جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

الفرع الصناعي

الصناعات البتروكيمياوية

الثالث

تأليف

د. كاظم نوري عبد د. محمد فاضل عبد

حيدر موسى الشكري ابراهيم نصيف جاسم

الطبعة الثالثة ١٤٤٠هـ - ٢٠١٩ م

المقدمة

تحقيقا للتواصل مع التطور التكنولوجي الحاصل في المجالات كافة، أصبح من الضروري تحديث منهج الرسم الصناعي من خلال إغنائه بالمعلومات التخصصية في فروع الصناعات البتروكيمياوية، وبالأسلوب نفسه المتبع في المراحل السابقة في كتب الرسم الهندسي والصناعي.

بتوفيق من الله – عز وجل – نقدم هذا الكتاب المتخصص في الرسم الصناعي والذي تضمن ثلاثة فصول، تناول الفصل الأول (الرموز والاختصارات المتبعة في تنفيذ المخططات الصناعية)، أما الفصل الثاني فيتعرف من خلاله الطالب على (بعض المخططات الصناعية ومراحل الإنتاج) حيث تضمن عدة لوحات تنفيذية مرتبطة بمفردات العلوم الصناعية بهدف تعزيز قدرات الطالب على فهم تتابع العمليات التصنيعية، كما تضمنت كل لوحة ملحقا يتضمن شرحا مبسطا للعملية التصنيعية ذات العلاقة بموضوع اللوحة وهذه بدورها تعمق فهم الطالب للعمليات التي تتضمنها اللوحة والظروف التشغيلية التي تعتمد عليها .

وقد ركز الفصل الثالث على موضوع (أساسيات الرسم بمساعدة الحاسوب والبدايات الضرورية في رسم الخطوط والأشكال، مروراً بتمكين المستعمل للبرنامج من رسم المساقط في أسلوب ثنائي الأبعاد فضلاً عن أوليات الرسم ثلاثي الأبعاد) وذلك تطبيقاً لما احتوته الفصول السابقة من الرسم اليدوي، وبذلك صار لزاماً تدريس الفصل الثالث بالتزامن والتتابع مع فصلي الكتاب.

ونحن إذ نهدي هذا الكتاب لطلبتنا الأعزاء لا ندعي بكماله ولا بتمامه، بل كان جهدا متواضعا منا في عرض المعلومات عن الرسم الصناعي للمرحلة الدراسية فضلاً عن الرسم المعان بالحاسوب لتكون استمراراً لتفكير هندسي علمي سليم وركيزة انطلاق لتكملة التعلّم نحو المرحلة الدراسية القادمة والتي ستكون أكثر تخصصاً آملين أن تكون تلك المعلومات ذات فائدة عملية تؤهل الطالب في اختصاصه وأساساً لتكملة دراسته في هذا التخصص العلمي، كما نرجو من زملائنا المدرسين أن يزودونا بملاحظاتهم وآرائهم عن محتويات الكتاب، أثناء تدريسهم للمادة العلمية، وختاما نتقدم بالشكر إلى الخبراء العلميين لجهودهم في مراجعة الكتاب بكل عناية وحرص، ونسأل الله أن يجعل هذا الكتاب من العلم الذي ينتفع به، والله وليّ التوفيق.

المؤلفون ١٤٣٦هـ - ٢٠١٥م

المحتويات

التسلسل	العنوان	رقم الصفحة
المقدمة		٢
المحتويات		٣
الفصل الأول	مخططات العمليات الصناعية ورموز المعدات	٥
١-١	تمهيد	٦
١-٢	تطبيقات رسم المخططات	٦
١-٣	رموز الأجهزة الصناعية	١٣
١-٤	اسئلة وتمارين الفصل الأول	٢٨
الفصل الثاني	مخططات سير العمليات في الصناعات البتروكيمياوية	٢٩
٢-١	تمهيد	٣٠
٢-٢	مخطط انتاج الأثلين من النفثا	٣١
٢-٣	مخطط انتاج الكحول الاثيلي	٣٤
٢-٤	مخطط لعملية انتاج الفورمالدهايد عن طريق أكسدة الميثانول	٣٧
٢-٥	مخطط انتاج البولي بروبلين بالطور السائل	٣٩
٢-٦	مخطط انتاج الايزوبيوتان	٤٢
٢-٧	مخطط فصل المركبات الأروماتية	٤٤
٢-٨	مخطط انتاج أوكسيد الأثيلين	٤٦
٢-٩	مخطط إنتاج مطاط الستارين- بيوتاديين (SBR)	٤٩
٢-١٠	مخطط طريقة انتاج النايلون 6،6	٥٢
٢-١١	مخطط الوحدات الاساسية لمجمع الكيل بنزين	٥٥
٢-١٢	مخطط لإنتاج سماد كبريتات الأمونيوم	٥٧
٢-١٣	طريقة انتاج مساحيق الغسيل	٥٩
٢-١٤	عملية سكايلير لإنتاج الاروماتيات من البروبان والبيوتان	٦٢
٢-١٥	مخطط لطريقة انتاج سماد السوبرفوسفات الأحادي	٦٥

٢-١٦	مخطط لإنتاج الفينول والاستون من الكيومين	٦٨
٢-١٧	اسئلة وتمارين الفصل الثاني	٧١
الفصل الثالث	الرسم المعان بالحاسوب	٧٣
٣-١	تمهيد	٧٤
٣-٢	اعداد برنامج الرسم	٧٥
٣-٣	التعرف على واجهة البرنامج الأساسية	٧٦
٣-٤	الرسم الدقيق ومساعدات الرسم	٨٠
٣-٥	أوامر الرسم في انشاء الرسوم ثنائية الأبعاد	٨٣
٣-٦	أوامر التعديل Modify	٨٩
٣-٧	شريط الأبعاد Dimension	٩٣
٣-٨	الرسم ثلاثي الأبعاد Three Dimensions Drawing	٩٥
٣-٩	أوامر الرسم ثلاثي الأبعاد 3D	٩٦
٣-١٠	الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة D2	١٠٠
٣-١١	طباعة الرسوم والإخراج	١٠٥
٣-١٢	أسئلة وتمارين الفصل الثالث	١٠٧

الفصل الأول

مخططات العمليات الصناعية
ورموز المعدات

Industrial Processes Diagrams
& Industrial Symbols

أهداف الفصل الأول

بعد إنهاء دراسة الفصل سيكون الطالب قادرا على أن: -

١. يميز رموز العمليات الصناعية.
٢. يفهم مخططات العمليات الصناعية والمعلومات التي تحتويها.
٣. يرسم الرموز المستعملة في مخططات عمليات التدفق.

١-١ تمهيد

يقصد بالتقنية (التكنولوجيا) بأنها العلم المتخصص بدراسة طرائق، وعمليات تحويل المواد الخام المتكونة في الطبيعة الى منتجات صناعية عن طريق عمليات صناعية (processing operation) والتي هي مجموعة العمليات، والطرق الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية التي تجري على المواد الخام لتحويلها الى المنتجات المطلوبة، وتجري هذه العمليات في ماكينات وأجهزة على وفق مخطط مدروس يعرف بمخطط التدفق (Flow diagram) وهو المنحني الذي يوضح جميع الخطوات الاساسية والأجهزة والمعدات وظروف التشغيل التي تتضمنها العملية الصناعية وقد تجري كل عملية في وحدة واحدة أو تجري مجموعة من العمليات الصناعية في وحدة واحدة بحسب طبيعة العملية.

١-٢ تطبيقات رسم المخططات

تعد مخططات عمليات التدفق Process Flow Diagrams (PFDs)إحدى طرائق التعبير شائعة الاستعمال في الرسم الصناعي للدلالة على تدفق وتتابع العمليات التي تنجز في المعدات الصناعية، إذ تعرض تلك المخططات العلاقة بين المعدات الرئيسة المكونة للعمليات الصناعية من دون اظهار التفاصيل الدقيقة للأنابيب، ولها تطبيقات عديدة في كثير من المجالات الصناعية، الغاية منها تكون تصميمية أو تنفيذية.

١-٢-١ انواع مخططات التدفق Flow Diagrams Types

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

١. مخططات التدفق الصندوقية.Block Flow Process Diagrams (BFDs)
٢. مخططات عمليات التدفق Process Flow Diagrams (PFDs).
٣. مخططات الأنابيب والأجهزة الدقيقة Piping and Instrument Diagrams (P&IDs).

فضلاً عن مخططات الموقع ثلاثية الأبعاد Plant Layout Diagrams Three Dimension.

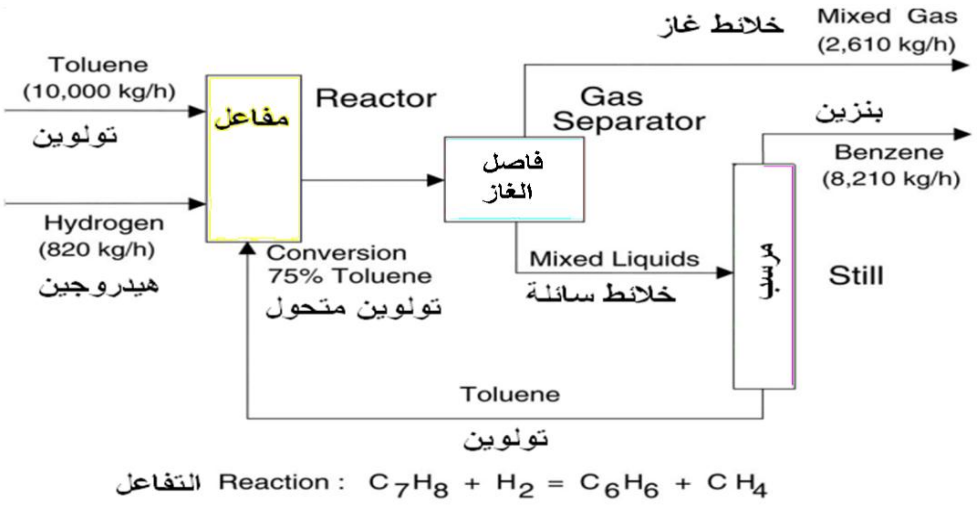
وتشمل مخططات عمليات التدفق الصناعية PFDما يأتي: -

١. توصيلات الأنابيب.
٢. الخطوط الرئيسة والراجعة.
٣. رموز المعدات الرئيسة وأسماؤها والرقم التعريفي لها.
٤. اتجاهات التدفق.
٥. حلقات السيطرة التي تؤثر على المنظومة.
٦. الربط مع الأنظمة الأخرى.
٧. معدات السيطرة على التدفق ودرجة الحرارة والضغط.
٨. تركيبة السوائل.

وعموماً لا تشمل تلك المخططات ما يأتي: -

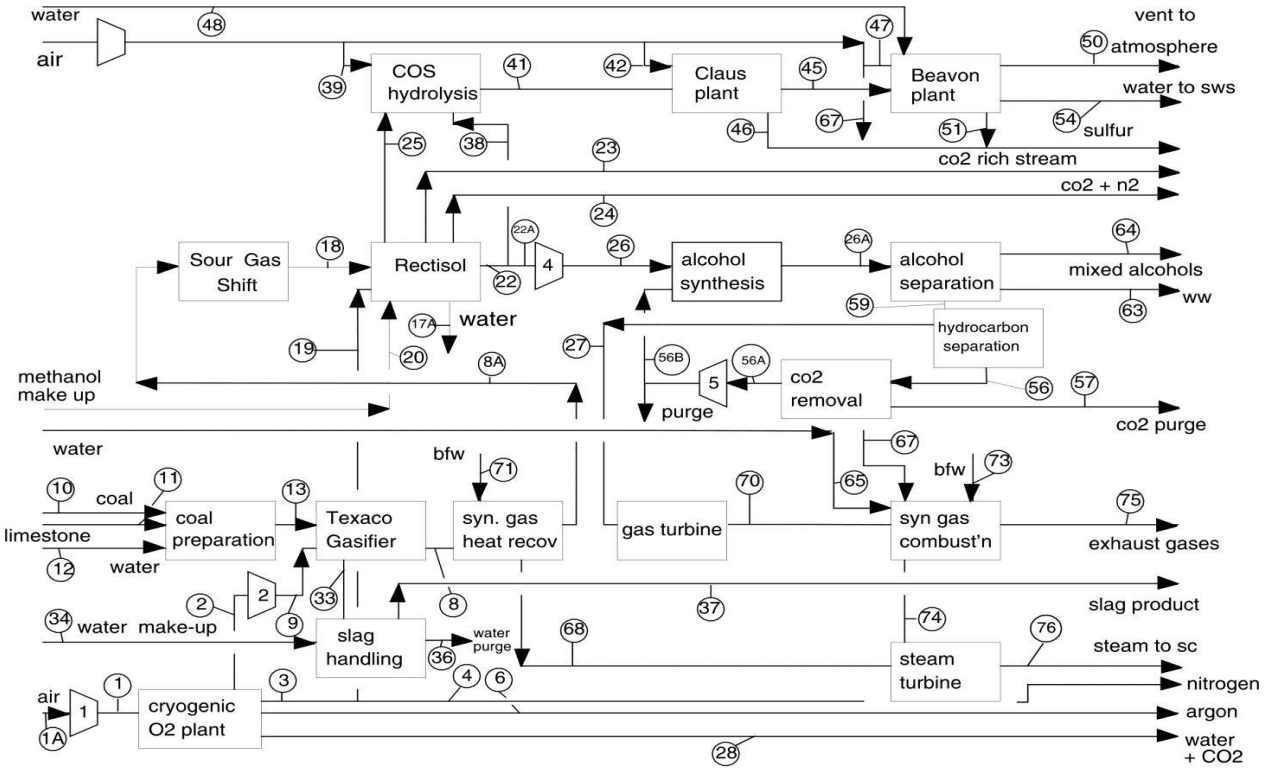
١. أصناف، أو أرقام خطوط الأنابيب.
٢. عملية السيطرة التي تشمل المتحسسات وعناصر السيطرة الأخرى.
٣. الخطوط العابرة الثانوية.
٤. صمامات العزل والغلق.
٥. فتحات التهوية والتصريف الخاصة بالصيانة.
٦. صمامات الأمان والتنفيس.
٧. حافات التثبيت.

يبين الشكل (١-١) مخطط التدفق الصندوقي (Block Diagram) لإحدى العمليات في الصناعات البتروكيماوية، إذ يتكون من مستطيلات تكتب داخلها بشكل مبسط الإجراءات التي تتم لغرض الحصول على المنتج بالطرائق التي توحدد ضمن المخطط وبشكل مشابه الى الخوارزميات المتبعة في أنظمة برمجة الحاسوب، وعادة تكون تلك المخططات المرحلة الأولى في التصميم، إذ تكون ذات فائدة لفهم المراحل الرئيسة للعملية التصنيعية ابتداءً من المادة الخام وانتهاءً بالمنتج.



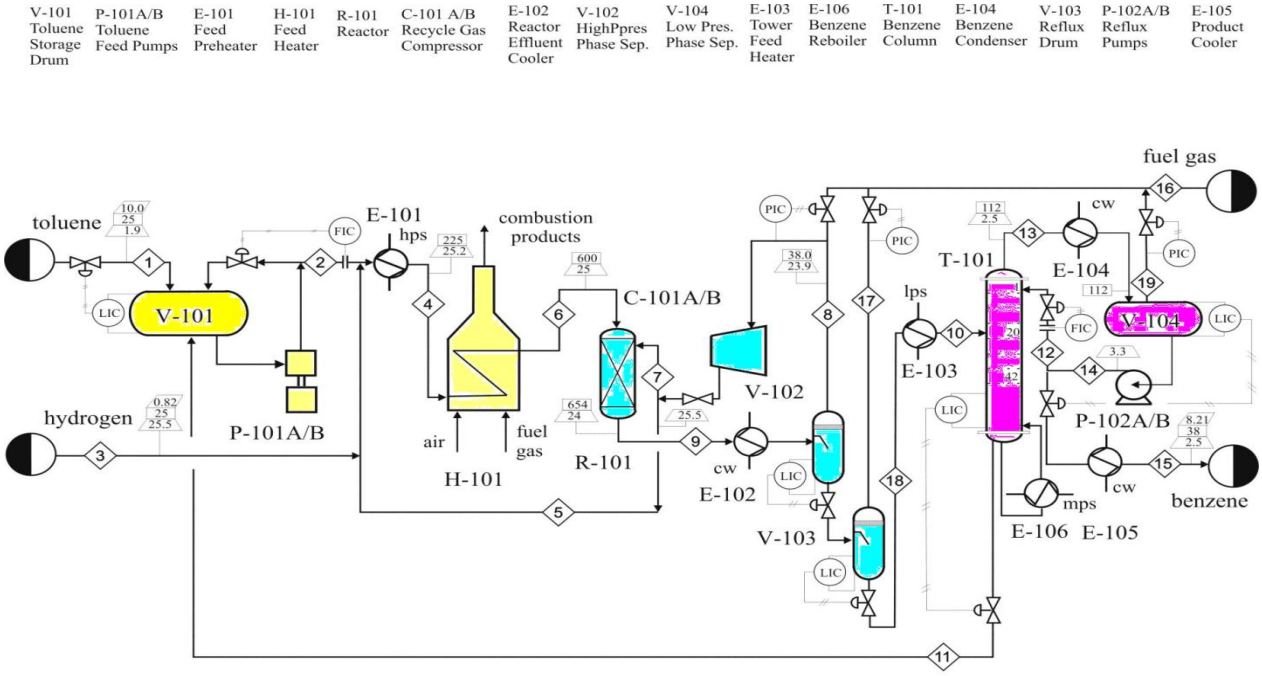
الشكل ١-١ مخطط التدفق لعملية صناعية (انتاج البنزين) بأسلوب المخطط الصندوقي. (للحفظ)

أما مخططات التدفق الصندوقي المصنعي The Block Flow Plant Diagram فأنها تعطي نظرة عامة من مصنع معقد كبير، الشكل (١-٢).



الشكل ١-٢ مخطط التدفق الصندوقي المصنعي لعملية صناعية. (إثرائية)

في حين يبين الشكل (١-٣) مخطط عمليات التدفق PFD التي تظهر جميع معلومات هندسة العمليات على سبيل المثال: الهندسة اللاّكمية (التوبولوجي Topology)، إذ يظهر في هذه العملية التواصل بين جميع التدفقات والمعدات.

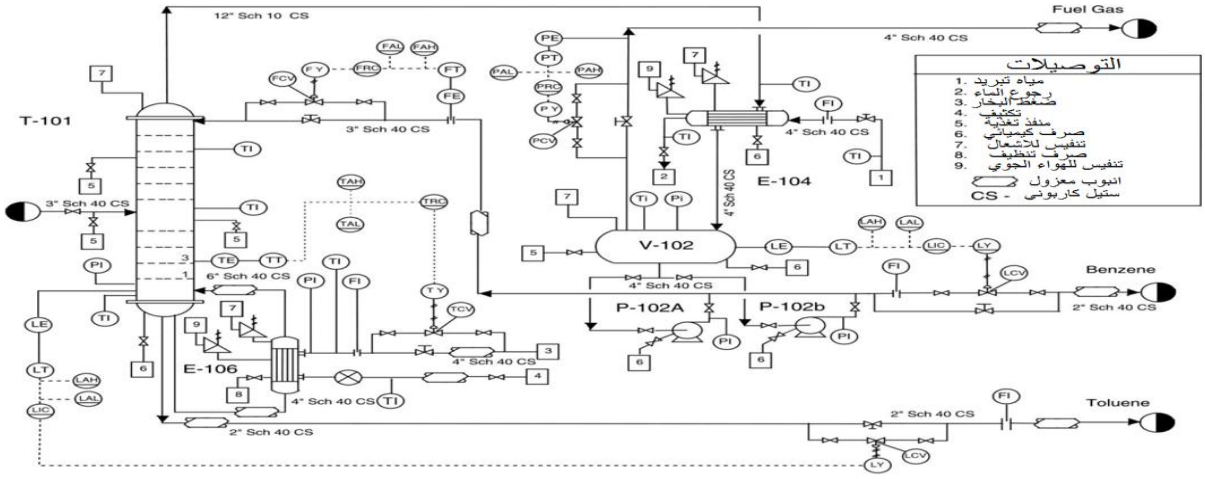


الشكل ١-٣ مخطط التدفق لعملية صناعية (استخلاص البنزين) بأسلوب مخطط عمليات التدفق. (إثرائية)

في حين أن المخططات الأكثر مناسبة للعمليات الصناعية هي مخططات عمليات التدفق، والتي تلي المخطط الانسيابي، إذ تعد تلك المخططات وسيلة توضيحية (بسيطة) تستعمل الرموز لوصف مسار التدفق الرئيس خلال الوحدة الصناعية، فضلاً عن أنها توفر صورة سريعة عن الوحدة التشغيلية أو الصناعية، وتتضمن تلك الرسومات جميع الأجهزة الجريان الأساسية في العملية الصناعية.

وتبين 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 للمواد الكيماوية والغذائية 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 الدقيقة (P&IDs) وتشمل كل جانب من جوانب المصنع الميكانيكية وتكون الأكثر تعقيداً في توصيف التدفقات الثانوية، مخططات الأجهزة، الأنابيب (بدون اقطار أو طرق الربط) ومعدات القياس، فضلاً عن احتوائها على رموز أنظمة السيطرة الالكترونية الحديثة مما يسمح بإدارة الخطوط الإنتاجية من خلال القسم الهندسي

في المعمل بمتابعة معدات قياس الضغط والحرارة ومقدار التدفق، كما مبين في الشكل (١-٤)، وتعرف هذه المخططات أيضا باسم مخطط التدفق الميكانيكي (MFD)، ويوفر المعلومات اللازمة للفنيين والمهندسين لبدء التخطيط عند بناء المصنع.



الشكل ١-٤ مخطط الأنابيب والآلات الدقيقة P&ID لعملية صناعية (استخلاص البنزين). (إثرائية)

ويتم تضمين تلك المخططات وكجزء منها معلومات عن كل الأنابيب بعد أن يتم ترقيمها أو ترميزها، وتكون بشكل جدول منفصل مرفقة بهذا المخطط بحسب الرموز المثبتة في الرسم، كمثل دوائر تثبت على الرسم البياني للتعرف على المعلومات الخاصة بالعملية والقياسات التي اتخذت وكيفية التعامل معها من لوحة التحكم في غرفة السيطرة في المصنع، الشكل (١-٥)، كما يبين الجدول (١-١) معاني الحروف التي تكتب على الدوائر في المخططات ودلالاتها فضلا عن معاني الخطوط الموصلة بها.



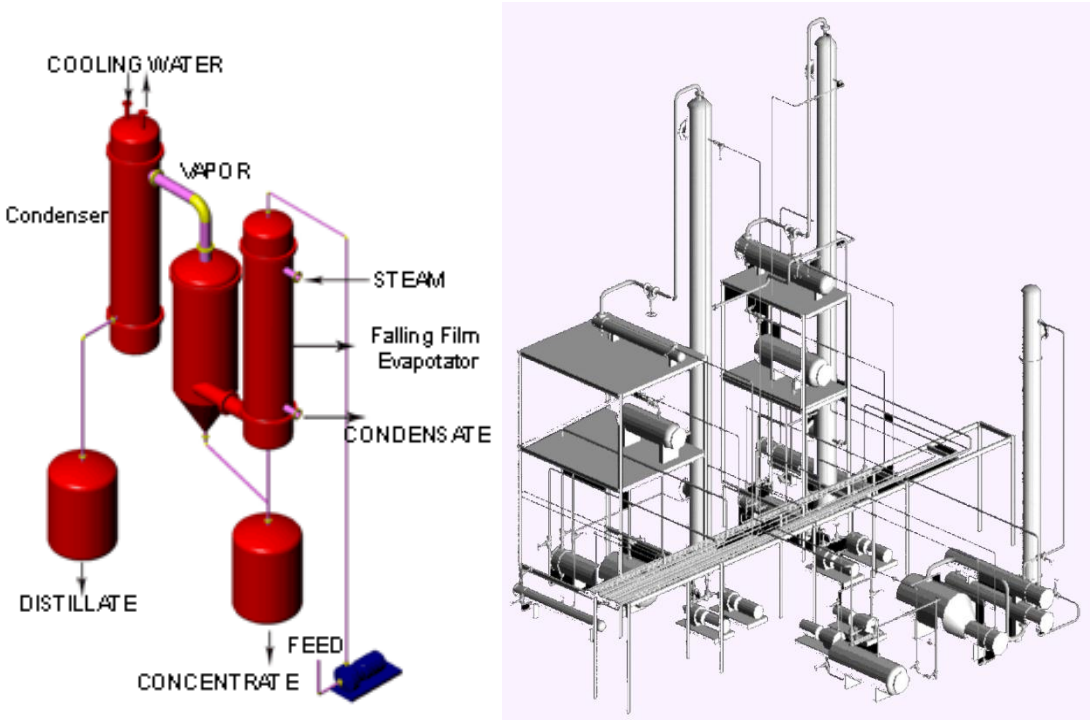
الشكل ١-٥ لوحة التحكم والسيطرة مثبت عليها اجهزة القياس.

الجدول ١-١ الحروف التي تكتب على الدوائر في المخططات ودلالاتها. (للحفظ)

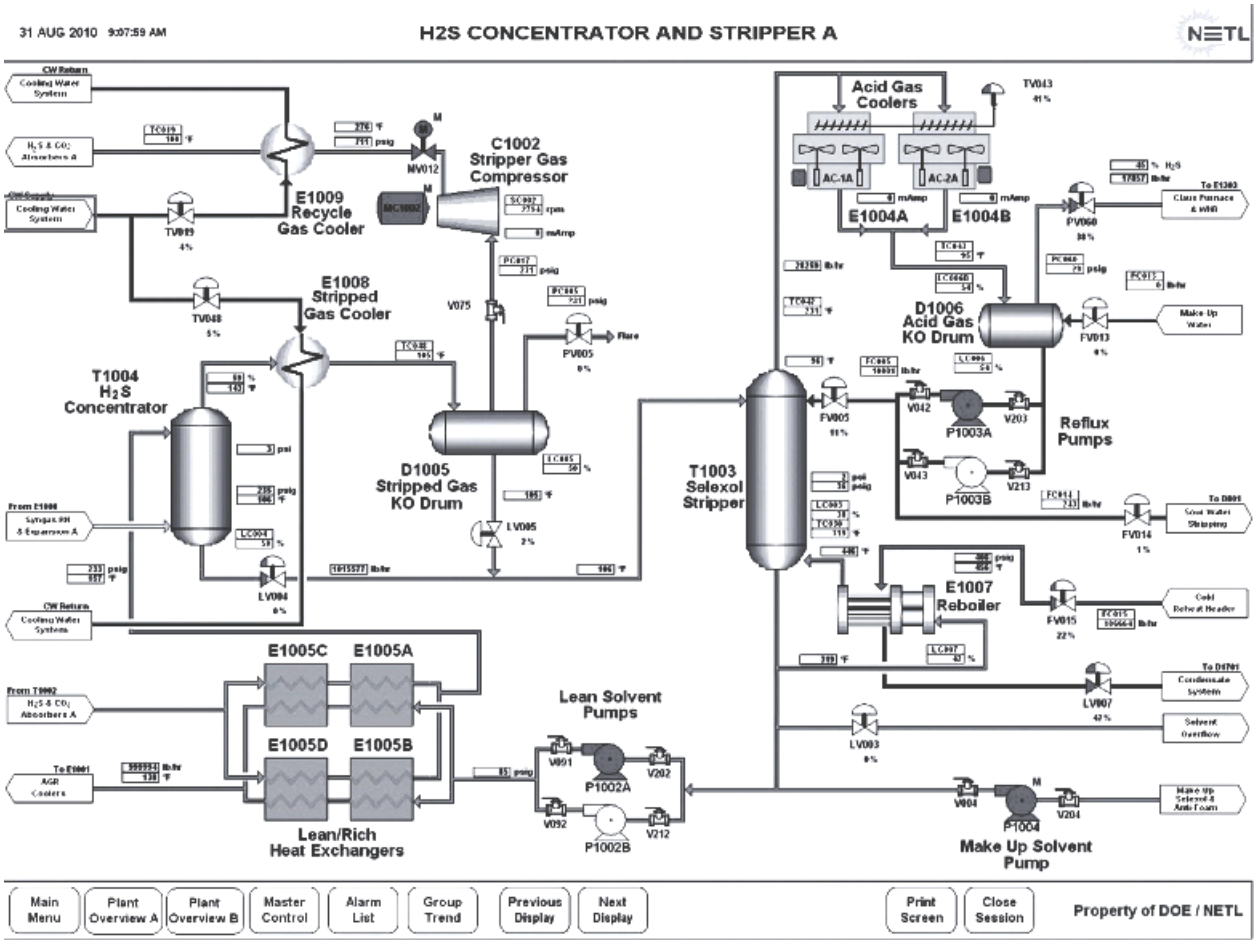
مواقع اجهزة القياس		
موقع اجهزة القياس في المصنع		
أداة قياس تقع في واجهة لوحة السيطرة في غرفة التحكم		
أداة قياس تقع خلف لوحة السيطرة في غرفة التحكم		
معنى الحروف الاستدلالية (XYY)		
	(X) الحرف الأول	*(Y) الحرف الثاني أو الثالث*
A	Analysis تحليل	Alarm جهاز انذار
B	Burner Flame لهب الموقد	
C	Conductivity الموصلية	Control منظم
D	Density الكثافة	
E	Voltage الفولتية	Element العنصر
F	Flowrate معدل التدفق	
H	Hand (Manually Initiated) يدوي	High مرتفع
I	Current تيار	Indicate مؤشر
J	Power قدرة	
K	Time or Time Schedule الوقت أو الجدول الزمني	Control Station محطة مراقبة
L	Level مستوى	Light or Low اضاءة أو منخفض
M	Moisture or Humidity الرطوبة	Middle متوسط
O		Orifice الفوهة
P	Pressure or Vacuum ضغط أو تفريغ	Point نقطة
Q	Quantity كمية	
R	Radioactivity or Ratio النشاط الاشعاعي أو النسبة	Record تسجيل
S	Speed or Frequency سرعة أو تردد	Switch تبديل
T	Temperature درجة الحرارة	Transmit ارسال
V	Viscosity لزوجة	Valve صمام
W	Weight وزن	Well بئر
Y		Relay مرحل
Z	Position موقع	Drive محرك

وحديثاً تم اللجوء لرسم العمليات الإنتاجية باستعمال برامج الرسم المعان بالحاسوب CAD وذلك برسم صور ثلاثية الأبعاد 3-D لتوصيف الأجهزة ورموزها والخطوط الإنتاجية وتبيان تدفق ومسار المواد المصنعة، الشكل (١-٦).

كما توجد برامج حاسوبية تتضمن مخططات تشغيلية تعتمد اسلوب المحاكاة وبواجهة ثلاثية الأبعاد Operator Training Simulators (OTS) لأغراض التدريب فضلا عن برامج متخصصة في الصناعات الكيماوية مثل البرامج (CHEMCAD، Aspen Plus، PRO/II، HYSIS) وغيرها ويتم تنفيذ هذه المحاكاة في ظل ظروف الحالة المستقرة وتمثل تصميم لحالة تشغيلية واحدة أو ربما لعدة نقاط تشغيل مختلفة بعد تحديد المعدات وظروف وأوقات التشغيل وتحتوي العملية على أجهزة قياس الضغوط ودرجات الحرارة والتدفق فضلا عن بيان لأحجام الأنابيب مما يساعد المشغلين لفهم حركة المنتجات والمواد الاولية وإدارة المصنع مستقبلا وكيفية التعامل مع حالات الطوارئ، ويوضح الشكل (١-٧) مثالا لواجهة برنامج للمحاكاة لمحطة انتاج كهرباء.



الشكل ١-٦ نموذجان لرسوم ثلاثية الأبعاد لعملية إنتاجية في المصنع. (إثرائية)



الشكل ١-٧ مخطط محاكاة لأحدى العمليات الصناعية. (إثرائية)

١-٣ رموز الأجهزة الصناعية Industrial Equipment Symbols

تستعمل الرموز في المخططات للدلالة على أجهزة ومعدات صناعية تصل بينها الخطوط الناقلة للمواد الأولية والصناعية المستعملة في التصنيع، وقد اتفق على رموز ثابتة وفق النظام العالمي ISO (International Organization For Standardization) (المنظمة العالمية للتقييس) لكي تكون مفهومة للمعنيين كافة، فضلاً عن المصمم والمنفذ والفني بشكل موحد من دون اللجوء الى استعمال اللغات المختلفة للتعبير عن الحالة الهندسية المطلوبة، كالمضخات الضاغطات، الغلايات، المبخرات، أبراج التبريد، وصمامات التحكم.

ولغرض استعمال تلك الرموز في التعبير عن عملية صناعية معينة يتم الربط بين تلك المعدات بواسطة خطوط مستقيمة (أفقية وعمودية) تنتهي بأسهم نظامية الشكل وتكون الخطوط ذات سمك ثابت يتناسب مع سمك الخطوط التي رسمت بها رموز المعدات، فضلاً عن استعمال الألوان المختلفة لتلك

الخطوط، ويمكن كتابة بعض أسماء الأجهزة والمعدات أو ترميزها عن طريق حروف كمختصرات لزيادة التوضيح، والجدول (١-٢) يوضح بعض المختصرات لأسماء الأجهزة المستعملة في المخططات الصناعية، وعادة ما تقوم المؤسسات الإنتاجية برسم تلك المخططات لأغراض التدريب أو الترويج لمنتجاتها.

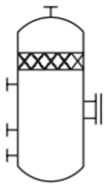
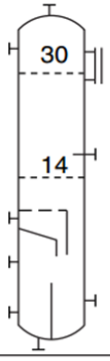
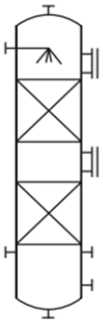
الجدول ١-٢ بعض المختصرات لأسماء الأجهزة المستعملة في المخططات الصناعية.

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	هواء بطريقة آلية
SE	sewer	تصريف	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

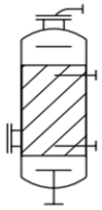
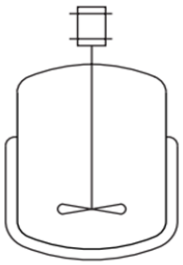
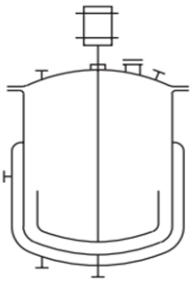
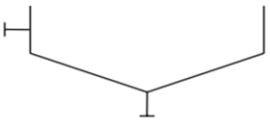
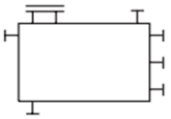
ولكي تكون المخططات متكاملة تضاف أرقاماً مع الحروف والمختصرات في حالة وجود أكثر من معدة متشابهة في الأداء، فضلاً عن ترقيم الخطوط الواصلة بين المعدات ووضع جدول يحتوي على مفاتيح لتلك الحروف أو الأرقام مع كميات تدفق ودرجة الحرارة والضغط لكل خط.

تبين الأشكال الآتية (١-٨)، (١-٩) و (١-١٠) الرموز القياسية العالمية والمعتمدة للحاويات والخزانات Vessels and Tanksالمستعملة في تنفيذ المخططات الصناعية.

