الكيمياء الصناعية
المرحلة الثالثة

(١)

أعداد

د.بشرى تركي مهدي

الكيمياء الصناعية

هي احد فروع الكيمياء التي تهتم في مجال الصناعة، وتهتم بطريقة تصنيع المنتجات من المواد الاولية الضرورية لكثير من الصناعات. ويمكن تصنيف الصناعات الى معايير مختلفة . منها تصنف الى صنفين اعتماداً على طبيعتها الانتاجية ، وهي الصناعات الاستخراجية Extraction Industries ونقصد فيها استخراج المواد الاوليه من مصادرها (باطن الارض او المسطحات المائية او الغابات) مثل تعدين الخامات واستخراج البترول وغيرها.أما الصناعات التحويلية Conversion Industries تقوم هذه الصناعات بتحوييير وتغيير شكل المواد الاولية الاصطناعية أو المعدنية أو الزراعية أو الحيوانية من حالاها الاصليه الى حالة تصبح فيها اكثر نفعاً و أستخداماً للانسان ،مثل تحويل لب الخشب الى رق أو تحويل القطن الى المنسوجات القطنية.

ويمكن تصنيف الصناعات الى صناعات اساسية Fundamental Industries وصناعات استهلاكية Consumption Industriesعلى اساس طبيعة المنتجات الصناعية. وهناك معايير أخرى لتصنيف الصناعات على اساس مصدر الواد الاوليه أو حجم المؤسسات الصناعية أو نوعية المنتجات. وجميع الصناعات تحتاج الى مواد أوليه سواء كانت معدنية أو زراعية أو حيوانية وبدونها لايمكن قيام اي صناعة. ان نجاح قيام الصناعة يعتمد على المواد الأولية والكلفة و الخبرة والتكنولوجيا.

المواد الأولية

المواد الأولية هي المواد التي تصنع منها حاجات الانسان المختلفة وبدونها تصبح الحياة مستحيلة وبدائية، وتختلف المواد الأولية المستخدمه حسب نوعية الصناعة، فمثلاً أما ان تكون على شكل مواد زراعية مثل البنجر وقصب السكر والمطاط...الخ ، او تكون مواد حيوانية مثل الحليب والحرير والجلود..الخ، أو قد تكون معدنية فلزية و لافلزية ذات طبيعة استخراجية مثل حجر الكلس والحديد ...الخ، كما يمكن ان يدخل ضمن المواد الأوليه المواد الأصطناعية Artificial Materials وهي مواد شبه مصنعة مثل أجزاء المكائن والالات.

وجود المواد الاولية في بلد ما يسهم في التنمية الصناعية .ومع ذلك هناك بلدان لا تتوفر فيها المواد الاوليه ولكن متتطورة صناعياً اي وصل الى مستوى عال.وذلك يعود الى ضمان الحصول على المواد الاولية من مناطق انتاجها عن طريق استيرادها.تعد اليابان والمانيا الغربية في مقدمه بلدان العالم في مجال الصناعات البتروكيمياوية وهما تعتمدان على استيراد البترول الخام من مناطق انتاجه. تعتبر اليابان في مقدمه بلدان العالم في مجال صناعة المنسوجات القطنية علماً انها لا تنتج شيئاً من القطن .

تقسيم المواد الاولية

تقسم على اساس الموقع الى

١- مواد اوليه متوفرة في كل مكان:- وهي تشمل المواد الأولية الي يمكن الحصول عليها بسهولة.
٢- مواد اولية متوطنة:- وتشمل المواد الأولية التي توجد في مناطق محددة وفي بلدان معينه دون غيرها.

وتقسم المواد الاولية على اساس الوزن الى :-

١- موادأولية فاقدة للوزن:-وتشمل الخامات سريعة التلف التي لاتتحمل النقل الطويل مثل قصب السكرو..الخ.
٢- مواد اولية غير فاقدة للوزن (النقية):-وتشمل الخامات التي لا تفقد من وزنها اثناء النقل الطويل مثل الحديد...الخ.

