوصل بين النقاط A، B، C و D، نحصل على المربع المطلوب.

رسم مربع خارج دائرة، T نقطةُ تماسٍ بين أحد أضلاع المربع والدائرة، على اليسار

نكرر وكما ورد سابقاً رسم القطرين المتعامدين حيث يمر أحدها في النقطة T. نرسم بالمثلثين مماساتٍ للدائرة من نقاط التقاطع بين القطرين المتعامدين مع الدائرة. تقاطع المماسات يحدد نقاط المربع المطلوب. نوصل بين النقاط A، B، C و D، نحصل على المربع المطلوب.



شـــــكل 22.4: رسم المربعات

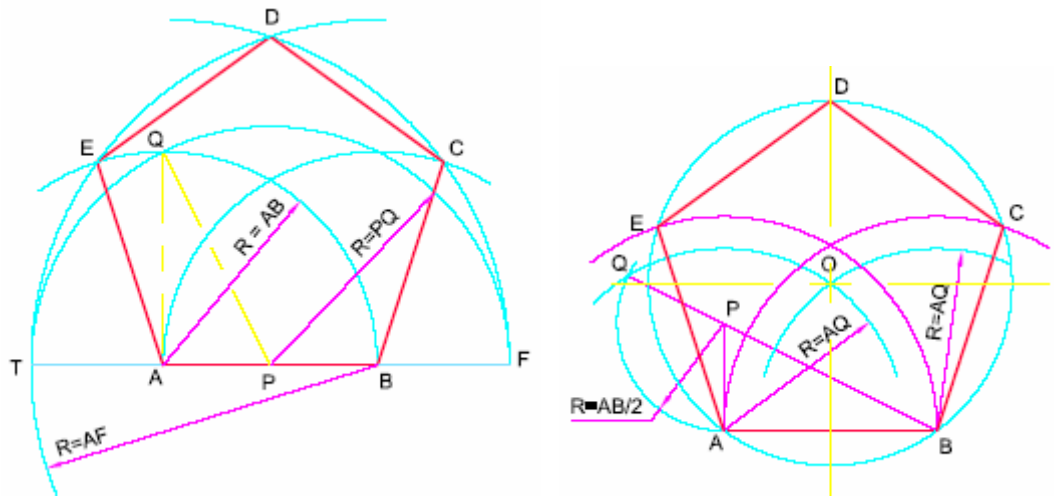
رسم المخمسات المنتظمة، الشكلان 23.4 و 24.4

رسم مخمسٍ منتظم، طول ضلعه معلوم، شـــكل 23.4

المطلوب هو تحديد ورسم الدائرة التي يكون فيها الضلع المعلوم أحد أضلاع المخمس المنتظم. إن تنفيذ ذلك يتم بطريقتين:

طريقة العمود النصف، على اليمين

نرسم العمود AP على الضلع AB بالطول $AP = AB/2$. نرسم قوساً من P نصف قطره $R = AB/2$ حتى يتقاطع مع امتداد الخط BP في النقطة Q. نرسم من A ومن B قوسين، نصف قطرهما $R = AQ$، يتقاطعان في النقطة O. نرسم دائرةً، مركزها O ونصف قطرها $R = AO$. نرسم من A ومن B قوسين، نصف قطرهما AB، نحصل على النقطتين E و C. ومن إحدى النقطتين الأخيرتين نرسم قوساً بنفس الفتحة نحصل على النقطة الأخيرة D. نوصل النقاط A، B، C، D و E فنحصل على المخمس المنتظم المطلوب.



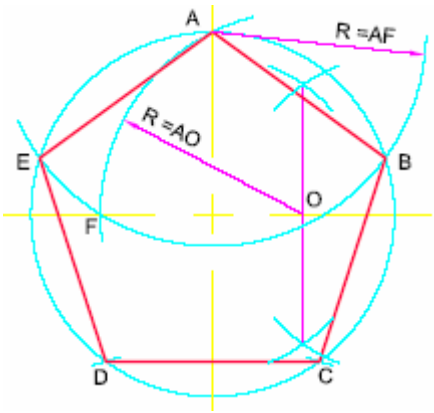
شـــكل 23.4 : رسمُ مخمس منتظم، طول ضلعه محدد