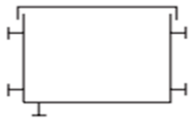
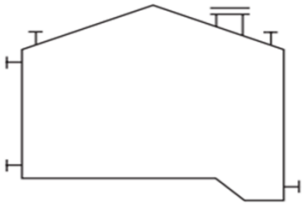
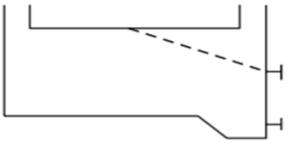
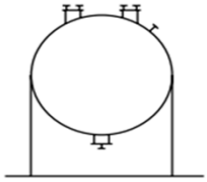
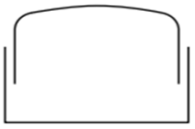
Vessels and tanks حاويات وخزانات

Drum or simple pressure vessel (basic symbol) اسطوانة أو حاوية ضغط	
Knock-out drum (with demister pad) اسطوانة خلط	
Tray column (basic symbol) عمود ذو أدراج	
Tray column Trays should be numbered from the bottom; at least the first and the last should be shown. Intermediate trays should be included and numbered where they are significant. عمود ذو ادراج مرقمة من الاسفل الى الاعلى وتحديد الطبقة الوسطى	
Fluid contacting vessel (basic symbol) حاوية سوائل متصلة	
Fluid contacting vessel Support grids and distribution details may be shown حاوية سوائل متصلة ممكن ان تحتوي على تفاصيل	

الشكل ١-٨ رموز الحاويات والخزانات (١). (للحفظ)

Reaction or absorption vessel (basic symbol) حاوية تفاعل أو إمتصاص	
Reaction or absorption vessel Where it is necessary to show more than one layer of material alternative hatching should be used حاوية تفاعل أو إمتصاص بيان طبقات المادة مع الفتحات البديلة	
Autoclave (basic symbol) مفاعل الخلط المستمر	
Autoclave مفاعل خلط مستمر مع التفاصيل المهمة	
Open tank (basic symbol) خزان مفتوح	
Open tank خزان مفتوح مع الفتحات	
Clarifier or settling tank خزان الترويق او الترسيب	
Sealed tank خزان مغلق	

الشكل ١-٩ رموز الحاويات والخزانات (٢). (للحفظ)

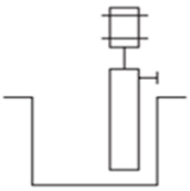
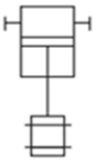
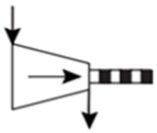
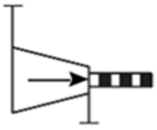
Covered tank (Open Tank + Cover) خزان مفتوح + غطاء خزان مع الملحقات	
Tank with fixed roof (with draw-off sump) خزان ذو سقف ثابت مع حوض استخلاص	
Tank with floating roof (with roof drain) خزان ذو سقف عائم مع فتحة تصريف في السقف	
Storage sphere خزان كروي الشكل	
Gas holder (basic symbol for all types) حاوية غاز	

الشكل ١-١٠ رموز الحاويات والخزانات (٣). (للحفظ)

تستعمل المضخات لمناقلة السوائل من معدة الى أخرى، وتكون رموز المضخات عادة عمودية في مخططات العمليات الصناعية، يبين الشكل (١-١١) الرموز القياسية العالمية والمعتمدة للمضخات والضاغطات Pumps and Compressors Symbols المستعملة في تنفيذ المخططات الصناعية.

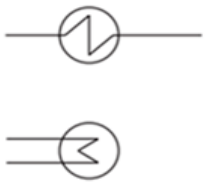
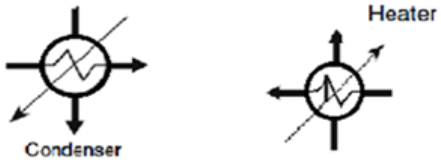
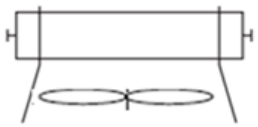
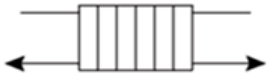
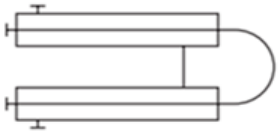
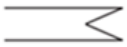
تعد المبادلات الحرارية من المعدات الصناعية التي تستعمل لنقل الطاقة الحرارية بين مائعين لكل منهما استعمال محدد في العملية الإنتاجية، تعمل بمبدأ التبادل الحراري بالتوصيل والحمل Conduction and Convection، ويبين الشكل (١-١٢) رموز المبادلات الحرارية Heat Exchangers Symbols القياسية لمختلف الأنواع المستعملة في مخططات العمليات الصناعية، ويوضح اتجاه الأسهم في بعض الرموز الى نوع عملية التبادل الحراري، فالسهم الصاعد يدل على التبريد بينما السهم النازل يدل على التسخين.

Pumps and compressors المضخات والضاغطات

Rotary pump, fan or simple compressor (basic symbol) مضخة ، أو ضاغط - الرمز الاساس	
Centrifugal pump or centrifugal fan مضخة طرد مركزي - ذات مروحة	
Centrifugal pump (submerged suction) مضخة طرد مركزي - غاطسة	
Positive displacement rotary pump or rotary compressor مضخة - أو ضاغطة - الازاحة الموجبة	
Positive displacement pump (reciprocating) مضخة إزاحة موجبة ترددية	
Axial flow fan مروحة تدفق محوري	
Compressor: centrifugal / axial flow (basic symbol) ضاغط : طرد مركزي/ تدفق محوري الرمز الاساس	
Compressor: centrifugal / axial flow ضاغط : طرد مركزي/ تدفق محوري	
Compressor: reciprocating (basic symbol) ضاغط : ترددي / تدفق محوري الرمز الاساس	
Compressor: (basic symbol) ضاغط الرمز الاساس	

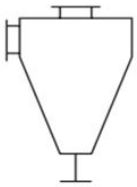
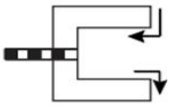
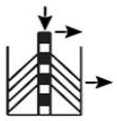
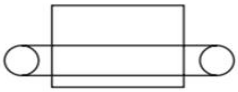
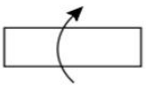
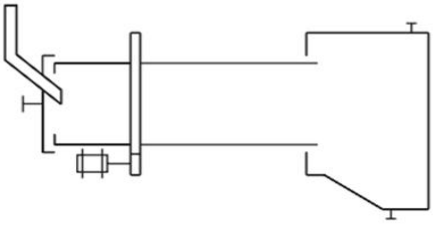
الشكل ١-١١ رموز المضخات والضاغطات. (للحفظ)

Heat transfer equipment معدات انتقال الحرارة

Heat exchanger (basic symbols) مبادل حراري ، الرمز الأساس Alternative symbols الرمز البديل	
Shell and tube: fixed tube sheet مبادل نوع الانبوب والصدفة الرمز ألاساس	
Shell and tube: U tube or floating head مبادل نوع الانبوب والصدفة بشكل حرف U أو غطاء عائم	
Heater مسخن Condenser مكثف	
Air - blown cooler مبادل تبريد بالهواء	
Plate type مبادل صفائحي	
Double pipe type مبادل ذو انبوب مزدوج	
Heating/cooling coil (basic symbol) ملف التبريد / التسخين ، الرمز الأساس	
Fired heater/boiler (basic symbol) مبادل تسخين / غلاية الرمز الأساس	

الشكل ١-١٢ رموز معدات انتقال الحرارة. (للحفظ)

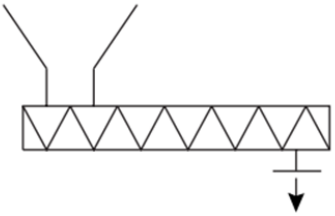
في حين تبين الاشكال (١-١٣) و(١-١٤) الرموز الاساسية لبعض المعدات الصناعية.

Cyclone and hydroclone (basic symbol) فاصل الدوامة الرمز الأساس	
Cyclone and hydroclone فاصل الدوامة موضح فيه التوصيلات	
Centrifuge (basic symbol) جهاز الطرد المركزي	
Centrifuge: horizontal peeler type جهاز طرد مركزي أفقي من النوع المقشر	
Centrifuge: disc bowl type جهاز طرد مركزي من نوع االوعاء القرصي	
Drying oven فرن تجفيف	
Belt drier (basic symbol) حزام تجفيف	
Rotary drier (basic symbol) مجفف دوار	
Rotary kiln فرن دوار	

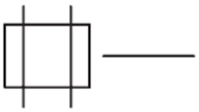
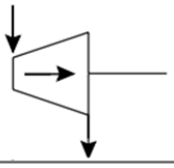
الشكل ١-١٣ رموز المعدات الصناعية (١). (للحفظ)

Spray drier المجفف الرذاذي	

Materials handling تداول المواد

Belt conveyor حزام ناقل	
Screw conveyor لولب ناقل	
Elevator (basic symbol) مصعد الرمز الأساس	

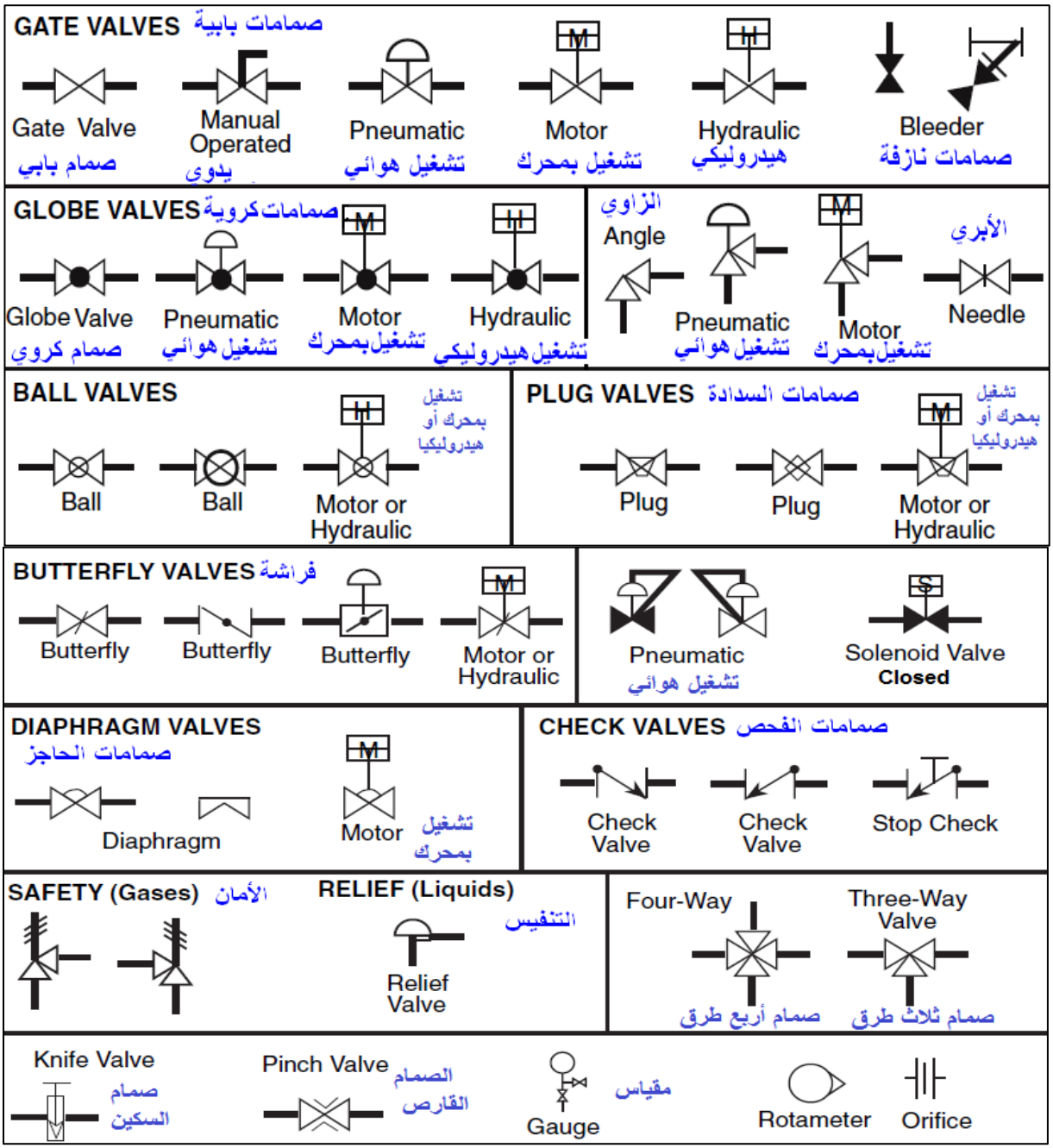
Prime movers المحركات الرئيسة

Electric motor (basic symbol) محرك كهربائي الرمز الاساس	
Turbine (basic symbol) التوربين الرمز الأساس	

الشكل ١-١٤ رموز المعدات الصناعية (٢). (للحفظ)

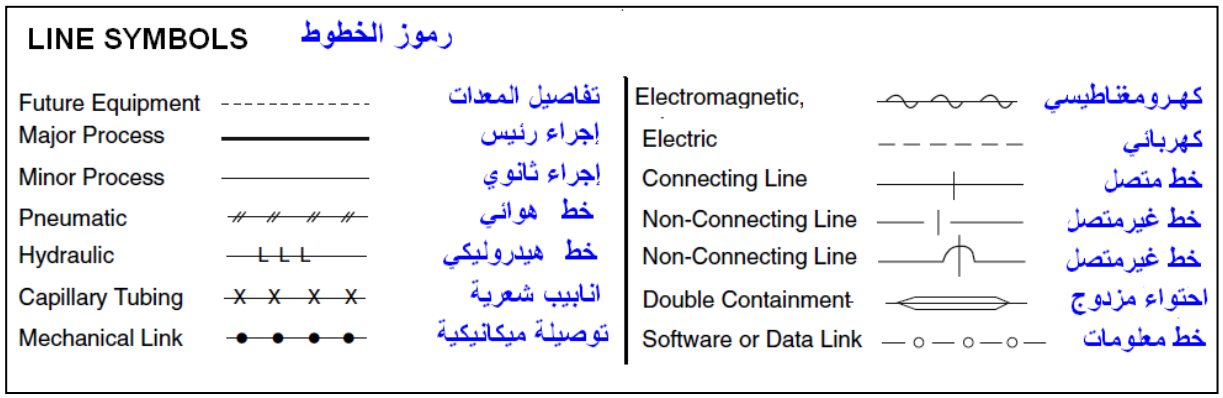
يحتوي كلّ معمل على ملف لرموز الأنابيب والصمامات Pipes and Valves Symbols لغرض التمييز بين خطوط التدفق الرئيسة والثانوية والعناصر الهيدروليكية والأنابيب الشعرية، ويجب على التقنيون

أن يراجعوا رموز الأنابيب بعناية واحتواءها على الصمامات والمصافي والمرشحات وأحياناً حجم تلك الأنابيب وطرائق عزلها ومقدار الضغوط التي تتحملها، مما يستوجب معرفة رموز تلك الصمامات، إذ تستعمل الصمامات للسيطرة على تدفق المواد المنقولة عبر الأنابيب في العمليات الصناعية، ويبين الشكل (١-١٥) الأنواع المختلفة للصمامات كذات البوابة Gate Valves والكروية Globe وغيرها، وطريقة التعبير عن طريقة تشغيلها بواسطة الرموز (يدوياً، محرك كهربائي، قوة الهواء، أو بالقوى الهيدروليكية).



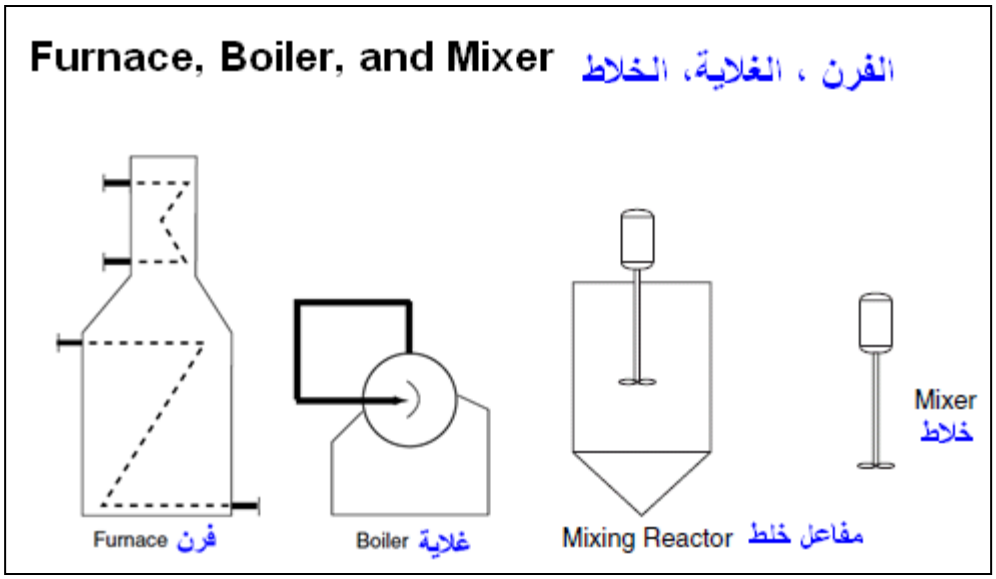
الشكل ١-١٥ رموز الصمامات. (للحفظ)

يبين الشكل (١-١٦) الرموز القياسية لأنواع مختلفة من الخطوط الناقلة Lines symbols فضلاً عن التوصيلات الكهربائية وخطوط نقل المعلومات في أنظمة السيطرة على الوحدات الصناعية، وعادة تنتهي تلك الخطوط برؤوس أسهم لتدل على اتجاه الأجراء، وكذلك تحديد نقطة اتصال الخط الناقل مع المعدة الصناعية.



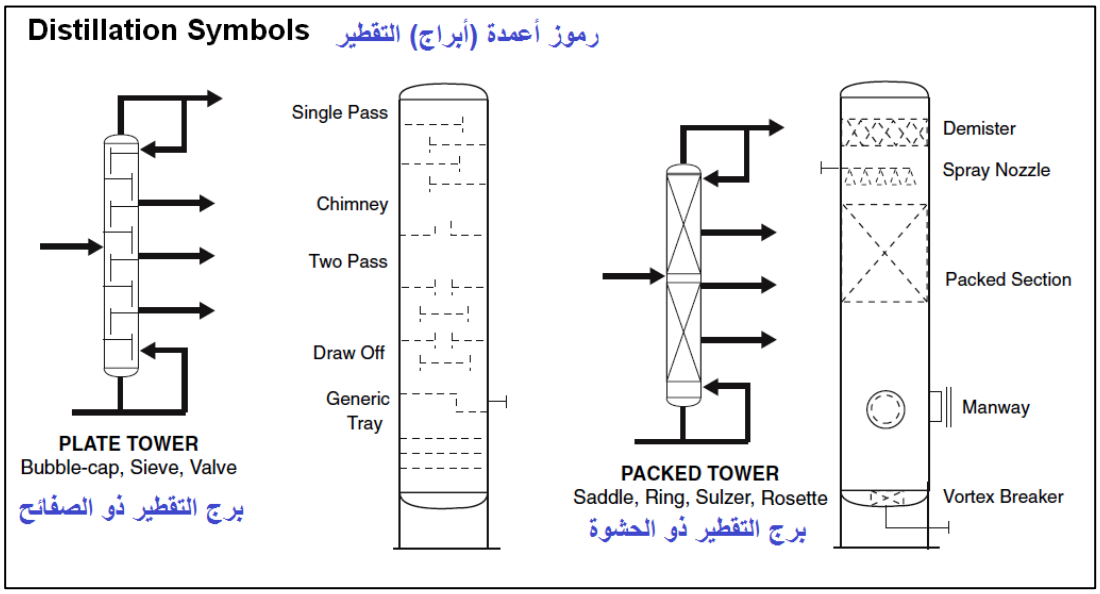
الشكل ١-١٦ رموز الخطوط الناقلة للموائع أو لإشارات السيطرة. (للحفظ)

يبين الشكل (١-١٧) الرموز القياسية للفرن والغلاّية Furnace and Boiler Symbols والفتحات التي تدخل فيها المادة المتدفقة، فضلاً عن تمثيل الخلاط بالرموز، علماً أن المصمم يمكن أن يغير من الشكل حسب تصميم الأجهزة الفعلية.



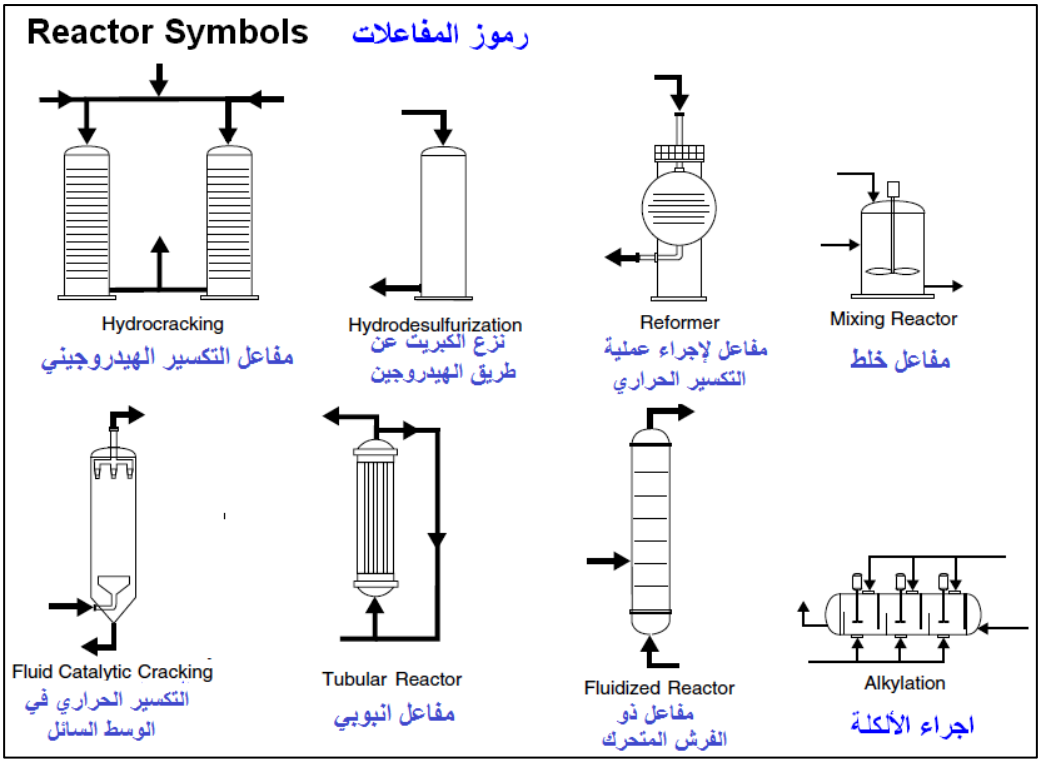
الشكل ١-١٧ رموز الفرن، الغلاّية، والخلاط. (للحفظ)

يعرف التقطير بأنه عملية فصل المكوّنات المختلفة لخليط بالاستناد الى الاختلاف في درجات غليان هذه المكونات، وتكون أعمدة التقطير في تصميمين أساسيين، النوع الأول أعمدة التقطير ذات الصفائح (Plate Type) والنوع الثاني أعمدة التقطير ذات الحشوة (Packed Type)، ويبين رمز أبراج أو أعمدة التقطير نموذجاً للمكونات الأساسية، في حين تكون الأجهزة الفعلية أعقد بكثير من الرمز المبين، ويوضح الشكل (١-١٨) رموز أعمدة ال تقطيرDistillation Columns Symbols.



الشكل ١-١٨ رموز أبراج التقطير. (إثرائية)

يبين الشكل (١-١٩) بعضاً من الرموز القياسية للمفاعلات Reactors Symbols التي تكون على شكل حاويات أو أوعية متعددة الأنابيب، وتصنّف المفاعلات الى مفاعلات الدفعة Batch، مفاعلات نصف الدفعة Semi batch، أو المفاعلات المستمرة Continuous، والغرض الأساس من استعمال المفاعلات هو إنجاز التفاعلات الكيماوية بالشكل الأمثل من أجل الحصول على منتجات بالمواصفات المطلوبة.



الشكل ١-١٩ رموز المفاعلات. (إثرائية)

يمكن تصنيف التفاعلات الكيميائية الى نوعين رئيسين هما:

١. التفاعلات الكيماوية المتجانسة:Homogeneous Chemical Reaction تشمل التفاعلات الكيمائية التي تتضمن مواد متفاعلة من طور واحد ويحدث التفاعل بين حالة واحدة من حالات المادة مثل الحالة الغازية أو السائلة أو الصلبة.

٢. التفاعلات الكيماوية غير المتجانسة Heterogeneous Chemical Reactions: يتم التفاعل الكيماوي في هذه الحالة بين حالتين (طورين) من حالات المادة الثلاث -كتفاعل الغاز -السائل أو الغاز -الصلب أو السائل – الصلب، ويمكن اعتبار وجود المحفز ايضا كطور معين في التفاعل.

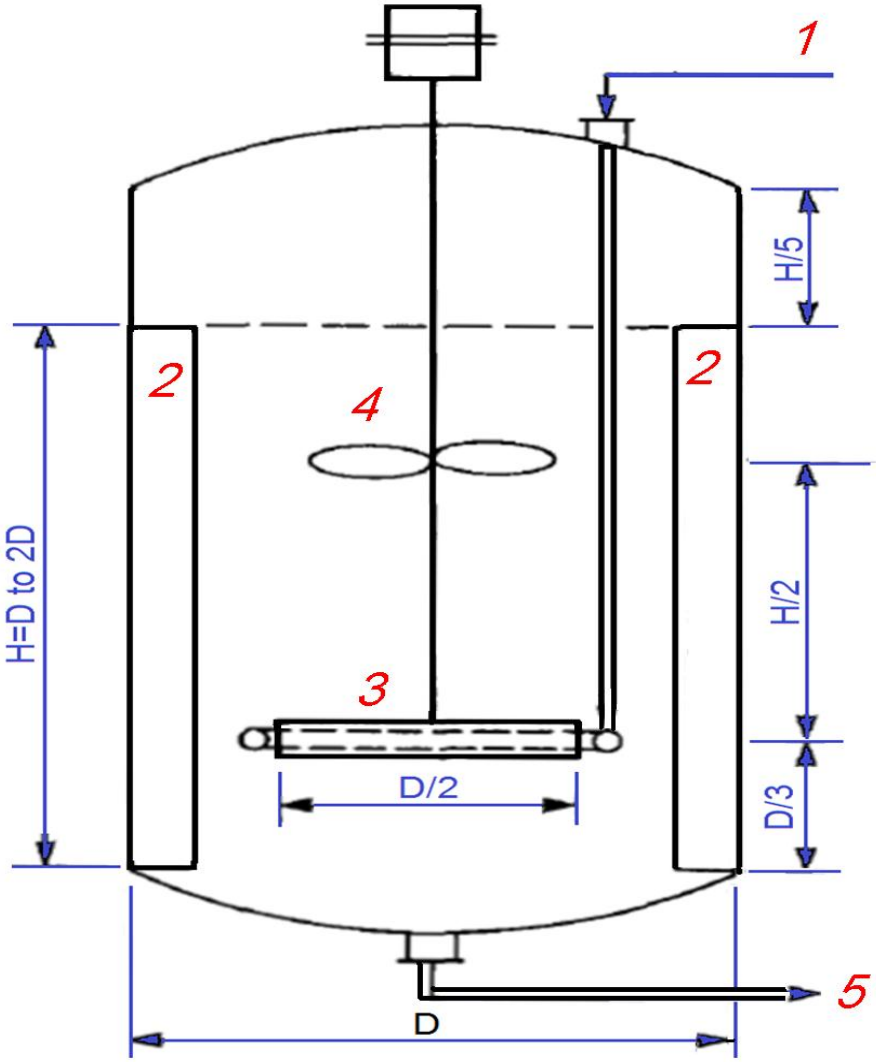
كل نوع من انواع التفاعلات اعلاه يمكن ان يحدث في نوعين رئيسين من المفاعلات: -

أ) مفاعل الوجبة :Batch Reactor يمثل الشكل (١-20) مخططاً لمفاعل الوجبة وهو من أول وأقدم انواع المفاعلات الأكثر استعمالاً ويتكون من وعاء أسطواني مغلق مزود بخلاط يشغل كهربائيا. إذ يتم ادخال المواد المتفاعلة (١) من أعلى المفاعل وتنشر عن طريق صفيحة التوزيع (٢) ثم يشغل الخلاط (٣) للمجانسة، ولزيادة كفاءة الخلط والتفاعل يتم لحام صفائح معدنية طولية على الجدار الداخلي للمفاعل تعمل كمصد أو قاطع (٤)، وبعد انتهاء التفاعل يتم تفريغ المنتج (٥) من أسفل

المفاعل، لكي يتم بعد ذلك التحضير لوجبة اخرى، ويمكن تزويد المفاعل بمجسات لقياس الضغط ودرجة الحرارة، والأبعاد الموضحة بالشكل تمثل علاقات نموذجية للأبعاد اللازمة لتصميم مفاعل الوجبة.

ملاحظة: يمكن تنفيذ اللوحة بجعل قيمة D=40mm وترسم بمقياس رسم ١:١.

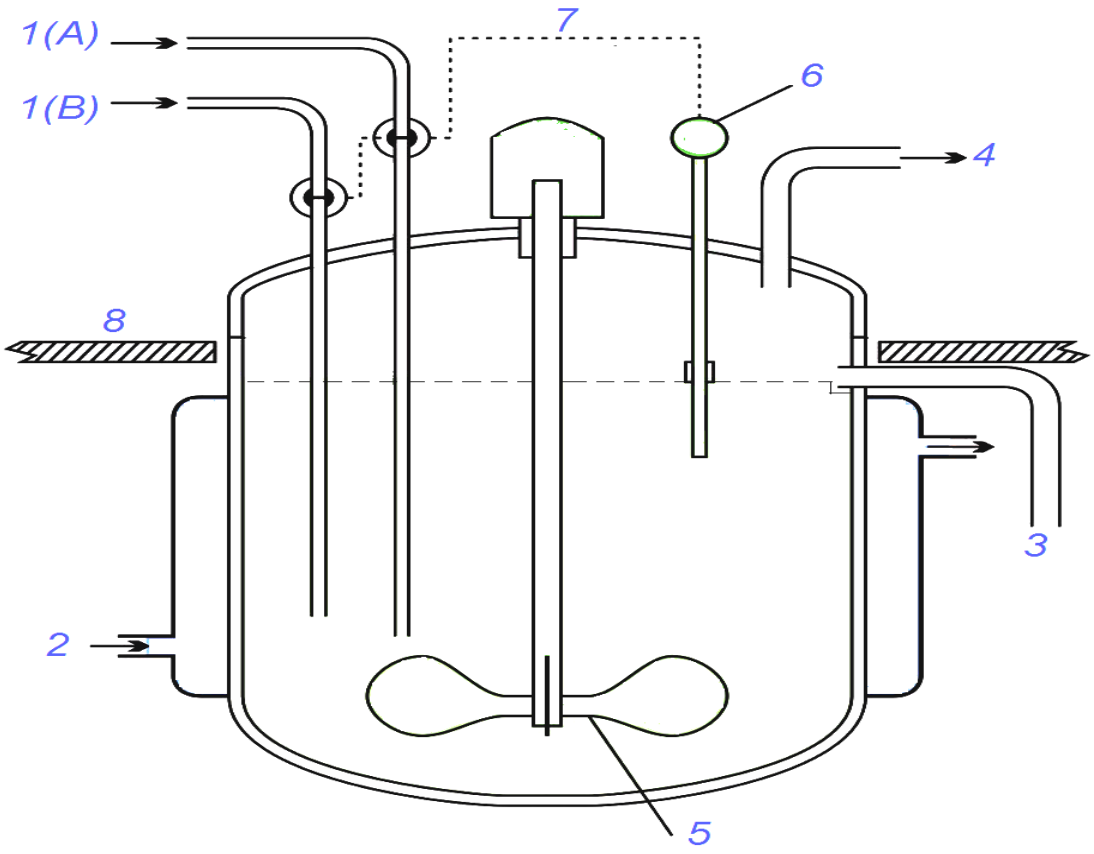
1	Feed	تغذية المواد المتفاعلة	5	Product	منتج
2	Distribution plate	صفيحة توزيع	6	D	رمز قطر المفاعل
3	Mixer	الخلاط	٧	H	رمز ارتفاع المفاعل
4	Baffle	مصد او قاطع			



الشكل ١-٢٠ مخطط مفاعل وجبة بأبعاد نموذجية. (لوحة)

ب) مفاعل الخلط المستمر Continuous Stirred Tank Reactor: الشكل العام لهذا النوع من المفاعلات مشابه للنوع الاول إلا انه يتميز عن النوع الاول بطاقات انتاجية اعلى وباحتياجه الى عدد مشغلين اقل، إذ يتم ادخال المواد المتفاعلة وإخراج المواد الناتجة بصورة آنية ومستمرة وبدون الحاجة الى توقف المفاعل لتفريغ الوجبة، الشكل (١-٢١).

١	Reactant	مادة متفاعلة	٥	Stirrer	خلاط (قلاب)
٢	Coolant	وسط تبريد	٦	Level gauge	مقياس مستوى
٣	Products Overflow from Reactor	نواتج طافحة من المفاعل	٧	Electronic Control Valve	صمام سيطرة الكتروني
٤	To Vent System	الى نظام التهوية	٨	Floor Level	مستوى الارضية



الشكل ١-٢١ مخطط مفاعل الخلط المستمر. (لوحة)

أسئلة وتمارين الفصل الأول

١-٤-١ عدّد أنواع المخططات المستعملة في العمليات الصناعية، واذكر ما تشمله وما لا تشمله تلك المخططات.

١-٤-٢ ارسم مخطط التدفق الكتلي لإحدى العمليات الصناعية مع كتابة المدخلات والمخرجات وأسماء الأجهزة.

١-٤-٣ يتم التعبير عن معلومات لوحة التحكم في مخططات التدفق في العمليات الصناعية عن طريق دوائر تحتوي على حروف فضلا عن احتوائها على خطوط، ارسم دائرة تمثل أداة قياس تقع في واجهة لوحة السيطرة في غرفة التحكم تعبر عن أداة قياس الفولتية المرتفعة.

١-٤-٤ ارسم رموز الحاويات والخزانات الاساسية الآتية بمقياس رسم مناسب: اسطوانة، عمود ذو أدراج، حاوية سوائل متصلة، حاوية تفاعل أو امتصاص، مفاعل الخلط السريع، خزان مفتوح، خزان ترسيب، خزان كروي، حاوية غاز.

١-٤-٥ ارسم الرموز الأساسية للمضخات والضاغطات الآتية وبمقياس رسم مناسب: مضخة، مضخة طرد مركزي، مضخة الازاحة الموجبة، مضخة إزاحة موجبة ترددية، مروحة تدفق محوري، ضاغط طرد مركزي، ضاغط، ضاغط ترددي.

١-٤-٦ ارسم الرموز الاساسية بمقياس رسم مناسب لمعدات انتقال الحرارة الآتية: مبادل حراري، مبادل نوع الانبوب والصدفة، مسخن، مبرد، مبادل تبريد بالهواء، مبادل صفائحي، مبادل ذو انبوب مزدوج، ملف تبريد / تسخين، مبادل تسخين (غلاية).

١-٤-٧ ارسم الرموز الاساسية بمقياس رسم مناسب للمعدات الصناعية الآتية: فاصل الدوامة، جهاز الطرد المركزي، فرن تجفيف، حزام تجفيف، مجفف دوار، مجفف رذاذي، حزام ناقل، لولب ناقل، محرك كهربائي، توربين.

١-٤-٨ ارسم بمقياس رسم مناسب رموز الصمامات الآتية: صمام بابي، صمام كروي، صمام ذو حاجز، صمام تنفيس، صمام ثلاثة طرق.

١-٤-٩ ارسم بمقياس رسم مناسب الرموز الآتية: فرن، غلاّية، مفاعل خلط، برج تقطير صفائحي.

١-٤-١٠ ارسم بمقياس رسم مناسب مفاعل وجبة بالأبعاد النموذجية وباعتماد قطر 40mm.

١-٤-١١ الشكل (١-٢١) يبين مفاعل الخلط المستمر، ارسم المفاعل بمقياس رسم مناسب مع عمل جدول لتسمية الاجزاء بما يقابلها من أرقام في الشكل.