أنواع المواد الأولية

١- **مصادر الكاربون:-** الصناعات الكيمياوية والبتروكيمياوية تحتاج الى مواد اولية ،واهم ما يميز هذه المواد هو وجود عنصر الكاربون.ولذلك يقوم الباحثون بالبحث عن مصادر جديدة للكاربون وتبين مصادرَ مختلفة ومتنوعة .وان الاسس في الاختيار تعتمد على وفرة المصدر وسهوله تويله الى منتجات كيمياوية.

٢- **المواد الحيوانية:-** لايمكن اعتباره مصدراً مهماً للصناعات الكيمياوية والبتروكيمياوية لانها تقتصر على عدد قليل ومحصور من الصناعات.ومن الامثله المواد الاولية الحيوانية الحرير والصوف والجلودبالاضافة الى الدهون . الدهون عبارة عن مواد صلبة عنده درجة الحرارة الاعتيادية ويصعب بلورتها وهي تحتوي على عنصر الكاربون.وتدخل الدهون في صناعات محدودة ،وتكون اساس لهذه الصناعات (صناعة الصابون ، صناعة الاحماض الدهنية و الكحولات ذات السلاسل الطويلة).

٣- **المواد الزراعية:-** الكاربوهيدارات تدخل ضمن المواد الزراعية وتعتبر مصدر مهم لانتاج العديد من المركبات الصناعية ولكن كلفة انتاج هذه المركبات وعامل الوقت والكمية جعلت هذه الطرق غير مرغوب في الوقت الحاضر أما بالنسبة للزيوت هي عبارة عن مواد سائله عنده درجه حرار الاعتيادية

وليس من السهل بلورتها تحتوي على الكاربون في تركيبها . ولايمكن اعتبار الزيوت مصدر مهم لصناعات الكيمياوية لانها تحتوي على عدد قليل من الصناعات .

٤- **الفحم :-** الفحم Coal عبارة عن مادة حاوية على كاربون قابل للاحتراق . ويتكون من جزيئات كبيرة ذات حلقات اورماتية نفثينية اضافة الى مركبات حلقية غير متجانسة وتحتوي على مجاميع(الهيدروكسيل والكاربونيل).وتوجد نسب قليله من النتروجين والكبريت الصيغه المتفق عليها للفحم هي $(C_{22}H_{20}O_3)_n$ يتكون الفحم نتيجه تحلل الخشب او بقايا النباتات او الفطريات بفعل الضغط والحرارة والزمن . حيث ترتفع نسبة الكاربون وتقل نسبة الهيدروجين والاوكسجين وتعرف هذه العملية ب التفحم Carbonization لذا لا يعتبر الفحم مادة اوليه مهمه من انتاج مركبات الصناعية بسبب انخفاض نسب الهيدروجين فيه بالاضافه من كونه مادة صلبة ذات تركيب كمياوي معقد ممايستوجب ظروف قاسية لتحويله الى مركبات كمياوية مفيدة لذلك كلفه انتاج تلك امركبات عالية اذا ما قورنت بالمصادر الاخرى .

٥- **الغاز الطبيعي :-** الغاز الطبيعي Natural Gas عبارة عن خليط من مركبات هيدروكاربونية غازية مثل ميثان ،ايثان ،بروبان و البيوتان ويشكل الميثان نسبة عالية من الغاز الطبيعي . هناك عوامل تقف امام توسع استخدام الغاز الطبيعي كمادة اولية وهي

١- ان عملية انتاج الغاز من استخراج وتسهيل ونقل مكلفه اذا ما قورنت بعملية استخراج ونقل البترول الخام .
٢- ان عدد المركبات الهيدروكاربونية التي يحتويها الغاز الطبيعي قليله .
٣- ان احتياط العالم من الغاز الطبيعي لا يتجاوز ثلث احتياطي للعالم من البترول الخام .

