جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

معالجة المياه وشبكاته

الثانـي

المؤلفون

د. سعد عباس خضر
حيدر موسى الشكري
مؤيـد محمـد علـي
عمـــــاد محمـــود

الطبعة الخامسة
1445هـ - 2023 م

المقدمة

بغرض التواصل مع التطور التكنولوجي الحاصل في المجالات الصناعية كافة، وبتوفيق من الله – عز وجل – نقدم هذا الكتاب المتخصص في الرسم الصناعي ضمن اختصاص المحطات والشبكات ومعالجة المياه، وبأسلوب عرض قد يختلف عما كان متبعاً في كتب الرسم الهندسي والصناعي لكنه استمراراً لنفس منهجية كتاب الرسم الهندسي والصناعي للمرحلة الأولى، والذي يحتوي على توضيح للمعلومة قبل رسمها فضلاً عن كون هذا التخصص من الأهمية التي تستوجب تركيز المعلومة والتي تكون متواصلة ومتكاملة مع ما يتعلمه الطالب في العلوم الصناعية والتدريب العملي.

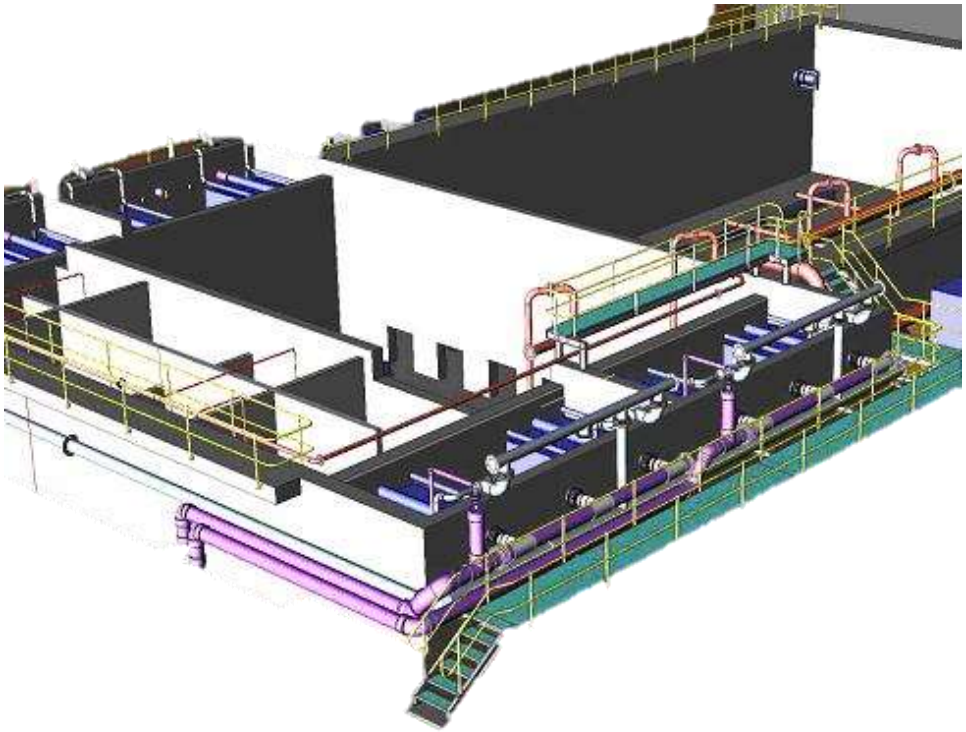
تضمن الكتاب خمسة فصول، تناول الفصل الأول مراجعة سريعة لما تعلمه الطالب من أساسيات الرسم الهندسي والصناعي في المرحلة الدراسية السابقة، أما الفصل الثاني فيتعرف من خلاله الطالب على الرموز المستعملة في رسم مخططات العمليات الصناعية التي من الواجب على المتخصص في هذا المجال الدراية الكاملة عنها فضلاً عن استعمالها في رسم المخططات، وقد ركز الفصل الثالث على موضوع قراءة مخططات عمليات تصفية ومعالجة المياه، في حين عرض الفصل الرابع موضوع رسم قطاعات في مكونات محطات تصفية ومعالجة المياه، أما الفصل الخامس فقد تناول مراجعة (مختصرة) لأساسيات الرسم بمساعدة الحاسوب والبدايات الضرورية في رسم الخطوط والأشكال، مروراً بتمكين المستعمل للبرنامج من رسم المخططات الانسيابية ومخططات التدفق للعمليات الصناعية وبالأخص عمليات تصفية ومعالجة المياه في أسلوب ثنائي الأبعاد فضلاً عن أوليات الرسم ثلاثي الأبعاد، وبذلك صار لزاماً تدريس الفصل الخامس بالتزامن والتتابع مع فصول الكتاب الأربعة.

ونحن إذ نهدي هذا الكتاب لطلبتنا الأعزاء لا ندعي كماله ولا تمامه، بل كان اجتهاداً منا في عرض المعلومات عن الرسم الصناعي - لهذا التخصص المهم - لتكون استمراراً لتفكير هندسي علمي سليم وركيزة انطلاق لتكملة التعلّم نحو المرحلة الدراسية القادمة والتي ستكون أكثر تخصصاً آملين أن تكون هذه المعلومات ذات فائدة عملية تؤهل الطالب في اختصاصه وأساسِ لتكملة دراسته في هذا المجال التقني.

وختاما نتقدم بالشكر إلى السادة الخبراء العلميين والخبير اللغوي لجهودهم في مراجعة الكتاب، 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، آملين أن نكون قد وفقنا في تقديم ما يخدم ويعزز التوجه لدى أبنائنا الطلبة في مسيرتهم العلمية والمهنية، والله وليّ التوفيق.

المؤلفون



الفهرست

التسلسل	الموضوع	رقم الصفحة
	المقدمة	3
	الفهرست	5
الفصل الأول	مراجعة لأساسيات الرسم الهندسي	6
1-1	أدوات الرسم الهندسي والصناعي	7
2-1	الحركات الرئيسة في تنفيذ الرسومات	8
3-1	أنواع الخطوط في الرسم الصناعي	9
4-1	مقياس الرسم	10
5-1	رسم المساقط المتعامدة	11
6-1	الرسم المتقايس	14
7-1	الرسم المائل	22
8-1	رسم القطاعات	26
	أسئلة الفصل الأول	31
الفصل الثاني	الرموز المستعملة في رسم مخططات العمليات الصناعية	35
1-2	رموز المعدات الأساسية	36
2-2	استعمال الرموز في رسم مخططات التدفق	43
	أسئلة الفصل الثاني	52
الفصل الثالث	وصف مخططات عمليات تصفية ومعالجة المياه	53
1-3	مخطط محطات الماء الصالح للشرب	54
2-3	طريقة غسل المرشح	59
3-3	نظام التعقيم بالكلور (إضافة الكلورين)	60
4-3	معالجة مياه الصرف الصحي (المجاري)	61
5-3	محطات مدمجة لتصفية المياه	63
6-3	ربط المضخات	67
	أسئلة الفصل الثالث	68
الفصل الرابع	رسم قطاعات في مكونات محطات تصفية ومعالجة المياه	72
1-4	أحواض الترسيب	73
2-4	عملية الترشيح	76
3-4	حوض حجز الرمال لمياه المجاري	84
4-4	المرشحات البيولوجية	85
5-4	المضخات	88
6-4	الصمامات	92
7-4	ربط الأنابيب	96
8-4	التعقيم باضافة الكلور	99
	أسئلة الفصل الرابع	100
الفصل الخامس	الرسم المعان بالحاسوب	104
1-5	التعرف على واجهة البرنامج	105
2-5	مهارات الرسم في شريط أدوات القفز	109
3-5	أوامر الرسم (ثنائي الأبعاد)	114
4-5	شريط أوامر التعديل	122
5-5	شريط الأبعاد	127
6-5	بداية الرسم	129
7-5	الرسم ثلاثي الأبعاد	136
8-5	أوامر الرسم ثلاثي الأبعاد	137
9-5	الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة D2	142
	أسئلة وتمارين الفصل الخامس	149

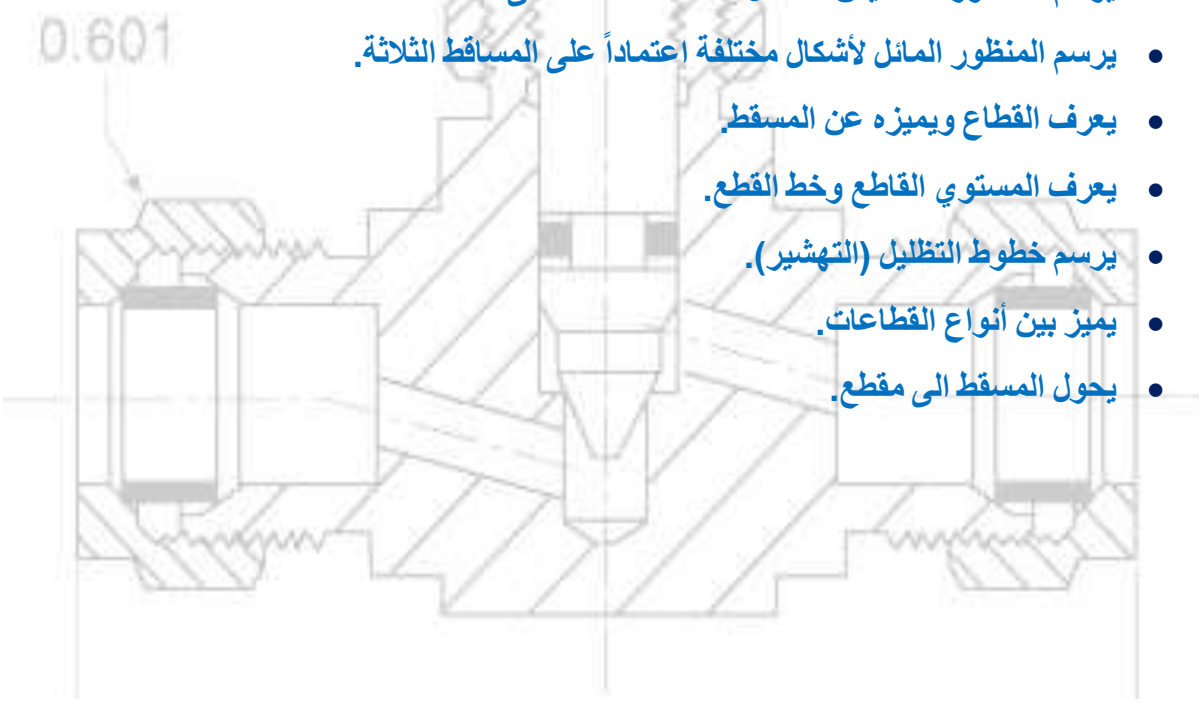
الفصل الأول

مراجعة لأساسيات الرسم الهندسي

أهداف الفصل الأول

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن:-

- يستذكر القواعد الأساسية المتبعة في الرسم الهندسي.
- يتقن استعمال أدوات الرسم الهندسي المختلفة بالطرائق الصحيحة.
- يجهز لوحة الرسم ويختار الأدوات المناسبة.
- يستنتج المساقط للمجسم (المنظور).
- يضيف الأبعاد و النصوص للرسم.
- يعرف أنواع الرسم المجسم (المنظور).
- يعرف قواعد رسم المنظور.
- يرسم المنظور المتقايس لأشكال مختلفة اعتماداً على المساقط الثلاثة.
- يرسم المنظور المائل لأشكال مختلفة اعتماداً على المساقط الثلاثة.
- يعرف القطاع ويميزه عن المسقط.
- يعرف المستوي القاطع وخط القطع.
- يرسم خطوط التظليل (التهشير).
- يميز بين أنواع القطاعات.
- يحول المسقط الى مقطع.



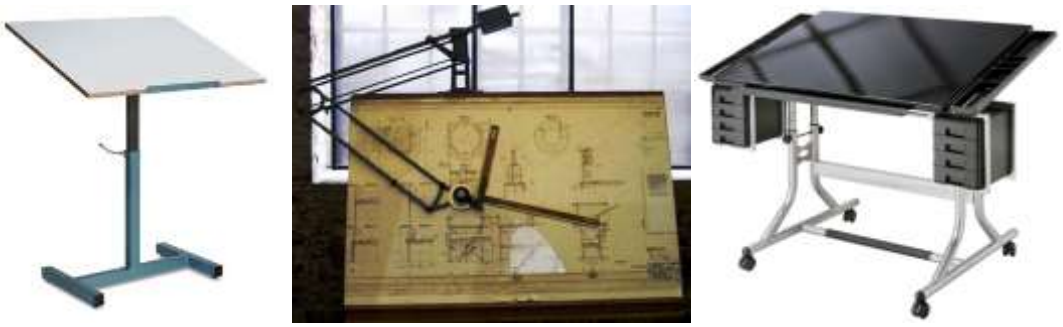
تمهيد

تمرن الطالب في المرحلة الدراسية السابقة على بعض العمليات الأساسية في الرسم الهندسي الصناعي ابتداءً من رسم الأشكال الهندسية المنتظمة إلى طريقة تمثيل الأجسام برسم مساقطها ومناظيرها، ونجد من المناسب في هذه المرحلة مراجعة بعض المعلومات التي تساعدنا في استذكار سريع لها لنستعيد المهارات في استعمال الأدوات وتنفيذ بعض التمارين التي ستكون مدخلاً يسهل التعامل مع لوحات الاختصاص وأهمها استخراج المساقط الرئيسة من المنظور وفقا للمواصفات والأنظمة القياسية في الرسم الهندسي.

1-1 أدوات الرسم الهندسي والصناعي

لغرض التواصل مع ما تم دراسته في السنة الماضية نستعرض بشكل مختصر الأدوات الأكثر استعمالاً في الرسم اليدوي ومنها:

- منضدة الرسم Drafting Table: يستعمل الرسامون اللوحة أو المنضدة للرسم والتعديل على الورقة بالحبر أو قلم الرصاص. وتكون محمولة بشكل آمن على قاعدة عن طريق عمود (أعمدة) تسمح بالحركة المائلة والعمودية بحسب طول الرسام وتحتوي على حافة معدنية تمنع انزلاق أدوات الرسم، وتتوفر المئات من التصاميم بحسب نوع الاستعمال، لاحظ الشكل (1-1).



الشكل 1-1: مناضد الرسم الهندسي.

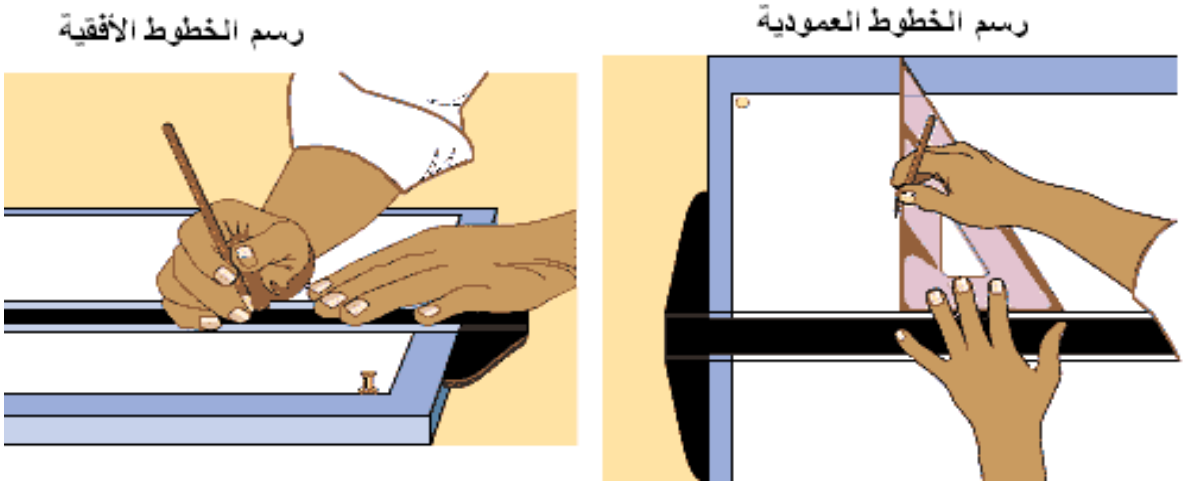
- عدّة تجهيزات الرسم الأساسية Basic Drawing Outfit Kit : وتحتوي على مسطرة لرسم الخطوط الأفقية (T square) وتكون على أنواع وأحجام متعددة يتراوح طولها بين (475 mm و 660 mm) مصنوعة من الخشب أو البلاستك، وقد تكون مرتبطة مع منضدة الرسم تتحرك عن طريق آلية بسيطة تسهل حركتها، أو تتحرك يدوياً على لوحة الرسم Drawing Board وهذه اللوحة مصنوعة من مادة مناسبة (الخشب أو البلاستك)، سطحها مستوياً وناعما وبأبعاد لا تتجاوز $430 \times 600\ mm^2$، تناسب المرسم أو الصف الدراسي ، ويتميز اللوح بجانب مستوي تماما ليعطي المسطرة (حرفT) وضعاً أفقياً أينما تحركت، ويبين

الشكل (2-1) أدوات الرسم المختلفة (مثلّث، منقلة، .... الخ) لتنفيذ رسم الخطوط المائلة أو العمودية أو المتوازية، وهناك أدوات لرسم الدوائر، الأقواس، والرموز الأخرى، وأيضا (بوصلة، قوس الرسم الفرنسي French Curve، طبعات لرسم الأقواس والأشكال وإجراء المحو الدقيق، ... الخ). ومع التقدم السريع في تقنيات الحاسوب صار الرسم والتصميم في الآونة الأخيرة ينفذ عن طريق برامج الرسم والتصميم الهندسي (CAD)، مما قلل من استعمال لوحة وأدوات الرسم.

الشكل 1-2 : بعض أدوات الرسم اليدوي.

2-1 الحركات الرئيسة في تنفيذ الرسومات

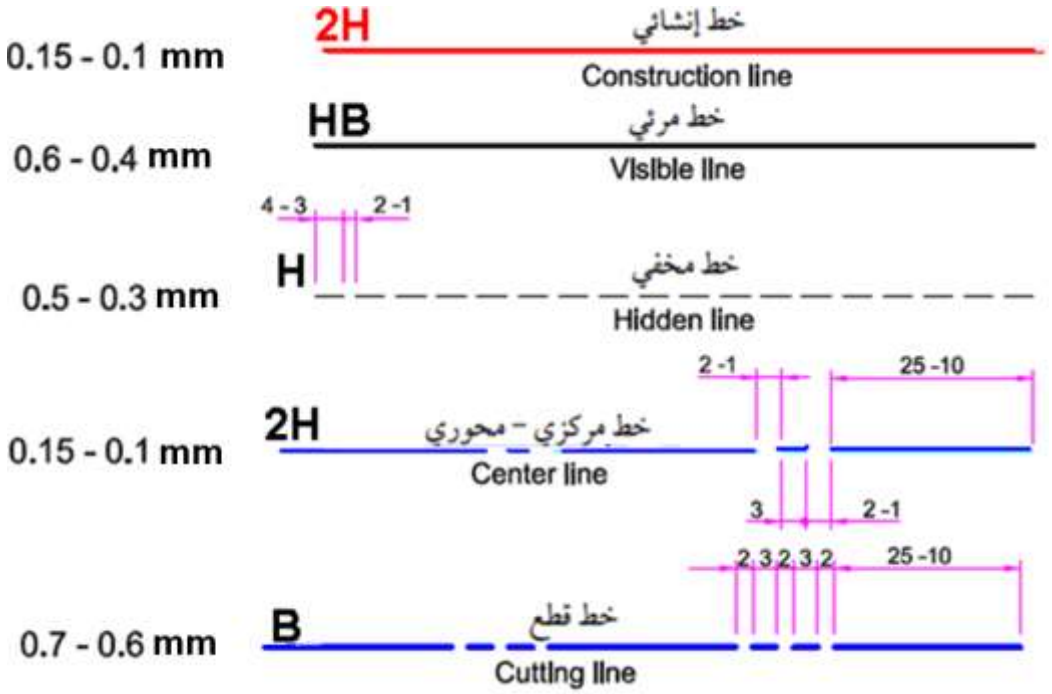
يستعمل الرسام مهارات حركية في تنفيذ الرسومات باستعمال الأدوات الرئيسة، لاحظ الشكل (1-3)، إذ تستعمل المسطرة (حرف T) في رسم الخطوط عن طريق تحريك المسطرة إلى الموقع المطلوب، ثم تثبيتها بعناية، وبالمسك الجيد للمسطرة ترسم الخطوط الأفقية، كما يمكن استعمال المسطرة لإسناد المثلث قائم الزاوية لرسم الخطوط العمودية.



الشكل 1-3 : رسم الخطوط الأفقية والعمودية باستعمال المسطرة حرف T.

3-1 أنواع الخطوط في الرسم الصناعي

تستعمل الخطوط في الرسم الصناعي لتمثيل السطوح والحافات الداخلية والخارجية، ولبيان قطاعاتها وأبعادها، وتختلف بعضها عن بعض بالسمك والشكل، وتتراوح بين العريض (السميك) المتصل الغامق إلى الخط الرفيع المتقطع الباهت، ويوضح الشكل (4-1) أنواع الخطوط.



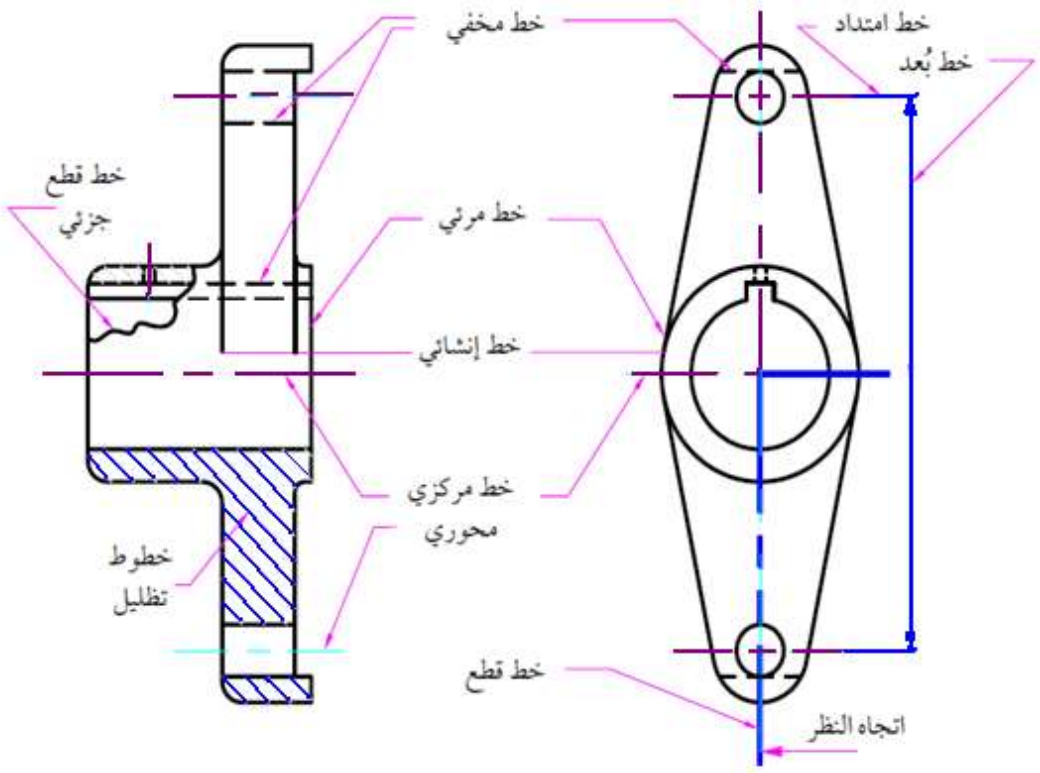
الشكل 1-4: أنواع الخطوط وخواصها.

ولابد من احتواء جميع الرسومات الصناعية على الأنواع الآتية من الخطوط:

- **الخطوط المرئية: وتمثل هذه الخطوط الحافات الخارجية التي تحدد شكل الجسم، وتفاصيله الخارجية، وترسم على هيئة خطوط ظاهرة كاملة .**
- **الخطوط المخفية: وتمثل هذه الخطوط الحافات التي تقع خلف مستوى النظر من الجسم وترسم على شكل خطوط متقطعة .**
- **خطوط المحاور: وتنصف هذه الخطوط الأشكال المتماثلة وترسم على شكل خطوط متقطعة طويلة ثم قصيرة وهكذا، وتكون عادة بسمك اقل من سمك الخطوط الأساسية.**
- **خطوط الأبعاد: وتمثل هذه الخطوط الأبعاد الأساسية للشكل وتنتهي تلك الخطوط في نهايتيها بسهمين مضللين كل على شكل مثلث متساوي الساقين يتناسب حجمه مع حجم الشكل المرسوم.**

- خطوط التهشير (التظليل): ترسم هذه الخطوط عند رسم القطاعات للدلالة على إن مستو القطع يمر بمنطقة ممتلئة بالمادة (المعدن) في حين لا تظلل المناطق الفارغة كالثقوب والتجاويف مع وجود استثناءات لمواد لا تهشر عند قطعها (كالأعمدة عند قطعها طولياً)، وترسم هذه الخطوط على شكل خطوط متوازية مائلة بزاوية (45) درجة.
- خطوط القطع: وتمثل هذه الخطوط مواقع قطع الجسم وترسم على شكل خطوط طويلة نسبياً يفصل بينها خطان قصيران (شرطتان) ويكون سمكها أكثر من سمك الخطوط الأساسية.

ويبين الشكل (5-1) طريقة استعمال الأنواع المختلفة للخطوط.

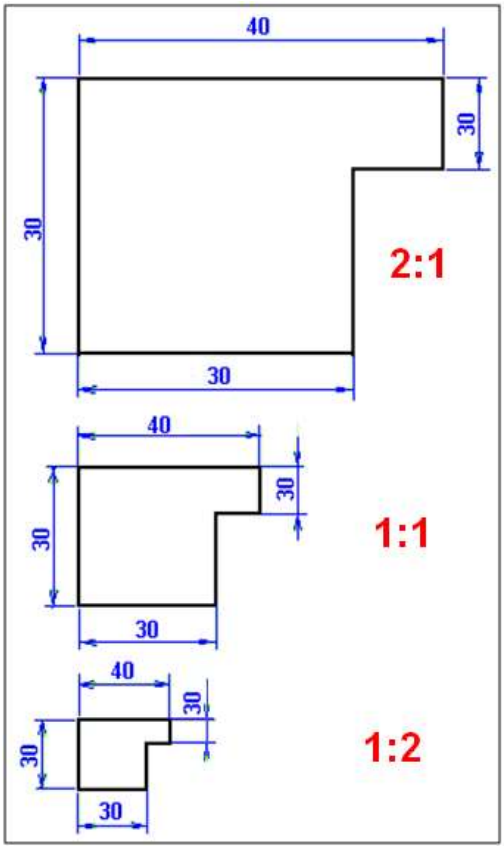


الشكل 1-5: مسقط أمامي نصفه السفلي مقطوع ومسقط جانبي لتوضيح أنواع الخطوط.

1-4 مقياس الرسم

بما إن تنفيذ الرسومات يتم على لوحات رسم ذات أبعاد محددة يستوجب أحيانا تكبير أو تصغير الأبعاد الحقيقية للرسومات بحيث تتلاءم مع مساحة الورقة، وهذا يتطلب استعمال مقياس رسم مناسب، والذي يمثل النسبة بين البعد في الرسم إلى البعد الحقيقي. وقد يكون مقياس الرسم تكبيراً أو تصغيراً أو كاملاً (بالأبعاد نفسها)، فمثلاً تقرأ النسبة من اليمين إلى اليسار 1: 2 كمقياس للتصغير ويكون 2 : 1 مقياس للتكبير وفي حالة القراءة باللغة الانكليزية للوحة أي من اليسار إلى اليمين،

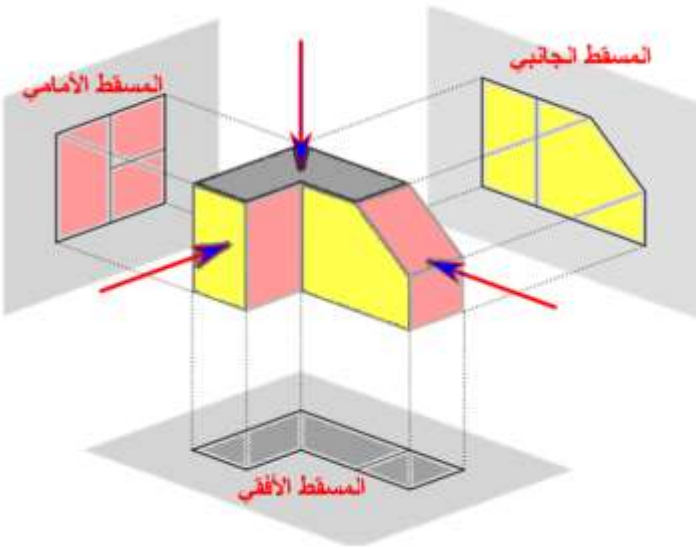
(وهي الأكثر شيوعا)، لاحظ الشكل (1-6)، فيكون التصغير 1:2 والتكبير 2:1 وهكذا، ويتم الرسم بالقياسات المحسوبة وفق المقياس المعطى بينما تثبت الأبعاد الحقيقية على الرسم.



الشكل 1-6 : مقياس التكبير والتصغير والكامل (الحقيقي).

1-5 رسم المساقط المتعامدة

يمثل المسقط الأثر الذي ينتج من إسقاط أشعة متوازية بشكل عمودي على مستويات متعامدة تمر على جسم أسطحه (معظمها) موازية لهذه المستويات، وهذه المساقط (الآثار) تسمى بأسماء المستويات فالمستوي الأمامي يحتوي على المسقط الأمامي، لاحظ الشكل (1-7).



الشكل 1-7 : المنظور ومساقطه المتعامدة.

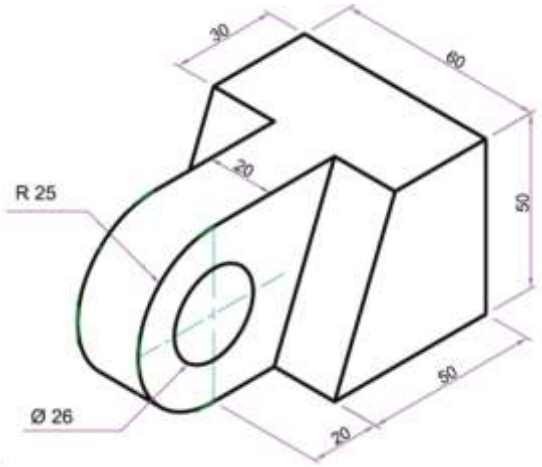
فإذا أسقطنا الجسم عموديا على المستوي الأمامي، فإن الشكل الذي ينتج يسمى مسقطا أماميا، وإذا أسقطنا الجسم عموديا على المستوي الجانبي، فإن الشكل الذي ينتج يسمى مسقطا جانبيا، وإذا أسقطنا الجسم عموديا على المستوي الأفقي، فان الشكل الذي ينتج يسمى مسقطا أفقيا. ويترتب على ذلك الحقائق التالية:-

- **المسقط الأمامي يتكون من بعدي الطول والارتفاع.**
- **المسقط الجانبي يتكون من بعدي العرض (العمق) والارتفاع.**
- **المسقط الأفقي يتكون من بعدي الطول والعرض (العمق).**

ومن الملاحظ أن كل مسقطين متجاورين يشتركان في أحد الأبعاد الثلاثة وعليه يمكن استنتاج المنظور من المساقط حيث يلزم معرفة مسقطين أو أكثر وذلك بتركيب المساقط المعطاة حسب أبعادها.

مثال 1-1

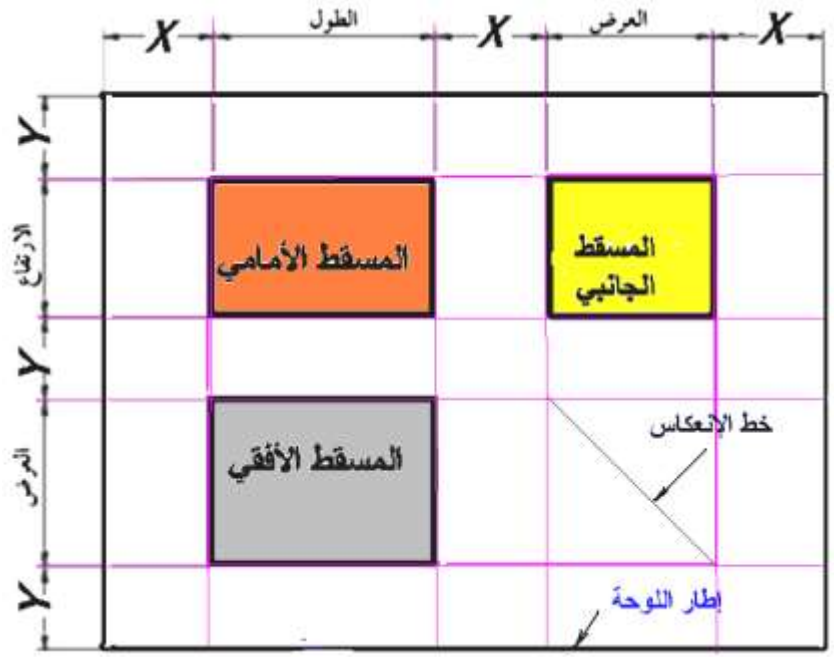
ارسم المساقط الثلاثة للمنظور المبين بالشكل (1-8) بمقياس رسم 1:1 مستخدما الورقة A4 بالوضع الأفقي.



الشكل 1-8: منظور متناظر.

الحل

بأتباع توزيع المساقط على ورقة الرسم، (وكما مر في المرحلة الدراسية السابقة)، يتم استخراج الطول والعرض والارتفاع من المنظور المعطى وتحسب المسافات البينية الأفقية بين المسقطين الأمامي والجانبي والهوامش (X=37 mm)، وكذلك المسافة الرأسية بين المسقطين الأمامي والأفقي والهوامش (Y=27 mm)، ومن ثم يتم تحديد المستطيل الذي ستكون المساقط الثلاثة في داخله، والذي يحتوي على المساحات التي تحدد الإطارات الخارجية الحاوية على المساقط، لاحظ الشكل (1-9).



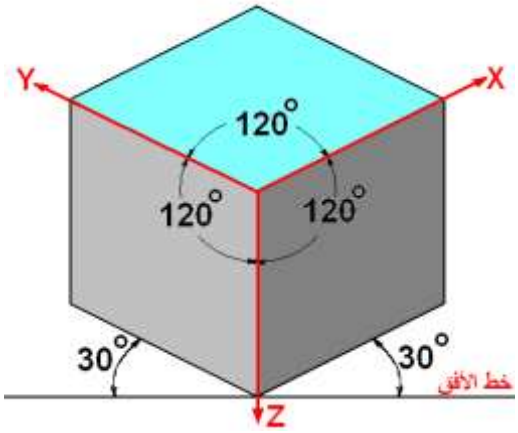
الشكل 1-9 : توزيع المسا قط على ورقة الرسم.

وسنترك للطالب استذكار استخراج تفاصيل الحل والذي من الواجب تنفيذه وبالطريقة الصحيحة في توزيع المساقط ووضع الأبعاد وكما تعلمها الطالب في المرحلة الدراسية السابقة.

6-1 الرسم المتقايس Isometric Drawing

الغرض من الرسم المتقايس في اختصاص شبكات ومحطات ومعالجة المياه هو؛ رسم المنظور لبعض من الأجهزة المستعملة في الاختصاص أو التعرف على الطريقة التي نفذت فيها، ويعد الرسم المتقايس من أنواع الرسم ألإحداثي Axonometric Drawing ضمن الرسم المجسم، وتكون خطوط الإسقاط فيه متوازية وعمودية على مستوي الإسقاط، وإن هذا النوع من الإسقاط هو الأكثر استعمالاً وشيوعاً في التطبيقات الهندسية الصناعية لبساطته وإمكانية وضع أبعاد الجسم على مساقطه بوضوح، إذ ترسم كل الأبعاد بطولها الحقيقي.

يرسم إرتفاع المنظور المتقايس رأسياً، أما الطول والعرض فيرسمان (من اليمين ومن اليسار) بميل زاوية مقدارها 30^o عن خط الأفق الذي يمثل قاعدة المنظور بتماثل حول المحور الأمامي، لاحظ الشكل (1-10)، إذ تبدو محاور المنظور موزعة بزوايا مقدارها 120^o فيما بينها، وترسم الخطوط الموازية للمحاور الأساسية (X,Y, Z) بأبعادها الحقيقية، أما الخطوط التي لا توازي تلك المحاور فأنها لن تحافظ على الأبعاد نفسها وكذلك الزوايا فإنها لا تظهر بقياسها الحقيقي.



الشكل 1-10: المنظور المتقايس.

لتمثيل الأجهزة والمعدات المستعملة في العمليات الصناعية ترسم مساقطها في أكثر من اتجاه لضمان وضوح المجسم (المنظور) ويكفي عموماً ثلاثة مساقط ترسم بطريقة الإسقاط العمودي Orthographic Views الموازي لحافات تقاطع مستويات الإسقاط، علما أن المستويات هي :-

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

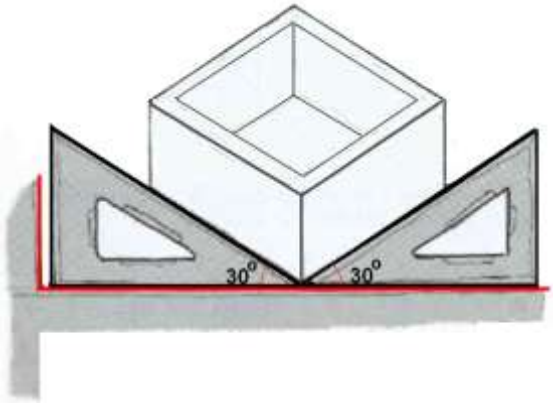
يتم اختيار المسقط الأمامي (الرأسي) دائماً ليكون الوجه الأكثر تعبيراً عن شكل المجسم، والذي يحتوي على أكثر المساحات التي يمكن رؤيتها من الأمام، بينما يحتوي المسقط الجانبي على أكثر المساحات التي يمكن رؤيتها من اليسار، والمسقط الأفقي الذي يحتوي على أكثر المساحات التي يمكن رؤيتها من الأعلى.

1-6-1 خطوات رسم المنظور

تستعمل المسطرة (حرف T) لإسناد المثلث (30^o- 60^o) إذ تكون الزاوية الضيقة (30^o) دائما الى اليمين أو الى اليسار وتستعمل الحافات القائمة لرسم الخطوط الأمامية (العمودية)، لاحظ الشكل (1-11)، أما الخطوط التي لا توازي المحاور الرئيسة فتوصل عن طريق مسطرة القياس أو إحدى حافات المثلث.

لقد تمرنت سابقاً (في المرحلة الأولى) على مراحل تنفيذ الرسم المتقايس، وسنتوسع في تنفيذ تلك الرسومات، وكما سيأتي، ومن المهم أن نذكر أن الرسم يكون بنوعين من الخطوط؛ خطوط خفيفة وبدون ضغط على القلم أثناء الرسم، وهي خطوط بناء المنظور Construction Lines ليسهل

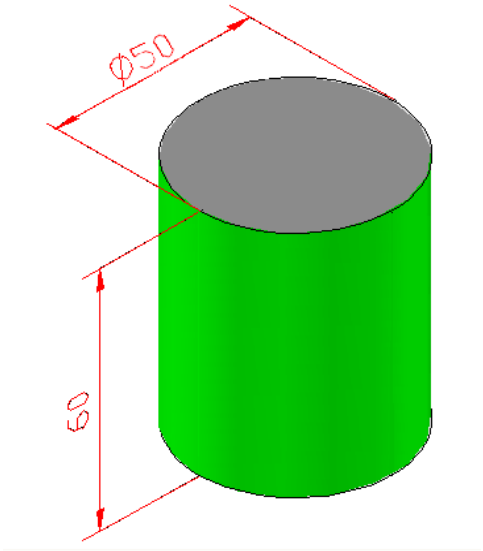
مسح الزائد منها فيما بعد، بينما يتم إظهار الباقي بخطوط غامقة بقلم HB وهي التي تحدد الحافات الخارجية الظاهرة من المنظور.



الشكل 1-11 : طريقة استعمال أدوات الرسم في الرسم المتقايس.

مثال 1-2

ارسم منظور الاسطوانة التي قطرها 50mm وارتفاعها 60mm بطريقة الرسم المتقايس، والمبينة في الشكل (1-12).



الشكل 1-12: منظور اسطوانة.

ملاحظة: لرسم أي جسم منظور نتبع ما يأتي:

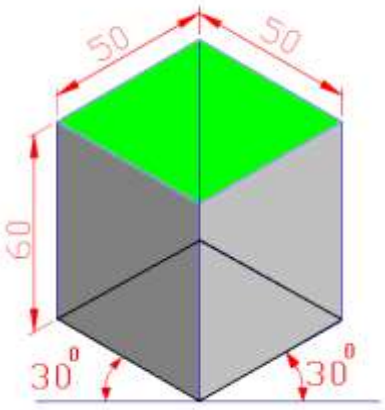
- نستخدم طريقة متوازي السطوح (الصندوق Box Method) إذ يتم رسم صندوق أو متوازي سطوح افتراضي ليحيط بكامل الشكل العام للجسم، وتكون أبعاده مساوية للأبعاد الخارجية للمنظور المطلوب رسمه.
- رسم الخطوط المبينة لسمات الجسم (عادة حافات المستويات والأسطح)، يمكن اعتبار الجانب الأمامي هو الجهة اليمنى من المنظور، والذي يمس سطحه السطح الخارجي للصندوق، وتنقل له تفاصيل الوجه الأمامي عن طريق خطوط موازية للمحاور الرئيسة وهكذا لبقية الأوجه (الجانبي والعلوي أو الأفقي).

- تحديد محاور المعالم الدائرية مع عمل أشكال معينية لرسم الدوائر والأقواس والتي ستظهر بشكل بيضاوي باستعمال طريقة المراكز الأربعة.
- إعادة رسم الخطوط للحافات الظاهرة وتوضيحها بخطوط غامقة وثابتة السمك تبدأ من الدوائر والأقواس ثم الخطوط المستقيمة (بدءاً من الجانب الأمامي).
- إن الخطوط المائلة والتي لا تكون موازية لأي من الإحداثيات الثلاثة تسمى بالخطوط غير المتقايسة ولا يمكن إيجاد أبعادها كما في بقية الخطوط لتغيرّها حسب ميلها ويتم رسمها بتحديد نهاياتها ثم توصيل هذه النهايات.
- مسح الخطوط الزائدة مع ملاحظة ان الخطوط الخفيفة جدا لا تستوجب المسح، ولا ترسم الخطوط المخفية (المتقطعة) في الرسوم المجسمة، (إلاّ عند الضرورة القصوى).

الحل:

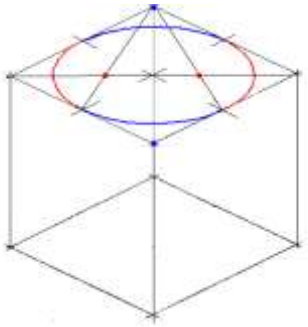
من دراستنا في المرحلة السابقة تعرفنا على طريقة رسم منظور دائرة داخل مربع يميل مستواها عن مستوى النظر، ويتم اعتماد تلك الطريقة في رسم سطحي الأسطوانة الأعلى والأسفل إذ يرسم منظورها بميل مقدار زاويته 30 درجة، وكما يأتي:

1. نرسم معين زاوية ضلعيه من الجهتين 30^o بطول ضلع 50mm (يمثل قطر الاسطوانة)، لاحظ الشكل (13-1)، إذ يمثل الضلع الأيمن طول الشكل ويمثل الضلع الأيسر عرض الشكل (الاسطوانة متناظرة أي أن الطول يساوي العرض)، ثم نكمل الموشور القائم (متوازي السطوح) بارتفاع 60mm.



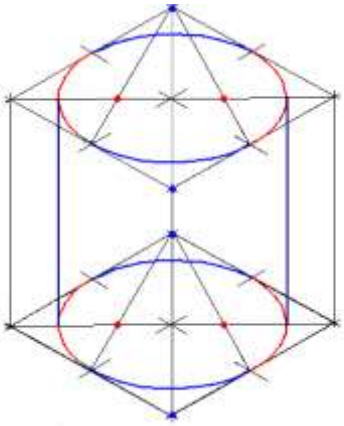
الشكل 1-13 : منظور لموشور قائم.

2. نحدد خطوط المحاور في المضلع العلوي لغرض رسم الشكل البيضاوي باستعمال الفرجال، وبالطريقة السابقة الذكر في المرحلة الأولى (طريقة المراكز الأربعة)، لاحظ الشكل (14-1).



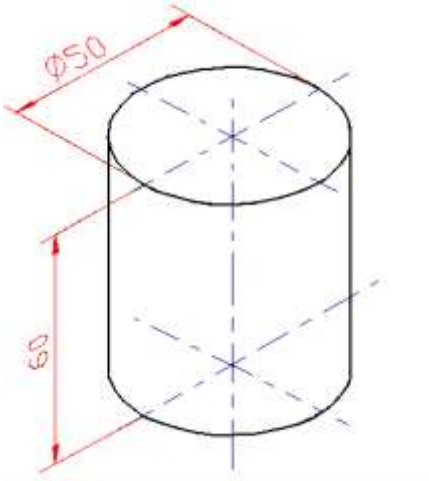
الشكل 1-14 : رسم شكل بيضاوي داخل المعين العلوي.

3. نكرر رسم شكل بيضاوي بالطريقة نفسها في المعين السفلي، ثم نصل طرفي نهايتي الشكلين البيضاويين بأعمدة مماسية، لاحظ الشكل (1-15).



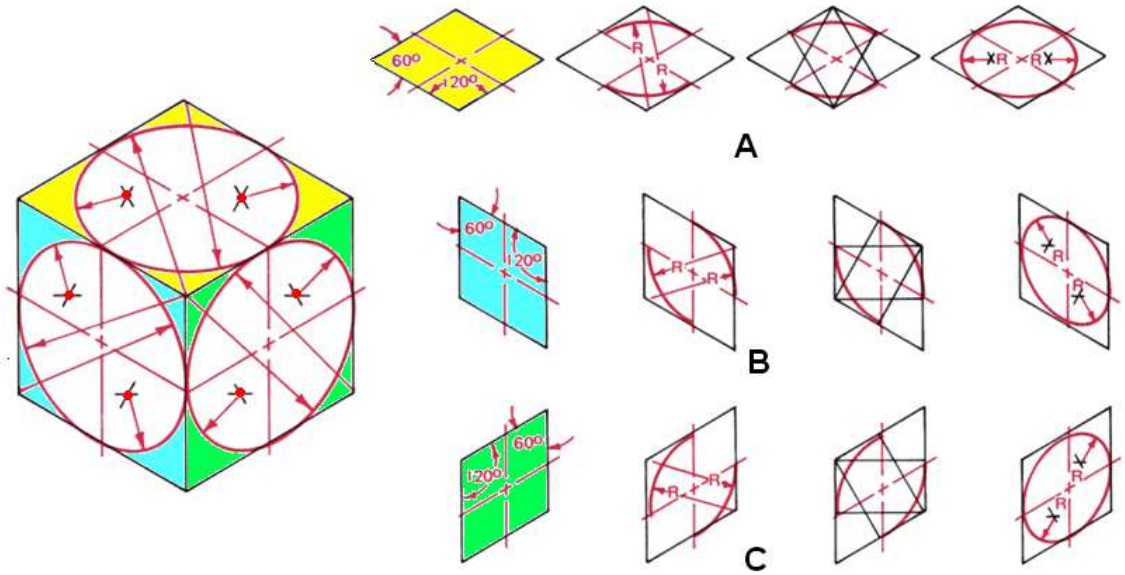
الشكل 1-15: رسم شكل بيضاوي داخل المعين الأسفل.

4. نمسح الخطوط الزائدة لإظهار الشكل النهائي لمنظور الاسطوانة، مع وضع الأبعاد الرئيسة، ورسم المحاور، لاحظ الشكل (1-16).

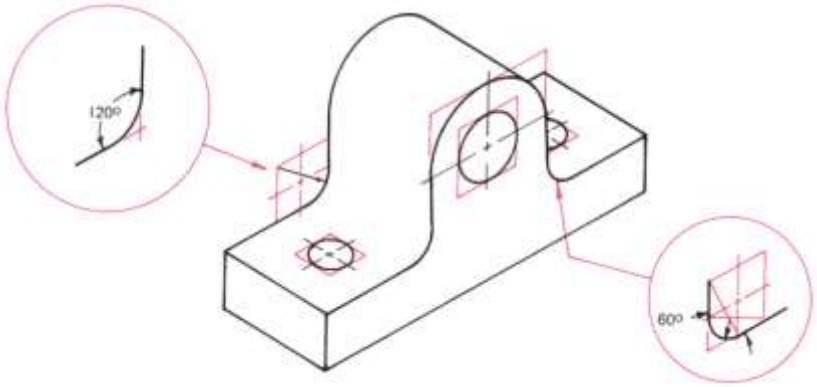


الشكل 1-16 : منظور متقايس لأسطوانة صلدة.

يبين الشكل (1-17)، والشكل (1-18) مراحل تنفيذ الدوائر على الأوجه الثلاثة للمنظور المتقايس وظهورها بشكل بيضاوي بحسب ميل السطح، إذ يكون طول ضلع المعين المتضمن لمنظور الدائرة مساوياً لقطر الدائرة، ويتم ذلك برسم خطوط موازية لمحاور الدوائر المتقاطعة في مراكزها.



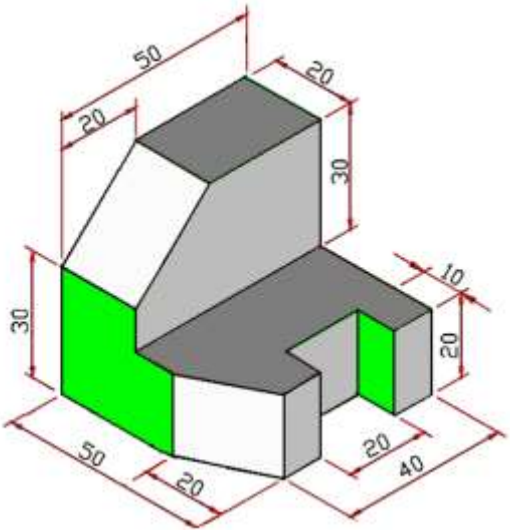
الشكل 1-17: طريقة المراكز الأربعة لرسم مناظير الدوائر في أوجه منظور المكعب المتقايس.



الشكل 1-18: طريقة تنفيذ الأقواس في المنظور المتقايس.

مثال 1-3

أعد رسم المنظور المتقايس المبين في الشكل (1-19) بمقياس رسم 1:1، مع وضع الأبعاد.

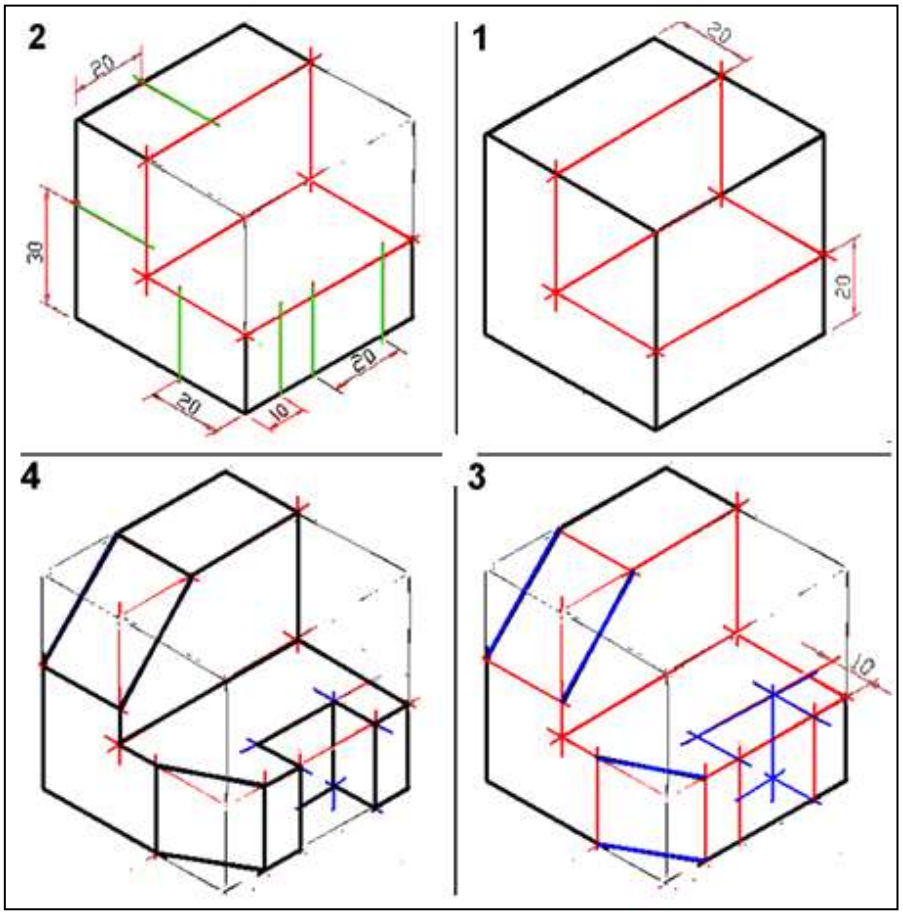


الشكل 1-19 : منظور متقايس يحتوي على أسطح مائلة.

الحل

يبين الشكل (20-1) مراحل تنفيذ المنظور المتقايس وكما يأتي:

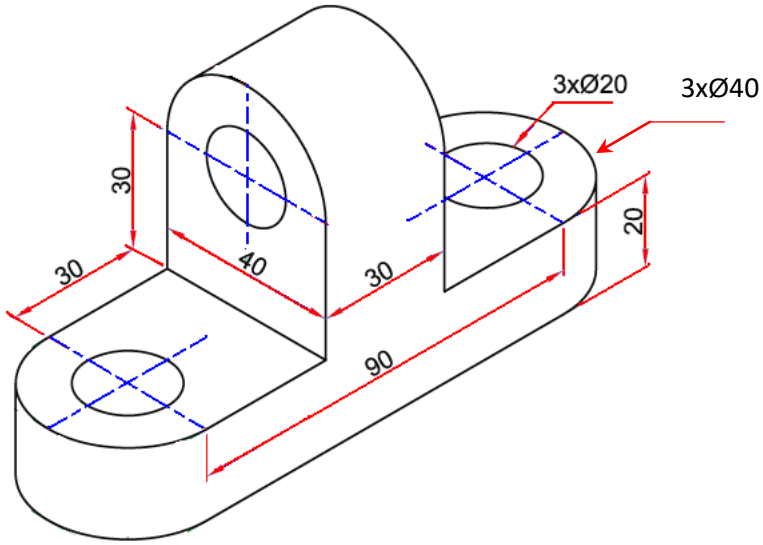
1. **نحسب أبعاد المنظور الخارجية (الطول، العرض، والارتفاع)، وستكون (50mm، 50mm، 50mm)، على التوالي، مما يستوجب رسم منظور متقايس لمكعب طول ضلعه 50mm، ثم نحدد النقاط (بحسب القياسات) على مستويات الأسطح الأمامي، والأفقي، وفق الأبعاد المبينة بالمنظور، ثم نرسم منها خطوطاً بموازاة المحاور الرئيسة لتحديد تفاصيل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



الشكل 1-20 : مراحل رسم منظور متقايس يحتوي على سطح مائل.

مثال 1-4

ارسم المنظور المتقايس المبين في الشكل (1-21) بمقياس رسم 1:1، مع وضع الأبعاد.

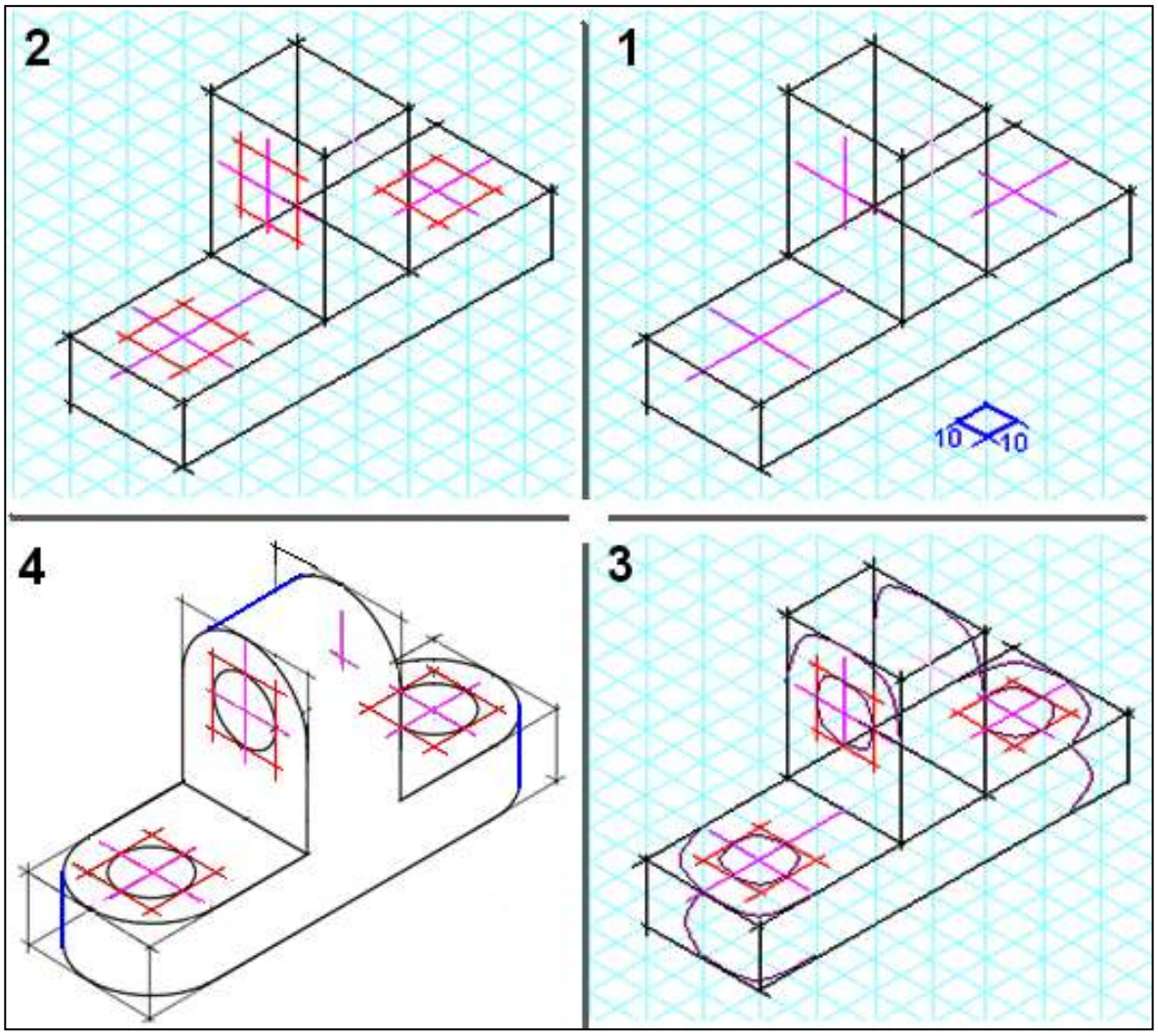


الشكل 1-21 منظور هندسي

الحل

يبين الشكل (1-14) مراحل تنفيذ المنظور المتقايس، ويمكن رسم المخطط الشبكي (الآيزومتري) واستعماله في رسم المنظور (بخطوط خفيفة)،وكما يأتي:

1. **بعد حساب أبعاد المنظور الخارجية (الطول، العرض، والارتفاع)، وستكون (130mm، 40mm، و70mm)، على التوالي، نرسم أشكال مضلعة متوازية السطوح، لتحتوي داخلها المنظور بكل تفاصيله (متوازي سطوح بأبعاد 20mmx40mmx130mm، وآخر يعلوه في منتصفه بأبعاد 50mmx40mmx30mm) مع العلم أن أبعاد كل معين في المخطط الشبكي هي(10mmx10mm)، ثم نؤشر مراكز دوائر الثقوب الثلاثة بمحاور تتقاطع في مراكزها، علما أن هذه المراكز هي لدوائر الحافات الخارجية للمنظور (بنصف قطر 20mm).**
2. **لرسم الثقوب (البيضاوية الشكل) نحدد المعين الذي سترسم داخله معتمدين على مركز كل ثقب وموقعه نسبة الى السطح الذي يقع فيه، إذ يقع ثقبان في السطح الأفقي وثقب في السطح الجانبي، وبما أن قطر الثقب 20mm فيكون المعين بأبعاد(20mmx20mm).**
3. **باستعمال طريقة المراكز الأربعة (أو باستعمال الطبعات البيضاوية الشكل)، نرسم الأشكال البيضاوية لكل من الثقوب والحافات المدورة.**
4. **نصل مماسات للأقواس الظاهرة لتحديد حافات المجسم الخارجية، ثم نمحو الخطوط الزائدة (المخطط الشبكي والخطوط المساعدة الأخرى) مع الإبقاء على الخطوط الأساسية وإعادة رسمها بخطوط غامقة HB ، ثم نضع الأبعاد كما هي في الشكل (1-22).**



الشكل 1-22 : مراحل رسم المنظور المتقايس بالاستعانة بالمخطط الشبكي.