الفصل الثاني

مخططات سير العمليات في

الصناعات البتروكيمياوية

Petrochemicals Process

Flow Diagrams

اهداف الفصل الثاني

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن يرسم: -

١. مخطط انتاج الأثلين من النفثا.
٢. مخطط انتاج الكحول الأثيلي.
٣. مخطط عملية انتاج الفورمالتيهايد من الميثانول.
٤. مخطط انتاج البولي بروبلين بالطور السائل.
٥. مخطط عملية انتاج بولي فينيل كلورايد بطريقة بلمرة العالق.
٦. مخطط فصل المركبات الأروماتية.
٧. مخطط انتاج أوكسيد الأثيلين.
٨. مخطط طريقة انتاج مطاط الإستارين-بيوتاديين.
٩. مخطط طريقة انتاج النايلون ٦/٦.
١٠. مخطط الوحدات الاساسية لمجمع الألكيل بنزين.
١١. مخطط لإنتاج سماد كبريتات الامونيوم.
١٢. مخطط لطريقة انتاج مساحيق الغسيل.
١٣. عملية سكلر لإنتاج الأروماتيات من البروبان والبيوتان.
١٤. مخطط انتاج سماد السوبرفوسفات الأحادي.
١٥. مخطط لإنتاج الفينول والأستون من الكيومين.

٢-١ تمهيد

تعرف الصناعات البتروكيمياوية Petrochemicals بأنها مجموعة العمليات المستعملة للحصول على مواد معقدة من مواد اقل تعقيدا مشتقة من البترول والغازات الطبيعية. ويمكن تقسيم هذه المواد المعقدة الناتجة (بحسب الاهمية التطبيقية) الى مجموعتين رئيستين هما المواد الوسطية، والمواد النهائية، إذ لا تستعمل المواد الوسطية بشكل مستقل او ربما قد تستعمل بشكل مستقل بنسب ضئيلة جدا، وتحضر بغية تحويلها الى مركبات مهمة اخرى ذات تطبيقات عملية مباشرة، وينتمي اليها عدد كبير من المركبات العضوية. وهناك عدد كبير من المواد التي يمكن تصنيفها ضمن الصناعات البتروكيمياوية منها المونوميرات والمواد الاولية اللازمة لإنتاج المواد البوليمرية، المنظفات والمواد الاصطناعية ذات الفعالة

السطحية، الوقود الصناعي وزيوت التشحيم والمواد المضافة اليها، المذيبات والمستخلصات، والمبيدات الكيمياوية والمواد الكيمياوية المستعملة في وقاية النباتات، وغيرها.

٢-٢ مخطط انتاج الأثلين من النفثا

تعد المنتجات النفطية المواد الخام الاساسية للصناعات البتروكيمياوية ولذلك فمن الاهمية التعرف على طرائق معالجة هذه المنتجات.

معالجة المنتجات النفطية: تعد عمليات معالجة المنتجات النفطية من العمليات الكيميائية التي تجري تحت تأثير الحرارة والضغط أو بالعوامل المساعدة إذ يتم فيها تغيير جزيئات المركبات الهيدروكاربونية الموجودة في النفط الخام وبذلك يمكن تغيير تركيب أي منتج نفطي إلى مركبات أخرى عن طريق إحدى هذه العمليات، وتنقسم عمليات معالجة المنتجات النفطية الى قسمين: -

أ-إعادة بناء هيكل الكاربون Carbon Skeleton Rearrangement وتشمل: -

١. الإصلاح المحفز Catalytic Reforming
٢. الأزمرة Isomerization
٣. الألكلة Alkylation
٤. البلمرة Polymerization

ب-تكسير هيكل الكربون Carbon Skeleton Cracking وتشمل: -

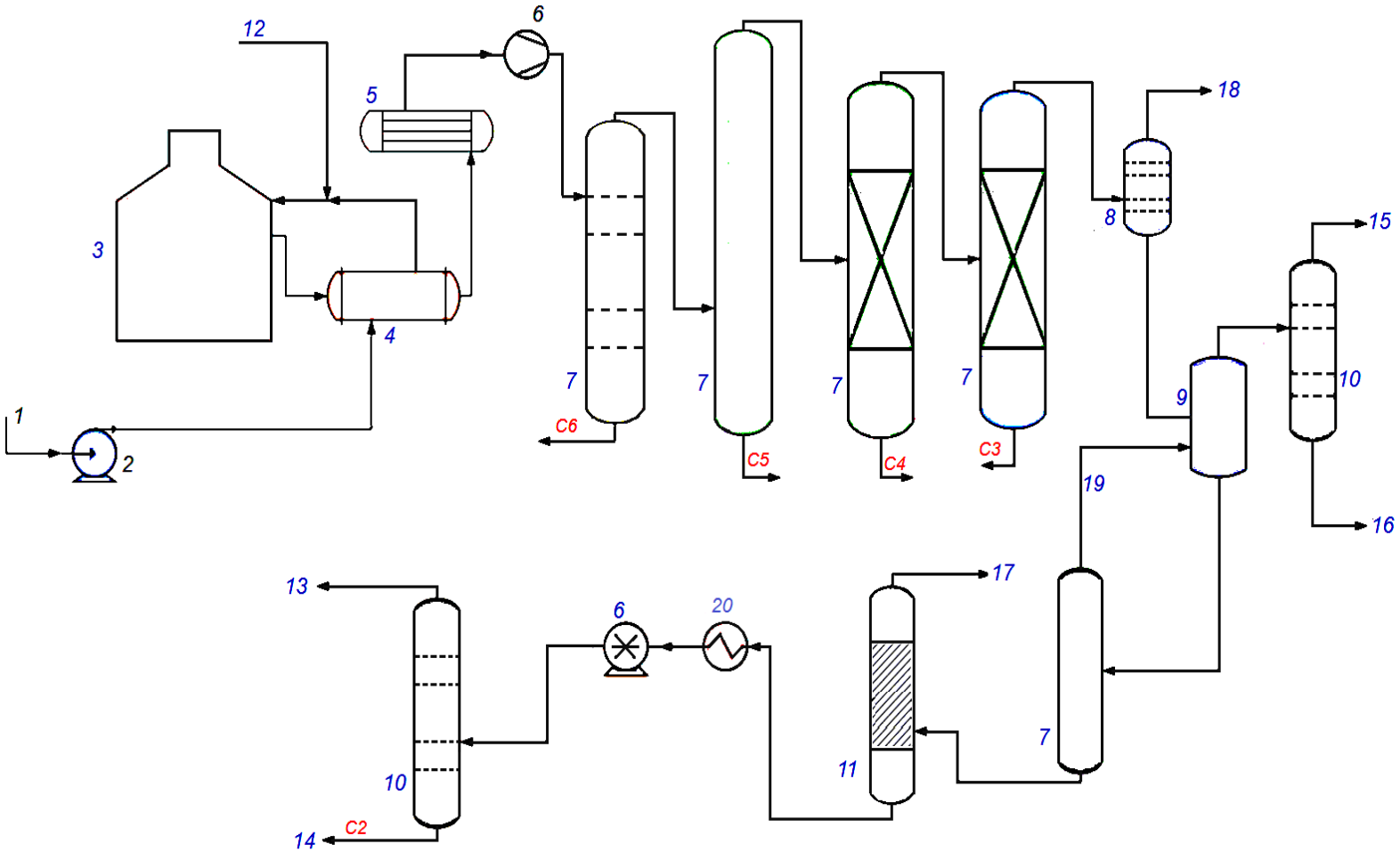
١. التكسير بالعامل المساب Fluid Catalytic Cracking
٢. التكسير الهيدروجيني المحفز Catalytic Hydrocracking
٣. التكسير الحراري Thermal Cracking
٤. التكسير الكوكي Coking
٥. التكسير بالبخار Steam Cracking

التكسير بالبخار: -عملية بتروكيماوية تتم في درجات حرارة عالية ($700\text{-}900^{o}$ C) وهنا تستعمل لإنتاج الأثلين كمادة مغذية للصناعات البتروكيمياوية، إذ تتكسر المركبات الهيدروكربونية الطويلة السلسلة إلى مركبات هيدروكاربونية غير مشبعة قصيرة السلسلة. تبدأ العملية بتخفيف المادة المغذية (LPG غاز البترول المسال، النفثا ، الإيثان) بالبخار ثم تسخن جيدا في فرن وبدون وجود الأوكسجين إذ تصل درجة الحرارة إلى (850^{o} C) ويحدث التفاعل بصورة سريعة جداً وفي الوحدات الحديثة يختزل زمن التفاعل إلى ملي ثانية. إذا كانت المادة المغذية هي مركبات هيدروكاربونية خفيفة

(الإيثان، النفثا الخفيفة، LPG) فالتفاعل يعطي ناتجاً غنياً بالالكينات الخفيفة مثل الأثلين، البروبيلين والبيوتادين، إما إذا كانت المادة المغذية هي مركبات هيدروكاربونية ثقيلة (النفثا الثقيلة) فالتفاعل يعطي ناتجاً غنياً بالمركبات الأروماتية، الناتج من التفاعل يعتمد على نسبة الهيدروكربونات إلى البخار ودرجة حرارة التكسير وزمن وجود المواد في الفرن، ويتم فصل مكونات هذا الخليط عن طريق الضغط والتقطير المتكرر. وحيث ان التفاعل يحدث بدرجة حرارة عالية (850°C) تتكون مادة غير مرغوب بها هي الفحم الذي يترسب على جدران المفاعل مما يؤدي إلى خفض كفاءة المفاعل. ويتم إزالة الفحم المترسب على جدران المفاعل بالبخار المحمص أو مزيج البخار المحمص والهواء الساخن في الفرن وهذا يؤدي إلى تحويل الفحم إلى غاز أول أوكسيد الكربون وثاني أوكسيد الكربون.

وتتم عملية التكسير الحراري للهيدروكربونات في مفاعلات ذات ملفات أنبوبية تسخن من الخارج عن طريق وحدة مزودة بمفاعل أولي متقدم، وتُعدّ سخانات التكسير الحراري وملحقاتها من مبادلات التبريد بمثابة القلب في مصنع إنتاج الإثيلين. أما إنتاج الإثيلين من مخزون النفثا منخفضة الكبريت فيستعمل في ذلك ٦ – ٨ سخانات تكسير حراري، وأحدها يعمل كاحتياطي.

يبين الشكل (٢-١) طريقة إنتاج الأثلين إذ يتم تسخين النفثا السائلة في مبادل حراري ومزجها مع البخار المحمص بنسبة 0.6 kg بخار لكل 1 kg نفثا لمنع تكون الفحم أثناء عملية التكسير التي تحدث في فرن التكسير (بحرارة تصل إلى درجة ٩٥٠° C وضغط مقداره 5 bar) الذي يتم تسخينه بمشاعل خارجية. غازات التكسير الخارجة من الفرن يتم تبريدها في مبادلات حرارية قبل إدخالها على أعمدة فصل وتقطير متسلسلة وكل عمود يقوم بفصل مكون من خليط التكسير ابتداء من المكونات الثقيلة التي تحتوي على عدد ذرات كاربون (C6) وانتهاء بالمكونات الخفيفة التي تحتوي على عدد ذرات كاربون (C3) وكذلك فصل غازات أول، ثاني أوكسيد الكربون، الميثان، الاستيلين، والايثان ليبقى بعد ذلك الأثلين بنقاوة عالية.



الشكل ٢-١ مخطط إنتاج الأثلين من التكسير البخاري للنفثا. (لوحة)

وبين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات

1	Naphtha storage	خزان النافثا	2	Feed Pump	مضخة تغذية
3	Furnace	فرن	4	Heat Exchanger	مبادل حراري
5	Cooler	مبرد	6	Air Compressor	ضاغط غازات
7	Separator	فاصل مكون عن خليط	8	Acid Gas Removal	ازالة الغازات الحمضية
9	Demethanizer	فاصل ميثان	10	Splitter	فاصل مكونين
11	Hydrogenator	مهدرج (جهاز هدرجة)	12	High pressure Steam	بخار تحت ضغط عالي
13	Ethylene	الاثيلين	14	Ethane	ايثان
15	Hydrogen, H_2	غاز الهيدروجين	16	Methane	ميثان CH_4
17	Acetylene	غاز الاستلين	18	($CO+ CO_2+ H_2S$) gases	غازات (كبريتيد الهيدروجين+ اول و ثاني اوكسيد الكاربون)
19	(CH_4+H_2) gases	غازات (الهيدروجين + الميثان)	20	Heat Exchanger	مبادل حراري

٢-٣ مخطط انتاج الكحول الاثيلي

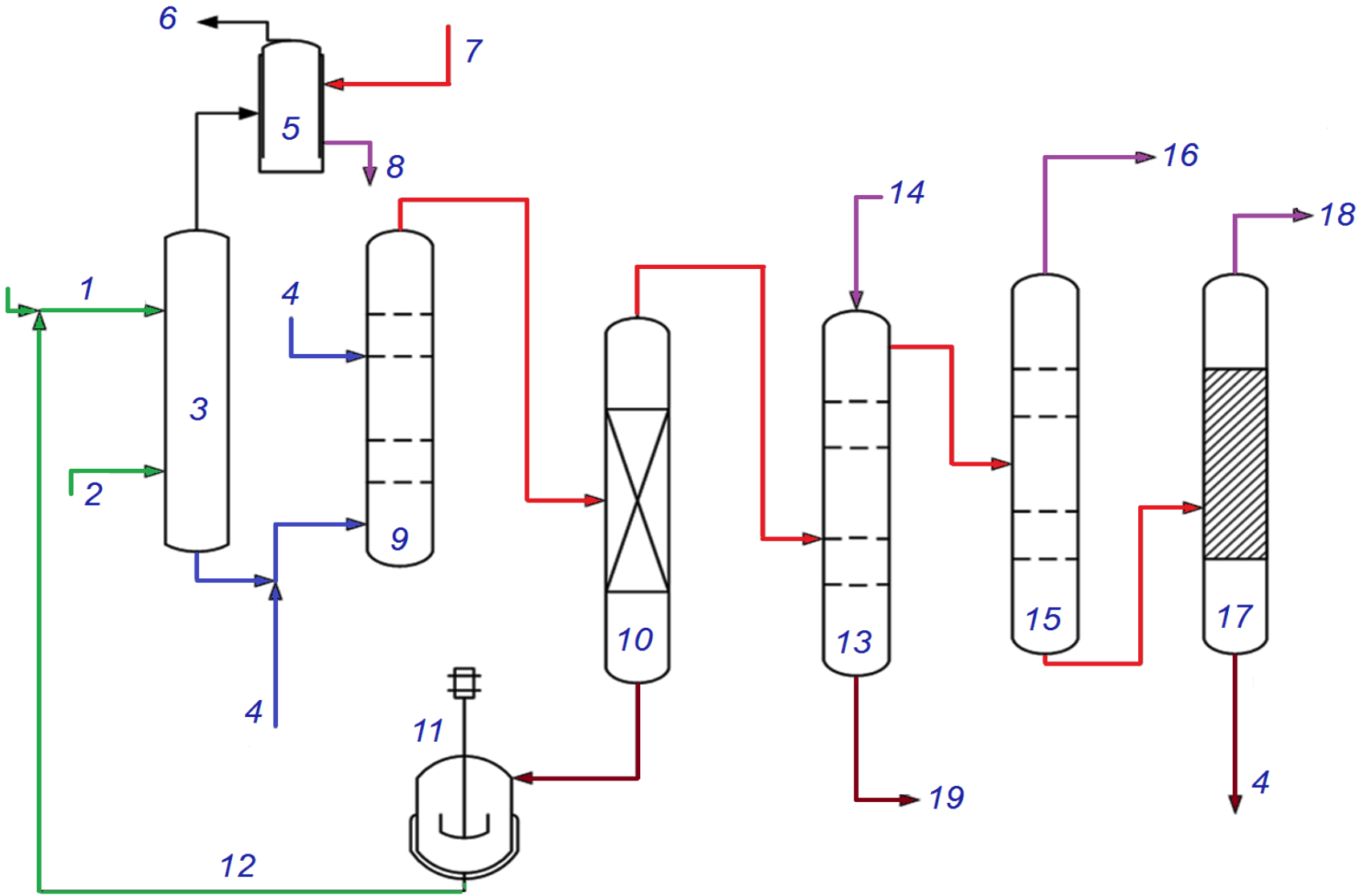
يعد الاثلين اليوم مادة اولية رئيسة في صناعة الايثانول، و يتم ذلك عن طريق عملية التميؤ، او التفاعل مع الماء بوجود حامض الكبريتيك المركز (٩٨%-٩٤). وتتضمن الطريقة صناعيا المراحل الآتية: امتصاص الاثلين في حامض الكبريتيك المركز-تميؤ الاسترات المتكونة -فصل وتنقية الكحول -إعادة فصل وتدوير حامض الكبريتيك.

الشكل (٢-٢) يوضح مراحل الإنتاج، إذ يجري امتصاص الأثيلين عند ضغط يتراوح بين (١٧-٣٥ bar) ودرجة حرارة (٥٥-٨٥ ^{o} C) في أبراج من الفولاذ الطري (Mild steel). يدخل حامض الكبريتيك المركز من اعلى برج الامتصاص، أما الأثيلين فيدفع الى البرج من الأسفل. إذ تبلغ نسبة الاثيلين الممتصة (99%). ان عملية الامتصاص باعثة للحرارة ويتم السيطرة على درجة الحرارة بواسطة التبريد. مرحلة تميؤ استرات حامض الكبريتيك تحدث بوجود الماء إذ يتكون الإيثانول الخام وقليل من الايثر وحامض

الكبريتيك المخفف. يتم فصل الإيثانول الخام عن الخليط في برج التعرية (Stripping) باستعمال التسخين ببخار الماء، إذ يسحب الحامض من الأسفل والكحول الخام والماء والايثر من الأعلى. يتراوح تركيز الكحول الخام بين (٥٠-٦٥%) ونسبة الايثر فيه (٥-٧%) وتركيز الحامض (٣٥-65%). والكحول الخام يتم تنقيته بالتقطير التجزيئي الى (٩٥%). أما الحامض فيتم تركيزه باستعمال التسخين تحت ضغط مخلخل الى (٩٤-٩٨%) قبل تدويره واعادة استعماله في برج الامتصاص.

ويبين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات

1	H_2SO_4	حامض الكبريتيك	2	Ethylene	أثلين
٣	Absorption tower	برج امتصاص	٤	Water	ماء
٥	Vent scrubber	غاسل الغازات الخارجة	٦	Purified Gas	الغاز المنقى
٧	Purified Gas	محلول الصودا الكاوية	٨	Spent West	فضلات خارجة
٩	Hydrolyzer	عمود تميؤ	١٠	Stripping Column	عمود تعرية
١١	Concentrator	وعاء تركيز	١٢	Recycle H_2SO_4	حامض الكبريتيك مدور
١٣	Scrubber	عمود غسل	١٤	Sodium hydroxide Solution	محلول هيدروكسيد الصوديوم
١٥	Ether Column	عمود الايثر	١٦	Ethyl ether	ايثر اثيلي
١٧	Fractionating Column	عمود تقطير	١٨	Ethyl Alcohol 95%	كحول اثيلي
19	Spent Caustic	طرح صودا الكاوية			



الشكل ٢-٢ مخطط انتاج الكحول الاثيلي. (لوحة)

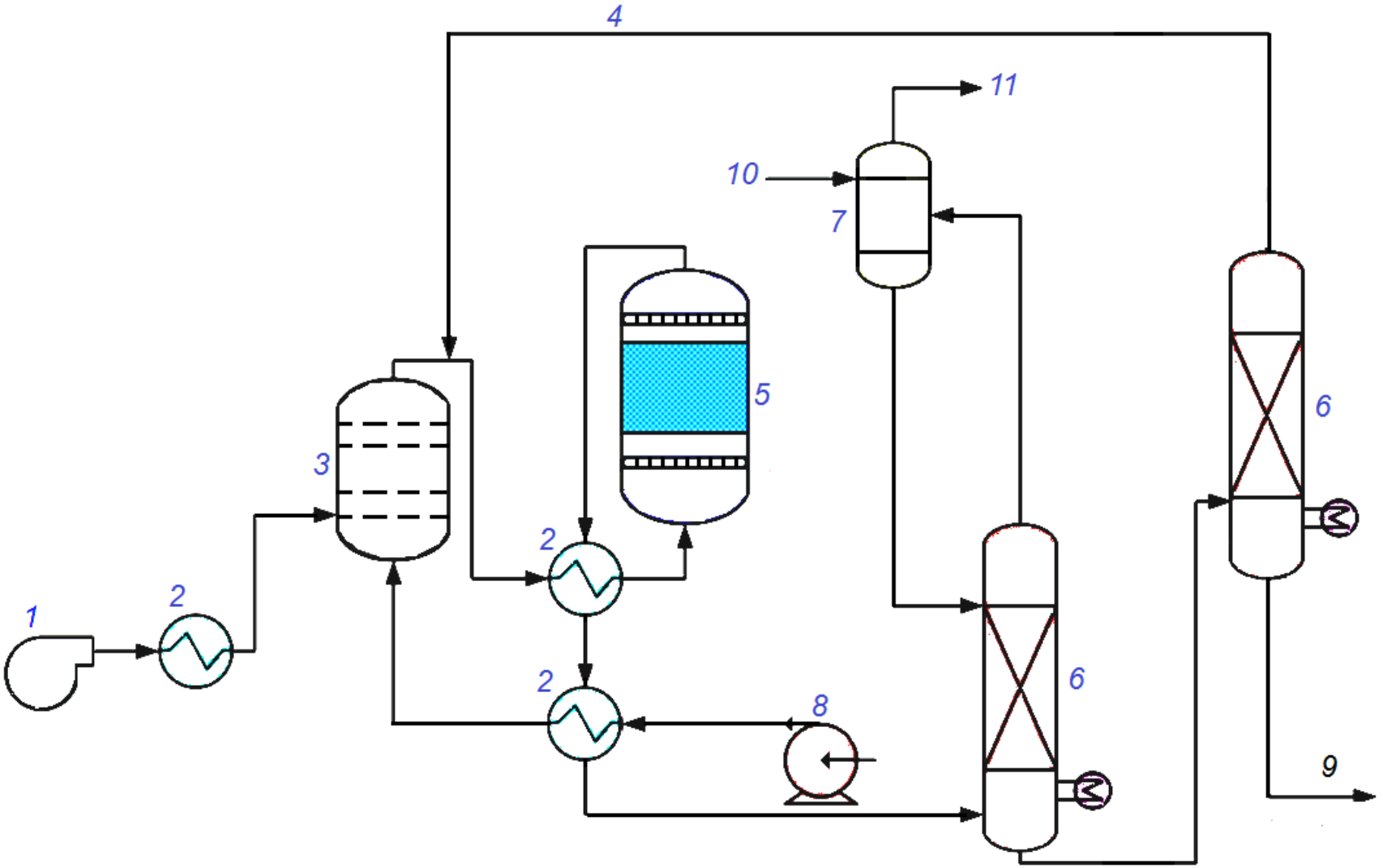
٢-٤ مخطط لعملية انتاج الفورمالديهايد عن طريق أكسدة الميثانول

يعد الفورمالديهايد اكبر مستهلك للميثانول، ويسوق اعتياديا على شكل محلول مائي يسمى (الفورمالين) بتركيز (٣٧% وزنا) ويحوي نحو (% 15-3) ميثانول كمثبت لمنع البلمرة أثناء التخزين والنقل، وفي السنوات الأخيرة تطلبت حاجة السوق الصناعية لإنتاج محاليل مركزة تصل الى (55% وزنا). إن معظم الفورمالدهايد ينتج اليوم عن طريق أكسدة (إزالة الهيدروجين) الميثانول بالتفاعل المحفز بالعامل المساعد. ان عملية نزع الهيدروجين من الميثانول لإنتاج الفورمالدهايد تسمى (الأكسدة الحفزية).

وتحدث أثناء عملية الأكسدة تفاعلات جانبية تنتج غازات يتم حرقها للحد من تلوث البيئة. العامل المساعد المستعمل هو الفضة، أو اوكسيد المولبيديوم المعزز بأوكسيد الحديد. الشكل (٢-٣) يوضح عملية الإنتاج، إذ يتم تسخين الهواء والميثانول بصورة منفصلة ثم يمزجان في مبخر الميثانول الذي تكون نسبته في الخليط حوالي 40%، ويرسل الخليط الى المفاعل حيث العامل المساعد محمل على شبكة معدنية، وتخرج الغازات من المفاعل بدرجة حرارة ^{o}C ٤٠٠-٤٥٠، وتمرر الغازات الساخنة على مبادلات حرارية لتسخين الهواء والميثانول. أما الغازات التي فقدت حرارتها فيتم ارسالها الى عمود امتصاص بالماء، إذ ينتج من الاسفل سائل الفورمالين الذي يدفع الى عمود نزع المواد الخفيفة الذائبة اما السائل المتبقي فيرسل الى عمود نزع الميثانول المتبقي في سائل الفورمالين الذي يدفع الى خزان المنتج.

ويبين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات .

١	Air Blower	دافعة هواء	٢	Heater	مسخن
٣	Evaporator (Vaporizer)	مبخر	٤	Methanol recycle Steam	خط الميثانول الراجع
٥	Catalytic Reactor	مفاعل مزود بعامل مساعد	٦	Stripper	عمود نزع
٧	Scrubber	عمود غسل	٨	Feed Pump	مضخة تغذية
9	50 - 55 % Formaldehyde	فورمالدهايد	10	Water	تجهيز الماء
11	Vent Gas	تهوية الغاز			



الشكل ٢-٣ مخطط عملية انتاج الفورمالدهايد بأكسدة الميثانول. (لوحة)

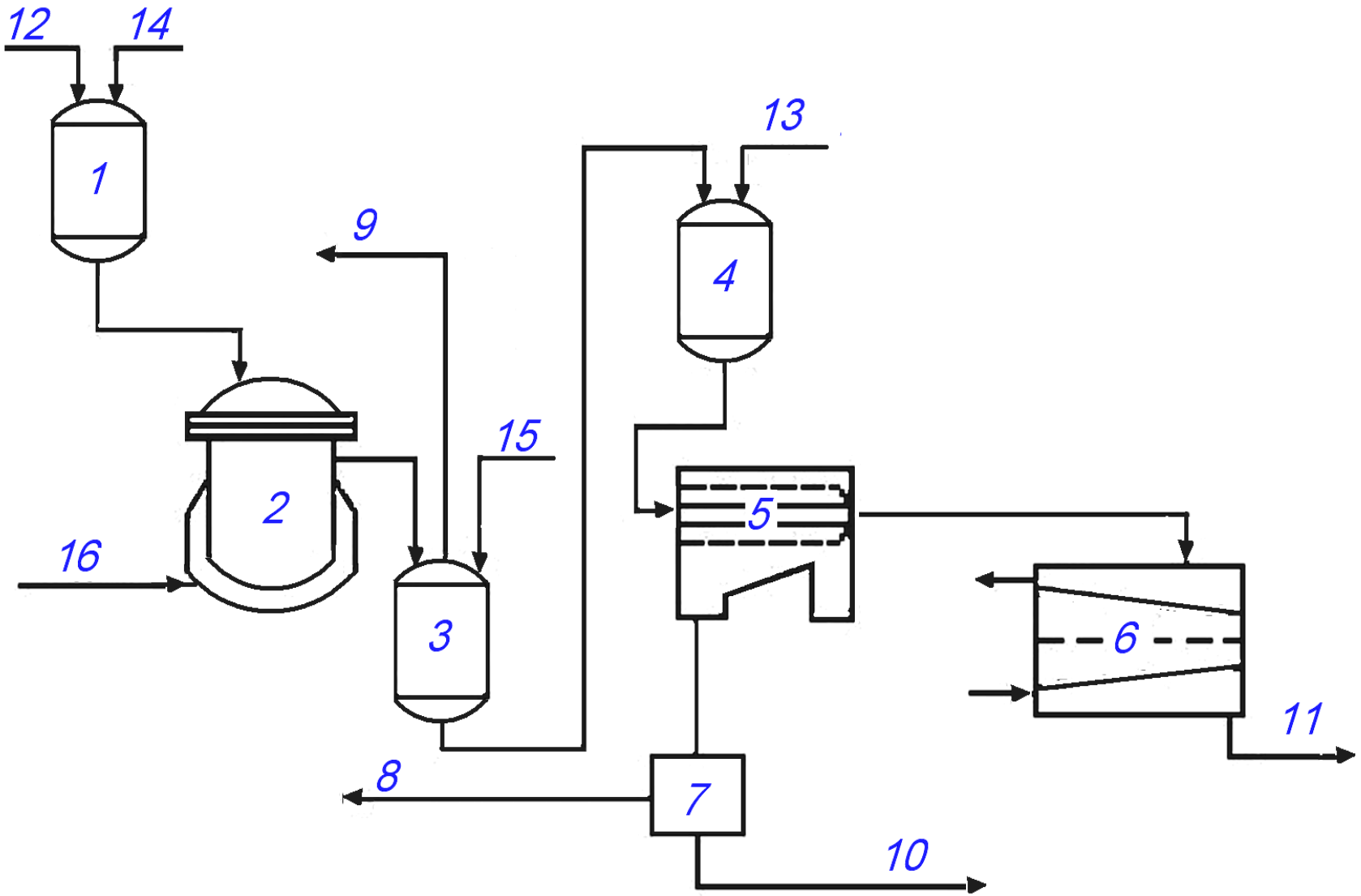
٢-٥ مخطط انتاج البولي بروبلين بالطور السائل

البولي بروبلين يصنف من البوليمرات الخطية (بولي اولفين) وقد برز في سوق البلاستك في وقت متاخر مقارنة بالبوليمرات المعروفة وقد وصل الطلب العالمي على البولي بروبلين في سنة ٢٠١٣ الى ٥٥ مليون طن بزيادة سنوية متوقعة قدرها ٦% ومن مبررات التوسع في انتاجه انخفاض سعر البروبلين الذي ينتج بصورة عرضية في وحدات انتاج الاثيلين كما يتميز البولي بروبلين بخصائص فيزياوية تجعله صالحا لإنتاج الأكياس الرقيقة والعبوات القوية كما يستعمل لإنتاج الألياف النسيجية وأجزاء السيارات والالكترونيات وغيرها من المستلزمات الخدمية والمنزلية. ونقطة التحول الرئيسة في انتاج البولي بروبلين هي تطوير الحفاز (العامل المساعد) المسمى زيكلر- ناتا (المتكون من كلوريد التيتانيوم والكيل الالمنيوم) لإنتاج بوليمر منتظم فراغيا من نوع ايزوتاكتيك (Isotactic) الذي يتمتع بدرجة تبلور عالية. تجري بلمرة البروبلين بثلاث طرائق رئيسة هي: الطور السائل، الطور الغازي، والعوالق (Suspension).

الشكل (٢-٤) يوضح مخططاً مبسطاً لطريقة انتاج البولي بروبلين بالطور السائل. حيث يتم تحضير خليط من المذيب (الهبتان) مع حفاز زيكلر- ناتا في الوعاء (١)، ثم يضاف الخليط مع البروبلين عالي النقاوة الى المفاعل (٢)، وتجري البلمرة عادة تحت ضغط يتراوح بين (5-30 bar)، ودرجة حرارة (50-100 ^{o} C)، إذ ان الظروف التشغيلية ونسبة العامل المساعد المضاف تؤثر على درجة البلمرة المطلوبة. تضاف مواد مانعة للتأكسد وأخرى لمنع اية بلمرة اضافية الى المواد الخارجة من اسفل المفاعل. ينتج البوليمر على شكل حبيبات دقيقة وقد تحوي بعض الحفاز ولذلك يغسل البوليمر بالماء لتحطيم الحفاز وبالبخار لإزالة المذيب. ثم يرسل المحلول الى طارد مركزي (٥) لفصل حبيبات البروبلين المتكونة التي ترسل الى مجفف (٦)، ثم الى التعبئة، اما السائل الخارج من الطارد المركزي الذي يحتوي على نسبة قليلة من المواد الصلبة فيتم ارسالها الى مجفف (٧) لانتزاع المذيب وإعادته، اما المواد الصلبة المتبقية، فتتكون اساسا من البروبلين غير مكتمل التركيب الجزيئي .

ويبين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات .

١	Vessel for complexing (Catalyst + Solvent)	خزان خلط الحفاز مع المذيب	٢	polymerization Reactor	مفاعل البلمرة
٣	Degasifier	خزان إزالة الأبخرة و الغازات	٤	Scrubber	خزان الغسل
٥	Centrifuge	جهاز طرد مركزي	٦	Fluid Dryer	مجفف الموائع
٧	Evaporator	مبخر	٨	Return Heptane	ارجاع الهبتان(مذيب)
٩	Return Propylene	ارجاع البروبلين	١٠	Atactic Polypropylene	بولي بروبلين غير منتظم التركيب الجزيئي
١١	Polypropylene Granulation	تحويل البروبيلين إلى حبيبات	١٢	$(TiCl_3.3AlCl_3)$	حفاز زيكلر-ناتا
١٣	Water	ماء	١٤	$Al(C_2H_5)_2Cl$ in Heptane	مذيب الهبتان
١٥	Butanol	بيوتانول	١٦	Propylene	بروبلين



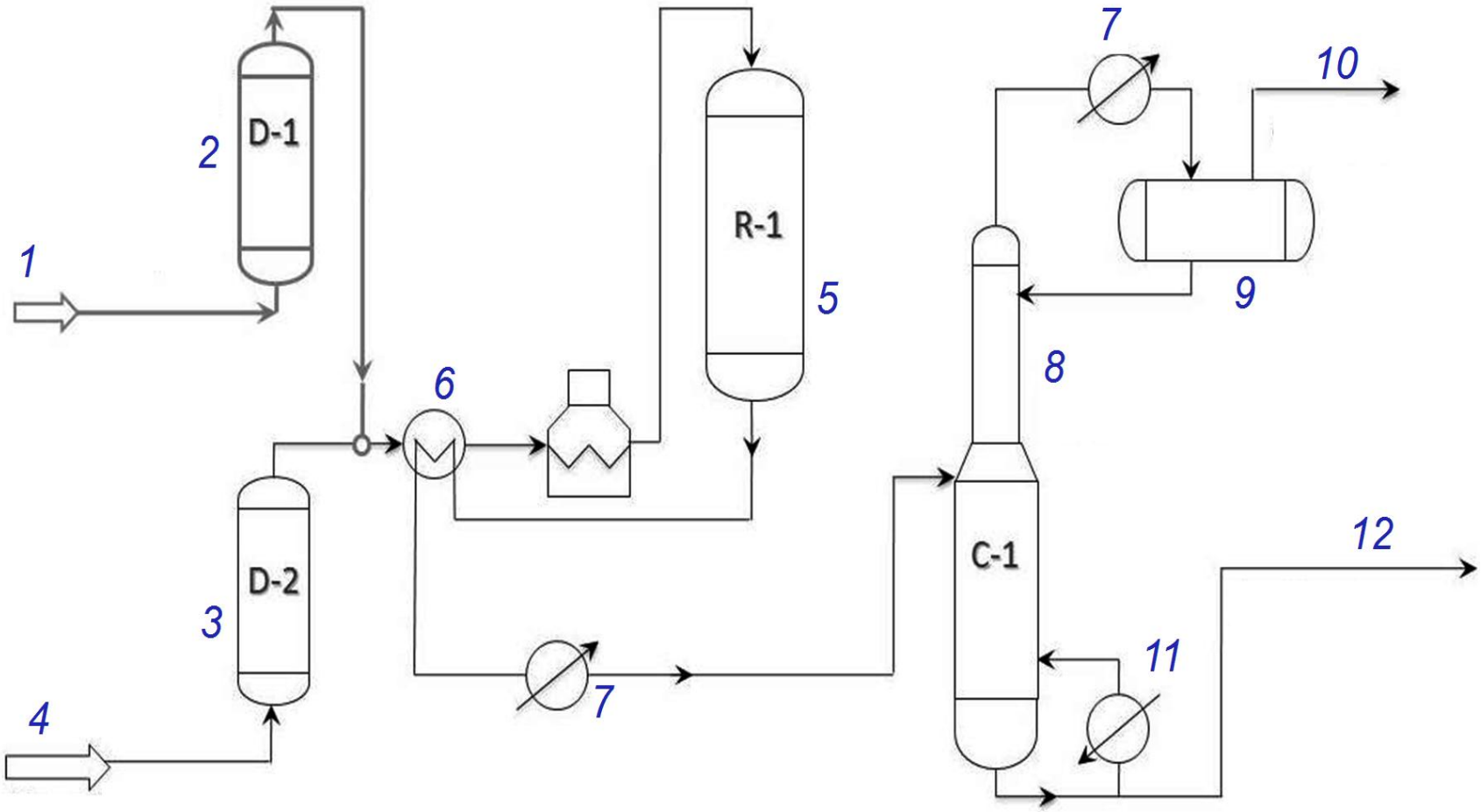
الشكل ٢-٤ مخطط انتاج البولي بروبلين . (لوحة)

٦-٢ مخطط انتاج الايزوبيوتان

ان الأزمرة من العمليات المهمة في الصناعة النفطية، إذ تقوم هذه العملية بتحويل المركبات الخطية الحلقات الى متشعبة الحلقات مما يزيد من العدد الاوكتاني وينتج وقوداً ذا كفاءة اعلى، واقل ضررا للبيئة. الشكل (٢-٥) يوضح مخططاً مبسطاً لازمرة البيوتان باستعمال الهيدروجين، إذ يتم تجفيف كل من البيوتان الخطي والهيدروجين بامرار كل واحد منهما على مجفف يحتوي على مناخل جزيئية من الالومينا قبل ان يمزجا بنسبة مولية تتراوح بين(0.5-2.5) ثم يسخن الخليط الغازي الى حوالي 180-220 ^{o} C عن طريق افران تعمل بالغاز الطبيعي قبل الدخول الى مفاعل الازمرة الذي يحوي على وسادة ثابتة من الحفاز (بلاتين محمل على الومينا) وهذا الحفاز يتسمم ببخار الماء ولذلك يتم تجفيف الهيدروجين والبيوتان قبل التفاعل. إن الضغط داخل المفاعل يتراوح بين bar ١٥-٣٠. والنواتج الخارجة (الايزوبيوتان والهيدروجين والمركبات الخفيفة (ك١ - ك٣) من اسفل المفاعل يتم الاستفادة من حرارتها بتسخين خليط الهيدروجين والبيوتان الداخل. لفصل الايزوبيوتان عن المركبات الاخرى يتم ادخال الخليط الى برج تثبيت (تقطير).