٦- **البترول الخام :-** عبارة عن مادة سائلة تتكون من خليط من المواد الهيدروكاربونية القابلة للاحتراق والتي تكونت من بقايا النباتات والمخلوقات والاحياء البحرية التي عاشت وماتت في البحار.وبفعل الضغط والحرارةوملايين من السنين وبتاثير البكتريا اللاهوائية تحللت هذه المواد الى مركبات هيدروكاربونية مفيدة.ويعد البترول الخام في مقدمة المواد الاولية ويعد مصدراًمهماً لعديد من المواد العضوية التي تدخل الصناعات البتروكيمياوية.وهناك خصائص جعلت البترول الخام من اهم المواد الاولية التي عرفها الانسان:-

١- البترول الخام مادة سائلة لذا يسهل نقله الى مسافات بعيدة ،اي يمكن نقلهَ من حقول استخراجه الى المصافي النفطية عبر انابيب ،وكفلة نقلهَ اقل بكثير من كلفة نقل الفحم.
٢- يحتوي على عدد كبير من المواد العضوية المفيدة.
٣- أنخفاض كلفة انتاجه اذا ما قونت بالمواد الأولية الاخرى.
٤- يحتوي على كميات من الغاز الطبيعي والتي يمكن الاستفادة منها وقودأاو مادة اولية
٥- وجود احتياطي هائل منه .

٧- **المعادن الفلزية واللافلزية :-** المعادن هي عناصر ومركبات كمياوية طبيعية تكونت نتيجه العمليات غير العضوية بالطبيعة . ولها تركيب كميائي ثابت وبنية ذرية ثابته توجد بهيئة متبلورة وغير متبلورة نتيجه تجمع وحدات المعادن تتكون الصخور . عناصر الكميائية الفلزية واللافلزية تدخل في صناعات عديدة مثل صناعه الحديد وصناعة والنحاس ... الخ . اصبحت منتوجات هذه الصناعات دور مهم في حياتنا .لذا لابد من البحث والتنقيب استخراج هذه العناصر الكميائية وتتفاوت في ما بينها حيث تتواجد في بعض المناطق دون غيرها على شكل ترسبات وتعرف العمليات الفيزيائية والكميائية المستخدمة لاستخراج الفلزات من خاماتها بالعمليات التعدينية وهي تعمد على اهمية المعدن وكمية الاحتياطي ونسبة المعدن في الخام ونسب الشوائب في المعدن وسمك وقرب الرواسب المعدنية من سطح الارض بالاضافه الى كمية الطلب على المعدن والموقع الجغرافي للمنجم .

فروع الكيمياء الصناعية:-

١- كيمياء الصناعات التقليدية ، وتشمل صناعة السكر والزجاج .
٢- كيمياء الصناعة البوليمر، وتشمل صناعة البلاستيك والمطاط والالياف والانسجة.
٣- كيمياء الصناعة الاديوية، وتختص في مجال تصنيع الادوية.
٤- كيمياء النفط وخاماته، وتشمل تكرير البترول الخام.
٥- كيمياء المعادن وخاماتها، وتشمل استخراج المعادن من خاماتها وذلك بالاشتراك مع الجولوجيا في عملية الاستخراج.

أقتصاديات الصناعة

ان عملية تصنيع المواد تعتمد على مواد المصنعة غالية الثمن وذات فائدة كبيرة من مواد اولية رخصية الثمن وليس العكس. الربح الصافي يحدث بعد خصم قيمة المواد الاولية واجور العمال والاستهلاك الاجهزة ومنظومة المصنع وتلوث مكان العمل.ولو فرضنا ان A المادة الأولية والمواد المراد تصنيعها هي B اي الناتجة من مرحلة اومن عدّة مراحل، و Cهي كلفة التصنيع ، R هي القيمة الربحية $R = B - (A+C)$ بحيث $K=A+C$

بحيث كلما كان قيمة الفرق كبيرة بين(K ,B) كلما زاد الربح $R = B – K$ وتصبح الصناعة ناجحة .

العمليات الصناعية

أولا العمليات الفيزياوية في الصناعات الكيمياوية:- وتتضمن

١- النقل Transport

وهي أولى عمليات الفيزياوية، وتعدّ من العمليات المهمة والتي تؤثر على التوطن الصناعي.أغلب بلدان العالم المتطورة صناعيا كاليابان ودول اوربا الغربية تستورد الموادالاولية،أي نقلها من مناطق تواجدها الى مصانع،ومن ثم نقل المنتوجات من المصانع الى الاسوق، ويحتاج هذا الى وسائل نقل سريعة وكفؤة ورخيصة فالتاخيرفي نقل المواد الاولية يؤدي الى اضرار وخسارة ماديةوالنقل يتم اما عن طريق شاحنات ضخمة او قاطرات او سفن بحرية .