طريقة العمود الكامل، على اليسار

نرسم قوساً دائرياً مركزه A ونصف قطره $R = AB$ ثم نرسم عموداً من A حتى يتقاطع مع القوس الدائري السابق فنحصل على النقطة Q. نرسم قوساً دائرياً مركزه منتصف الضلع الأساسي AB ونصف قطره R=PQ فنحصل على النقطتين F و T من امتدادات الخط الأفقي AB ومن الجهتين. نرسم قوساً دائرياً مركزه B ونصف قطره R=AF. تقاطع القوس الصغير من A والقوس الكبير من B ينتج النقطة E، بينما تقاطع القوس الكبير من A والقوس الصغير من B ينتج النقطة C في الجهة الأخرى. أما تقاطع القوسين الكبيرين فينتجان النقطة D في الأعلى.

رسم مخمسٍ منتظم داخل دائرة معلومة، شـــــكل 24.4

ننصف المسافة الأفقية من المركز إلى محيط الدائرة بالنقطة O. نرسم قوساً مركزه O ونصف قطره R=AO، فنحصل على نقطة التقاطع F. نرسم قوساً من A، نصف قطره R=AF يتقاطع مع الدائرة في النقطتين B و E. نرسم قوسين آخرين من B ومن E، نصف قطرهما R=AF، يتقاطعان مع الدائرة في النقطتين C و D. نوصل النقاط A، B، C، D و E نحصل على المخمس المنتظم المطلوب.



شـــــكل 24.4: رسمُ **مخمس منتظم داخل دائرة**

رسم المسدسات المنتظمة، شكل 25.4

رسم مسدسٍ منتظم طول ضلعه معلوم، على اليمين في الأعلى

نرسم خطوطاً تميل على الضلع AB ومن النقاط A و B بالزوايا 60° و120°. نرسم خطين رأسيين للأعلى من A ومن B فنحصل على النقاط D و E. نرسم من النقاط D و E خطوطاً تميل على الخط ED بالزوايا 60° و120° للأسفل فنحصل على النقاط F و C. نوصل النقاط A ، B، C، D، E و F نحصل على المسدس المنتظم المطلوب.