ويبين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات .

1	Hydrogenous gas	الغاز الهيدروجيني	2	H_2-gas dryer D-1	مجفف غاز الهيدروجين
3	Feed dryer D-2	مجفف خط التغذية	4	Normal butane	بيوتان خطي
5	Isomerization reactor R-1	مفاعل الازمرة	6	Heat Exchanger	مبادل
7	Condenser	مكثف	8	Stabilization column C-1	عمود التثبيت
9	Separator	فاصل	10	Gas C1-C3	غازات (ك١- ك٣)
11	Cooler	مبرد	12	Isobutane fraction	مقطع الآيزوبيوتان



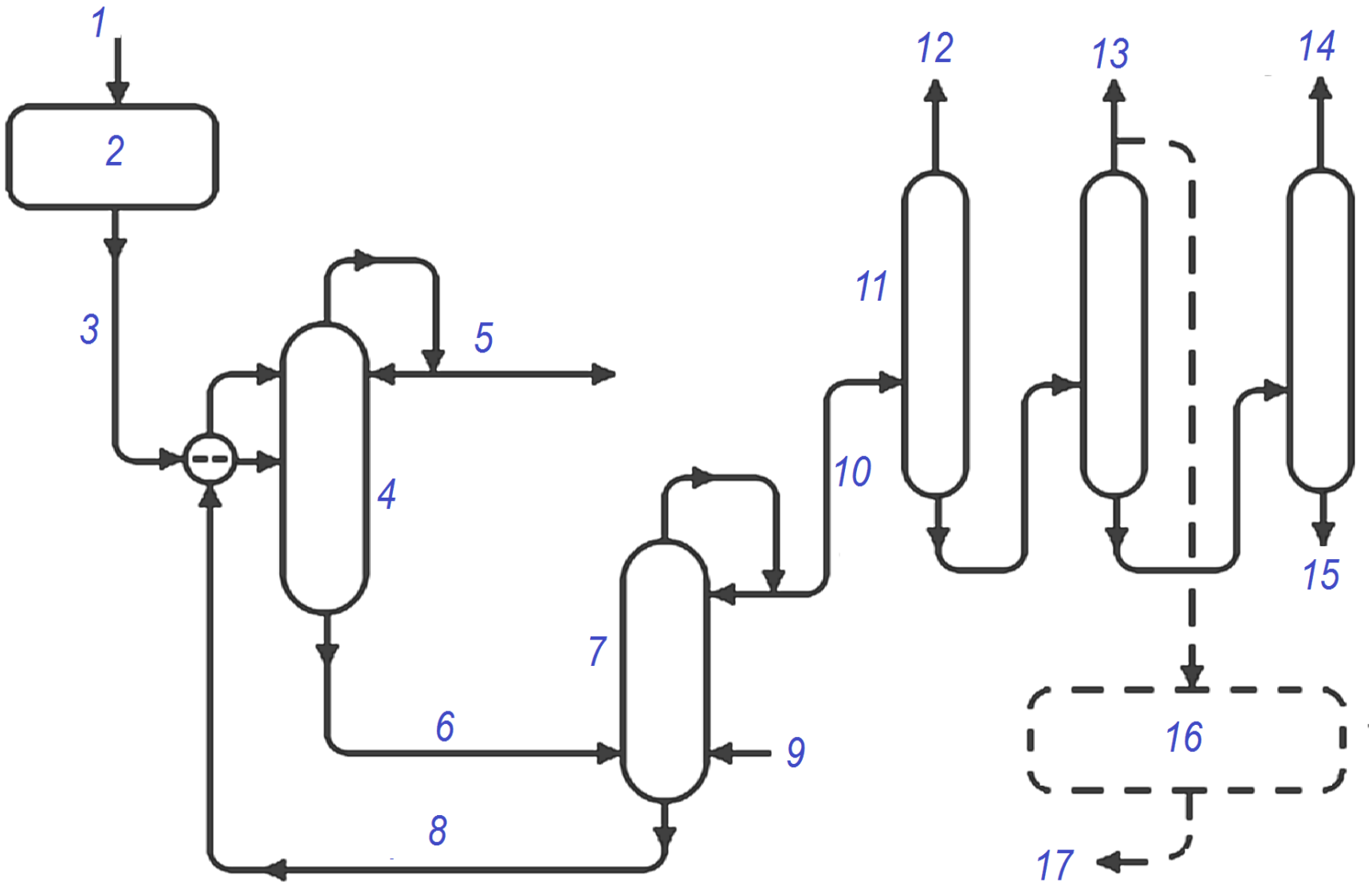
الشكل ٢-٥ مخطط انتاج الايزوبيوتان .(لوحة)

٢-٧ مخطط فصل المركبات الأروماتية

الشكل (٢-٦) يوضح مخطط استخلاص المركبات الأروماتية من النفثا المهذبة. تتضمن العملية ثلاث مراحل رئيسة، وهي على التوالي، برج التقطير الاستخلاصي الذي يستعمل فيه مذيب مثل (سلفوكساید او فورميل مورفولين) له قابلية جيدة لاذابة المركبات الأروماتية. يزود المذيب من اعلى البرج اما الخام فيدخل من الوسط. ينساب مستخلص أروماتية في المذيب من اسفل البرج ويرسل الى البرج الثاني الخاص بنزع المذيب عن الخليط بواسطة بخار الماء وإعادة المذيب من اسفل برج النزع الى برج الاستخلاص. اما خليط المواد الأروماتية فتخرج من الاعلى ليتم ارسالها الى وحدة التقطير التجزيئي التي تتكون من ثلاثة ابراج تفصل المكونات الأروماتية بحسب درجات غليانها، فالبرج الاول للأقل درجة غليان (البنزين) ثم الثاني للتولوين والثالث للزايلين. تمتاز طريقة التقطير الاستخلاصي ببساطة تصميم العملية ما ينتج كلفاً اوطئ للمعدات و الخدمات كما انها ملائمة لجميع الخامات بغض النظر عن المحتوى الروماتي.

ويبين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات .

1	Naphtha	نفثا	2	Catalytic Reformer	جهاز تهذيب محفز
3	Reformate	المادة المهذبة	4	Extractive Distillation	تقطير استخلاصي
5	Raffinate	مكرر (سائل مفصول عنه الشوائب)	6	Aromatic-rich Solvent	مذيب مشبع بالمواد أروماتية
7	Solvent recovery	استرجاع المذيب	8	Solvent Recycle	تدوير المذيب
9	Steam	بخار ماء	10	Aromatics	اروماتيات
11	Aromatic Fractionation Section	قاطع تقطير المادة أروماتية	12	Benzene	بنزين
13	Toluene	تولوين	14	Mixed xylenes	خليط زايلين
15	Aromatics+ C9	مواد اروماتية + ك ٩	16	Toluene Tran-Alkylation	الكلة التولوين
17	Benzene and Mixed Xylenes	بنزين وخليط زايلين			



الشكل ٢-٦ مخطط فصل المركبات الأروماتية. (لوحة)

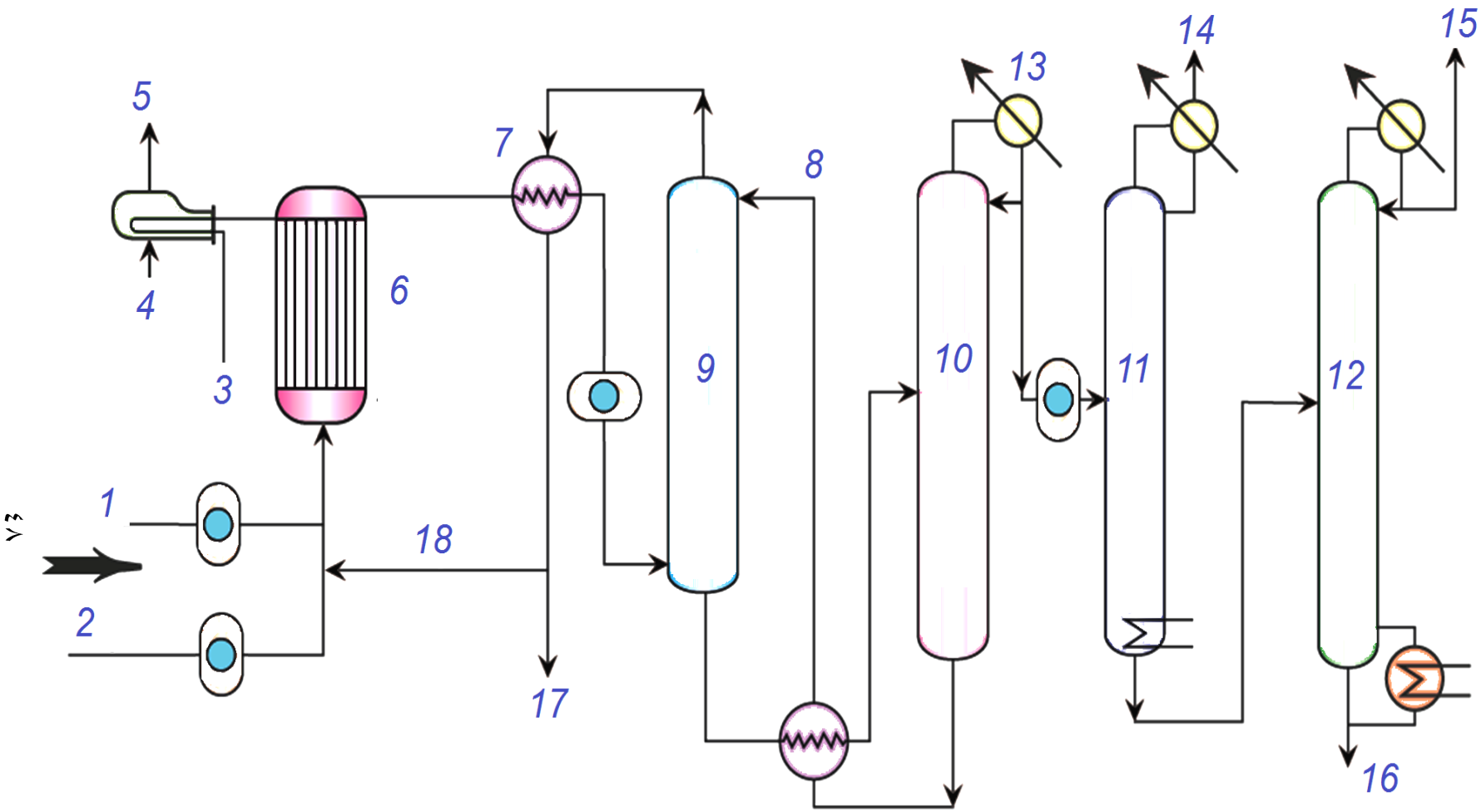
٢-٨ مخطط انتاج أوكسيد الأثيلين

هناك طريقتان لإنتاج أوكسيد الاثيلين هما طريقة الكلوروهيدرين، وطريقة الاكسدة المباشرة، وقد اكتسبت طريقة الاكسدة المباشرة اهمية كبيرة لما تتمتع به من ميزات اقتصادية عديدة و يعتمد اليوم انتاج اوكسيد الاثيلين كليا على طريقة الاكسدة المباشرة. الخطوات الرئيسة المتبعة بجميع وحدات الاكسدة المباشرة تتضمن اربع مراحل: تفاعلات أكسدة الاثيلين، فصل اوكسيد الاثيلين عن غازات التفاعل باستعمال الامتصاص بالماء عند الضغط الجوي الاعتيادي او ضغط عالٍ، تنظيف الغاز الراجع من النواتج العرضية، والمرحلة الاخيرة هي استرجاع اوكسيد الاثيلين و تنقيته بالتقطير.

في الشكل (٢-٧) مخطط لوحدة الاكسدة المباشرة باستعمال الهواء. يدفع الخام المتكون من الاثيلين والهواء علاوة على الغاز المدور الى المفاعل الرئيس، إذ يتاكسد قسم كبير من الاثيلين الى اوكسيد الاثيلين وثاني اوكسيد الكاربون والماء، والتفاعل باعث للحرارة إذ ان كمية الحرارة المتولدة تقدر بنحو (898 kcal/kg) (كيلو سعرة لكل كيلوغرام متفاعل) من الاثيلين ما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة المفاعل الى (250-300^{o} C) اما الضغط فيتراوح (15-21 bar) ويتم تبريد المفاعل بزيت حراري. تنساب نواتج التفاعل مع المواد غير المتفاعلة عبر مبادل حراري للتبريد الى 50^{o} C، ثم تضغط و تدفع الى برج الامتصاص الرئيس، إذ يرتفع الغاز في البرج الى الاعلى بينما ينساب تيار الماء الى الاسفل لامتصاص اوكسيد الاثيلين. يعاد قسم كبير من الغازات الخارجة من برج الامتصاص بعد تسخينها الى المفاعل ويطرح (Purging) 1% منها الى الجو لمنع تراكم الشوائب (مثل غاز الاركون) في خط الغاز. توحد السوائل المنسابة من اسفل برج الامتصاص وتسخن في مبادل حراري الى 80^{o} C ثم تدفع الى برج النزع، إذ يتم فيه فصل الجزء الأكبر من الماء وإعادته من اسفل برج النزع الى برج الامتصاص. اما المواد الخفيفة فتخرج من اعلى برج النزع الى برج التعرية إذ تتصاعد المواد الخفيفة بالتسخين إلى الأعلى وتطرح الى الجو أما أوكسيد الأثيلين فيرسل من اسفل برج التعرية الى برج التقطير لكي يتم التخلص من المواد (مثل مركبات الالديهايد وكميات ضئيلة من الاثيلين) من اسفل البرج اما اوكسيد الاثيلين فيخرج بنقاوة عالية من اعلى البرج.

ويبين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات .

1	Air	هواء	2	Ethylene	اثيلين
3	Dowtherm	وسط تبادل حراري نوع (داوثيرم)	4	H_2O	ماء
5	steam	بخار	6	Fixed bed tubular reactor 250-300 ^{o}C	مفاعل انبوبي ذو وسادة ثابتة
7	Heat Exchanger	مبادل حراري	8	Recycle H_2O	ماء مدور
9	Water Absorber	برج امتصاص الماء	10	desorber	عمود نزع
11	stripper	عمود تعرية	12	Refining still	وعاء تصفية
13	Condenser	مكثف	14	Light ends+H_2O	مواد خفيفة نهائية+ماء
15	Ethylene oxide	اوكسيد الاثيلين	16	Heavy ends	مواد ثقيلة نهائية
17	Purge stream	خط تنفيس	18	recycle	مدور



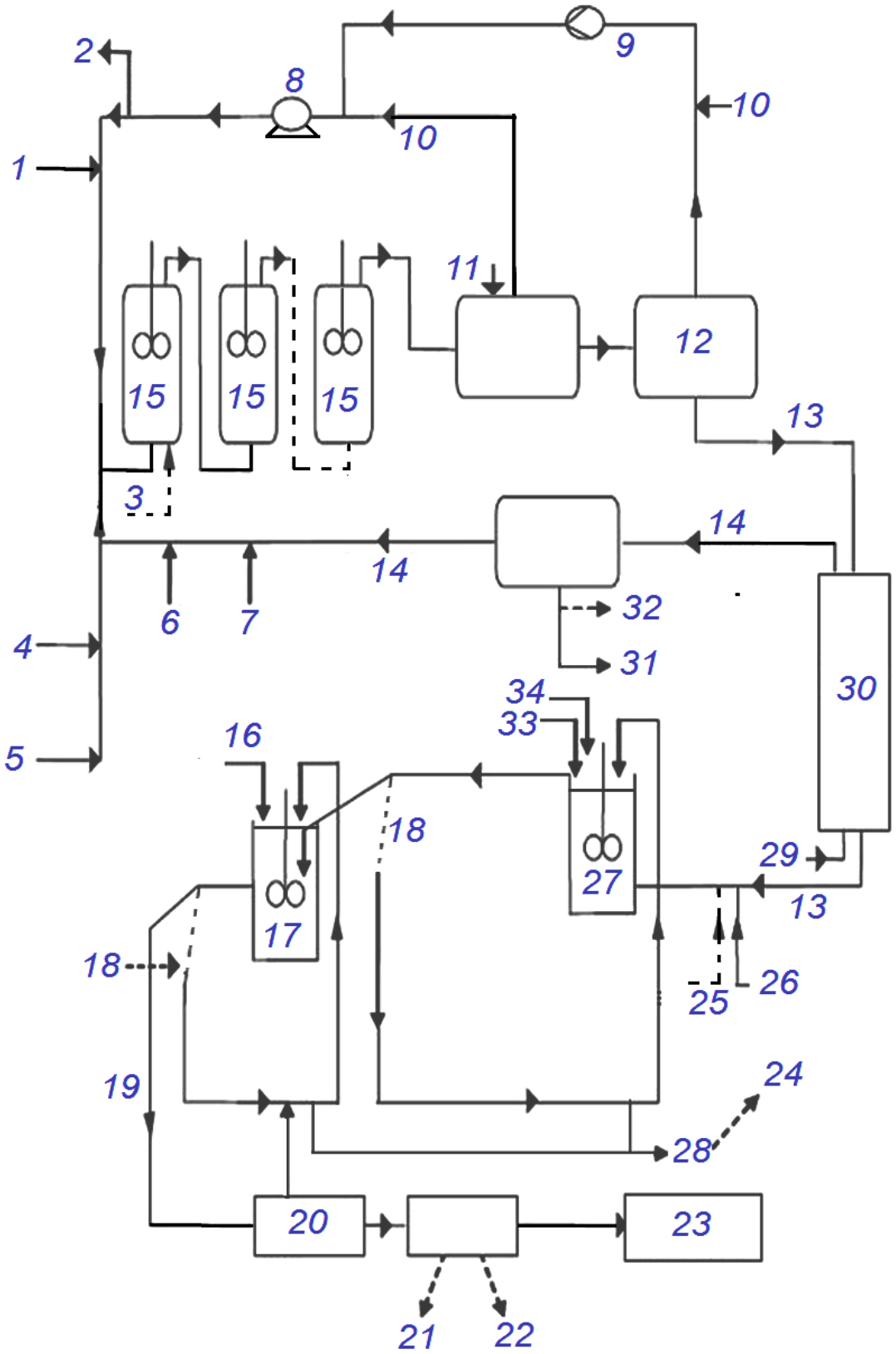
الشكل ٢-٧ مخطط انتاج أوكسيد الأثيلين. (لوحة)

٢-٩ مخطط إنتاج مطاط الستارين- بيوتاديين (SBR)

يعد مطاط الستايرين - البيوتاديين من أبرز انواع المواد المرنة من حيث الطاقة الانتاجية إذ يكوّن 60% من كمية المطاط المنتج عالميا بسبب خواصه الفيزياوية والميكانيكية الجيدة واعتدال الكلف الانتاجية. ينتج البوليمر بالبلمرة المشتركة لنحو (75%) بيوتاديين و (25%) ستايرين. الشكل (٢-٨) يوضح طريقة الانتاج. تتم العملية من خلال البلمرة المستمرة في ثلاثة من المفاعلات المربوطة على التوالي ذات الخلط المستمر وتعمل تحت الضغط الفراغي. إذ يضاف الماء الخالي من الايونات الى خليط البيوتاديين والستايريين لتكوين مستحلب ثم تضاف مجموعة من المواد الكيمياوية تتضمن (حفاز زيكلر ومحسنات) ويدفع الخليط الى المفاعل الاول. كل مفاعل مزود بملفات تبريد تضمن السيطرة على درجة الحرارة حسب مواصفات المنتج المطلوب. تتوقف البلمرة في المفاعل الثالث بعد اضافة مواد مثبطة للبلمرة الى المفاعل الثالث. يدفع المستحلب الى خزان يعمل تحت الضغط المخلخل ويعاد البيوتاديين غير المتفاعل الى المفاعل الاول عن طريق ضاغط. العصارة الخارجة من الوعاء تدفع الى برج التعرية إذ يفصل الستايرين غير المتفاعل باستعمال البخار ويعاد من اعلى برج التعرية الى خليط المفاعل الاول بعد التخلص من الماء والهيدروكربونات العالقة. المواد الخارجة من اسفل برج التعرية يضاف إليها مواد مانعة للأكسدة وزيوت خاصة قبل ادخالها الى خزان التخثير المجهز بخلاط وتضاف الى الخزان مواد حامضية مساعدة على التخثير. المواد المسحوبة من خزان التخثير تمرر على منخل هزاز إذ تفصل قطع المطاط وترسل الى خزان الترويق المزود بخلاط إذ تضاف الصودا الكاوية للمعادلة وبعد ذلك الى منخل هزاز ثانٍ ثم ترسل قطع المطاط الى مجفف ميكانيكي إذ يتم التخلص من المواد هيدروكاربونية اما بطردها مباشرة الى الجو، أو حرقها (حسب الكمية المنبعثة من المجفف). قطع المطاط الجاهزة ترسل الى التعبئة.

ويبين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات.

١	Butadiene	بيوتاديين	2	VOC (Volatile Organics) to air	مواد عضوية متطايرة الى الهواء
3	Catalyst	حفاز (عامل مساعد)	4	Soap	صابون
5	Demineralized Water	ماء خالٍ من المعادن	6	Modifier	محسن
7	Styrene	ستايريين	8	Compressor	ضاغط
9	Vacuum Pump	مضخة خلخلة ضغط	10	Recycle Butadiene	بيوتاديين مدور
11	Shortstops	مواد توقيف (انهاء)	12	Vacuum Tank	خزان مخلخل الضغط
13	Latex	عصارة	14	Recycle Styrene	ستاريين مدور
15	Reactors	مفاعلات	16	Caustic Soda	صودا كاوية
17	Leach Tank	خزان تنقية	18	Shaker Screen	منخل هزاز
19	Rubber Crumb	قطع المطاط	20	Mechanical Dryer	مجفف ميكانيكي
21	Combustion of Products to Air	حرق المواد الى الجو	22	VOC (Volatile Organics) to atmos.	مواد عضوية متطايرة الى الجو
23	Solid SBR to Packaging	مطاط الستايرين بيوتاديين الصلب الى التعبئة	24	Suspended Solids to Drain	المواد الصلبة تطرح للتصريف
25	Extender Oil	زيت توسعة	26	Antioxidant	مانع اكسدة
27	Coagulation Tank	خزان ترويب	28	Drain	تصريف
29	Steam	بخار ماء	30	Stripping Column	عمود نزع
31	Water	ماء	32	Hydrocarbons to Drain	مواد هيدروكاربونية الى التصريف
33	Acid	حامض	34	Coagulation Aid	مساعد التخثر



الشكل ٢-٨ مخطط طريقة انتاج مطاط الإستارين- بيوتاديين. (لوحة آثرائية)/الرسم للأطلاع فقط غير مطلوب للحفظ

٢-١٠ مخطط طريقة انتاج النايلون 6،6

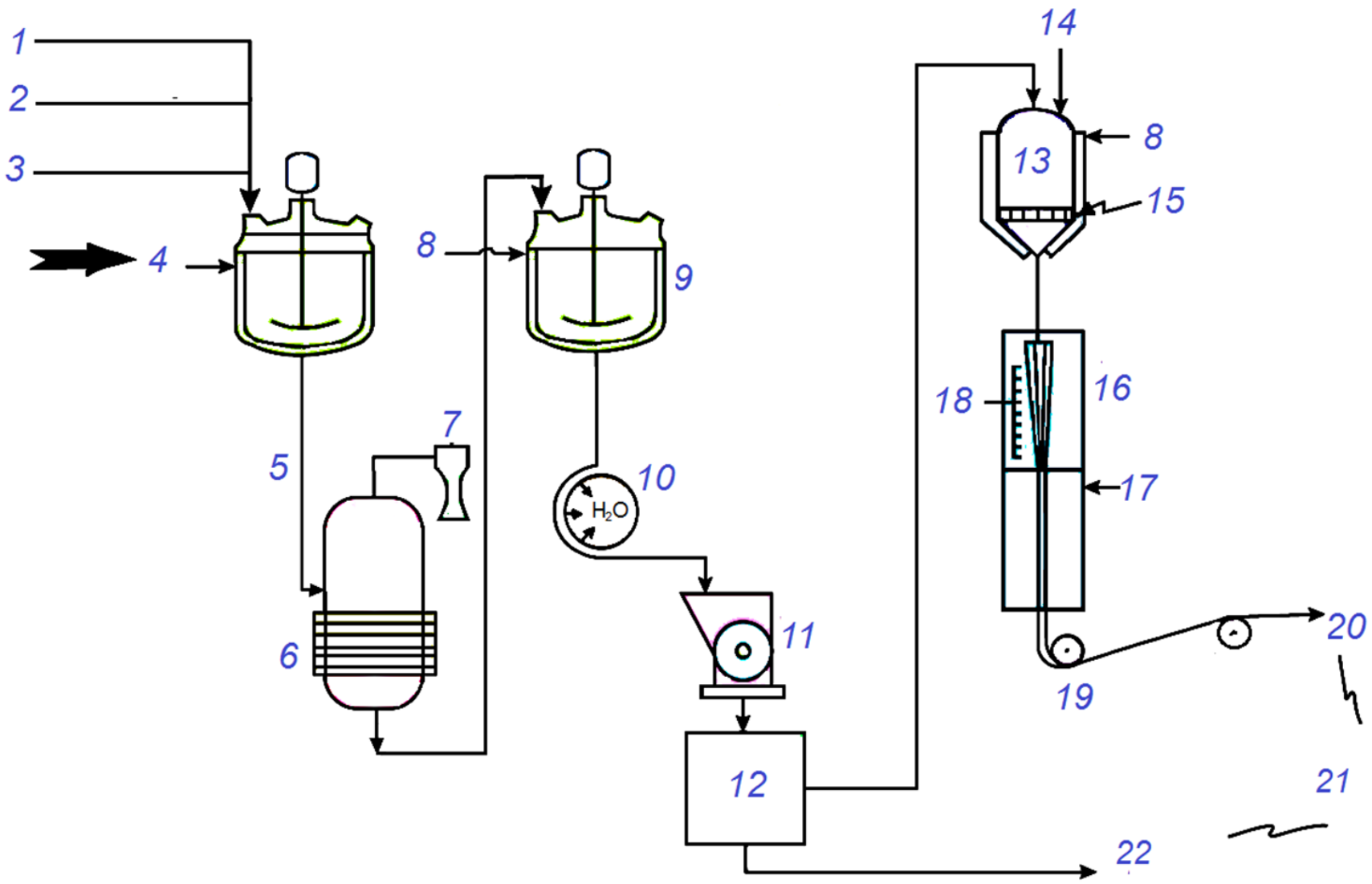
النايلون Nylon هو الاسم التجاري لعائلة من البوليميرات الاصطناعية التي تعرف عادة بالبولي أميدات الأليفاتية، وتدخل مادة النايلون في كثير من الصناعات ومن عائلة النايلون : نايلون- 6،6 ، نايلون- ٦ ، نايلون- 9،6 ، نايلون- 6 ،10 ، نايلون- 12،6 ، نايلون- ١١ ، نايلون- ١٢ ونايلون- 6،4 ، فمن الشائع صناعيا ذكر نوع البولي اميد تحت اسم النايلون ورقم يدل على عدد ذرات الكربون في المونيمرات المستعملة في انتاج النايلون، فالنايلون ٦،٦ هو هكسامثيلين اديباميد ينتج بالبلمرة التكثيفية لحامض الاديبيك (عدد ذرات الكاربون ٦)، وهكسامثيلين داي امين (عدد ذرات الكربون ٦).

تنطوي عملية إنتاج النايلون ٦،٦ المتكاملة في عدة خطوات رئيسة، الشكل (٢-٩)، إذ يتم خلط الأمين Amine والحامض Acid في محلول مائي، مع درجة حموضة pH مقدارها ٧.٨ لتشكيل ملح نايلون، ثم يتركز الملح تحت ضغط فراغي. وينقل بعد ذلك إلى جهاز الأوتوكلاف Autoclave إذ يتم إزالة ما تبقى من المياه. وترفع درجة الحرارة تدريجيا إلى $280\ ^oC$ في الجهاز لاستكمال البلمرة حيث تتم إزالة الماء المتكون من عملية التكثيف.

المنتج النهائي يبرد على شكل لفات من الأشرطة فوق اسطوانات تدور Rolls . ثم، يتم إرساله إلى مفرمة شريطية تنتج رقائق صغيرة، ما يسهل عمليتي الخزن وإعادة التدوير. ومن ثم إذابة هذه الرقائق عن طريق مسخنات تعمل بضغط بخار عالٍ، وبعد الترشيح يتم تمرير هذ المنصهر عبر ماكينة غزل منصهر النايلون لإنتاج ألياف النايلون. ونتيجة التبريد تتصلب هذه الخيوط، وتلف بعدها على البكرات بمعدل سرعة دوران 750 m/min (متراً في الدقيقة)، وذلك لإعطاء الألياف خصائص النسيج المرغوب فيها وبذلك الاجراء تكون قد تمددت الالياف لأربعة أمثال طولها الاصلي. أما إنتاج النايلون - ٦ فيكون مماثلا للإجراء المذكور والفرق الوحيد هو طبيعة البلمرة.

ويين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات

1	Adipic acid	حامض الاديبك	2	Hexamethylene diamine	سداسي المثيلين ثنائي الامين
3	Acetic acid	حامض الخليك	4	Steam	بخار
5	Nylon salt	ملح النايلون	6	Salt concentration	تركيز الملح
7	Vacuum Device	جهاز تفريغ	8	Dowtherm	سائل لتحسين انتقال الحرارة
9	Nylon polymerizer	مبلور النايلون	10	Casting roll	اسطوانة صب
11	Ribbon chopper	مفرمة شريطية	12	Nylon resin	راتنج النايلون
13	Melt tank	خزان صهر	14	N_2 pressure	غاز نيتروجين مضغوط
15	Filter	مرشح	16	Melt spinning machine	ماكنة غزل منصهر النايلون
17	Steam conditioner	منظم بخار	18	Air	هواء
19	Cold drawing	سحب خيوط النايلون بدون تسخين	20	Filament – tread to textile	شعيرات وخيوط لغرض انتاج النسيج
21	6 – 6 Nylon	النايلون ٦ – ٦ المنتج	22	Resins	راتنجات



الشكل ٢-٩ مخطط انتاج النايلون ٦,٦ . (لوحة)

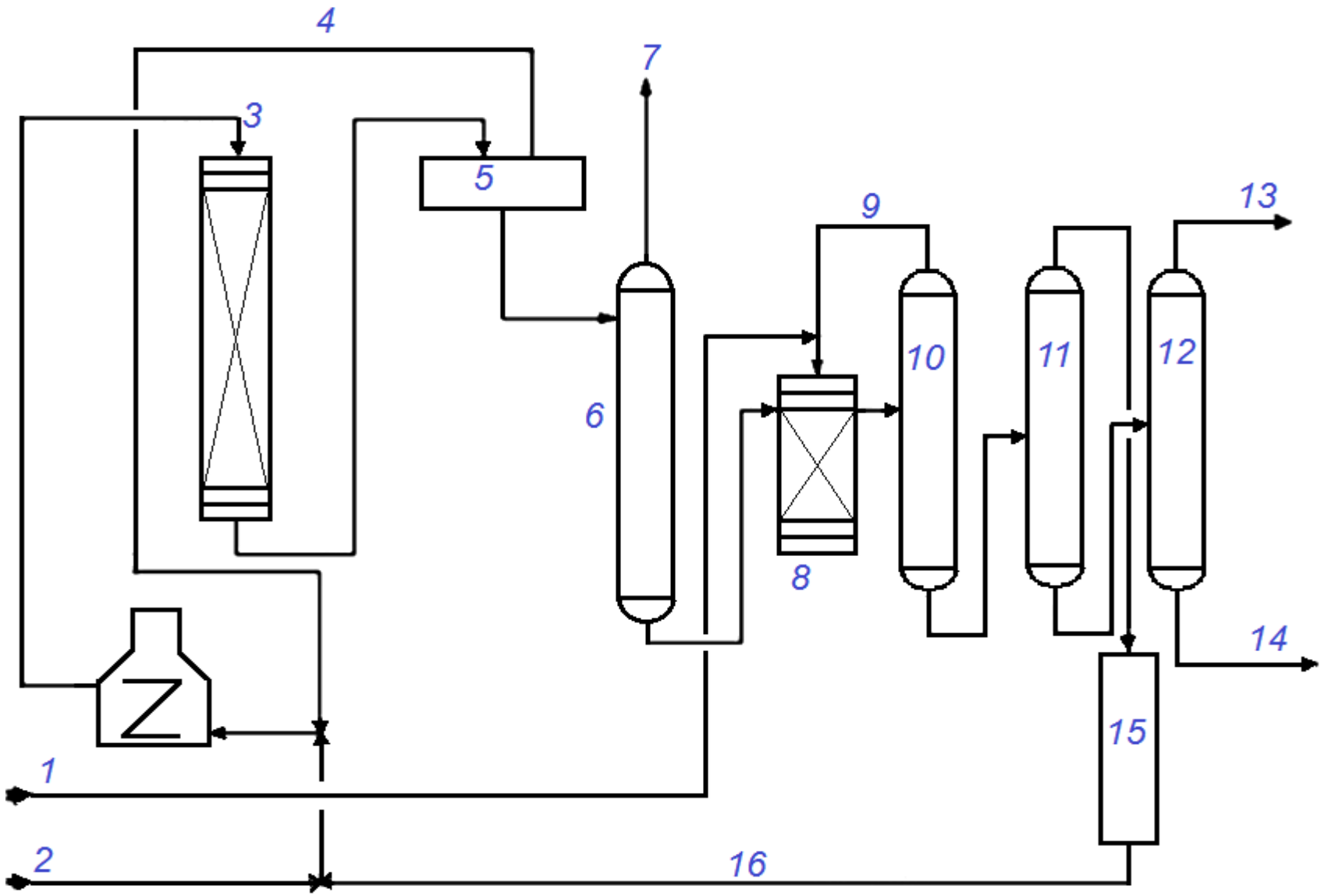
٢-١١ مخطط الوحدات الاساسية لمجمع الكيل بنزين

الكيل البنزين الخطي (Linear Alkyl Benzene) LAB يكون بشكل سلسلة من المركبات العضوية مع الصيغة C6H5CnH2n + 1. وهو سائل زيتي عديم اللون وله كثافة 0.8628 g/cm3 ونقطة الغليان من 282-302^{o} C، وتعد من المركبات التي لها أهمية تجارية كبيرة.