٢- عمليات التقطيع والتكسير والطحن

تحتاج المواد الاولية الزراعية مثلا قصب السكر الى عملية تقطيع Cutting Process الى قطع صغيرة قبل بدأ بالعمليات التصنيعية بواسطة سكاكين خاصة.اما المواد الصلبة فيتم تكسيرهابعملية التكسير Cracking والفائده منه تكسير الصخور الى قطع صغيرة باستخدام طريق التفجيرات أو استخدام الجرارات ضخمة،وتلي عملية التكسيرعملية أخرى وهي عملية السحق Crushing proessويتم تحويل الدقائق الصلبة الكبيرة الى دقائق يتراوح قطرها (١-٨)سم ، ويتم السحق بوساطة الساحقات الفكية والساحقات الدوارة،أما عملية الطحن Grinding proess وهي عملية طحن المواد الصلبة وتحويلها الى اجسام تقل اقطارها عن (١) سم ،بواساطة طواحين المستخدمة الكروية والطواحين الانبوبية.

٣- عمليات الفصل Separation

هو تصنيف المواد الاولية على اساس احجام الدقائق بالاضافة الى التخلص من الشوائب الغير مرغوب فيها.

٤- الآستخلاص Extraction

تجري هذه العمليةعندما تكون المادة الاولية الداخلة في الصناعة من ضمن المواد الخام وليست وحدها ، فعند أستخلاص مادة من بين مزيج من الموادالكيمياوية فأنه يشترك في نجاح العملية فمثلا استخلاص السكر من قصب السكراو بنجر السكر

٥- عملية التبلور Crystallization process

هي عملية فصل المواد الصلبة في المحاليل عن طريق ترسيبها على شكل بلورات Crystals. ومن ثم فصل البلورات بالترشيح عند أجراء عملية التلبور ، ويجب اختيار المذيب المناسب ومعرفة كيفية الحصول على الراسب الجيد . والغرض من عملية التبلور هي التنقية وتكوين البلورات.

وعمليات التبلور الصناعي تجري بطرق مختلفة منها :-

١- عملية التبلور بالتبريد ٢- عملية التبلور بالتبخير ٣- عملية التبلور تحت الضغط الواطئ

٤- عملية التبلور باضافة مادة مرسبة

٦- الترشيح Filtrations process

وهي عملية فصل المواد الصلبة سواء كان مرغوب فيها ام غير مرغوب عن السائلة ،وتستخدم مرشحات تسمح لمرور السائل دون الصلب. وتؤثر عدّة عوامل على عملية الترشيح منها اللزوجة وحجم الدقائق الصلبة ودرجة الحرارة والضغط الواقع على سطح المرشح و سمك الطبقة المترسبة على سطح المرشح. وانواع المرشحات في الصناعة هي مرشحات بفعل الجاذبية وهي ابسط انواع المرشحات وتستخدم لتصفية المياه، ومرشح بالطرد المركزي والمرشح الدوار والمرشح تحت الضغط المخلخل.

٧- عملية الامتزاز Adsorption process

وهي تجمع جزيئات الغاز او السائل قرب السطح الصلب دون حدوث تفاعل كيميائي ، ويستفاد من هي العملية في الصناعة في استرجاع المذيبات وفي التنقية وتعد من العمليات الصناعية الفيزياوية المهمة. ومن الامثلة على المواد المستخدمة هو الكاربون المنشط وهو نوع من انواع الكاربون الذي نحصل عليه من تسخين المادة النباتية بمعزل عن الهواء وبفضل استخدام جو مفرغ ، ويمتاز بقابليته العالية على الامتزاز وبصورة خاصة الغازات ويعود سبب ذلك على تركيبه. ويوجد على نوعين الاول على هيئة حبيبات وتستخدم لامتزاز الغازات، والثاني على هئية مسحوق يستخدم لتنقية السوائل.

٨- عملية الامتصاص Absorption process

وهي عملية أختراق الغازات للسطوح سواء أكانت سائلة ام كانت صلبة وقد ينتج عن هذا الامتصاص تفاعل كيميائي قد يجري بصورة طبيعية كذوبان غاز الاوسجين في المياه او بصورة صناعية كأذابة غاز ثاني اوكسيد الكاربون ف بعض المشروبات الغازية حيث يتكون حامض الكاربونيك بصورة آنية.