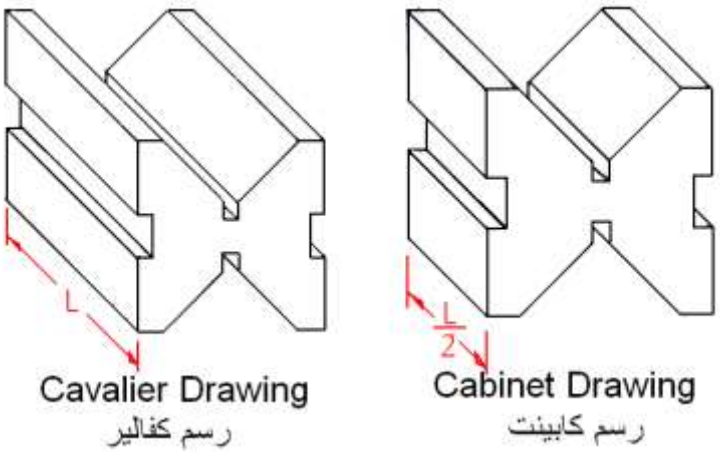
1-7 الرسم المائل Oblique Drawing

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

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

1-7-1 أنواع الرسم المائل

يوجد نوعان من الرسم المائل الأول رسم كفاليرCavalier Drawing وتكون الأبعاد في هذا النوع باتجاه ألإحداثي المائل مرسومة بنفس مقاديرها الحقيقية (L)، أما إذا كانت الأبعاد على ألإحداثي الخلفي مرسومة بنصف المقياس (L/2) فأن الرسم يعرف برسم كابينت Cabinet Drawing ، وهو يعطي انطباع اكثر واقعية عن الشكل الحقيقي، لاحظ الشكل (1-23).



الشكل 1-23 : رسم المنظور المائل.

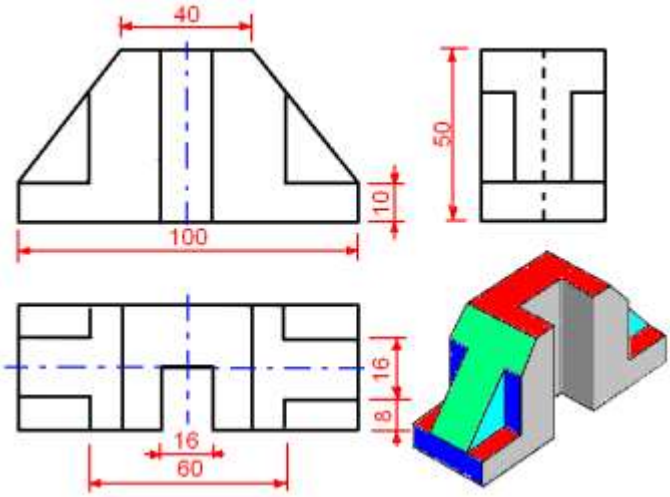
تظهر الدوائر في الوجه الأمامي بشكلها الدائري (ترسم بالفرجال)، أما في الأوجه المائلة (الجانبي والأفقي) فيمكن استعمال طريقة المراكز الأربعة لرسم الشكل البيضاوي.

1-7-2 خطوات رسم المنظور المائل من المساقط

بعد إعادة رسم المسقط الأمامي، نستخدم المسطرة حرف T لإسناد المثلث 45^{o} لرسم الوجه الجانبي إذ تمد الخطوط الخلفية باتجاه الاحداثي المائل، ويرسم عادة الى يسار الوجه الأمامي، وتستعمل الحافات القائمة في رسم الخطوط العمودية، أما الخطوط التي لا توازي المحاور الرئيسة فتوصل عن طريق مسطرة القياس أو إحدى حافات المثلث.

مثال 1-5

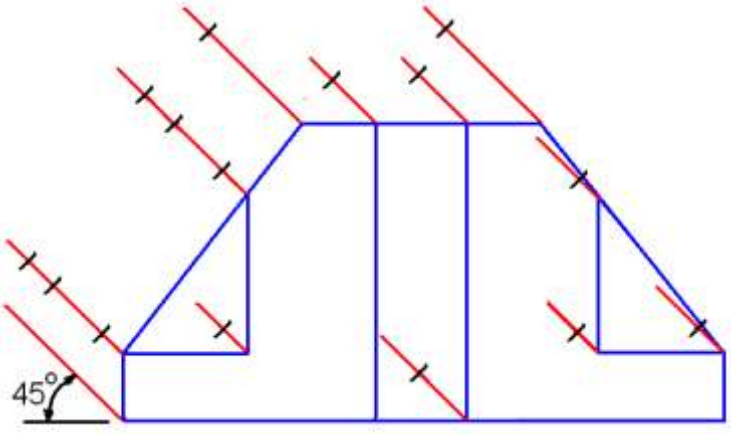
يبين الشكل (1-24) منظور متقايس ومساقطه الثلاثة، ارسم المنظور المائل (كفاليير) بمقياس رسم 1:1 بحيث تكون الخطوط الخلفية مائلة بزاوية مقدارها 45^o.



الشكل 1-24 : منظور متقايس ومساقطه الثلاثة.

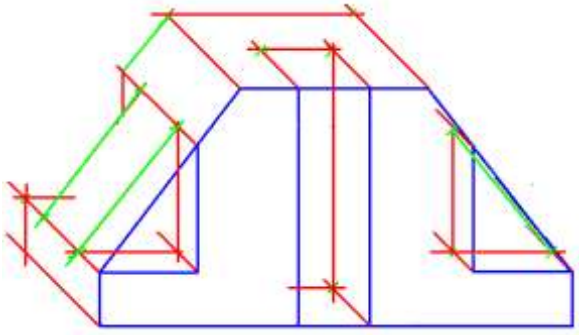
الحل

1. نرسم المسقط الأمامي وبالقياسات والأبعاد الحقيقية (بحسب مقياس الرسم المطلوب 1:1)، باستعمال المسطرة حرف T والمثلث 45^o نرسم الخطوط الخلفية من كل نقاط تقاطعات خطوط المسقط الأمامي وبطول لا يتجاوز البعد الحقيقي لعرض المسقط الجانبي (32mm)، ثم نحدد بنقاط على تلك الخطوط طولها الحقيقي بالاستعانة بالأبعاد الموجودة في المسقطين الجانبي والأفقي، لاحظ الشكل (1-25)، (لو كان المطلوب رسم كابنيت، تنفذ الخطوط بنصف طولها الحقيقي).



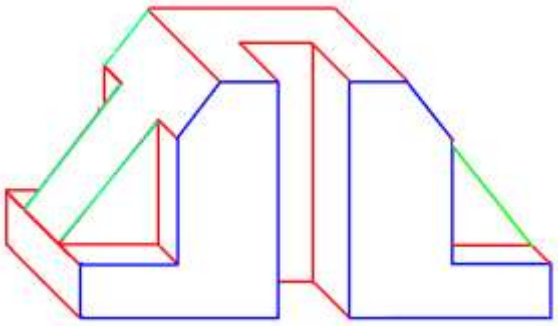
الشكل 1-25 : رسم المسقط الأمامي والخطوط الخلفية.

2. نصل النقاط التي تم تحديدها بخطوط مستقيمة موازية لأضلاع الوجه الأمامي (بالرجوع للخطوط الأفقية في المسقطين الجانبي والأفقي) مع رسم خطوط عمودية من نقاط التقاطع الناتجة (الخطوط المخفية لا ترسم عند رسم أي مجسم إلاّ عند الضرورة القصوى لإظهار تفاصيل داخلية كالثقوب غير النافذة)، ثم رسم الخطوط المائلة بعد تحديد نقاط البداية والنهاية للأسطح المائلة، لاحظ الشكل (1-26).



الشكل 1-26 : رسم الخطوط العمودية والمائلة.

3. نحذف الخطوط الزائدة لتوضيح الهيكل العام المرئي للجسم، مع ملاحظة مسح الخطوط الظاهرة في المسقط الأمامي كونها ليست واقعة في المستوي الأمامي، لاحظ الشكل (1-27)، ثم نضع الأبعاد الضرورية وكما موجودة في المساقط.

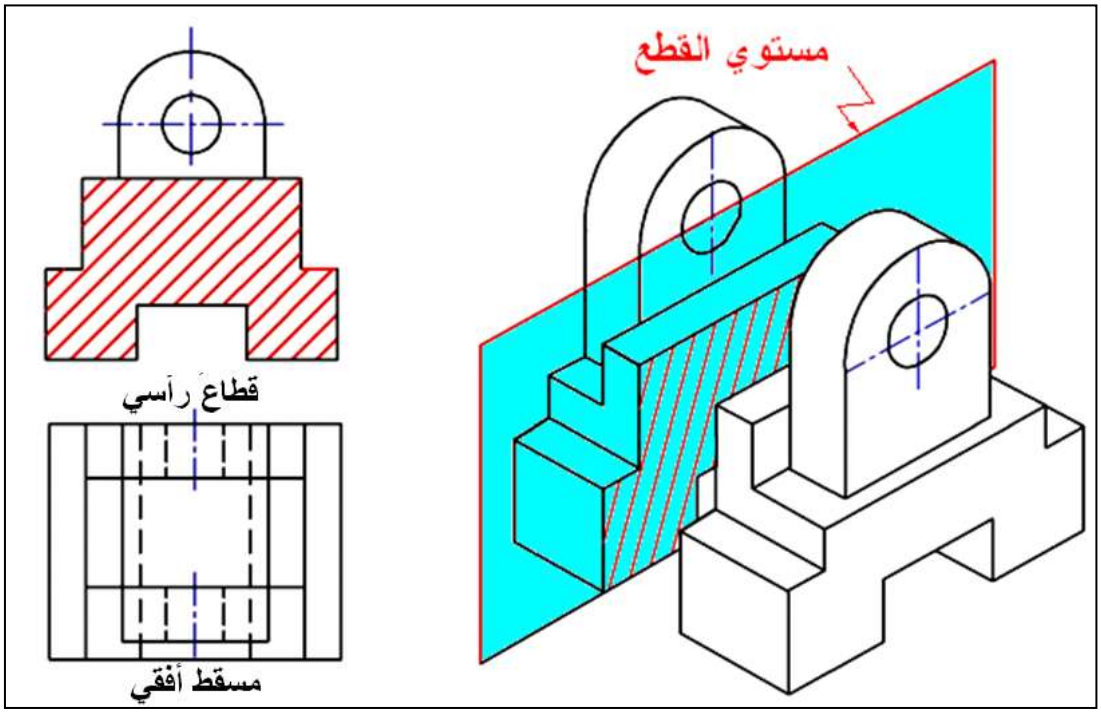


الشكل 1-27 : منظور مائل (كفاليز).

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

8-1 رسم القطاعات

تمثيل المنظور بالمساقط يوضح الشكل الخارجي للجسم دون إظهار أية تفاصيل داخلية أو مخفية مثل الثقوب والتجاويف بشكل واضح والتي توضح عند رسم المساقط كخطوط متقطعة (مخفية). لذلك وعند رسم الأشكال المعقدة التي تحوي تفاصيل مثل الأجزاء المتراكبة والثقوب التي يصعب تخيلها بالمساقط أصبح من الضروري قطع الجسم بمستوي قطع وهمي لإيضاح التفاصيل الداخلية للجسم والذي يسمى القطاع أو المقطع، وهي طريقة لتمثيل الأجزاء غير الظاهرة في رسم المسقط يسمى حينها الرسم بالمسقط المقطوع Section View، أو باختصار "المقطع أو القطاع" Section، ويتم اللجوء لتلك الطريقة في الرسم عند احتواء المسقط على خطوط مخفية كثيرة ومتشابكة مسببة الإرباك وصعوبة في الفهم، ويمكن تمثيل المستوي القاطع كأنه أداة قطع مرت بالقطعة عند محور محدد عليها فتركت آثار القطع على أسطح أجزائها المقطوعة على شكل خطوط تسمى خطوط القطع (خطوط التهشير)، هذه الآثار اتفق على تمثيلها في الرسم بخطوط متوازية تميل عن الأفق بزاوية معينة، نحو اليمين أو اليسار، مع تثبيت جهة الميل في جميع القطاعات للقطعة الواحدة، وترسم هذه الخطوط رفيعة بينها مسافات متساوية يتوقف مقدارها على المساحة المقطوعة، فكلما زادت هذه المساحة زادت المسافة بين خطوط التهشير والعكس صحيح، أما المقاطع الضيقة فيمكن تظليل المساحة كاملة، ويبين الشكل (1-28) مستوى أمامي يقطع مشغولة ويفصلها إلى قسمين يمثل احدهما قطاع (مقطع) أمامي كامل.



الشكل 1-28 : المستوي القاطع والقطاع الرأسي.

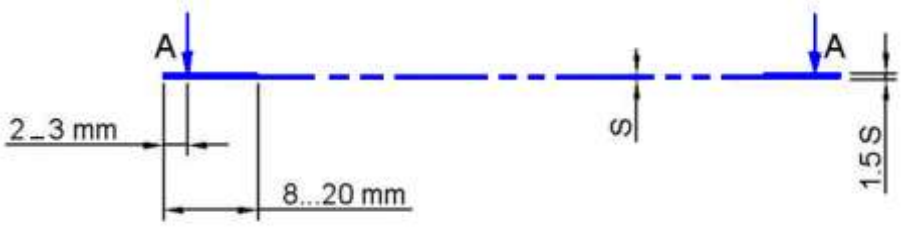
ان عملية رسم القطاعات تستوجب فهم ما يأتي:

1. يكون القطع تخيلياً وليس حقيقياً.
2. يتم القطع في الأغلب بمستويات موازية للمستويات الرئيسة (الرأسي، الجانبي، والأفقي).
3. بعد تخيل عملية القطع يتم إبعاد الجزء القريب من مستوى النظر ثم رسم مسقط الجزء المتبقي والمرئي من غير إظهار للحافات المخفية في المسقط.
4. يتم رسم خطوط التظليل في المناطق التي يمر فيها مستوي القطع.
5. لا ترسم الحافات التي تقع خلف مستوي القطع.

1-8-1 خط القطع Cutting Line

يتم التعبير عن مستوي القطع على أحد المساقط بخط يسمى خط القطع، ويبين الشكل (1-29) طريقة رسم خط القطع، إذ يُمثل بخطوط متسلسلة رفيعة وفي نهايتيه خطين بسمك يساوي 1.5S، إذ ان S هي سماكة الخط المتسلسل، وبطول (8 – 20 mm)، وفي نهاية كل خط يوضع سهم على مسافة (2 – 3 mm) من نهاية الخط ليشيران الى اتجاه النظر نحو المسقط المطلوب تحويله إلى قطاع، فضلاً عن كتابة حرف كبير قرب كل سهم، (كمثال A أو B).

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



الشكل 1-29: خط تمثيل مستوي القطع.

2-8-1 تظليل القطاع Hatching

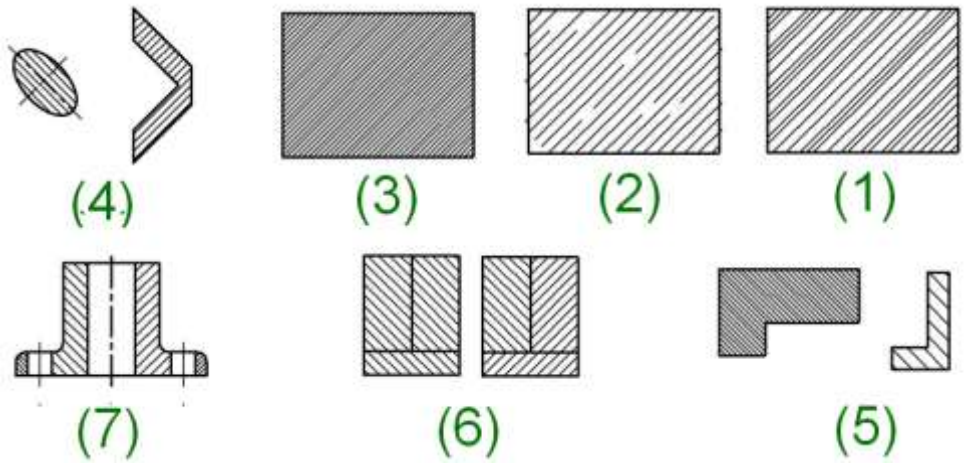
يميز القطاع عن المسقط بوجود خطوط مائلة بزاوية 45^{o} لتغطي المساحة المقطوعة، أما إذا كان أحد خطوط الجسم مائلاً بالزاوية نفسها، فيتم تغيير زاوية خطوط التظليل لتجنب توازي أو تعامدها مع خطوط الجسم، تسمى خطوط التظليل بخطوط التهشير- راجع أنواع الخطوط في المرحلة الدراسية السابقة - ويبين الشكل (1-30) نموذجاً لأحدى المساحات المقطوعة والمظللة (المهشرة).

الشكل 1-30 : خطوط التظليل (التهشير).

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

والشكل (1-31) أدناه يوضح بعض الأخطاء الشائعة عند رسم خطوط التظليل ولابد من تجنبها عند الرسم وهي كما يأتي:

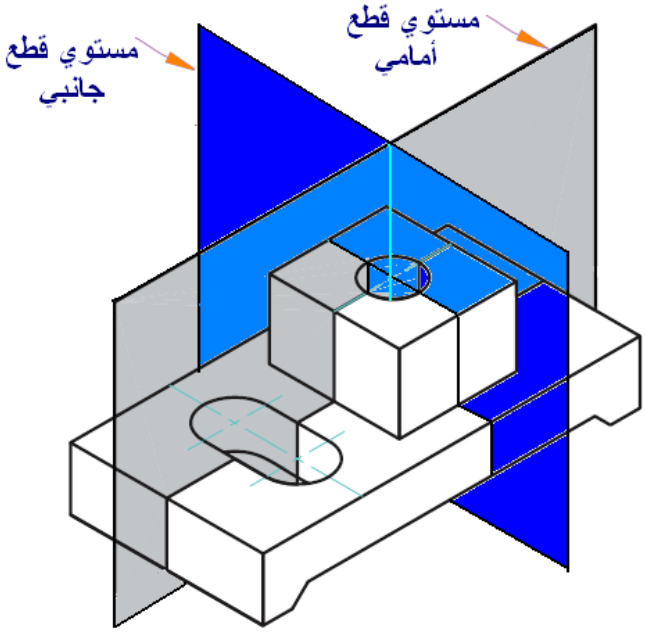
1. **المسافات بين خط وخط آخر غير منتظمة.**
2. **وجود فراغات بين الخطوط أو تجاوز على مساحة القطاع.**
3. **المسافات بين الخطوط صغيرة جدا .**
4. **خطوط التظليل موازية للمحور او خطوط الجسم.**
5. **المسافات بين الخطوط غير متناسبة مع مساحة السطح المقطوع.**
6. **خطوط التظليل لم ترسم بمسافات واتجاهات مختلفة للأجزاء المتجاورة.**
7. **خطوط التظليل لم ترسم بنمط واحد في قطاع جسم واحد.**



الشكل 1-31: الأخطاء الشائعة عند تنفيذ خطوط التظليل.

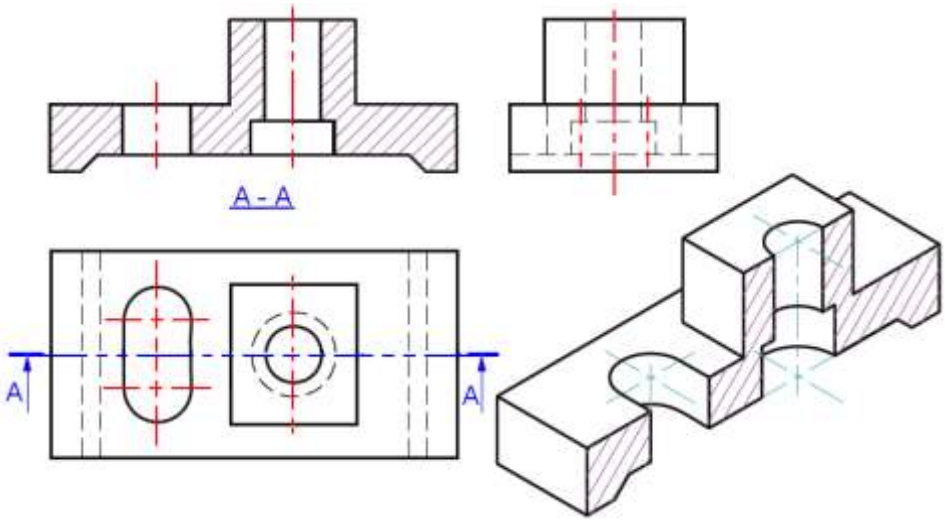
مع ملاحظة إذا كان مستوى القطع موازيا لطول بعض الأجزاء فأنها لا تقطع (لا تظلل) كمثل العصب (ضلع التقوية)، المحور (عمود دوران)، اللوالب، البرشام، الأوتاد (المسامير)، والخوابير، في حين يتم قطعها عندما يمر مستوى القطع عرضياً في تلك الأجزاء.

يبين الشكل (32-1) مستويات القطع الرأسي والجانبي في مشغولة تحتوي على ثقوب.



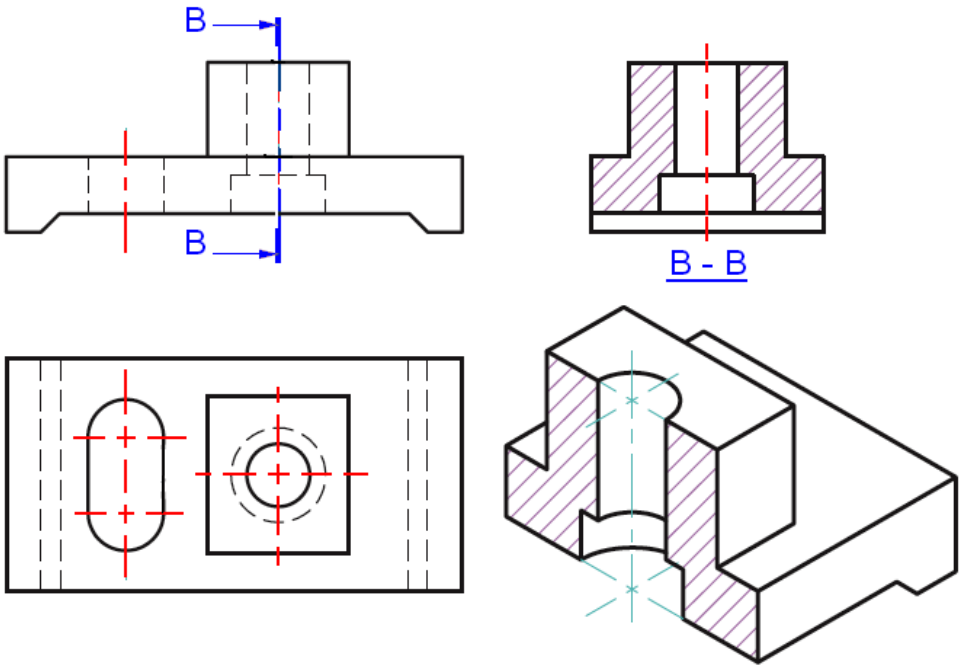
الشكل 1-32 : مستويات القطع الرأسي والجانبي.

الشكل (33-1) يبين القطاع الرأسي والمسقطين الجانبي والأفقي كاملين للمشغولة المذكورة في الشكل (32-1)، وعند رسم القطاع لا تظهر الحافات المخفية خلف مستوي القطع بينما ترسم كل الحافات التي يمر بها المستوي.



الشكل 1-33 : قطاع أمامي مع بقية المساقط.

الشكل (34-1) يبين القطاع الجانبي والمسقطين الرأسي والأفقي كاملين للمشغولة المذكورة ونلاحظ أيضاً عند رسم القطاع لا تظهر الحافات المخفية خلف مستوي القطع بينما ترسم كل الحافات التي يمر بها المستوي.

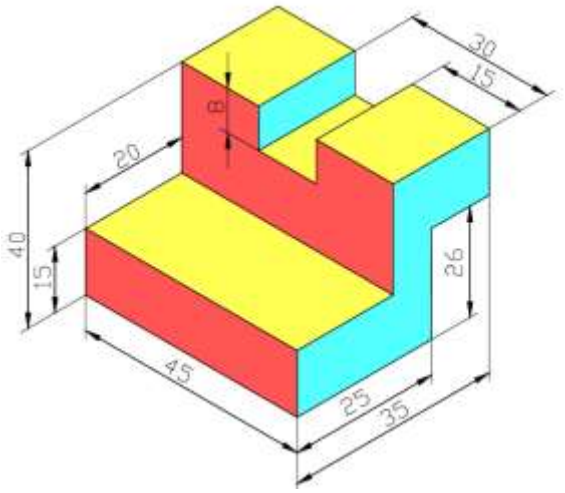


الشكل 34-1 : قطاع جانبي مع بقية المساقط.

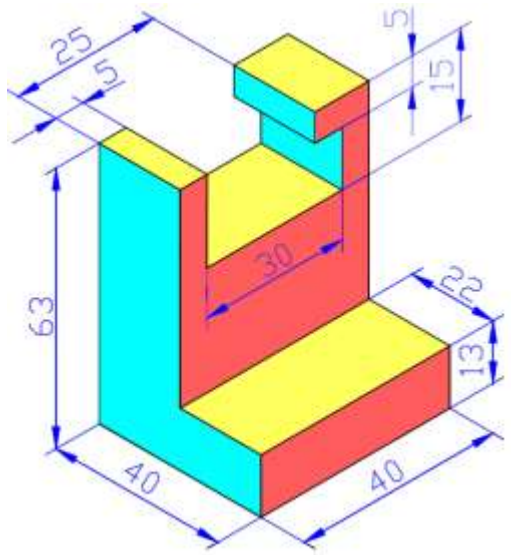
أسئلة الفصل الأول

س1 الأشكال الآتية تمثل مناظير لأجسام، المطلوب رسم المساقط الثلاثة لها وبمقياس رسم 1:1.

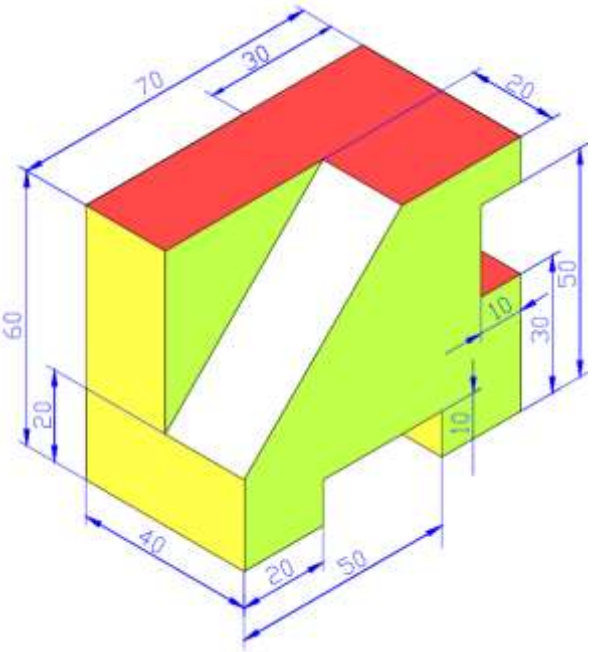
1



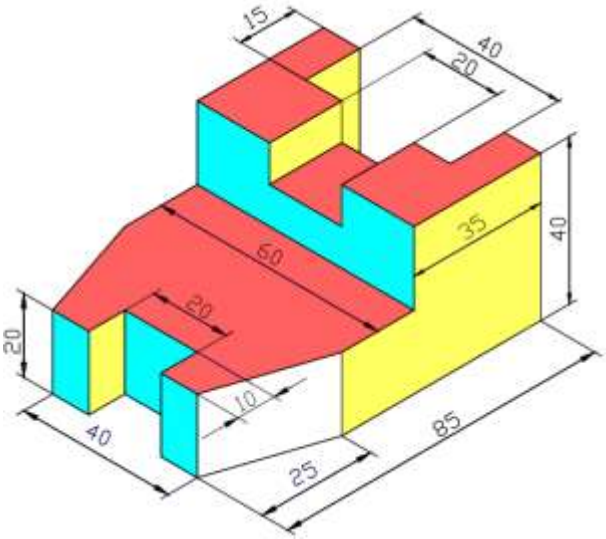
2



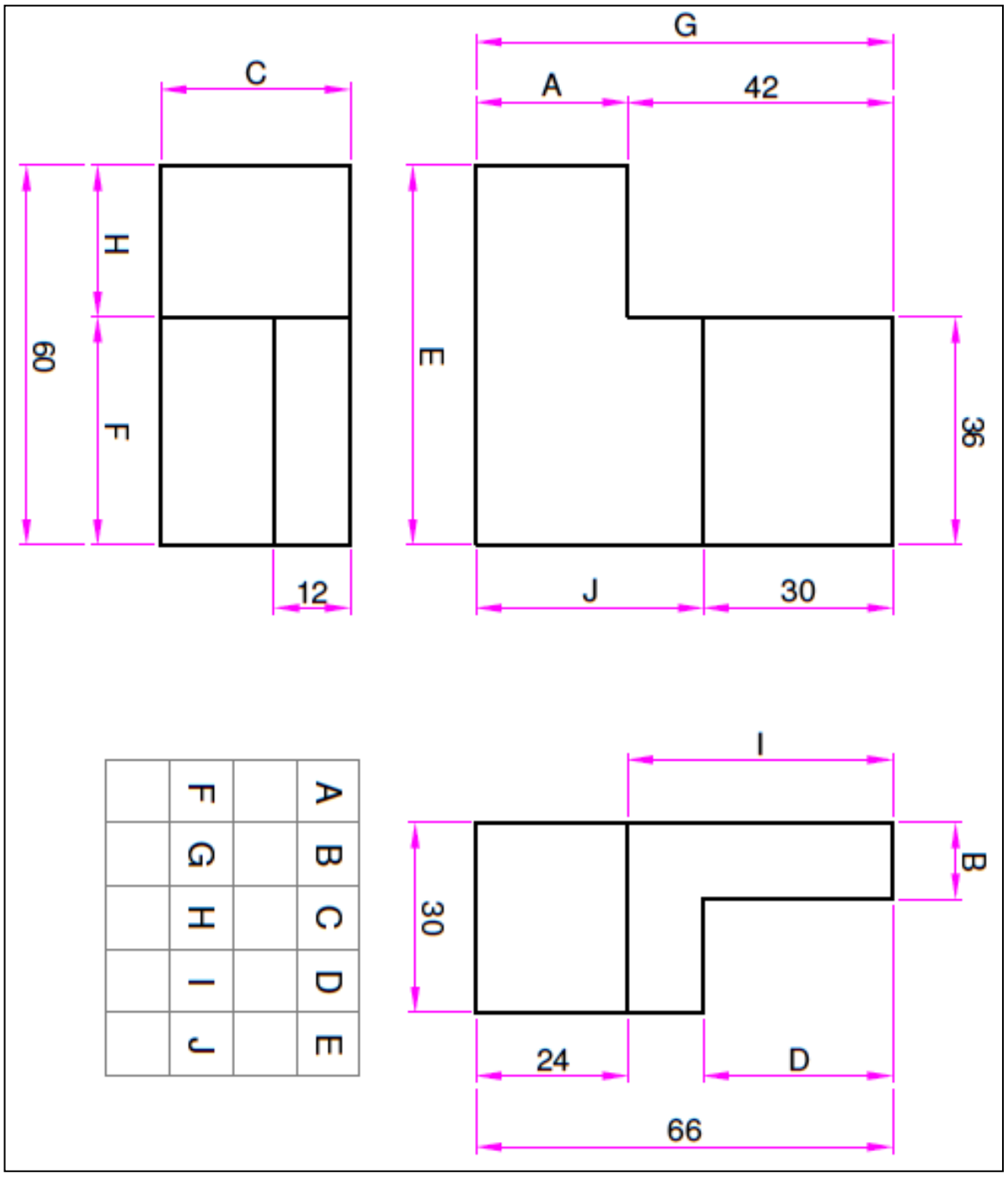
3



4



س2 إملأ فراغات الجدول بالقياسات المناظرة لها من قراءتك للمساقط، ثم أعد رسم اللوحة بمقياس رسم 1:1 .

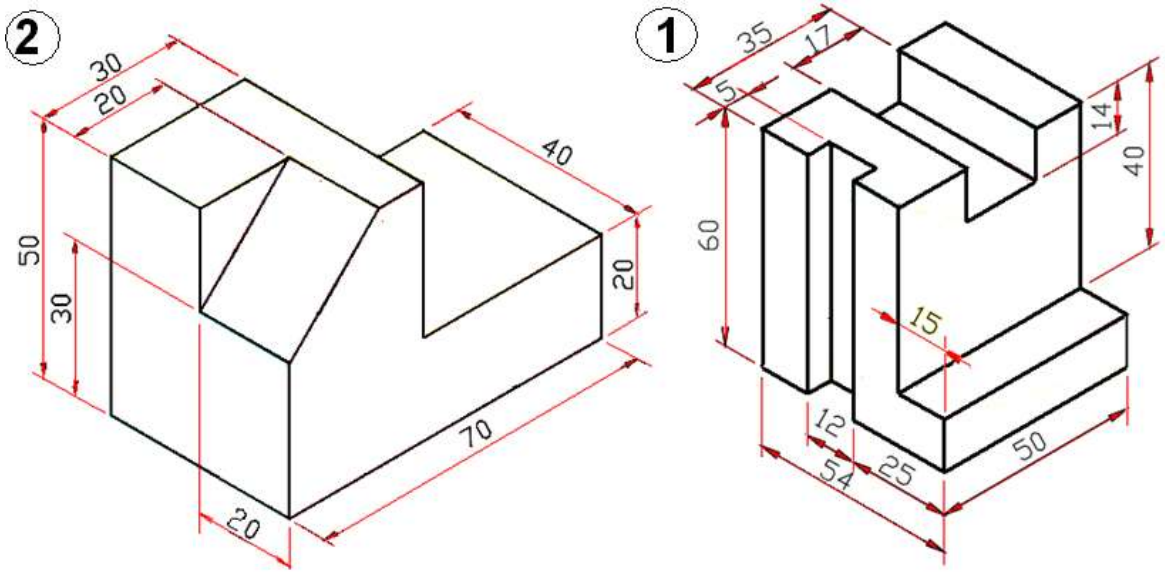


	F		A
	G		B
	H		C
	I		D
	J		E

س3 بمقياس رسم 1:1، أعد رسم كل من المناظير المبينة في الشكل أدناه وكما يأتي:

أ) بطريقة الرسم المتقايس.

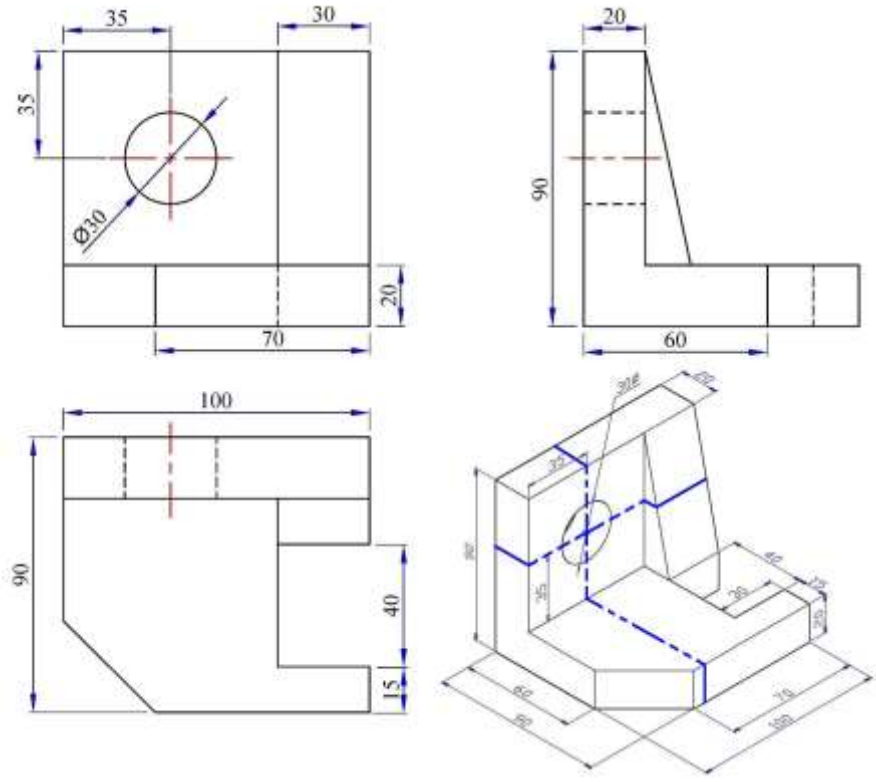
ب) بطريقة المنظور المائل (كفاليز).



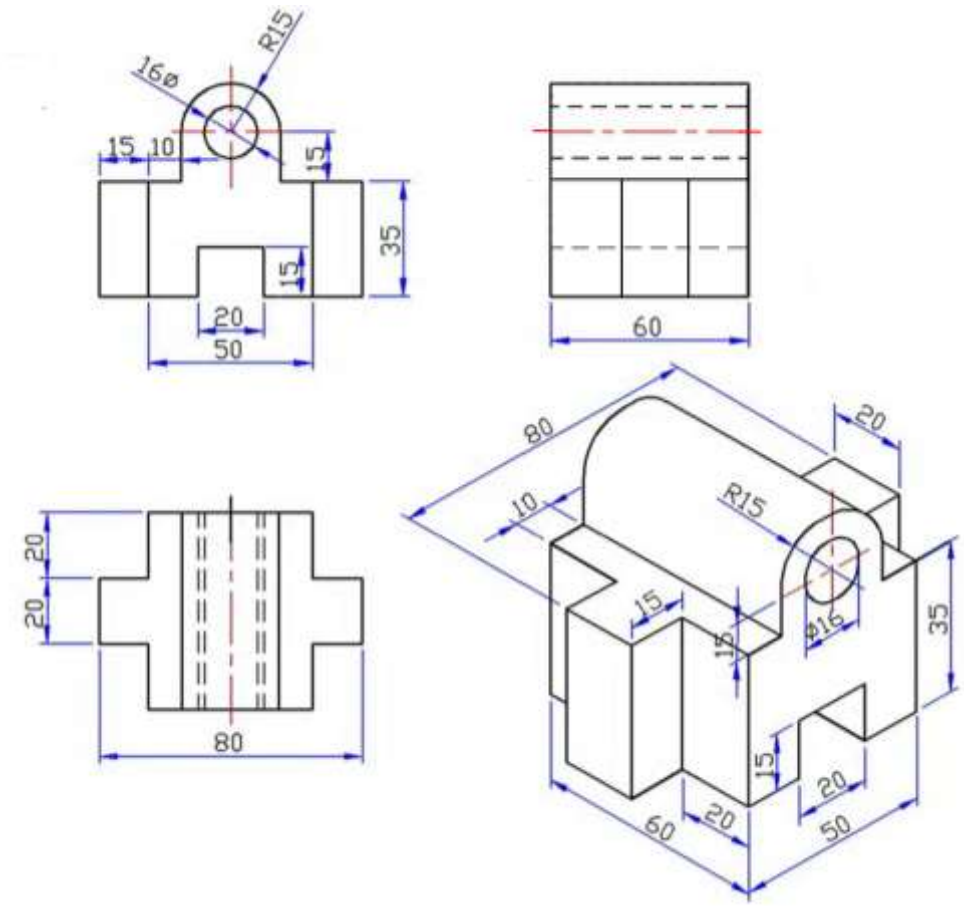
س4 ارسم بمقياس رسم مناسب لكل منظور (المبين مع مساقطه) في الأشكال الآتية ما يأتي:

1. مسقط رأسي (إمامي). 2. قطاع جانبي (المستوي القاطع يمر بمحور الثقب). 3. قطاع أفقي (المستوي القاطع يمر بمحور الثقب).

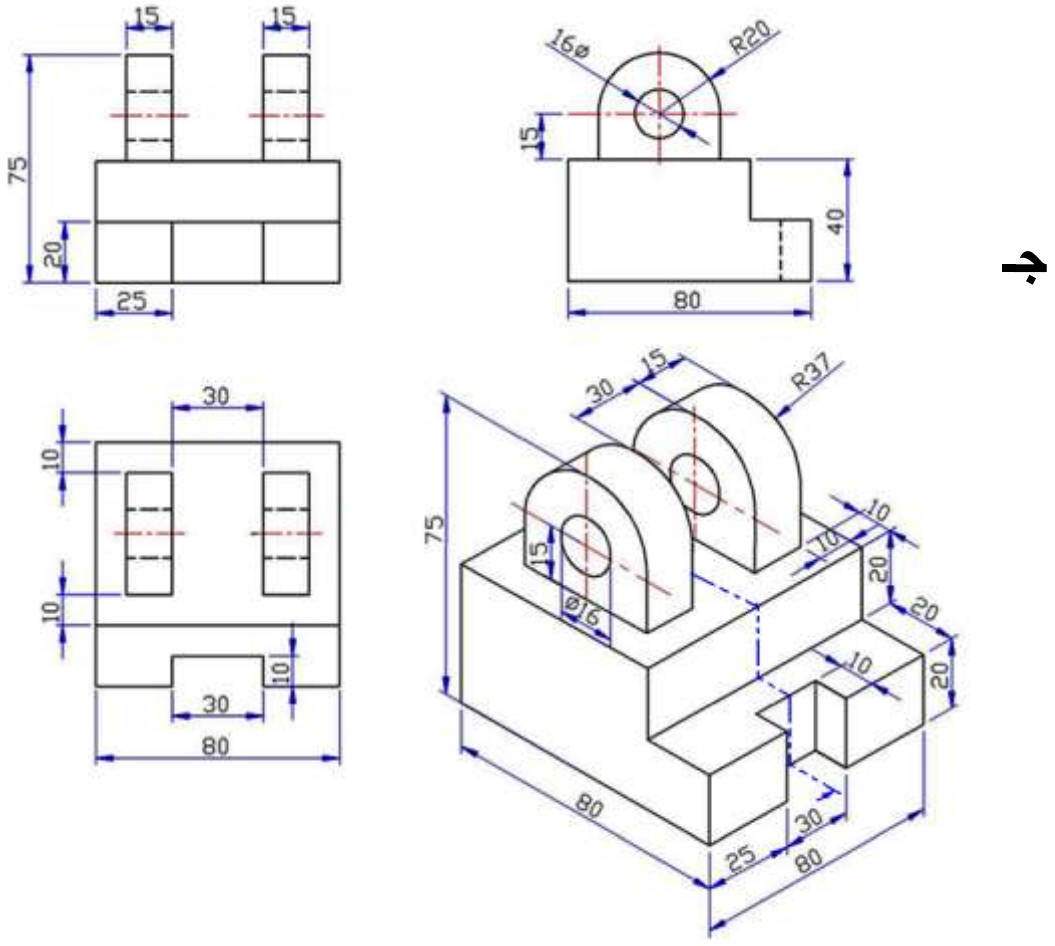
أ



ب


R15
16ø
15
10
15
35
15
20
50
60
80
20
10
R15
15
15
ø15
35
15
20
60
20
50
20
20
80

ج


15
15
75
20
25
16ø
R20
15
40
80
30
10
10
30
10
80
30
15
R37
75
15
10
10
ø16
20
20
10
20
80
25
30
80

الفصل الثاني

الرموز المستعملة في رسم مخططات العمليات الصناعية

Symbols used in Industrial Processes Diagrams

أهداف الفصل الثاني

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن:

1. يعرف أنواع مخططات التدفق.
2. يتعرف على رسومات الرموز والاختزالات للصمامات، الضاغطات، المضخات، التوربينات، المرشحات، الخلاطات، الخطوط الناقلة، الأنابيب وتوصيلاتها، وأجهزة القياس والتحكم.
3. يستعمل الرموز في رسم مخطط التدفق لعمليات معالجة المياه.
4. يرسم المخططات الكتلوية (الانسيابية) لعمليات تصفية المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي.
5. يرسم مخططات مبسطة ومخططات تدفق لعملية تنقية ماء النهر والبحيرات.
6. يرسم مخطط تدفق الماء في مراحل المعالجة الأساسية لمياه الصرف الصحي.
7. يرسم مخطط لمستوى الماء الافتراضي في محطة تنقية مياه الشرب.
8. يرسم مخطط انسيابي لعملية تصفية مياه الآبار.

تمهيد

يمكن أن تصنف المخططات الانسيابية للإجراءات أو للعمليات الصناعية الى نوعين هما مخططات سريان العمليات، أو مخططات عمليات التدفق (PFDs) (A process Flow Diagrams) ومخططات ورسوم الآلة وعملها، وأحيانا تسمى بـ (رسوم توصيلات الأنابيب)، وكلاهما تعبير شائع الاستعمال في الرسم الصناعي، وتمثل الرموز في تلك المخططات التوصيف الأولي لطرائق واتجاهات سريان المواد الصناعية، إذ تعرض تلك المخططات العلاقة بين المعدات الرئيسة المنجزة للعمليات الصناعية دون إظهار التفاصيل الدقيقة للأنابيب، ولها تطبيقات عديدة في الكثير من المجالات الصناعية، الغاية منها تصميمية أو تنفيذية، مما يتيح لأي تقني بأن يتتبعها خلال الوحدة التشغيلية أثناء التدريب أو الإطلاع في المعامل الإنتاجية، في حين توفر الرسوم للأجهزة معلومات عن آلية وأنظمة الاشتغال ومعلومات عن الضغط، درجة الحرارة، اتجاه السريان، مستوى السوائل، وغيرها.

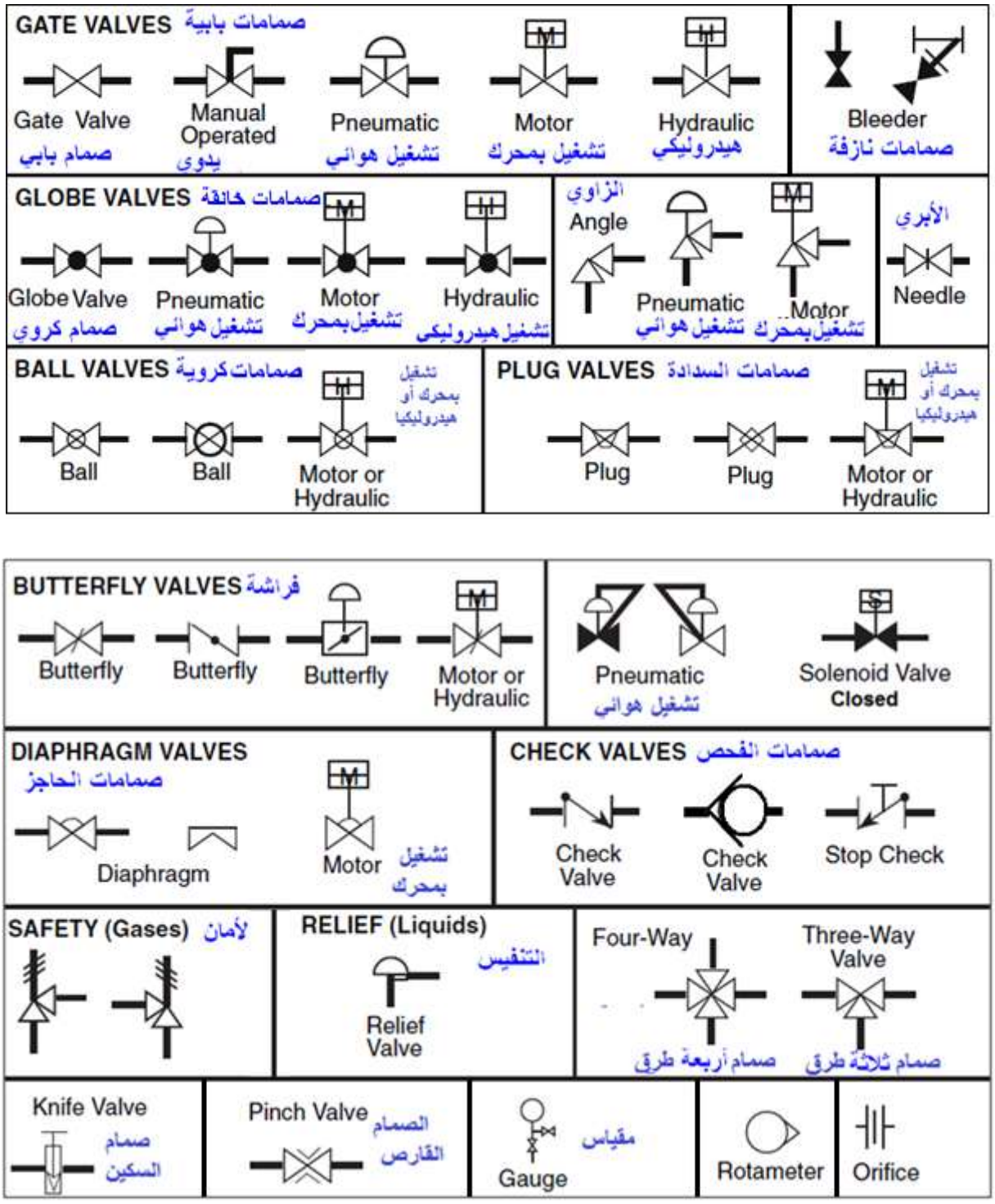
1-2 رموز المعدات الأساسية Basic Instruments Symbols

تستعمل الرموز في المخططات للدلالة على أجهزة ومعدات صناعية تصل بينها الخطوط الناقلة للمواد الأولية والصناعية كالمستخدمة في دورات تصفية المياه أو المعالجة وقد اتفق على رموز ثابتة وفق النظام العالمي ISO (International Organization For Standardization) لكي تكون مفهومة للمعنيين كافة، فضلاً عن المصمم والمنفذ والفني وبشكل موحد دون اللجوء الى استعمال اللغات المختلفة للتعبير عن الحالة الهندسية المطلوبة، كالمضخات، الضاغطات، المرشحات، المعقمات، أحواض الترسيب، وصمامات التحكم ....الخ.

1-1-2 رموز واختزالات الصمامات Valves Symbols

يحتفظ كلّ معمل بملفات لمخططات ألأنابيب ورموزها، لغرض التمييز بين خطوط التدفق الرئيسة والثانوية والعناصر الهيدروليكية والأنابيب الشعرية، والتقنيون معنيون بمراجعة هذه المخططات التي تحتوي على توصيلات الأنابيب مع الصمامات والمصافي والمرشحات بعناية، وتتضمن تلك المخططات أيضاً حجم تلك الأنابيب وطرائق عزلها ومقدار الضغوط التي تتحملها، مما يستوجب معرفة رموز تلك الصمامات، التي تستعمل للسيطرة على تدفق المواد المنقولة عبر الأنابيب في العمليات الصناعية.

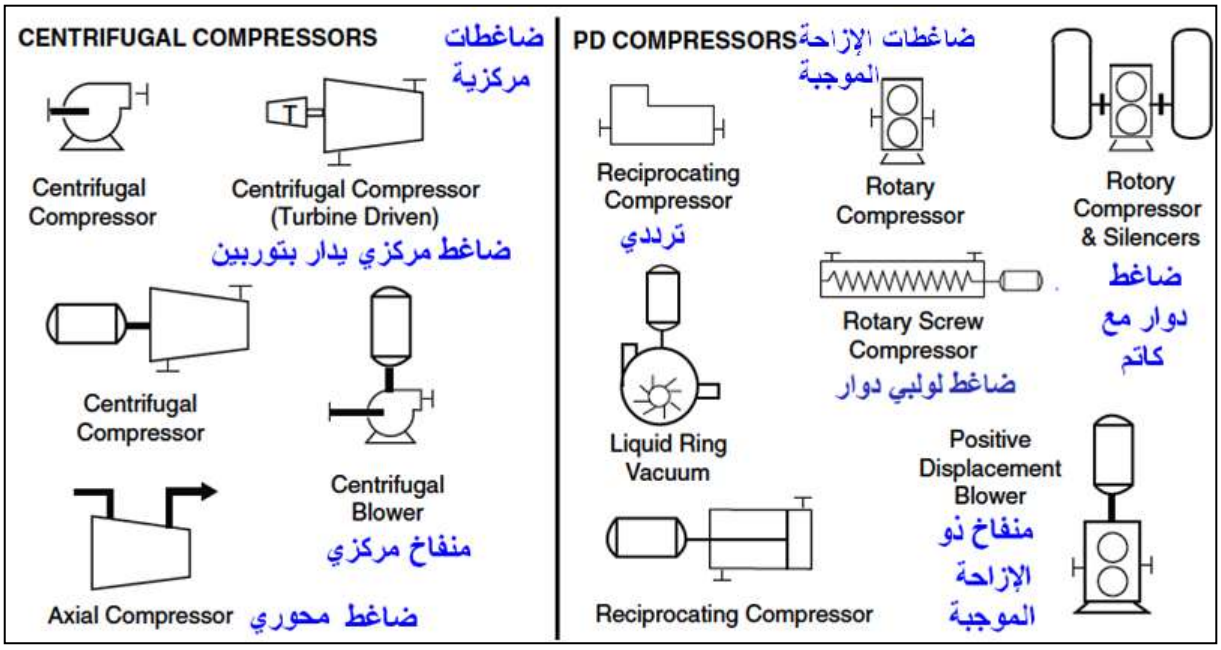
ويبين الشكل (1-2) رموز الصمامات وطرائق تشغيلها (يدوياً، محرك كهربائي، قوة الهواء، أو بالقوى الهيدروليكية)، فضلاً عن رموز الأنواع المختلفة للصمامات كالصمامات ذات البوابة (Gate Valves) والصمامات الكروية (Globe) وغيرها.



الشكل 2-1 : رموز الصمامات.

2-1-2 رموز الضاغطات والتوربينات Compressors & Turbines Symbols

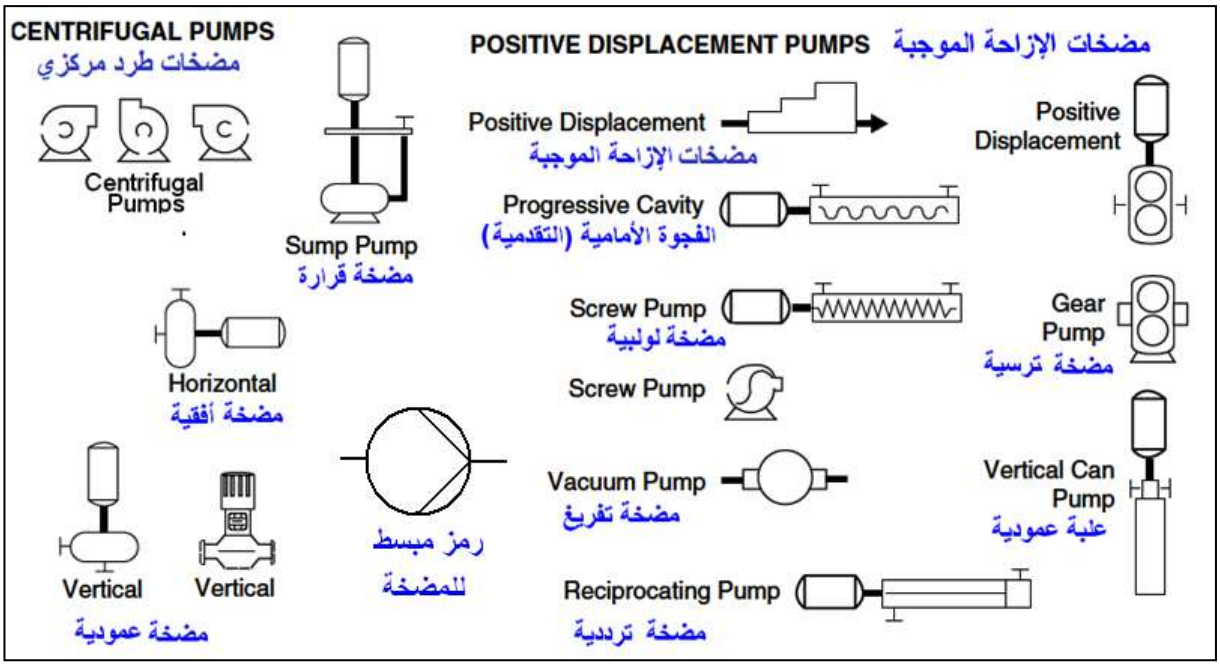
الضاغطات معدات صناعية تعمل غالباً بالطاقة الكهربائية لرفع ضغط الغازات (كالهواء الجوي) مما يزيد من طاقته، ثم ضخه بكميات معينة الى منظومة أو أي تطبيق محدد في العمليات الصناعية ثم تحرير تلك الطاقة، وتعمل بمبدأ الإزاحة أو الحركة الموجبة Positive or Dynamic Displacement، ويكون رمز الضاغط عادة أكبر من رمز المضخة (Pump)، وفي الضواغط الطاردة المركزية متعددة المراحل، فإن تضييق الرمز من اليسار الى اليمين يدلّ على ضغط المائع قبل تحريره، هذا عندما يقارن مع التوربين والذي يصور الأجراء المعاكس، إذ يتمدد المائع ذي درجة الحرارة والضغط العاليين في داخله لتحرير الطاقة وتحويلها الى حركة دورانية، وفي التطبيقات الحديثة للرموز يتبين إمكانية ربط رمز المحرك مع المضخة أو مع الضاغط، ويبين الشكل (2-2) الأنواع المختلفة للضواغط.