يتم إنتاج الكيل البنزين الخطي حصرا من مشتقات البترول ومن البارافينات، من الكيروسين (عادة في نطاق C_{10}-C_{13})، وبنزين. وتعتمد التكنولوجيات التقليدية على حامض الهيدروفلوريك (HF) أو ألكلة كلوريد ألمونيوم، إذ تصنع تجاريا باستعمال عملية التكثيف الكلاسيكية أو الألكلة عن طريق التحفيز بحامض قوي لمادة ألكايل بنزين مع الأوليفينات، وتعد كونها مركبات لها أهمية تجارية كبيرة. وتستعمل سلفونات الكيل بنزين الخطية (Linear Alkyl Benzene Sulfonate) LAS (المركبات التي تنتج بعملية السلفنة Sulfonation من الكيل بنزين الخطي) في صناعة المنظفات وغيرها من المنتجات. ويبين الشكل (٢-١٠) مخطط الوحدات الأساسية لمجمع الكيل بنزين الخطي.

ويبين الجدول أدناه اسماء رموز الأجهزة والمنتجات

Linear Paraffin	برافين خطي	٢	Benzene	بنزين	١
Hydrogen Recycle	اعادة تدوير الهيدروجين	٤	Dehydrogenation Reactor	مفاعل التخلص من الهيدروجين	٣
Stripper	عمود انتزاع	٦	Separator	فاصل	٥
Alkylation Reactor Section	مفاعل الألكلة	٨	Light Ends	مشتقات نهائية خفيفة	٧
Benzene Column	عمود البنزين	١٠	Benzene Recycle	اعادة تدوير البنزين	٩
Alkylation Column	عمود الالكلة	١٢	Paraffin Column	عمود البرافين	١١
Heavy Alkylate	الكيلات ثقيلة	١٤	LAB	الكيل البنزين الخطي	١٣
Paraffin Recycle	اعادة تدوير الالكيل	١٦	Paraffin Treator	معالج البرافين	١٥



الشكل ٢-١٠ مخطط الوحدات الأساسية لمجمع الكيل بنزين الخطي . (لوحة)

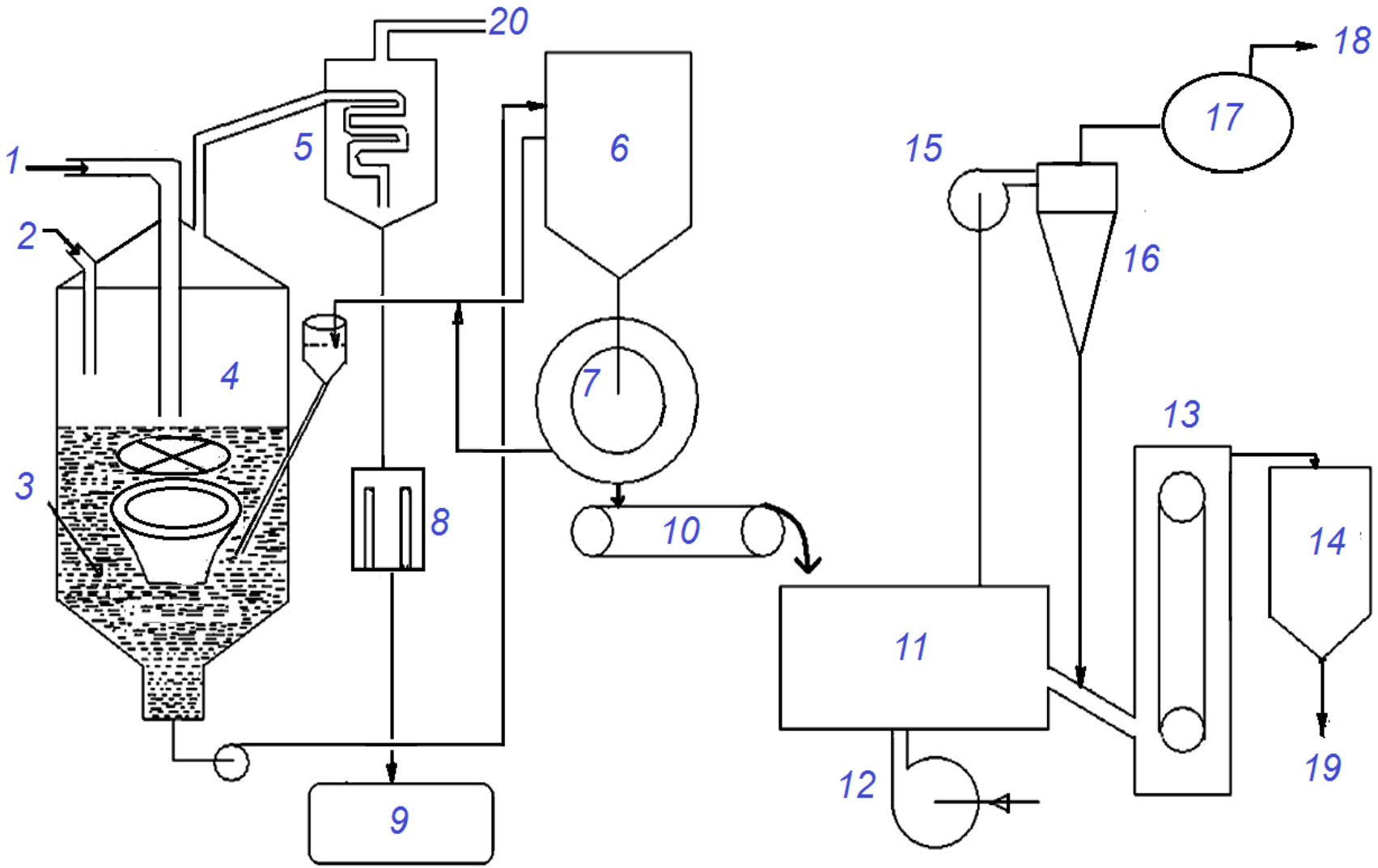
٢-١٢ مخطط لإنتاج سماد كبريتات الأمونيوم

كبريتات الأمونيوم هي سماد نيتروجيني يحتوي على مصدر إضافي من الكبريت القابل للذوبان، الذى يعد مادة مغذية ثانوية للنبات. ان احدى طرق إنتاج كبريتات الأمونيوم هي التفاعل المباشر لحامض الكبريتيك المركز مع غاز الأمونيا، ويتطور التفاعل إلى الخطوات الآتية :

أ) تفاعل الأمونيا مع حامض الكبريتيك : يتم إدخال الكميات المحددة نظرياً للأمونيا بحالتها الغازية المسخنة، وحامض الكبريتيك المركز (٩٨.٥% وزن/ وزن) إلى جهاز التبخير ـ المبلور (يعمل تحت ضغط مخلخل). ويتم الوصول إلى هذه النسب من خلال جهاز تحكم يسجل التدفق، ويتم خلط هذه النسب بصورة صحيحة باستعمال مضخة دوارة (من الجزء العلوي للمبلور الى جهاز التبخير).

ب) البلورة : يحدث التفاعل داخل المبلور، إذ تتسبب حرارة التفاعل بين غاز الأمونيا والحامض المركز في تبخير المياه ما يؤدي الى تشبع المحلول. ويستقر المحلول (فوق المشبع) في قاع المبلور، إذ يتم ضخه إلى مرشح معدني مفرغ لكي يتم فصل بلورات كبريتات الأمونيوم فيه.

ج) تجفيف بلورات كبريتات الأمونيوم الرطبة: يتم نقل بلورات كبريتات الأمونيوم الرطبة عبر سير ناقل لكي يتم تجفيفها بالهواء الساخن. ثم تبرد وتنقل الى خزان الإنتاج إذ تعبأ بأكياس حسب الطلب. يتم سحب غبار البلورات المتصاعد من المجفف عبر ساحبة ابخرة الى فاصل سايكلوني إذ تفصل الجزيئات الصلبة عن الغازات، وتعاد الى منظومة تبريد المنتج. الشكل (٢-١١) يبين المخطط.



الشكل ٢-١١ مخطط انتاج سماد كبريتات الامونيوم من غاز الامونيا وحامض الكبريتيك. (لوحة)

ويبين الجدول ادناه اسماء رموز الاجهزة والمعدات والمنتجات

1	Coke oven gas	غاز الطبخ (*)	٢	Sulfuric acid	حامض الكبريتيك
٣	Nitrogen	نتروجين	٤	saturator	مبلور
٥	Acid trap	مصيدة قطرات الحامض	٦	Crystal receiving tank	خزان استلام البلورات
٧	centrifuge	فاصل بالطرد المركزي	٨	Circulating pump	مضخة تدوير
٩	Mother liquor tank	خزان المحلول الام	١٠	Belt conveyor	سير ناقل
١١	Fluidized bed dryer	مجفف البلورات بالاسابة	١٢	Forced fan	دافعة غازات
١٣	Bucket elevator	سير غراف	١٤	Storage tank	خزان المنتج
١٥	Suction fan	ساحبة غازات	١٦	Cyclone separator	فاصل سايكلوني
١٧	Dust collecting tank	خزان تجميع غبار المنتج	١٨	To Atmosphere	الى الجو
١٩	Ammonium sulphate	سلفات الأمونيوم	٢٠	CO Gas	غاز أول أوكسيد الكربون

ملاحظة :- (*) المخطط يعتمد على الأمونيا الموجودة في غاز الطبخ .

٢-١٣ طريقة انتاج مساحيق الغسيل

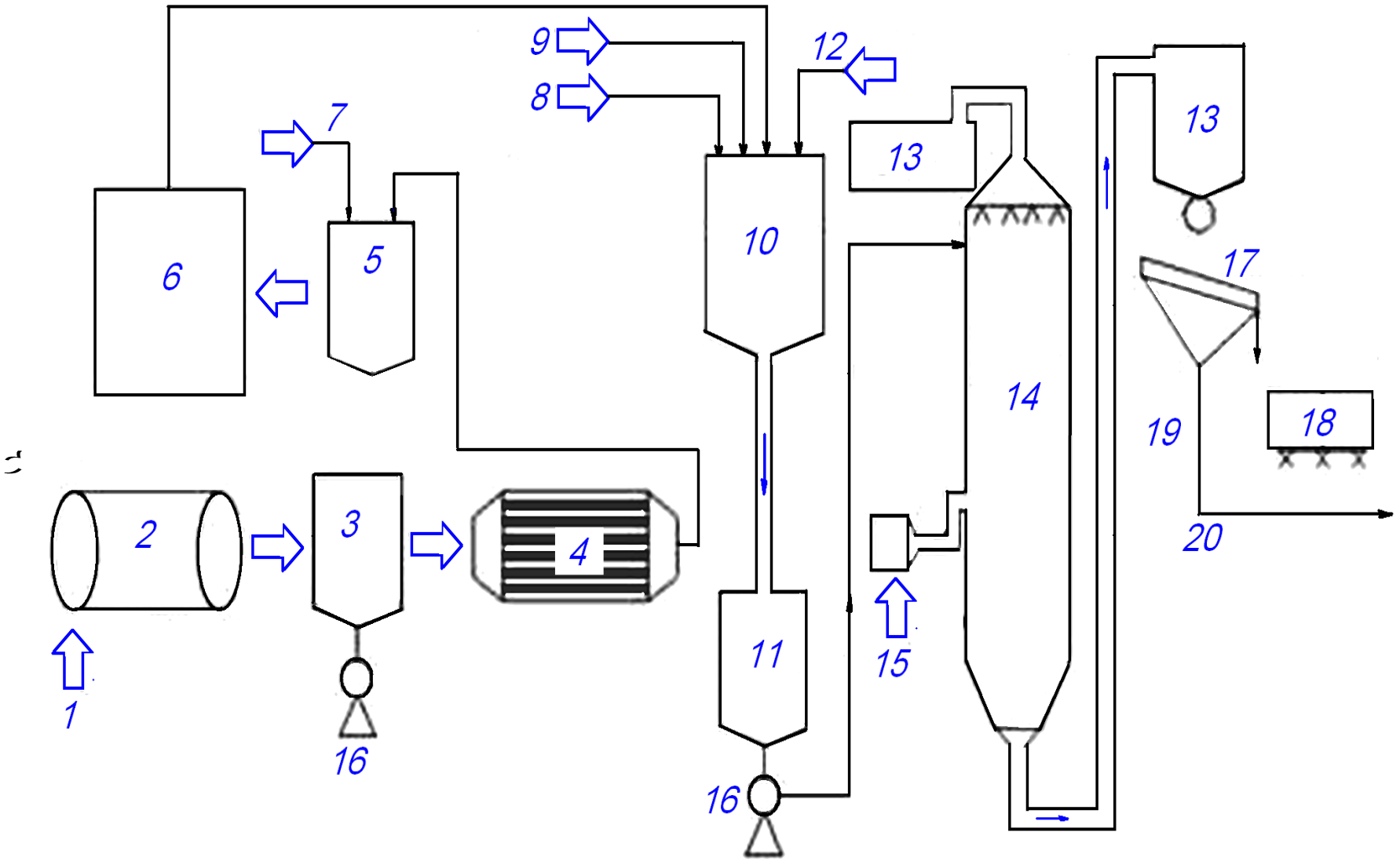
يتم استعمال الصودا الكاوية Caustic Soda في إنتاج أنواع مختلفة من المنظفات. إذ يتم تصنيع مساحيق الغسيل حتى الحديثة منها بإضافة كميات كبيرة من الصودا الكاوية لمعادلة الحامض Oleum الزائد بعد مرحلة تفاعل السلفنة Sulfonation.

الشكل (٢-١٢) يوضح مخطط طريقة انتاج مساحيق الغسيل، إذ يتم سلفنة الكيل البنزين بإضافته مع حامض الكبريتيك المركز (الداخن) في مفاعل السلفنة ثم يبرد خليط التفاعل ويدفع الى خزان التعادل إذ يتم اضافة محلول قاعدي من الصودا الكاوية ثم يدفع الى خزان التجميع وبعد ذلك يتم تشكيل العجينة وتجانسها في خلاط، وإضافة نسب من المركبات (فوسفات الصوديوم، سلفات الصوديوم، سيليكا، معطرات، أنزيمات،

ومواد قصر) لغرض تحسين مواصفات المنتج، وبعد المجانسة الكاملة تدفع العجينة الى أعلى برج التجفيف إذ ترش عن طريق نوزلات ويقابلها من الأسفل هواء يتم تسخينه عن طريق افران تعمل بالغاز الطبيعي، وأثناء سقوط قطرات العجينة يتم تجفيفها وتحبيبها، إذ تنقل من اسفل البرج بواسطة تيار هوائي الى مناخل، وبعد ذلك تعبأ في اكياس. الهواء الساخن الخارج من أعلى البرج يمرر الى فاصل سايكلوني لعزل جزيئات المسحوق المتطايرة مع الهواء وإعادتها الى خزان المجانسة.

ويبين الجدول ادناه اسماء رموز الاجهزة والمعدات والمنتجات

١	Alkyl benzene Oleum +	الكيل البنزين + حامض الكبريتيك الداخن	٢	Sulfonator	مفاعل السلفنة
٣	Surge Tank	خزان وسطي	٤	Cooler	مبرد
٥	Neutralizer	خزان المعادلة	٦	Surfactant Storage	خزان مادة الشد السطحي
٧	Caustic Soda	الصودا الكاوية	٨	Dry scrap	مكسرات المنتج الجافة
٩	Silicate	سليكات	١٠	Crutcher	خزان المجانسة
١١	Drop Tank	خزان تجميع	١٢	Phosphate	فوسفات
١٣	Cyclone	فاصل سايكلوني	١٤	Spray tower	برج ترذيذ
١٥	Furnace	فرن	١٦	Pump	مضخة
١٧	Screen	منخل	١٨	Perfume	معطر
١٩	Air lift	رفع بالهواء	٢٠	To Packing	الى التعبئة



الشكل ٢-١٢ مخطط لطريقة انتاج مساحيق الغسيل. (لوحة)

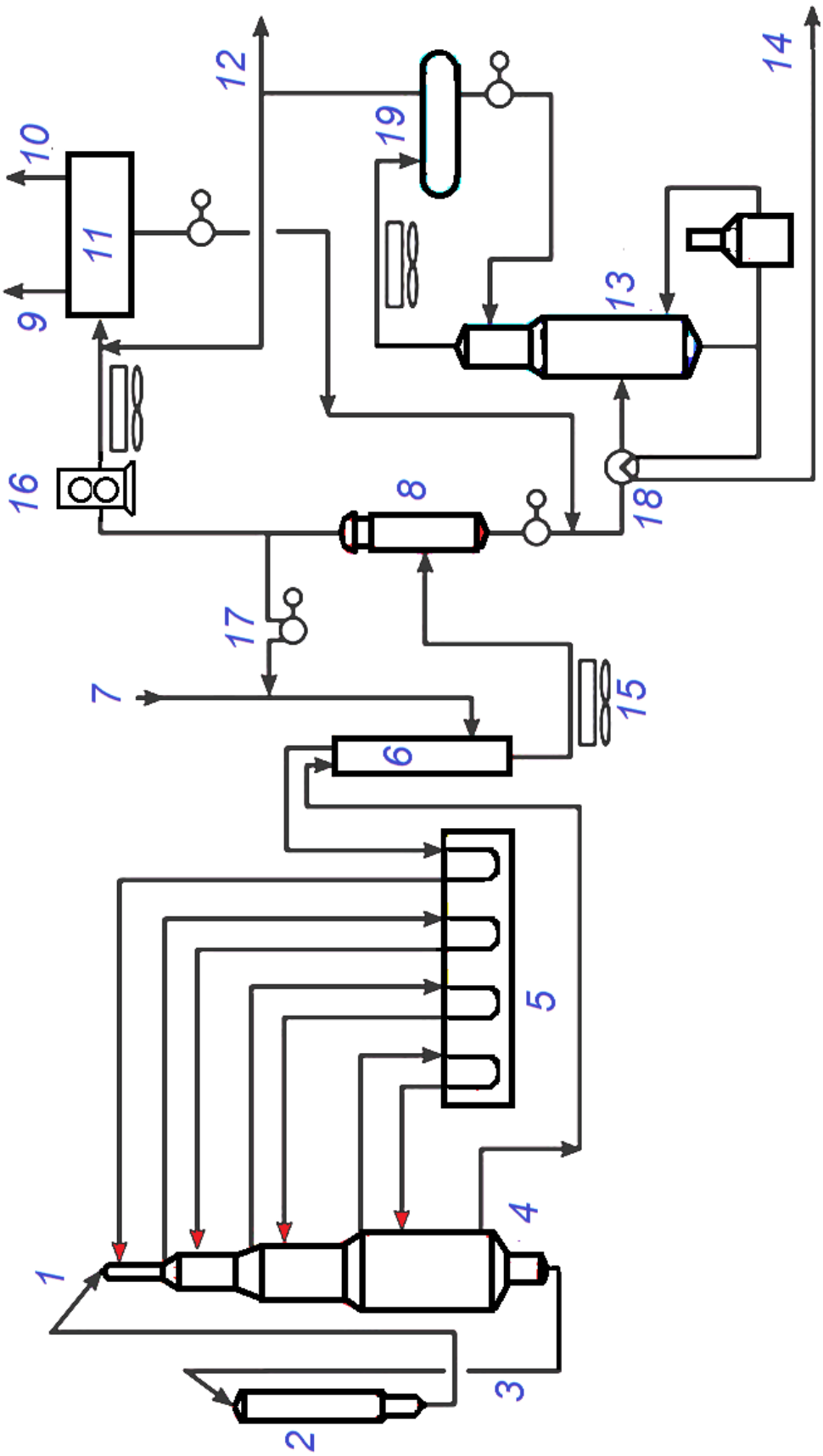
٢-١٤ عملية سايكلير (Cyclar) لإنتاج الأروماتيات من البروبان والبيوتان

في طريقة سايكلير، الشكل (٢-١٣)، تجري تفاعلات تكوين أروماتيات، باربع مراحل رئيسة، ازالة الهيدروجين من البروبان او البيوتان وتكوين الاوليفينات المناظرة، ثم بعد ذلك البلمرة الثنائية، ويلي ذلك تكوين حلقة السايكلوهكسان التي في المرحلة الاخيرة يزال منها الهيدروجين لتكوين أروماتيات. تعمل طريقة سايكلير بطريقة التنشيط المستمر للحفاز (العامل المساعد) وهو من نوع الطبقة المتحركة.

يضاف الحفاز من أعلى المفاعل بعد تسخينه لتعويض حرارة التفاعل، ثم يؤخذ الحفاز من اسفل المفاعل الى وحدة التنشيط الناتج من المفاعل يفصل الى سائل يحوي على أروماتيات، ومواد غير متفاعلة يتم تدويرها، وغازات وهيدروجين ذي نقاوة عالية، إذ يفصل بالتبريد والاهتزاز. تبلغ انتاجية أروماتيات نحو (٦٣% وزنا) للبروبان كمادة اولية و(٦٧% وزنا) للبيوتان كمادة اولية، مقابل استهلاك كمية من الهيدروجين تتراوح بين ١٩٩٥-٢١٠٠ قدم مكعب لكل برميل من الخام. تفصل المركبات الأروماتية بنقاوة عالية تبلغ (٩٩%). أما الهيدروجين الخارج فتبلغ نقاوته نحو (٩٥%).

ويبين الجدول ادناه اسماء رموز الاجهزة والمعدات والمنتجات

١	Stacked Reactor	مفاعل محمل بالعامل المساعد	٢	CCR (Continuous Catalytic Reactor) Regenerator	مفاعل التنشيط المستمر للعامل المساعد
٣	Regenerated Catalyst	عامل مساعد معاد	٤	Spent Catalyst	عامل مساعد مستهلك
٥	Fired Heaters	سخانات ذات الشعلة	٦	Combined Feed Exchanger	مبادل التغذية المشترك
٧	Fresh LPG Feed from Dryers	غاز نفطي مسال نقي قادم من المجففات	٨	Separator	فاصل
٩	Hydrogen Product	منتج الهيدروجين	١٠	Fuel Gas	غاز الوقود
١١	Gas recovery section	قسم فصل الغاز	١٢	Light Ends Drag to Fuel Gas	مركبات خفيفة تخلط مع غاز الوقود
١٣	Stripper	عمود انتزاع	١٤	C_6 + Aromatic Products	(الناتج) مركبات هيدروكربونية تحتوي على ٦ ذرات كربون + مركبات اروماتية
١٥	Air Cooled Exchanger	مبادل تبريد بالهواء	١٦	Rotary Compressor	ضاغط دوار
١٧	Gauge	مقياس ضغط	١٨	Shell and Tube Heat Exchanger	مبادل حراري نوع (الصدفة والأنبوب)
١٩	Tank	خزان			



الشكل ٢-١٣ طريقة سايكلير لإنتاج الأورمانيات من البروبان والبيوتان. (لوحة)

هذا المخطط للأطلاع فقط

٢-١٥ مخطط لطريقة انتاج سماد السوبرفوسفات الأحادي

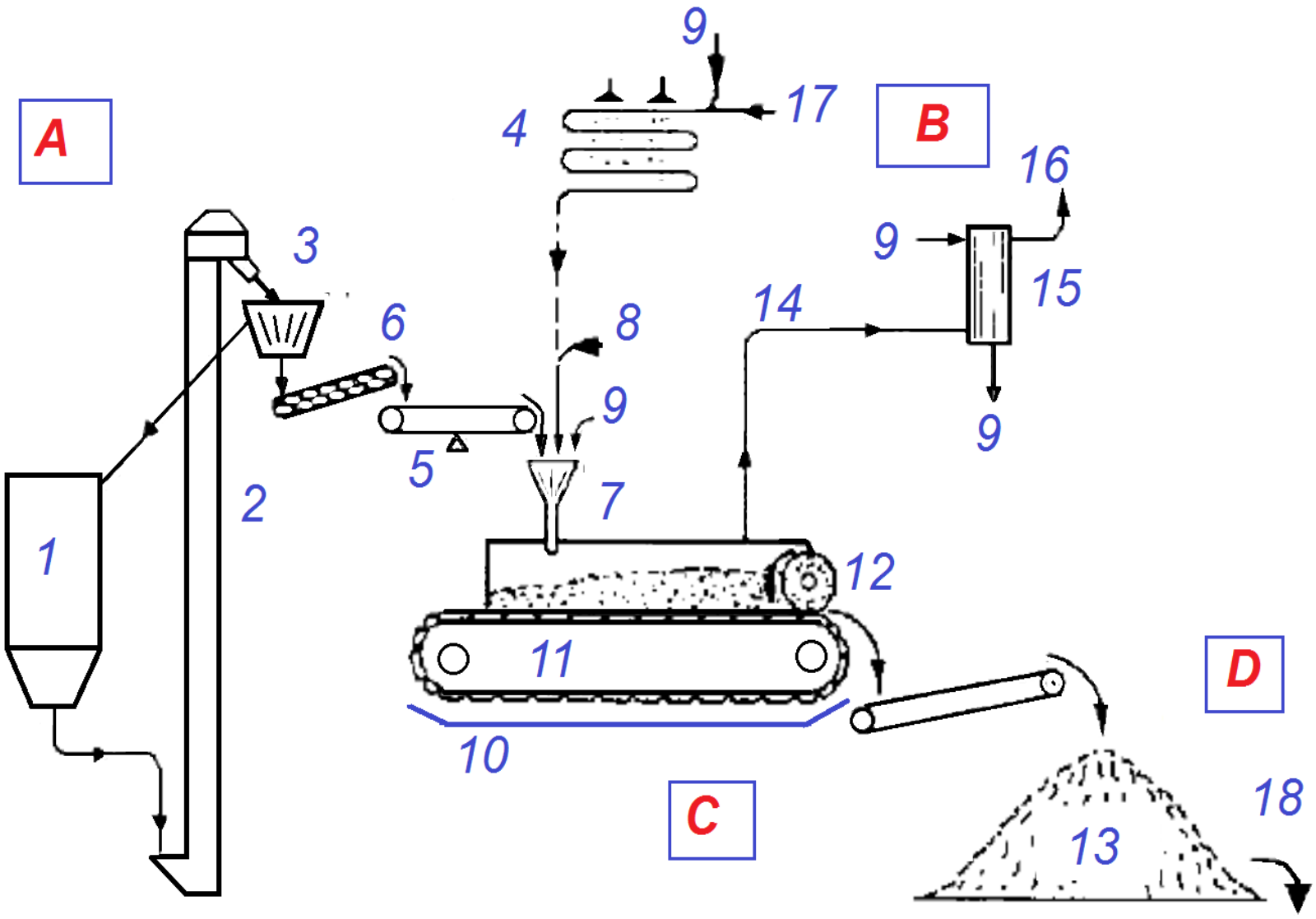
الشكل (٢-١٤) يوضح مراحل انتاج سماد السوبرفوسفات الأحادي، المرحلة الاولى Phosphate Rock Preparation (تهيئة صخور الفوسفات)، تتضمن طحن الصخور الفوسفاتية ووضعها في خزان التغذية. ثم تنقل الى خزان التغذية الوسطي عن طريق سير غرّاف، ويتم اعادة الفائض من خزان التغذية الوسطي الى خزان الصخور المطحونة. المرحلة الثانية Mixing with Acid (الخلط مع الحامض)، تتضمن خلط الصخور الفوسفاتية مع حامض الكبريتيك المركز. إذ يتم ضخ حامض الكبريتيك المركز (٩٨%) ويضاف اليه الماء لتقليل التركيز الى (٩٣%) ونتيجة لارتفاع درجة الحرارة بسبب التخفيف يمرر على مبادلات حرارية لتبريده ويدفع بكميات محددة الى وعاء التفاعل حيت يتفاعل مع كميات موزونة من الصخور الفوسفاتية المطحونة. وعاء التفاعل يكون على شكل مخروط مبطن بطابوق مقاوم للحوامض و مزود بخلاط كهربائي لزيادة كفاءة التفاعل، إذ تستمر عملية التفاعل من ١ الى ٢ ساعة. وتتكون فوسفات الكالسيوم بمحتوى وزني مكافئ (20% من الأوكسيد الفوسفاتي) وحسب معادلة التفاعل.

$$CaF_2.3Ca_3(PO_4)_2 + 7H_2SO_4 + 3H_2O \longrightarrow 3CaH_4(PO_4)_2.H_2O + 2HF + 7CaSO_4$$

يتم في المرحلة الثالثة Curing & Drying (المعالجة والتجفيف)، يتم فيها تجفيف نواتج التفاعل عن طريق نشرها على سير ناقل يتحرك ببطء خلال مجفف بالهواء الحار، ثم يتم تحويله الى حبيبات عن طريق اسطوانة تحبيب دوارة. الابخرة والجزيئات المتطايرة من المرحلة الثالثة يتم ارسالها الى عمود غسل بالماء للحفاظ على جو المصنع من التلوث. اما المرحلة الرابعة (الاخيرة) Milling & Bagging (الطحن والتعبئة)، فيتم نقل المنتج (الّذي يحتوي على 16-20% P_2O_5) الى مخزن مفتوح عن طريق حزام متحرك ويترك لمدة اسبوع لغرض استكمال التفاعل، ثم يجهز كسماد لغرض التعبئة.

ويبين الجدول ادناه اسماء رموز الاجهزة والمعدات والمنتجات

1	Ground Phosphate Rock Storage	خزان صخور الفوسفات المطحونة	10	Continuous den	وعاء مغلق ذو ارضية دوارة
2	Elevator Conveyor	مصعد ناقل	11	Slot Conveyer	سير ناقل محزز
3	Surge Tank	خزان التغذية الوسطي	12	Disintegrator	محبب
4	Cooler	مبرد (فقط عند استعمال ٩٨% من حامض الكبريتيك)	13	Storage Pile	كومة خزين
5	Weigh Feeder	وزان ثغذية	14	Fume	دخان
6	Metering Screw	ناقل لولبي للوزن	15	Fume Scrubber	عمود غسل الدخان
7	Cone Mixer	وعاء خلط مخروطي	16	Exhaust	خروج
8	Sulfuric Acid 93%	حامض الكبريتيك 93%	١٧	Sulfuric Acid 98%	حامض الكبريتيك 98%
9	Water	ماء	١٨	Run-of-Pile Superphosphate	استعمال من خزين السوبر فوسفات
A	Phosphate Rock Prep	تهيئة صخور الفوسفات	B	Mixing with Acid	الخلط مع الحامض
C	Curing & Drying	المعالجة والتجفيف	D	Milling & Bagging	الطحن والتعبئة



الشكل ٢-١٤ مخطط مبسط لطريقة انتاج سماد السوبر فوسفات الاحادي. (لوحة)

٢-١٦ مخطط لإنتاج الفينول والاستون من الكيومين

يعد الفينول من أبرز المواد البتروكيمياوية التي تحتاجه العديد من الصناعات البتروكيماويات كمادة اولية بدءا من المذيبات للبوليمرات، فضلا عن كونه مطلوباً لعدة عمليات بتروكيماوية كمادة خام مهمة.

يمكن أن ينتج الفينول من مصادر عديدة مثل الكيومين، التولوين والبنزين، واعتمادا على هذه المواد الخام، وتطبيق مختلف التحولات الكيميائية والمبادئ الفيزيائية الأساسية.

تعد طريقة انتاج الفينول عن طريق اكسدة الكيومين في الطور السائل، الشكل (٢-١٥) المسلك الرئيس لإنتاج الفينول عالميا. و تغطي 90% من الانتاج. و تعتمد الطريقة الانتاجية على تفاعلين:

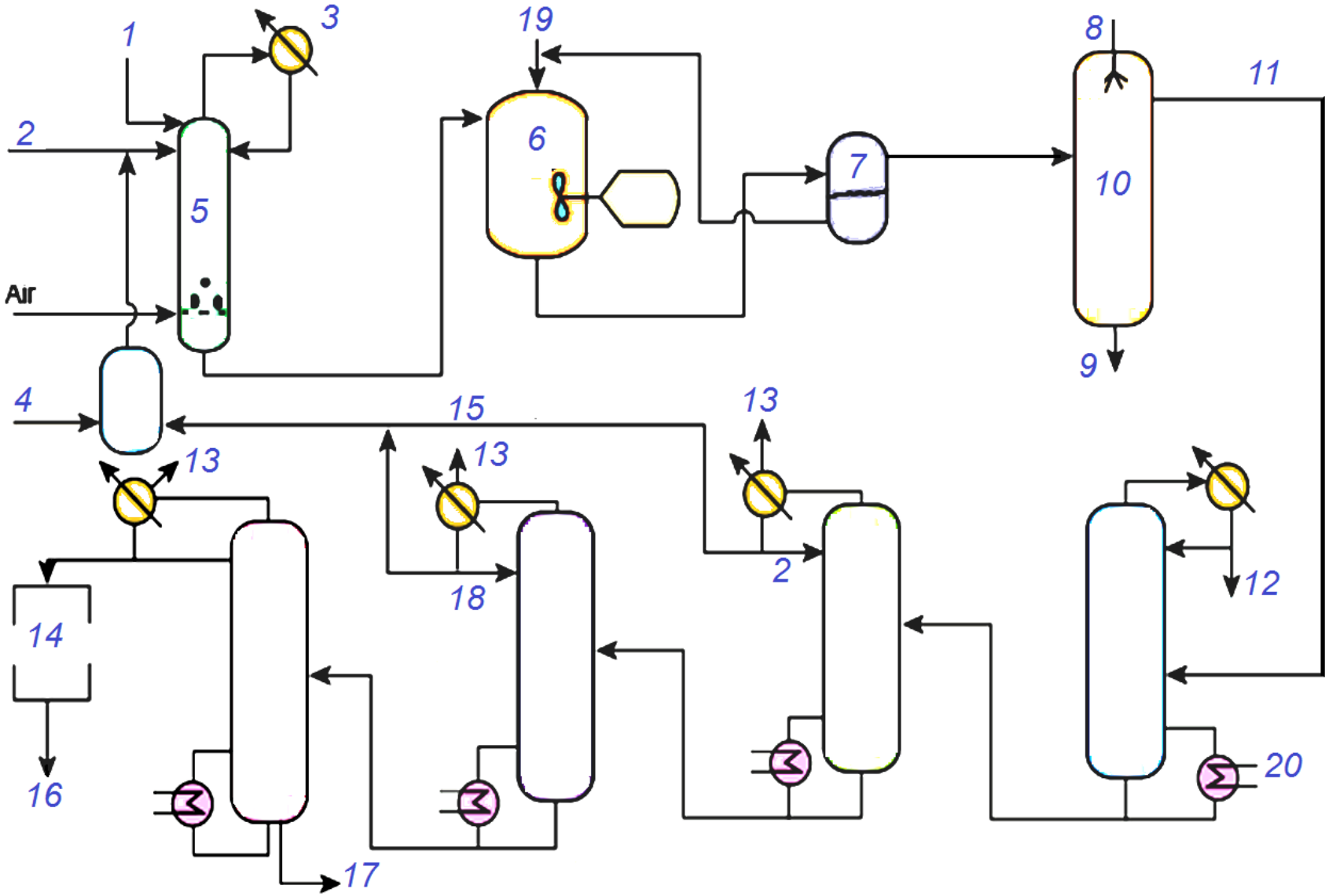
١- أكسدة الكيومين عن طريق الهواء لانتاج بيروكسيد الكيومين، (الكيومين + الهواء يعطي الكيومين المهدرج).