٩- عملية التقطير Distillation process

وهي احدى العمليات الشائعة لفصل المركبات الكيميائية ، وذلك عن طريق الفرق في درجات الغليان بين مواد المزيج الكيمياوي ويتلخص بما يلي-

١- فصل مواد سائلة ممزوجة بعضها مع بعض ومختلفة في درجة غليانها، وتجري تحت ضغط جوي اعتيادي. ويسمى التقطير البسيط.

٢- فصل مركب صلب عن مزيج سائل تحت ضغط جوي اعتيادي، في هذه الطريقة يفصل المادة الصلبة المذابة في المحلول، وفيه يتم عزل الاثين عن بعضهما.

٣- التقطير الفراغي، تستعمل هذه الطريقة لفصل المركبات ذات درجة غليان عالية حيث ان تخفيف الضغط عن طريق ربط الجهاز بمفرغة هواء يؤدي الى خفض درجة الغليان بنسب تعتمد عليها تراكيب المواد المراد فصلها.

٤- أنواع اخرى من التقطير منها التقطير الاديباتي المستعمل في فصل مركبات البترولية وصناعة المشروبات الروحية المقطرة، والتقطير اتلافي لمركبات الفحم والحجر النفطي ، كما هناك تقطير الايزوميري والتقطير التجزيئي.

١٠- عملية التجفيف Drying process

والقصد منه تخليص المنتوج الصناعي من المذيب، غالبا ما يرافق اثناء انتاج المواد الصناعة تكون مواد سائلة أخرى كالماء مثلاً،لذلك تجري هذه العملية لتخليص ذلك المنتوج من بقايا المذيب العالق فيةكما في صناعة السكرظو هناك عدّة تقنيات أهمها التجفيف الحراري الاعتيادي و الفراغي.

١١- عملية المزج Mixing process

تجري هذه العملية لاغراض مختلفة في ال التصنيع الكيمياوي ولعل أهمها تسريع التفاعل بين المواد المتفاعلة أو مجانسة بعض المواد المضافة كالآلوان .

١٢- عميلة التبخيرEvaporation process

وتعني ببساطة ازالة المذيب عن طريق تحويله الى الحالة الغازية اما بفعل الحرارة أو بفعل الفراغي أو لاثنين معاً . وتجري هذه العملية على نطاق واسع.كما هو الحال بازاله المذيب (الماء) من الحليب لتحويله َالى حليب مركز أو مسحوق.

صطلحات صناعية كيمياوية

١- درجة الحرارة Temperature

ونقصد بها المستوى الحرارة وليست كميتها ، وتعتمد سرعة ارتفاعها على الوزن النوعي للمزيج وتقاس بمقياسين وهوقياس الفهرنهايتي وقياس المئوي والاخير أكثر استخدام في العديد من الصناعات.

٢- الضغط Preeeure

تحتاج كثير من الصناعات الكيمياوية الى ان يكون التفاعل تحت ضغط معين لتحكم في سرعة التفاعل الكيمياوي وابسط تعريف لهَ هو الثقل المسلط على وحدة المساحة ولهَ وحدتان رئيسيتان وهي ال بساي PSI وتفصيلها باوند/الانج مربع، والضغط الجوي Atmosphere والضغط الجوي الواحد يعادل وزن٧٦سم زئبق على لسنتمتر مربع .ويعد هذا ضغطاً طبيعياً، وعند النقصان الضغط عن واحد جو (1Atmosphere) يدخل الضغط فيما يسمى بالخلخلة الفراغية، وعند الزيادة بالضغط يسمى الخلخلة الضغطية.

٣- سرعة التفاعل Rate of Reaction

وهو ما يطلق على الزمن الذي يكتمل فية التفاعل اي تحول المادة الداخلة بالتفاعل الى مواد ناتجة ويقاس بوحدات قياس الزمن وهي الساعة وأجزائها.

٤- التوازن Equilibrium

هناك بعض التفاعلات تحدث فيها حالة الرجوعية Reversible بشكل واضح وتقلل من سرعة التفاعل بشكل رئيسي وقد يتوقف التفاعل تماماً. لغرض زيادة سرعة التفاعل نلجأ الى العوامل المؤثرة مثل درجة الحرارة والضغط والعامل المساعد.