الشكل 2-2 : رموز الضاغطات.

2-1-3 رموز المضخات Pumps Symbols

تستعمل المضخات لمناقلة السوائل من معدة الى أخرى، وتكون رموز المضخات عادة عمودية في مخططات العمليات الصناعية، ويبين الشكل (2-3) الرموز الأساسية للمضخات.



الشكل 2-3 : رموز المضخات.

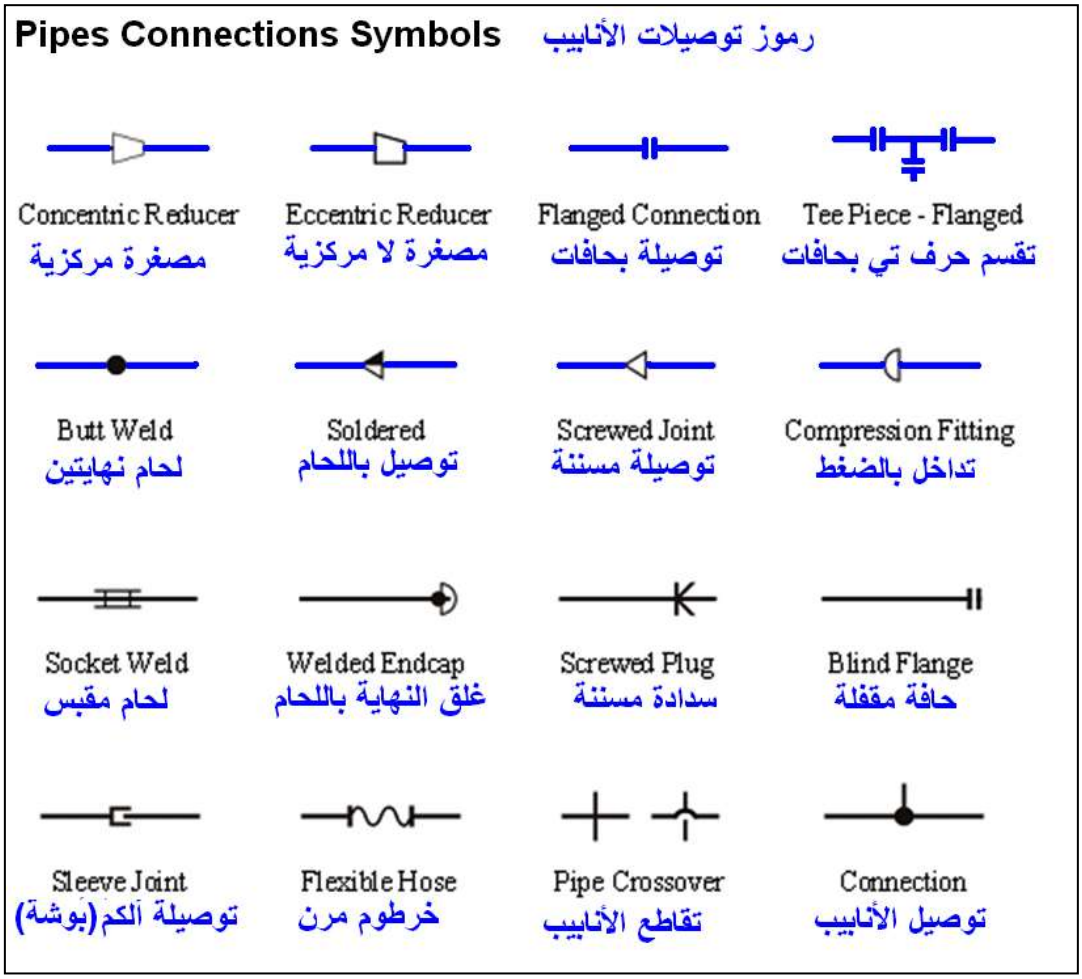
2-1-4 رموز الخطوط الناقلة pipe Lines symbols

يبين الشكل (2-4) الرموز القياسية لأنواع مختلفة من الخطوط والأنابيب الناقلة، فضلاً عن التوصيلات الكهربائية وخطوط نقل المعلومات في أنظمة السيطرة على الوحدات الصناعية، وعادة تنتهي تلك الخطوط برؤوس أسهم لتدل على اتجاه الإجراء، وكذلك تحديد نقطة اتصال الخط الناقل مع المعدة الصناعية.

الشكل 2-4 : رموز الخطوط والأنابيب الناقلة للموائع أو لإشارات السيطرة.

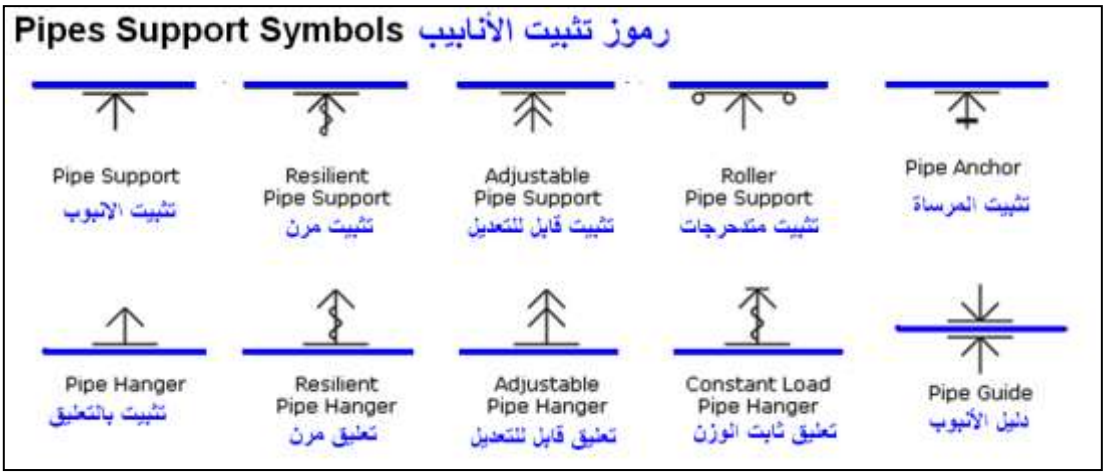
5-1-2 رموز الأنابيب وتوصيلاتها

ترسم شبكات المياه وتوصيلاتها بطريقة تخطيطية باستعمال الإسقاط أو المنظور إذ تمثل الأنابيب بخطوط مستقيمة وبقية العناصر برموزها وربما تكون بشكل تفصيلي أو مختزل، ويبين الشكل (5-2) بعضاً من تلك الرموز.



الشكل 2-5 : بعض رموز توصيلات وربط الأنابيب.

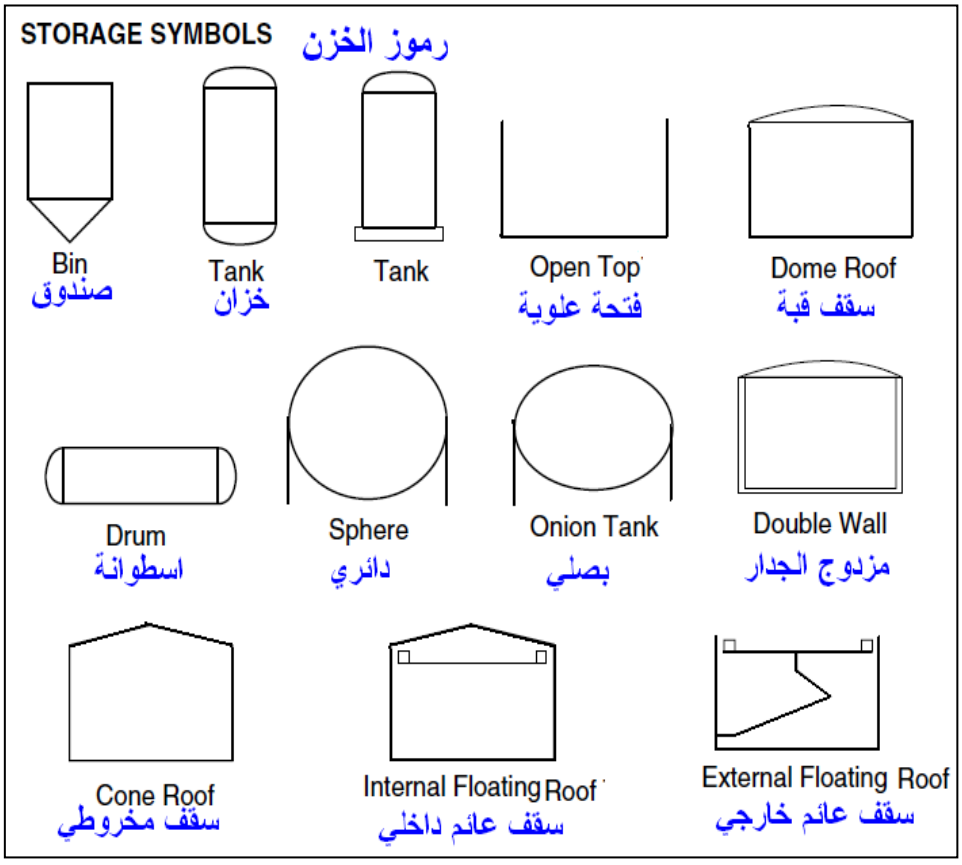
وعند قراءة وتنفيذ اللوحات التصميمية فقد نجد رموزاً تشير الى الطريقة التي يتم تثبيت الأنابيب أو توصيلاتها في مواقع التمديدات، ويبين الشكل (2-6) بعضا من الرموز التي توضح طرائق تثبيت الأنابيب ضمن الشبكات.



الشكل 2-6 : طرائق تثبيت الأنابيب.

6-1-2 رموز الخزانات والمرشحات Storage Symbols

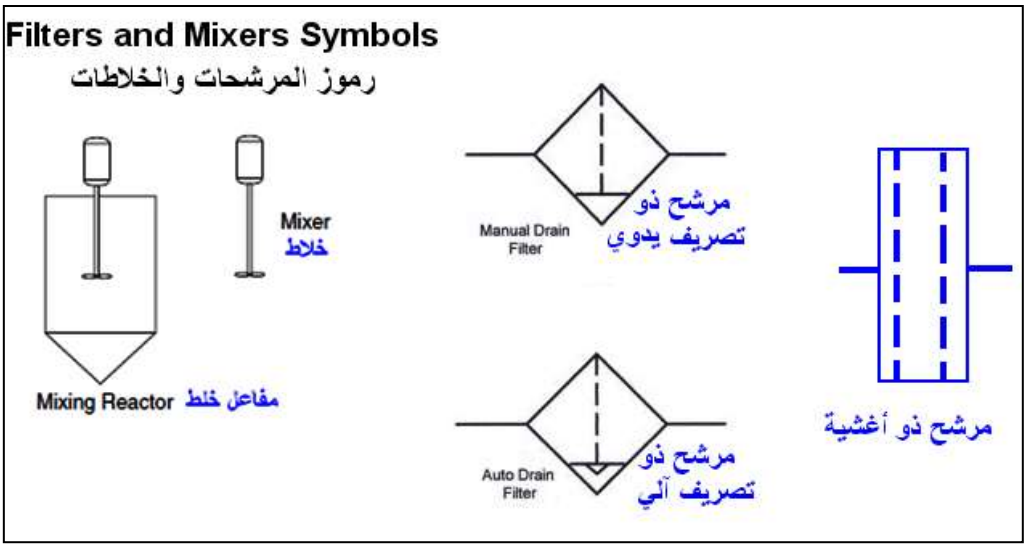
تستعمل الخزانات في المعامل لتجهيز المواد الأولية وخزن المنتج (كخزانات المياه الصالحة للشرب أو مستودعات المواد المضافة) وتختلف رموز الخزانات تبعاً لنوع استعمالها، ويبين الشكل (2-7) أنواع الرموز القياسية للخزانات المستعملة في مخططات عمليات التدفق.



الشكل 2-7 : رموز الحاويات المستعملة في الخزن.

2-1-7 رموز المرشحات والخلاطات Filters and Mixers Symbols

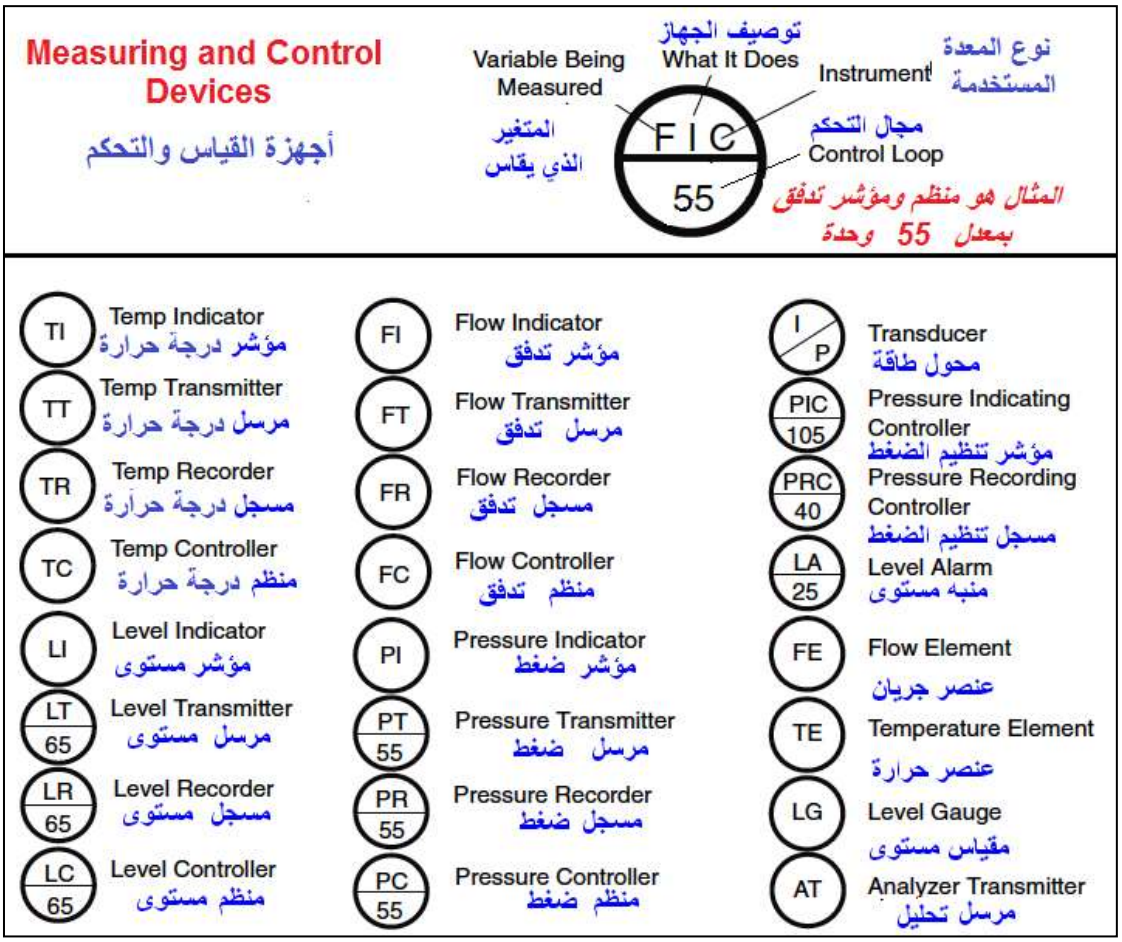
للمرشحات الكثير من التطبيقات الصناعية يقابلها العديد من الرموز الدالة عليها ومن الممكن التعبير عنها بمستطيل أو معين وسيتكرر علينا الرمز الدال على المرشحات التي تصفي الماء عن طريق الحصى والرمل، في حين تستعمل الخلاطات لخلط المواد الكيماوية المضافة مع المياه في الأحواض أو في خزانات جانبية قبل إضافتها الى مياه الأحواض، ويبين الشكل (2-8) بعضاً من تلك الرموز.



الشكل 2-8: رموز المرشحات والخلاطات.

2-1-8 رموز أجهزة القياس والتحكم Measuring and Control Devices Symbols

لغرض السيطرة على عمليات التدفق تتضمن المخططات التفصيلية للعمليات الصناعية بعضاً من رموز أجهزة القياس والاستشعار والسيطرة، والتي تكون على شكل دائرة تكتب داخلها مختصرات لنوع القياس وأداته (الحروف الأولى)، ويبين الشكل (2-9) الرموز القياسية لتلك الأجهزة ومعاني الحروف الدالة عليها.



الشكل 2-9 : رموز أجهزة القياس والإجراءات الصناعية.

2-2 استعمال الرموز في رسم مخططات التدفق

لغرض استعمال تلك الرموز في التعبير عن عملية صناعية معينة يتم الربط بين تلك المعدات بوساطة خطوط مستقيمة (أفقية وعمودية) تنتهي بأسهم نظامية الشكل وتكون الخطوط ذات سمك ثابت يتناسب مع سمك الخطوط التي رِسمت بها رموز المعدات، فضلاً عن استعمال الألوان المختلفة لتلك الخطوط، ويمكن كتابة بعض أسماء الأجهزة والمعدات أو ترميزها عن طريق حروف كمختصرات لزيادة التوضيح، لاحظ الجدول (2-1)، وتقوم المؤسسات الإنتاجية برسم تلك المخططات لأغراض التدريب أو الترويج لمنتجاتها.

الجدول 2-1 : بعض المختصرات لأسماء الأجهزة المستعملة في المخططات الصناعية.

الرموز البادئة والمختصرات	دلالة المختصر		الرموز البادئة والمختصرات	دلالة المختصر	
CW	cooling water	ماء تبريد	UT	utilities	ملحقات
MU	makeup	تركيبة	CA	chemical addition	اضافة كيماوية
FW	feed water	ماء التغذية	IA	instrument air	معدات تحكم هوائية
SE	sewer	صرف	D	drum	اسطوانة
RX	reactor	مفاعل	C	column	عمود
CT	cooling tower	برج تبريد	F	furnace	فرن
TK	tank	خزان	P	pump	مضخة
EX	exchanger	مبادل	V	valve	صمام

3-2 أنواع مخططات التدفق Flow Diagrams Types

من الممكن تقسيم مخططات العمليات الصناعية الى ثلاثة أقسام رئيسة تشمل ما يأتي:

1. مخططات التدفق الكتلوية (الصندوقية) (BFDs) (Block Flow Diagrams).
2. مخططات عمليات التدفق (PFDs) (Process Flow Diagrams).
3. مخططات الأنابيب والأجهزة (P&IDs) (Piping and Instrument Diagrams).

فضلاً عن مخططات الموقع ثلاثية الأبعاد (3-D plant layout diagrams).

وتشمل مخططات عمليات التدفق الصناعية ما يأتي:

1. الأنابيب وتوصيلاتها.
2. الخطوط الرئيسة والراجعة .
3. رموز المعدات الرئيسة وأسمائها والرقم التعريفي لها.
4. اتجاهات التدفق.
5. حلقات السيطرة التي تؤثر على المنظومة.
6. الربط مع الأنظمة الأخرى.
7. معدات السيطرة على التدفق ودرجة الحرارة والضغط.
8. تركيبة السوائل.

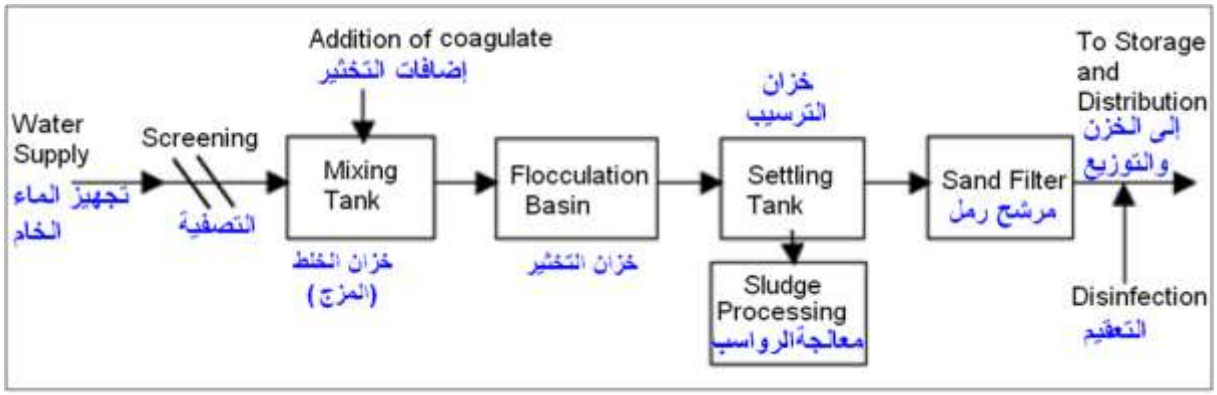
وعموماً لا تشمل تلك المخططات ما يأتي:

1. أصناف أو أرقام خطوط الأنابيب.
2. عملية السيطرة التي تشمل المتحسسات وعناصر السيطرة الأخرى.

3. الخطوط العابرة الثانوية.
4. صمامات العزل والغلق.
5. فتحات التهوية والتصريف الخاصة بالصيانة.
6. صمامات الأمان والتنفيس.
7. حافات التثبيت وربط النهايات.

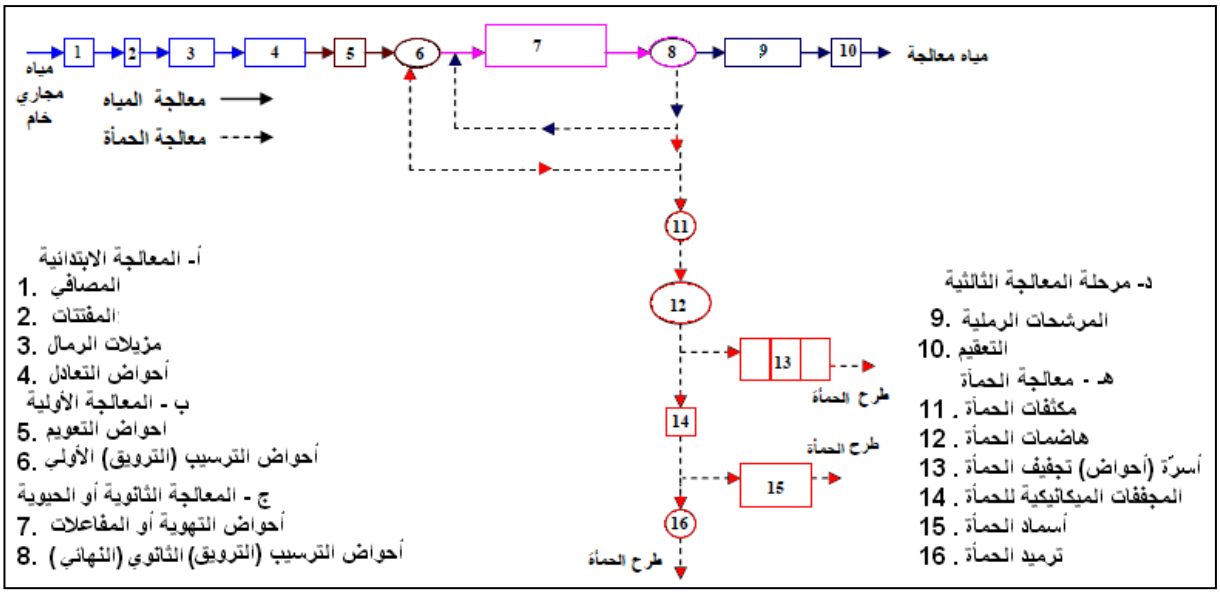
يتكون المخطط الكتلوي (الانسيابي) (Flow Chart) من مستطيلات تكتب داخلها وبشكل بسيط الإجراءات التي تتم لغرض الحصول على المنتج بالطرق التي تحدد ضمن المخطط وبشكل مشابه الى الخوارزميات المتبعة في أنظمة برمجة الحاسوب، وعادة تكون تلك المخططات هي المرحلة الأولى في التصميم وتكون ذات فائدة لفهم المراحل الرئيسة للعملية التصنيعية ابتداءً من المادة الخام وانتهاءً بالمنتج بشكل متسلسل للعمليات وبصورة منطقية، وعادة تكون غير تفصيلية، ويبين الشكل (2-10) كمثال إجراءات إحدى العمليات الخاصة بتصفية المياه إذ تكون المراحل التي يصفى فيها الماء الخام كما يأتي:

- تجهيز الماء الخام. Raw Water Supply
- التصفية. Screening
- التخثير (الترويب). Flocculation
- الترسيب . Settling
- الترشيح. Filtration
- التعقيم (التطهير). Disinfection
- الخزن والتوزيع. Storage and Distribution



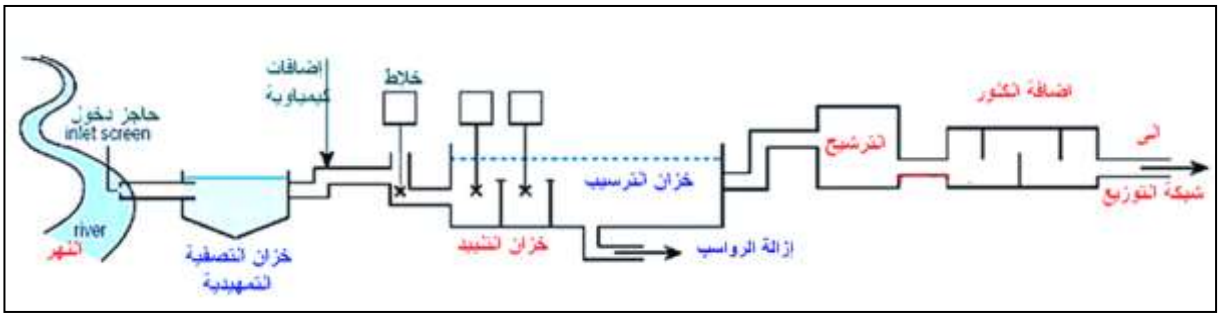
الشكل 2-10 : المخطط الكتلوي (الانسيابي) لعمليات تصفية المياه.(لوحة للرسم)

في حين يبين الشكل (2-11) مثالاً آخر لإجراءات إحدى العمليات الخاصة بمعالجة المياه إذ تكون المراحل التي يصفى فيها الماء الخام على شكل مستطيلات مرقمة يكتب دليلها كمفتاح في اللوحة نفسها.



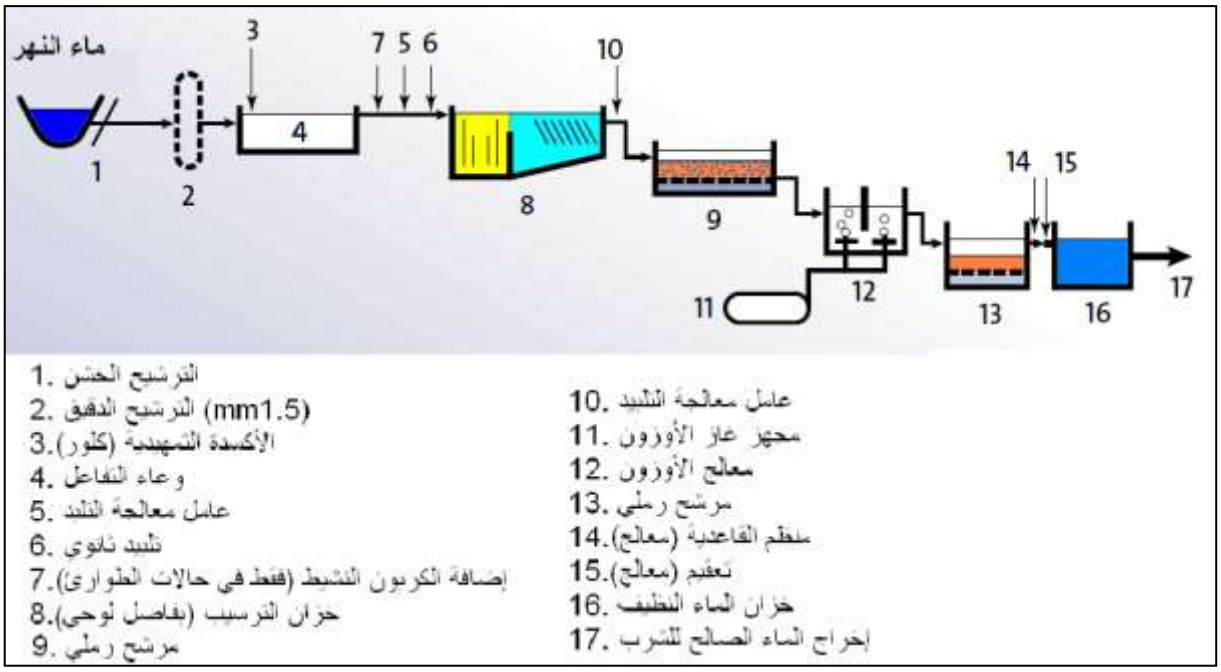
الشكل 2-11 : المخطط الكتلوي (الانسيابي) لعمليات معالجة مياه الصرف الصحي.(لوحة للرسم)

وقد تكون المخططات بشكل رموز مبسطة (بدلاً عن المستطيلات) وأسهم تمثل الإجراءات، لاحظ الشكل (2-12).



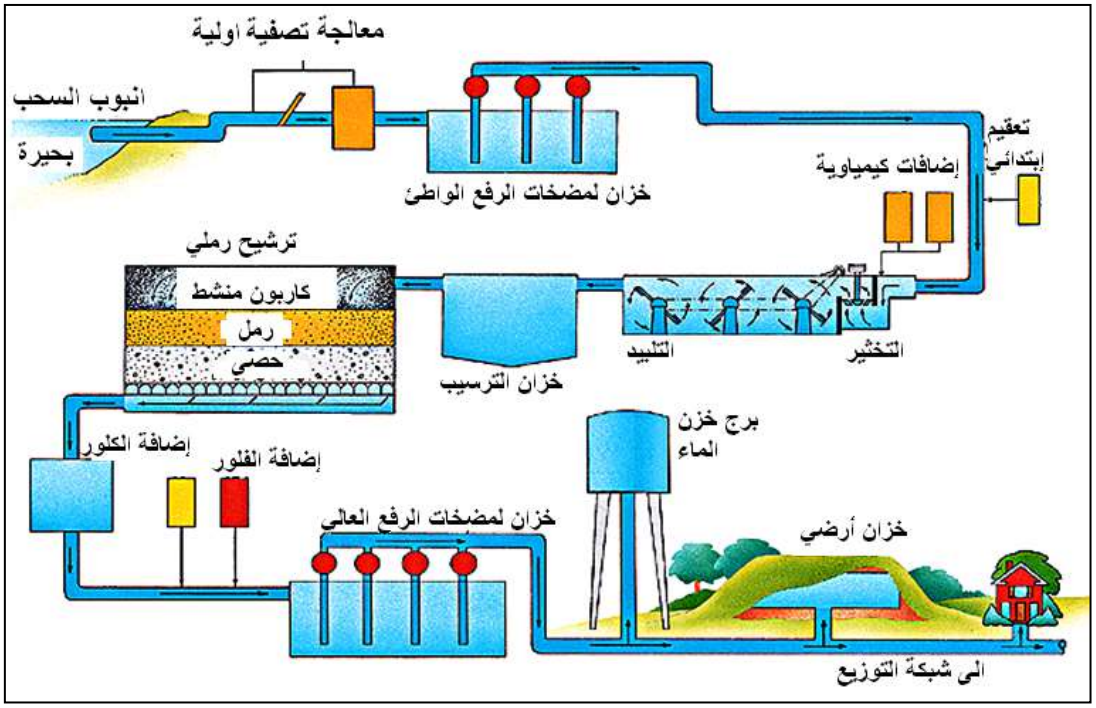
الشكل 2-12 : مخطط مبسط لعملية تنقية ماء النهر. (لوحة للرسم)

وقد تحتوي المخططات أرقاماً مثبتة على الرموز وينظم معها جدول يعد مفتاحاً لتلك الأرقام يصف كل جزء منها، لاحظ الشكل (2-13).



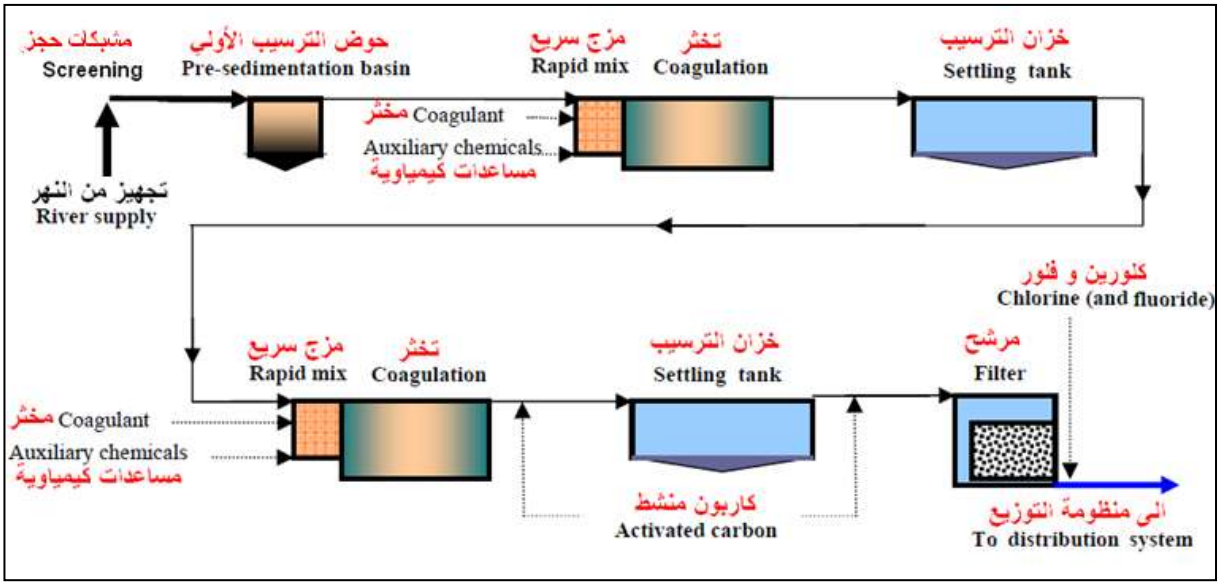
الشكل 2-13: مخطط تدفق لعملية تنقية ماء النهرPurification of river water. (لوحة للرسم)

وقد تكون المخططات أقرب للجانب الفني منها الى الجانب التقني، إذ تعتمد تلك المخططات لتوصيل المعلومات الى المتلقي مهما كانت درايته عن الرموز الهندسية قليلة، إذ تكتب العمليات على المخطط نفسه، وكما مبين في الشكل (2-14).



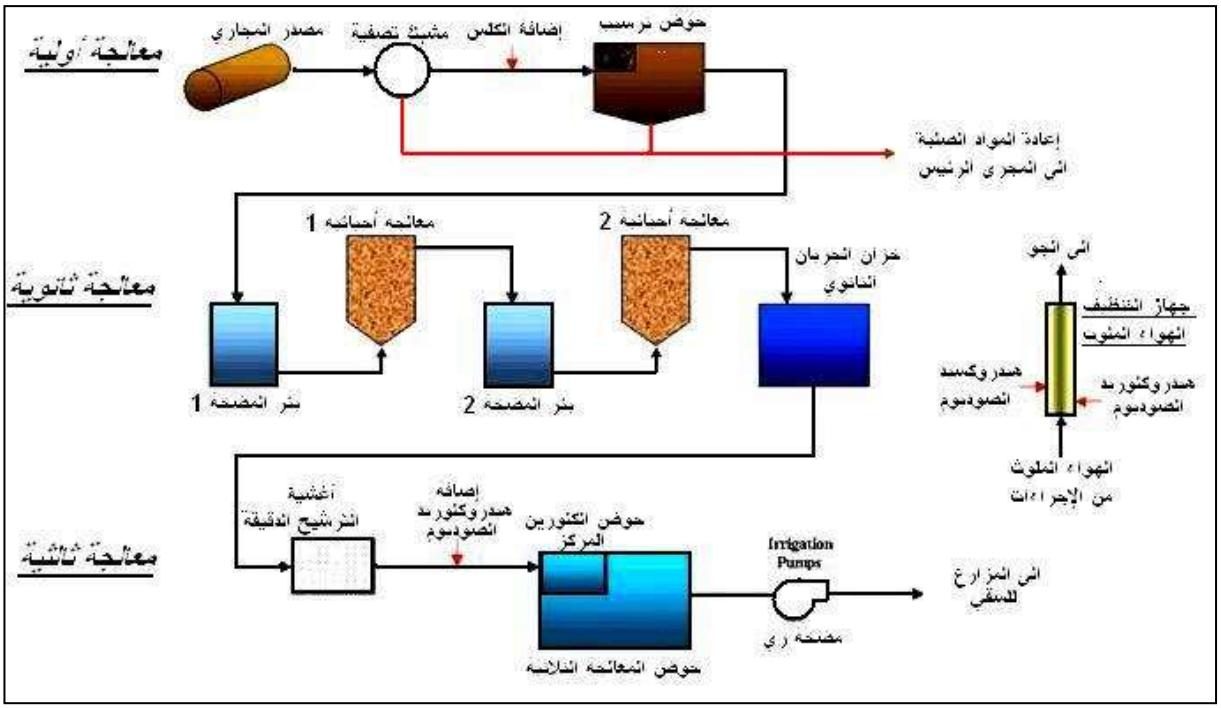
الشكل 2-14 : مخطط تدفق لمراحل تصفية ماء النهر.(لوحة إثرائية)

في حين أن المخططات الأكثر مناسبة للعمليات الصناعية هي مخططات عمليات التدفق، والتي تلي المخطط الانسيابي، إذ تعد تلك المخططات وسيلة توضيحية (بسيطة) تِستعمل فيها الرموز لوصف مسار التدفق الرئيس خلال الوحدة الصناعية، فضلاً عن أنها توفر صورة سريعة عن الوحدة التشغيلية أو الصناعية، إذ تتضمن تلك الرسومات كل الأجهزة ومسارات الجريان (التدفق) الأساسية في العملية الصناعية، لاحظ الشكل (2-15).



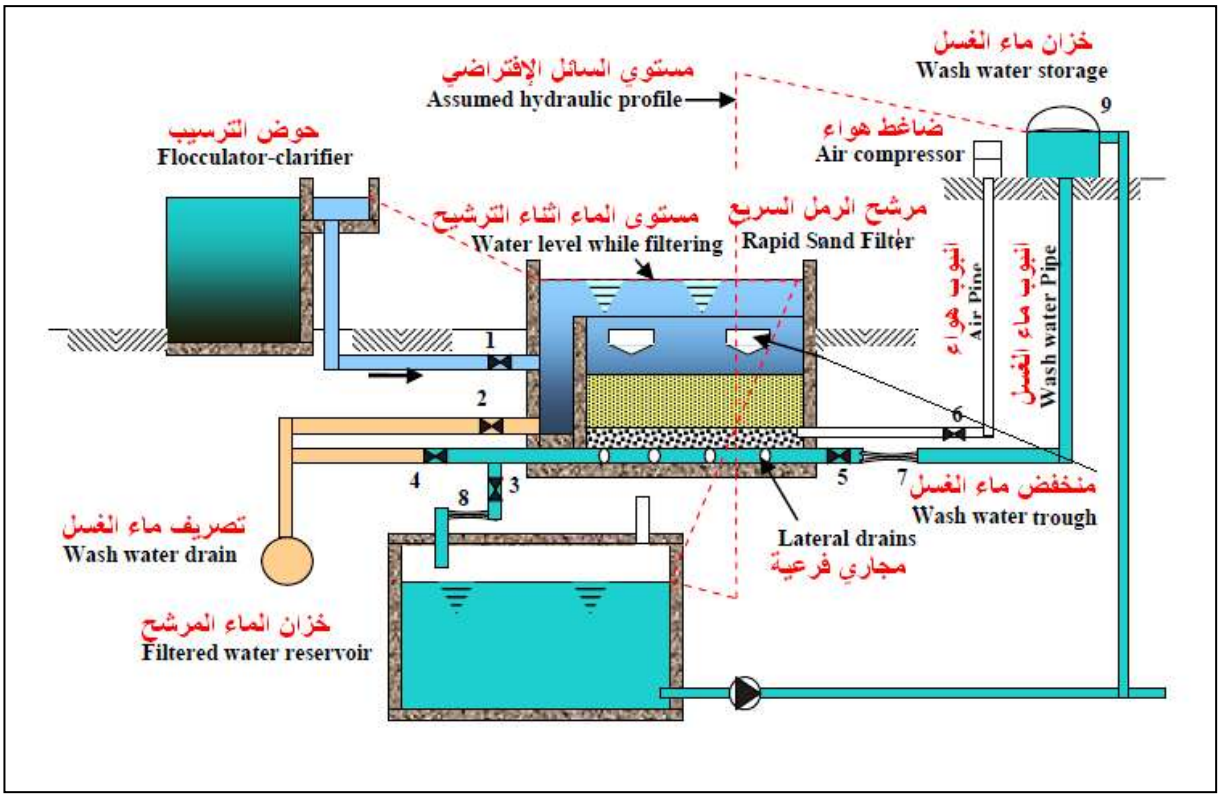
الشكل 2-15 : مخطط للمراحل الرئيسة لمعالجة الماء من البحيرات أو الأنهار.(لوحة أثرائية)

ويبين الشكل (2-16) المراحل الثلاث عند معالجة مياه الصرف الصحي لاستعمالها لأغراض ري المزروعات.



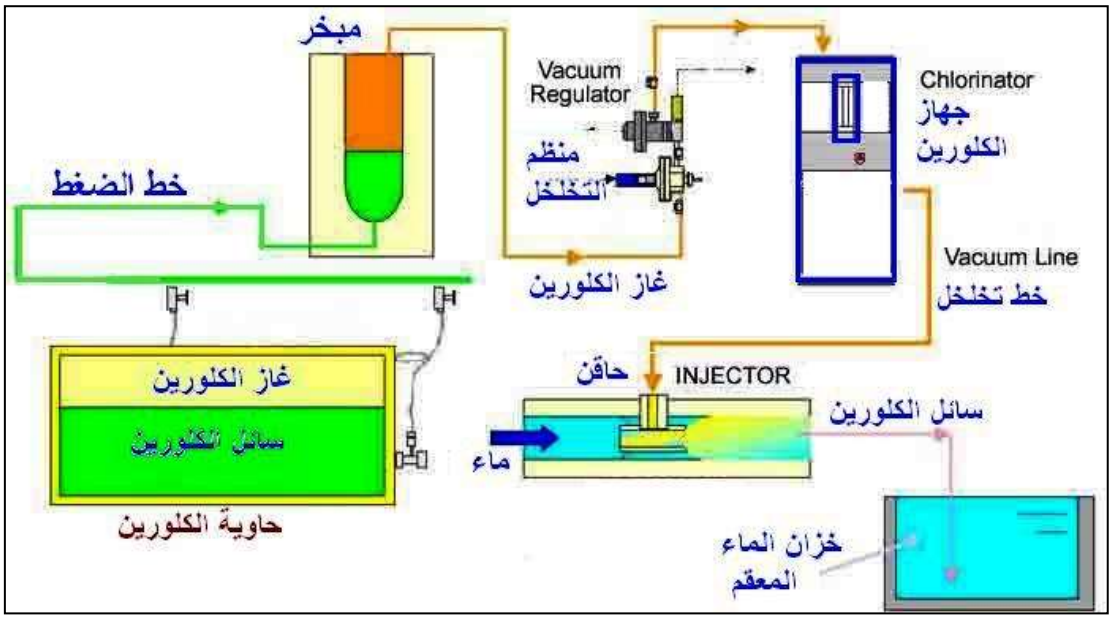
الشكل 2-16 : مخطط يبين تدفق الماء في مراحل المعالجة الأساسية لمياه الصرف الصحي. (لوحة للرسم)

تبين مخططات عمليات التدفق (PFD) رموز الأجهزة والظروف التشغيلية للطريقة الإنتاجية، وطبيعة الاتصال بكل المعدات، إذ يتمكن كل متخصص تقني من استعمال تلك الرسوم لتتبع التدفق الأساس للمادة الخام وللمواد الكيماوية والمواد المضافة للعملية التصنيعية، علما أن عمليات التدفق والسريان الثانوية لا توضع في تلك المخططات لكونها تستعمل للتوضيح والتدريب، في حين تستعمل مخططات الأنابيب والآلات (P&IDs) - وهي الأكثر تعقيداً في توصيف التدفقات الثانوية، مخططات الأجهزة، الأنابيب، ومعدات القياس، فضلاً عن احتوائها على رموز أنظمة السيطرة الالكترونية الحديثة مما يسمح بإدارة الخطوط الإنتاجية عن طريق القسم الهندسي في المعمل وعن طريق متابعة معدات قياس الضغط ونسب المواد المضافة، فضلاً عن مقدار التدفق، ويبين الشكل (2-17) مخطط لعملية التدفق لترشيح الماء مبيناً فيه مستوى الماء الافتراضي في محطة تنقية مياه الشرب.



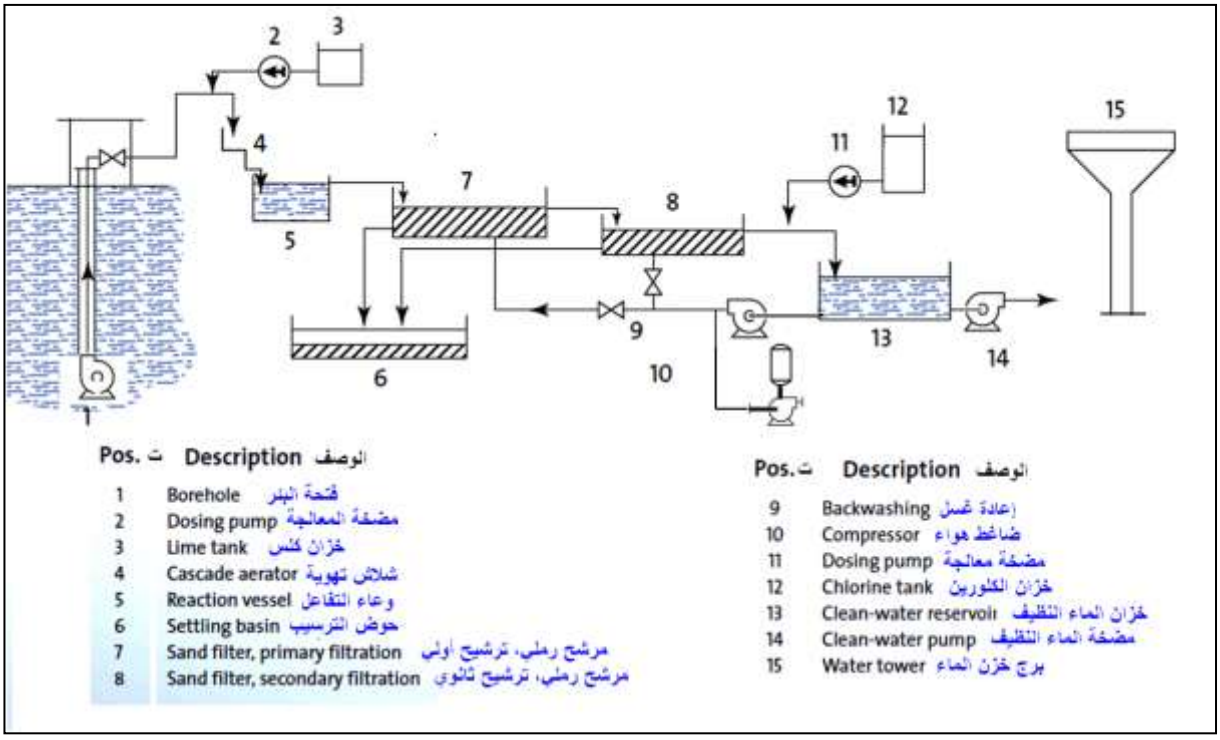
الشكل 2-17 : مخطط لمستوى الماء الافتراضي في محطة تنقية مياه الشرب. (لوحة للرسم)

يبين الشكل (2-18) مخططاً انسيابياً لعملية تعقيم الماء الصالح للشرب باستعمال منظومة التعقيم بالكلورين.



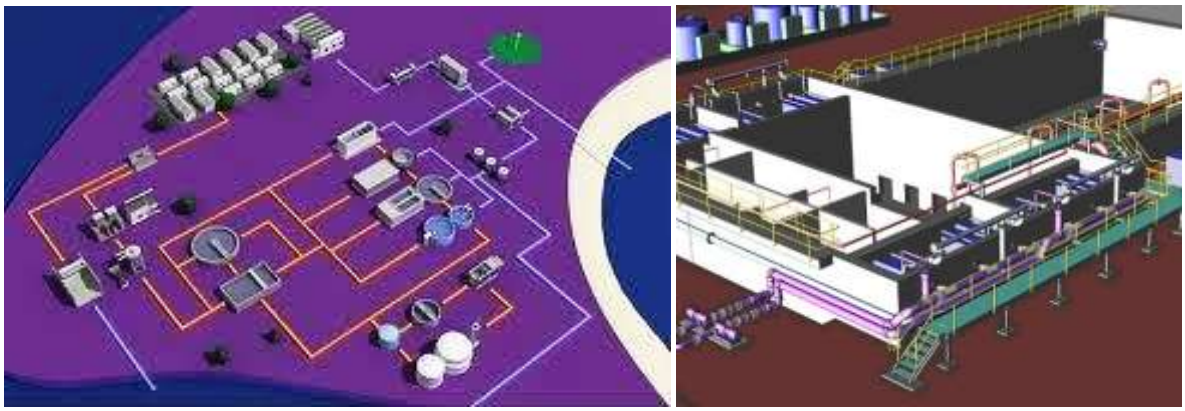
الشكل 2-18 : مخطط انسيابي لعملية تعقيم الماء الصالح للشرب. (لوحة أثرائية)

ولكي تكون المخططات متكاملة تضاف أرقاماً مع الحروف والمختصرات في حالة وجود أكثر من معدة متشابهة في الأداء، فضلاً عن ترقيم الخطوط الواصلة بين المعدات ووضع جدول يحتوي على مفاتيح لتلك الحروف أو الأرقام مع كميات تدفق ودرجة الحرارة والضغط لكل خط، ويبين الشكل (19-2) مخططاً لعملية تصفية الماء من مصادر الآبار مع توصيف لأجزاء المحطة عن طريق مفتاح في المخطط نفسه، إذ تمثل الأسهم العمليات التي تجري فيها.



الشكل 19-2 : مخطط انسيابي لعملية تصفية مياه الآبار. (لوحة للرسم)

وحديثاً تم اللجوء لرسم العمليات الإنتاجية باستعمال برامج الرسم المعان بالحاسوب (CAD) وذلك برسم صور ثلاثية الأبعاد 3-D لتوصيف الخطوط الإنتاجية وتبيان تدفق ومسار المواد المصنعة، ويبين الشكل (20-2) رسوماً ثلاثية الأبعاد لجزء من محطة تصفية المياه ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي.



الشكل 2-20 : رسوم ثلاثية الأبعاد لجزء من محطة تصفية المياه ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي.

اسئلة الفصل الثاني

س1 بمقياس رسم مناسب، ارسم رموز ما يأتي: أربعة أنواع من الصمامات، ضاغط هواء، مضخة ماء، خلاط، مرشح، خزان.

س2 ارسم المخطط الكتلوي (الانسيابي) لعمليات تصفية المياه.

س3 ارسم المخطط الكتلوي (الانسيابي) لعمليات معالجة مياه الصرف الصحي.

س4 ارسم مخططاً مبسطاً لعملية تنقية ماء النهر.

س5 ارسم مخططاً لتدفق عملية تنقية ماء النهر.

س6 ارسم مخططاً للمراحل الرئيسة لمعالجة الماء من البحيرات أو الأنهار.

س7 ارسم مخططاً يبين تدفق الماء في مراحل المعالجة الأساسية لمياه الصرف الصحي.

س8 ارسم مخططاً لمستوى الماء الافتراضي في محطة تنقية مياه الشرب.

س9 باستعمال الرموز، إرسم مخططاً انسيابياً لعملية تصفية مياه الآبار.

س10 ارسم مخططاً انسيابياً لعملية تعقيم الماء الصالح للشرب.

الفصل الثالث

وصف مخططات عمليات تصفية ومعالجة المياه

Description of Water Purification and Treatment Processes Diagrams

أهداف الفصل الثالث

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن:

1. يتعرف على مخططات محطات تصفية الماء الصالح للشرب ومعالجة مياه الصرف الصحي.
2. يرسم مخططاً مثالياً لمحطة إنتاج الماء الصالح للشرب موضحا فيها مستوى الأرض.
3. يرسم مخطط تدفق لعملية تنقية ماء الشرب باستعمال طريقة التعويم بالهواء ومعاملة الماء بغاز الأوزون.
4. يرسم مخططاً تفصيلياً لعمليات تدفق تنقية مياه الشرب.
5. يرسم مخططاً يوضح ربط المرشح الذي يعمل بالضغط.
6. يرسم مخططاً لأنابيب ومعدات إضافة غاز الكلورين الى الماء.
7. يرسم مخطط الإجراءات المثالية في محطة معالجة مياه الصرف.
8. يرسم مخططاً لمحطة تصفية مياه مدمجة.
9. يرسم مخططاً لمحطة مدمجة لمعالجة مياه الصرف الصحي.
10. يرسم مخططاً لربط المضخات على التوالي وعلى التوازي.

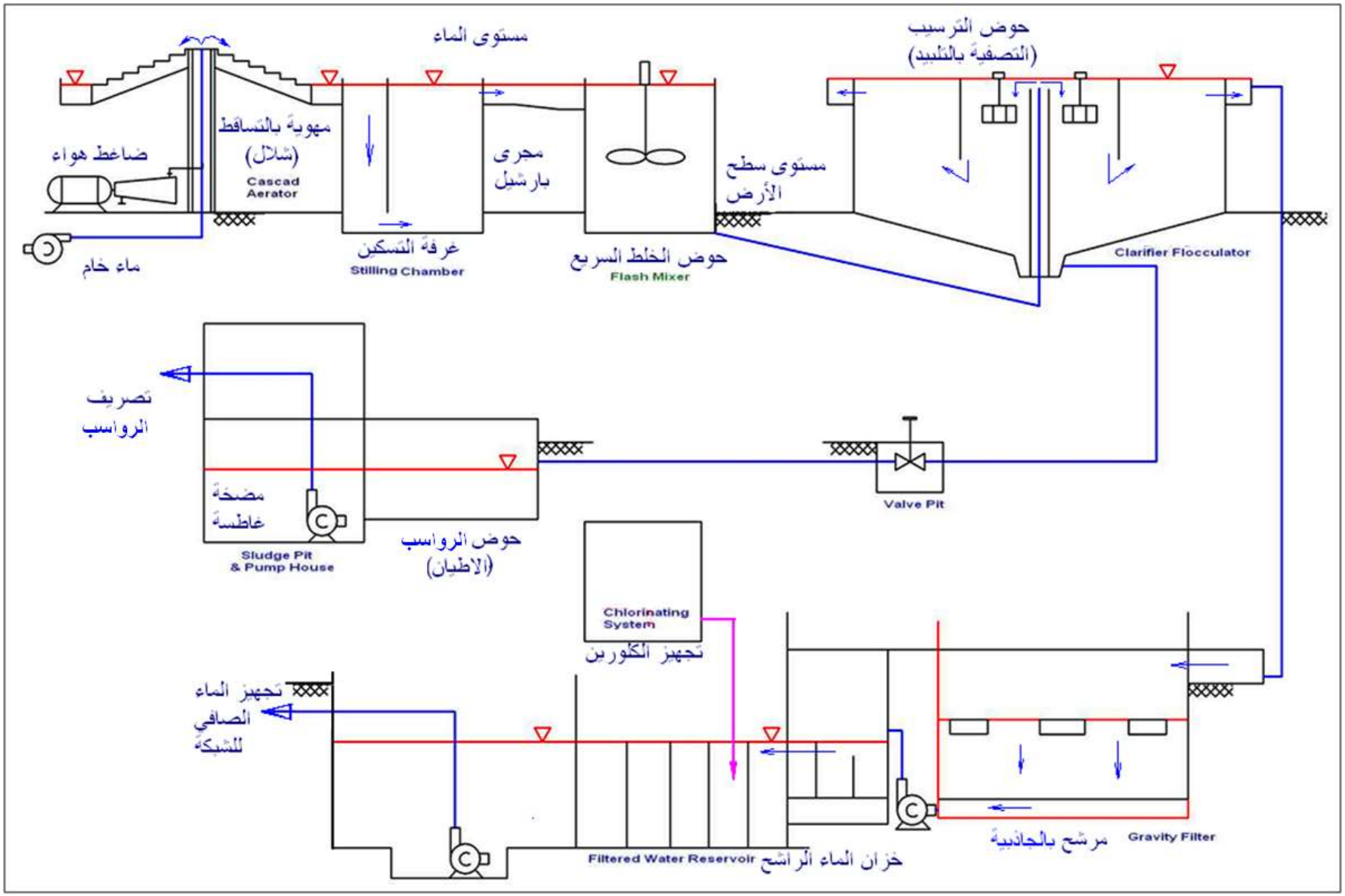
تمهيد

يتضمن هذا الفصل بعضاً من المخططات المستعملة لتوصيف عمليات إنتاج الماء الصالح للشرب فضلاً عن المعالجات الضرورية لجعل الماء صالحاً للشرب عن طريق معدات وإجراءات متعاقبة يتم وصفها عن طريق تلك المخططات كمثل الإجراءات التي تحدث في محطات تصفية المياه وكذلك الإجراءات التي تحدث على مياه الصرف الصحي ضمن محطات المعالجة.