٢- انفلاق بيروكسيد الكيومين في وسط حامضي الى الفينول والاسيتون، (الكيومين المهدرج + حامض االكبريتيك يعطي الفينول + الأسيتون).

مفاعل الاكسدة يكون مبطناً من الداخل بالنحاس وتجري الاكسدة عند نحو ١٢٠ ^{o}C بوجود جسيمات النحاس كعامل مساعد. يدفع بيروكسيد الفينول (ناتج تفاعل الاكسدة) الى مفاعل الانفلاق إذ تتم عملية انفلاق البيروكسيد بوجود حامض الكبريتيك بتركيز (10%) و بدرجة حرارة ٦٠-٨٠ ^{o}C وضغط قليل دون / (أو قليلا) فوق الضغط الجوي. يتكون نتيجة انفلاق البيروكسيد الى كل من الفينول والاسيتون كمنتجات رئيسة علاوة على كميات قليلة من منتجات ثانوية ابرزها اسيتوفينون . تبلغ حصيلة الفينول من الكيومين ٩٢%-٩٨ وحصيلة الاسيتون ٩١%-٩٣. يجري ازالة الحامض في برج غسل بالماء، ثم يجري فصل المنتجات في منظومة تقطير كفوءة. يفصل الاسيتوفينون تحت الضغط الاعتيادي. اما المثيل ستيرين (الناتج من تفكك جزء من الاستوفينون)، فيستعمل لفصله برج يعمل بضغط متخلخل. الفينول يرسل الى مبلور إذ يتحول الى بلورات بيضاء بنقاوة ٩٩%.

الجدول ادناه يبين اسماء رموز المعدات والمنتجات

1	Alkali	مادة قاعدية	2	Cumene	كيومين
3	Condenser	مكثف	4	H_2	هيدروجين
5	Oxidizer	مفاعل الاكسدة	6	Cleavage	مفاعل الانفلاق (وحدة الانقسام)
7	Separator	جهاز فصل	8	H_2O	ماء
9	Acidified Wash Water	محمض	10	Wash Tower	برج غسل
11	Crude phenol	فينول خام	12	Acetone	أسيتون
13	Vacuum	تخلخل ضغط	14	Crystallizer	جهاز بلورة
15	Methyl Styrene +Cumene Recycle	الراجع	16	Phenol	فينول (منتج علوي)
17	Acetophenone	الأسيتوفينون (ناتج جانبي)	18	Methyl Styrene	ألفا ميثيل الستايرين
19	H_2SO_4	حامض الكبريتيك	20	Heat Exchanger	مبادل حراري



الشكل ٢-١٥ مخطط لطريقة انتاج الفينول و الاسيتون بواسطة اكسدة الكيومين في الطور السائل. (لوحة)

٢-١٧ اسئلة وتمارين الفصل الثاني

ملاحظة : تكون صيغة الأسئلة بأن ترسم الأشكال المشار اليها في ورقة الأسئلة كما هي في متن الكتاب، مع كتابة الارقام (المطلوبة) والدالة على أسماء الأجهزة والمعدات ورموزها، مع امكانية اخفاء بعض التوصيلات (الخطوط والأسهم) الدالة على الاجراءات واتجاهات التدفق، ويطلب في السؤال اكمالها مع مراعاة توزيع درجة اللوحة على اتقان اعادة الرسم (٦٠%)، وجدول التسميات (٢٥%)، ومقياس الرسم والنظافة وتناسق الخطوط (١٥%).

٢-١٧-١ يبين الشكل (٢-١) مخطط إنتاج الأثلين من التكسير البخاري للنفثا، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-٢ يبين الشكل (٢-٢) مخطط انتاج الكحول الاثيلي، ارسم وبمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-٣ يبين الشكل (٢-٣) مخطط عملية انتاج الفورمالدهايد بأكسدة الميثانول، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-٤ يبين الشكل (٢-٤) مخطط انتاج البولي بروبلين بالطور السائل ، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-٥ يبين الشكل (٢-٥) مخطط انتاج الايزوبيوتان، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-٦ يبين الشكل (٢-٦) مخطط فصل المركبات الأروماتية، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-٧ يبين الشكل (٢-٧) مخطط انتاج أوكسيد الأثيلين، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-٨ يبين الشكل (٢-٨) مخطط لإنتاج مطاط الإستارين- بيوتاديين، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-٩ يبين الشكل (٢-٩) مخطط انتاج النايلون 6،6 ، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-١٠ يبين الشكل (٢-١٠) مخطط الوحدات الأساسية لمجمع الالكيل بنزين الخطي، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-١١ يبين الشكل (٢-١١) مخطط انتاج سماد كبريتات الامونيوم من غاز الامونيا وحامض الكبريتيك، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-١٢ يبين الشكل (٢-١٢) مخطط لطريقة انتاج مساحيق الغسيل، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-١٣ يبين الشكل (٢-١٣) طريقة سايكلير لإنتاج الاورمانيات من البروبان والبيوتان، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

٢-١٧-١٤ يبين الشكل (٢-١٤) مخطط مبسط لطريقة انتاج سماد السوبر فوسفات الاحادي، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام والحروف المبينة في الشكل.

٢-١٧-١٥ يبين الشكل (٢-١٥) مخطط لطريقة انتاج الفينول والاسيتون عن طريق أكسدة الكيومين في الطور السائل، ارسم بمقياس رسم مناسب الاجراء الصناعي مع عمل جدول يتضمن أسماء الرموز والمعدات بحسب الارقام المبينة في الشكل.

الفصل الثالث

الرسم المعان بالحاسوب

Computer Aided Drawing

أهداف الفصل الثالث

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

١. **يثبت البرنامج على الحاسبة .**
٢. **يتعرف على واجهة البرنامج الأساسية وأشرطة الادوات المساعدة.**
٣. **يميز واجهة البرنامج للرسم ثنائي الأبعاد2D، وواجهة الرسم ثلاثي الأبعاد (3D).**
٤. **يستعمل نظم الإحداثيات المطلقة والتزايدية ونظام إحداثيات المستعمل قبل بداية الرسم.**
٥. **يمارس مهارات الرسم في شريط أدوات مساعدة في الرسم الدقيق.**
٦. **يستعمل أوامر الرسم (في انشاء الرسوم ثنائية الأبعاد).**
٧. **يرسم الأشكال البسيطة (خط ، دائرة ، قوس ، قطع ناقص).**
٨. **يرسم الأشكال الأكثر تعقيداً (مستطيل ، مضلع ، منحني) .**
٩. **يجري تعديلات على الأشكال البسيطة عن طريق أوامر شريط التعديل .**
١٠. **يستعمل اوامر شريط الأبعاد بإضافة الأبعاد والنصوص إلى الرسم.**
١١. **يميز فائدة استعمال وخصائص إمساك الكائنات واستعمال الشبكة.**
١٢. **يستعمل طريقة التظليل (التهشير) للقطاعات.**
١٣. **ينفذ الرسومات ثلاثية الأبعاد عن طريق إنشاء رسوم لأجسام مصمتة بسيطة (صندوق، كرة، اسطوانة، مخروط).**
١٤. **ينفذ الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D.**
١٥. **يطبع الرسوم المنفذة.**

ملاحظة : يتم تدريس الفصل خلال الحصة الثالثة ضمن حصص الرسم الصناعي بالتزامن مع الفصلين الاول والثاني، ويمارس تنفيذ الأوامر في مختبر الحاسوب قدر الإمكان وعدم إغفال الجانب النظري والمبين اسئلته في نهاية الفصل.

٣-١ تمهيد

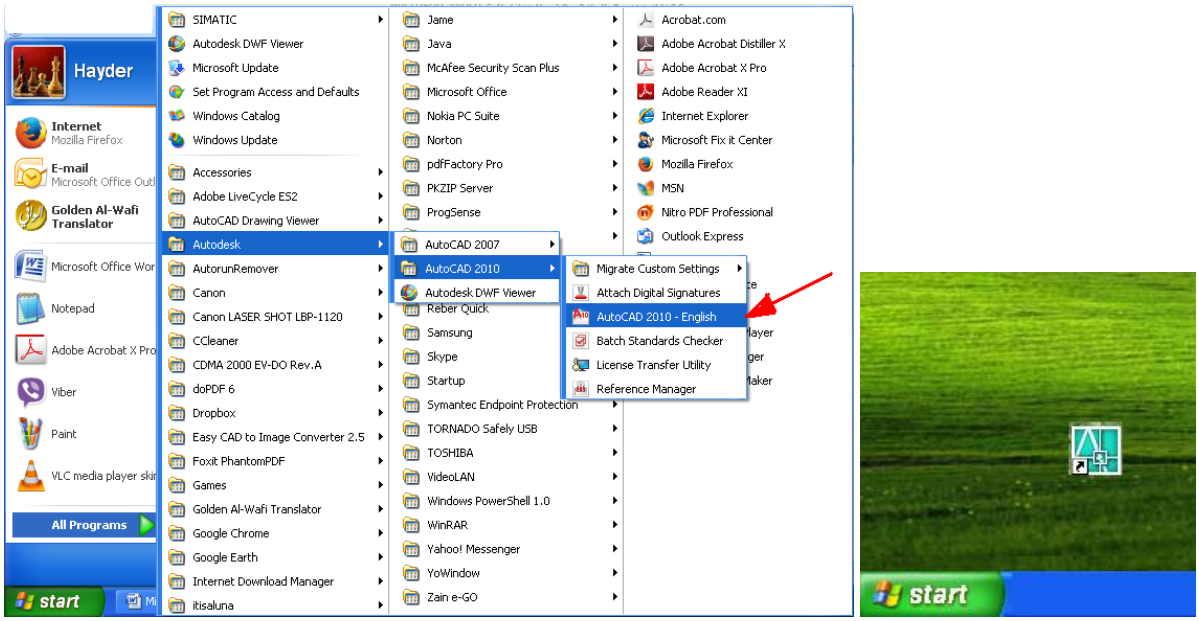
في العام ١٩٨٢ انتجت شركة اوتوديسك اول نسخة من برنامج أوتوكاد الإصدار ١.٠ تلتها الاصدارات بعمل تحسينات مضافة لكل منها وابتداءا من اصدار ٢٠٠٩ تم تغيير الشكل العام لأوتوكاد ليصبح شبيهاً ببرنامج مايكروسوفت أوفيس ٢٠٠٧ باستبدال شرائط الأيقونات بشريط واحد عريض (Ribbon) يحوي جميع الأيقونات والأدوات اللازمة لعمليات الرسم والتحرير وغيرها في أوتوكاد، فبعد ان

تعرفنا في الصف الدراسي السابق على طريقة الرسم باستعمال برنامج الأوتوكاد AutoCAD الذي يوفر بإمكانياته الواسعة العديد من الخيارات لتنفيذ رسومات بشتى المجالات والتطبيقات الهندسية ولتصميمات ثنائية وثلاثية الأبعاد، سوف نتناول في هذا الفصل إعادة لبعض الأساسيات في هذا المجال مع التوسع نحو الرسومات ثلاثية الأبعاد للتمكن من تنفيذها بالتوازي مع ما تعلمنا في بقية الفصول، ولن تغني المعلومات ادناه عن الاستعانة بمصادر اخرى للتعلم، وأبرزها موجود ضمن البرنامج عند استدعاء الأمر Help من شريط الأدوات أو بالضغط على المفتاح F1 في لوحة المفاتيح.

٣-٢ إعداد برنامج الرسم

يبين الشكل (٣-١) طريقتي تشغيل البرنامج، فأما يكون بالنقر المزدوج على الأيقونة الظاهرة على سطح المكتب، أو عن طريق النقر بالمؤشر على ايقونة (ابدأ Start في الركن الاسفل الأيسر) ومن ثم النقر على ايقونة تشغيل البرنامج بعد ظهورها من قوائم التشغيل :-

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



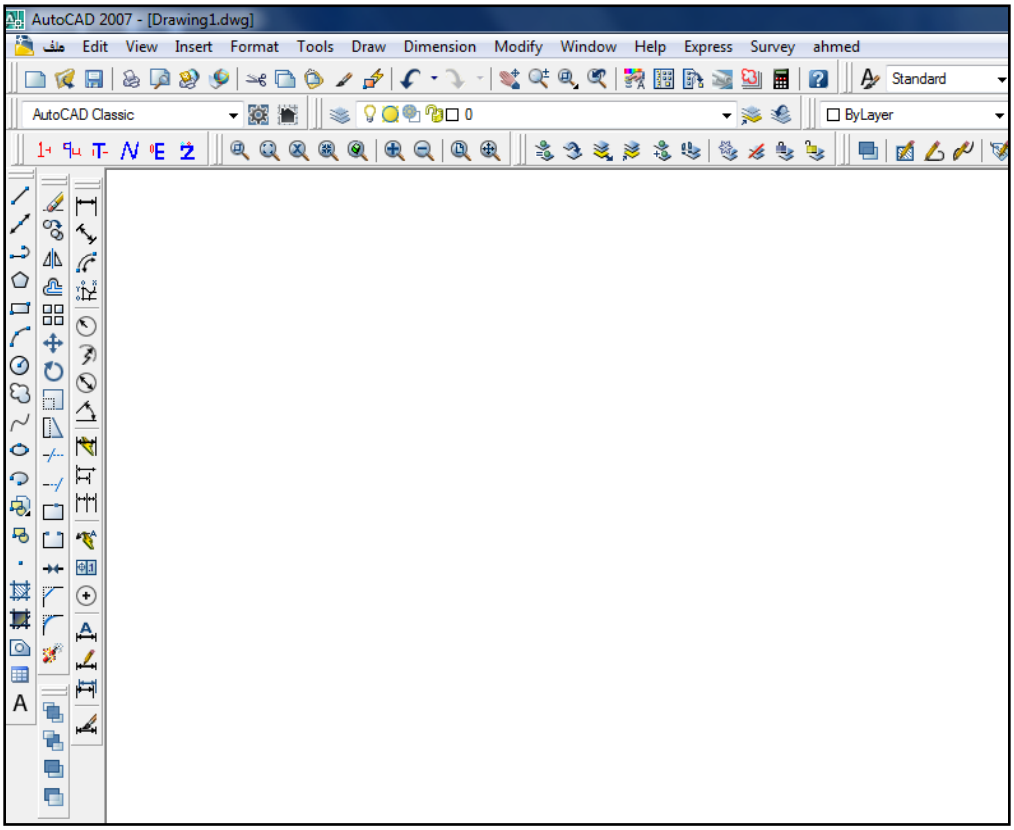
الشكل ٣-١ طريقتي تشغيل برنامج الرسم المعان بالحاسوب AutoCAD.

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) التي استعملها الطالب في المرحلة الدراسية السابقة. النسق الأصلي لملف الأوتوكاد هو النسق DWG (الامتداد للملف)

بدرجة أقل النسق DXF الذي هو نسق ملف التبادل الخاص بالبرنامج مع برامج التصميم بمعونة الحاسب الأخرى.

٣-٣ التعرف على واجهة البرنامج الأساسية

من المناسب مراجعة ما تعلمنا خلال المرحلة الدراسية السابقة في التعرف على ما يوفره برنامج الرسم المعان بالحاسوب من اجراءات عن طريق ما يظهر امامنا في واجهة البرنامج، إذ يبين الشكل (٣-٢) واجهة البرنامج للإصدار القديم ٢٠٠٧ والذي تم دراسته في العام السابق والذي يبين الاشرطة الرئيسة وكيفية جعل قسماً من القوائم عائمة مثل الامر Draw، والأمر Modify، والأمر Dimension لتصبح ايقوناتها في متناول المستعمل، في حين تبقى اشرطة الادوات ثابتة في مواقعها، إذ من الممكن تهيئة الواجهة بما يناسب رغبة المستعمل وقد تختلف الامكانات في ذلك بحسب سنة الاصدار للبرنامج.

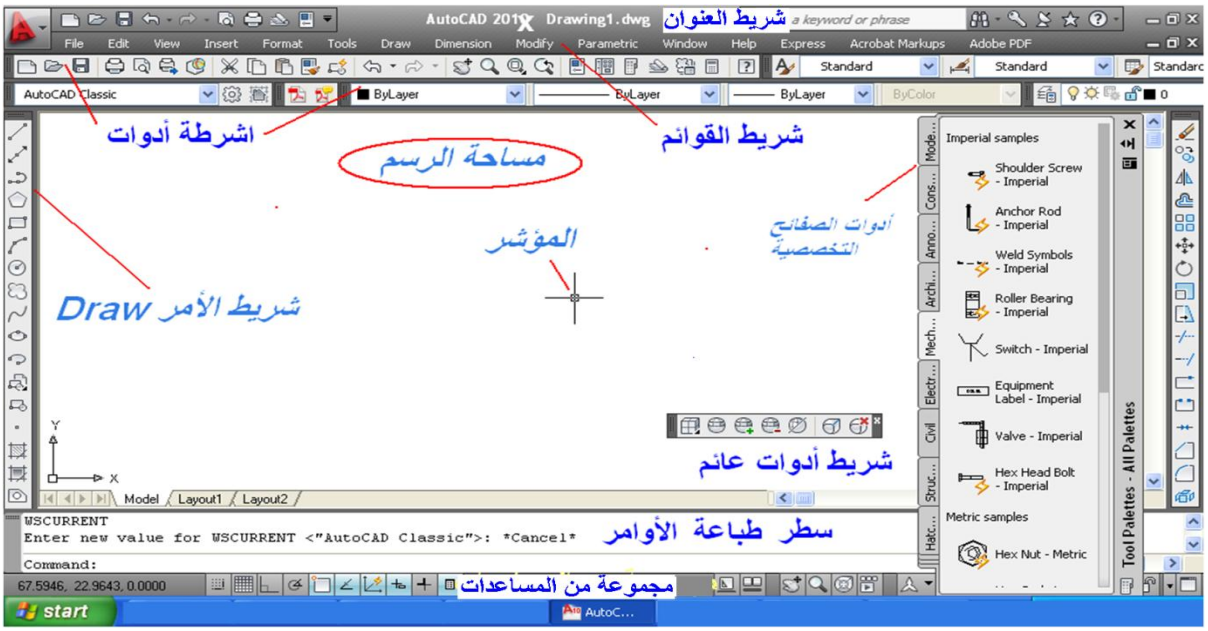


الشكل ٣-٢ واجهة البرنامج للإصدار ٢٠٠٧.

ومن اجل اظهار القوائم في الاصدارات الحديثة لبرنامج اوتوكاد يوجد سهم في الاعلى على اليسار بجانب رمز الطابعة نضغط عليه ثم نختار Show menu bar من القائمة فيظهر شريط القوائم، ولن تجد هذا السهم في اوتوكاد الاصدارات السابقة انما سوف تقوم بالضغط على الزر اليميني للفأرة على اي شريط ادوات ثم تختار Show menu bar، ومن ثم نذهب الى القائمة Tools ثم Workspaces ثم AutoCAD

Classic وسوف نحصل على واجهة جديدة سوف تعمل عليها مدة معينة ويمكن أن نغيرها الى واجهة اخرى متى ما شئنا.

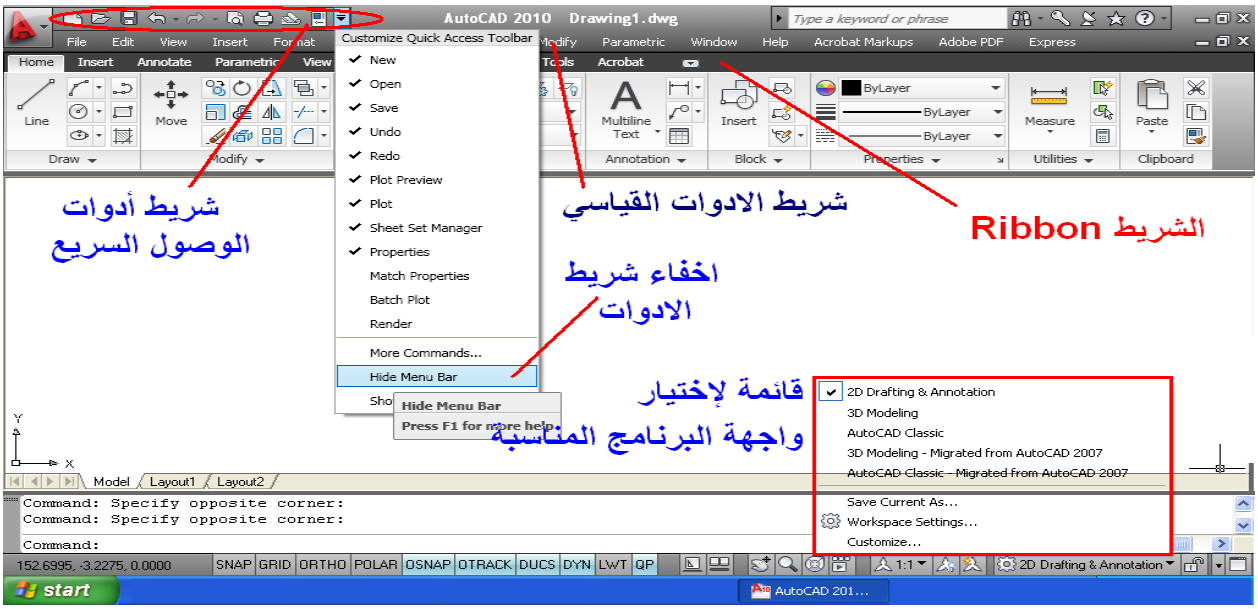
تتكون الواجهة الكلاسيكية من شريط العنوان وفيه اسم الرسم ويوجد شريط القوائم وأشرطة الادوات وفراغ لمساحة الرسم او حيز التصميم ونظام الاحداثيات المستعمل UCS إذ يشير الحرفان X, Y الى الاتجاه الموجب لكل منهما، ومؤشر الرسم الذي يتحرك مع حركة الفأرة ويستعمل لتحديد أو اختيار عنصر أو لتنفيذ الرسم، ومن الممكن اظهار اشرطة لتكون في متناول المستعمل على الجوانب كشريط الرسم أو شريط التعديل، ويمكن ان يكون قسم من الأشرطة عائمة لغرض الاستعمال المؤقت، ويوجد في الاسفل سطر الاوامر وهو مهم ويجب متابعته بتركيز بشكل دائم لكي نفهم جميع الاوامر بشكل واضح. وفي الاسفل يوجد مجموعة من المساعدات من اجل عمل رسومات عالية الدقة، مع شريط الحالة وتظهر فيه احداثيات المؤشر، فضلا عن ايقونات تحديد طور النموذج وطور تخطيط الورقة الشكل (٣-٣).



الشكل ٣-٣ واجهة البرنامج الكلاسيكية ثنائية الأبعاد 2D.

٣-٣-١ تنشيط أشرطة الأدوات Toolbars

يعرض شريط ادوات الوصول السريع والتي تستعمل بكثرة والأوامر الظاهرة افتراضيا تتضمن انشاء ملف جديد، فتح ملف، حفظ ملف، التراجع عن خطوة سابقة، وطباعة، مع وجود مثلث يمثل تخصيص شريط ادوات الوصول السريع يمكن من خلاله اختيار اظهار شريط القوائم التقليدي، أو اخفائه، ومن الممكن تبديل الواجهة من الشريط المنسدل Work Space Switching الى الاختيار 2D Drafting & Annotation، وذلك لتصبح أشرطة الأوامر ثابتة بطريقة تكشف عن كل ايقوناتها امام المستعمل وتدعى حينها بشريط الوشاح Ribbon وبعدها تكون كل الاشرطة تحت تصرف المستعمل، كما مبين في الشكل (٣-٤).



الشكل ٣-٤ واجهة البرنامج التي توفر ايقونات في متناول المستعمل.

فإذا استعملنا أشرطة القوائم المنسدلة نلاحظ وجود الكلمات فيها على أربع هيئات وكما يأتي:-

- مجموعة كلمات مجردة مثل Line، استعمالها يؤدي الى تنفيذ الأمر المناظر لها
- مجموعة كلمات مع سهم أسود الى جانبها ويعني وجود قائمة جانبية.
- مجموعة كلمات تحتوي على ثلاث نقاط الى يمينها مثل ...Hatch وبعد اختيارها يظهر مربع حوار خاص بالأمر يتم تعبئته بالبيانات المطلوبة واختيار ظروف العمل.
- **مجموعة كلمات مثل (crtl+ N) وتمثل مختصرات للأوامر.**

٢-٣-٣ التعريف بنظم الإحداثيات المطلقة، والتزايدية ونظام إحداثيات المستعمل UCS

يطلب البرنامج تحديد موقع النقاط عند تنفيذ رسم الخطوط والدوائر او بقية الاشكال ويمكن تحديد النقاط المختلفة باستعمال المؤشر الذي يتحرك مع تحرك الفأرة أو بالطباعة المباشرة، وفي هذه الحالة توجد عدة صيغ مختلفة لتعريف إحداثيات النقاط هي :-

أ. الإحداثيات المطلقة Absolute : وفيها تعرف جميع النقاط على اساس احداثياتها الفعلية ببعدها عن نقطة الاصل للوحة الرسم، (X1, Y1), (X2, Y2) ، فمثلا الخطوات الآتية ترسم قطعتي مستقيم.

Command: line
Specify first point: 100,100
Specify next point or [Undo]: 100,150
Specify next point or [Undo]: 150,150

ب. الإحداثيات النسبية : وفيها تعرف احداثيات النقطة الأولى بصيغة الاحداثيات المطلقة ، ثم تعرف باقي النقاط بدلالة بعد كل نقطة عن النقطة السابقة لها (مقدار التغيير بين النقطتين).

(X1, Y1), (ΔX, ΔY)، والخطوات الآتية ترسم قطعتي المستقيم السابقتين بالطريقة النسبية.

Command: Line
Specify first point: 100,100
Specify next point or [Undo]: @50,0
Specify next point or [Undo]: @0,50

ت. الاحداثيات القطبية : Polar وفيها تعرف النقطة الاولى بالصيغة المطلقة ثم تعرف النقطة التالية بدلالة العلاقة بين النقطتين وزاوية ميلان المستقيم المعرف للنقطتين المتتاليتين .

(X1, Y1), (L<α) ، والخطوات الآتية ترسم قطعتي المستقيم السابقتين بالطريقة القطبية.

Command: Line
Specify first point: 100,100
Specify next point or [Undo]: @50<0
Specify next point or [Undo]: @50<90

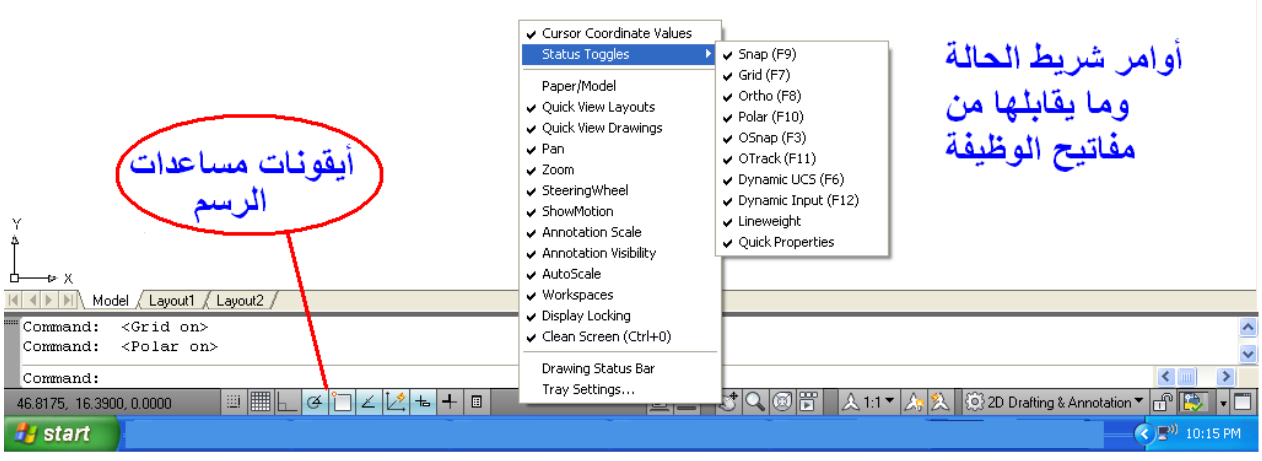
ومن الملاحظ ان النقطة الأولى تعرف بالصيغة المطلقة ومن الممكن المزج بين الأنواع المختلفة للإحداثيات عند تعريف النقاط المختلفة.

نظام إحداثيات المستعمل User Coordinate System (UCS) :

في أوتوكاد، هناك نوعان من انظمة الاحداثيات يدعى الأول نظام الاحداثيات (الثابت) العالمي (WCS)، ونظام متحرك (متنقل) يدعى نظام احداثيات المستعمل (UCS). في النظام الاول يكون محور X أفقيا، محور Y رأسيا، ومحور Z يكون عموديا على المستوي XY، وتتكون نقطة الأصل إذ تتقاطع المحاور X و Y في احداثيات قيمتها (0, 0) وموقعها غالباً في الزاوية السفلية اليسرى من الرسم، في حين من الممكن تحريك وتدوير UCS لجعله أسهل للعمل على أقسام معينة من الرسم مع امكانية تحديد نقاط محددة في الرسوم ثلاثية الابعاد أو تدوير المساقط. ويمكن للمستعمل استدعاء الامر عن طريق احدى الوسائل التالية، فإما من القائمة View على الشريط Ribbon أو Tools، او كتابة الرمز في سطر الاوامر عندها يمكن التحكم بكثير من خصائص أوجه الرسومات ثنائية وثلاثية الابعاد.

٣-٤ الرسم الدقيق ومساعدات الرسم

يوفر البرنامج مجموعة من الأدوات التي تساعد على ضمان السرعة والدقة في الرسم ويمكن استدعائها أما بالنقر على ايقوناتها عن طريق المؤشر في اسفل منطقة الرسم ضمن شريط الحالة، الشكل (٣-٥)، أو بكتابتها في سطر الاوامر، أو باستعمال مجوعة من مفاتيح الوظيفة F) The Function Keys 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 وهي:-

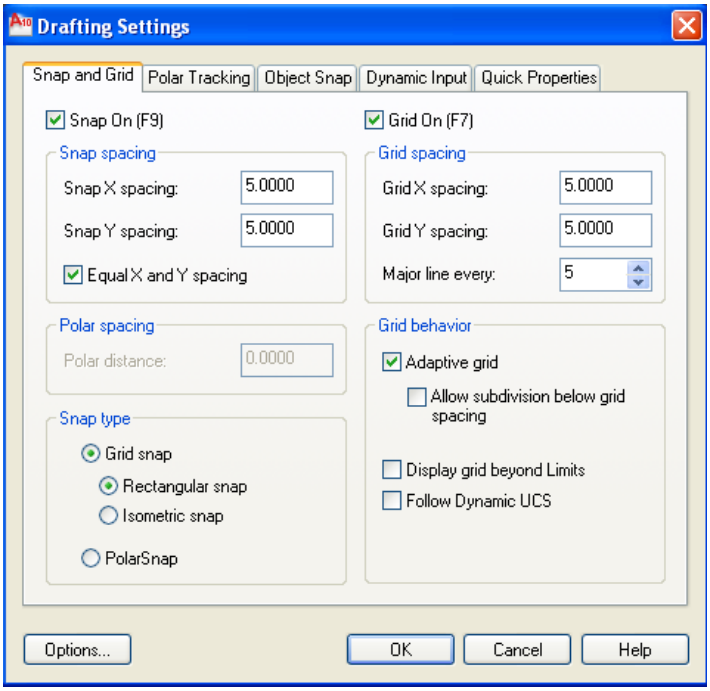


الشكل ٣-٥ أيقونات شريط مساعدات الرسم.

الوثب 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 مساعدات الرسم لتظهر خيارات

منها التفعيل أو التعطيل On/Off والإعدادات Setting وعند اختيار الأخيرة تظهر نافذة الإعدادات Drafting Setting (لخمس من هذه الأيقونات)، الشكل (٣-٦)، والتي عن طريقها يمكن تحديد مسافة الانجذاب بين نقطة وأخرى في كلا الاتجاهين Grid X spacing, Grid Y spacing وبحسب المسافة المطلوبة، ومن الممكن تفعيل (أو تعطيل) هذه الخاصية بالنقر عليها أو بكتابة الأمر Snap على سطر الأوامر، أو بضغط مفتاح F9.

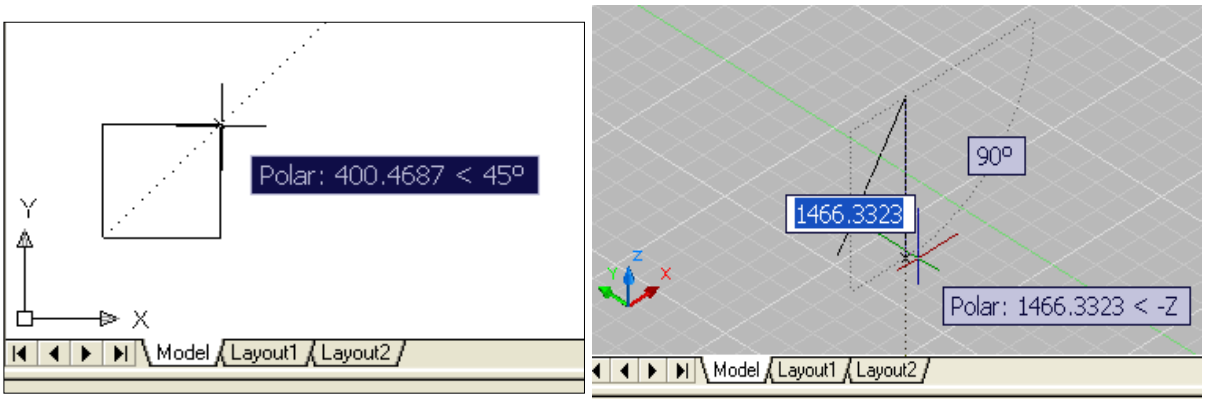
الشبكة Grid : يسمح هذا الأمر لإظهار شبكة من النقاط على شاشة الرسم، إذ تتحول الى ورقة بيانية من شبكة من النقاط بالاتجاهين X, Y وبحسب الحاجة يمكن السيطرة على المسافة الفاصلة بين نقاط الشبكة ولن تظهر عند طباعة الرسم، وبعد النقر الأيمن فوق Grid تظهر الحالة نفسها المذكورة في الامر السابق لاختيار القيم المناسبة للرسم، 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.



الشكل ٣-٦ نافذة حوار لتحديد خواص مساعدات الرسم.

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.

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+ ، الشكل (٣-٧).