٥- العامل الساعد Catalysis

ويفضل استخدامهَ لتسريع التفاعل الكيمياوية وبتراكيز محدودة دون ان يدخل في التفاعل.

٦- انتقال الحرارة Heat Transfer

تحدث اثناء التفاعل الكيمياوي انبعاثات حرارية ذات مصادر مختلف منها المصادر الصناعية نفسها،أو انبعاثات أو امتصاصات حرارية تبعاً لنوع التفاعل الذي ان يكون مولد او ماصاً للحرارة.

٧- السيطرة الكيمياوية الموقعيةFleid Chemical Control

تجري العمليات الصناعية الكيمياوية بموجب الموضوع وضمن مراحل معروفةمن التصنيع ولغرض التاكد من سلامة اتمام تلك المراحل بالشكل المخطط لهَيجري موقعياً في المعمل الكيمياوي نفسهَ التأد من ذلك عن طريق أجراء الفحوصات والتحاليل اللازمة لكل مرحلة.

٨- **الماء الصناعي** ، ستناول ذكره في الفصل التالي بشكل مفصل

٩- جريان الموائع Flow Fluids

هوانتقال السوائل أو الموائع في وعاء صناعي الى آخر، ويرافق هذه العملية قياس سرعة الجريان في الاوعية وظروف الانتقال من ضغط ودرجة حرارة .

١٠- طريقة الوجبة Batch process

تستعمل هذه الطريقة في المصانع الصغيرة حيث يجري الانتاج بوجبة واحدة محدودة .

١١- الطريقة المستمرةContinuose process

تستعمل في قياسات طرق الانتاج الكبيرة وتخضع للسيطرة الآلية وتتميز هذه الطرائق عادة بانخفاض كلفة الانتاج وثبات نوعية الانتاج.

١٢- التآكل Corrosion

ويعد من اخطر المشاكل التي تواجه الصناعات الكيمياوية ونقصد به تداعي اوتهرش السطوح التي تجري فيها العملية الصناعية الكيمياوية أو السطوح التي تجري فيها الموائع والسوائل الكيمياوية . والتآكل يقسم الى نوعين وهي التآكل المباشر(الجاف) ويتم ويحدث اثناء تلامس المعدن للسطوح مباشرة ويكون سريع مثل الاوكسجين والهالوجينات والكبريت والاكاسيد الحامضية ويستمر التآكل

الى ان يحدث ثقوب او شقوق كبيرة، والمعروف درجة تآكل الجاف تعتمد على خواص الاغشية المتكونه للمعدن حيث تمتاز في بعض المعادن بقابليتها على تكوين اغشية تحيط بالسطح ولذلك تمنع زيادة تآكل المعدن (تقيه من التآكل) وابسط مثال عليه أوكسيد الالمنيوم، والتآكل غير المباشر (الرطب) ويكون التآكل بصورة بطيئة وابسط مثال على التآكل هو صدأ الحديد الذي يحدث في الاوعية الناقلة للماءاو بخار الماء ، ويحدث ذلك بوجود الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون كما يلي

$$Fe + 1/2\ O_2 + 2\ CO_2 + H_2O \longrightarrow Fe(HCO_3)_2$$

$$2\ Fe(HCO_3)_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow 2\ Fe\ (OH)\ CO_3 + 2CO_2 + H_2O$$

$$2\ Fe\ (OH)\ CO_3 + H_2O \longrightarrow 2\ Fe\ (OH)_3 + CO_2$$

$$2\ Fe\ (OH)_3 \longrightarrow Fe_2O_3 + 3H_2O$$

العوامل المؤثرة على التآكل

وتقسم الى نوعين عوامل كيمياويه وفيزياوية، ولقد تطرقنا الى العوامل الفيزياوية سابقاً، امالعوامل الكيمياوية وتقسم الى قسمين وهي عوامل خارجية وعوامل مرتبطة بالمعدن . والمرتبطة بالمعدن وهي تتضمن عدّة انواع منها:-

١- جهد التآكسد
٢- فرق الجهد
٣- نقاوة المعدن
٤- التآكل الفيزياوية المعدن
٥- الحجم النسبي لذرات المعدن
٦- جزيئات الاكاسيد.