1-3 مخطط محطات الماء الصالح للشرب

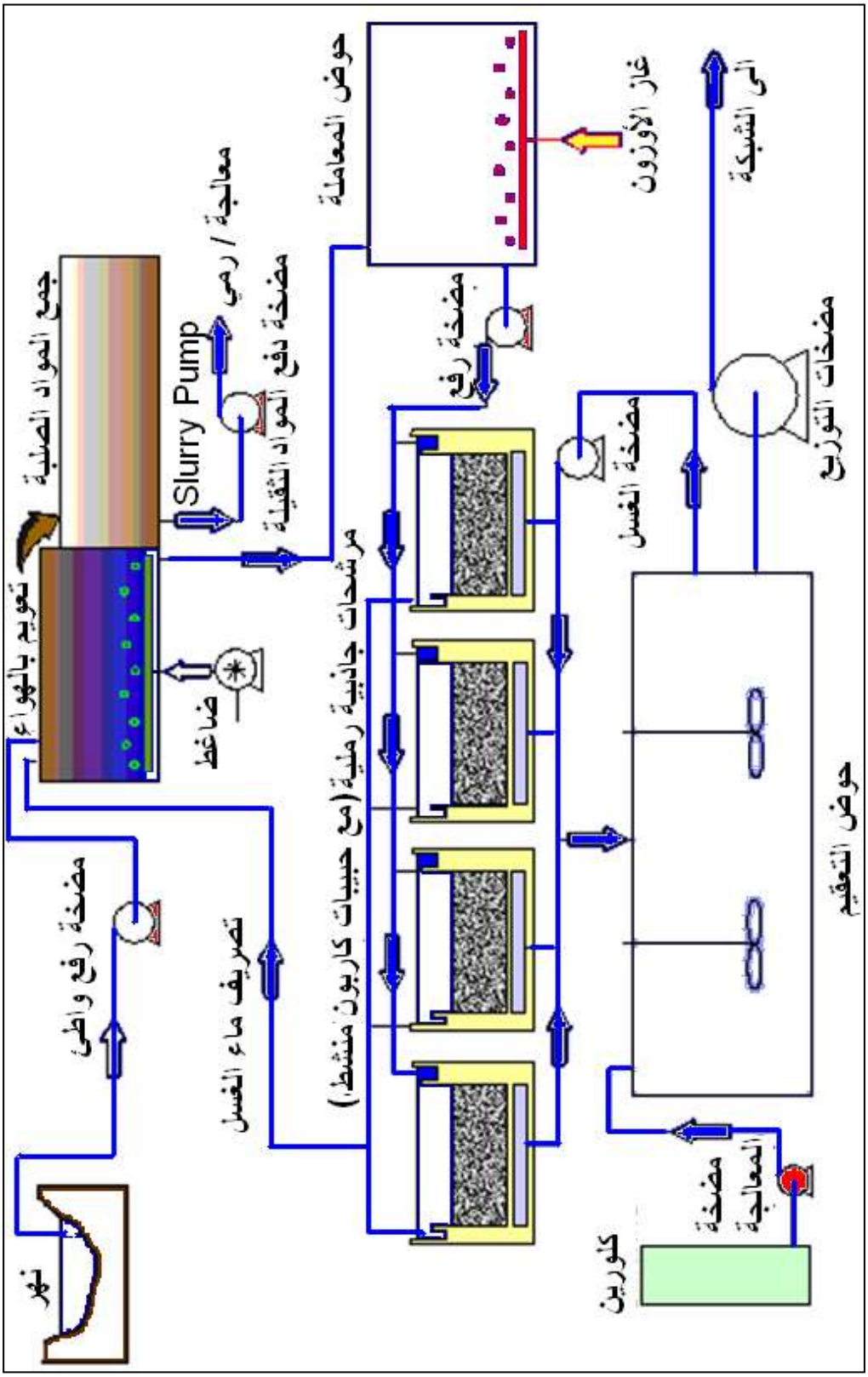
إنّ هدف معالجة الماء هو إنتاج ماء صحي وذلك بإجراءات تعمل على تغييرات حيوية وكيميائية وطبيعية تحوّل الماء الخام إلى ماء صالح للشرب Potable Water في أسلوب اقتصادي اعتماداً على نوعية وطبيعة الماء الخام. يضخ الماء الخام إلى مهوّية Aerator تقوم بأكسدة الحديد القابل للذوبان في الماء الخام، ثم يتدفق الماء إلى غرفة التسكين Stilling Chamber لكسر حالة الاضطراب Turbulence في الجريان، وينقل عبر مجرى ضيق في وسطه يدعى مجرى بارشال Parshall Flume يؤخذ بعدها إلى الخلاط Flash Mixer لخلط المواد الكيماوية بالماء الخام، إذ تتم معالجته عن طريق إضافة مادة الشب Alum ، أو الكلس Lime لتخثّير وتلبيد المواد العالقة وذلك لتحسين كفاءة الترسيب Sedimentation.

يعالج الماء الخام كيماويا عن طريق التلبيد Flocculation ثمّ يغذّى إلى وحدة التنقية (التصفية) Clariflocculator، أما الرواسب المتكونة في وحدة التنقية فتصرف إلى حفرة الرواسب تحت الأرض، في حين يجمع الماء الخالي من المواد العالقة في الساقية المحيطية لحوض الترسيب، إذ يتدفّق إلى مرشح الجاذبية للترشيح الأخير، وتخرج المياه بعد ذلك من المرشح بدخولها في المصافي المركبة على الأنابيب الفرعية المتوازية المتصلة بانبوب المخرج يتبعه إجراء التعقيم عن طريق إضافة مادة الكلورين ثم يجمع الماء في خزان أرضي لغرض الضخ الى المستهلكين، ويبين الشكل (1-3) مخططاً لعملية مثالية لتدفق الماء في محطة إنتاج الماء الصالح للشرب موضحا فيها مستوى الأرض للمنشآت.



الشكل 3-1 : مخطط مثالي لمحطة إنتاج الماء الصالح للشرب موضحا فيها مستوى الأرض. (لوحة للرسم)

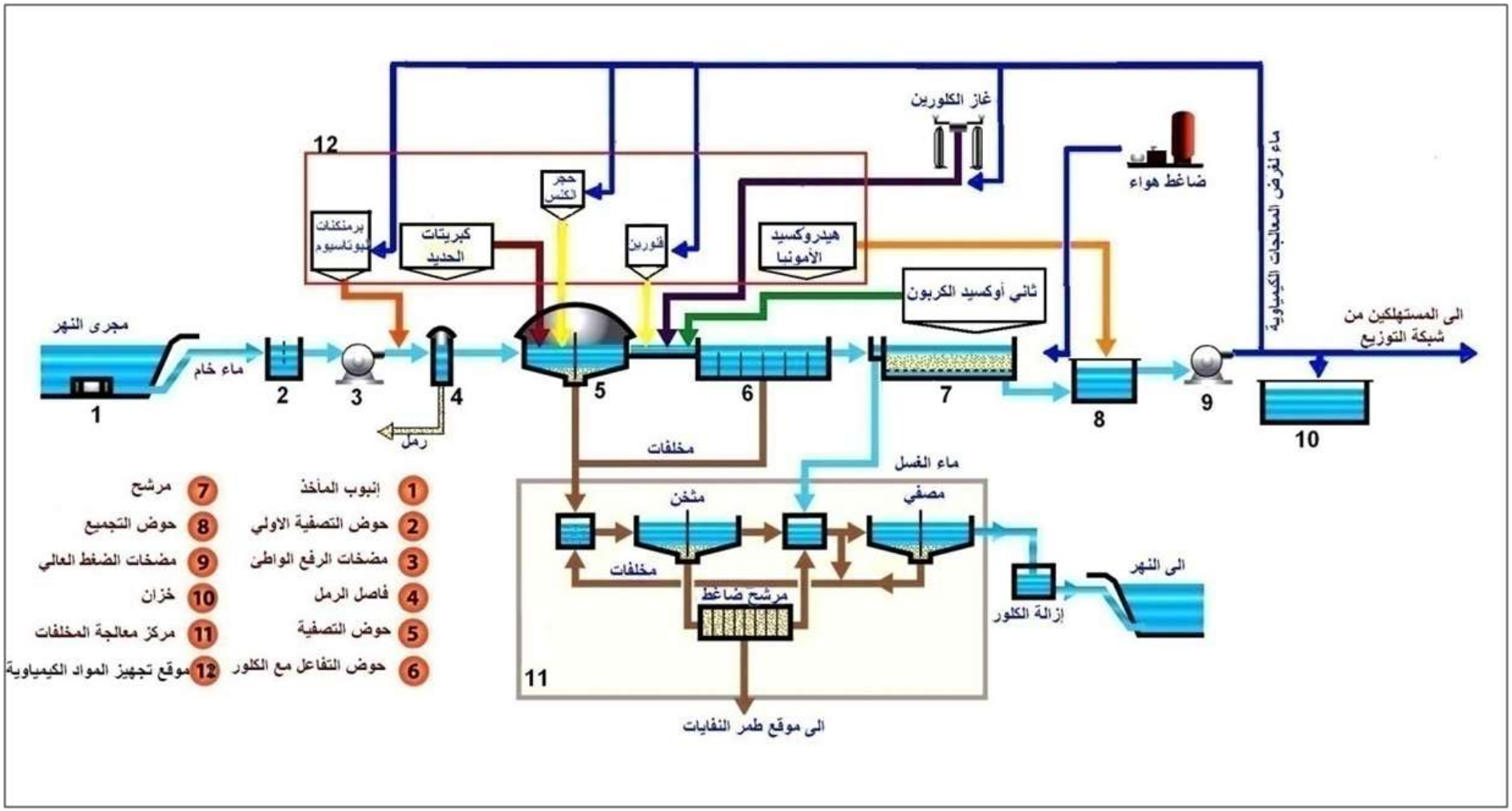
ويمثل الشكل (2-3) مخطط تدفق لعملية تنقية مياه الشرب، والني لا تختلف عن سابقتها إلاّ باستعمال طريقة التعويم بالهواء فضلاً عن حوض معاملة الماء بغاز الأوزون قبل عملية الترشيح والذي يختلط مع الرمل الذي يحتوي على حبيبات من الكربون المنشط Granular Activated Carbon لتكثيف وإزالة تشكيلة كبيرة من المركّبات العضوية العالقة في المياه الملوثة.



الشكل 2-3 : مخطط تدفق لعملية تنقية ماء الشرب باستعمال طريقة التعويم بالهواء ومعاملة الماء بغاز الأوزون.(الوحة للرسم)

ولتجنب الإرباك الذي قد تتسبب به كثرة التسميات التوضيحية والملاحظات على مخططات التدفق فمن الممكن وضع أرقاماً على الأجهزة فضلاً عن مسارات التدفق إذ تحتوي لوحة الرسم على جدول يوضح ما تمثله تلك الأرقام، ويمكن أن تحتوي المخططات الانسيابية للتدفق على تفاصيل كثيرة بحيث لا يمكن تضمينها بورقة واحدة فقط بل يمكن عمل موصلات (كالدوائر المرقمة) بحيث ينتقل مسار التدفق الى ورقة أخرى تبدأ حيثما انتهت الموصلة في الورقة الأولى.

تتضمن بعض من مخططات التدفق مجموعة من الإجراءات والمعدات تشترك بهدف واحد يتم تحديدها ضمن مستطيل معين للإشارة الى هذه الحالة، ويبين الشكل (3-3) مخطط تفصيلي لعمليات تدفق الماء ابتداءً من سحبه عن طريق مضخات الرفع (الضغط) الواطئ Low Lift Pumps من النهر مروراً بالعمليات الضرورية كافة لتصفية الماء وانتهاءً لضخ الماء الصالح للشرب الى شبكة التوزيع عبر مضخات الرفع (الضغط) العالي High Lift Pumps.

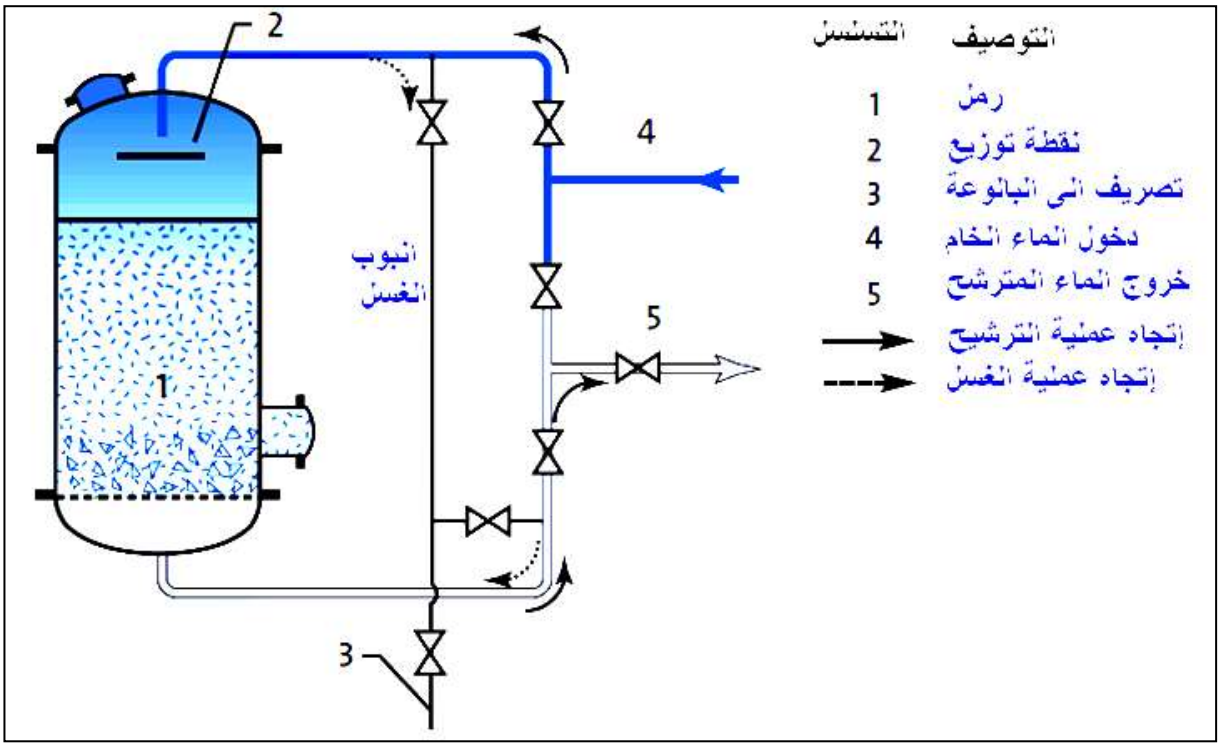


الشكل 3-3 : مخطط تفصيلي لعمليات تدفق تنقية مياه الشرب. (لوحة للاطلاع)

2-3 طريقة غسل المرشح

بسبب إرتفاع سرعة الترشيح في المرشحات السريعة من 20 : 30 ضعف للسرعة المنجزة في المرشحات البطيئة، يكون من الضروري غسل المرشح السريع على فترات قصيرة جداً، مرة أو مرتين يوميا بحسب كمية الرواسب الموجودة في المياه المراد ترشيحها، بينما تتضمن طريقة تنظيف المرشح البطيء عن طريق إزالة الطبقة الهلامية المتكونة فوق المرشح على فترات زمنية من سطح المرشح، وهذا غير متبع في المرشحات السريعة التي يتوفر فيها سهولة غسل الرمل بدون عناء كبير، إذ يسهل فيها غسله بدون إزالته من المرشح.

لتسهيل غسيل رمل المرشح السريع الذي يعمل بالجاذبية وبدون استهلاك كمية كبيرة من المياه يجب تحريك الرمل لتفكيكه وتسهيل فصل الأوساخ عنه عند مرور مياه الغسل ويتم ذلك عن طريق ضخ الهواء بالاتجاه المعاكس، أما في المرشحات التي تعمل بالضغط فيتم الغسل بتمرير الماء (فقط) بالاتجاه المعاكس عن طريق مجموعة أنابيب وصمامات يتم التحكم بها عند عمليتي الغسل والترشيح، ويبين الشكل (3-4) مخططاً يوضح ربط المرشح الذي يعمل بالضغط.



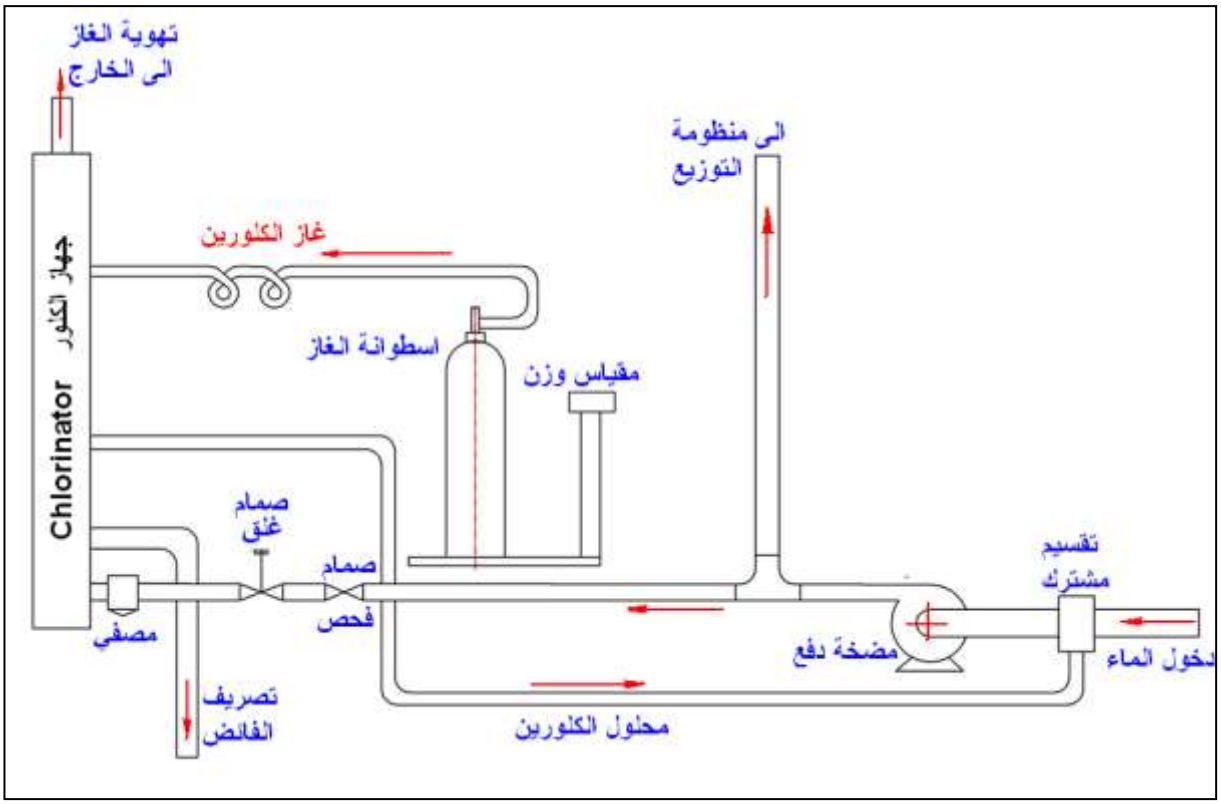
الشكل 3-4 : مخطط يوضح ربط المرشح الذي يعمل بالضغط. (لوحة للرسم)

3-3 نظام التعقيم بالكلور (إضافة الكلورين) Chlorination System

بعد تحويل غاز الكلورين من حالته الغازية إلى الحالة السائلة بواسطة الضغط العالي يوضع في أسطوانات من الصلب وتدهن من الخارج عادة باللون الأصفر لتمييزها عن غيرها وتوصل الأسطوانة بالجهاز ثم يفتح الصمام بينهما وعندئذ يتحول الكلورين السائل إلى الحالة الغازية ويمر بالسرعة المطلوبة ويمر الغاز في كمية صغيرة من الماء الذي يصبح حينئذ محتوياً على نسبة عالية من الكلورين ويضاف ذلك إلى الماء المطلوب تعقيمه عن طريق الخلط الجيد، ويبين الشكل (3-5) منظومة التعقيم.

الشكل 3-5 : منظومة التعقيم.

يبين الشكل (3-6) المعدات والتوصيلات واتجاهات تدفق غاز الكلورين وتحويله الى محلول مائي مشبع بالكلورين لغرض تعقيم مياه الشرب.

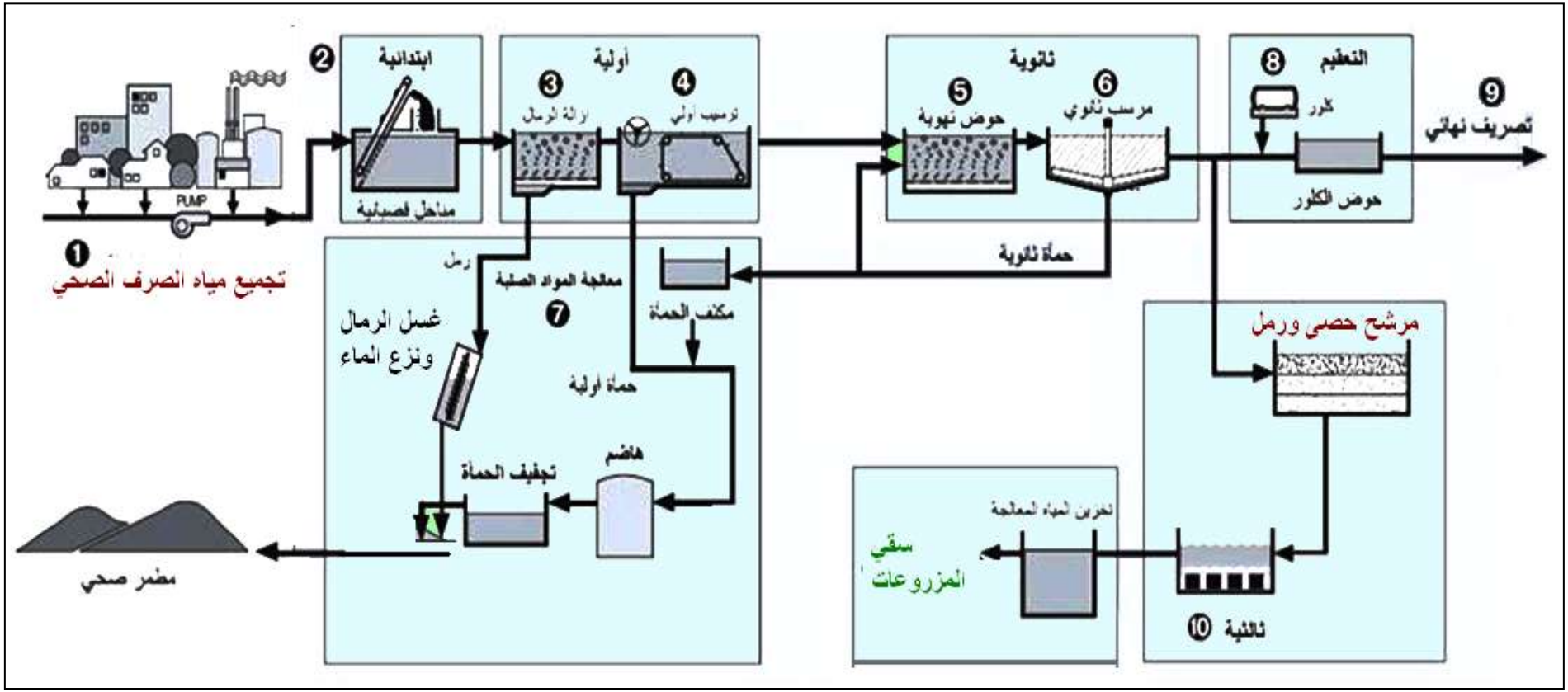


الشكل 3-6 : مخطط لأنابيب ومعدات إضافة غاز الكلورين الى الماء. (لوحة للرسم)

4-3 معالجة مياه الصرف الصحي (المجاري) Sewage Treatment

تدعى عملية تنقية مياه الصرف الصحي بعملية الحمأة المنشّطة Activated Sludge من الشوائب والمواد العالقة والملوثات والمواد العضوية، لتصبح صالحة لإعادة الاستخدام (غير الآدمي) أو لتكون صالحة للتخلص منها في المجاري المائية دون أن تسبب تلوثا لها. تشتمل عملية معالجة مياه الصرف على عدة مراحل فيزيائية وكيماوية وبيولوجية.

للمعالجة ثلاث مراحل رئيسة، تسمى مرحلة أولية، ومرحلة ثانوية ومرحلة ثالثة، إذ تتم خلالها فصل المواد الصلبة عن مياه الصرف السائلة، ثم يتم تحويل المواد العضوية الذائبة في المياه إلى مواد صلبة تدريجيا عن طريق ميكروبات دقيقة تتولد في المياه. في المرحلة الأخيرة يتم التخلص من المواد العضوية أو يعاد استخدامها، ويمكن عندها تطهير المياه كيميائياً أو فيزيائياً، تضخ المياه المعالجة بعد ذلك إلى أي مجري مائي أو نهر، ومن الممكن أيضا أن تستخدم في الزراعة، الشكل (7-3).



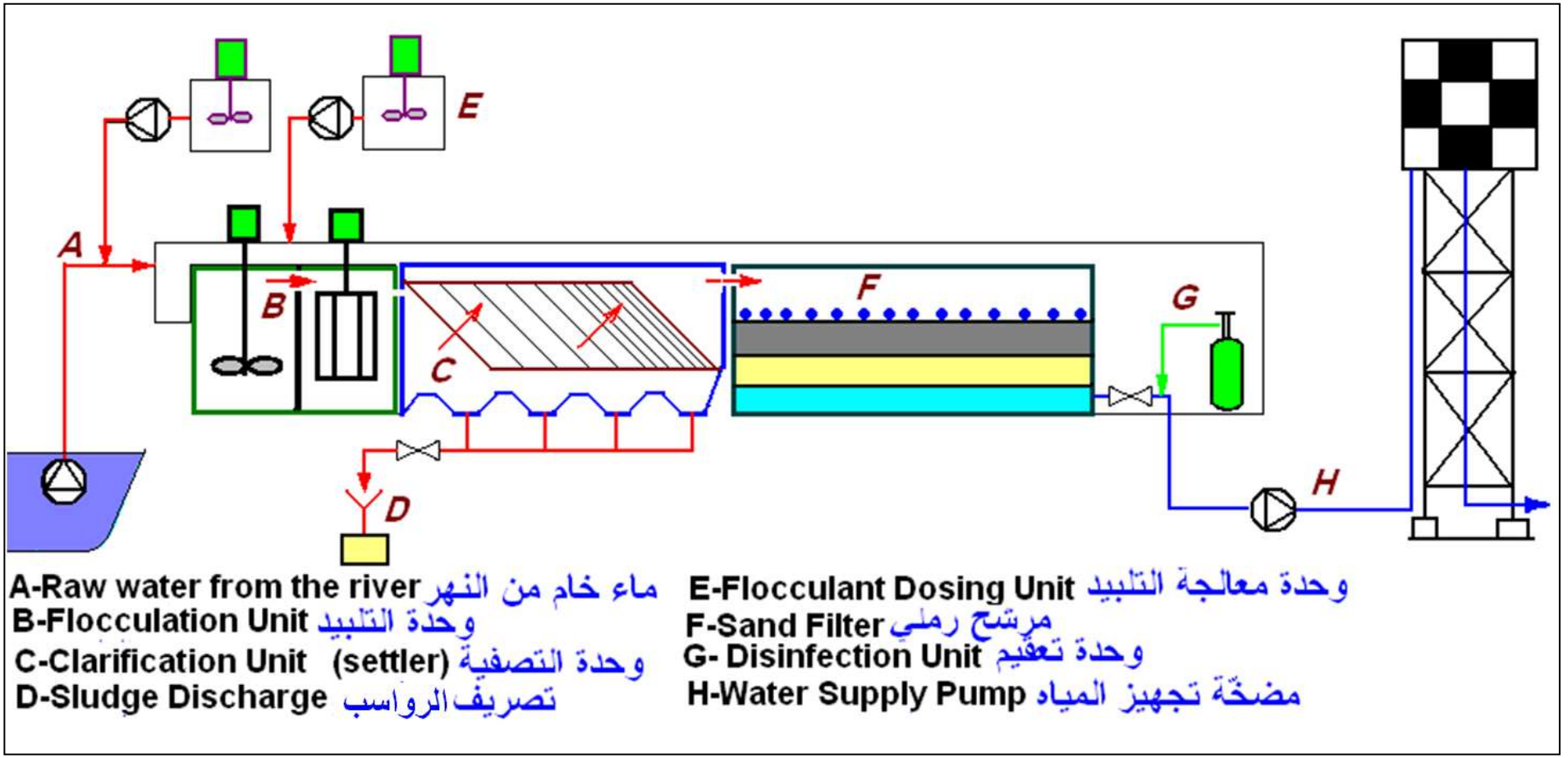
الشكل 3-7 : مخطط الإجراءات المثالية في محطة معالجة مياه الصرف. (لوحة للرسم)

5-3 محطات مدمجة لتصفية المياه Package Plane for Water Clarification

تم تطوير نظام متقدم لمعالجة المياه وجعلها صالحة للشرب، إذ تجهز معدات التنقية كوحدات مدمجة بغرض اختصار الوقت والجهد في إنشاء المحطات التي تتطلب أعمالاً مدنية وميكانيكية، ففي المناطق النائية محدودة في عدد السكان تستوجب نصب مثل تلك المحطات والتي من الممكن نقلها فيما بعد، الشكل (3-8).

الشكل 3-8 : محطة تصفية مدمجة.

إنّ تصميم المحطة يجب أن يستند على شروط منها كمية تدفق محدودة وكلفة إنتاج منخفضة وسهولة النصب والصيانة فضلاً عن طول العمر التشغيلي، ويبين الشكل (3-9) مخطط تدفق لمكونات محطة تنقية مياه الشرب المدمجة التي يمكن نصبها على مصادر المياه الطبيعية لتقوم بتغذية شبكة ماء محلية محدودة السعة.

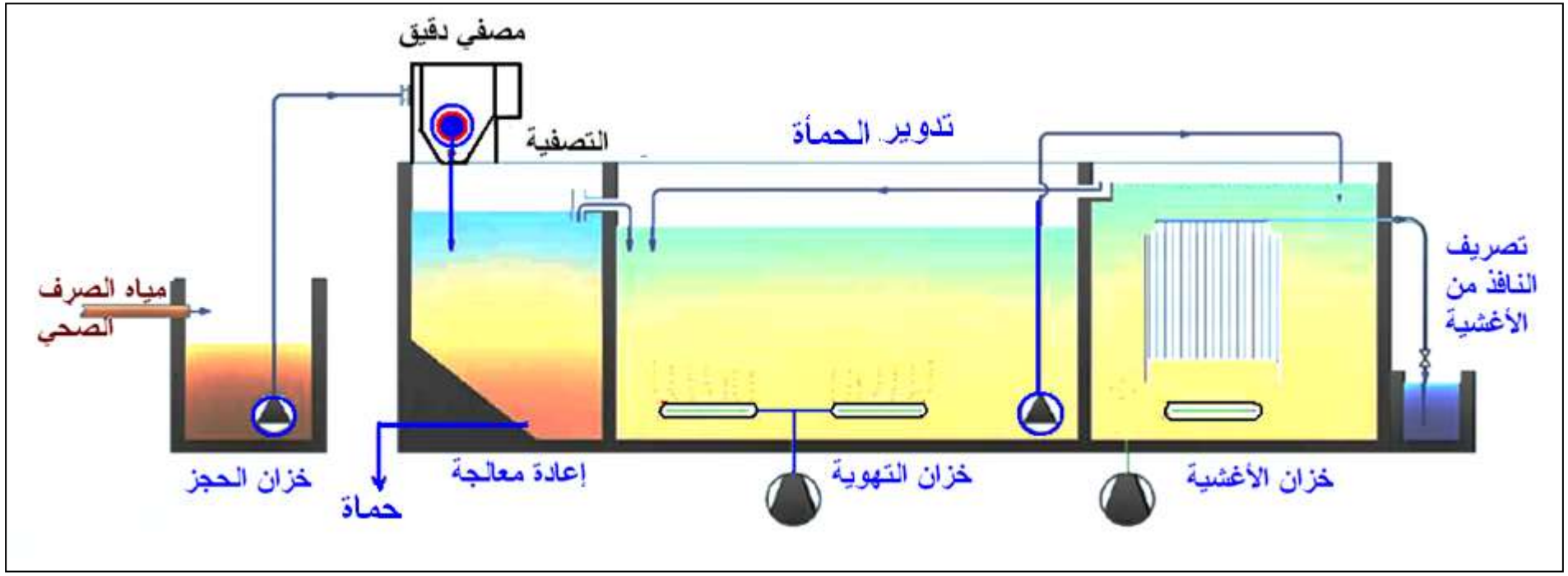


الشكل 3-9 : مخطط لمحطة تصفية مياه مدمجة. (لوحة للرسم)

1-5-3 محطات مدمجة لمعالجة المياه Package Plant for Water Treatment

بغرض معالجة مياه الصرف ذات التدفق المتقطع واستعمال أقل مساحة وحيز، فقد صممت وحدات مدمجة لمعالجة مياه الصرف الصحي إذ تدمج على الأقل مرحلتين من مراحل المعالجة الرئيسة الثلاث الى مرحلة مشتركة، وتستعمل تلك المحطات في المناطق الريفية البعيدة أو في توقفات واستراحات الطرق الخارجية.

يبين الشكل (3-10) مخططاً لأحد المحطات المدمجة النموذجية لمعالجة مياه المجاري.



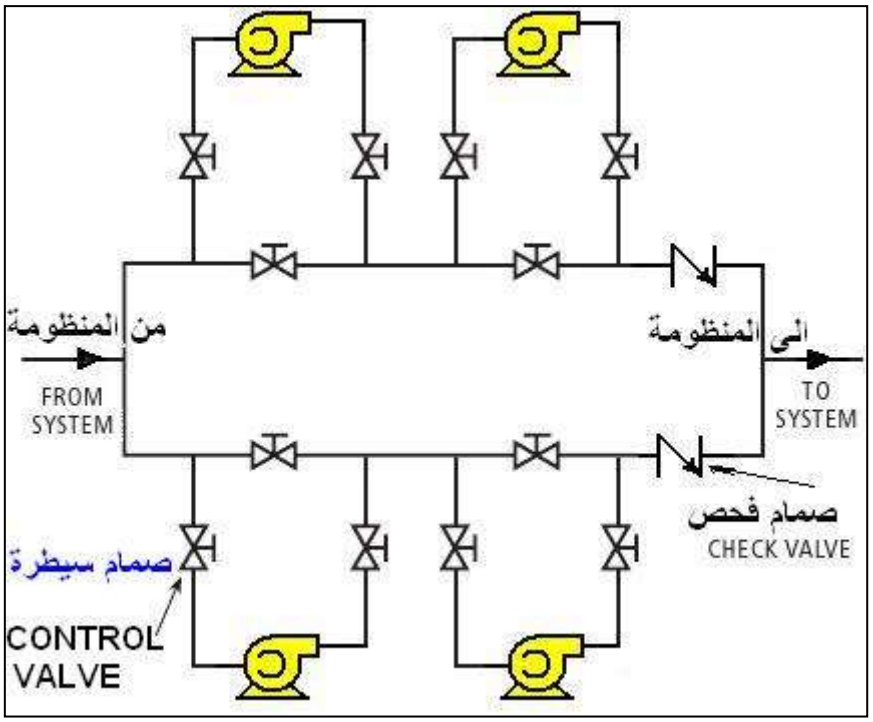
الشكل 3-10 : محطة مدمجة لمعالجة مياه الصرف الصحي.(لوحة للرسم)

6-3 ربط المضخات

عندما تربط اثنان (أو أكثر) من المضخات فأن الأداء الناتج سيختلف بحسب نوع الربط، الشكل (11-3)، إذ يتم اللجوء الى ربط مضخات الطرد المركزي على التوالي Series للتغلّب على خسارة الارتفاع Head الحاصلة نتيجة الاحتكاك والذي يحدث في المضخّات، في حين يبقى معدل التدفق Flow Rate نفسه كما هو لكل مضخة، وسيتضاعف الارتفاع مرّتين (أو أكثر بحسب عدد المضخات)، ويستعمل الربط على التوازي Parallel للحصول على حجم تدفق أكبر إذ يتضاعف التدفق لمضخّتين مماثلتين مربوطتان على التوازي، في حين يبقى الارتفاع ثابتاً.

الشكل 3-11 : مضخات مربوطة ربطاً مزدوجاً (Series-Parallel Pump).

يبين الشكل (3-12) مخطط لإحدى طرائق ربط المضخات على التوالي وعلى التوازي في الوقت نفسه وذلك عن طريق التحكم بصمامات السيطرة، هذا الترتيب يسمح للتغيير في ربط المضخات تبعاً لنوع التدفق المطلوب، فضلاً عن إمكانية إجراء الصيانة لإحدى المضخات من غير أن يتوقف التدفق، ومن المهم في حالة ربط المضخات على التوازي وضع صمام فحص- لا رجوعي- Check Valve (طريق واحد) ليمنع رجوع السوائل المضغوطة من مضخة لأخرى.



الشكل 3-12 : ربط المضخات على التوالي وعلى التوازي.(لوحة للرسم)

أسئلة الفصل الثالث

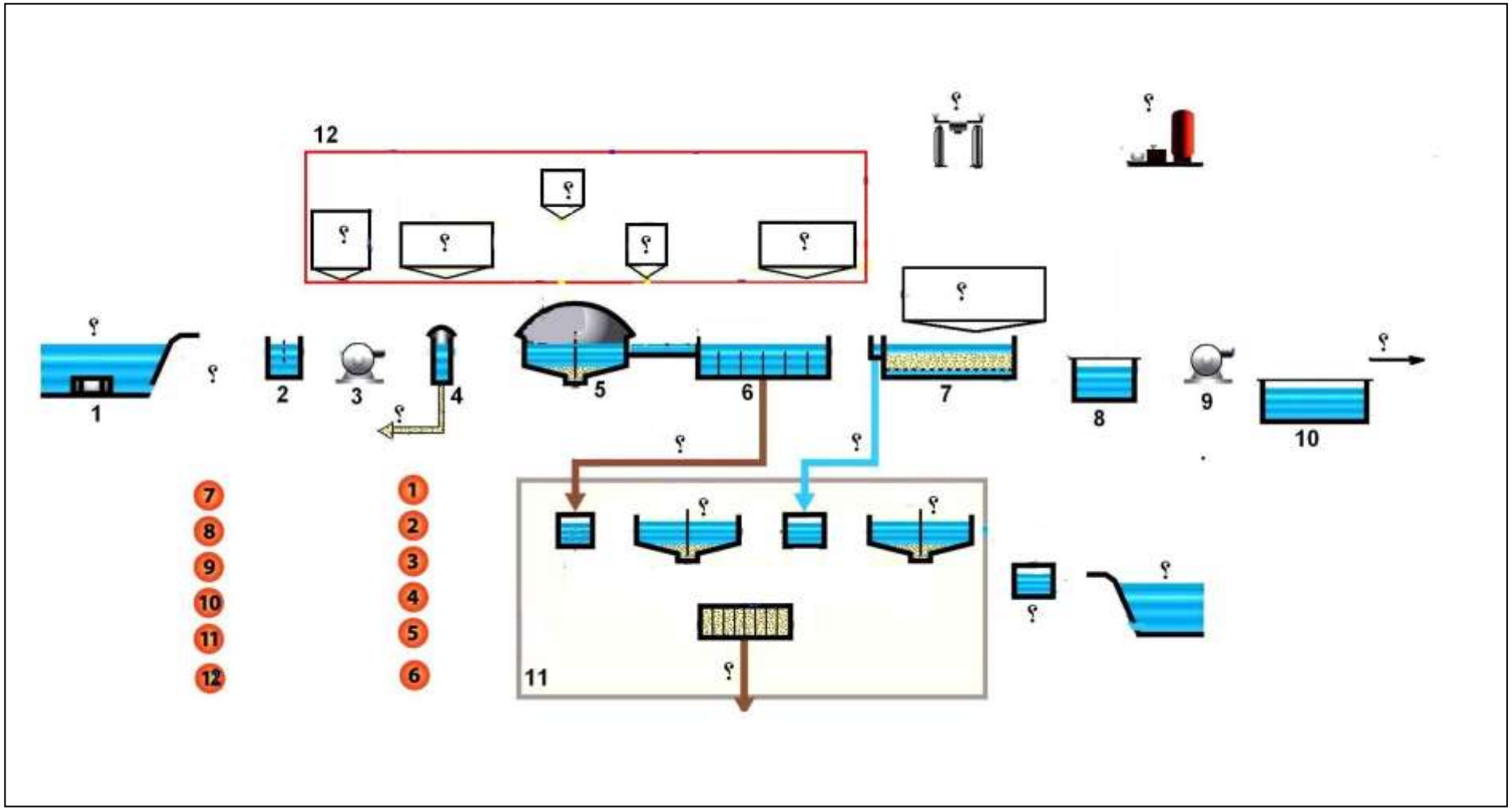
س1 بمقياس رسم مناسب ارسم مخططاً مثالياً لمحطة إنتاج الماء الصالح للشرب موضحا فيها مستوى الأرض.

س2 بمقياس رسم مناسب ارسم مخطط تدفق لعملية تنقية ماء الشرب باستعمال طريقة التعويم بالهواء ومعاملة الماء بغاز الأوزون.

س3 بمقياس رسم مناسب ارسم مخططاً يوضح ربط المرشح الذي يعمل بالضغط.

س4 بمقياس رسم مناسب ارسم مخططاً لأنابيب ومعدات إضافة غاز الكلورين الى الماء.

س5 بمقياس رسم مناسب ارسم مخطط الإجراءات المثالية في محطة معالجة مياه المجاري.



الشكل 3-13 : المعدات الرئيسة المستعملة في عملية تنقية مياه الشرب

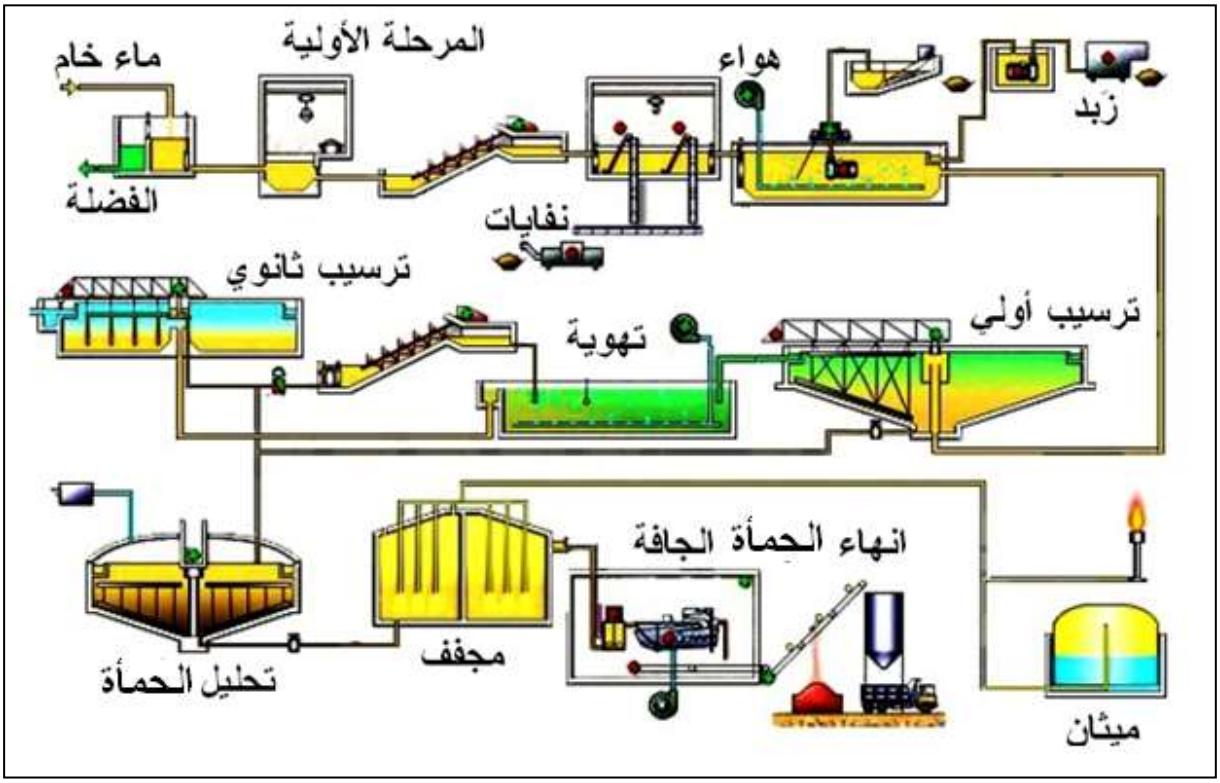
س6 بمقياس رسم مناسب ارسم مخططاً لمحطة تصفية مياه مدمجة.

س7 بمقياس رسم مناسب ارسم مخططاً لمحطة مدمجة لمعالجة مياه الصرف الصحي.

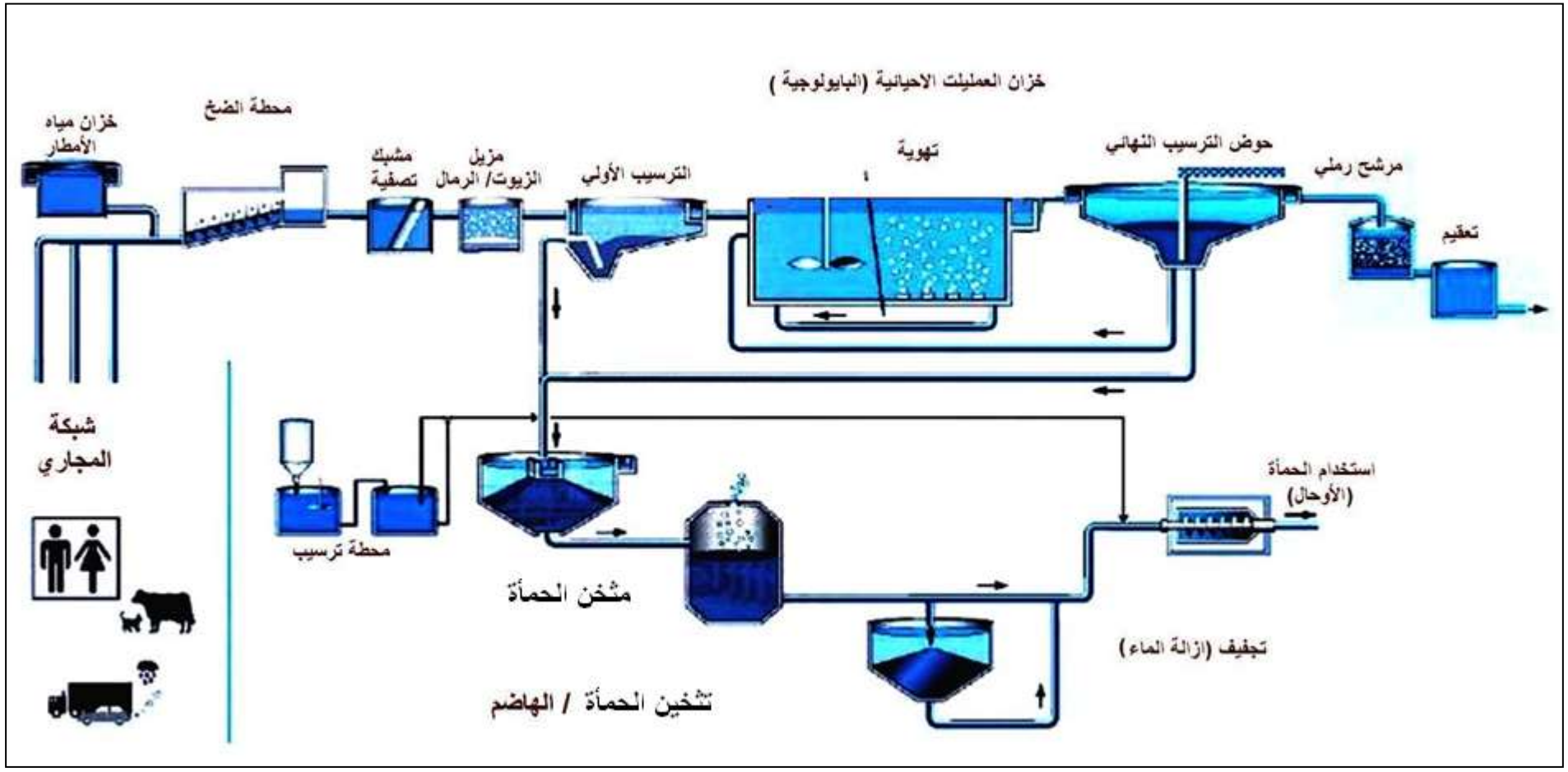
س8 بمقياس رسم مناسب ارسم مخططاً لربط المضخات على التوالي وعلى التوازي.

س 9 يبين الشكل (3-14) مخططاً لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي، ارسم بمقياس رسم مناسب رموز معدات وتوصيلات المحطة مع ترقيمها وعمل جدول بأسمائها مع بيان اتجاهات تدفق المياه بالأسهم.

س10 يبين الشكل (3-15) مخططاً لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي، ارسم مخططاً انسيابيا (كتلياً) للإجراءات الحاصلة في مخطط التدفق.



الشكل 3-14 : محطة معالجة مياه الصرف الصحي. (لوحة للاطلاع)



الشكل 3-15: مخططٌ محطة معالجة مياه الصرف الصحي.

الفصل الرابع

رسم قطاعات في مكونات محطات تصفية ومعالجة المياه

Sections Drawing of Water Treatment Plant Components

أهداف الفصل الرابع

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن يرسم:

1. عدة أنواع من أحواض الترسيب.
2. مرشح الجاذبية الرملي السريع.
3. منظومة الغسل العكسي لمرشح الرمل السريع بالجاذبية.
4. مرشح رملي يعمل بانسياب الماء الداخل
5. مرشحات تعمل بالضغط.
6. حوض حجز الرمال لمياه الصرف الصحي.
7. حوض تهوية في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي.
8. مضخة الطرد المركزي.
9. بئر المضخة الغاطسة.
10. أنواع عديدة من الصمامات.
11. مضخات الرفع مربوطة على التوازي.
12. منظومة التعقيم بالكلورين.

تمهيد

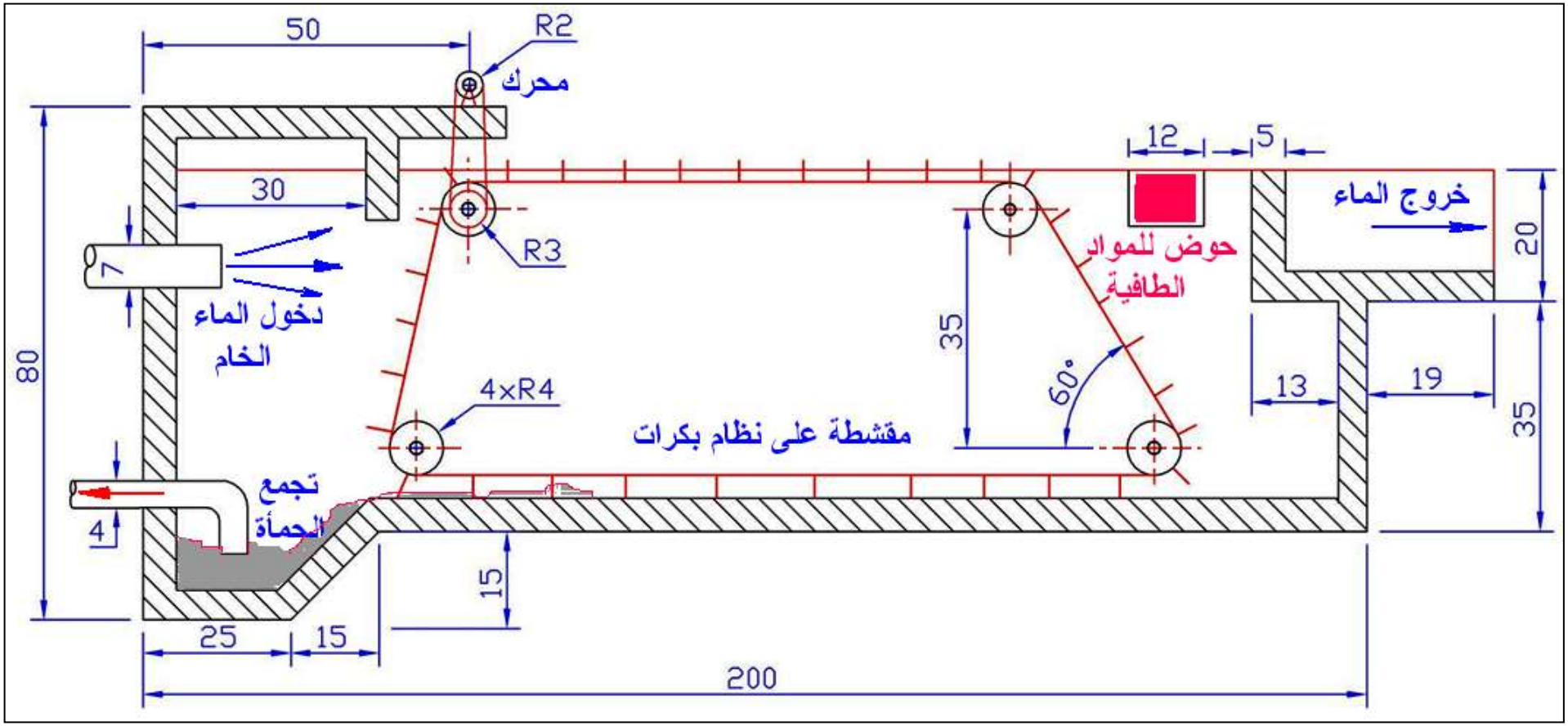
من المناسب في هذا الفصل أن يمارس الطالب رسم قسماً من القطاعات لبعض من مكونات وحدات محطات تصفية ومعالجة المياه لتشمل الأجهزة والأنابيب الرابطة بين تلك الوحدات، بهدف التمكن من قراءة الرسومات التصميمية في مواقع العمل فضلاً عن اكتسابه المهارة الضرورية في الرسم التخصصي، إذ يشمل الفصل على رسومات لقطاعات في كل من أحواض الترسيب الأولية، أحواض الترشيح، منظومة الغسل العكسي لمرشحات الرمل، مرشحات تعمل بالضغط، حوض حجز الرمال وحوض التهوية البيولوجي لمياه الصرف الصحي، مضخة الطرد المركزي، الصمامات، ربط الأنابيب، فضلاً عن منظومة التعقيم بالكلورين. وإن رسم تلك المقاطع سيحتاج الى تقدير بعض من الأبعاد التي لم تثبت على اللوحات، إذ تم تثبيت الأبعاد الضرورية اللازمة في الرسم.

4-1 أحواض الترسيب Sedimentation Tanks

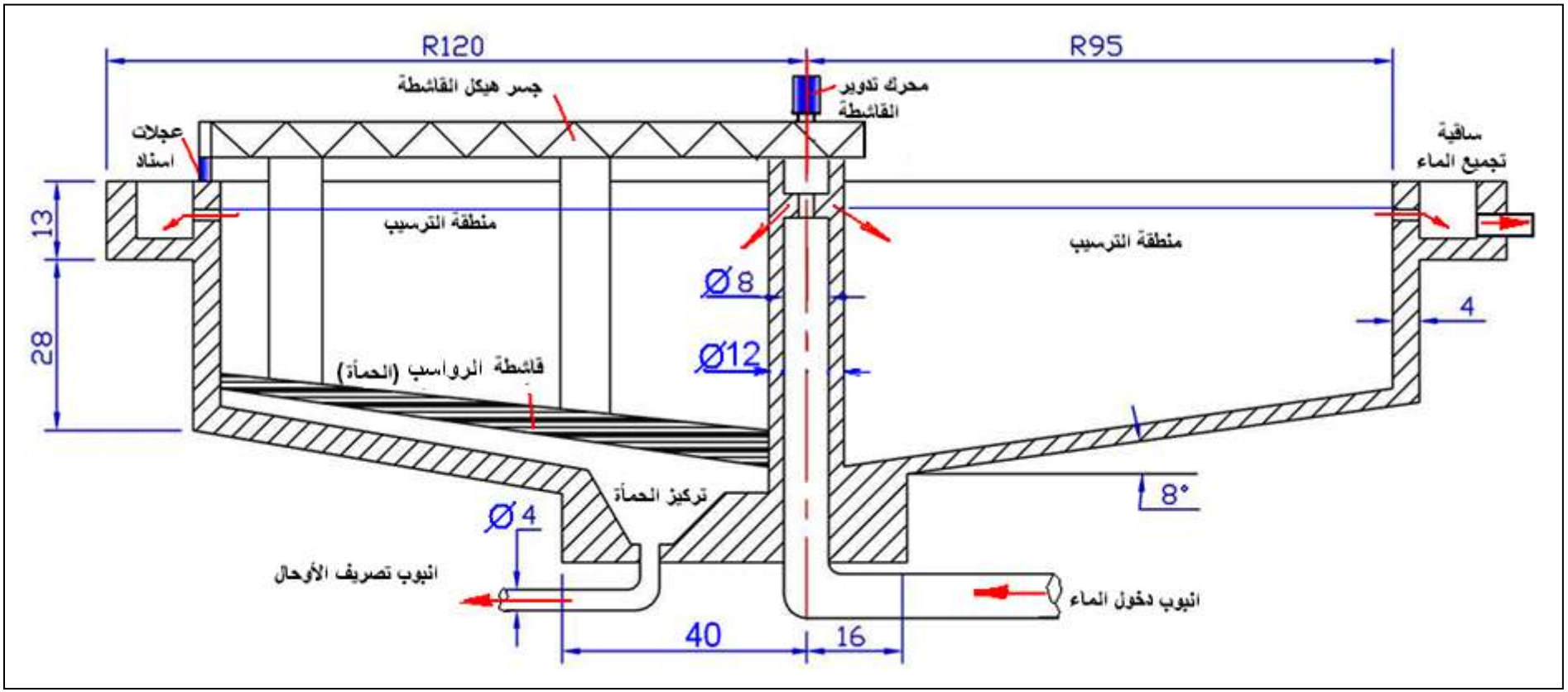
عندما لا تكون هناك حركة للماء ويكون ساكناً، سوف تغطس المواد العالقة والصلبة الى القاع بفعل الجاذبية، على شكل راسب، وإن عملية فصل هذه المواد تدعى بالترسيب Sedimentation، ففي معالجة المياه تستعمل هذه الأحواض لإزالة المواد الصلبة من المياه التي تحتوي على رواسب بشكل طبيعي، أو بعمليتي التخثر Coagulation والتلبيد Flocculation.

إنّ جعل خزانات الترسيب كبيرة بما فيه الكفاية والتدفق يتباطأ بانسيابية، سوف يحسّن نسبة نزول الجزيئات العالقة نحو قاع الخزان، ويمكن أن تكون الأحواض من أنواع مختلفة: كالحوض المستطيل ذو التدفق الأفقي، والحوض الدائري ذو التدفق الشعاعي، وغيرها.

الأحواض الدائرية والمستطيلة مجهّزة بأدوات ميكانيكية لقشط الرواسب أو الحمأة الرطبة وإزالة ما استقر منها في القاع وتدعى بالقاشطات Scrapers، أما في خزانات التدفق الشعاعي والأفقي فتخزن أيّ مادّة عائمة مقشوطة من السطح عن طريق نصل مجهز مع آلية القشط، ويتم تفريغها لكي تندمج مع الرواسب المستقرة، وتبين الأشكال (4-1) و (4-2) قطاعات توضيحية في الأحواض.



الشكل 4-1 : قطاع أمامي كامل في حوض الترسيب من النوع المستطيل ذو التدفق الأفقي ومقشطة بنظام بكرات. (لوحة للرسم)



الشكل 4-2 : قطاع أمامي كامل في حوض الترسيب ذو التدفق القطري ذو مقشطة دائرية.(لوحة للرسم)

2-4 عملية الترشيح Filtration

في عملية الترشيح، يمرّ الماء المعالج جزئيا من خلال وسط مثل الرمل الذي يعمل كمصفاة Strainer، يحتفظ بالمادّة العضوية وغير العضوية الدقيقة والسماح للماء النظيف بالمرور، ويكون إجراء الترشيح مركّباً إذ تحدث في بعض أنواع المرشحات تفاعلات حيوية أيضا، فضلاً عن إزالة الجزيئات الدقيقة التي لا يمكن أن تزال أثناء الترسيب مثل الكثير من الطفيليات.