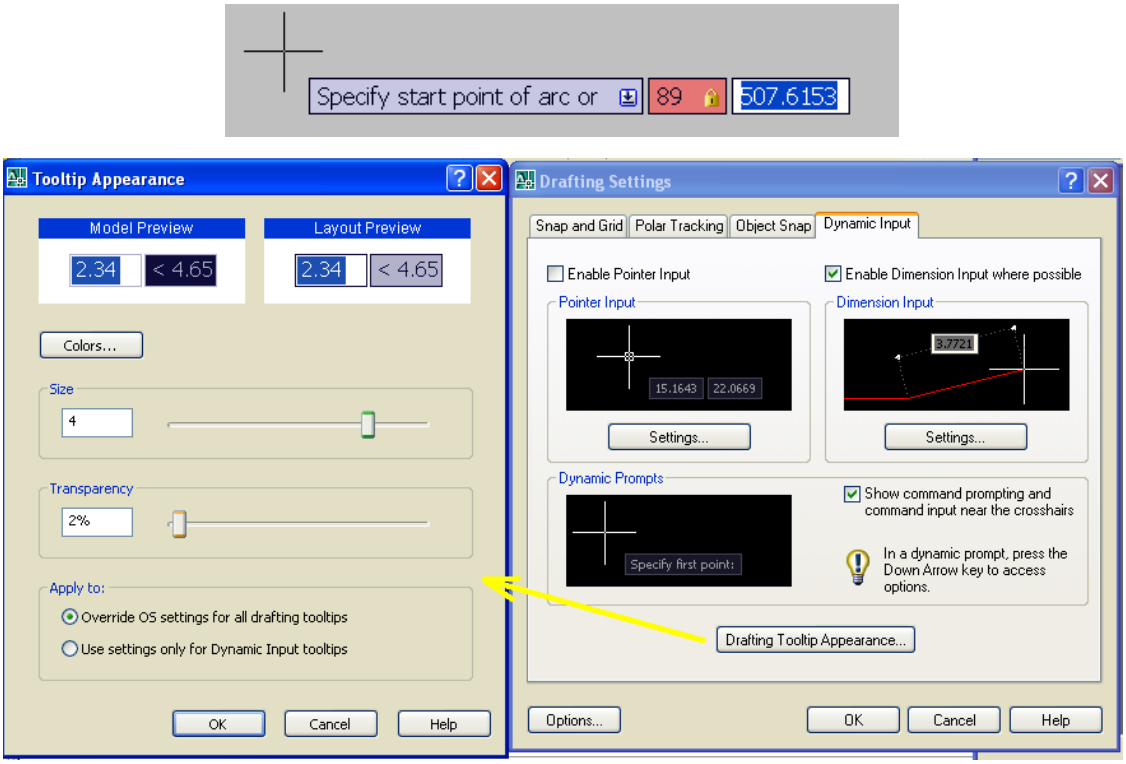


الشكل ٣-٧ التعقب القطبي في الرسم الثنائي والثلاثي الأبعاد.

الانجذاب نحو العناصر Object Snap : توفر خاصية الوثب 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 الوثب فإنها تظهر على العناصر بأشكال متنوعة، إذ تظهر نهايات الخطوط بشكل مربع ومنتصف المستقيم بشكل مثلث وتقاطع مستقيمين علامة ضرب وهكذا.

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 (٣-٨) 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 ٣-٨ نافذة حوار لتحديد خواص الإدخال الديناميكي.

٣-٥ أوامر الرسم في انشاء الرسوم ثنائية الأبعاد

٣-٥-١ إدخال الأوامر :

توجد ثلاث طرائق لإدخال الأوامر في أوتوكاد هي:-

١. كتابة الأمر باستعمال لوحة المفاتيح ليظهر اسم الأمر في سطر كتابة الأوامر يليه الضغط على مفتاح Enter (↵) في لوحة المفاتيح.

٢. انتقاء الأمر من شريط القوائم المنسدلة بالنقر على الكلمة التي تمثل الأمر في القائمة المعنية عن طريق سهم المؤشر.

٣. انتقاء الأمر من شريط الأدوات بالنقر على الأيقونة التي تحمل اسم الأمر عن طريق سهم المؤشر، مع ملاحظة عدم توافر كل أوامر الأوتوكاد بشكل أيقونات.

وفي الحالتين الأخيرتين سيظهر الأمر في سطر كتابة الأوامر (مسبوقاً بشارحة). وفي الوقت نفسه يجب توافر الجرأة أثناء الرسم فكل ما يرسم عن طريق الخطأ أو بخلاف المطلوب رسمهُ يمكن التراجع عنه، وذلك بإتباع إحدى الطرائق الآتية:-

- مفتاح التراجع Backspace لتدارك الخطأ الإملائي عند طباعة الأمر في سطر كتابة الأوامر.
- التراجع عن أي 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).
- من لوحة المفاتيح النقر على Ctrl ثم Z .
- أن تقوم بحفظ الرسم Save قبل القيام بالعمل الجديد، وبعد تنفيذ أي رسم نغلق البرنامج من دون حفظ إذا لم يرق لنا ما تم تنفيذه ليبقى الملف بدون تغيير.

3-٥-٢ بداية الرسم

لإنشاء ملف جديد يتم النقر على الايقونة في شريط الوصول السريع أو كتابة الأمر New لتظهر نافذة حوار يختار منها نظام الوحدات فنختار عادة Metric وهذه النافذة لا تظهر افتراضيا بل بعد كتابة رقم (١) امام القيمة المطلوبة بعد ضبط المتغيرين Startup و Filedia وكما يأتي:

Command: Startup
Enter new value for STARTUP <0>: 1
Command: filedia
Enter new value for FILEDIA <1>: 1

يتم تحديد مواصفات ورقة الرسم للملف الجديد الذي سيظهر في شريط العنوان بالاسم Drawimg1 أو يكون الرقم بحسب تسلسل العمل إذ يزداد العدد كل مرة تنشأ بها ملف جديد ويجب تحديد الوحدات المستعملة عن طريق كتابة الامر Units أو نختاره من القائمة Format ليظهر مربع حوار نحدد نوع الوحدات ودرجة الدقة متمثلة بعدد الحقول بعد الفارزة العشرية فضلا عن نوع الزوايا ودقتها.

ولتعيين حدود الورقة نستعمل الورقة A4 الاكثر استعمالاً (210x297) ونستعمل الأمر Limits لتعريف قياسات الورقة بدلالة ركنيها السفلي الأيسر والعلوي الأيمن وكما يأتي :

Command: limits
:Reset Model space limits
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: 0,0
Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: 279,210

3-٥-3 الطبقات (الشفائف) Layers

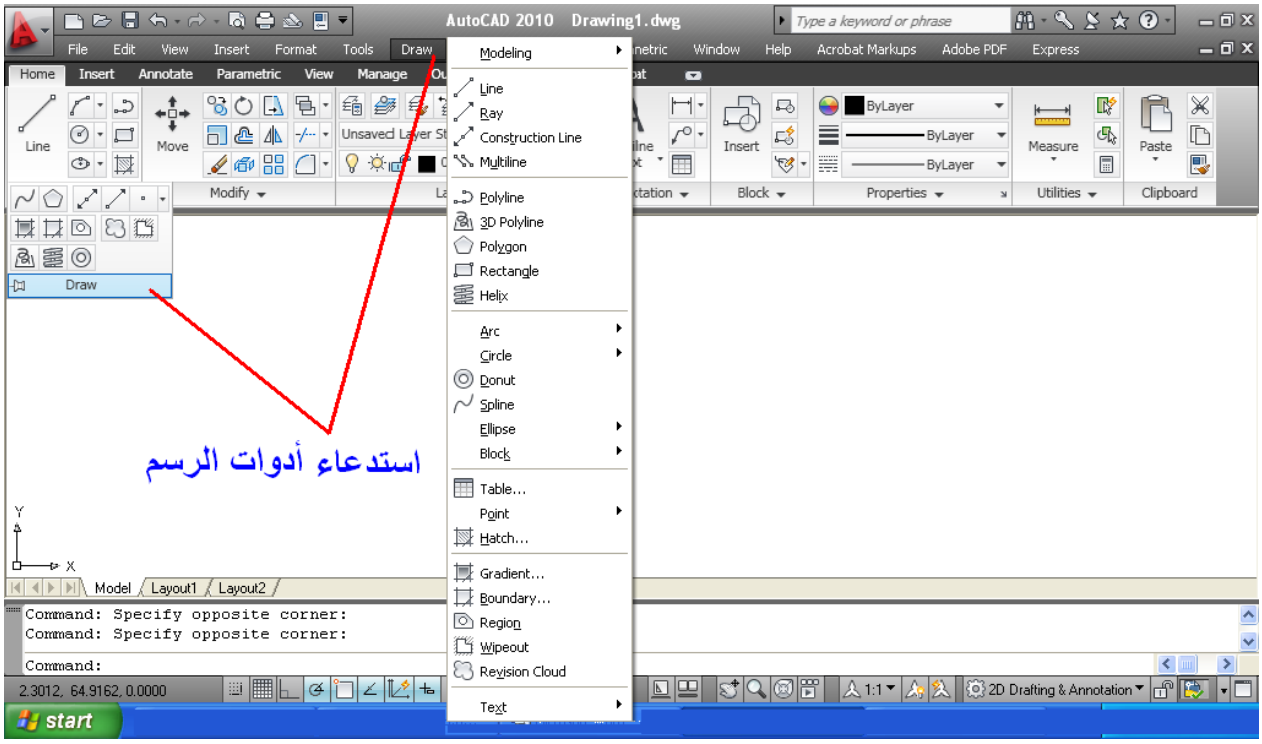
يتم الرسم على طبقات متعددة توضع الواحدة فوق الأخرى فيبدو الرسم متكاملا إذ يتم التعامل مع تلك الطبقات بصورة منفصلة من حيث اظهارها أو طباعتها، تجميدها أو تخصيص نوع ولون خطوطها، ويتم انشاء طبقة جديدة (فوق الطبقة الأساسية المسماة 0) عن طريق كتابة الأمر أو من ايقونات لأشرطة الأدوات ليظهر مربع حوار لخصائص الطبقة، فيتم من خلالها تسميته الطبقات والوانها وتنشيطها من عدمه، كما يمكن حذف الطبقة بشرط أن تكون فارغة من أي رسم.

4-٥-3 نوع الخط

كما هو الحال بالنسبة للون، يمكن تخصيص أنواع مختلفة من الخطوط لتمثيل العناصر المختلفة في لوحة الرسم فمثلا يستعمل الخط المستمر لتمثيل الحدود الخارجية لعناصر الرسم بينما يستعمل الخط المخفي لتمثيل الأجزاء غير المرئية وكذلك خط المحور لمراكز الدائرة أو الاسطوانة، ويمكن تخصيص نوع الخط بعد كتابة الأمر Lintype في سطر الأوامر أو مسك عنصر رسومي واستدعاء خصائصه.

5-٥-3 أوامر أدوات الرسم Draw

في حال وجود كلمة Command في سطر الاوامر يعني اوتوكاد جاهز لأمر جديد وفي حال وجود اي كلمة اخرى جانبها يعني ذلك ان اوتوكاد مشغول بأمر آخر يجب ان تقوم بإنهائه اولا، وفي كل الاحوال يمكن العودة الى كلمة Command بالضغط على زر ESC، وان الاختصارات أمام كلمة Command ليس بالضرورة نفسها داخل أحد الأوامر، ويبين الشكل (٣-٩) طرائق الوصول الى تنفيذ أوامر أدوات الرسم، فأما من القائمة المنسدلة أو من الواجهة **Ribbon – Home .**



الشكل ٣-٩ طرائق استدعاء أوامر أدوات الرسم.

وتتضمن هذه الأوامر رسم خطوط ومنحنيات فضلا عن رسم الاشكال المستطيلة والدائرية والمضلعة، وفيما يأتي بعض أوامر الأدوات التي تستعمل للرسم (ثنائي الأبعاد) والتي يمكن استدعاؤها بالنقر على الايقونة أو اختيارها من القائمة المنسدلة أو كتابة الكلمة أو مختصرها في سطر الأوامر:-

١. المستقيم Line : لرسم خط مستقيم، ويمكن كتابة 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، وستظهر المحاورة مع البرنامج في سطر الأوامر كما مبين في أدناه :-

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)

لاحظنا هذه المرة ظهور كلمة Undo ضمن قوسين مربعين [ ] وهذه تدعى Options وتعني خيارات اخرى وتكون مختلفة من امر لآخر، وفي هذه الحالة الخيار هو التراجع عن آخر شيء حصل في الامر الحالي، وفي حال استعماله كأمر مستقل يقوم بالتراجع عن آخر امر بالكامل.

٢. 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، رأسي، بزاوية، مجموعة خطوط مشتركة بنقطة ارتكاز Bisect، أو رسم خط موازٍ لخط على بعد محدد Offset، إذ ينفذ الأمر المطلوب عن طريق كتابة الحرف الأول من الخيار ونضغط مفتاح Enter والنقر بزر الفأرة الأيسر على اللوحة في النقطة المطلوبة حتى يتم رسم الخط.

٣. خط متصل Poly Line : رسم خط متماسك مع إمكانية رسم قوس، وسيطلب البرنامج تحديد بداية الخط، ويمكن إدخال قيمة طول الخط مع تحديد اتجاهه بواسطة المؤشر، ثم Enter.

٤. مضلع Polygon : رسم مضلع مع إمكانية التحكم في عدد أضلاعه، فبعد تحديد 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 نصف قطر الدائرة.

٥. مستطيل Rectangle : لرسم مستطيل بأبعاد معينة في اتجاهي X,Y، بعد تفعيل الأمر مطلوب تعيين نقطة بداية المستطيل (ركن المستطيل) مع عدة اختيارات أخرى، ويحدد الركن أما بالنقر على لوحة الرسم، أو كتابة إحداثيات النقطة التي تمثل ركن المستطيل، تليها النقطة التي تمثل الركن المقابل، مع اختيارات أخرى تمثل المساحة أو طول الأضلاع أو التدوير، يمكن اختيار أحدها بهدف رسم المستطيل.

٦. 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، أو اختيار أحدى طرائق رسم القوس من قائمة تسدل من الايقونة Arc لرسم القوس بحسب المعطيات المتوافرة لرسم القوس.

٧. دائرة Circle : يفعل الأمر باختيار إحدى طرائق رسم الدائرة (ست حالات) من قائمة تسدل من الايقونة أو اللجوء لكتابة الامر بعدها نختار الطريقة ثم تحديد المركز ونصف القطر.

٨. منحني Spline : يستعمل لرسم منحنى عن طريق تفعيل الأمر والنقر بزر الفأرة الأيسر لتحديد بداية المنحني فيسأل البرنامج عن النقطة الثانية والثالثة.

٩. شكل بيضاوي Ellipse : بعد تفعيل الأمر ننقر في لوحة الرسم ومن ثم تحديد طول محور للشكل، ومن منتصف هذا المحور سيكون البعد الأخر أو المحور الثاني.

١٠. أنشاء كتلة Make Block : بعد النقر على الأمر تفتح نافذة حوار، لكتابة اسم للكتلة الجديدة ثم الضغط على أيقونة Select Object لاختيار العناصر المراد جعلها كتلة واحدة، ومن خلال نافذة

الحوار ننقر على Pick point لتحديد مكان مسك الشكل المطلوب إنشاؤه والنقر على مكان في الشكل فتفتح مرة أخرى نافذة الحوار ننقر على OK.

١١. نقطة Point : يتم النقر على الأمر والنقر في المكان المراد وضع النقطة في اللوحة أو على الرسم كنقطة إرشادية حيث يمكن الرجوع إليها، ويمكن تغيير شكل النقطة من خلال فتح قائمة Format واختيار Point Style.

١٢. تظليل (تهشير) Hatch : لاستكمال معلومات لوحة الرسم يضاف التهشير للدلالة على القطاعات، إذ يقوم هذا الأمر بملء المنطقة المختارة بنموذج التهشير المحدد، وبعد تفعيل هذا الأمر يمكن تظليل الأشكال المغلقة فقط، إذ تفتح نافذة حوار لاختيار شكل خطوط التهشير من قوائم منسدلة مع تحديد زاوية ميل الخطوط، وامكانية تغيير مقياس الرسم Scale حتى يكون التهشير مناسباً لحجم الشكل، فضلا عن تبويب ثاني في نافذة الحوار خاص بتدريجات لونية للمساحات المطلوب تظليلها، ويوجد أمر Add: Pick Point في نافذة الحوار، وبعد النقر داخل الشكل المراد عمل تهشير له تفتح نافذة الحوار مرة أخرى، ويمكن عمل معاينة عن طريق الضغط على مفتاح Preview حتى يمكن التأكد من تناسق الخطوط، ويمكن الرجوع لتعديله.

١٣. التدرج Gradient : بعد النقر على الأمر تفتح نافذة الحوار نفسها للأمر Hatch، وهي تجمع كلا من هاتين الخاصيتين، وهذا أمر يوفر إمكانية تلوين الشكل المغلق بلون أو لونين متداخلين وبتدرج لوني، ونتبع خطوات أمر Hatch نفسها.

١٤. 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 عليه ثم الضغط على مفتاح Enter يتحول الشكل إلى كتلة واحدة، فعند النقر على ضلع من أضلاعه يتم تحديد الشكل بالكامل.

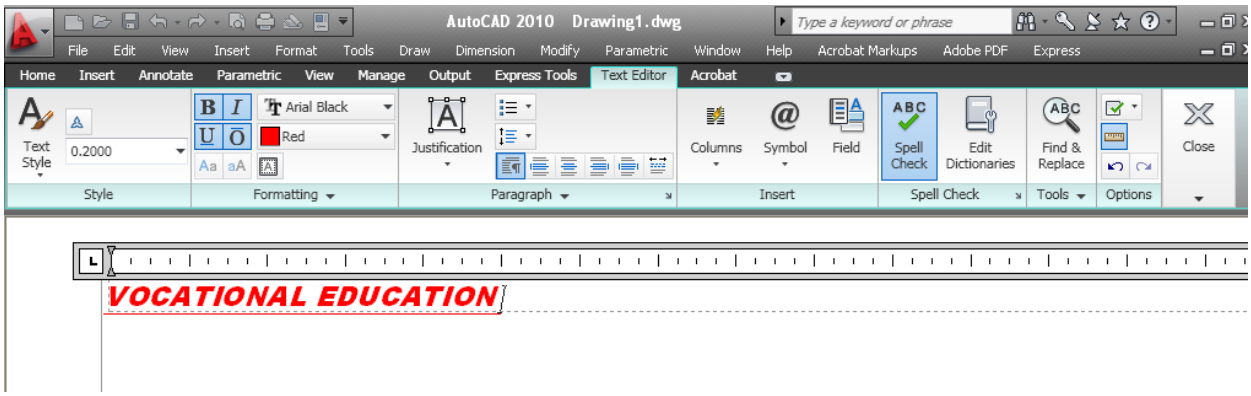
١٥. جدول Table : عند النقر على الأمر تفتح نافذة حوار نقوم عن طريقها بتحديد عدد الصفوف Rows وعدد الأعمدة Columns والمسافة بين كل منهم وعرض العمود، عدد الصفوف وارتفاع الصف، ثم الضغط على زر OK وتثبيت الجدول في المكان المطلوب.

١٦. خط مزدوج Multi Line : يمكن استعماله في عمل خطين متوازيين والتحكم في المسافة بينهما، ويمكن اختيار الامر من القائمة المنسدلة Draw، أو كتابته في سطر الأوامر، وتظهر خيارات في

شريط الأوامر لتحديد المكان الذي نمسك الخط المزدوج منه (أعلى الخط العلوي أو المنتصف أو ألأسفل)، ولتحديد البعد بين الخطين نكتب حرف S وهو اختصار كلمة Scale ثم نقوم بكتابة البعد المراد عملة بين الخطين، ويمكن بعد ذلك بداية الرسم بطريقة رسم الخط العادي نفسها.

٣-٥-٦ كتابة النصوص :

عند الرسم نحتاج لكتابة تعريف في جدول المعلومات أو نصوص توضح اسماء القطع، ويتم ذلك بالنقر على شريط معالجة النص Text Editor، الشكل (٣-١٠)، والذي يوفر ميزات تخص نوع الحروف وحجمها وطرائق التحكم في النصوص.



الشكل ٣-١٠ نافذة حوار كتابة النصوص.

٣-٦ أوامر التعديل Modify

يتطلب انجاز لوحة الرسم اجراء تعديلات على العناصر المرسومة للوصول الى الحالة النهائية للتصميم وتلك التعديلات تأخذ أغلب الوقت المستغرق للإنجاز، فقد يواجه الرسام خطأ في اختيار الأمر، أو في تحديد الموقع الصحيح أو في مواصفة العنصر الرسومي ما يتطلب تحديد هذا العنصر في الحالات المذكورة لغرض تعديله، فعند تفعيل أي أمر من أوامر التعديل تكون الرسالة الأولى هي Select Object (بصيغة المفرد أو الجمع Objects)، إذ يوفر البرنامج العديد من الطرائق المختلفة لتحديد العناصر اكثرها شيوعا الاختيار بالمؤشر (النقر على العناصر) أو احاطة العناصر بنافذة مستطيلة بالمؤشر، ويمكن الوصول الى أوامر التعديل من شريط القوائم، القائمة المنسدلة Modify، أو من الواجهة Ribbon – Home أو كتابة أمر التعديل في سطر الأوامر، ومن أبرزها وأكثرها استعمالاً **ما يأتي :-**

١. المسح Erase : يوجد أكثر من طريقة لتنفيذ هذا الأمر منها تحديد الخطوط والأشكال المراد مسحها ثم نضغط على أمر Erase، أو استدعاء الأمر أولاً ثم اختيار الأشكال والخطوط المراد مسحها ثم الضغط على مفتاح Enter، ومن الممكن تحديد الأشكال والخطوط والنقر يمين واختيار من القائمة

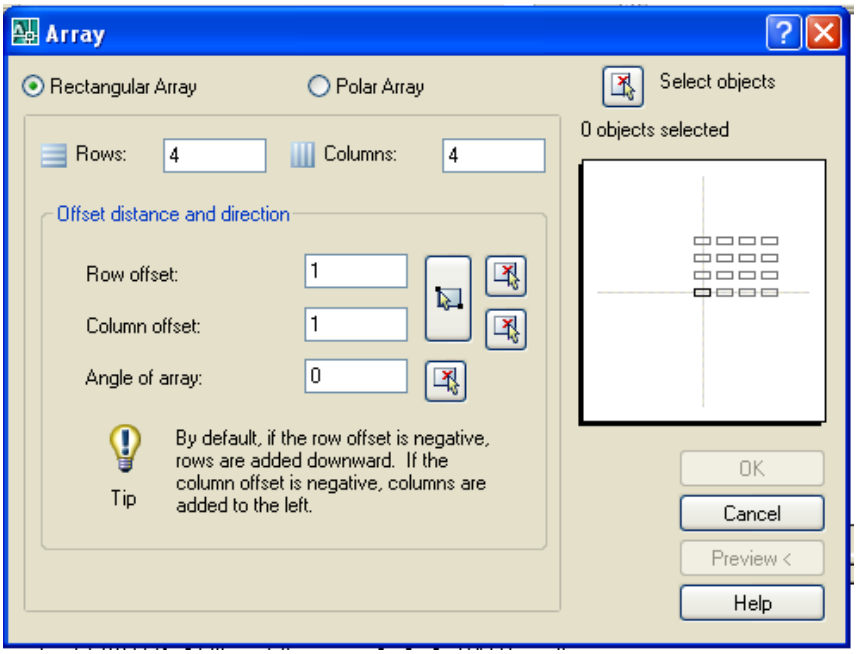
التي سوف تظهر الأمر، وكذلك يمكن تحديد الأشكال المراد مسحها وضغط مفتاح Delete من لوحة المفاتيح، أو الأمر من قائمة Modify.

٢. النسخ Copy : يتم عن طريق هذا الامر نسخ العناصر ونقلها الى المكان الذي يتم اختياره وذلك باستدعاء الأمر من قائمة أوامر التعديل أو كتابته في سطر الأوامر، يطلب البرنامج حينها اختيار العنصر، وبعدها يطلب نقطة الإمساك في الشكل المراد نقله، 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، ولإنهاء الأمر نضغط مفتاح Enter أو نضغط على مفتاح ESC من لوحة المفاتيح.

٣. انعكاس (مرآة) Mirror : لعمل انعكاس للأشكال (أفقي – عمودي)، فبعد النقر على الأمر يطلب تحديد الشكل وبعد الاختيار نضغط مفتاح Enter ثم يطلب بداية الخط (المحور) الذي سوف ينعكس عليه ويمكن رسم خط مع مراعاة تفعيل أمر التعامد (أو الضغط على مفتاح F8) وبعد النقر على بداية المحور ونهايته يطلب البرنامج مسح الأصل من عدمه.

٤. موازيات العناصر Offset : يستعمل للتحكم في سمك الجدران ورسم الغرف أي أنه يرسم خطاً موازياً للخط الآخر وعلى بعد معلوم، فعند النقر على الأمر نقوم بكتابة البعد المراد الرسم به ثم اختيار الخط بالمؤشر فيتم تحديد الشكل وظهوره بشكل نقاط، والنقر مرة أخرى في الاتجاه المراد رسم الخط الموازي وبالبعد الذي قمنا بتحديده من قبل.

٥. مصفوفة Array : يستعمل لتكرار العناصر على هيئة مصفوفة (مستطيلة أو دائرية)، فبعد تفعيل الأمر تفتح نافذة حوار تتيح اختيار هيئة مستطيل (صفوف وأعمدة)، أم على هيئة دائرية الشكل، فبعد أن نحدد الشكل المطلوب تكراره يتم تعيين عدد الصفوف (Rows) وعدد الأعمدة (Columns) والمسافة بين الصفوف (Column Offset) ويمكن عمل زاوية ميل للصفوف والأعمدة، وفيما يتعلق بالمصفوفة الدائرية نحدد مركزها وعدد مرات تكرار الشكل وتحديد زاوية الدوران بحسب توزيع الأشكال على الدائرة كلها، أم على نصف منها، الشكل (٣-١١).



الشكل ٣-١١ نافذة حوار المصفوفة.

٦. تحريك العناصر Move : بعد تفعيل الأمر يطلب البرنامج اختيار الشكل المراد نقله من مكانه، ويسأل البرنامج عن نقطة الإمساك بالشكل الذي يتم بالمؤشر على نقطة في الشكل وتحريكه منها في لوحة الرسم الى المكان المراد وضعه فيه والنقر مرة أخرى لتتم عملية النقل.

٧. الدوران Rotate : بعد تنشيط الأمر يطلب البرنامج تحديد الشكل وبالأسلوب المتبع نفسه في الأمر السابق.

٨. أمر مقياس الرسم Scale : يستعمل الأمر لتكبير أو تصغير العناصر بنسبة معينة فبعد تنشيط الأمر وتحديد الشكل ونقطة الإمساك يسأل عن مقياس الرسم فنقوم بكتابة النسبة المراد التكبير (أو التصغير) بها.

٩. تمديد العناصر Stretch : نفترض أن لدينا مثلث ونريد تمديد ضلعين منه، نقوم بالنقر على أيقونة الأمر فيطلب اختيار العنصر، نقوم بفتح نافذة على ضلعين فقط، وبتحريك المؤشر يمكن التحكم في طول الضلعين سواء بالتكبير أو التصغير عن طرق حركة المؤشر، أما الضلع الذي لم يتم تحديده فهو ثابت لا يتأثر بالأمر.

١٠. أمر الاستطالة Lengthen : يستعمل للتحكم بتغيير طول العناصر يتبعه العديد من الخيارات، منها تحديد القيمة المراد إطالة الخط بها (إذ إن كل نقرة على الخط المراد زيادة طوله سيزيد مرة بقدر القيمة التي تم تحديدها)، أو زيادة الطول بنسبة مئوية من الطول الأصلي، أو مضاعفاته.

١١. قص Trim : يستعمل الأمر لإزالة الخطوط الزائدة من الرسم، وذلك بالنقر على جميع الخطوط الزائدة لإزالتها .

١٢. تمديد (Extend) (للخط وللقوس) : لاستعمال هذا الأمر يجب مراعاة وجود خط آخر ليتمدد له الخط أو القوس، إذ يتم النقر على الخط المراد عمل امتداد له فيتمدد باتجاه الخط الآخر.

١٣. فصل جزء Break At Point : يستعمل لفصل خط وتقسيمه إلى أكثر من جزء.

١٤. قص أو قطع العنصر بين نقطتين Break : بعد تنشيط الأمر يطلب البرنامج تحديد مكان القطع، بالنقطة الأولى ومن ثم تحديد النقطة الثانية، ننقر بالمؤشر على الخط في موضع آخر فيزال الخط الموجود بين تلك النقطتين.

١٥. ربط join : يستعمل لربط خطين ليكونا خطاً واحداً وكتلة واحدة، بشرط أن يكونوا على امتداد واحد.

١٦. كسر الأركان (شطف) Chamfer : بعد تحديد قيمتي مسافتي الكسر على الضلعين أو بتحديد قيمة احدهما مع زاوية ميل خط الكسر يمكن عمل الشطف، ويحتوي الامر على مجموعة اختيارات منها مسح الحافات وذلك بالدخول في Trim، وبالنقر على الخط الأول ثم النقر على الخط الثاني يتم كسر حافتي ركن المضلع.

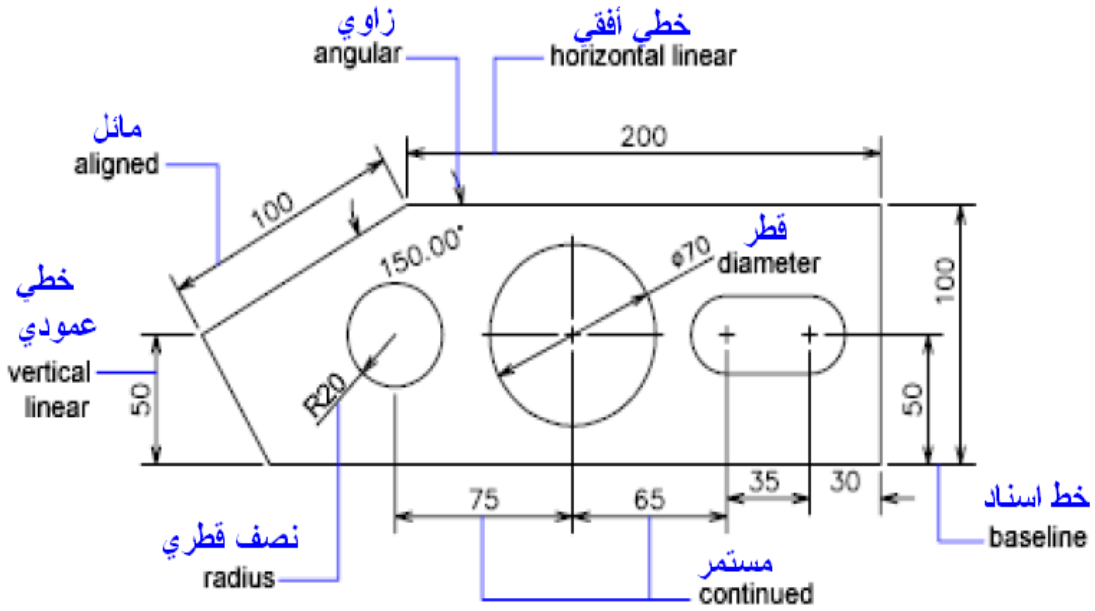
١٧. تشذيب Fillet : يستعمل لتقويس (تدوير) منطقة التقاء خطين ويمكن تعيين قيمة نصف قطر قوس التدوير، مع ملاحظة الاختيارات المصاحبة لهذا الأمر.

Command: fillet
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10
Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:R

١٨. تفتيت أو تفجير Explode : يستعمل مع العناصر المتماسكة والمتشكلة بأكثر من ضلعين (كائن رسومي واحد) إذ يجعل كل ضلع مستقلاً بذاته، فيتحول الشكل الى عدة كائنات رسومية يمكن التحكم في كل منها بمفرده.

٣-٧ شريط الأبعاد Dimension

يوضح الشكل (٣-١٢) تسميات اساليب وضع الابعاد عن طريق الأوامر التي يتم الوصول اليها بأكثر من طريقة.



الشكل ٣-١٢ اساليب مختلفة في وضع الأبعاد على الرسومات.

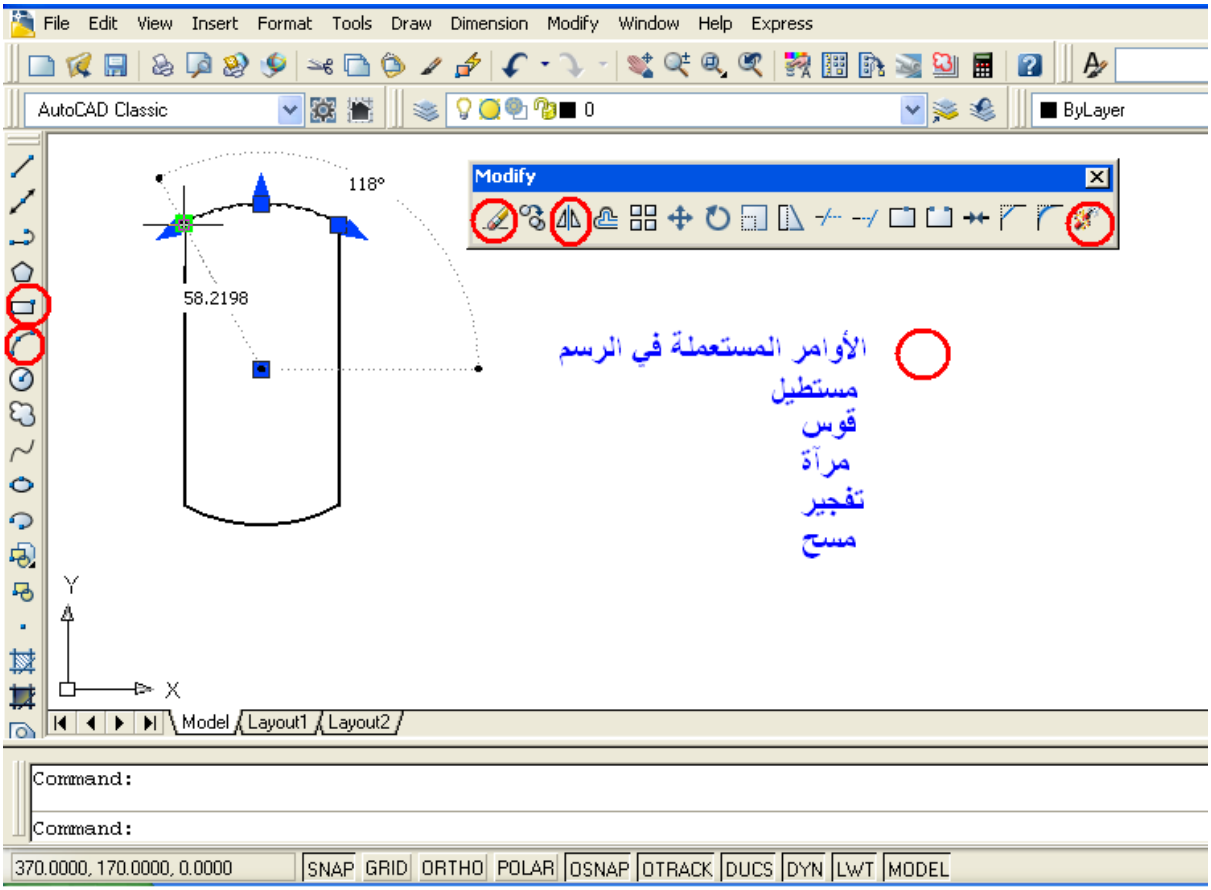
من الممكن الوصول لأوامر وضع الابعاد عن طريق الواجهة Ribbon في التبويب Home وفي لوح الأبعاد (حواشي Annotate) أو عن طريق القائمة المنسدلة Dimension التي تتضمن العديد من الخيارات كأوامر تتيح وضع الأبعاد على الرسومات، وتتضمن الأوامر البعد الخطي Linear، البعد الموازي Aligned، البعد المرتب Ordinate الذي يستعمل في قياس بعد النقطة عن نقطة الأصل، البعد نصف القطري Radius، البعد نصف القطري بشكل متعرج Jogged ،البعد القطري Diameter، البعد الزاوي Angular، فضلا عن البعد السريع Quick Dimension لإنشاء الأبعاد لعدة عناصر بسرعة ومرة واحدة، ويمكن فتح نافذة حوار لأدوات 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.

مثال ٣-١ : ارسم الرمز الخاص بحاوية الضغط (الاسطوانة) المبينة في الشكل (١-٨) باستعمال المؤشر وأيقونات الرسم.

الحل : من الممكن رسم الرمز بعدة طرائق وتلك احداها، ويمكن للطالب استعمال طرائق أخرى.