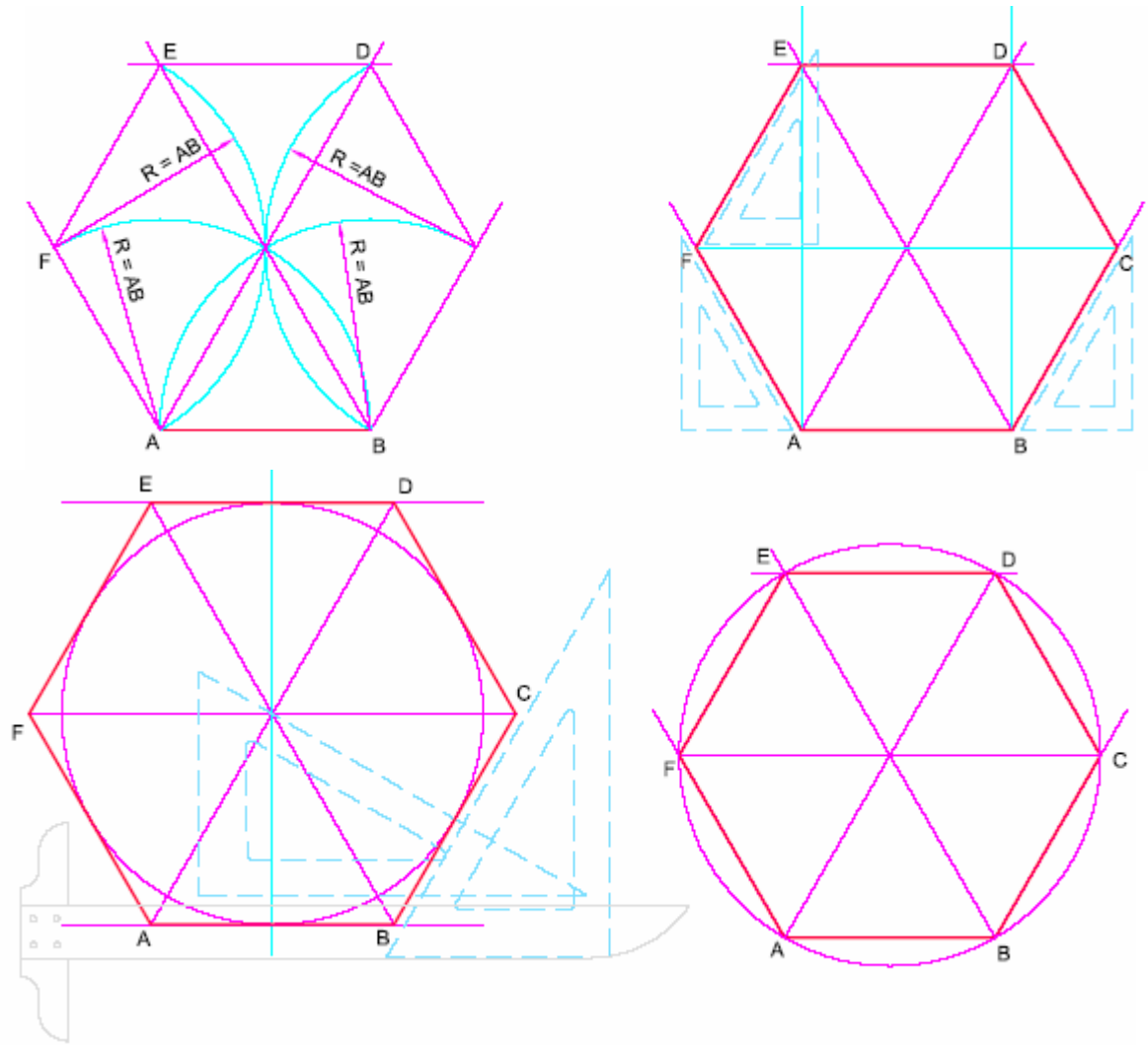
رسم مسدسٍ منتظم طول ضلعه معلوم، باستخدام الأقواس بدلاً من الخطوط الرأسية، على اليسار في الأعلى.

رسم مسدسٍ منتظم داخل دائرة وتمر في رؤوسه، على اليمين في الأسفل

نرسم من مركز الدائرة خطاً أفقياً ثم خطين يميلان عن الأفقي بالزوايا 60° و120°. تقاطعات هذه الخطوط مع الدائرة تشكل رؤوس المسدس المطلوبة. نوصل النقاط A، B، C، D، E و F نحصل على المسدس المنتظم المطلوب.

رسم مسدسٍ منتظم خارج دائرة تمسه، على اليسار في الأسفل

نرسم من مركز الدائرة خطاً أفقياً ثم خطين يميلان عن الأفقي بالزوايا 60° و120°. نرسم خطاً رأسياً من مركز الدائرة ثم نرسم خطين أفقيين من نقاط التقاطع الناتجة بين الخط الرأسي والدائرة. نرسم مماسات للدائرة عن الجوانب بالمثلث $30^{o}x60^{o}$. امتدادات هذه المماسات تشكل النقاط المطلوبة للمسدس المنتظم. نوصل النقاط A، B، C، D، E و F نحصل على المسدس المنتظم المطلوب.



شكل 25.4: رسم المسدسات

رسم مضلع منتظم داخل دائرة ورأسه A، شكل 26.4

نرسم القطر الرأسي AB في الدائرة المعينة، ثم نقسمه إلى عددٍ من الأقسام يكافئ عدد أضلاع المضلع المطلوب. وكمثال نقسم المسافة AB إلى سبعة أقسام حتى نتمكن من رسم للمضلع السباعي. نسمِّ النقاط 1، 2 ، 3 ، ....7، بحيث تنطبق النقطة الأولى(0) على A وتنطبق النقطة الأخيرة (7) على B. نرسم قوسين متعاكسين من A ومن B نصف قطرهما R=AB، نحصل على النقطتين C وD. نوصل النقطتين C و D مع كلٍ من نقاط القسمة الزوجية 2، 4 و6، تتقاطع امتداداتها مع الدائرة في نقاطٍ سبعة تشكل رؤوساً للمضلع المطلوب.