يعد مرور الماء خلال جسم المرشح جزءً بسيطاً من عملية الترشيح، لكن العملية الرئيسة هي تكاثف الجزيئات العالقة بالماء، إذ تلتصق مع السطوح الصلبة، أو بالجزيئات الملتصقة سابقاً فإما عن طريق التجاذب أو التنافر الكهربائي بينهما اعتماداً على الشحنات السطحيّة لكل من الجزيئة والسطح الصلب، وهناك طريقتان للترشيح: الأولى وهي القديمة المعروفة بالمرشحات البطيئة والثانية الحديثة وهي المرشحات السريعة.

1-2-4 مرشحات الرمل البطيئة

مرشح الرمل البطيء يشمل حوض ضحل يحوي رمل ذو سمك بحدود 1m يستند فوق قاعدة من الحصى الذي يكون في أسفلها نظام أنابيب تجميع الماء، لاحظ الشكل (3-4).

الشكل 4-3 : مقطع طولي أمامي لمرشح رملي بطيء(لوحة للرسم)

الماء الّمعالج سيتدفق الى القاع وعادة سوف تتكون طبقة بسمك بضعة مليمترات من الطحالب والأحياء المجهرية الأخرى على سطح طبقة الرمل، هذه الطبقة المعروفة بـ Schmutzdecke، التي تعلو طبقة رقيقة من الطين في هذه الطبقة، وتكون نافعة للترشيح الدقيق بشرط السيطرة على عدم تفاقمها وتسببها بانسداد المرشح، ويكون معدل التصريف للماء المرشح بمعدل $2\ m^3$ -1 في الساعة لكل متر مربع من المساحة السطحية للمرشح.

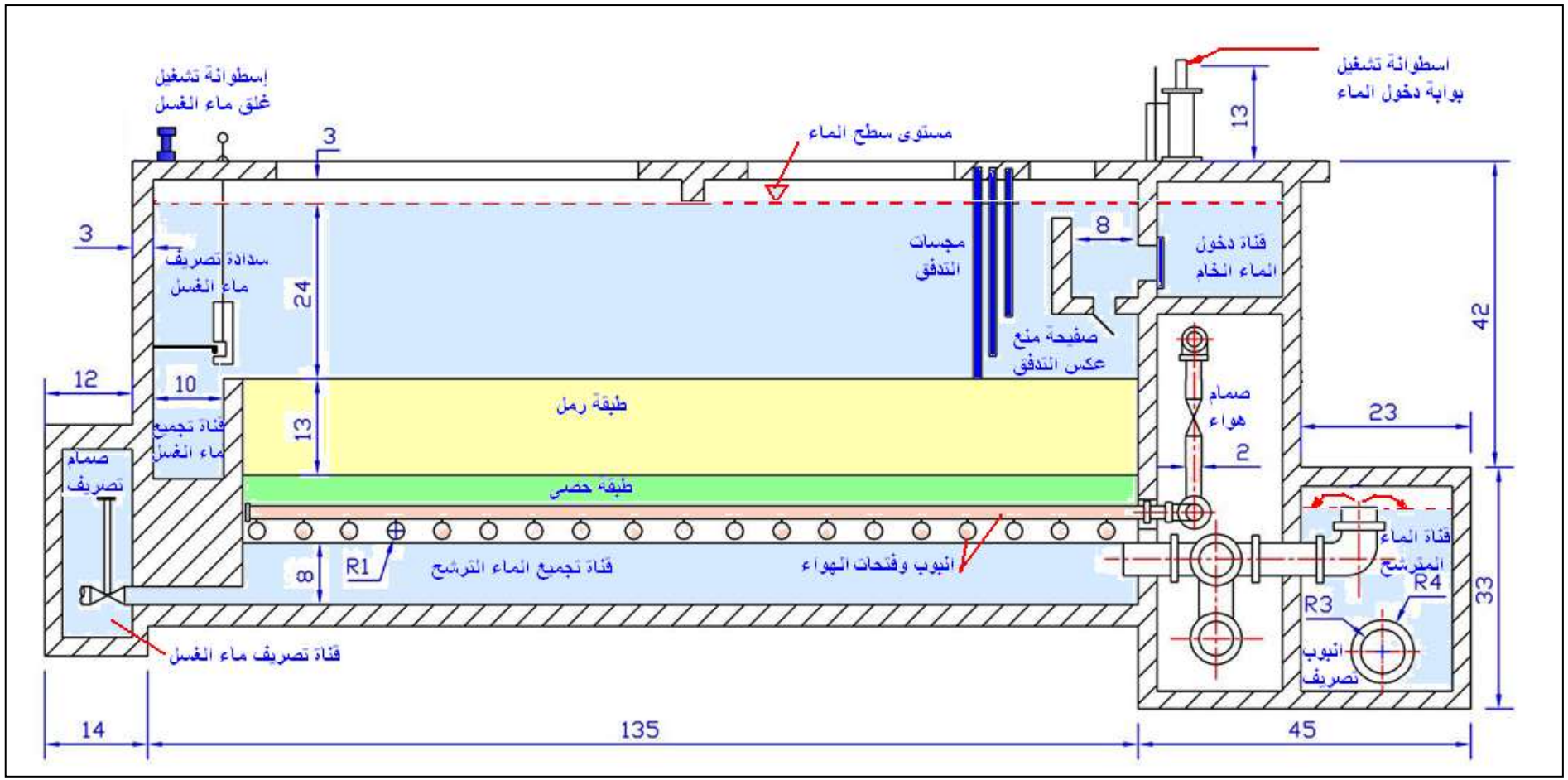
الترشيح في معالجة المياه يمكن أن ينفّذ باستعمال مرشحات الرمل البطيئة البسيطة Simple Slow Sand Filters، أو كما هو شائع للماء المتلبّد، في مرشحات الرمل السريعة العاملة بالجاذبية.

2-2-4 مرشحات الرمل السريعة

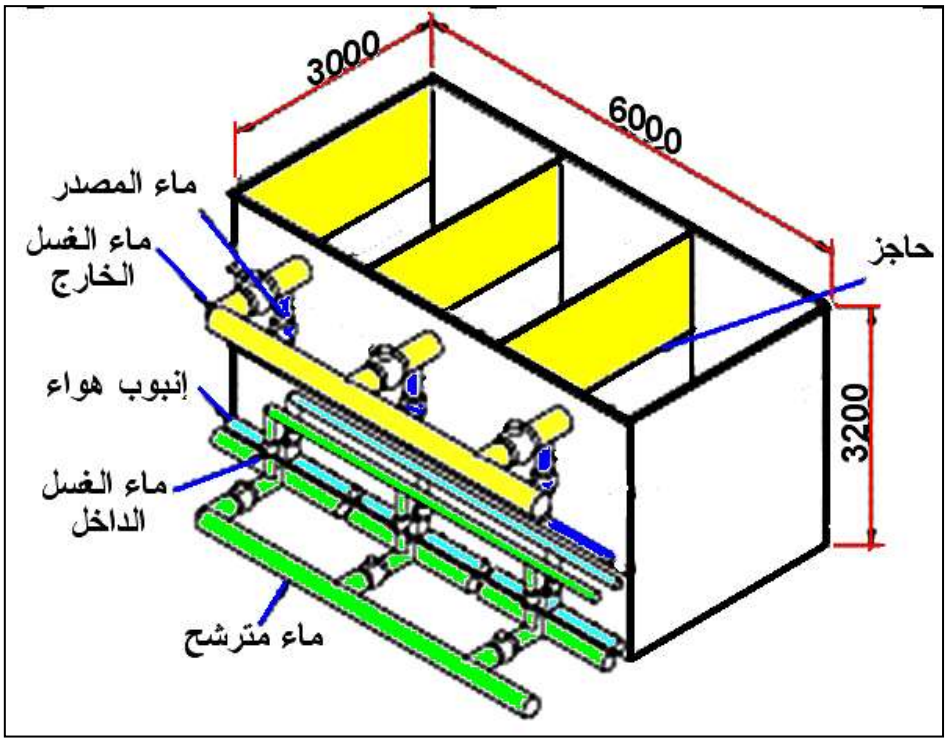
تمتاز المرشحات السريعة عن المرشحات البطيئة بسرعة ترشيحها العالية والناتجة عن غسلها ميكانيكاً باستمرار، وهناك نوعان من هذه المرشحات هي : المرشحات بالجاذبية الطبيعية والمرشحات ذات الضغط (الضغطية) .

أ) **المرشحات السريعة بالجاذبية الطبيعية:**

تنشأ إما مستديرة وتكون جدرانها الخارجية من الصلب وإما مستطيلة وتكون مبنية بالخرسانة وتدخل المياه إلى المرشح من أنبوب المدخل في أعلاه ويبلغ ارتفاع المياه فوق رمل المرشح من (30 -100 cm) وتمر هذه المياه في طبقة من الرمل يتراوح سمكها بين (30-90 cm) ويلي ذلك من أسفل طبقة الحصى المدرج وسمكها من (35-50 cm) مدرجة من أسفل إلى أعلى كما في المرشحات البطيئة وفي بعض المرشحات يستغني عن وضع الحصى بتركيب شبكة سلكية مجلفنة ذات 25 ثقبا في البوصة، عندما تبدأ نسبة الترشيح بالتضاؤل بعد شهر أو اثنين، يصرف الماء ويزال بحدود السنتيمترين من طبقة الرمل العلوية وتعوض بالرمل الجديد، وهي أقل كلفة من مرشحات الرمل البطيئة، الشكل (4-4)، في الوقت نفسه لا تتكون طبقات من الطحالب إلاّ بشكل قليل نسبياً نتيجة عملية الغسيل العكسي Backwashing المستمر (كل يوم أو يومين) عن طريق تيار من الماء والهواء الذي يقوم بتهيج الرواسب بين أجزاء المرشح، يتبعه تيار من الماء لغسل الشوائب العالقة، لاحظ الشكل (4-5).

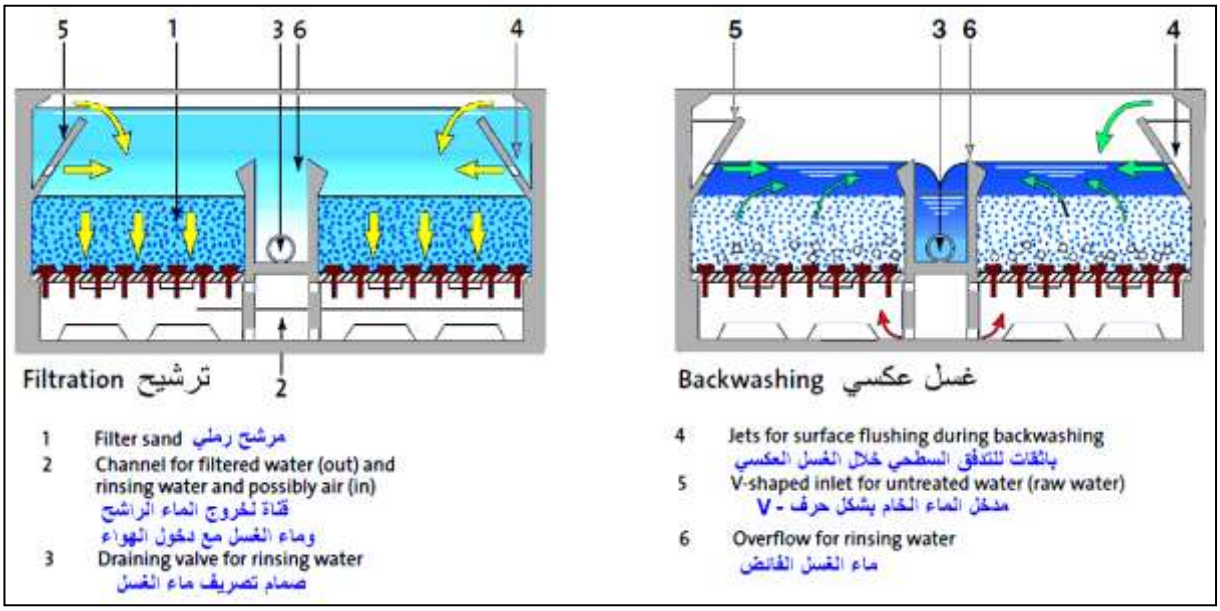


الشكل 4-4 : قطاع طولي في مرشح الجاذبية الرملي السريع. (لوحة للرسم)



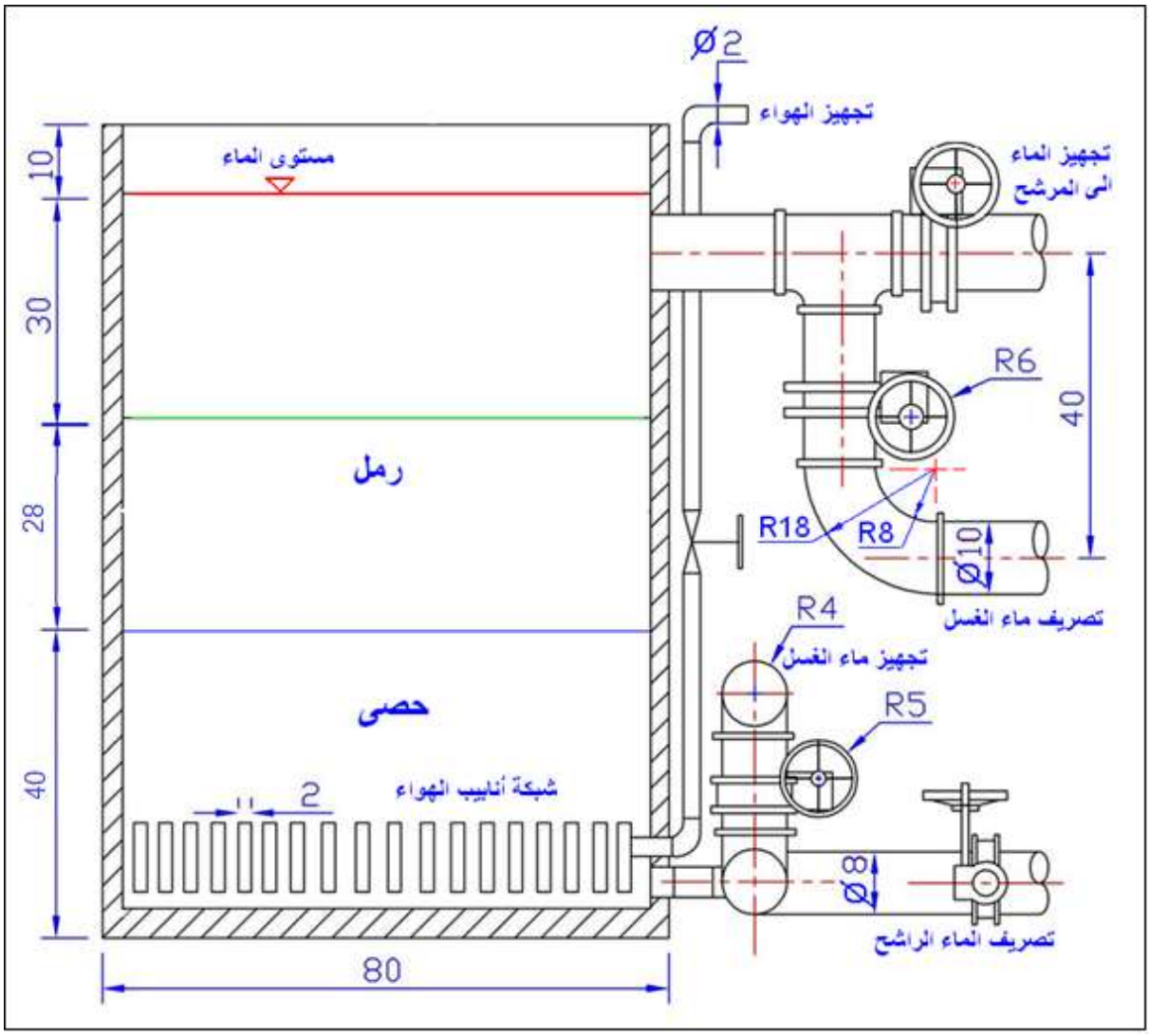
الشكل 4-5: منظومة الغسل بالهواء والماء.

ويبين الشكل (4-6) عملية الترشيح وعملية الغسل في المرشح الرملي الذي يعمل بالجاذبية.



الشكل 4-6 : قطاع أمامي في مرشح أثناء عملية الترشيح وعملية الغسل.

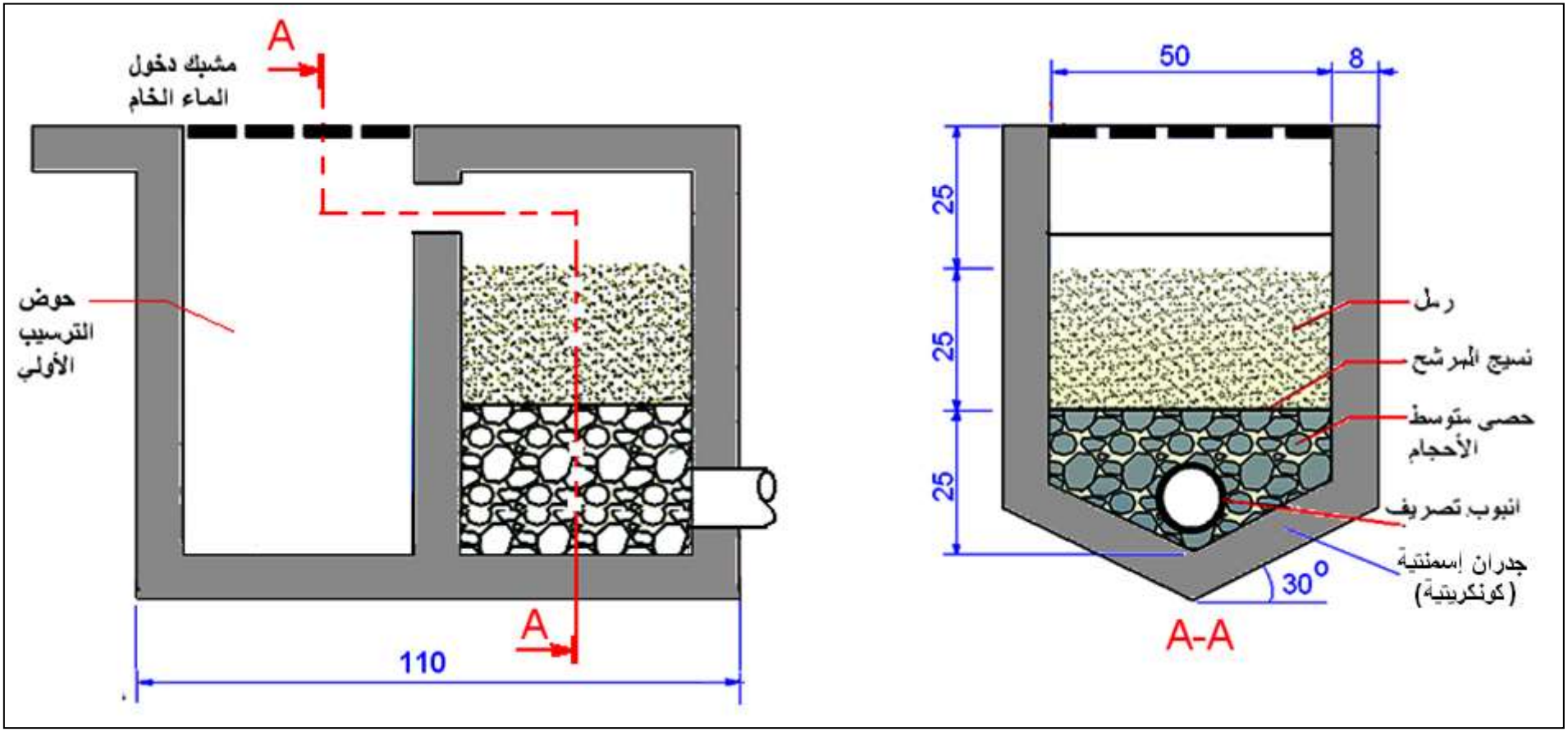
في حين يبين الشكل (4-7) مقطعا طولياً في مرشح رملي سريع يعمل بالجاذبية ويبين توصيلات أنابيب الماء والهواء اللازمة لعملية الغسل العكسي كافة.



الشكل 4-7: قطاعاً طولياً لمنظومة الغسل العكسي لمرشح الرمل السريع بالجاذبية. (لوحة للرسم)

وعلى خلاف مرشحات الرمل البطيئة التي تميل إلى إنتاج الماء مع تلوث جرثومي منخفض جدا، تنتج المرشحات السريعة ماءاً بنسب تلوث جرثومي عالية يزيد من ضرورة إجراء عمليات التطهير قبل تجهيز الماء الى المستهلكين، وفي العديد من محطات التصفية يرشح الماء في المرشحات السريعة يلي ذلك الترشيح بمرشحات الرمل البطيئة، بعملية تدعى بالترشيح الرملي المزدوج.

ويبين الشكل (4-8) قطاعاً طولياً وقطاعاً جانبياً لمرشح رملي بطيء يعمل بانسياب الماء الداخل والخارج.



الشكل 4-8 : قطاع أمامي وقطاع جانبي لمرشح رملي يعمل بانسياب الماء الداخل. (لوحة للرسم)

ب) **المرشحات الرملية السريعة الضغطية:**

تكون تلك المرشحات على شكل أسطوانة من الصلب محكمة إما رأسية أو أفقية المحور والنوع الرأسي يتراوح قطره من نصف متر إلى ثلاثة أمتار وارتفاعه من مترين إلى أربعة أمتار – وتستعمل لتصريف كميات قليلة من الماء – كما أن النوع الأفقي يتراوح قطره من 2.5 إلى 3.5 متراً ويبلغ طوله حتى سبعة أمتار وهو يستعمل لتصريف كميات المياه الكبيرة نسبياً، ولا تختلف هذه المرشحات في داخلها عن المرشحات التي تعمل بالجاذبية إذ توجد فيها شبكة لصرف المياه المرشحة تعلوها طبقة من الحصى ثم طبقة من الرمل بنفس مواصفات الرمل والحصى المستعمل في المرشحات التي تعمل بالجاذبية، أما طريقة التشغيل فهي أن تضغط المياه بعد الترسيب عن طريق مضخات ذات ضغط عالي إلى المرشحات فتمر عبر طبقتي الرمل والحصى إلى شبكة الصرف ومنها إلى شبكة التوزيع من دون أن تمر على خزان المياه النقية ويستمر هذا حتى يبلغ فاقد عامود الضغط في المرشح أقصاه – ثم يتم غسله بالطريقة نفسها في المرشحات التي تعمل بالجاذبية، فتتفكك حبيبات الرمل على بعضها ومن ثم باحتكاكها مع بعضها للتخلص مما علق بها من مواد هلامية تخرج مع المياه من المرشح ويكون معدل الترشيح في هذه المرشحات هو 100 – 150 متر مكعب في الساعة.

3-2-4 استعمالات المرشح الضغطي

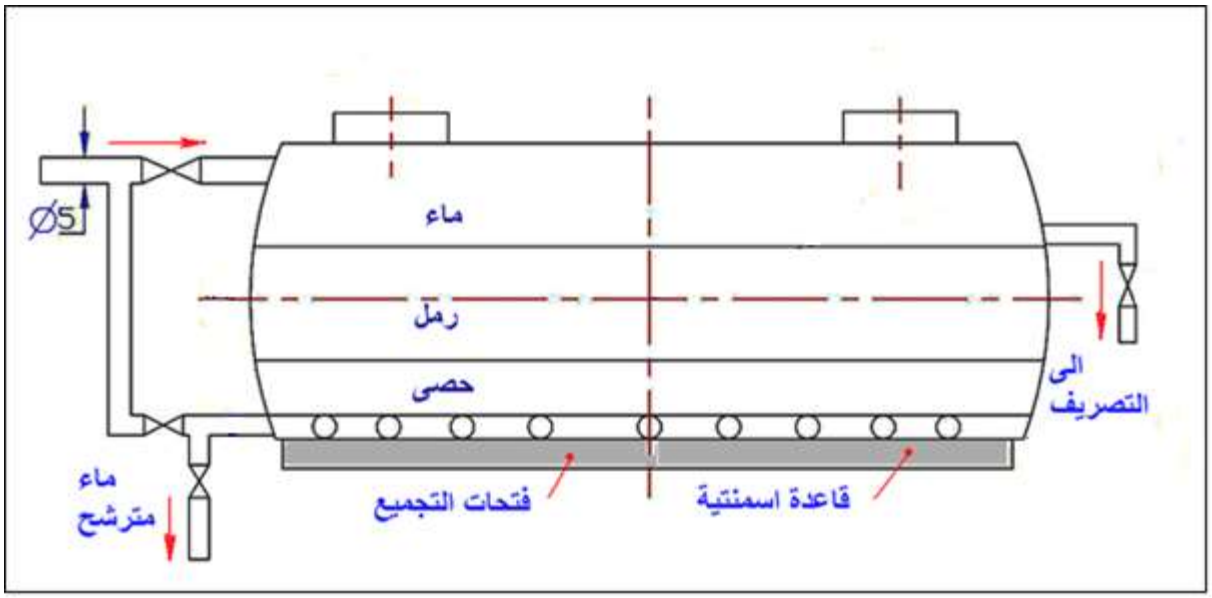
لا يستعمل هذا النوع من المرشحات لعمليات تنقية المياه الكبرى بل يقصر استعماله على الحالات الآتية:

أ – الأغراض الصناعية – لترشيح المياه لمصنع بعيد عن مصدر المياه النقية.

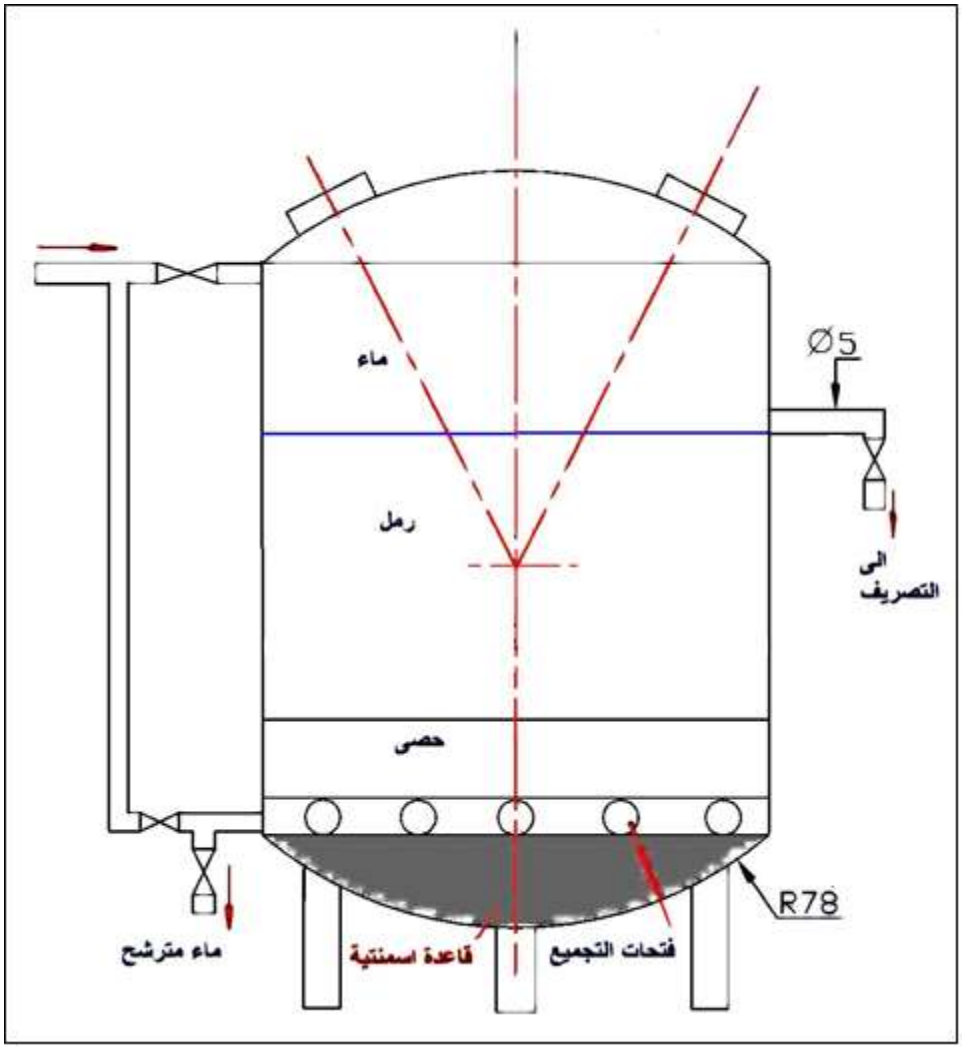
ب – إمداد المجتمعات السكنية الصغيرة بالمياه النقية.

ج – إمداد المجتمعات السكنية المؤقتة (كالمعسكرات الصيفية والثقافية الترفيهية) أو الوحدات السكنية المتنقلة (كوحدات الجنود) وفى هذه الحالات يثبت المرشح على سيارة نقل عادية (شاحنة) لسهولة انتقاله من مكان لآخر بحسب الحاجة.

يبين الشكل (4-9) قطاعاً في مرشح رملي أفقي ضغطي سريع، فيما يبين الشكل (4-10) قطاعاً في مرشح عمودي رملي ضغطي سريع.



الشكل 4-9 : قطاع في مرشح (فلتر) أفقي يعمل بالضغط. (لوحة للرسم)

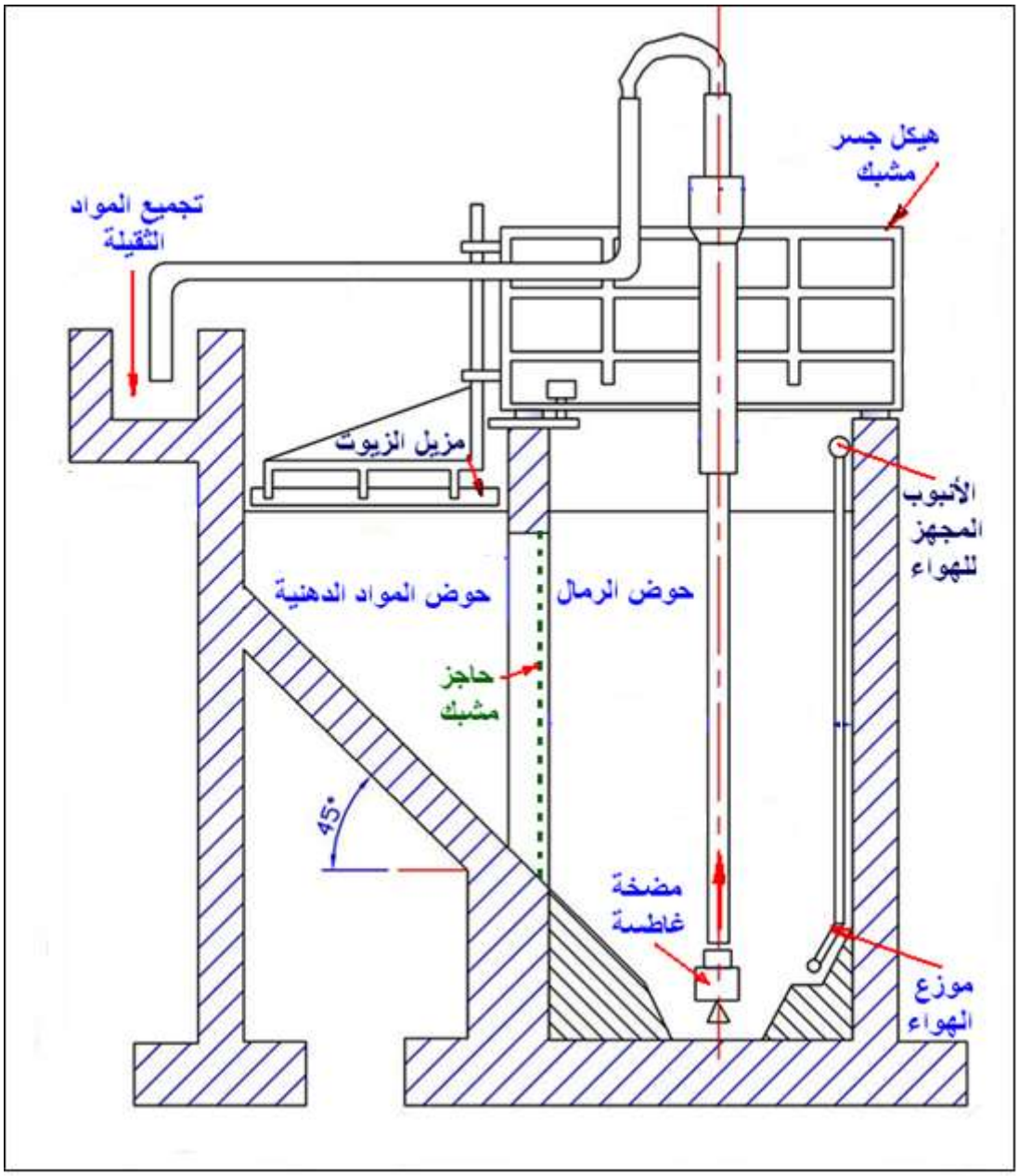


الشكل 4-10 : قطاع في مرشح (فلتر) عمودي يعمل بالضغط. (لوحة للرسم)

3-4 حوض حجز الرمال لمياه الصرف Grit Chamber for Wastewater Treatment

لغرض المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحي والتي تحتوي رملاً ومواد ثقيلة أخرى (الحصباء) والتي سوف تترسب عندما تكون سرعة التدفق منخفّضة أثناء المعالجة التمهيدية، إذ تعد أحواض حجز الرمال جزء هام في عملية معالجة مياه الصرف، فالمواد غير العضوية يمكن أن تسبب ضرراً كبيراُ للأنابيب والمعدات الميكانيكية في المحطة.

الغاية من أحواض حجز الرمال: تهدف عملية استخدام هذه الوحدات إلى إزالة الرمال والمواد الحصوية التي مرت عبر المصافي وبالتالي الإقلال من حجم الرواسب (وخاصة غير العضوية) في أحواض الترسيب الابتدائية إذ يتم التخلص من الرمال العالقة مع المياه تحت تأثير وزنها الذاتي وذلك بتخفيض سرعة جريان المياه في هذه الأحواض، وينصح بأن تصمم هذه الأحواض بحيث تكون هذه السرعة مساوية الى 0.3 m/s وتصمم أحواض ترسيب الرمال للتخلص من الرمال التي تبلغ أقطار حباتها (0.1- 0.3mm) مع ضرورة اتخاذ الإجراءات التي تضمن بقاء المواد العالقة عضوية المنشأ بحالة معلقة في هذه الأحواض ومنعها من الترسيب لتحاشي إمكانية حدوث عمليات تحلل عضوي لهذه المواد داخل هذه الأحواض، ويبين الشكل (4-11) قطاعاً طوليا في حوض حجز الرمال.



الشكل 4-11 : قطاع أمامي كامل في حوض حجز الرمال لمياه الصرف الصحي. (لوحة للرسم)

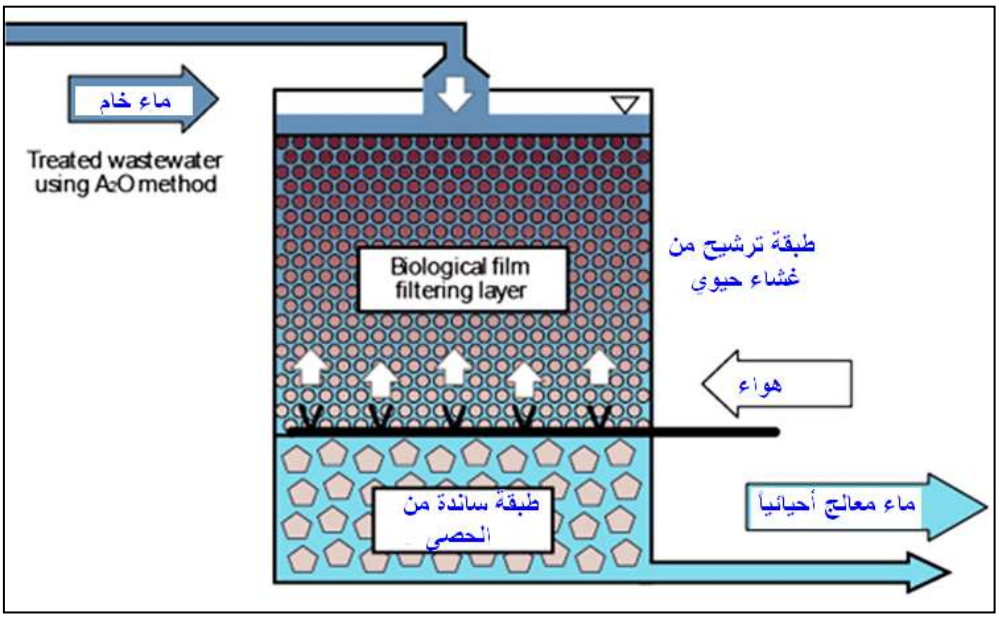
4-4 المرشحات البيولوجية Biological Filtration

بسبب زيادة النتروجين والفسفور بشدّة في مياه الصرف الصحي يتم معالجتها في المراحل الأولية بطريقة A2O، (Anaerobic Anoxic Oxic) لإزالة أكبر كمية من تلك الغازات.

4-4-1 طريقة الترشيح الحيوية

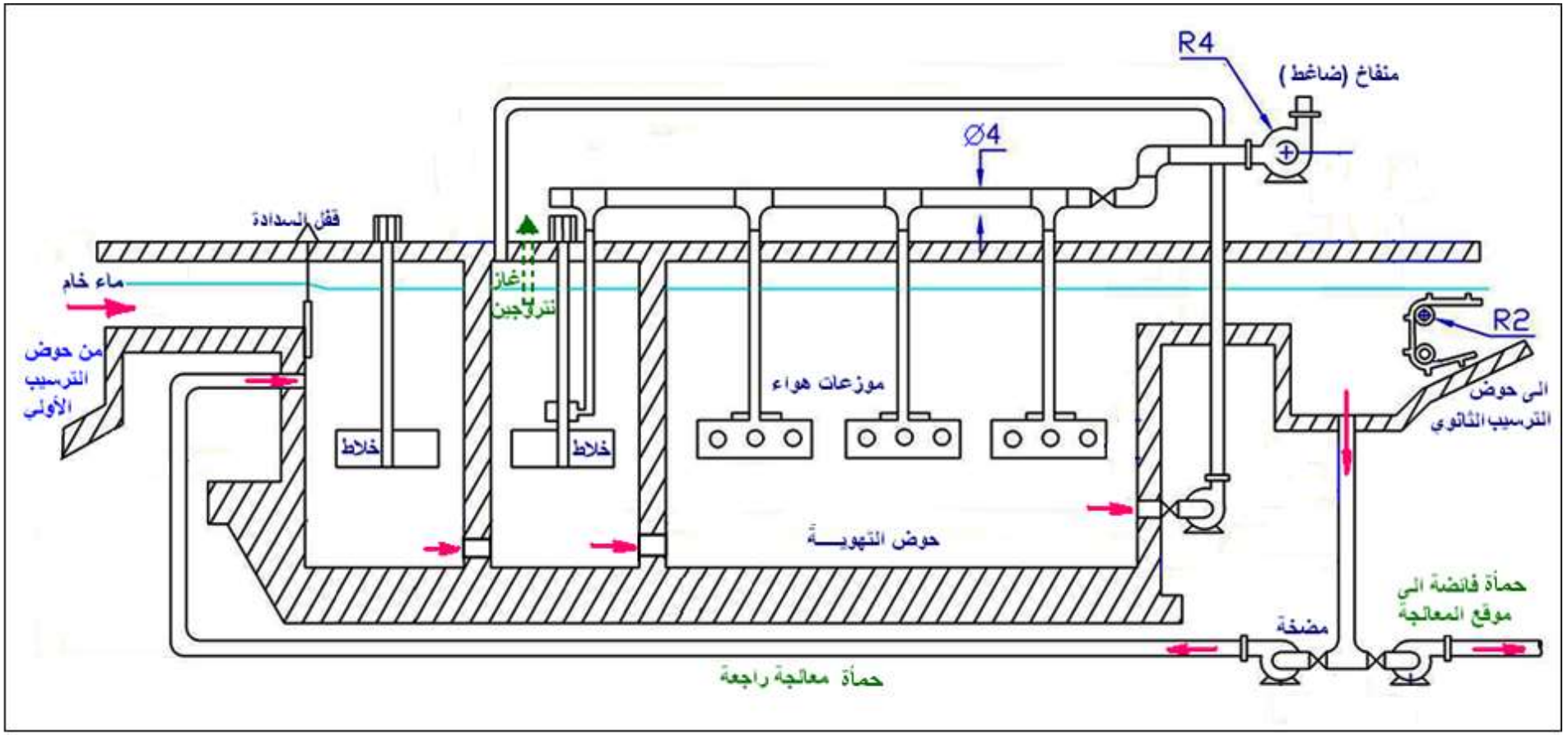
بسبب قلة الأوكسجين، تقوم الكائنات الحيّة المجهرية في الحمأة المنشّطة بتفريغ الفسفور الذي تفرزه إلى الماء، وبتوفير الأوكسجين لها فسوف تتنفسه مطلقة غاز النتروجين، وبنفخ

الأوكسجين الكافي، تصبح المادة العضوية متفسّخة عن طريق الكائنات الحيّة المجهرية بينما النتروجين يندمج مع الأوكسجين، لاحظ الشكل (12-4).



الشكل 4-12 : طريقة الترشيح الحيوية.

أحواض الترشيح الحيوية لها التركيب نفسه تقريبا كما في الترشيح بالرمل، لإزالة المواد الصلبة العالقة والتي تزال عن طريق الترشيح الطبيعي. ثم يمر الهواء من خلال قاع المرشح لتكوين غشاء من الكائنات الحيّة المجهرية الهوائية (Biofilm) على سطح المرشح. وبذلك يسمح للكائنات العضوية القابلة للتفسخ أن تذوب في الماء الخام ويمكن إزالتها بهذه الطريقة، ويبين الشكل (13-4) قطاعاً أمامياً في حوض المعالجة الإحيائية لمياه الصرف الصحي.



الشكل 4-13 : حوض تهوية في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي. (لوحة للرسم)

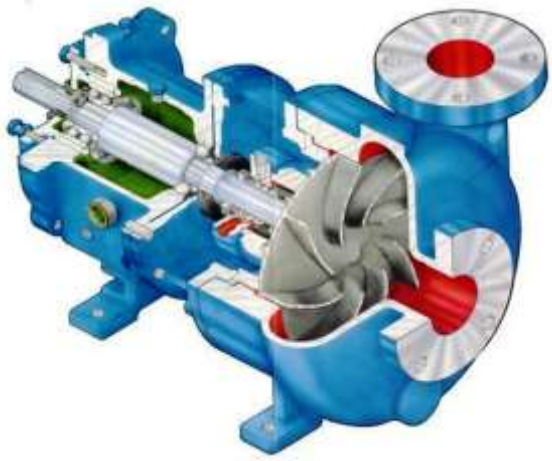
5-4 المضخات Pumps

1-5-4 مضخة الطرد المركزي Centrifugal Pump

هي مضخة دوران ديناميكى بفعل محرك كهربائي، أو أية وسيلة نقل قدرة، وظيفتها هي زيادة ضغط السائل عن طريق دفعه خلال الأنابيب، إذ يتم سحبه من فتحة محورية (مركزية) ليمر عبر الدفاعة (البشارة) Impeller ذات الريش الحلزونية الشكل لتقوم بدفعه باتجاه محور الدوران نتيجة لدورانها وبفعل القوة الطاردة المركزية، ويتم خروجه بعد ذلك قطريا الى المصب ومنها الى الأنابيب، وتبين الصور في الشكل (4-14) بعضاً من المضخات المستعملة في محطات تصفية ومعالجة المياه.

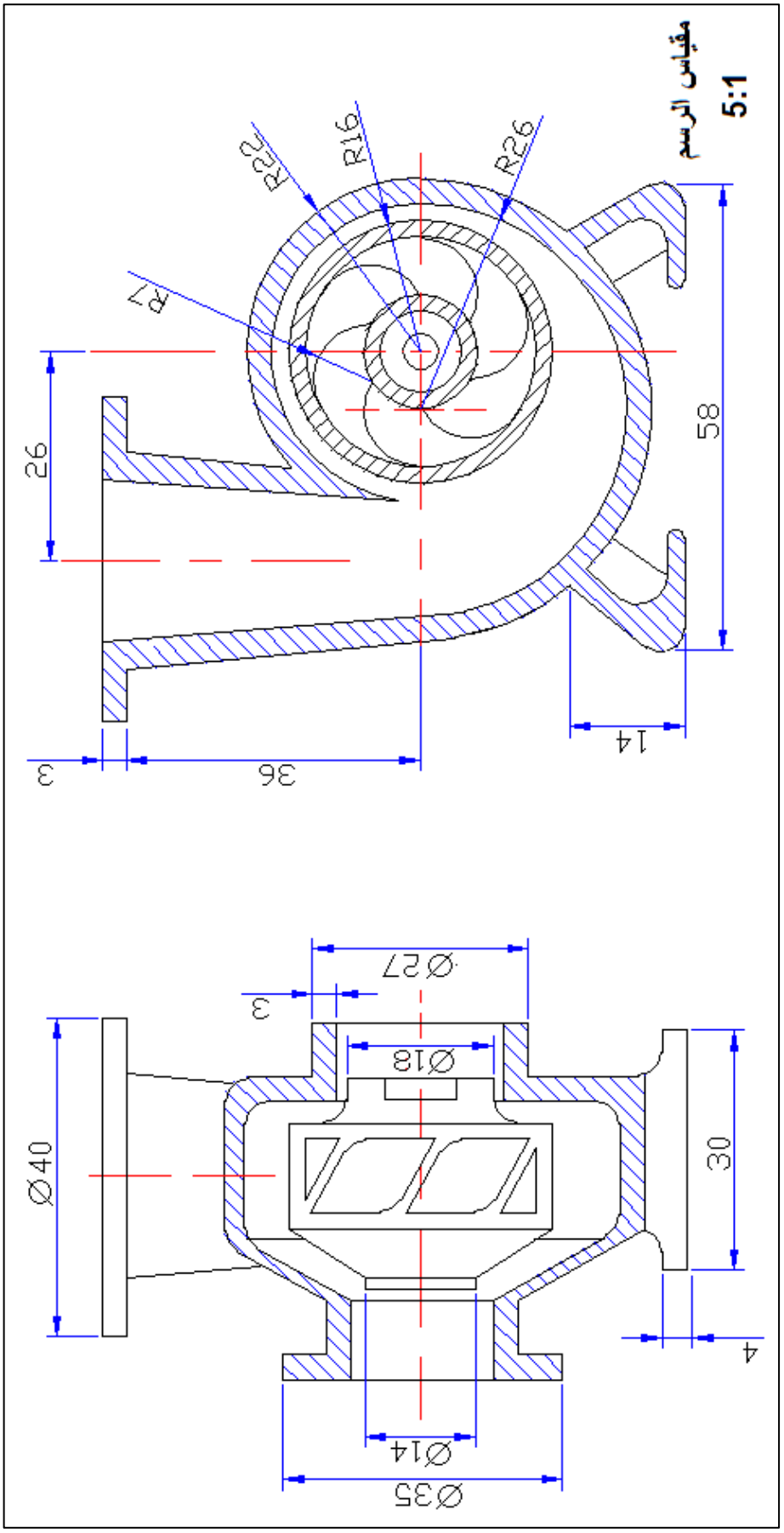
الشكل 4-14 : مضخات في محطات تصفية المياه.

يوضح الشكل (4-15) مقطعاً نصفياً في المضخة يوضح البشارة، كراسي التحميل، وعمود الدوران.



الشكل 4-15 : مقطع نصفي ثلاثي الأبعاد في مضخة الطرد المركزي.

ويبين الشكل (16-4) قطاعاً أماميا وقطاعاً جانبياً في مضخة طاردة مركزية.



الشكل 4-16 : قطاع أمامي وقطاع جانبي في مضخة الطرد المركزي. (لوحة للاطلاع)

2-5-4 المضخة الغاطسة Submersible Pump

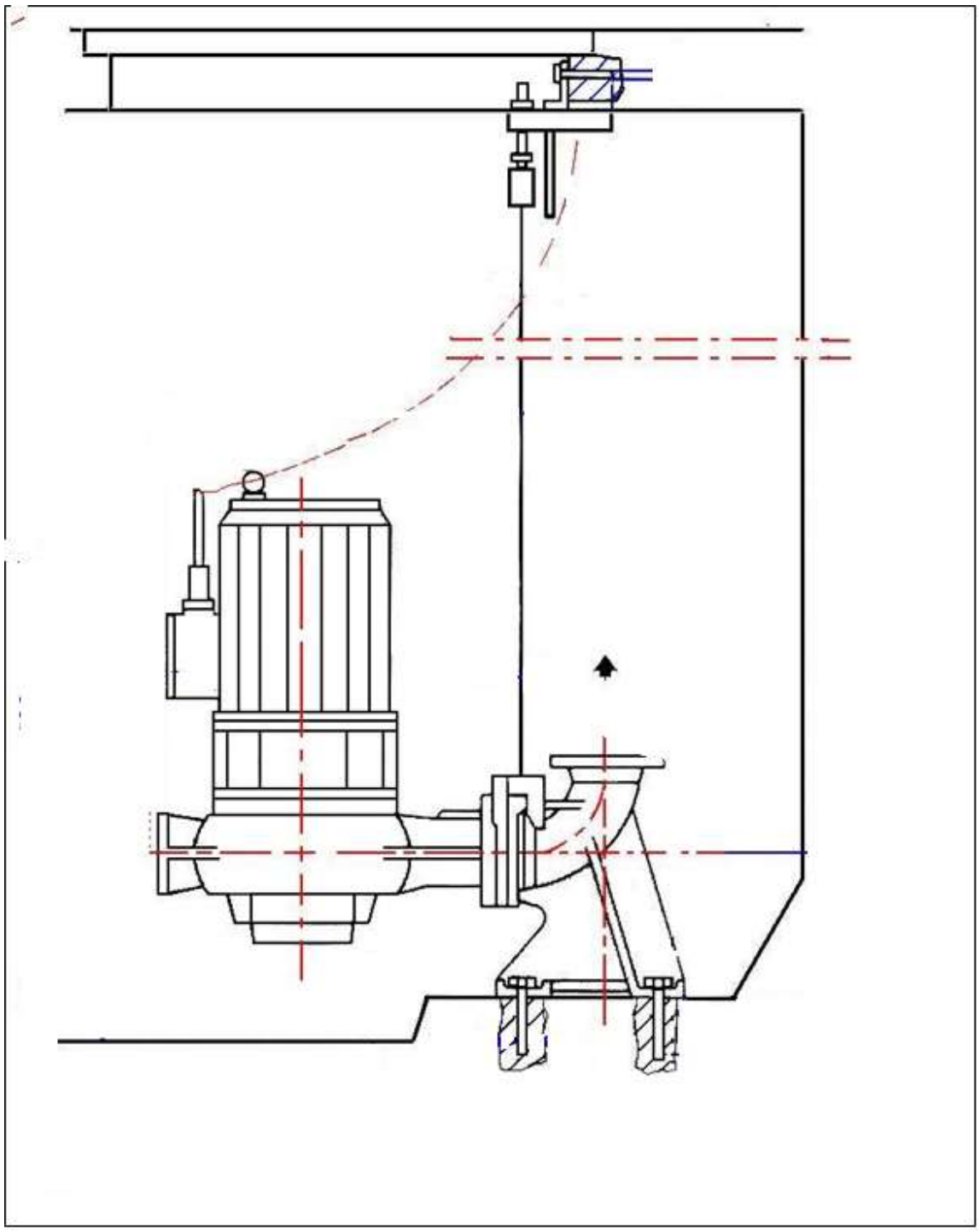
مضخة طرد مركزية مزودة بمحرك كهربائي يمكنه العمل وهو غاطسٌ تحت سطح الماء، ودائما يكون المحرك الكهربائي في أعلى المضخة دائماً بالإضافة الى الوصلات والأسلاك الكهربائية والسدادات التي تجعل المحرك معزولا عن الماء عندما يكون مغموراً، فضلاً عن مفتاح التشغيل الطافي، كما يمكن لهذه المحركات ان تعمل بكفاءة في أعماق تصل 150m تحت سطح الماء، وتتكون المضخة من مجموعة المضخة والمحرك الكهربائي كوحدة واحدة ثم أنابيب الضخ والقابلو الكهربائي المغمور، الشكل (4-17)، ومن أهم مزايا المضخة الغاطسة الاستغناء عن عمود الإدارة الطويل ومجموعة كراسي التحميل اللازمة للمضخة التوربينية الراسية والتي تدور بواسطة محرك موضوع فوق سطح الأرض، ويصنع عمود الإدارة من الحديد الصلب غير قابل للصدأ وهو قصير جدا ومركب فوقه الدفاعات المروحية المصنوعة من البرونز وتكون الدفاعات مغلفة او شبة مغلفة في حالة استخدام ضغط عالي.

الشكل 4-17 : مضخة غاطسة في حوض الماء.

أما المحرك الكهربائي فيتميز بأنه أطول بكثير من المحركات العادية وهو من النوع الحثي المسمى بمحرك قفص السنجاب والذي يمكن ان يكون من النوع الذي يشحم بالزيت او الماء، أما اذا كان يشحم بالزيت نجد ان المحرك موجود بداخله صندوق صلب مملوء بزيت خفيف ذو شدة او قوة عزل عالية، وتكون هناك سدادة من الزئبق موجودة فوق عضو الإنتاج (الآرميجر) وذلك لمنع تسرب الزيت او دخول الماء عند نقطة مرور عمود دوران المحرك من خلال العلبة الى الدفاعات المروحية، أما اذا كان المحرك من النوع الذي يبرد ويزيت بواسطة الماء فنجد ان مياه البئر يمكن ان تصل الى المحرك حيث نجد عمود الدوران الخاص بالمحرك وكراسي التحميل تعمل في الواقع داخل المياه أما العضو الساكن من المحرك والذي يتكون من مجموعة من ريش نصف قطرية فنجدها معزولة عن

عمود الدوران وذلك بواسطة حشوة رقيقة من الصلب غير قابل للصدأ، ويحيط بعمود الدوران مصفاة وذلك لمنع دخول الشوائب الصلبة الى داخل المحرك.

ويبين الشكل (4-18) قطاعاً أمامياً في بئر المضخة الغاطسة لسحب الأطيان موضح فيه طريقة تثبيتها في قعر الحوض.



الشكل 4-18 : قطاع أمامي في بئر المضخة الغاطسة (سحب الأطيان) (لوحة للرسم)

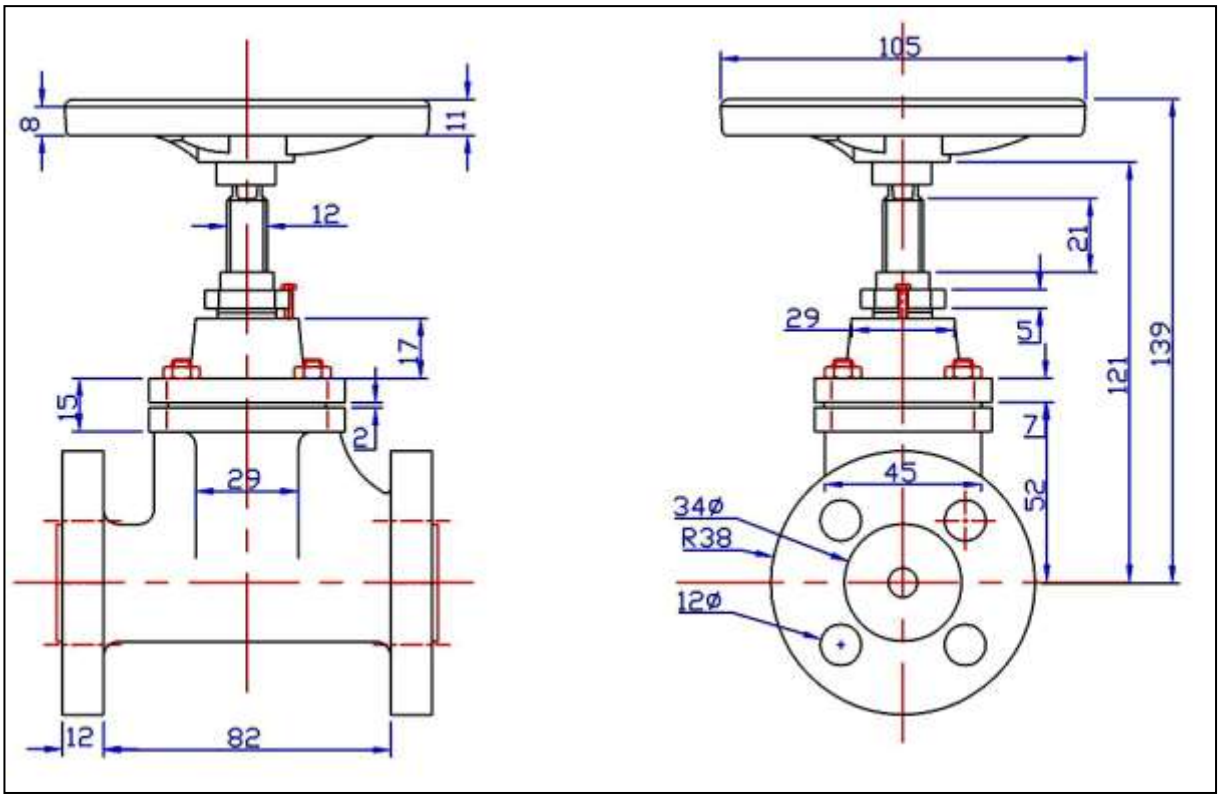
6-4 الصمامات (الأقفال) Valves

أجهزة ميكانيكية تستعمل للتحكم في جريان سائل أو غاز في منظومة جريان معينة، أو في تنظيم الضغط في مواقع معينة من هذه المنظومة، ويتدرج قياس الصمامات من صمامات قطرها عدة سنتمترات كالتي تستخدم في التمديدات الصحية المنزلية، إلى صمامات قطرها أمتار عدة كالتي تستخدم في السدود، وتعمل الصمامات على الضغط العالي أو على الضغط المتوسط والواطئ وتستعمل في محطات التصفية والمعالجة وشبكات توزيع المياه في المدن لتحقيق أغراض متنوعة، كعزل أنبوب من أنابيب الشبكة، أو لتصريف المياه منه، أو لتغيير معدل جريان الماء في أنبوب ما، أو للتحكم في منسوب الماء في الخزانات التي تغذي الشبكة، أو لطرد الهواء المتجمع داخل أنابيب الشبكة، أو لمنع الجريان العكسي، أو لغيرها من الأغراض.

أهم أنواعها: الصمام البوابي Gate Valve - الصمام ذو السدادة (قفل) Plug Valve – صمام لا رجعي Check Valve - صمام الفراشة Butterfly Valve - الصمام الكروي Ball Valve - صمام Globe Valve، وغيرها.

1. صمام البوابة Gate Valve : أكثر الصمامات استعمالاً في شبكات الأنابيب، لاحظ الشكل (4-19)، يستعمل في عزل جزء معين من منظومة الجريان في أثناء إجراء أعمال الصيانة أو الإصلاح.