Command: _rectangاختيار ايقونة رسم المستطيل
Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: اختيار نقطة ما على مساحة الرسم لتكون الركن الأول للمستطيل
Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: اختيار نقطة لتمثل الركن المقابل للنقطة الأولى
Command: _arc Specify start point of arc or [Center]: اختيار ايقونة رسم القوس بالمؤشر
Specify second point of arc or [Center/End]: اختيار النقطة العلوية للمستطيل لتكون بداية لرسم القوس
Specify end point of arc: اختيار النقطة التالية لتكون نهاية رسم القوس
Command: _mirror 1 found اختيار الأمر – مرآة – ثم اختيار القوس
Specify first point of mirror line: Specify second point of mirror line:تحديد خط انعكاس الصورة بالمرآة
Erase source objects? [Yes/No] <N>: البرنامج يخير المستعمل بمسح العنصر الاصلي المرسوم بالمرآة من عدمه
Command: _explode 1 foundاختيار ايقونة التفجير للمستطيل المرسوم للتمكن من مسح الضلعين العلوي والسفلي
Command: _erase 1 foundاختيار الضلع العلوي ليتم مسحه
Command: _erase 1 foundاختيار الضلع السفلي ليتم مسحه

ويبين الشكل (٣-١٣) طريقة تنفيذ الرسم المطلوب لرمز اسطوانة الضغط.

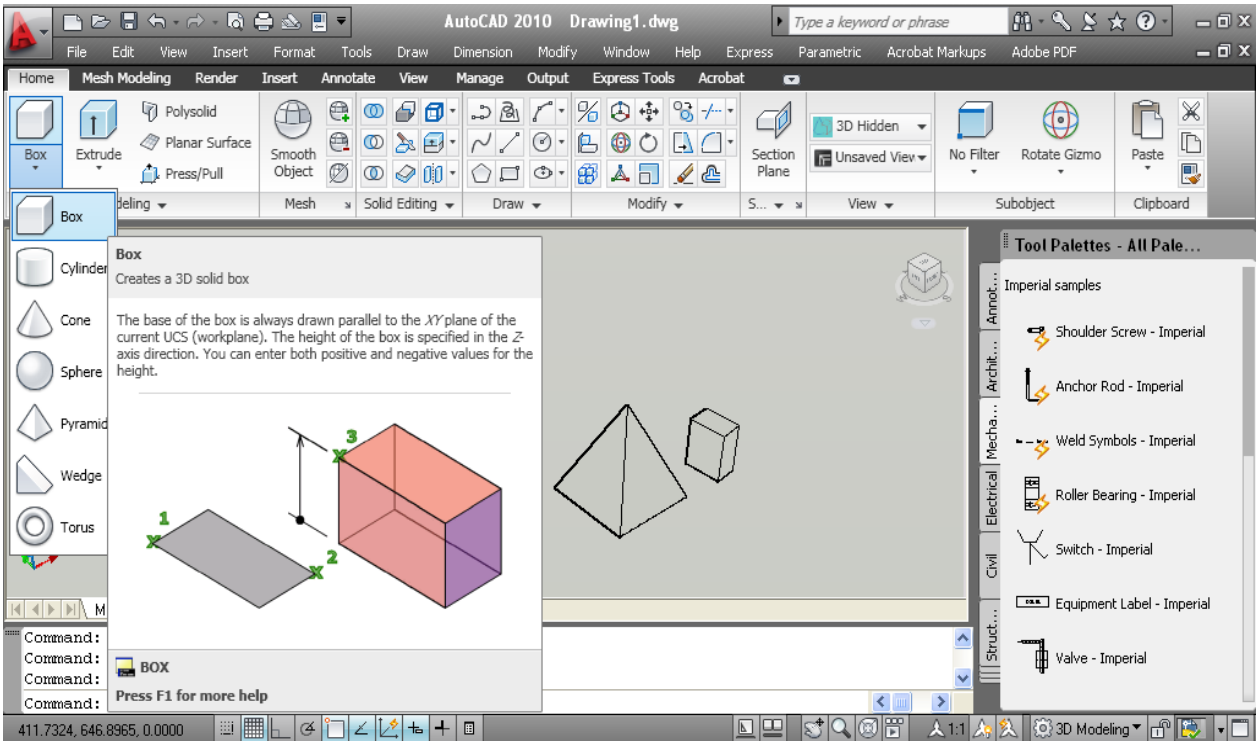


الشكل ٣-١٣ طريقة رسم رمز اسطوانة الضغط.

٣-٨ الرسم ثلاثي الأبعاد Three Dimensions Drawing

يمكن تقسيم أنواع الرسومات ثلاثية الابعاد على قسمين، الأول تنفيذ المنظور الآيزومتري بدون تفعيل المحور الثالث Z والرسم بمستوي 2D ، ويستعمل للمناظير الهندسية، أما النوع الثاني فهو رسم النماذج ثلاثية الأبعاد بتفعيل المحور الثالث ليتم عرض النموذج ودورانه على الشاشة ورؤيته في مناظير ثلاثية الأبعاد بزوايا مختلفة مع استنتاج المساقط وإجراء القطاعات فضلا عن استعمال بيانات النموذج في برامج التصميم والتصنيع والإنتاج.

تتميز واجهة الرسم ثلاثي الأبعاد (3D) عن سابقتها بتغيير شكل المؤشر الذي سيكون بصورة ثلاثة محاور متقاطعة فضلا عن علامة المحاور الثلاثة في الركن الأيسر السفلي من مساحة الرسم، كما مبين في الشكل (٣-١٤) الذي يظهر فيه أشرطة الادوات المساعدة، إذ يتم استدعاء البيئة ثلاثية الأبعاد من شريط بيئة العمل Workspace باختيار 3D modeling .



الشكل ٣-١٤ واجهة البرنامج عند رسم النماذج في بيئة ثلاثية الأبعاد.

يتبع أوتوكاد النظام العالمي للإحداثيات (World Coordinating System)، وهو النظام الافتراضي المتبع في البرنامج 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 جسماً وليس رسماً).

٣-٩ أوامر الرسم ثلاثي الأبعاد 3D

تستعمل عدة أوامر في الرسم الثلاثي الابعاد فأما يكون عن طريق رسم الأجسام المصمتة Modeling أو باستعمال رسم المشبكات السلكية Mesh Modeling أو اعطاء سمك Thickness لرسومات في مستوى 2D أو تمديد Extrude ، أو تدوير Revolve حول محور ما لتتحول الى أجسام ثلاثية الابعاد.

٣-٩-١ إنشاء رسوم لأجسام مصمتة بسيطة

الأجسام الصلبة الأساسية التي يوفرها البرنامج لتنفيذ الرسومات ثلاثية الأبعاد بدلاً من تشكيل أو تدوير الأشكال، فمن القائمة Home تظهر قائمة منسدلة تتضمن سبعة اوامر تسمى اشكال أولية Primitives تبدأ بالصندوق Box، نختار منها الشكل الصلب المطلوب ونتبع ما يظهر من مطالب في سطر الأوامر ليتم رسم الشكل المجسم.

١. **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)

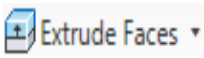
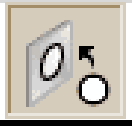
٢. **مثال لرسم اسطوانة :**

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

٣-٩-٢ إنشاء رسوم لأجسام مصمتة أكثر تعقيداً باستعمال العمليات المنطقية (Operations)

لإنجاز رسم أجسام أكثر تعقيدا قد نحتاج الى دمج الأجزاء المتعدّدة لتكوين جسم واحد، أو إزالة أجزاء من تلك الأجسام الصلبة، من الواجهة Ribbon نجد تحت عنوان Solid Editing مجموعة إجراءات منطقية فضلاً عن الأوامر المساعدة الأخرى لتحرير الأجسام الصلبة، ويبين الجدول (٣-١) هذه الأوامر وطريقة استعمالها.

الجدول ٣-١ أوامر التركيبات الصلبة.

الاجراء	ادخال الأمر	الأيقونة	التوصيف
الاتحاد (منطقي)	UNION / UNI		ربط اثنين 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 الى الجسم الهندسي الباقي.
التقاطع (منطقي)	INTERSECT / IN		تكوين جسم صلد مفرد من أجسام صلدة بالاستناد الى 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.

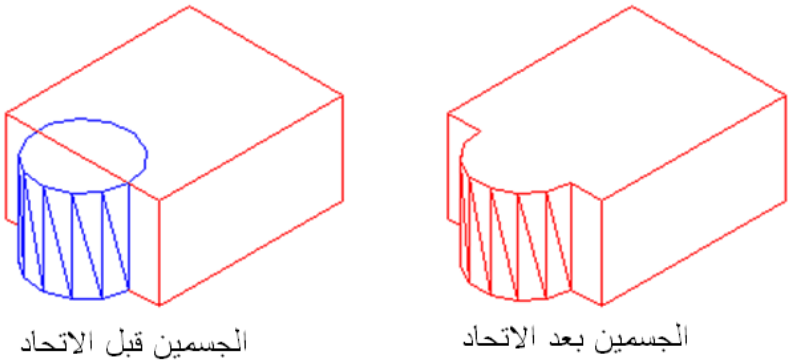
ومن المناسب تجربة هذه الأوامر وخياراتها الفرعية بشكل عملي والآتي بعض منها:-

مثال لتكوين جسم صلد من اتحاد جسمين، الشكل (٣-١٥):-

نفترض وجود جسمين (اسطوانة وصندوق) متداخلتين ومطلوب جعلهما جسماً واحداً، نختار الأمر أما بكتابته في سطر كتابة الأوامر أو النقر على الأيقونة التي تمثل الأمر، كما يأتي:-

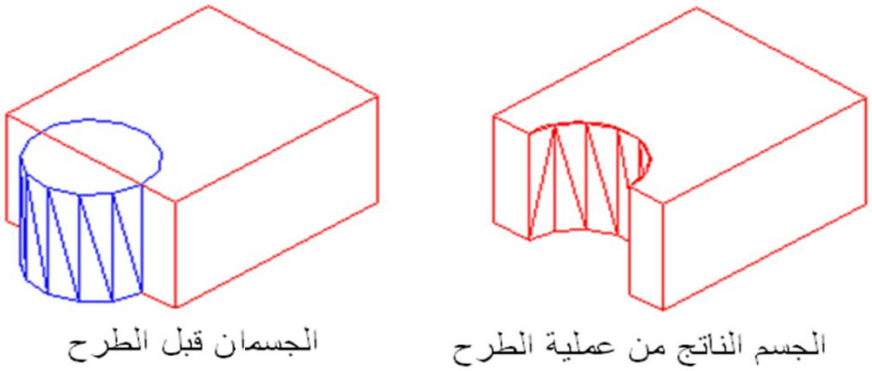
Command: _union
Select objects: 1 found(يتم اختيار أحد الأجسام وليكن الاسطوانة)
Select objects: 1 found, 2 total

ولفك الترابط بين الجسمين، نستعمل الأمر Separate.

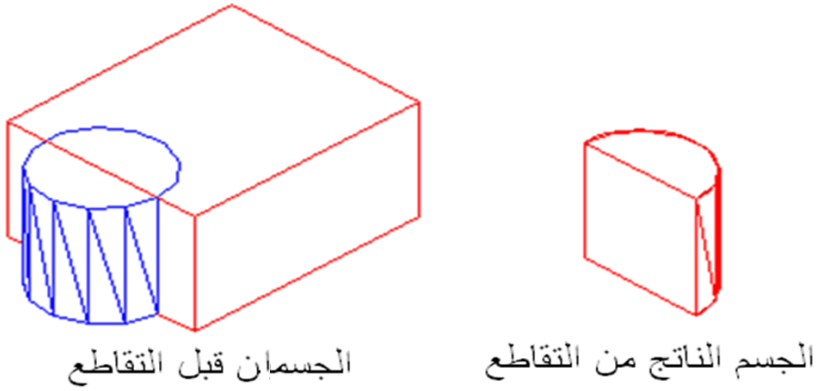


الشكل ٣-١٥ تنفيذ أمر الاتحاد.

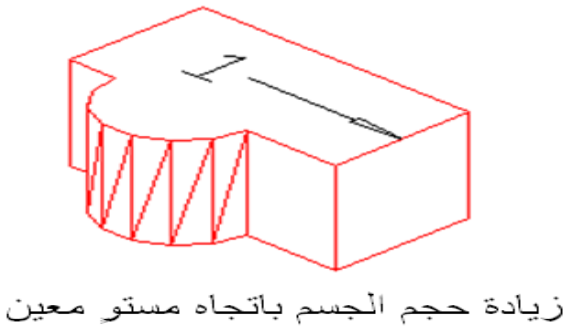
وبالطريقة نفسها يمكن تنفيذ بقية الأوامر المدرجة في الجدول أعلاه تباعاً كما موضح في الأشكال الآتية:-



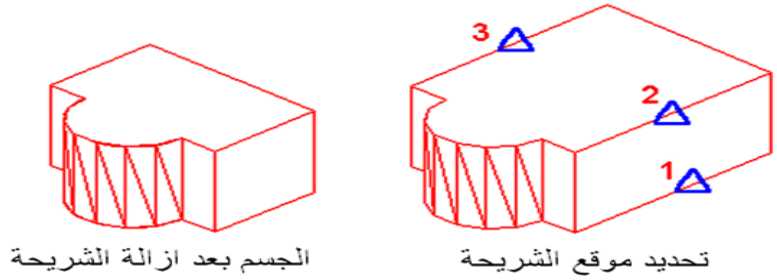
الشكل ٣-١٦تنفيذ أمر الطرح.



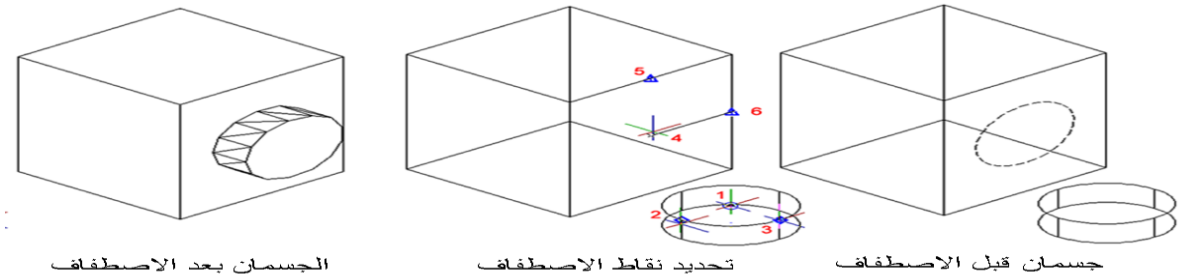
الشكل ٣-١٧ تنفيذ أمر التقاطع.



الشكل ٣-١٨ تنفيذ أمر تمديد أو زيادة حجم جسم.



الشكل ٣-١٩ تنفيذ أمر قطع شريحة.



الشكل ٣-٢٠ تنفيذ أمر الاصطفاف.

٣-١٠ الرسم المتقايس (المنظور) على ورقة 2D

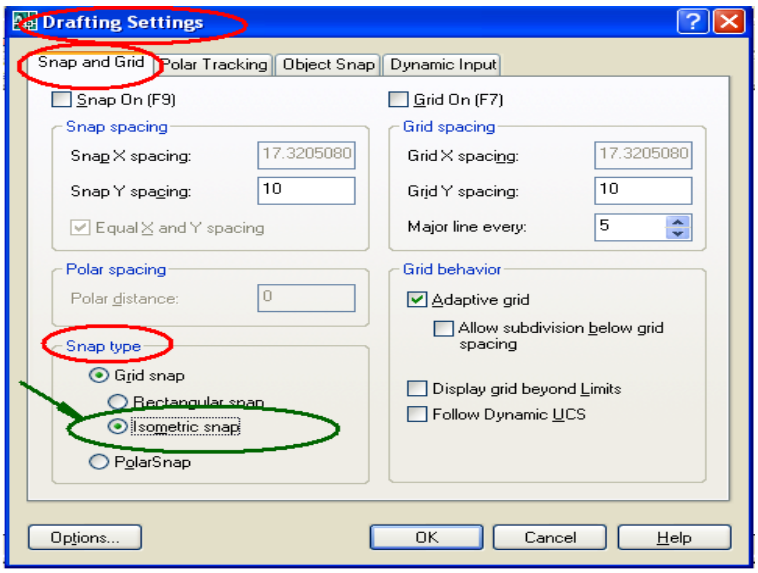
مرَّ علينا في فصل سابق طرائق رسم المنظور المتقايس (Isometric)، وبإتباع الأسس السابقة ذاتها من الممكن رسم المنظور في برنامج الأوتوكاد وفي بيئة الرسم ثنائي الأبعاد ليوحي أن الرسم المنجز هو مجسم ثلاثي الأبعاد، وأول ما يجب عمله بعد فتح البرنامج على نظام ثنائي الأبعاد هو تفعيل نمط الوثب أو القفز المتقايس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

١. كتابة الأمر dsettings في سطر الأوامر.

٢. من شريط الادوات نختار Tool ثم نختار Drafting settings.

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

وفي كل الحالات ستظهر النافذة الحوارية Drafting settings، الشكل (٣-٢١)، نختار منها الوثب والشبكة Snap and Grid وفي حقل نمط القفز (الوثب) Snap type في أسفل النافذة نختار القفز المتقايس Isometric Snap .

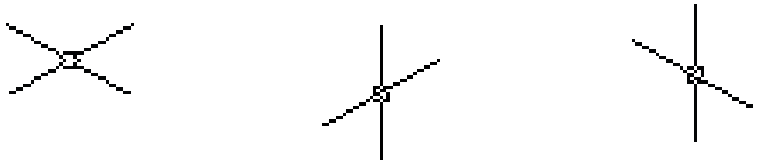


الشكل ٣-٢١ نافذة اختيار القفز المتقايس.

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 إحد الأشكال المبينة في الشكل (٣-٢٢).



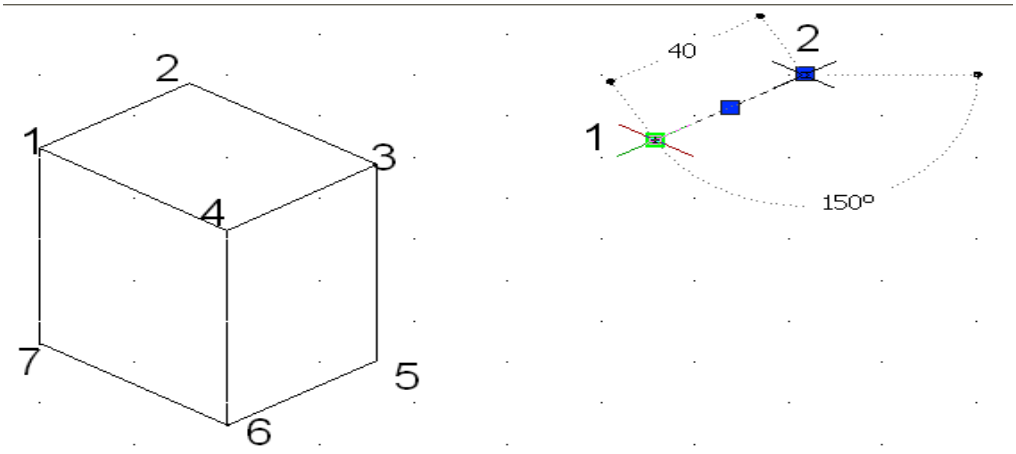
الشكل ٣-٢٢ أشكال المؤشر المتقايس.

يتم التنقل من وضعية لأخرى للمؤشر بالضغط على المفتاح F5 أو بضغط المفتاحين Ctrl+E معاً، وعند اختيار أمر التعامد ORTHO من شريط الأوامر المساعدة، 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) باستعمال وضعية المؤشر التي على اليمين (في الشكل السابق)، وترسم السطوح الأمامية (التي سوف تظهر في المسقط الأمامي) باستعمال وضعية المؤشر في الوسط، كما ترسم السطوح الجانبية (التي سوف تظهر في المسقط الجانبي) باستعمال المؤشر الذي على اليسار.

مثال ٣-٢: ارسم متوازي المستطيلات الذي أبعاد قاعدته 40x50 mm وارتفاعه 60 mm بأسلوب القفز المتقايس.



الشكل ٣-٢٣ 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 ١، الشكل (٣-٢٣)، وبطول ٤٠ نحرك المؤشر نحو النقطة ٢ ثم الضلع الأخر وبطول ٥٠ نحو النقطة ٣ ، ثم نحرك المؤشر نحو النقطة ٤ 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 ٣، ٤، ٦، و ٥، نضغط المفتاح F5 لنختار وضعية المؤشر Isoplane Right فنرسم الخط الرأسي انطلاقاً من النقطة ٣ بمسافة ٦٠ باتجاه الأسفل فنحصل على النقطة ٥ ثم نغير اتجاه حركة المؤشر نحو اليسار وبطول ٤٠ نحصل على النقطة ٦ ثم نرسم نتجه بالمؤشر نحو النقطة ٤ بطول ٦٠ ، ومن ثم الخروج من أمر الخط.

Command: _line Specify first point: <Isoplane Right>(نبدأ من النقطة ٣)
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 ٦، ٧، ١، و ٤، نضغط المفتاح F5 لنختار وضعية المؤشر Isoplane Left نرسم من النقطة ٦ الى اليسار خط بطول ٥٠ فنحصل على النقطة ٧ ، ثم نغير اتجاه حركة المؤشر نحو النقطة ١ ونكتب البعد ٦٠ لتكتمل كل حافات المنظور الظاهرة.

Command: _line Specify first point <Isoplane Left>نبدأ من النقطة ٦)(
Specify next point or [Undo]: 50 ↵
Specify next point or [Undo]: 60 ↵
Specify next point or [Close/Undo]: *Cancel*(الخروج من أمر رسم الخط)

٣-١٠- ١ رسم منظور الدائرة المتقايس Isometric Circles

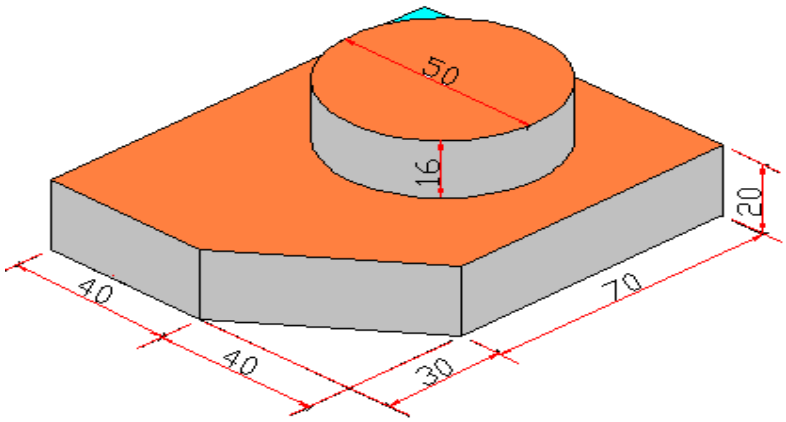
ترسم الدوائر المتقايسة باستعمال أمر الشكل البيضاوي Ellipse ثم اختيار منظور الدائرة منظور Isocircle ثم نكتب في شريط كتابة الأوامر نصف قطر الدائرة.

مثال ٣-٣ : ارسم منظور الدائرة المتقايس في السطح العلوي التي نصف قطرها 50 mm ومركزها النقطة 70,70.

الحل :

Command: <Isoplane Top>
Command: El ↵
ELLIPSE
Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center/Isocircle]: I ↵
Specify center of isocircle: 70,70 ↵
Specify radius of isocircle or [Diameter]: 50 ↵

مثال ٣-٤ : ارسم المنظور المتقايس المبين في الشكل (٣-٢٤) .



الشكل ٣-٢٤ منظور متقايس (مركب).

الحل : بعد تفعيل نمط التعامد وتحويل المؤشر الى الشكل العلوي Isoplane Top نرسم حواف السطح العلوي abcde، الشكل (٣-٢٥-A) انطلاقاً من النقطة a ومع عقارب الساعة والرجوع اليها كما 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 ↵

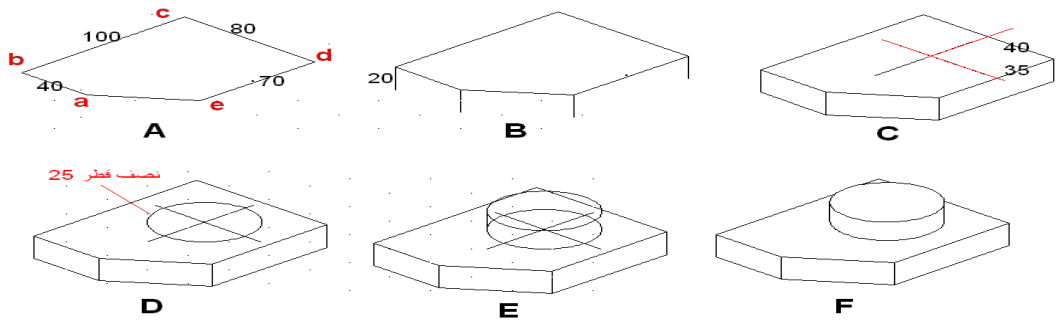
نرسم أربعة خطوط رأسية من النقاط b, d, e, a للأسفل بمقدار 20 mm (يمكن رسم أحد الخطوط ومن ثم استعمال أمر النسخ Copy)، لاحظ الشكل (٣-٢٥-B)، ثم صل النهايات لتلك الخطوط، مع تحديد مركز الدائرة بخطين متعامدين، الشكل (٣-٢٥-C).

من مركز الدائرة نرسم قاعدة الاسطوانة وكما يأتي، الشكل (٣-٢٥-D):-

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 16 mm للأعلى باستعمال الأمر Copy، ونرسم خطين مماسين لمنظوري الدائرة، الشكل (٣-٢٥-E).

نستعمل الأمر Trim لتشذيب الزوائد في الرسم فنحصل على المنظور المطلوب الشكل (٣-٢٥-F).

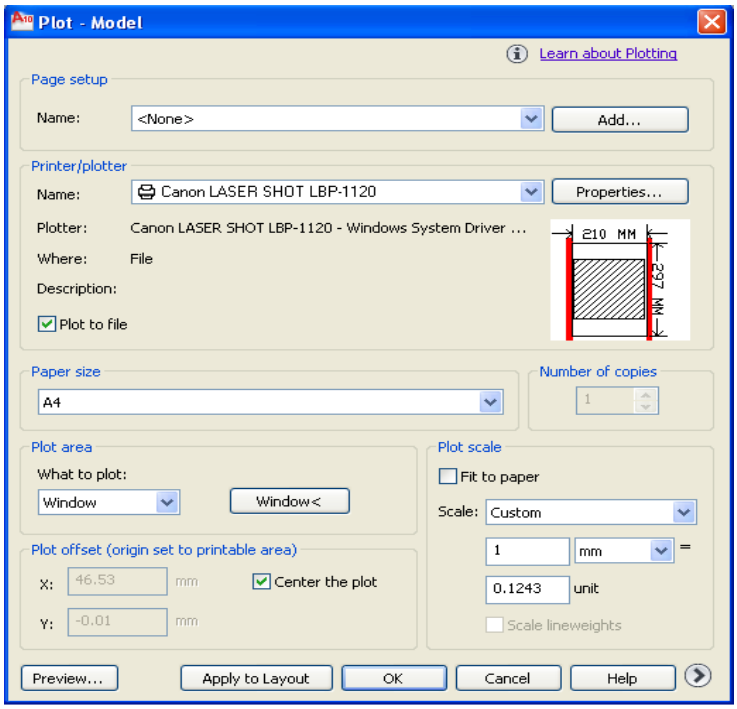


الشكل ٣-٢٥ مراحل رسم منظور متقايس (مركب).

٣-١١ طباعة الرسوم والإخراج

بعد انجاز العمل على الحاسوب لابد من طريقة لتقديم الناتج الى الجهة المستفيدة بإحدي الطرائق المناسبة مثل الطباعة الورقية أو تقديمها كملف PDF أو نشرها على شبكة الانترنت أو ارسالها الى مجهز خدمة طباعة ثلاثية الأبعاد. هذه الاساليب متشابهة كلياً في الإجراءات اللازمة للطباعة لكنها تختلف في المخرجات من الطابعة، وينبغي توفر الطابعة وربطها بجهاز الحاسوب وتعريفها على ذلك الحاسوب بنظام ويندوز، ويتم اعدادها بحسب نوع الورق والالوان ودقة الوضوح . كما أن الطباعة كملف PDF من أوتوكاد يتطلب توافر هذه الطابعة وبرنامجها أيضاً، والذي يمكن لاحقا طباعته كملف فضلا عن فتحه ومشاهدة محتوياته مع وجود برنامج Adobe Acrobat من دون الحاجة لوجود برنامج أوتوكاد. من الممكن إضافة الطابعة من داخل أوتوكاد عن طريق نافذة حوار والمعنونة بالطابعات / الراسمات Plotters، ومن الممكن

الوصول الى أمر الطباعة عن طريق شريط الوصول السريع او من قائمة File أو باستعمال مختصر من لوحة المفاتيح Plot (Ctrl+P)، وبعد الضغط على أيقونة (طابعة) يظهر مربع حوار لإعدادات الطباعة Plot-Model، الشكل (٣-٢٦)، والذي يتضمن منطقة Printer/Plotter نحدد فيه نوع الطابعة / الراسمة المستعملة بالنقر على السهم في اليمين لتظهر قائمة الطابعات المتوافرة على جهاز الحاسوب، اضافة الى Paper Size نحدد فيه حجم الورق المستعمل. نختار الحجم A4 فقط. أما Plot Area فنحدد فيه منطقة الطباعة. النقر على السهم في اليمين يظهر قائمة بالإمكانيات المتوفرة للطباعة. نميز من خلالها Displayلتحديد منطقة الرسم المرئية والمحددة على الشاشة لحظة الاختيار، أما Extents فلتحديد كل ما هو موجود على الشاشة سواء كان مرئياً أو مخفياً، والاختيار Window: يعين المنطقة المحددة بزاويتي النافذة المختارة من شاشة الرسم، ويقوم الاختيار Limits بتحديد المنطقة المحددة الناتجة من تعريف حدود منطقة الرسم بالأمر نفسه، أما منطقة Plot Offset فنحدد فيها إزاحة منطقة الطباعة أفقياً ضمن محور x ورأسياً ضمن محور y، أو في مركز ورقة الطباعة Center the Plot. ونحدد من خلال منطقة Plot Scale مقياس الرسم للطباعة أو طباعة حيز معين من الشاشة على ورقة معروفة الحجم بأفضل ما يمكن باختيار Scale to fit، أما الايقونة Print Preview فنحدد فيها معاينة المنطقة المختارة للطباعة قبيل طبعها.



الشكل ٣-٢٦ مربع حوار اعدادات الطباعة

٣-١٢ أسئلة وتمارين الفصل الثالث

الاسئلة النظرية :- (مناسبة كفرع - ١٥ درجة - في الامتحان الوزاري)

٣-١٢-١ بيّن الطرائق المتبعة لتفعيل برنامج الاوتوكاد على الحاسبة، مبينا كيفية اظهار القوائم في الاصدارات الحديثة لبرنامج الرسم.

٣-١٢-٢ ما الهيئات الأربع التي تظهر فيها أوامر الاوتوكاد في القوائم المنسدلة ؟

٣-١٢-٣ توجد ثلاثة نظم لكتابة الاحداثيات في برنامج الرسم المعان بالحاسوب، عددها مع توضيحها بالأمثلة.

٣-١٢-٤ ما الاوامر في مساعدات الرسم الدقيق ؟ عدد اربعة منها مع بيان وظيفتها.

٣-١٢-٥ كيف يتم ادخال الأوامر في اوتوكاد ؟ وما طرائق التراجع عن تنفيذ الأوامر ؟

٣-١٢-٦ ما فائدة الطبقات عند تنفيذ الرسوم بالحاسوب ؟

٣-١٢-٧ عدد عشرة من الاوامر المتضمنة للقائمة Draw .

٣-١٢-٨ عدد عشرة من أوامر التعديل .

٣-١٢-٩ ما الفرق بين الرسم ثنائي الابعاد عن الرسم ثلاثي الابعاد؟ وكيف يمكن الوصول لشاشة الرسم 3D ؟

٣-١٢-١٠ ما الطرق التي من الممكن اتباعها لتنفيذ رسم جسم ثلاثي الابعاد ؟

٣-١٢-١١ اعط أمرين للتحكم بالتركيبات الصلبة مع التوصيف لكل منها.

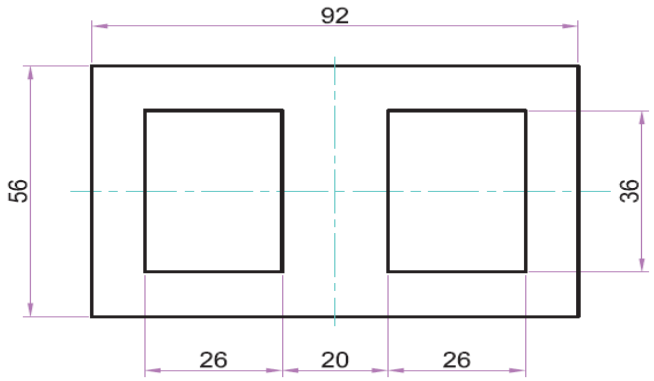
٣-١٢-١٢ من الممكن رسم المنظور الايزومتري في بيئة رسم ثنائية الأبعاد، وضح ذلك .

٣-١٢-١٣ كيف يتم طباعة الرسوم المنفذة في الأوتوكاد ؟ اشرح ذلك باختصار.

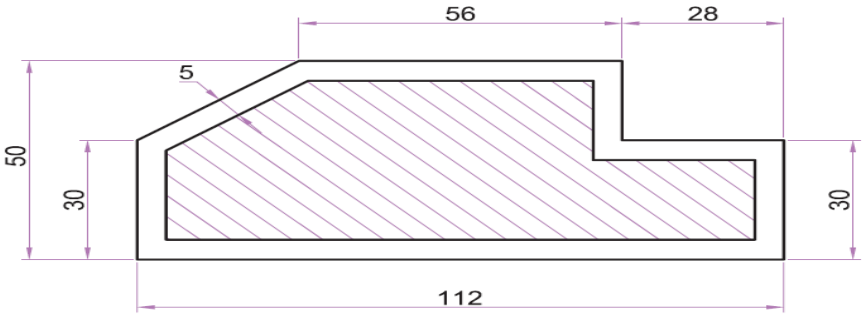
التمارين العملية:-

٣-١٢-١٤ افتح شريط وضع الابعاد ودوّن الحقول التي يمكن التحكم فيها.

٣-١٢-١٥ ارسم باستعمال أوامر الرسم في برنامج الأوتوكاد 2D المساقط المبينة أبعادها في الأشكال (٣-٢٧)، (٣-٢٨)، مع وضع الأبعاد على الرسم، ثم اطبع الرسم على ورقة A4.

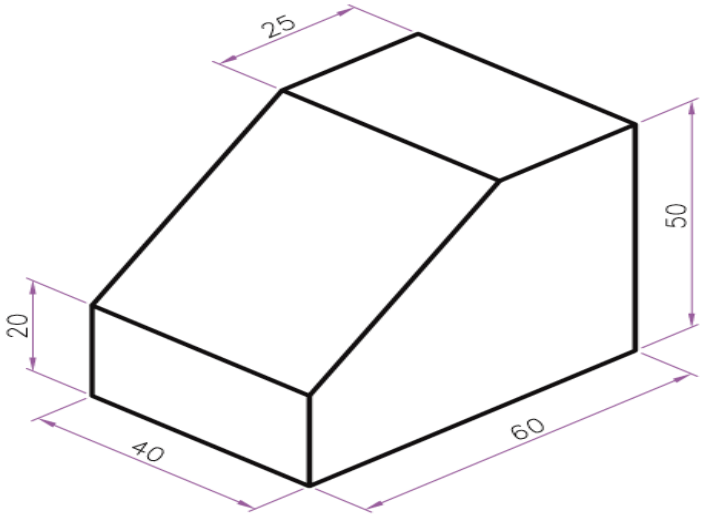


الشكل ٣-٢٧.



الشكل ٣-٢٨.

٣-١٢-١٦ ارسم المنظور المتقايس المبين في كل من الشكل (٣-٢٩) متبعاً أسلوب الرسم المتقايس في برنامج الأوتوكاد.



الشكل ٣-٢٩.