يحتوي الصمام على بوابة في شكل قرص يتحرك نحو الأعلى ونحو الأسفل بوساطة ذراع ملولب يفتح الصمام أو يُغلقه، وعندما يكون الصمام مفتوحاً بالكامل، يسمح بالمرور بصورة مستقيمة وبأقل قدر من الإعاقة، غير أن صمامات البوابة غير مصممة لتنظيم الجريان أو معايرته. فهي إما ان تكون مفتوحة بالكامل أو مغلقة، ويتراوح قطر صمام البوابة بين نصف بوصة (13mm) كتلك التي تركب على انابيب التغذية المنزلية، إلى 2m كتلك التي تركب على أنابيب سحب او تجهيز المياه الضخمة.



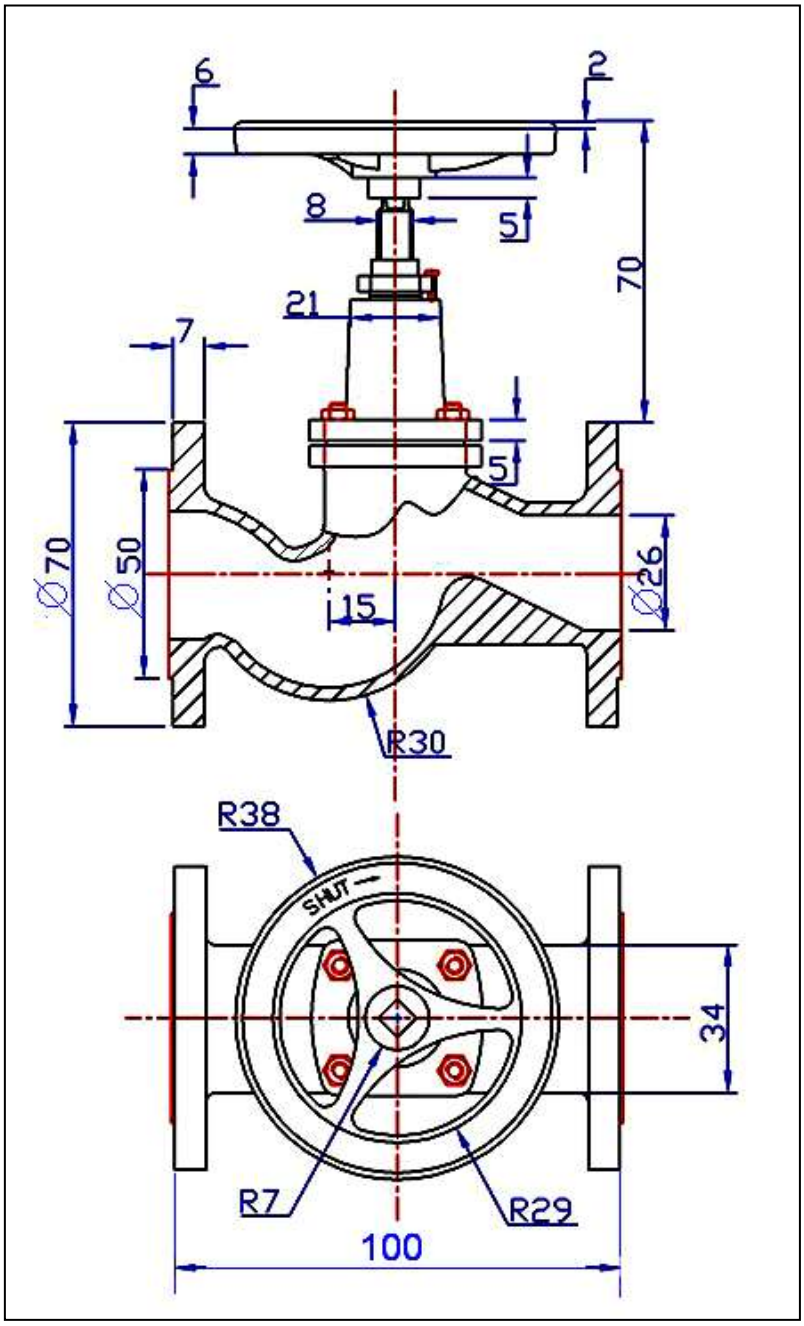
الشكل 4-19 : مسقط أمامي ومسقط جانبي لصمام بوابي. (لوحة للاطلاع)

2. صمام الفراشة **Butterfly Valve** : جسم يحتوي على محور يدور حوله قرص دائري لفتح الصمام أو إغلاقه، وعندما يكون الصمام في حالة الفتح، يكون القرص موازياً لمحور الأنبوب، وبما أن القرص يبقى في مسار الجريان حتى في وضع الفتح، فإن صمام الفراشة يكون المسبب والفاقدِ ألأكبر في طاقة الجريان من صمام البوابة، لاحظ الشكل (4-20).

الشكل 4-20 : صمام الفراشة.

3. الصمام **Globe Valve** : وغالبا مايستعمل كصمام لخفض الضغط **Pressure Reducing Valve** في جزء الأنبوب الواقع بعد الصمام لأية قيمة مرغوب فيها، ويكون

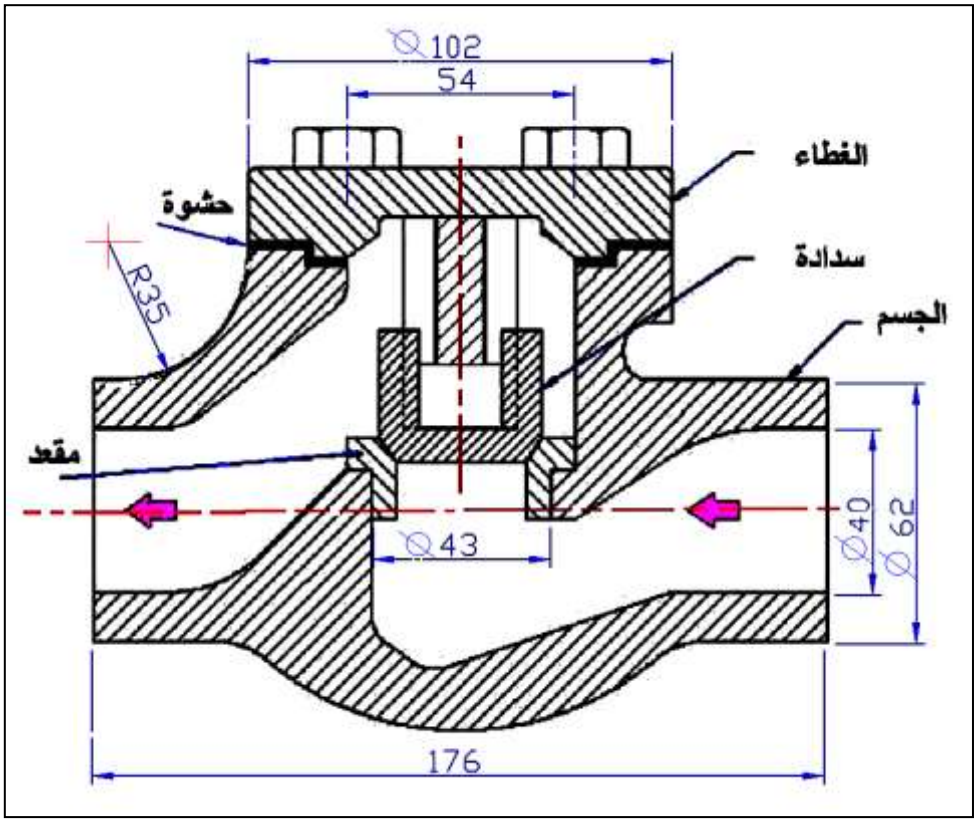
ذلك بخنق الجريان المار عبره ومعايرته للمحافظة على قيمة الضغط المطلوبة، وفي الاعم الاغلب يركب صمام تخفيض الضغط على الأنابيب الداخلة إلى المناطق المنخفضة من شبكة توزيع المياه حيث يمكن لضغط الماء في الشبكة في حال عدم وجود هذا الصمام، أن يرتفع إلى قيمة قد تشكّل خطراً على الأنابيب ووصلاتها وملحقاتها، لاحظ الشكل (21-4).



الشكل 4-21 : قطاع أمامي كامل ومسقط أفقي لصمام خفض الضغط يدوي. (للاطلاع)

4. صمام الفحص (اللا رجعي) Check Valve (Non-Return) : تنشأ الحاجة في الكثير من حالات تصميم محطات وشبكات المياه المدنية والصناعية إلى أن يكون الجريان في أحد

الأنابيب أو في جزء من الشبكة باتجاه واحد فقط، وتستخدم صمامات عدم الرجوع أساساً لتحقيق هذا الغرض ولمنع السائل من الجريان بعكس الاتجاه المقرر له، فعلى سبيل المثال، عند توقف مضخة عاملة، تبدأ سرعة جريان السائل الموجود في أنبوب الضخ بالتباطؤ والتلاشي تدريجياً. وفي حال عدم وجود صمام عدم رجوع مركب على أنبوب دفع المضخة، فإن الجريان خلاله سرعان ما يعكس اتجاهه مسبباً دوران المضخة عكسياً، فيلحق ذلك أضراراً كبيرة بكل من المضخة والمحرك، لذا فمن الشائع بكثرة أن نرى صمامات عدم الرجوع مركبة على أنابيب تصريف المضخات لمنع الجريان المعاكس وتفادي أضراره، لاحظ الشكل (22-4).



الشكل 4-22 : قطاع أمامي كامل لصمام لا رجعي (طريق واحد). (لوحة للرسم)

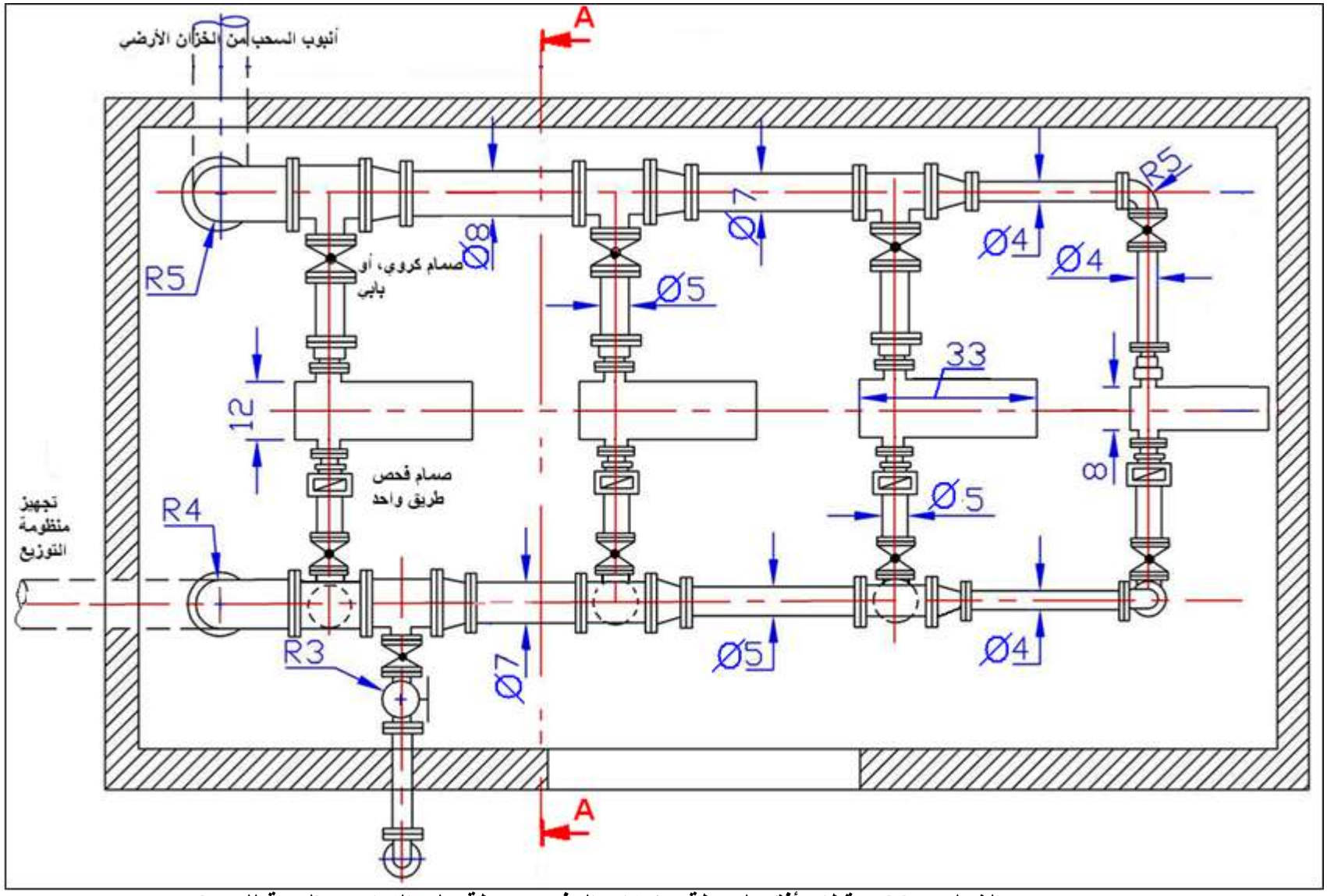
من الممكن تشغيل صمامات الفحص بطرائق عدة، يدوياً أو كهربائياً أو هدروليكياً أو بوساطة الهواء المضغوط. وتعتمد الطريقة المتبعة في التشغيل على موقع استخدام الصمام ووظيفته ومصدر الطاقة المتوفر. ويعد التشغيل اليدوي أكثر الطرائق شيوعاً لتشغيل الصمام، ويستخدم في شبكات الأنابيب حينما يكون تشغيل الصمام مقتصراً على وضعيتي الفتح أو الإغلاق، وكذلك حين يكون تشغيل الصمام عرضياً. أما الصمامات التي تعمل بصورة متكررة فتشغَّل كهربائياً أو هيدروليكياً أو عن طريق الهواء المضغوط، وتعتمد طريقة التشغيل الكهربائية على استخدام محرك

كهربائي يوفر عمليتي فتح الصمام وإغلاقه، أما طريقة التشغيل الهيدروليكية فتكون باستخدام سائل تحت ضغط كمصدر للطاقة.

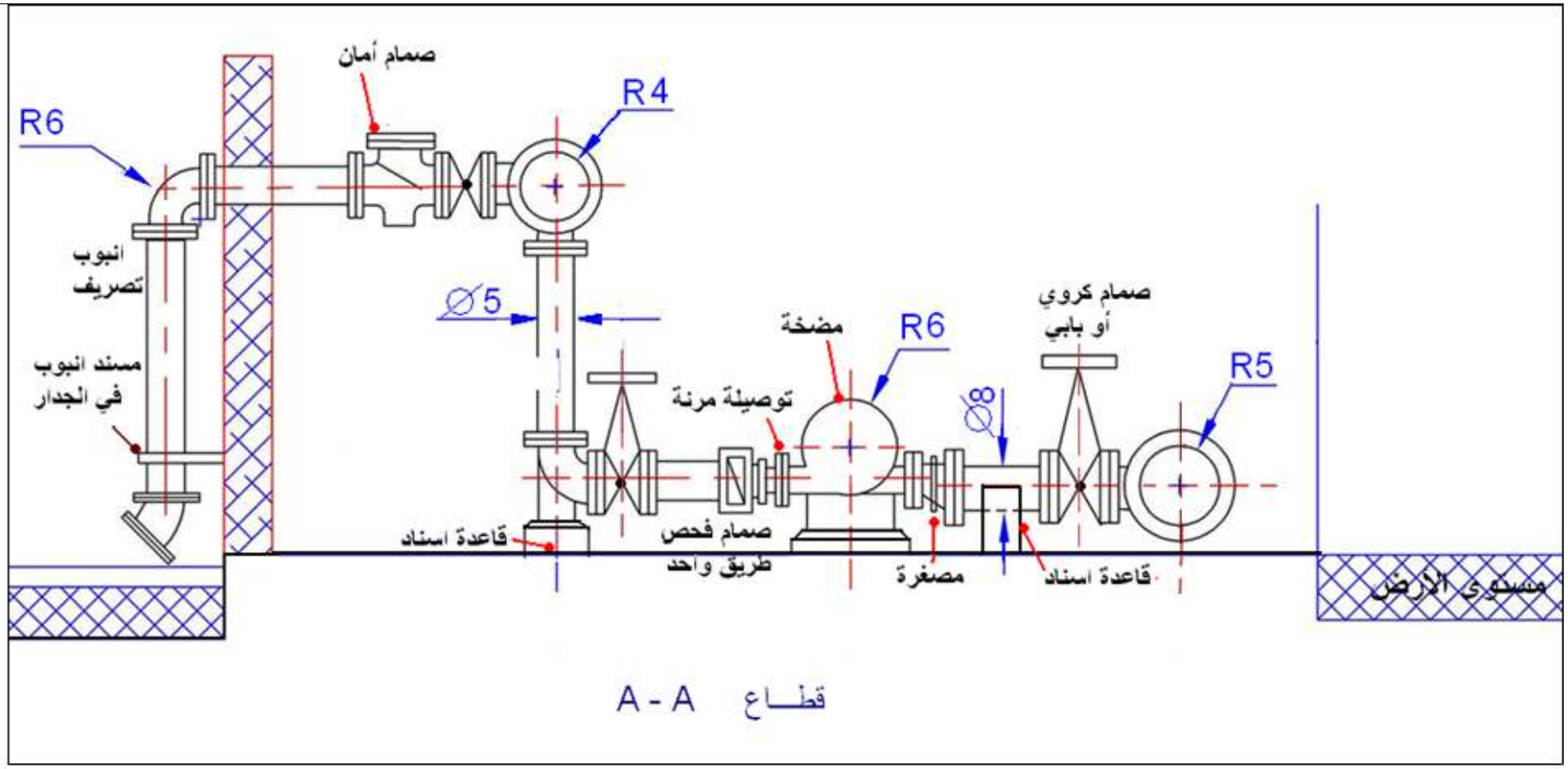
7-4 ربط الأنابيب Pipes Fitting

تتنوع المواد التي تصنع منها الأنابيب المستعملة لنقل وتوزيع مياه الشرب كحديد الصب وقد استعيض عنه حاليا بأنابيب الحديد المطاوع، الفولاذ، الأسبستوس الإسمنتي، الكلوريد البولي فنيلي غير اللدن، بلاستيك مسلح بألياف الزجاج (GRP)، والبولي أثيلين ذو الكثافة المرتفعة أو المتوسطة أو المنخفضة. وتبعاً لذلك تختلف الوصلات بحسب مادتها أو بحسب طريقة توصيلها، كوصلات الكم الملحوم، أو الإنزلاقية، ذات الفلنجات، الرصاص المصبوب، الحشوة المطاطية المضغوطة، وغيرها.

ويبين الشكل (4-23) مقطعاً أفقياً كاملاً لغرفة مضخات الرفع العالي مربوطة على التوازي، يوضح فيه طرائق التوصيل بين أنابيب ووصلات الربط وتوصيلها مع المضخات والصمامات، في حين يبين الشكل (4-24) قطاعاً جانبياً كاملاً تظهر فيه إحدى تلك المضخات وتوصيلاتها.



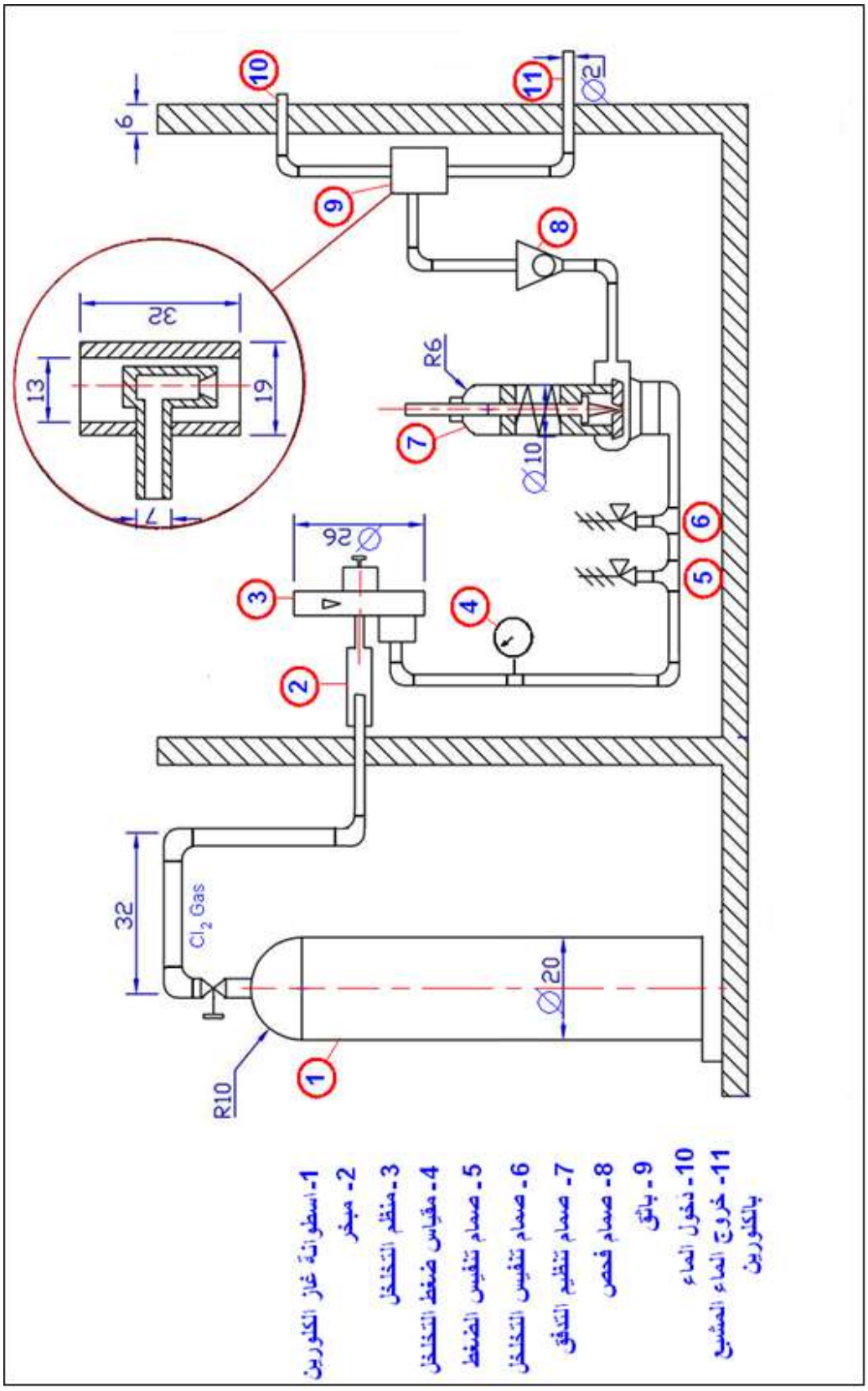
الشكل 4-23 : قطاع أفقي لمحطة مضخات الرفع مربوطة على التوازي. (لوحة للرسم)



الشكل 4-24 : قطاع أمامي لمحطة مضخات الرفع مربوطة على التوازي. (لوحة للرسم)

8-4 التعقيم باضافة الكلور

يبين الشكل (4-25) قطاعاً امامياً في منظومة التعقيم بغاز الكلورين.



الشكل 4-25 : قطاع أمامي في منظومة التعقيم بالكلورين. (لوحة للرسم)

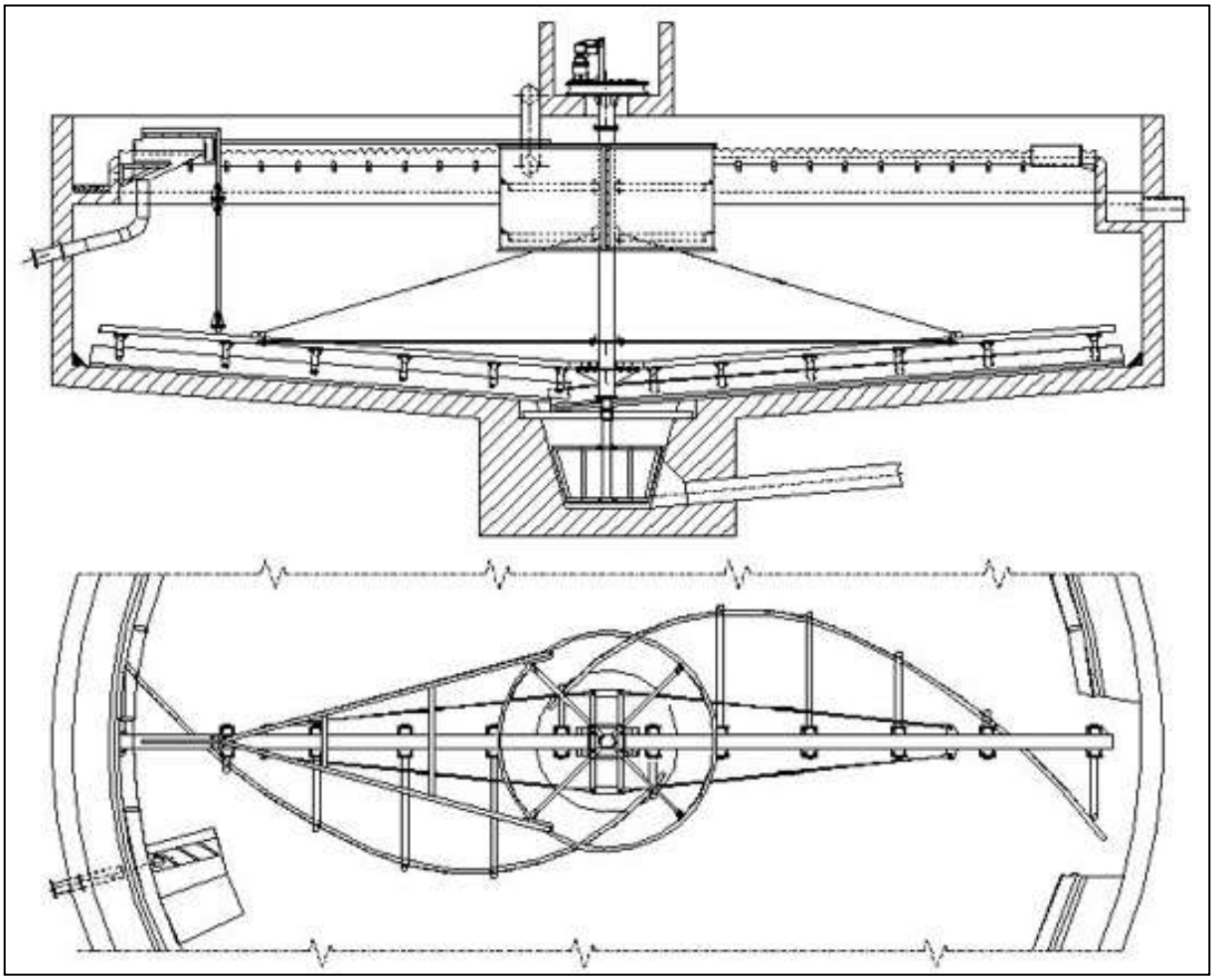
أسئلة الفصل الرابع

ملاحظة: تؤخذ الأبعاد الناقصة من الرسوم الهندسية، أو يتم تقديرها بحسب ما يناسب مقياس الرسم.

س1 ارسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً كاملاً في حوض الترسيب من النوع المستطيل ذو التدفق الأفقي ومقشطة بنظام بكرات، والمبين في الشكل (4-1).

س2 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً كاملاً في حوض الترسيب ذو التدفق القطري ذو مقشطة دائرية والمبين في الشكل (4-2).

س3 الشكل (4-26) يمثل أحد تصاميم أحواض الترسيب الدائرية ذات المقشطة الدوارة بجناحين، بمقياس رسم مناسب، أعد رسم القطاع الأمامي والمسقط الأفقي بعد تقدير الأبعاد، مع تحديد نوع التدفق واتجاه سريان الماء ووضع الأبعاد وتسمية الأجزاء الرئيسة على لوحة الرسم. (للاطلاع)



الشكل 4-26 : القطاع الأمامي والمسقط الأفقي لحوض ترسيب دائري.

س4 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً طولياً في مرشح الجاذبية الرملي السريع والمبين في الشكل (4-4).

س5 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً طولياً لمنظومة الغسل العكسي لمرشح الرمل السريع بالجاذبية والمبين في الشكل (4-7).

س6 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً وقطاعاً جانبياً لمرشح رملي يعمل بانسياب الماء الداخل والمبين في الشكل (4-7).

س7 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً في مرشح (فلتر) أفقي يعمل بالضغط، والمبين في الشكل (4-9).

س8 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً في مرشح (فلتر) عمودي يعمل بالضغط، والمبين في الشكل (4-10).

س9 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً كاملاً في حوض حجز الرمال لمياه الصرف الصحي، والمبين في الشكل (4-11).

س10 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً كاملاً لحوض تهوية ضمن وحدة المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي، والمبين في الشكل (4-13).

س11 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً كاملاً وقطاعاً جانبياً كاملاً في مضخة الطرد المركزي، والمبين في الشكل (4-16).

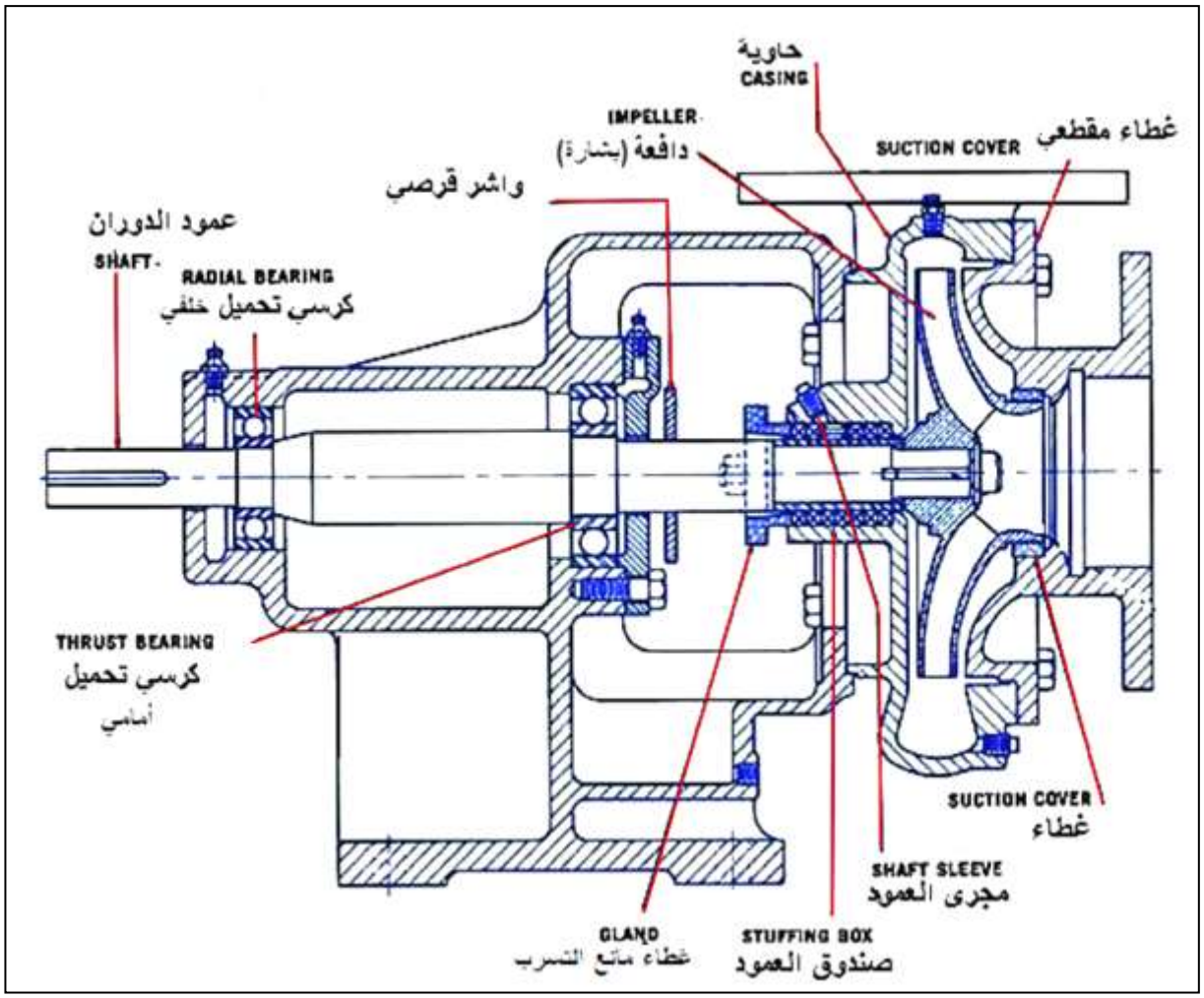
س12 بمقياس رسم 2:1، (تكبير)، ارسم المقطع الأمامي الكامل والخاص بمضخة الطرد المركزي، والمبين في الشكل (4-27).(للاطلاع)

س13 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً في بئر المضخة الغاطسة، والمبين في الشكل (4-18).

س14 الشكل (4-28) يمثل قطاعاً عمودياً في الخزان الأرضي للمياه الصالحة للشرب مبيناً فيه مضخة غاطسة وطريقة تثبيتها مع توصيلاتها، ارسم بمقياس رسم مناسب القطاع (بعد أخذ القياسات من اللوحة) مع وضع الأبعاد والتسميات الضرورية.

س15 إرسم وبمقياس رسم مناسب مسقطاً أمامياً ومسقطاً جانبياً لصمام بوابي، والمبين في الشكل (4-19). (للاطلاع)

س16 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً كاملاً ومسقطاً أفقياً لصمام خفض الضغط يدوي، والمبين في الشكل (4-21).(للاطلاع)



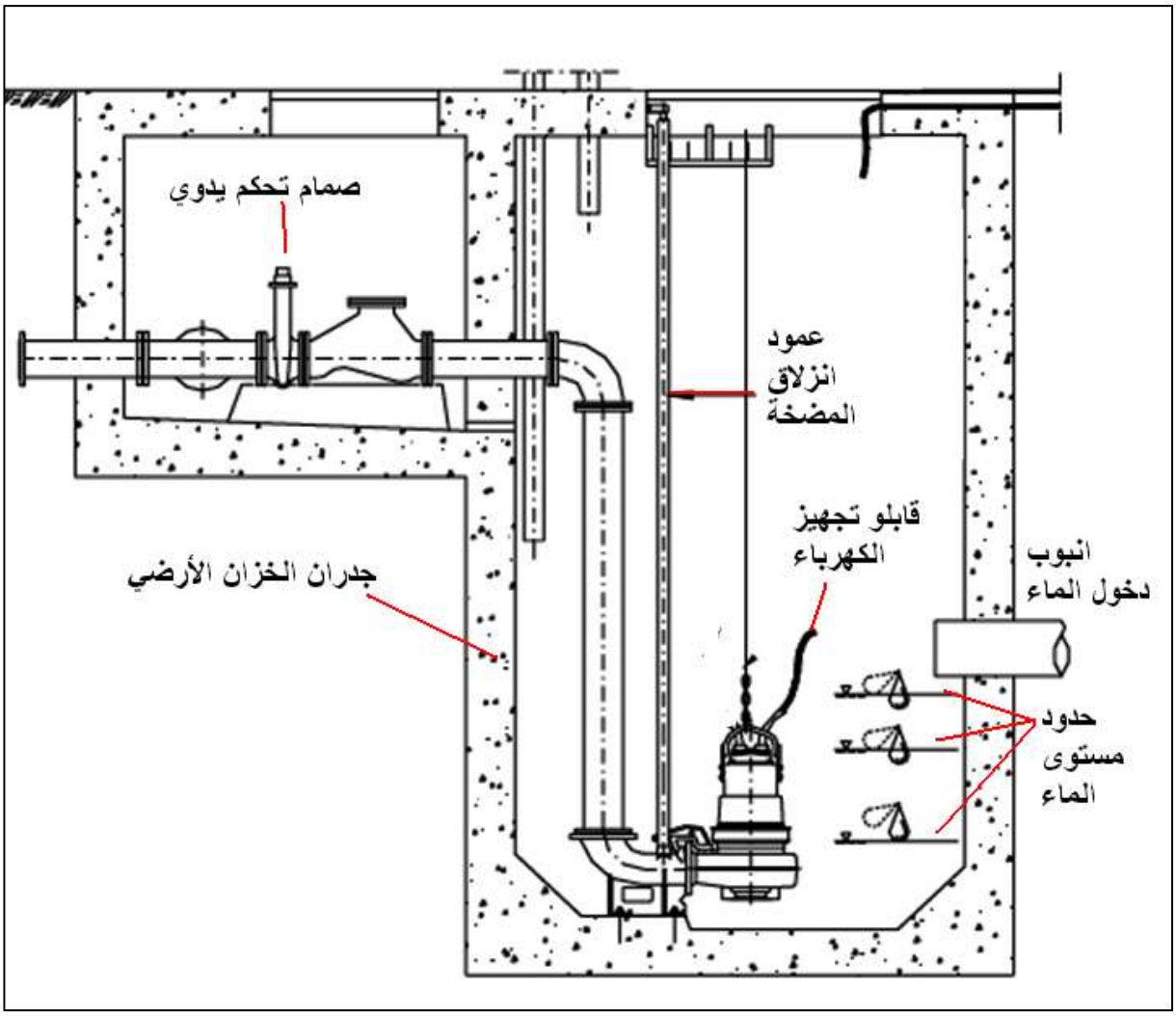
الشكل 4-27 : قطاع أمامي كامل لمضخة الطرد المركزي.

س17 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً كاملاً لصمام عدم الجوع (طريق واحد)، والمبين في الشكل (4-22).

س18 ارسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أفقياً كاملاً لمحطة مضخات الرفع مربوطة على التوازي، والمبين في الشكل (4-23).

س19 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً كاملاً لمحطة مضخات الرفع مربوطة على التوازي، والمبينة في الشكل (4-24).

س20 إرسم وبمقياس رسم مناسب قطاعاً أمامياً كاملاً في منظومة التعقيم بالكلورين، والمبينة في الشكل (4-25).



الشكل 4-28 : قطاع رأسي لخزان أرضي ومضخة غاطسة. (لوحة للرسم)

الفصل الخامس

الرسم المعان بالحاسوب

Computer Aided Drawing

 # أهداف الفصل الخامس

بعد إنهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على ان:

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

تمهيد

لقد تعرف الطالب في المرحلة الدراسية السابقة على طريقة الرسم باستعمال برنامج الحاسوب للرسم الهندسي الأوتوكاد AutoCAD والذي يوفر بإمكانياته الواسعة العديد من الخيارات لتنفيذ رسومات بشتى المجالات والتطبيقات الهندسية ولتصميمات ثنائية وثلاثية الأبعاد، يستعمل في مجالات تصميم الهندسة المدنية، العمارة، الهندسة الميكانيكية، وغيرها، لإنشاء تصاميم المشاريع كافة ومشاهدتها كما تكون في الحقيقة، ويمكن لبعض ملحقاته عمل التصميمات الميكانيكية وإجراء بعض الاختبارات عليها عن طريق ملحقات تضاف للبرنامج مع توفير إمكانية لتبادل الملفات مع برامج التصميم الأخرى فضلاً عن وجود نسخا اختصاصية مثل الأوتوكاد المعماري Architectural و وللهندسة الكهربائية AutoCAD Electrical، والهندسة الميكانيكية AutoCAD Mechanical . يتميز البرنامج بالدقة العالية في الرسم والسرعة في أداء الأعمال مع تبسيط الأمور المعقدة مثل الرسم ووضع الأبعاد والكتابات وعمليات التهشير، فضلاً عن توفر أكثر من طريقة لأداء الإجراء نفسه، وسوف يتضمن الفصل إعادة لبعض الأساسيات في هذا المجال مع التوسع نحو الرسومات ثلاثية الأبعاد للتمكن من تنفيذها بالتوازي مع ما تعلمناه في بقية الفصول، علماً أن الإصدارات الحديثة المتوافرة لحين إعداد هذا المنهج هي AutoCAD 2012 ثم نزولاً، والفرق بين هذه الإصدارات هو زيادة الإمكانات والتحسينات لطريقة عرض أشرطة الادوات إلاّ إنها تشترك بالعموم في أساسيات التنفيذ.

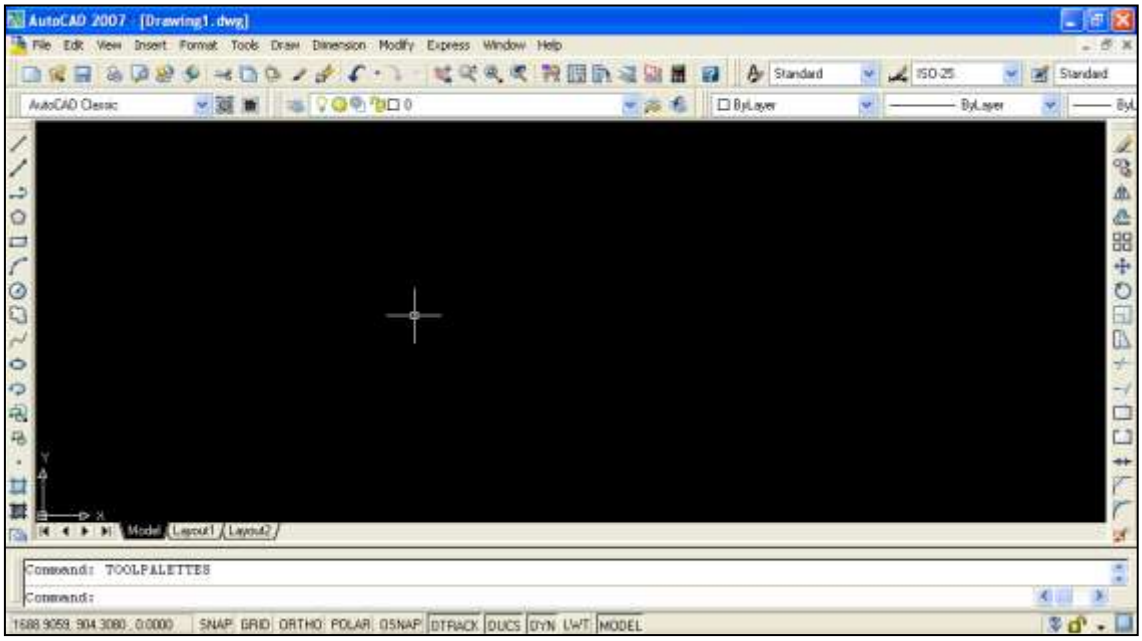
1-5 التعرف على واجهة البرنامج

يفعل البرنامج بالنقر المزدوج على الأيقونة الظاهرة على سطح المكتب، (الشكل 5-1) أو عن طريق:

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

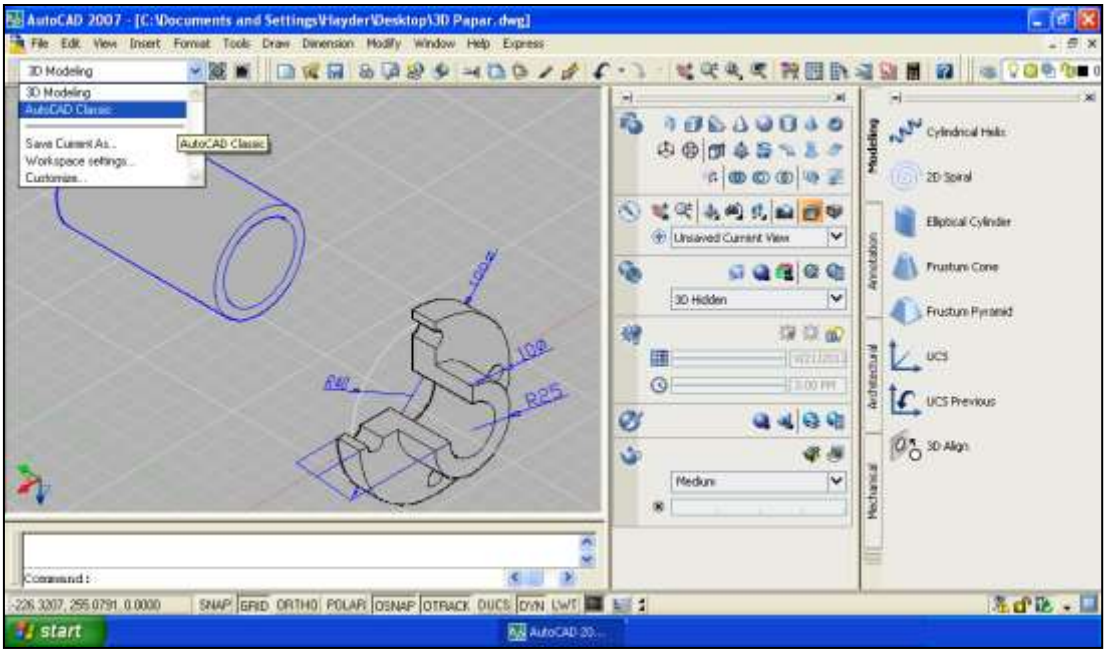
الشكل 5-1: البدء بتشغيل برنامج أوتوكاد 2007.

وستظهر على الشاشة نافذة بداية البرنامج، وربما تختلف النافذة من إصدار إلى آخر، وقد تظهر نوافذ أخرى بدايةً، الغاية منها اختيار الرسم ببعدين أو بثلاثة أبعاد، بعد الاختيار والخروج منها يتم ظهور الواجهة الرئيسة. ومن الممكن إظهار واجهة البرنامج الخاصة بالرسم ثنائي الأبعاد 2D والتي استعملها الطالب في المرحلة الدراسية السابقة، كما مبين في الشكل (2-5).



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

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



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

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

1-1-5 أشرطة الأدوات Toolbars

عند فتح AutoCAD لأول مرة سيكون من المهم تنشيط قوائم معينة وهي أشرطة الأدوات الرئيسة وتثبيتها في مكان مناسب على شاشة البرنامج وإخفاء أخرى لا نستعملها في مرحلة ما، إذ تمتاز أشرطة الأدوات في أوتوكاد بقدرتها على أن تكون عائمة (Floating) في أي مكان ضمن إطار أوتوكاد، أو راسية (Docked) عند الجهة العلوية أو الجانبية من إطار أوتوكاد، كما أن هذه الأشرطة يمكن إظهارها أو إخفائها، ولنقل شريط أدوات من مكان لآخر نتبع ما يأتي:

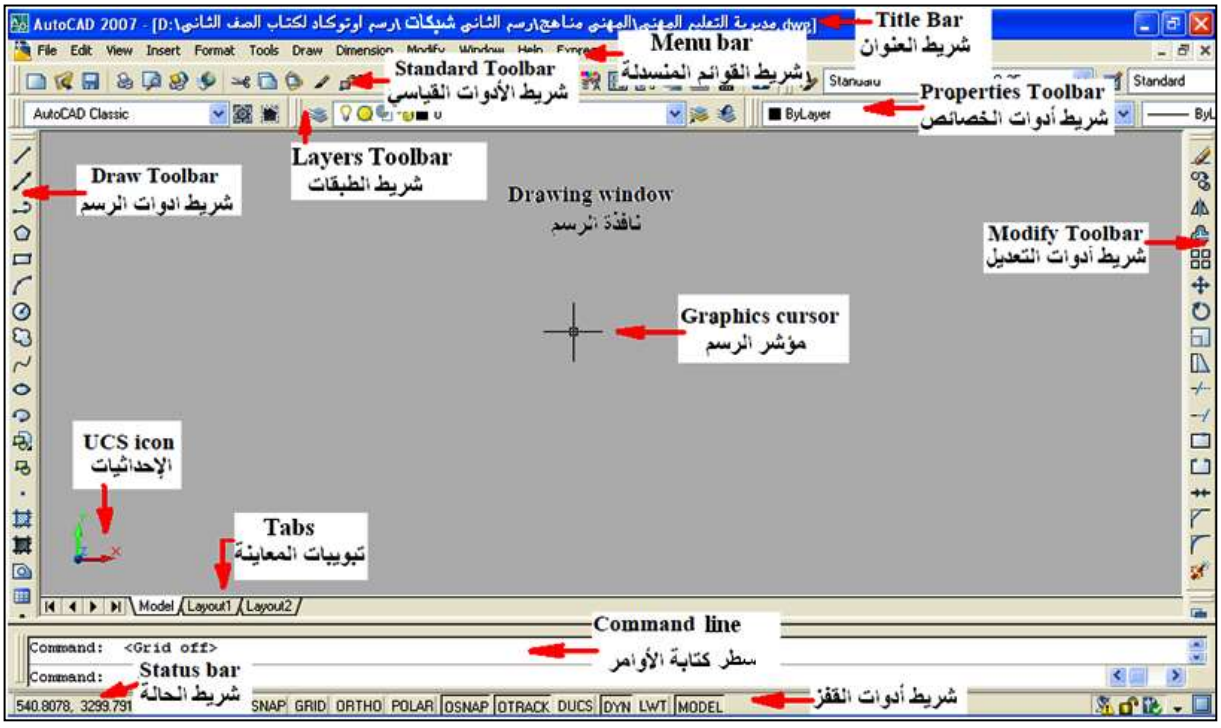
1. ننقل المؤشر بحيث يشير إلى الأشرطة العمودية (أو الأفقية) الصغيرة في يسار (أو أعلى) شريط الأدوات.
2. نحرّك الفأرة مع الضغط المستمر على زر الفأرة الأيسر فيتحرك شريط الأدوات معها.
3. نحرر زر الفأرة عندما يصبح شريط الأدوات في المكان المناسب.

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

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

1. شريط العنوان Title bar: ويظهر فيه اسم البرنامج واسم الملف قيد التنفيذ ومساره، ويحتوي في أقصى اليمين ثلاثة أيقونات خاصة بالتحكم في النافذة (الغلق X، التكبير🗗، والتصغير–)، ويقع في أعلى نافذة البرنامج.
2. شريط القوائم المنسدلة Menu bar: ويحتوي على الأوامر المستعملة في برنامج الأوتوكاد كافة فضلاً عن خصائص القوائم التي توجد في أغلب أوامر برامج التشغيل Windows، ولكل منها قائمة منسدلة تحتوي على أوامر فرعية تنفيذية.
3. شريط الأدوات القياسي Stander Toolbar: وفيه أوامر مشابهة لأوامر البرنامج التشغيلي Windows .
4. شريط أدوات الخصائص Properties Toolbar: وتشمل اختيارات متعددة لنوع الرسومات، ويسمح باختيار نوع ولون وسمك خط الكائن ألرسومي.

5. شريطا أدوات الرسم وأدوات التعديل **Modify Toolbar**: ويحتوي على أوامر تنفيذية تعنى بتنفيذ الرسوم وتعديلها.
6. شريط الطبقات **Layers Toolbar**: لتكوين العديد من طبقات الرسم يمكن التحكم بإظهارها وألوان خطوطها ومواصفات كل منها.
7. سطر كتابة الأوامر **Command line**: مساحة أسفل المساحة المخصصة للرسم يتم فيها عرض الأوامر والتعليمات والخيارات المتاحة والخاصة بتنفيذ الأمر الحالي (الذي تتم طباعته أو طباعة اختصاره) بشكل مباشر لغرض تنفيذه، أو الأمر الذي تم اختياره أثناء عمل البرنامج ليوضح للمستخدم ما ينبغي عمله في الخطوة التالية، مما يوجب متابعة هذا الحقل للتعرف على سير التنفيذ، والمفتاح F2 يعرض نافذة لكل الأوامر المستعملة.
8. تبويبات المعاينة **Tabs**: تمكن من الوصول إلى معاينات مختلفة للرسم الحالي عن طريق ثلاثة خيارات.
9. شريط أدوات القفز : يحتوي على أوامر داعمة لتنفيذ الرسومات، يمكن تفعيلها باختيارها أما عن طريق المؤشر أو مجموعة مفاتيح F.
10. شريط الحالة **Status bar**: يمكن من خلاله متابعة إحداثيات موقع مؤشر الرسم **Graphics cursor**، ويبين الشكل (4-5) أماكن هذه الأشرطة ومواقعها (مثال لإصدار 2007)، تتوزع حول موقع مساحة الرسم **Drawing window**.



الشكل 5-4: أشرطة الأدوات.

2-1-5 إدخال الأوامر

توجد ثلاث طرائق لإدخال الأوامر في أوتوكاد هي:

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

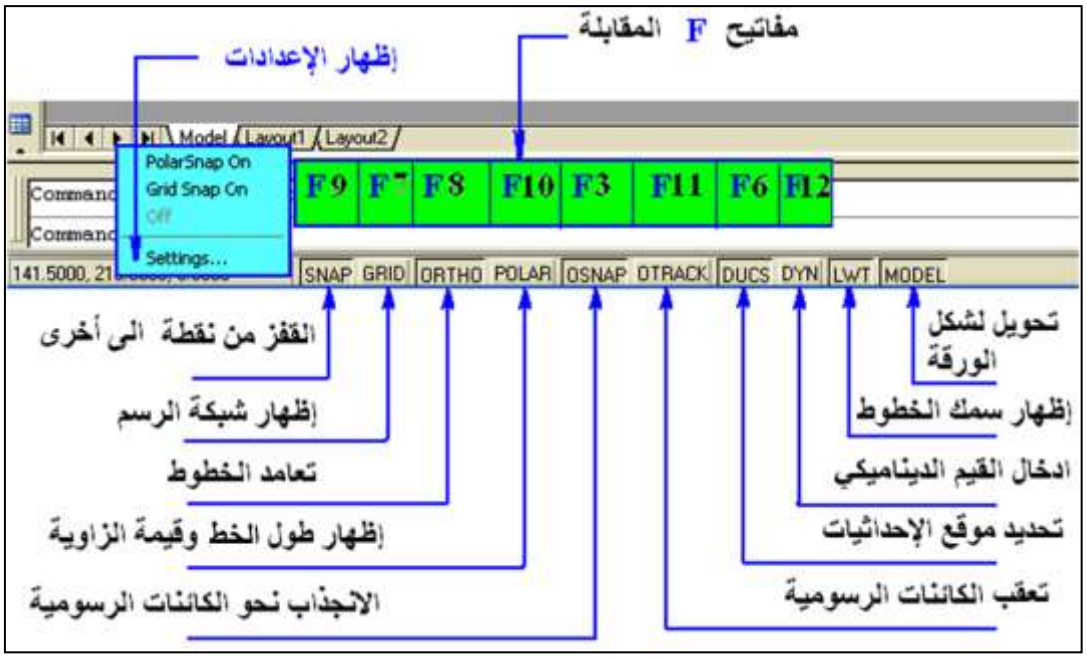
وفي الحالتين الأخيرتين سيظهر الأمر في سطر كتابة الأوامر (مسبوقاً بشارحة).

وفي الوقت نفسه يجب توفر الجرأة أثناء الرسم ، فكل ما يرسم عن طريق الخطأ أو بخلاف المطلوب رسمهُ يمكن التراجع عنه، وذلك بإتباع إحدى الطرائق الآتية:

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

2-5 مهارات الرسم في شريط أدوات القفز

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



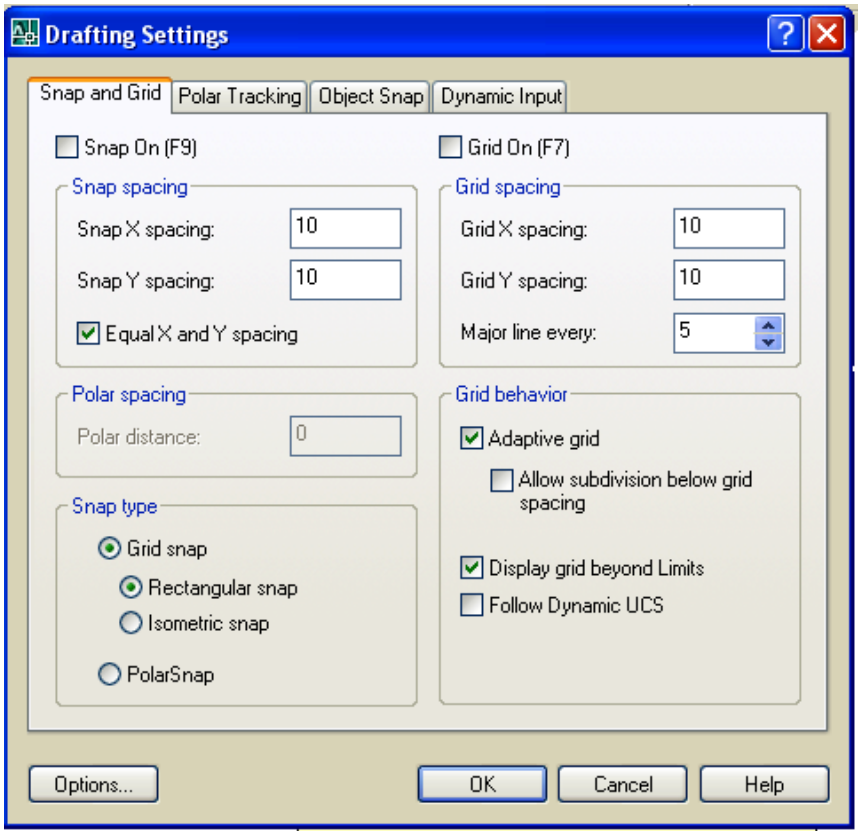
الشكل 5-5: أيقونات شريط أدوات القفز.

5-2-1 القفز بين نقاط معينة Snap

تسهل الانتقال المحكم بمسافة (أفقية أو عمودية) يمكن تحديد قيمتها من خلال نافذة يمكن الوصول لها بالنقر الأيمن على أي من أيقونات شريط أدوات القفز لتظهر خيارات منها التفعيل أو التعطيل On/Off والإعدادات Setting وعند اختيار الأخيرة تظهر نافذة الإعدادات Drafting Setting (لخمسة من هذه الأيقونات)، لاحظ الشكل (5-6)، والتي عن طريقها يمكن تحديد مسافة الانجذاب بين نقطة وأخرى في كلا الاتجاهين Grid X spacing, Grid Y spacing وبحسب المسافة المطلوبة، و ممكن تفعيل (أو تعطيل) هذه الخاصية بالنقر عليها أو بكتابة الأمر Snap على سطر الأوامر، أو بضغط مفتاح F9.

5-2-2 إظهار شبكة الرسم Grid

تستعمل هذه الخاصية لإظهار أو إخفاء شبكة الرسم والمتكونة من شبكة من النقاط بالاتجاهين X, Y وتكون إعداداتها بالنافذة نفسها الموضحة في الشكل (5-6)، إذ يتغير تباعد نقاط الشبكة بالنقر الأيمن فوق Grid واختيار Setting من القائمة لتظهر نافذة الحوار Drafting Setting يمكن من خلالها تغيير قيمتي Grid X spacing, Grid Y spacing بحسب القيمة المناسبة للرسم. إذ أن البرنامج لا يعرض الشبكة إذا كانت القيم صغيرة جداً أو كبيرة جداً، وأن تفعيلها مع الأمر Snap يؤدي الى التحكم في حركة المؤشر وجعله ينجذب نحو نقاط الشبكة في حالة تساوي المسافات بين الأمرين Snap و Grid، ومن الممكن تفعيل (أو تعطيل) هذه الخاصية بالنقر عليها أو بكتابة الأمر Grid على سطر الأوامر، أو بضغط مفتاح F7.



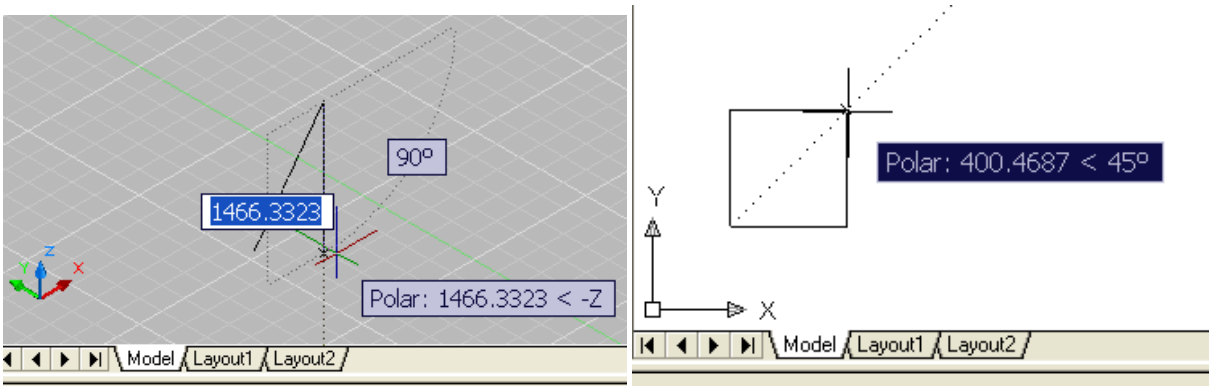
الشكل 5-6 : نافذة حوار لتحديد خواص نقاط القفز والشبكة.

5-2-3 التعامد Ortho Mode

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

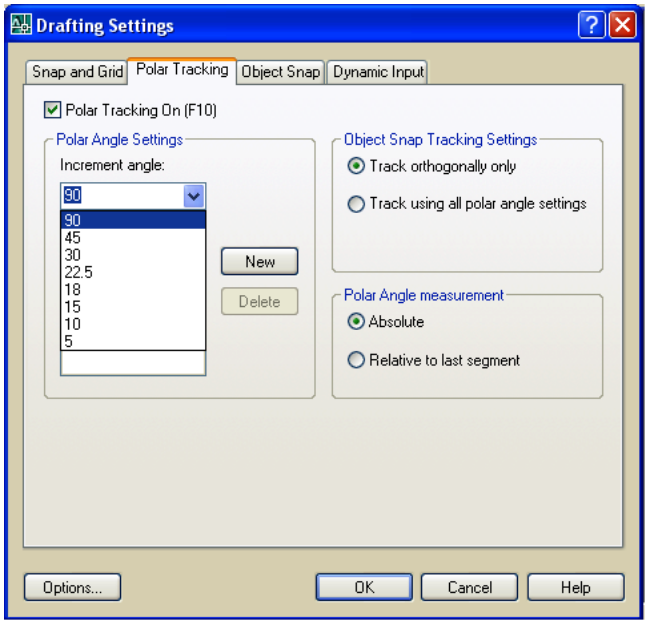
5-2-4 التعقب القطبي Polar Tracking

يقوم التعقب القطبي بعرض حركة المؤشّر ليظهر طول الخط والزاوية المحدّدة لاتجاهه، تبعاً للنظام القطبي في الإحداثيات (كما مر علينا في المرحلة الدراسية السابقة)، فعند رسم أو تعديل الأجسام، يمكن استعمال التعقب القطبي لعرض مستطيل حواري بجانب المؤشر لمعرفة الزوايا القطبية في حين يكون التتبع في الرسوم ثلاثية الأبعاد عن طريق نافذة الحوار التي تعرض الزاوية في اتجاهين Z, -Z+ ، لاحظ الشكل (5-7).



الشكل : 5-7 التعقب القطبي في الرسم الثنائي والثلاثي الأبعاد.

ويمكن للمستخدم تغيير الإعدادات وتحديد مقدار الزاوية من النافذة الحوارية المذكورة في الأوامر السابقة، لاحظ الشكل (5-8).



الشكل 5-8 : نافذة حوار لإعدادات التعقب القطبي.

5-2-5 الانجذاب نحو الكائنات الرسومية Object Snap

توفر خاصية القفز بين العناصر أو الكائنات الرسومية دقة عالية وسرعة في تنفيذ الرسوم الهندسية، فعند رسم دائرة مركزها نقطة تقع في نهاية مستقيم أو في منتصفه، أو في نقطة تقاطعه مع عنصر آخر، فيقوم المؤشر بالانجذاب إلى هذه النقاط من دون غيرها، بعد تفعيل الأمر بواسطة النقر على أيقونة OSNAP أو كتابة الأمر في سطر الأوامر، أو ضغط مفتاح F3.

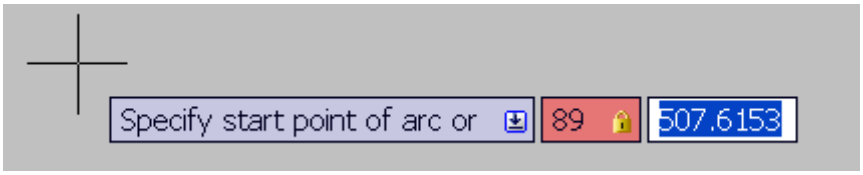
ولغرض تمييز نقاط القفز فإنها تظهر على العناصر بأشكال متنوعة، إذ تظهر نهايات الخطوط بشكل مربع ومنتصف المستقيم بشكل مثلث وتقاطع مستقيمين علامة ضرب وهكذا، ولتغيير إعدادات القفز OSNAB نقوم بالنقر الأيمن على الأيقونة لتظهر قائمة تحتوي على ON/Off و Setting

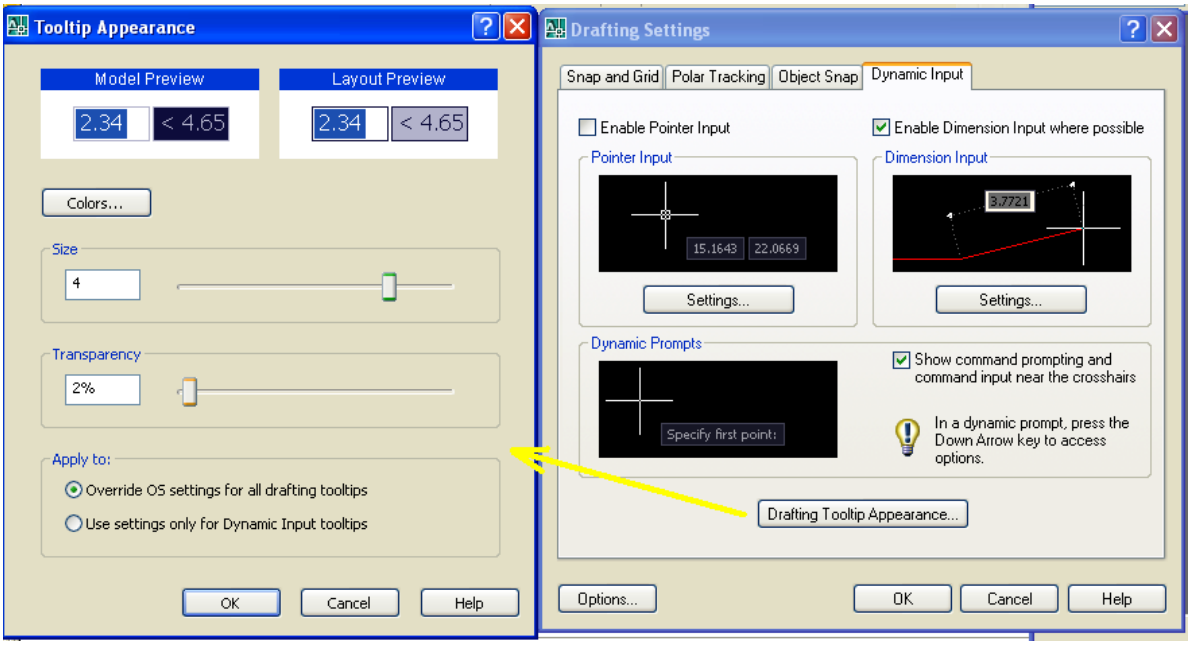
وعند اختيار الأخيرة تظهر نافذة حوار، لاحظ الشكل (5-9)، لغرض اختيار الإعدادات المناسبة للأمرين القفز نحو الكائنات الرسومية Object Snap وتعقبها Object Snap Tracking.

الشكل 5-9 : نافذة حوار لتحديد خواص الانجذاب نحو الكائنات الرسومية.

5-2-6 الإدخال الديناميكي Dynamic Input

تساهم هذه الخاصية في توفير وصلة لإدخال الأوامر قرب المؤشر للمساعدة بحصر التركيز والانتباه في منطقة الرسم، فضلاً عن بقاء المعلومات بشكل متجدد، فبعد كتابة القيمة في الحقل المجاور للمؤشر وضغط مفتاح TAB يعرض أيقونة قفل، لينتقل الى الحقل الآخر لغرض إدخال القيمة التالية، بعدها ينفذ الأمر بعد الضغط على مفتاح ENTER، والشكل (5-10) يوضح نافذة الحوار التي يمكن الوصول لها بالطريقة المذكورة سابقاً، ومن خلالها تضبط الإعدادات التي تخص الإظهار لحجم الحقول المصاحبة للمؤشر، علماً أن الإدخال الديناميكي لم يصمم كبديل لسطر كتابة الأوامر لكن من الممكن إخفاء الأخير لتوفير مساحة أكبر للرسم، ومن الممكن عرض نافذة لاستعراض كل الأوامر المستعملة بالضغط على مفتاح F2.





الشكل 5-10 : نافذة حوار لتحديد خواص الإدخال الديناميكي.

3-5 أوامر الرسم (ثنائي الأبعاد) Draw

يبين الشكل (5-11) الطرائق الثلاث في الوصول الى تنفيذ أوامر أدوات الرسم.

الشكل 5-11 طرائق تنفيذ أوامر أدوات الرسم.

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

1. **أمر رسم المستقيم Line : أكثر الأوامر شيوعا لرسم خط مستقيم، ويمكن الاستعاضة عن كتابة الكلمة في سطر كتابة الأوامر بكتابة الحرف الأول منها (L)، إذ يسأل البرنامج عن إحداثيات البداية والنهاية ويتم الخروج منه بالضغط على مفتاح ESC أو كتابة الحرف U في شريط الأوامر.**

Command: **line** (or) **L**

Specify first point: **x,y** (ندخل إحداثيات النقطة، أو ننقر بالمؤشر على موقعها في اللوحة)

Specify next point or [Undo]: **x, y**

Specify next point or [Undo]:**u** (إنهاء الأمر)

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

Command: xline ↵

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: (ندخل إحداثيات النقطة)

3. **أمر Poly Line: يستعمل في رسم خط متماسك بالوقت نفسه يوفر إمكانية رسم قوس Arc، فبعد تفعيل الأمر يطلب البرنامج تحديد بداية الخط فنقوم بالنقر في نقطة ما لتحديد مكان بداية الخط، ويمكن إدخال قيمة طول الخط في سطر الأوامر مع تحديد اتجاهه بواسطة المؤشر، ولرسم القوس يمكن كتابة حرف الاختصار A، ثم Enter أو نقر يمين في أي مكان على لوحة الرسم ونحن داخل الأمر واختيار Arc وتحديد نهاية Arc بالنقر بزر الفأرة الأيسر، كما يمكن أيضاً عن طريق هذا الأمر رسم سهم أو تحديد نصف العرض Halfwidth لبداية الخط (القيمة 20) ونهايته ستكون قيمتها صفراً، بعد ذلك يمكن تحديد طول السهم واتجاهه بالمؤشر.**

Command: **pline** ↵

Specify start point: **0,0** ↵

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

4. **أمر مضلع Polygon: رسم مضلع مع إمكانية التحكم في عدد أضلاعه، فبعد الضغط على الأمر يسأل البرنامج عن عدد الأضلاع، فنقوم بكتابة عدد الأضلاع المطلوب رسمها بعدها نضغط مفتاح Enter، ثم يسأل البرنامج عن مركز المضلع لإمكانية رسم المضلع أما داخل دائرة Inscribed in circle أي تمس أضلاعه من الداخل، أو رسم المضلع خارج الدائرة Circumscribed about circle أي تمر في رؤوس المضلع، في الحالتين يسأل البرنامج عن مركز الدائرة وعن نصف قطرها، فنقوم بكتابة نصف القطر في سطر الأوامر ونضغط مفتاح Enter لرسم المضلع المطلوب.**

Command: **polygon** ↵

Enter number of sides <4>: **6** ↵

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

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

Specify radius of circle: **60** ↵

5. **أمر المستطيل Rectangle: لرسم مستطيل بأبعاد معينة في اتجاهي X,Y، بعد تفعيل الأمر يطلب البرنامج تحديد نقطة بداية المستطيل (ركن المستطيل) مع عدة اختيارات أخرى هي Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width، ونحدد الركن أما بالنقر بزر الفأرة الأيسر على لوحة الرسم أو كتابة إحداثيات النقطة التي تمثل ركن المستطيل، بعدها نضغط مفتاح ENTER ، تليها النقطة التي تمثل الركن المقابل، مع اختيارات أخرى تمثل المساحة أو طول الأضلاع أو التدوير Area/Dimensions/Rotation، يمكن اختيار أحدها بهدف رسم المستطيل.**

Command: **rectang** ↵

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

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: (ندخل إحداثيات النقطة، أو ننقر بالمؤشر على موقعها في اللوحة)

6. **أمر قوس Arc: يمكن رسم قوس عشوائي عن طريق تفعيل الأمر والنقر بزر الفأرة الأيسر في ثلاث نقط مع مراعاة أن لا تكون على استقامة واحدة، ويمكن تفعيل الأمر من قائمة Draw نختار أمر Arc لرسم قوس بمعلومة بداية ونهاية ونصف قطر، أو حسب المعطيات الموجودة في الرسم.**

Command: **arc** ↵

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

Specify second point of arc or [Center/End]: (ندخل إحداثيات النقطة)

Specify end point of arc: (ندخل إحداثيات النقطة، أو ننقر بالمؤشر على موقعها في اللوحة)

7. **أمر الدائرة Circle : بعد تفعيل الأمر يمكن رسم دائرة عن طريق تحديد مركز الدائرة بالنقر بزر الفأرة الأيسر على الموقع المطلوب أو كتابة إحداثياتها في سطر الأوامر، بعدها يطلب نصف القطر فنقوم بكتابة نصف القطر ونضغط مفتاح Enter ، أو نكتب القطر بعد كتابة حرف D وهي اختصار كلمة Diameter، بعدها كتابة قيمة القطر ثم نضغط مفتاح Enter، وأيضاً يتيح البرنامج رسم دائرة بمعلومة (ثلاث نقاط، نقطتان، أو مماسان ونصف قطر).**

Command: **circle** ↵

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

Specify radius of circle or [Diameter]:

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

Command: **spline** ↵

Specify first point or [Object]: (ندخل إحداثيات النقطة، أو ننقر بالمؤشر على موقعها في اللوحة)

Specify next point: (ندخل إحداثيات النقطة، أو ننقر بالمؤشر على موقعها في اللوحة)

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

9. **أمر لرسم شكل بيضاوي Elipse: بعد تفعيل الأمر ننقر في لوحة الرسم ومن ثم تحديد طول محور للشكل، ومن منتصف هذا المحور سيكون البعد الأخر والمحور الثاني.**

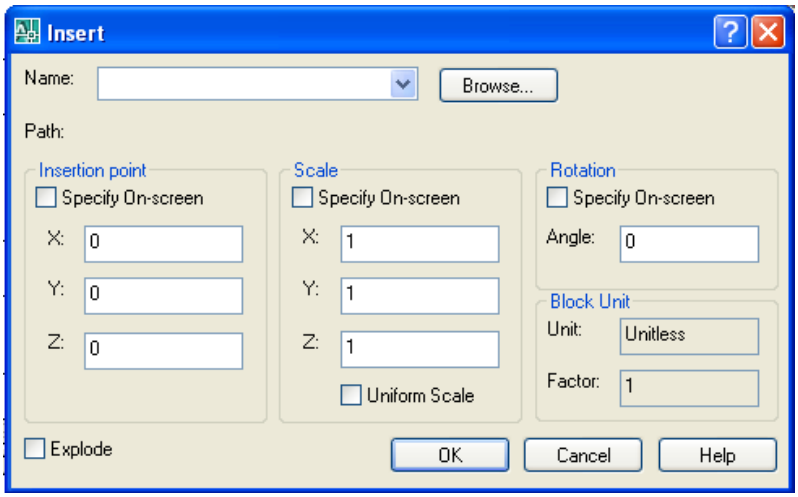
Command: **ellipse** ↵

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

Specify other endpoint of axis:

Specify distance to other axis or [Rotation]:

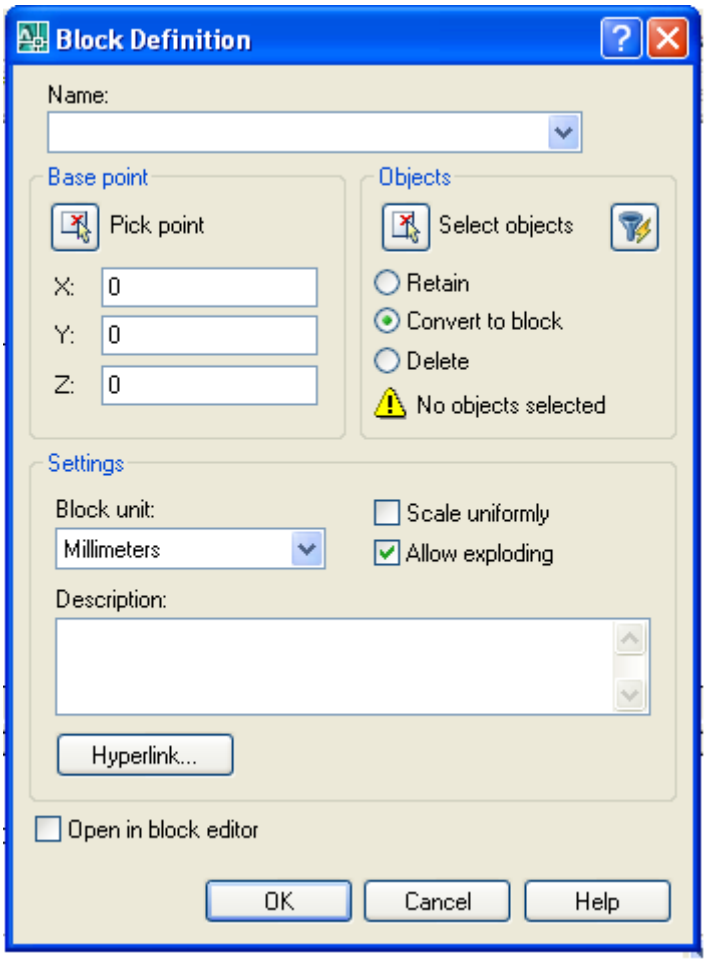
10. أمر استدعاء البلوك (كتلة) Insert Block: بالنقر على الأمر تفتح نافذة حوار، لاحظ الشكل (5-12)، يمكن استعراض البلوكات من أمر **Browse** والضغط على مفتاح **OK** والنقر على اللوحة لتثبيت البلوك مع مراعاة أنه أصبح كتلة واحدة .



الشكل 5-12 : نافذة حوار استدعاء البلوك.

11. أمر أنشاء كتلة Make Block : بعد النقر على الأمر تفتح نافذة حوار، لاحظ الشكل (5-13)، نقوم بكتابة إسم للكتلة الجديدة وبعد الضغط على أيقونة **Select Object** لتحديد العناصر المراد جعلها كتلة واحدة، بعد ذلك نضغط على مفتاح **Enter** وسوف تفتح نافذة الحوار مرة أخرى فنقوم بالضغط على **Pick point** لتحديد مكان مسك الشكل المراد إنشاءه والنقر على مكان في الشكل بزر الفأرة الأيسر فتفتح مرة أخرى نافذة الحوار نضغط على **OK**، مع ملاحظة وجود ثلاثة اختيارات في نافذة الحوار هي:

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

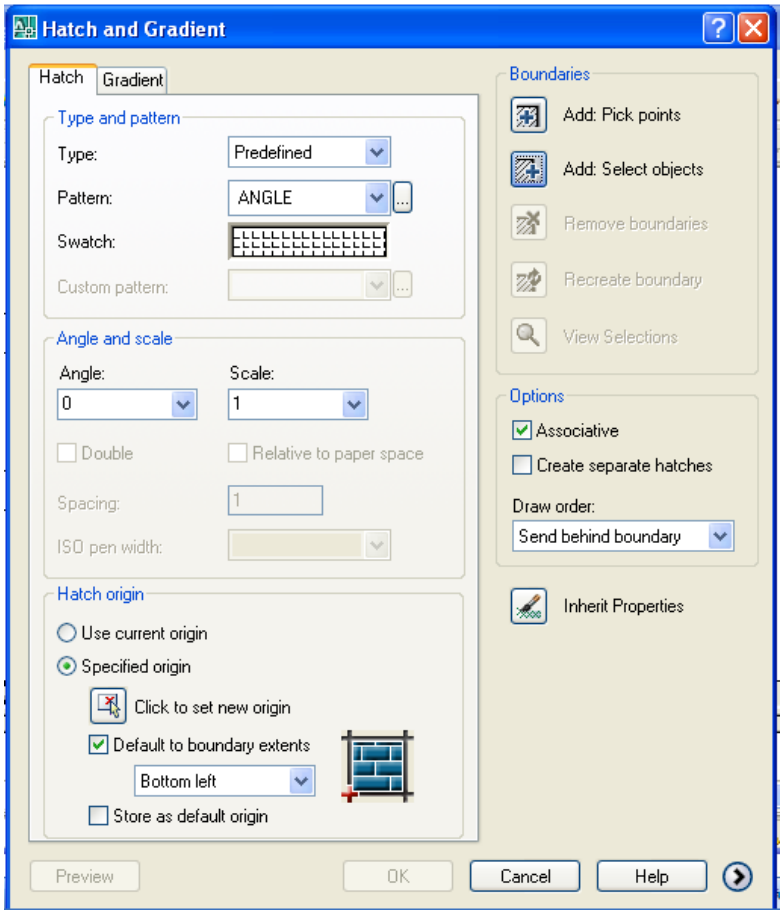


الشكل 5-13 : نافذة حوار لتعريف بلوك جديد.

12. أمر نقطة Point: يتم النقر على الأمر والنقر في المكان المراد وضع النقطة في اللوحة أو على الرسم كنقطة إرشادية حيث يمكن الرجوع إليها واستعمالها ويمكن تغيير شكل النقطة من خلال فتح قائمة Format واختيار Point Style وتفتح نافذة حوار يمكن اختيار منها شكل النقطة المراد استعمالها وتكبير حجمها أو تصغيرها من خلال Point Size بتغيير القيمة التي فيها وبعدها نضغط على مفتاح OK.

13. أمر تظليل (تهشير) Hatch: يمكن تظليل الأشكال المغلقة بعد تفعيل هذا الأمر، إذ تفتح نافذة حوار، لاحظ الشكل (5-14)، لاختيار نوع التهشير من قوائم منسدلة كذلك تحدد زاوية ميل الخطوط، بعدها نقوم بتغير قيمة مقياس رسم التهشير Scale حتى يكون مناسباً لحجم الشكل بعدها يوجد أمر Add: Pick Point أي النقر داخل الشكل المراد عمل تهشير له، ويوجد أمر آخر هو Add: Select object أي النقر على الشكل المراد تهشيره، فيمكن استعمال إحدى الطريقتين مثلاً بالنقر على الأولى فتختفي نافذة الحوار فنقوم بالنقر بالمؤشر داخل الشكل المراد عمل تهشير له بزر الفأرة الأيسر فيتم فتح نافذة الحوار مرة أخرى، ويمكن

عمل معاينة عن طريق الضغط على مفتاح أسفل النافذة على اليسار وهو Preview حتى يمكن التأكد من حجم Scale مناسب أو غير مناسب، ويمكن الرجوع لتعديله وبعد ذلك نقوم بالضغط على مفتاح Enter.



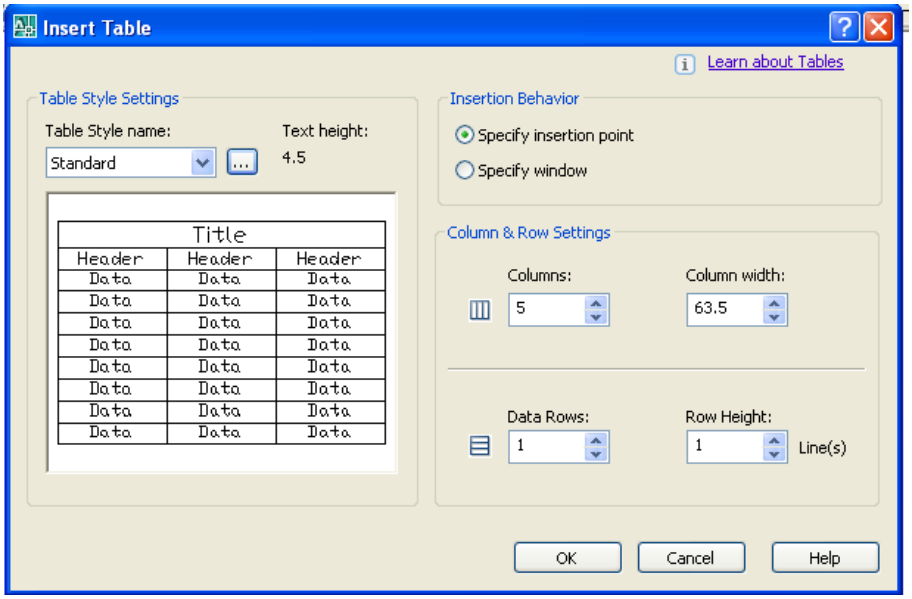
الشكل 5-14 : نافذة حوار التهشير.

14. أمر Gradient: بعد النقر على الأمر يجب التأكد أن التبويب Gradient هو النشط لأنه يتم فتح نافذة الحوار نفسه للأمر Hatch، لاحظ الشكل (5-14)، وهو يجمع كلا من هذين الأمرين أمر التبويب Gradient فله إمكانية تلوين الشكل المغلق بلون أو لونين متداخلين عن طريق اختيار لون One Color، وتحديد اللون (الأول واللون الثاني) بالنسبة للألوان، واختيار نوع التداخل بينهم لتعبئة اللون، وهي خطوات أمر Hatch نفسها بالنقر داخل الشكل أو عليه ثم نضغط مفتاح ENTER عن طريق أمر + أو – وذلك من نافذة الحوار، وكما سبق في Hatch فتفتح نافذة الحوار مرة أخرى ونضغط على زر OK.

15. أمر تجميع عناصر مغلقة Region: يجب أن يكون الشكل مغلقاً وأجزاءه متصلة مع بعضها البعض لكي يمكن تطبيق الأمر عليه، مثلاً عند رسم شكل مغلق (كالمستطيل) بأمر Line فان كل خط منه يمكن اختياره والتحكم فيه بشكل مستقل عن باقي خطوط الشكل لأنه غير متماسك

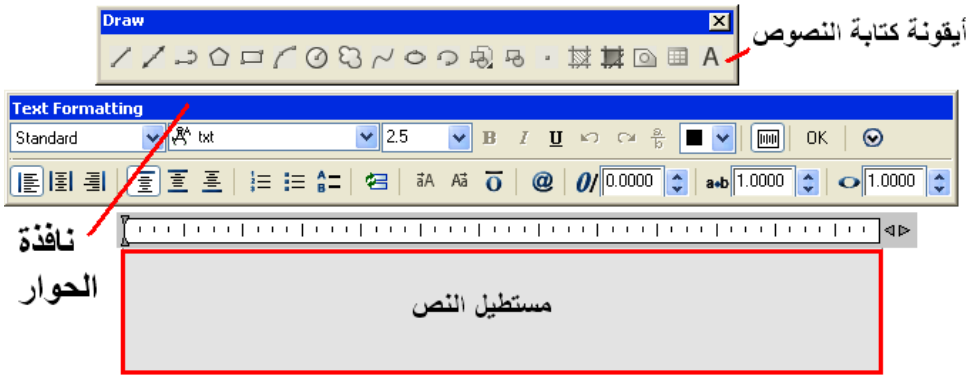
مع باقي الشكل، فعند الضغط على أمر Region وتحديد الشكل بالكامل أما بالنقر على أضلاعه أو اختياره بفتح نافذة علية ثم الضغط على مفتاح Enter يتحول الشكل إلى كتلة واحدة، فعند النقر على ضلع من أضلاعه يتم تحديد الشكل بالكامل أي التعديل سوف يطبق على الشكل بالكامل وليس على ضلع مستقل .

16. أمر جدول Table: عند النقر على الأمر تفتح نافذة حوار، لاحظ الشكل (5-15)، نقوم عن طريقها بتحديد عدد الصفوف والأعمدة والمسافة بين كل منهم بتحديد كل من عدد الأعمدة Columns، عرض العمود column Width، عدد الصفوف Date Rows وارتفاع الصف Row Height، ثم الضغط على زر OK وتثبيت الجدول في المكان المطلوب.



الشكل 5-15: نافذة حوار لتحديد خصائص الجدول.

17. أمر كتابة النصوص Multi Line Text (A): بعد تفعيل الأمر نقوم بفتح نافذة في المكان المراد الكتابة فيه (عن طريق المؤشر) فتفتح نافذة حوار، لاحظ الشكل (5-16)، من خلالها نقوم بتحديد إرتفاع الخط واختيار نوع الخط المراد الكتابة به، ويمكن تغيير اللغة وذلك باستعمال مفتاحي (Alt + Shift) من لوحة المفاتيح وبعد الانتهاء من الكتابة نضغط على زر OK من نافذة الحوار فيتم غلق نافذة الحوار وإظهار الكتابة.



الشكل 5-16 : نافذة حوار كتابة النصوص.

18. أمر رسم خط مزدوج Multi Line: يمكن استعماله في عمل خطين متوازيين والتحكم في المسافة بينهما، فبعد فتح قائمة Draw نختار الامر Multi Line فتظهر لنا خيارات في شريط الأوامر بين قوسين Justification/Scale/STyle فبعد كتابة الاختصار يجب تحديد المكان الذي نمسك الخط المزدوج منه (اعلى الخط العلوي او المنتصف او الأسفل Top/Zero/Bottom)، ولتحديد البعد بين الخطين نكتب حرف S وهو اختصار كلمة Scale ثم نضغط مفتاح Enter ونقوم بكتابة البعد المراد عمله بين الخطين ونضغط على مفتاح Enter ، ويمكن بعد ذلك بداية رسم الخط العادي بالطريقة نفسها، اما ST فلتحديد نمط الخط، (لا توجد ايقونة لهذا الامر).

Command: **mline** ↵

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

Specify start point or [Justification/Scale/STyle]: (ندخل إحداثيات النقطة)

Specify next point: (ندخل إحداثيات النقطة، أو ننقر بالمؤشر على موقعها في اللوحة)

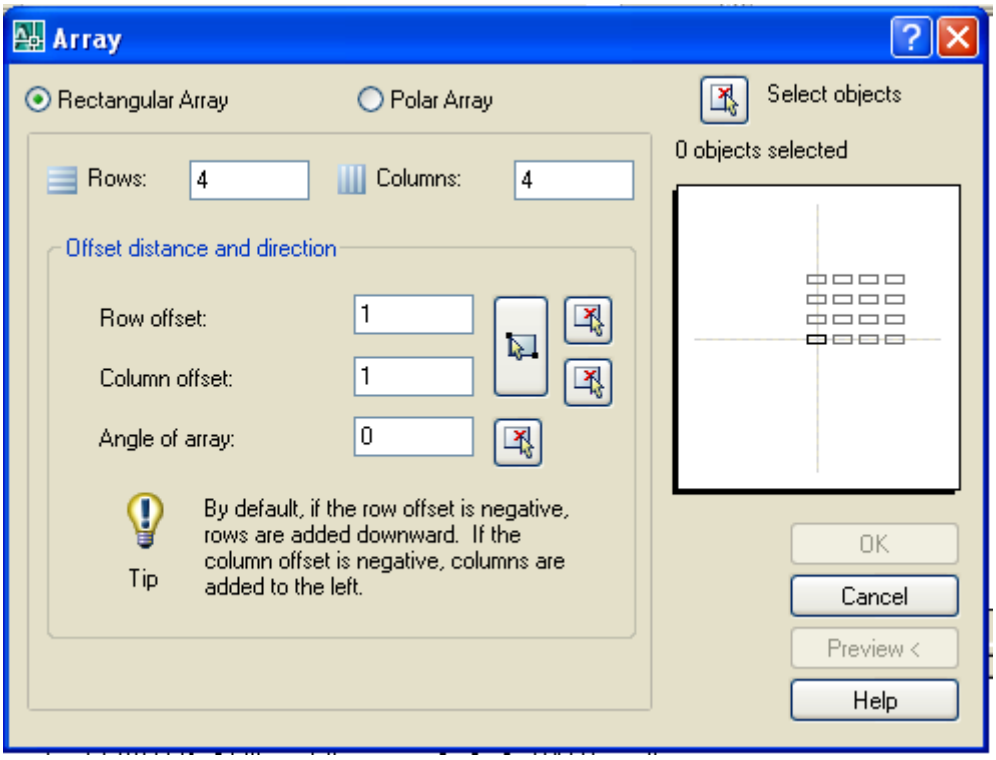
4-5 شريط أوامر التعديل Modify

1. أمر المسح Erase: يوجد أكثر من طريقة لتنفيذ هذا الأمر هي :

- **تحديد (اختيار) الخطوط والأشكال المراد مسحها ثم نضغط على أمر Erase .**
- **الضغط على أمر Erase أولاً ثم اختيار الأشكال والخطوط المراد مسحها ثم الضغط على مفتاح Enter.**
- **تحديد الأشكال والخطوط والنقر يمين واختيار من القائمة التي سوف تظهر Erase.**
- **يمكن تحديد الأشكال المراد مسحها وضغط مفتاح Delete من لوحة المفاتيح .**
- **تحديد الأشكال المراد مسحها وفتح قائمة Modify والضغط على الأمر Erase .**

2. **أمر النسخ Copy: يستعمل لنسخ الأشكال والخطوط ونقلها الى المكان الذي يتم اختياره عن طريق النقر على الأمر Copy من شريط الأوامر Modify أو من القائمة Modify، يطلب البرنامج اختيار الشكل Select Object ، وبعد اختيار الشكل نضغط مفتاح Enter فيطلب بعدها نقطة الإمساك في الشكل المراد نقله Specify base Point، فنقوم بالنقر على النقطة المراد حمل نسخة من الشكل من خلالها والتحرك إلى المكان المراد وضع الكائن الرسومي فيه، والنقر بزر الفأرة الأيسر لتثبيته بمكانه، مع مراعاة إمكانية الشك بأنه ما زال موجود يمكننا نسخة في أكثر من مكان، ولإنهاء الأمر نضغط مفتاح Enter أو نضغط على مفتاح ESC من لوحة المفاتيح .**
3. **أمر انعكاس (مرآة) Mirror: نستعمل هذا الأمر لعمل انعكاس للأشكال (أفقيا – عمودياً)، فبعد النقر على الأمر يطلب تحديد الشكل المراد عمل انعكاس له فنقوم بتحديد الشكل وبعد ذلك نضغط مفتاح Enter ثم يطلب بداية الخط الذي سوف ينعكس علية أي المحور(الرأسي أو الأفقي أو المائل) إذ يمكن رسم محور ويمكن عمل انعكاس للشكل فيه ويمكن رسم خط مع مراعاة تفعيل أمر (التعامد أو الضغط على مفتاح F8) وذلك حتى لا يكون الخط مائل، او قبل البدء بعمل الانعكاس نقوم برسم محور حتى نقوم بعمل انعكاس عليه وبعد النقر على بداية المحور ونهايته يسأل البرنامج سؤال هل يقوم بمسح الأصل Erase Source Object Yes/ No ?، فعند الضغط على مفتاح Enter لا يتم مسح الأصل، أما عندما نقوم بكتابة حرف Y وهو اختصار لكلمة Yes سيقوم البرنامج بمسح الأصل.**
4. **أمر موازيات للعناصر Offset: يمكن استعماله في عمل سمك الجدران ورسم الغرف أي أنه يرسم خط موازي للخط الآخر على بعد معلوم، فعند النقر على الأمر يسأل البرنامج عن البعد Offset، فنقوم بكتابة البعد المراد الرسم به ونضغط مفتاح Enter ثم النقر على الخط أو الشكل بزر الفأرة الأيسر فيتم تحديد الشكل وظهوره بشكل منقط، والنقر مرة أخرى في الاتجاه المراد رسم الخط الموازى وبالبعد الذي قمنا بتحديده من قبل، ولتعديل القيمة يجب النقر على الأمر مرة أخري وكتابة القيمة الجديدة ونضغط على مفتاح Enter وتكرار الخطوات المذكورة.**
5. **أمر المصفوفة Array: يستعمل هذا الأمر لتكرار العناصر على هيئة مصفوفة (مستطيلة أو دائرية) عن طريق رسم الشكل المراد تكراره، فبعد تفعيل الأمر تفتح نافذة حوار، الشكل (17-5)، لنقوم بالاختيار هل نريد المصفوفة على هيئة مستطيل (صفوف وأعمدة) Rectangular Array، أم على هيئة شكل دائري (Polar Array)، فعند تنشيط الصفوف والأعمدة ننقر على Select Object وهو تحديد الشكل المراد تكراره ونقوم**

بالضغط على مفتاح Enter فيتم فتح نافذة حوار يتم عن طريقها تحديد عدد الصفوف (Rows) وعدد الأعمدة (Columns) والمسافة بين الصفوف (Column Offset) ويمكن عمل زاوية ميل للصفوف والأعمدة عن طريق كتابة زاوية الميل المطلوبة في الخانة الخاصة Angle Of Array ثم نضغط على OK، ويمكن تنشيط الاختيار (Polar Array) ثم الضغط على (Select Object) لتحديد الشكل المراد عمل مصفوفة دائرية منه ثم نضغط مفتاح Enter فتظهر نافذة الحوار مرة أخري فيتم النقر على الزر (Center Point) ثم نقوم بالنقر في منتصف الدائرة بزر الفأرة الأيسر فيتم فتح نافذة الحوار مرة أخرى نقوم بتحديد عدد مرات تكرار الشكل على الدائرة وذلك عن طريق إدخال القيمة أو عدد التكرار عند الاختيار Total Number Of Items، وتحديد زاوية الدوران بحسب توزيع الأشكال على الدائرة كلها أي (360) درجة، أم على نصف منها (180) درجة فقط أو يمكن تعديل قيمة الزاوية بتغير القيمة Angle To Fill ثم نضغط على مفتاح Enter.



الشكل 5-17 : نافذة حوار المصفوفة.

6. أمر تحريك العناصر من مكانها Move: بعد تفعيل الأمر يطلب البرنامج اختيار الشكل المراد نقلة من مكانه Select Object، فبعد تحديد الشكل نضغط مفتاح Enter من لوحة المفاتيح فيسأل البرنامج عن موضع الإمساك بالشكل لنقله من مكانه إلى مكان أخر Select Object Point فنقوم بالنقر بزر الفأرة الأيسر على نقطة في الشكل وتحريكه منها في

لوحة الرسم الى المكان المراد وضعة فيه والنقر مرة أخرى بزر الفأرة الأيسر لتتم عملية النقل.

7. أمر الدوران Rotate: بعد تنشيط الأمر يطلب البرنامج تحديد الشكل المراد عمل دوران له Select Object وبعد اختيار الشكل نضغط مفتاح Enter فيسأل البرنامج عن نقطة الإمساك التي سوف يدور حولها الشكل Specify Rotation Angle فنقوم بكتابة زاوية الدوران ثم نضغط على مفتاح Enter.
8. أمر مقياس الرسم Scale : يستعمل الأمر لتكبير أو تصغير العناصر بنسبة معينة فبعد تنشيط الأمر يطلب البرنامج تحديد الشكل Select Object، بعد اختيار الشكل يسأل البرنامج عن تحديد نقطة الإمساك بالشكل Specify base Point فنقوم بالنقر على نقطة بالشكل فيسأل عن مقياس الرسم Specify Scale Factor فنقوم بكتابة النسبة المراد التكبير (أو التصغير) بها ونضغط مفتاح Enter.
9. أمر مد أو سحب العناصر Stretch : نفترض أن لدينا مثلث ونريد مد ضلعين منه، نقوم بالنقر على أيقونة الأمر فيطلب اختيار الشكل المراد عمل مد له، نقوم بفتح نافذة على ضلعين فقط وبتحريك المؤشر يمكن التحكم في طول الضلعين سواء بالتكبير أو التصغير عن طريق حركة المؤشر أما الضلع الذي لم يتم تحديده فهو ثابت لا يتأثر بالأمر.
10. أمر الإطالة Lengthen: يستعمل للتحكم بطول العناصر، ويتم الوصول للأمر عن طريق فتح قائمة Modify واختيار أمر Length فيظهر في شريط الأوامر أربعة خيارات بين قوسين، وكما يأتي:

Command: **lengthen** ↵

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

- تحديد القيمة المراد إطالة الخط بها Delta: بعد تفعيل الأمر نكتب الحرفين (DE) وهو اختصار (Delta) ونضغط مفتاح Enter ونقوم بإدخال القيمة المراد زيادتها على الخط ونضغط مفتاح Enter، وان كل نقرة على الخط المراد زيادة طوله سيزيد مرة بقدر القيمة التي تم تحديدها.
- عن طريق النسبة المئوية Percent: بعد تفعيل الأمر واختيار الحرف (P) ثم نضغط مفتاح Enter نكتب النسبة مثلاً (50) ونضغط مفتاح Enter، وعند النقر على الخط نلاحظ أن الخط يتم تصغيره للنصف كلما تم النقر عليه .

- القيمة التي سوف تشمل الضلع بأكمله Total: بعد تفعيل الأمر وكتابة حرف (T) والضغط على مفتاح Enter، نكتب القيمة المراد جعل الخط بأكمله يأخذها وبعد ذلك نضغط على مفتاح Enter، والنقر على الخط بزر الفأرة الأيسر نقرة واحدة فيتم جعل الخط بنفس القيمة التي تم تحديدها .
- تحديد القيمة يدوياً بالنقر بالمؤشر Dynamic: بعد تفعيل الأمر وكتابة حرفي (DY) من لوحة المفاتيح وضغط مفتاح Enter، ننقر بزر الفأرة الأيسر على الخط المراد تغيير طوله والتحرك بالمؤشر لزيادته أو تقصيره والنقر بزر الفأرة الأيسر حتى إنهاء الأمر.

11. أمر قص Trim : يستعمل هذا الأمر لإزالة الخطوط الزائدة من الرسم ويتم استعمال الأمر عن طريق تفعيل الأمر ونضغط على مفتاح Enter وبعد ذلك نقوم بالنقر بزر الفأرة الأيسر على جميع الخطوط الزائدة لإزالتها .
12. أمر مد العناصر حتى حدود معينة (Extend) (للخط وللقوس): لاستعمال هذا الأمر يجب مراعاة وجود خط آخر ليتمدد له الخط أو القوس المراد مده، فبعد النقر على الأمر نضغط مفتاح Enter، ثم النقر على الخط المراد عمل امتداد له فيتم مده باتجاه الخط الآخر.
13. أمر فصل جزء Break At Point: يستعمل هذا الأمر لفصل خط وتقسيمه إلى أكثر من جزء، فبعد تفعيل الأمر يطلب البرنامج تحديد الشكل، وبعد النقر على الشكل بزر الفأرة الأيسر والتحرك على الشكل أو الخط والمكان المراد عمل فصل بينهم، نضغط بزر الفأرة الأيسر فيتم فصل جزء الخط عن الجزء الأخر، ولكنه مازال في مكانه، ولكن عند تحديد جزء نلاحظ أنه لا يؤثر على الجزء الأخر أي يمكن التعديل في كل جزء بمفرده، أي أصبح في هذه الحالة جزئين وليس جزءاً واحداً .
14. أمر قص أو قطع العنصر بين نقطتين Break: بعد تنشيط الأمر يطلب البرنامج تحديد مكان القطع، وبعد تحديد النقطة الأولى على الخط يطلب البرنامج تحديد النقطة الثانية، ننقر بالمؤشر على الخط في موضع آخر فيزال الخط الموجود بين تلك النقطتين.
15. أمر ربط join : يستعمل لربط خطين ليكونا خطاً واحداً وكتلة واحدة، بشرط أن يكونا على امتداد واحد وبالنقر على الأمر يطلب البرنامج اختيار العناصر، ننقر على الخط الأول ومن ثم على الخط الثاني ونضغط على مفتاح Enter، وسوف يصبح شكلاً متماسكاً.
16. أمر شطف (كسر الأركان) Chamfer : يستعمل لعمل شطف لأركان الأشكال يمكن عن طريق تحديد قيمتي الكسر أو بتحديد قيمة احدهما وزاوية الكسر ويمكن عمل الشطف والإبقاء على الأركان كما هي، وبعد تفعيل الأمر سوف يعطينا البرنامج مجموعة اختيارات أولاً نقوم بتحديد أنه يتم مسح الحواف التي يتم عليها بأمر Chamfer وذلك بالدخول في Trim من

خلال الخيارات المتاحة ونختار [Trim / No Trim] بعد ذلك لتحديد قيمة الشطف نضغط من لوحة المفاتيح حرف (D) وهي اختصار لكلمة (Distance)، ثم نضغط مفتاح Enter وكتابة القيمة الأولى، وبعد ذلك نضغط مفتاح Enter فيسأل عن القيمة الثانية نقوم بكتابة القيمة الثانية ونضغط مفتاح Enter وبعد ذلك يمكن النقر على الخط الأول ثم النقر على الخط الثاني فيتم عمل الشطف، أما طريقة الشطف عن طريق الزاوية، فعند الدخول في الأمر نكتب حرف (A) وهو اختصار لكلمة (Angle) وهي زاوية الشطف وبعد ذلك نضغط على مفتاح Enter، فيطلب مقدار الشطف للزاوية الأولي فنقوم بكتابة مقدار الزاوية ونضغط مفتاح Enter، فيسأل عن مقدار الزاوية الثانية ثم نضغط مفتاح Enter ثم نقوم بالنقر على الخط الأول ثم النقر على الخط الثاني فتتم عمل الشطف .

17. أمر تشذيب Fillet: يستعمل لتقويس (تدوير) منطقة التقاء خطين ويمكن تحديد قيمة التدوير بعد تفعيل الأمر ثم كتابة حرف (R) وهي اختصار لكلمة (Radius) ونحدد نصف قطر التدوير والنقر على الضلعين حتى يتم عمل الدوران، مع ملاحظة وجوب التأكد من Trim في الأمر Trim أو No Trim بحسب الحاجة، ولاستمرار الأمر معنا لتكرار هذا الأمر أو لعمل أكثر من دوران لأشكال متعددة يمكن كتابة حرف (M) وهي اختصار لكلمة Multiple وتنفيذ الأمر عدة مرات بالنقر على أضلاع الشكل المراد تدوير (تنعيم) أركانه.

Command: **fillet** ↵

Current settings: Mode = TRIM, Radius = **10**

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

18. أمر تفتيت أو تفجير Explode : يستعمل مع العناصر المتماسكة والمتشكلة بأكثر من ضلعين (كائن رسومي واحد) بجعل كل ضلع مستقلاً بذاته، وبعد تفعيل الأمر يطلب البرنامج تحديد الشكل المراد تفجيره، وبعد الاختيار نضغط على مفتاح Enter لتحويل الشكل الى كائنات رسومية عدة يمكن التحكم في كل منها بمفرده.

5-5 شريط الأبعاد Dimension

يتضمن شريط الأبعاد خيارات عدة كأوامر تتيح وضع الأبعاد على الرسومات، وهي:

1. البعد الخطي Linear: يستعمل في قياس الأبعاد الأفقية والرأسية ويتم ذلك عن طريق النقر على بداية الخط والنقر على نهايتهِ.

2. البعد الموازي Aligned : يستعمل في قياس الأبعاد المائلة والرأسية والأفقية عن طريق النقر في بداية الخط ونهاية الخط .
3. البعد المرتب Ordinate: يستعمل في قياس بعد النقطة عن نقطة الأصل في مستوي Y، X.
4. البعد النصف القطري Radius : يستعمل لقياس نصف القطر وذلك عن طريق تفعيل الأمر والنقر على الدائرة لقياس نصف قطرها .
5. البعد نصف القطري بشكل متعرج Jogged : يستعمل لقياس نصف القطر أيضاً ولكن يعطى شكل خط البعد ويمكن التحكم فيه على شكل حرف Z.
6. البعد القطري Diameter : يستعمل لقياس قطر الدائرة عن طريق تفعيل الأمر والنقر على الدائرة وتثبيت البعد في المكان المطلوب.
7. البعد الزاوي Angular : يستعمل لقياس الزاوية المحصورة بين ضلعين عن طريق النقر على الأمر ثم النقر على الخط الأول والنقر على الخط الثاني وتثبيت مقياس الزاوية بالمؤشر .
8. البعد السريع Quick Dimension : لإنشاء الأبعاد لعناصرعدة بسرعة ومرة واحدة، ويوجد فيه خيارات عدة ، منها Staggered والذي يقوم بالقياس بحيث المقاسات لا تكون على خط واحد، واختيار Baseline لإنشاء سلسلة من الأبعاد بحيث تبدأ المقاسات من نقطة واحدة، واختيار Datum Point يمكن عن طريقه تحديد نقطة يبدأ القياس منها.

Specify dimension line position, or
Continuous/Staggered/Baseline/Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit/seTtings

9. أدوات وضع الأبعاد Dimension style : للتأكد من الإعدادات الافتراضية للبرنامج ومدى مطابقتها لنظام وضع الأبعاد المتبع في الرسم للتوافق مع طبيعة اللوحة، فلكل تخصص أسلوب في وضع الأبعاد، فاللوحة الميكانيكية تختلف عن اللوحة الالكترونية في طبيعة الأرقام والرموز وحجمها.
10. الأمر blipmode : يستعمل لوضع نقطة إرشادية في اللوحة ونقوم بكتابة الأمر في شريط الأوامر ونختار on ،ولمسح هذه النقاط من على الشاشة نقوم بكتابة الأمر RE (يفيد أيضاً عند وجود تجاعيد في الأشكال مثل الدائرة تكون غير منتظمة) أو بكتابة الأمر نفسه ونختار off .

Command: **blipmode** ↵
Enter mode [ON/OFF] <ON>: **OFF**

6-5 بداية الرسم

1-6-5 تحضير مساحة الرسم

بعد تشغيل البرنامج نحدد مساحة لوحة الرسم ونبدأ بقائمة Format ونختار Drawing Limits، فيقوم البرنامج بالسؤال عن نقطة بداية اللوحة من الجهة الشمال ونوافق على القيم الافتراضية الصفر لمحور X (الرقم الأول من اليسار) والصفر لمحور Y بضغط Enter (↵).

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

وإذا اخترنا ON فلا يمكن الرسم خارج حدود اللوحة التي سنحددها، بعدها يسأل البرنامج عن نقطة في الجهة اليمنى أي نهاية اللوحة من جهة اليمين فندخل أبعاد اللوحة لتكون بالاتجاه العرضي ونكتب في سطر الأوامر 297, 210، أما عندما نحتاج أن تكون ورقة الرسم بالاتجاه الطولي تكون القيم 210, 297، إذ أن القيمة الأولى يعدها البرنامج في اتجاه محور X والقيمة الثانية في اتجاه محور Y، بعد ذلك يمكن أن نقوم بإظهار الشبكة بالنقر في إطار البرنامج على الأمر Grid، ولكي تظهر حدود لوحة الرسم بالكامل في نافذة البرنامج نطبع الأوامر (أو اختصاراتها التي تكون معلّمة بخط تحت احد أحرفها) وهي Zoom أو (Z)، ومن ثم ضغط المفتاح Enter (↵)، يليه الأمر All أو (A) ثم ضغط ↵.

يمكن ملاحظة إعدادات مساعدات الرسم المناسبة والمذكورة في الفقرة السابقة مثل مسافات الشبكة، والتعقب أو التعامد، وكذلك اختيار وحدة القياس وضبط الفواصل العشرية لدقة الرسم Precision من نافذة وحدات الرسم Drawing Units التي توفر عدد المراتب بعد الفارزة، ويمكن ضبط الدقة إلى عدد صحيح (بدون كسر) عند تنفيذ أطوال الخطوط والأبعاد والزوايا .

2-6-5 ضبط مقياس الرسم في اللوحة

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

3-6-5 تطبيق على أوامر الرسم Draw

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

مثال 5-1

إرسم المخطط الانسيابي المبين في الشكل (3-1) باستعمال أبعاد ورقة الرسم A4 وفق النظام ألإحداثي الديكارتي المطلق ، ثم وفق النظام ألإحداثي القطبي النسبي.

الحل

1) نبدأ بتحديد أبعاد لوحة الرسم A4 وهي (X=297, Y=210) من خلال الأمر Drawing limits من القائمة المنسدلة Format فيظهر في سطر الأوامر حواراً من خلاله نحدد أبعاد الورقة بكتابة إحداثيات الركن الأيسر السفلي وإحداثيات الركن الأيمن العلوي، علما أن القيم داخل الأقواس < > هي القيم الافتراضية للبرنامج أو التي تم استعمالها بالأمر نفسه في الرسم السابق.

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

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

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

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

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

Command: _units (من القائمة Format)

Command: _limits (من القائمة Format)

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

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

Command: **zoom** ↵ (أو من القائمة View)

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

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

Command: **rectangle** ↵ (Draw أو من شريط)

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

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

2) لرسم الجدول نستعمل أمر رسم المستقيم وكما تعلمنا في كل أوامر الرسم أن يفعل الأمر Line أما من قائمة Draw أو بالنقر على الأيقونة في الشريط أو بكتابته (أو اختصاره L) في سطر كتابة الأوامر متبوعا بالضغط على مفتاح Enter.

Command: **Line** ↵

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

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

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

Command: **Line**↵

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

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

Specify next point or [Undo]: *Cancel*

Command: **Line**↵

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

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

Specify next point or [Undo]: *Cancel*

وبالطريقة نفسها نكمل بقية الخطوط الأفقية الباقية وفق إحداثيات بداية ونهاية كل خط (بعد حسابها تبعا لنظام الإحداثيات الديكارتي المطلق)، ونقاط رؤوس المستقيمات هي : (10,110 - 30,110)، (10,140 - 30,140)، (10,170 - 30,170).

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

3) من المهم تحديد نقطة بداية الرسم ولتكن النقطة **(23, 170)** وهي ساقية حوض التهوية، ومن ثم الاستمرار بالأمر **Line** وكما يأتي، لاحظ الشكل **(5-18)**، يتم تقريب منطقة الرسم بالأمر **zoom** :

Command: _line Specify first point: **23,170** ↵

Specify next point or [Undo]: **@5<270** ↵

Specify next point or [Undo]: **@6<0** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **@20<21** ↵

Specify next point or [Undo]: **@28<270** ↵

Specify next point or [Undo]: **@5<0** ↵

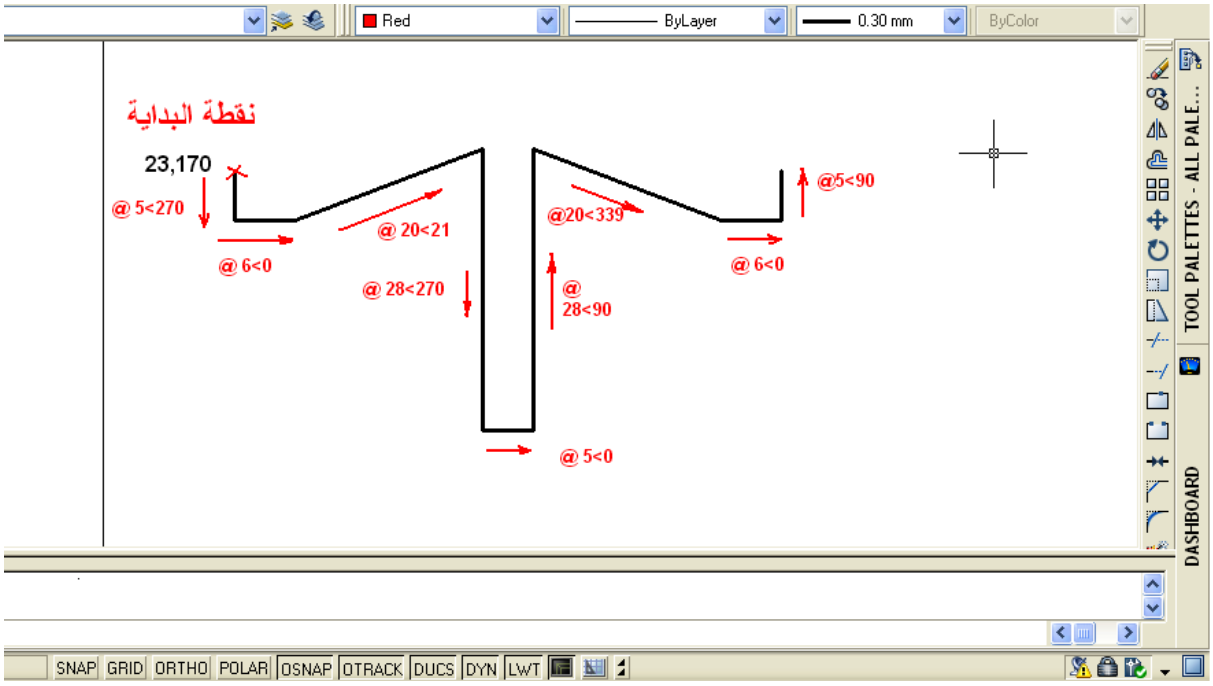
Specify next point or [Close/Undo]: **@28<90** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **@20<339** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **@6<0** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **@5<90** ↵

Specify next point or [Undo]: *Cancel*



الشكل 5-18 : مراحل رسم حوض التهوية.

4) إكمال حوض التهوية والتحول الى رسم حوض التسكين، وكما يأتي، لاحظ الشكل **(5-19)**.

Command: _line Specify first point: **77,170** ↵

Specify next point or [Undo]: **@30<270** ↵

Specify next point or [Undo]: **@25<0** ↵

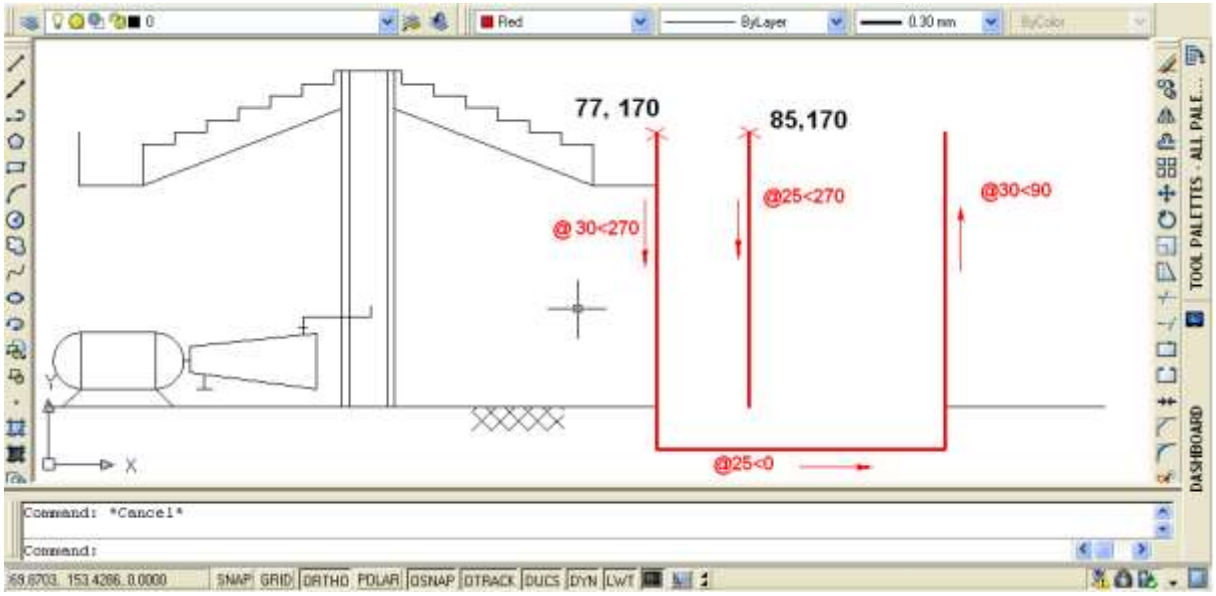
Specify next point or [Close/Undo]: **@30<90** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel*

Command: _line Specify first point: **85,170** ↵

Specify next point or [Undo]: **@25<270** ↵

Specify next point or [Undo]: *Cancel*



الشكل 5-19 : مراحل رسم حوض التسكين.

5) بالإسلوب نفسه نرسم من النقاط المبينة في الشكل (5-20) بقية أجزاء المخطط الانسيابي لحوض الخلط ونصف من حوض الترسيب، إذ نكمل النصف الآخر باستعمال الأمر Mirror (المرآة) للنصف الأيسر المرسوم.

Command: _line Specify first point: **170,170** ↵

Specify next point or [Undo]: **@5<270** ↵

Specify next point or [Undo]: **@5<0** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel*

Command: _line Specify first point: **175,170** ↵

Specify next point or [Undo]: **@25<270** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **@30<350** ↵

Specify next point or [Undo]: **@4<285** ↵

Specify next point or [Undo]: **@4<0** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel*

Command: _line Specify first point: **210,165** ↵

Specify next point or [Undo]: **@36<270** ↵

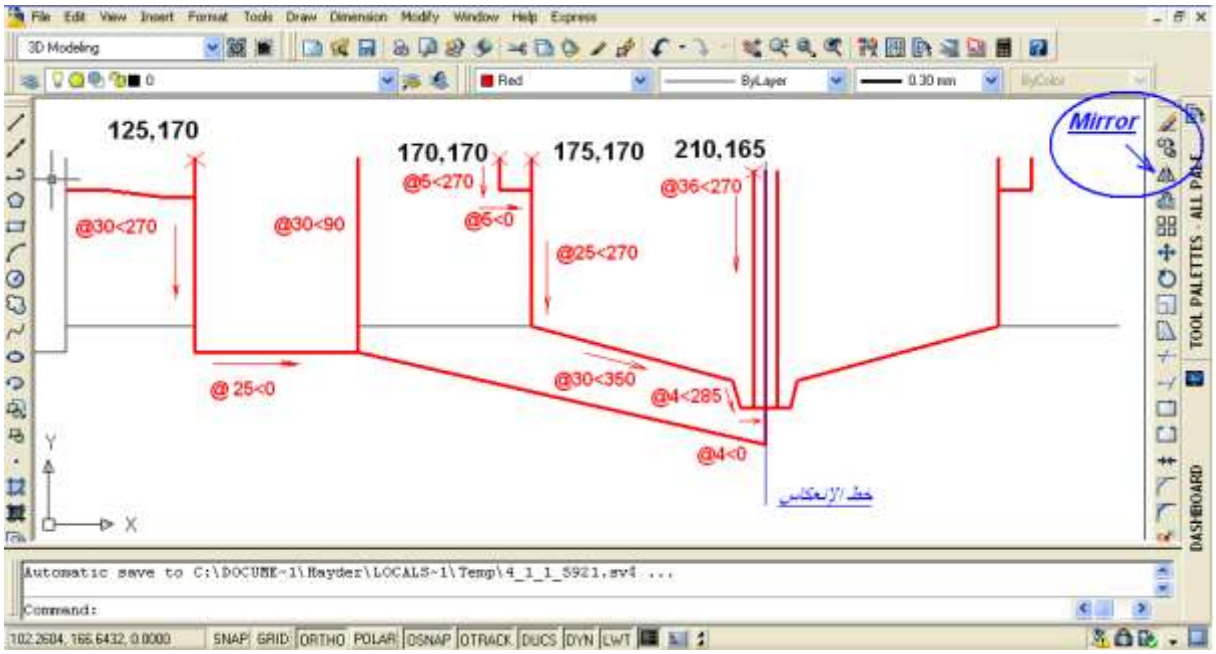
Specify next point or [Undo]: *Cancel*

Command: **_mirror** (اختيار الأمر المرآة)

Select objects: 1 found, 7 total ↵ (اختيار المستقيمات السبعة المكونة للنصف الأيسر)

Specify first point of mirror line: Specify second point of mirror line: (اختيار محور الانعكاس)

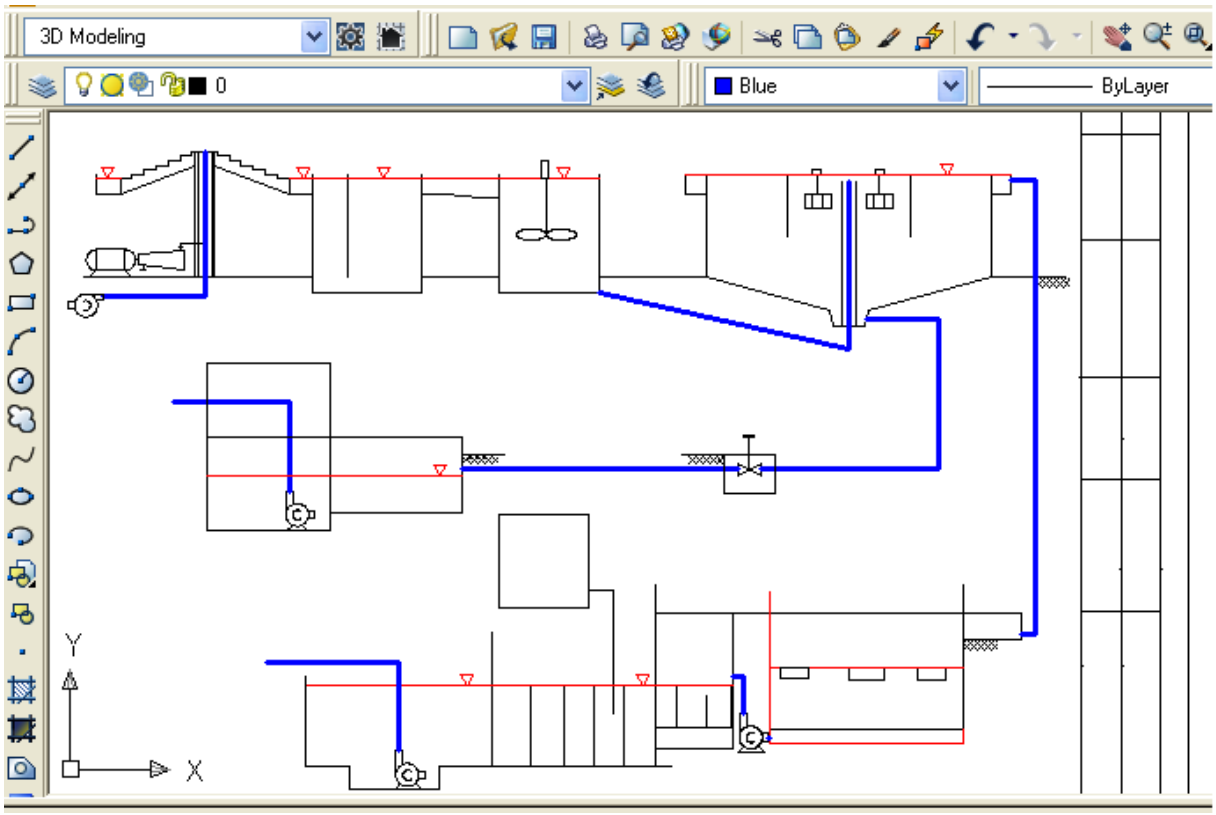
Erase source objects? [Yes/No] <N>:**N** ↵ (نكتب كلا ّ للاحتفاظ بالعناصر الأصلية المستنسخة)



الشكل 5-20 : مراحل رسم حوضي الخلط والترسيب.

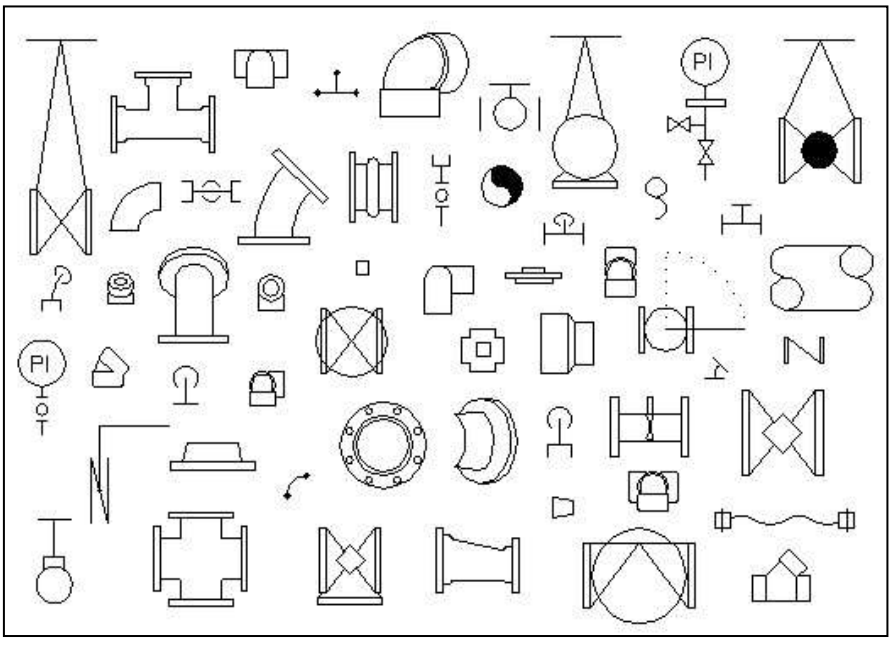
6) ومن المناسب إكمال الخطوط المساعدة كخط مستوى الأرض وخطوط مستوى الماء واتجاهات الجريان عن طريق المؤشر بعد تفعيل الأوامر المساعدة Snap, Osnap لتسهيل التقاط مواقع النقاط لبداية الخط ونهايته.

7) الاستمرار بتكملة رسم بقية المعدات مع مراعاة أن يكون لون مستوى الماء ولون الأنابيب الناقلة بألوان مغايرة، لاحظ الشكل (5-21).



الشكل 5-21 : مخطط انسيابي لعمليات تدفق الماء في محطة تنقية مياه الشرب.

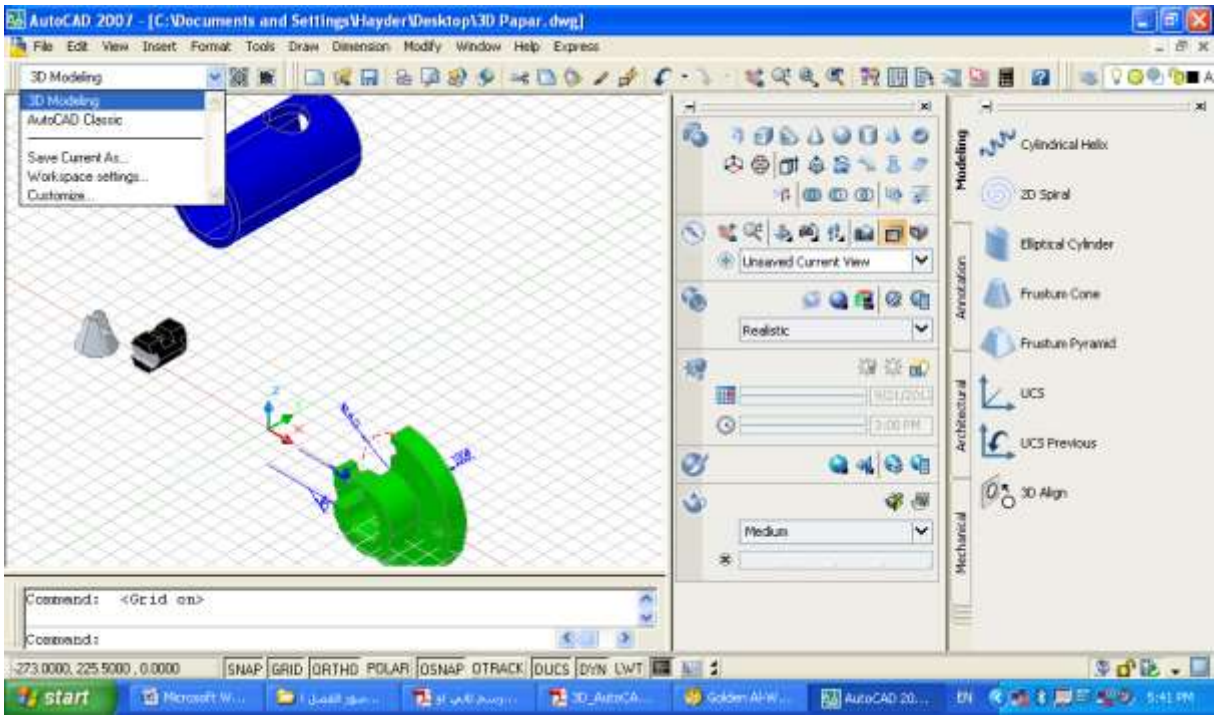
يتوفر في مكتبة برنامج الرسم ملفات ملحقة تتضمن رزم جاهزة من الرموز التخصصية Symbol Packages كرموز الأعمال الكهربائية والمدنية والميكانيكية وغيرها، يتم الاستعانة بها لتسهيل عملية الرسم، ويبين الشكل (5-22) نموذجاً لرموز ملحقات الأنابيب Pipe Fittings.



الشكل 5-22 : رموز ملحقات الأنابيب في برنامج الأوتوكاد.

7-5 الرسم ثلاثي الأبعاد Three Dimensions Drawing

بعد تشغيل البرنامج وبغرض الحصول من مناطق العمل Workspaces الخاصة بالواجهة ثلاثية الأبعاد نختار 3D Modeling لتظهر مجموعة القوائم والأشرطة للعمل في البيئة ثلاثية الأبعاد، لاحظ الشكل (5-23)، مع الاحتفاظ بالأشرطة الرئيسة للقائمة المنسدلة، ويختلف شكل الواجهة بحسب سنة الإصدار لبرنامج الأوتوكاد وهذا الاختلاف يهدف لتسهيل اختيار الأوامر.



الشكل 5-23 : واجهة الرسم ثلاثي الأبعاد.

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

5-7-1 الإحداثيات في الفراغ

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

2-7-5 نظام إحداثيات المستخدم UCS (User Coordinating System)

عند العمل في بيئة ثلاثية الأبعاد من الضروري أحيانا تغيير المستوى الذي نرسم عليه، على سبيل المثال، نحتاج لإضافة بعض التفاصيل إلى جانب معين من الجسم، فنرسم على السطح الجانبي أما WCS (World Coordinating System) وهو النظام ألإحداثي العالمي إذ يعد هذا النظام معياراً للمحاور X, Y, Z ، وهو النظام الافتراضي المتبع في البرنامج، فعند بداية أي رسم جديد (X إلى اليمين، Y للأعلى و Z نحوك). ويمكن استعمال UCS وهو نظام إحداثيات المستعمل الذي يعيد تنسيق الاتجاهات اعتماداً على حاجة المستعمل للبرنامج، ويتم الوصول الى تفاصيل الأمر عن طريق القائمة المنسدلة Tool أو كتابة الأمر في سطر الأوامر وانتقاء الاختيار المطلوب.

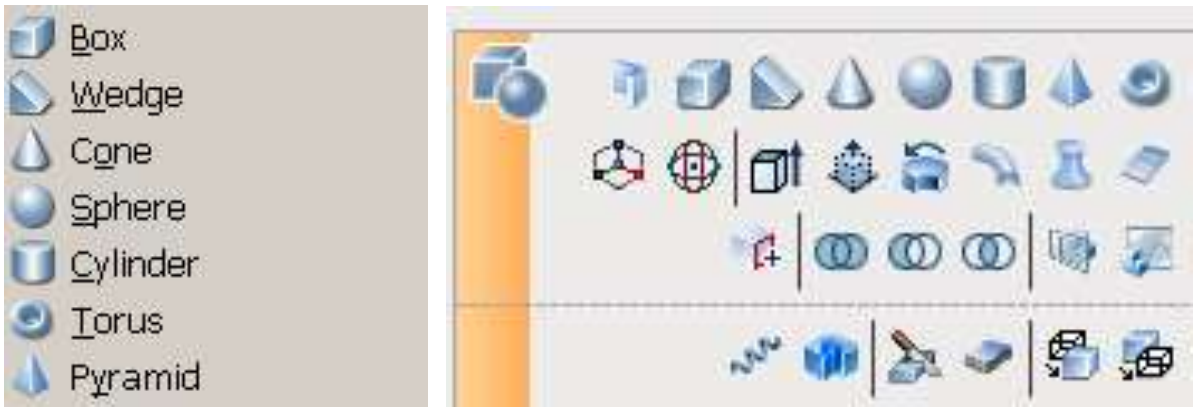
Command: **ucs** ↵

Specify origin of UCS or

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

8-5 أوامر الرسم ثلاثي الأبعاد 3D

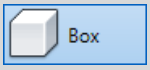
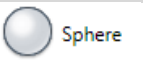
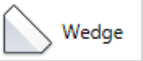
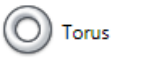
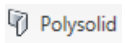
الأجسام الصلبة الأساسية التي يوفرها البرنامج لتنفيذ الرسومات ثلاثية الأبعاد 3D بدلاً من تشكيل أو تدوير الأشكال، إذ يوجد ثمانية نماذج مختلفة يمكن أن نختار منها، فمن القائمة Draw نختار الأمر Modeling الذي يتضمن هذه الأوامر أو قد تكون بشكل قائمة عائمة (في الإصدارات الحديثة)، لاحظ الشكل (24-5).



الشكل 5-24 : أيقونات رسم الأشكال الصلدة.

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

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

الشكل	الأمر	الأيقونة	التوصيف
صندوق	BOX		تكوين صندوق صلد عن طريق تحديد ركنين وارتفاع، او مركز وطول أضلاع.
كرة	SPHERE		تكوين كرة صلدة عن طريق تحديد مركز ونصف قطر.
اسطوانة	CYLINDER		تكوين اسطوانة عدلة عن طريق تحديد مركز ونصف قطر وارتفاع.
مخروط	CONE		تكوين مخرط كامل عن طريق مركز ونصف قطر وارتفاع.
أسفين	WEDGE		تكوين اسفين مثلث عن طريق نقطتين متعاكستين.
طارة	TORUS		تكوين طارة باعتماد نقطة مركز ونصف قطر لكل من الطارة والأنبوب.
هرم	PYRAMID / PYR		رسم جسم صلد لمضلع (3-32 وجه) اعتماداً على ارتفاع نقطة المركز.
صلب مستمر	PSOLID		رسم شكل صلد بعرض وارتفاع كما في رسم الخط المستمر. polyline.

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

1. مثال لرسم صندوق صلد

Command: **_box** ↵

Specify corner of box or [Center]: **20,30,40** ↵ (تحديد مركز القاعدة)

Specify corner or [Cube/Length]: **@50,70,100** ↵ (تحديد أطوال الأضلاع ، أو اختيار رسم مكعب)

2. مثال لرسم كرة صلدة

command: **_sphere** ↵

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

Specify radius or [Diameter]: ↵ (نحدد نصف قطر الكرة)

3. مثال لرسم اسطوانة

Command: **_cylinder** ↵

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

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

Specify height or [2Point/Axis endpoint] : **40**

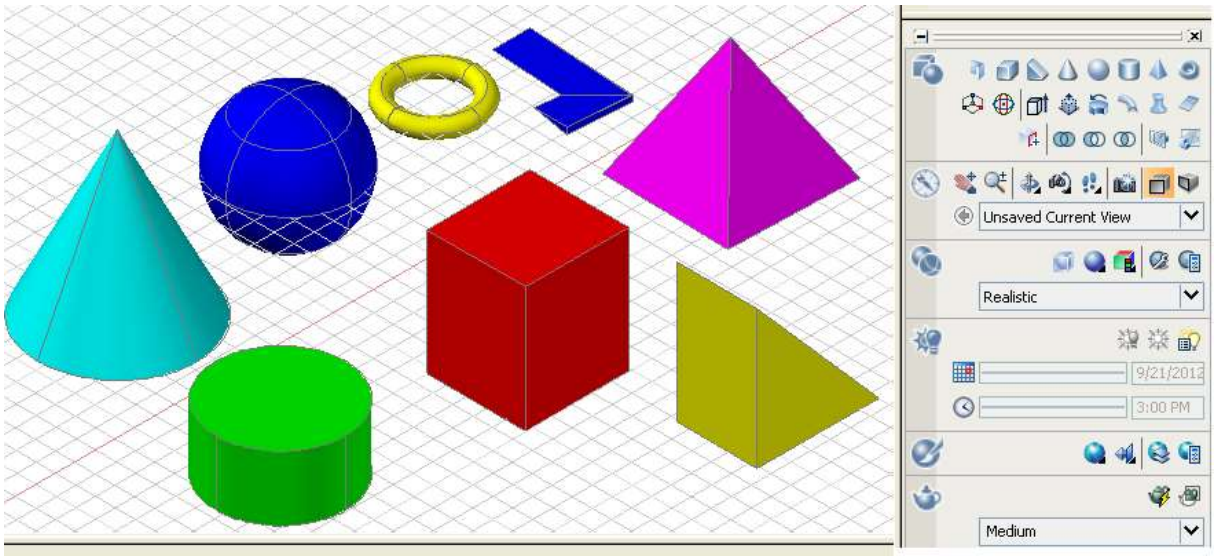
4. مثال لرسم مخروط

Command: **_cone**

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

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

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

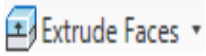


الشكل 5-25 : رسم الأجسام الصلدة.

5-8-1 أوامر التركيبات الصلبة Solid Composites

الرسم ثلاثي الأبعاد عادة يتضمّن استعمال الأجسام الصلبة، وأحيانا قد نحتاج الى دمج الأجزاء المتعدّدة لتكوين جسم واحد، أو إزالة أجزاء من تلك الأجسام الصلبة، AutoCAD يوفر بعض الأوامر التي تسهّل هذه الإجراءات عن طريق بعض العمليات المنطقية فضلاً عن الأوامر المساعدة الأخرى لتحرير الأجسام الصلبة، ويبين الجدول (5-2) هذه الأوامر وطريقة استعمالها.

الجدول 5-2 : أوامر التركيبات الصلبة.

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

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

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

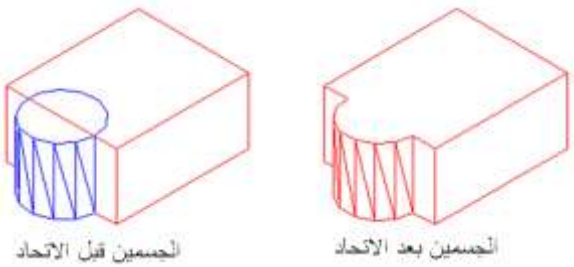
نفترض وجود جسمين اسطوانة وصندوق متداخلتان ومطلوب جعلهما جسماً واحداً، نختار الأمر أما بكتابته في سطر كتابة الأوامر أو النقر على الأيقونة التي تمثل الأمر، وكما يأتي:

Command: _union ↵

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

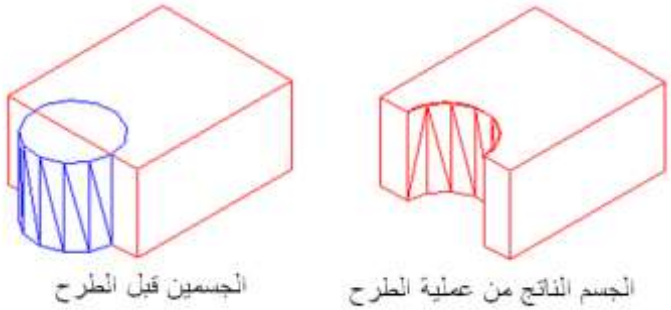
Select objects: 1 found, 2 total

ولفك الترابط بين الجسمين نستعمل الأمر Separate.

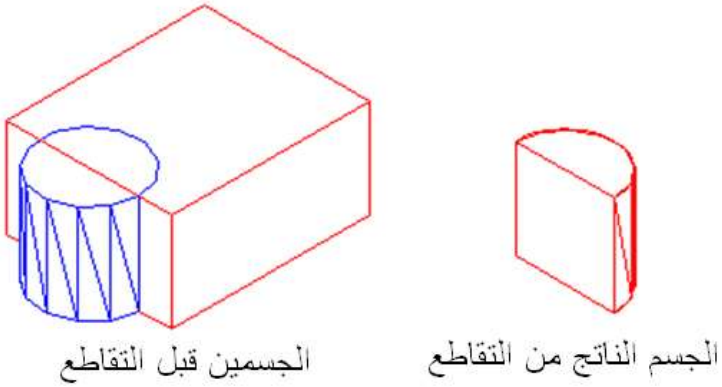


الشكل 5-26 : تنفيذ أمر الاتحاد.

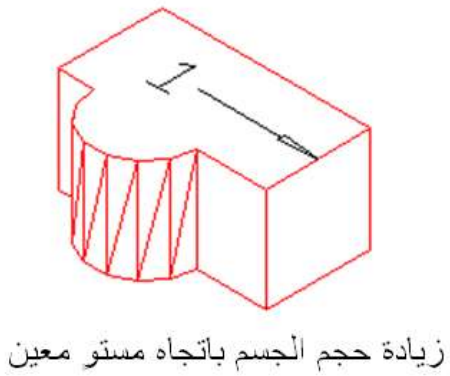
وبالطريقة نفسها يمكن تنفيذ بقية الأوامر المدرجة في الجدول (5-2) تباعاً وكما موضح في الأشكال (5-27)، (5-28)، (5-29)، (5-30)، و (5-31).



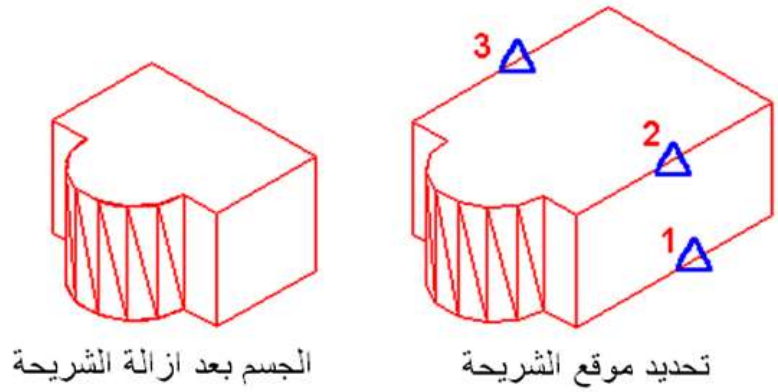
الشكل 5-27 : تنفيذ أمر الطرح.



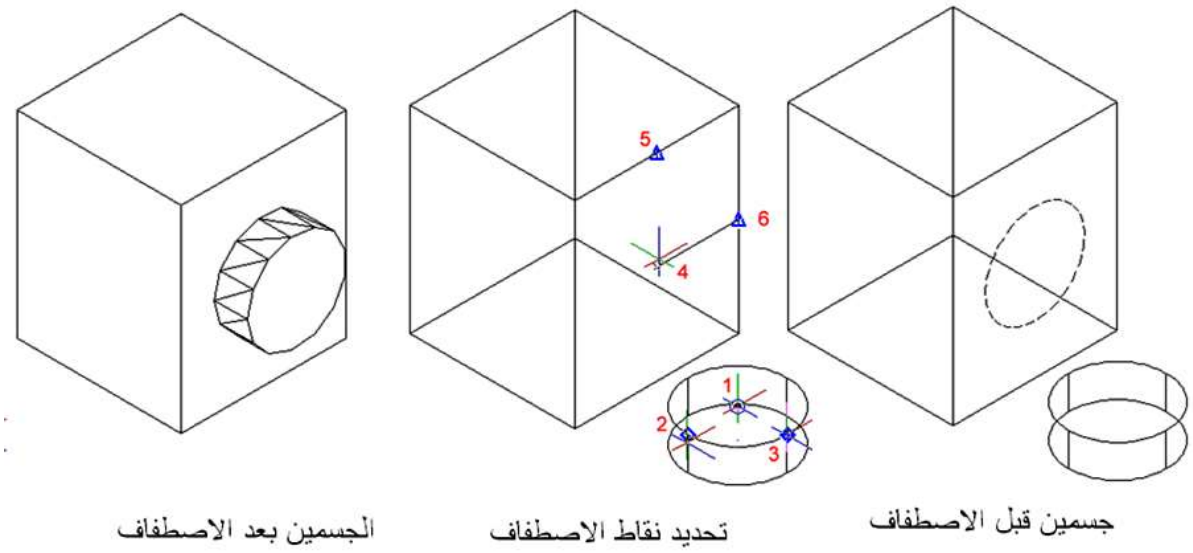
الشكل 5-28 : تنفيذ أمر التقاطع.



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



الشكل 5-30 : تنفيذ أمر قطع شريحة.



الشكل 5-31 : تنفيذ أمر الاصطفاف.

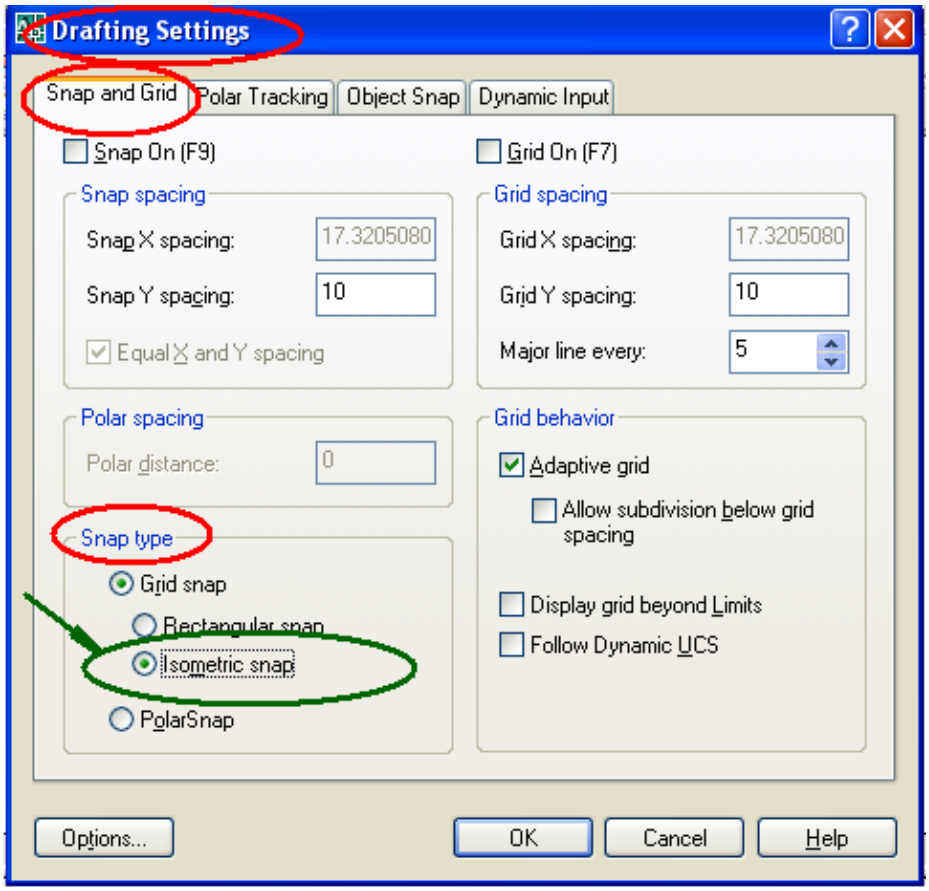
9-5 الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D

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

1. كتابة الأمر dsettings في سطر الأوامر.
2. من شريط الادوات نختار Tool ثم نختار Drafting settings.

3. النقر بزر الفأرة الأيمن على أحد أيقونات مساعدات الرسم، ليكن Grid ، واختيار setting من الخيارات التي ستظهر.

وفي الحالات كلها ستظهر النافذة الحوارية Drafting settings، لاحظ الشكل (5-32)، نختار منها الوثب والشبكة Snap and Grid وفي حقل نمط القفز (الوثب) Snap type في أسفل النافذة نختار القفز المتقايس Isometric Snap .



الشكل 5-32 : نافذة اختيار القفز المتقايس.

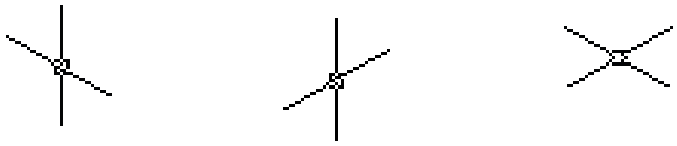
كما يمكن تفعيل الأمر عن طريق سطر كتابة الأوامر:

Command: **snap** ↵

Specify snap spacing or [ON/OFF/Style/Type] : **s** ↵

Enter snap grid style [Standard/Isometric] : **I** ↵

وسنجد أن المؤشر قد تحول الى أحد الأشكال المبينة في الشكل (5-33).



الشكل 5-33: أشكال المؤشر المتقايس.

يتم التنقل من وضعية لأخرى للمؤشر بالضغط على المفتاح F5 أو بضغط المفتاحين Ctrl+E معاً، وعند اختيار أمر التعامد ORTHO من شريط أدوات القفز (الفقرة 5-2)، سيظهر في سطر كتابة الأوامر اسم شكل المؤشر للوضعيات الثلاث المذكورة.

Command: <Isoplane Top>

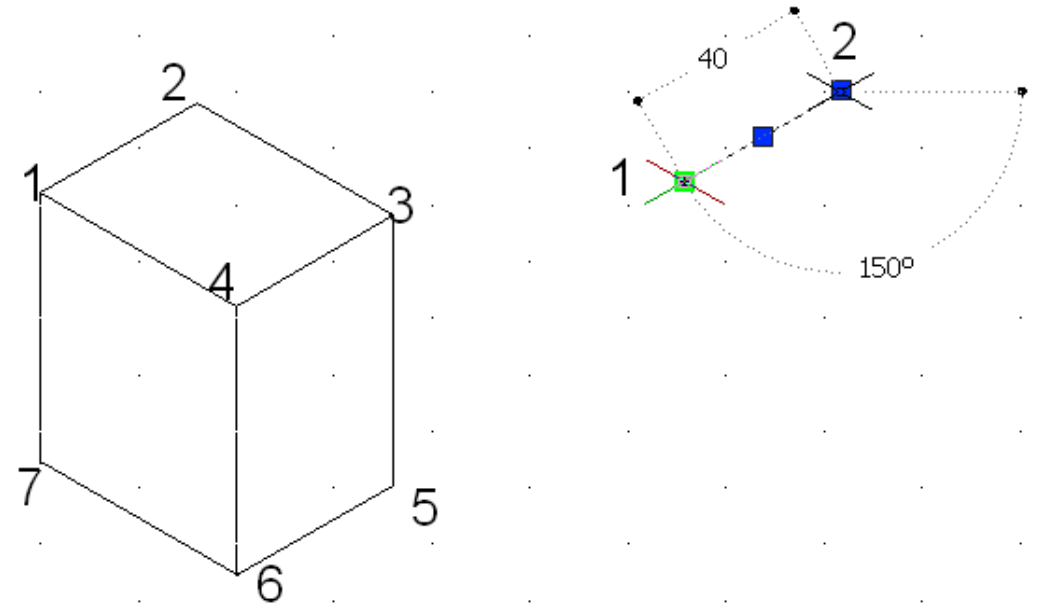
Command: <Isoplane Right>

Command: <Isoplane Left>

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

مثال 5-2

إرسم متوازي المستطيلات الذي أبعاد قاعدته 40x50 mm وارتفاعه 60 mm بأسلوب القفز المتقايس.



الشكل 5-34: رسم متوازي مستطيلات متقايس.

الحل

بعد تفعيل أمر الوثب المتعامد واختيار شكل المؤشر الخاص بالرسم العلوي Isoplane Top نختار الأمر Line فنحدد بداية رسم الخط ولتكن النقطة 1، لاحظ الشكل (5-34)، وبطول 40 نحرك المؤشر نحو النقطة 2 ثم الضلع الأخر وبطول 50 نحو النقطة 3 ، ثم نحرك المؤشر نحو النقطة 4 لرسم الضلع الثالث بطول 40، وثم نغلق الرسم بالأمر Close أو الحرف C ثم نخرج من أمر الخط.

Command: _line Specify first point: ↵

Specify next point or [Undo]: **40** ↵

Specify next point or [Undo]: **50** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **40** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **c** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel* (الخروج من أمر رسم الخط)

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

Command: _line Specify first point: <Isoplane Right> (نبدأ من النقطة 3)

Specify next point or [Undo]: **60** ↵

Specify next point or [Undo]: **40** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **60** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel* (الخروج من أمر رسم الخط)

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

Command: _line Specify first point <Isoplane Left> (نبدأ من النقطة 6)

Specify next point or [Undo]: **50** ↵

Specify next point or [Undo]: **60** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel* (الخروج من أمر رسم الخط)

5-9-1 رسم منظور الدائرة المتقايس Isometric Circles

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

مثال 5-3

إرسم منظور الدائرة المتقايس في السطح العلوي التي نصف قطرها 5omm ومركزها النقطة 70,70.

الحل

Command: <Isoplane Top>

Command: **EI** ↵

ELLIPSE

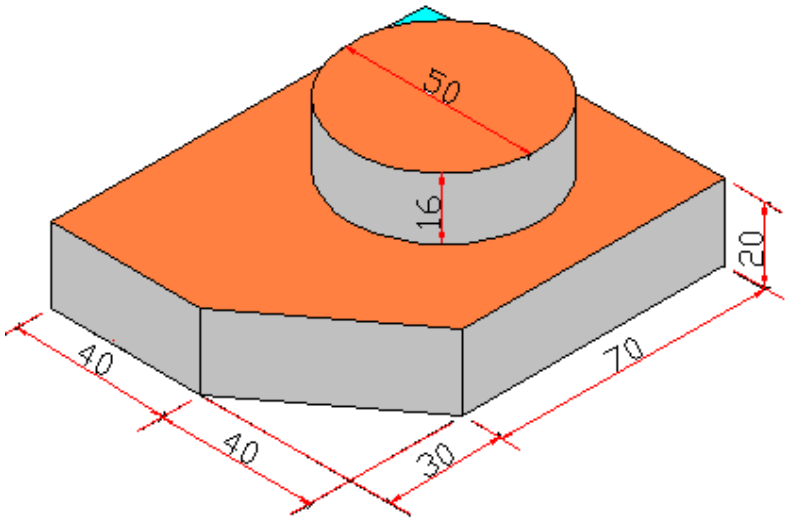
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: **I** ↵

Specify center of isocircle: **70,70** ↵

Specify radius of isocircle or [Diameter]: **50** ↵

مثال 5-4

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



الشكل 5-35 : منظورمتقايس (مركب).

الحل

بعد تفعيل نمط التعامد وتحويل المؤشر الى الشكل العلوي Isoplane Top نرسم حواف السطح العلوي abcde، الشكل (A-36-5) انطلاقاً من النقطة a ومع عقارب الساعة والرجوع اليها وكما يأتي:

Command: _line Specify first point: ↵

Specify next point or [Undo]: **40** ↵

Specify next point or [Undo]: **100** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **80** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **70** ↵

Specify next point or [Close/Undo]: **c** ↵

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

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

Command: **_ellipse** ↵

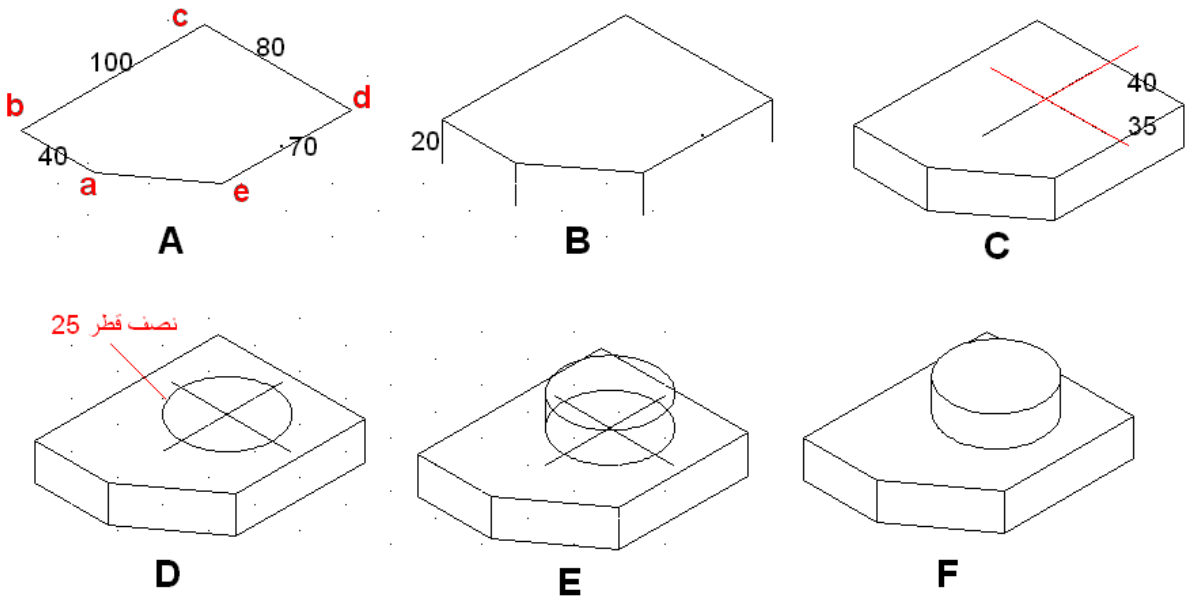
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: **I** ↵

Specify center of isocircle: (تحديد مركز الدائرة بالمؤشر)

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

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

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



الشكل 5-36 : مراحل رسم منظور متقايس (مركب).

أسئلة وتمارين الفصل الخامس

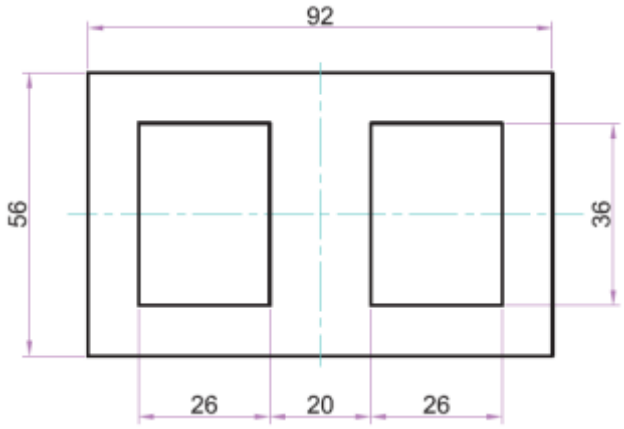
س1 عدد عشرة من أشرطة الادوات Toolbars وبين طريقة تنشيطها ضمن واجهة برنامج الأوتوكاد.

س2 توجد ثلاث طرائق لإدخال الأوامر في أوتوكاد، عددها وبين أياً منها هي الأسهل عند الرسم.

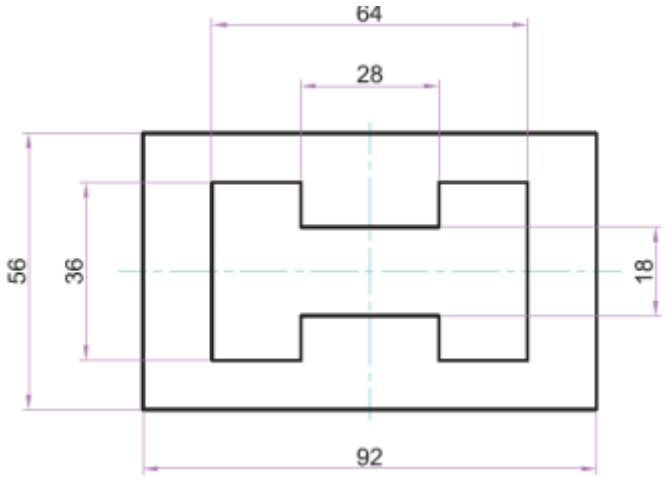
س3 عدد أوامر القفز ومجموعة المفاتيح الدالة عليها The Function Keys والمقابلة لكل منها.

س4 بين طريقة تحضير مساحة الرسم بعد تشغيل البرنامج.

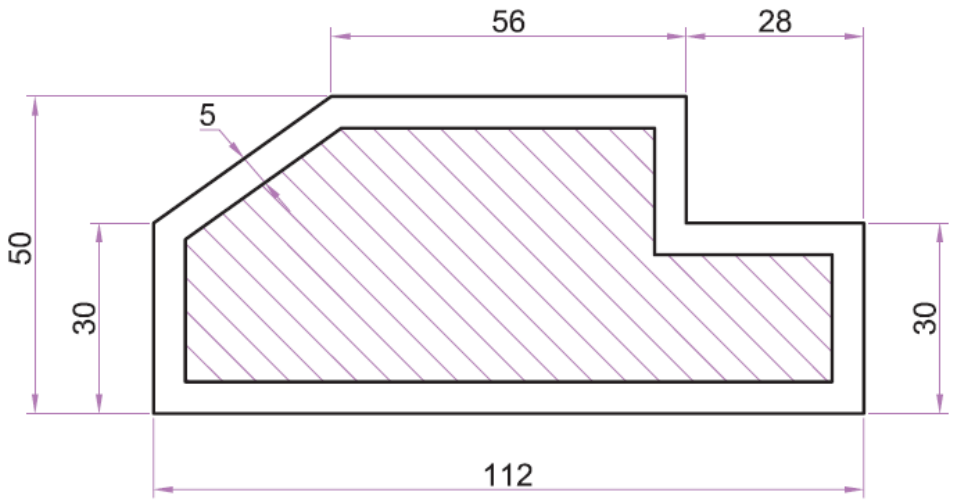
س5 إرسم باستعمال أوامر الرسم في برنامج الأوتوكاد 2D المساقط المبينة أبعادها في الأشكال (5-37)، (5-38)، (5-39)، (5-40)، مع وضع الأبعاد على الرسم.



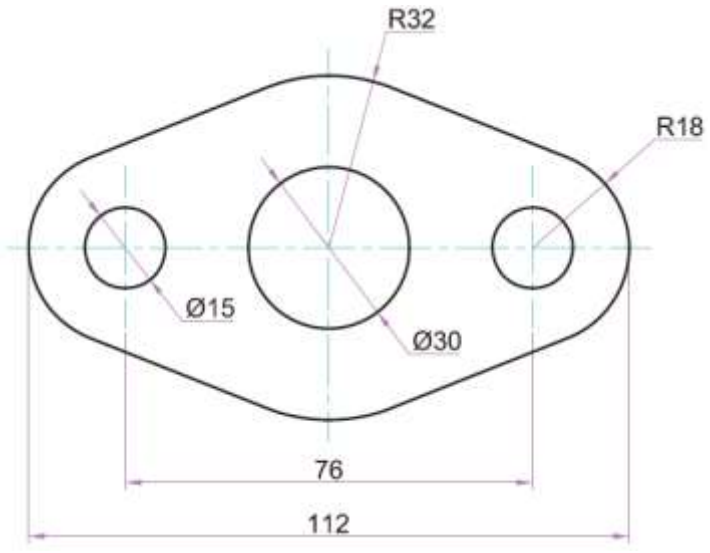
الشكل 5-37.



الشكل 5-38.

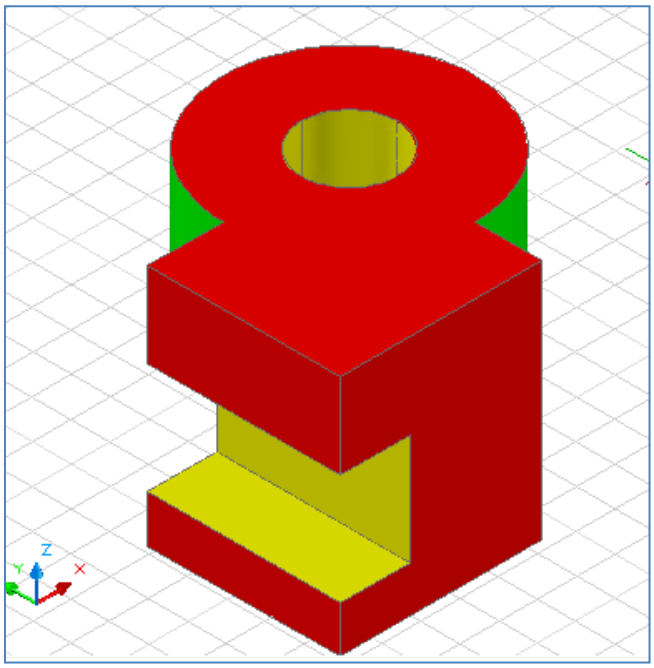


الشكل 5-39.



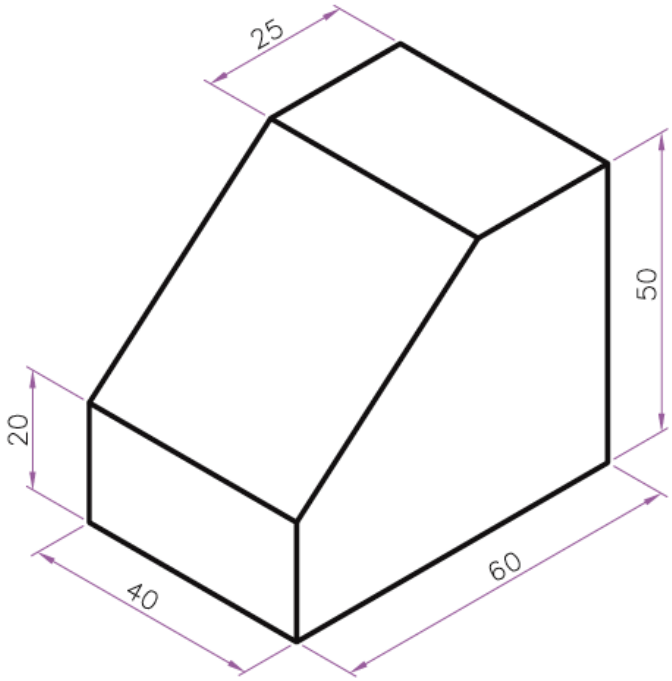
الشكل 5-40.

س6 إرسم مستخدما برنامج الأوتوكاد 3D الجسم الصلد المبين في الشكل (5-41)، مستعملاً أوامر الجمع والطرح للحصول على الشكل النهائي.

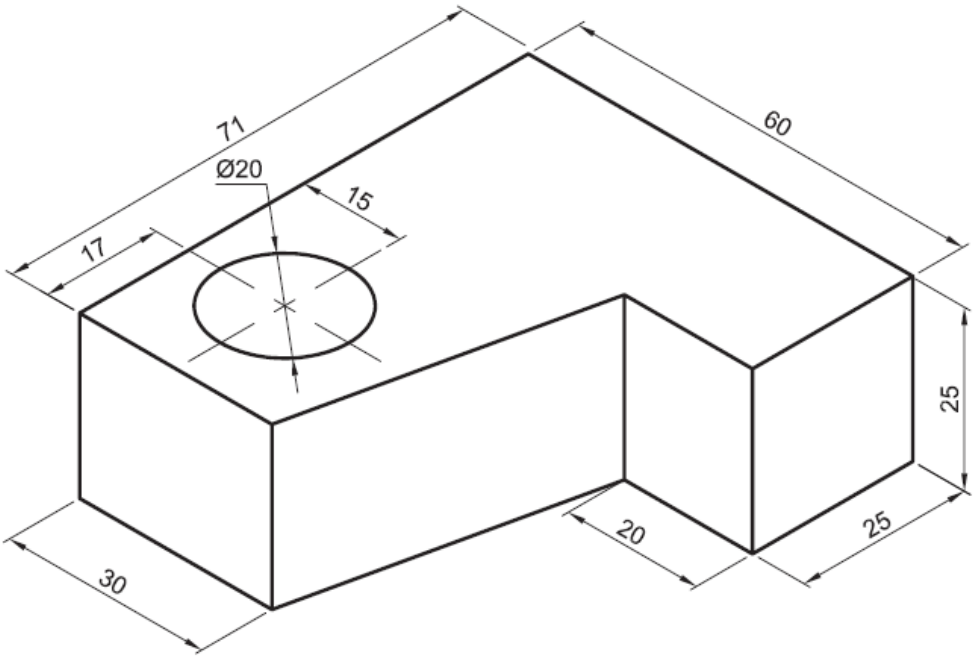


الشكل 5-41.

س7 إرسم المنظور المتقايس المبين في كل من الشكلين (5-42) و (5-43) متبعاً أسلوب الرسم المتقايس في برنامج الأوتوكاد.

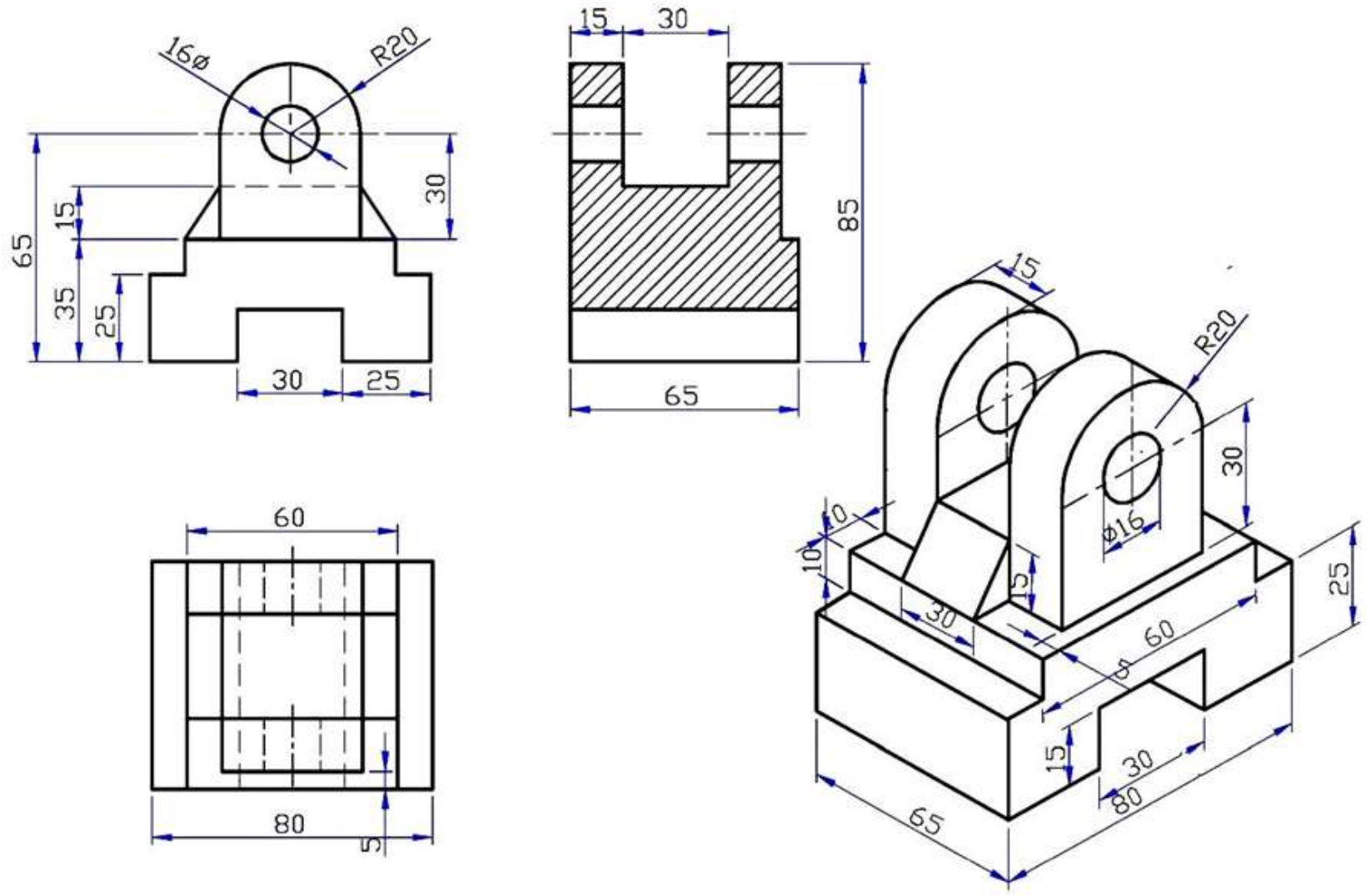


الشكل 5-42.



الشكل 5-43

س8 إرسم المنظور المتقايس ومساقطه المبينة في الشكل (5-44)، (تعد اللوحة مشروعاً كاملاً للطالب تبين مدى إتقانه للرسم في بيئة 2D وفي بيئة 3D).


16ø
R20
65
15
35
25
30
30
25
15
30
85
65
60
80
5
15
R20
30
ø16
10
10
5
30
60
25
15
30
80
65

الشكل 5-44.

المراجع

1. عبد الرسول الخفاف - الرسم الهندسي - الجامعة التكنولوجية، مركز التعريب والنشر- 1990.
2. فتحي شريف - الرسم الهندسي - دار وهران للطباعة والنشر، القاهرة - 1980.
3. مواقع تخصصية على شبكة الأنترنيت
4. Giesecke, Mitchell, Spencer, Hill - Technical Drawing – Macmillan Publishing Co. Inc. 1988. New York.
5. D.G. Austin, Chemical Engineering Drawing Symbols, George Godwin, London, 1979.
6. Graphic Symbols for Process Displays,ISA–5.5–1985, Formerly ISA–S5.5–1985.
7. Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies, By: Cheremisinoff, Nicholas, P.2002 Elsevier.
8. Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities, 2nd Edition, By: Susumu Kawamura, 2000.
9. Water Treatment Handbook, by John Wiley & Sons Inc, Degr Emont , 5th edition, 1979.
10. Willey Publishing, Inc - AutoCAD 2005 Bible - Indiana, New York, 2004.
11. AutoCAD 2007 Help, Autodesk.®
12. Arshad N. Siddiquee, Zahid A. Khan, and Mukhtar Ahamad, Engineering Drawing with a primer on AutoCAD, 2009.

تم بعونه تعالی