الجامعة	الانبار
الكلية	العلوم
القسم	كيمياء
المرحلة	الثالثة
اسم المادة	كيمياء صناعية
اسم المادة	Industrial chemistry
اسم التدريسي	م.م. عمار محمد عبدالله
اسم المحاضرة	عمليات ومعدات ومواد في الصناعة الكيمياوية
اسم المحاضرة	Processes, equipment and materials in the chemical industry
رقم المحاضرة	2

العمليات الصناعية تتضمن تحويل المواد الاولية الى منتجات صناعية وتقسم العمليات الصناعية في التكنلوجيا الكيمياوية الى قسمين:

اولا: العمليات الفيزياوية وتسمى باللغة الانكليزية unit operation وتشمل طحن المواد الصلبة والمزج وانواع طرق الفصل الميكانيكي والكهربائي والتقطير والتجفيف والاستخلاص والبلورة والامتصاص والامتزاز والانتشار كما تتضمن عمليات مثل تغذية المفاعل بالمواد الصلبة وتكنلوجيا الفراغ والانضغاط العالي ومبادئ انتقال الطاقة.

ثانيا: العمليات الكيمياوية وتسمى باللغة الانكليزية unit processes وتتعلق بتفاصيل اجراء التفاعلات الكيمياوية التي تتضمنها طرق التحويل الكيمياوي وما تتطلبة من مواد في بناء المعدات التكنلوجية كما تتضمن تفاصيل تصميم المفاعلات الكيمياوية.

اولا العمليات الفيزياوية:

1- زيادة المساحة السطحية للمواد المتفاعلة:

تتضمن عمليات تصغير حجوم الدقائق بعمليات **التكسير والطحن** المختلفة والغاية تهيئة الظروف وفسح المجال لاكبر عدد من الجزيئات للالتقاء والتفاعل (حيث ان الزمن اللازم لاكمال التفاعل يتناسب عكسيا مع المساحة السطحية). بالاضافة الى ان العديد من المنتجات الصناعية تسوق بشكل مطحون ناعم.

عندما تكون المواد الاولية المطلوب طحنها مواد صلبة مثل حجر الكلس limestone او البايرايت تدعى عملية الطحن بعملية

الطحن القاسي hard grinding بينما تدعى عملية **الطحن اللين soft grinding** في حالة كون المواد الاولية مواد لينة مثل المواد العضوية كالفواكه وجذور النباتات وقرون الحيوانات.

يمكن زيادة المساحة السطحية للمواد المتفاعلة السائلة من خلال تصاميم ميكانيكية عديدة لتحويل السوائل المتفاعلة الى رذاذ بحجوم قطرات متناهية في الصغر والهدف هو زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية.

ان ما ينطبق على المواد الصلبة والسائلة يجب ان ينطبق على المواد الغازية.

2- تكبير حجوم الدقائق Agglomeration

عملية تكبير الحجم تستعمل مع المنتجات الصناعية النهائية لزيادة مقاومتها للعوارض الفيزياوية مثل السوفان او التفتت بتأثير الضغط ومن هذه العمليات هي **البلورة.**

3- المزج (Mixing)

لابد من تحقيق مزج متجانس للمواد المتفاعلة كي يتم تحقيق تفاعل كيمياوي على درجة عالية من الكمال منتجا مواد متجانسة التركيب. ويحقق المزج الجيد في اثناء التفاعل صفات اضافية مرغوبة في الناتج.

تمتزج الغازات مباشرة بصورة ذاتية بسبب خاصية الانتشار فيها والتي لها اهمية كبيرة في الغازات وخاصة عندما تكون خاصية

الانتشار هي العامل المحدد لزمن التفاعل مثل حالات الانتقال او التبادل الحراري وفي التجفيف وامتصاص الغازات.

اما في السوائل فقد تكون هناك مساحات او اجزاء من جسم السائل لا مرونة فيها و تتطلب التحريك والمزج لجلبها الى للتلامس مع بقية المواد المتفاعلة معها وهناك اشكال عديدة من المازجات هي

مازجة مجذافية وخباطة مرساتية ومازجة مروحية كهربائية ومازجة بالطرد المركزي.

هناك تطبيقات صناعية لحالة مزج سائل في سائل اخر لا يذوب فيه وتدعى هذه العملية **بالاستحلاب emulsifying** وهناك حالتين من الاستحلاب, عند مزج سائلين أ وب فاذا كان الجسم المتصل (المغلق) هو السائل أ , يكون السائل ب عائما فيه يسمى هذا النظام مستحلب ب في أ والعكس بالعكس

4- **طرق الفصل** وهي عملية معاكسة للمزج ويمكن تقسيمها الى اربعة اقسام رئيسية هي

أ- طرق الفصل الميكانيكية

ب-طرق الفصل الكهربائية والمغناطيسية

ج- طرق الفصل الحرارية

د- طرق الفصل الكيموفيزياوية

أ- طرق الفصل الميكانيكية

تعتمد هذه الطرق على ظاهرة الجاذبية الارضية (الوزن) وقوة الطرد عن المركز وزيادة او خلخلة الضغط وتشمل:

أ-1: التصنيف الحجمي(classification) وتشمل هذه الطريقة على ما يلي:

أ-1-1:استعمال المناخل(sieving) للفصل الحجمي لمزيج من الدقائق الصلبة

أ-1-2 التعويم في الهواء(air sifting) حيث يستعمل تيار من الهواء لفصل الدقائق الصغيرة عن الكبيرة او الدقائق الثقيلة عن الخفيفة.

أ-2: التعويم على الماء(floating)

بالإمكان تعويم دقائق العديد من الخامات المعدنية الممزوجة مع الماء بتأثير فقاعات هوائية تضخ اصطناعيا من اسفل الاناء الحاوي للمزيج. ان عملية الفصل بالتعويم تزداد بالكفاءة عندما تستبدل طبقة الماء المحيطة بالدقائق بمادة أخرى لها قابلية اعلى للالتصاق مع الفقاعات الهوائية المنسابة الى الاعلى وتسمى المواد التي تزيح الماء من سطح الدقائق (بالمجمعات) collectors

وتصنف المجمعات الى نوعين اساسيين:

أ- **المجمعات الانأيونية** وتستعمل للخامات اللاحديدية وتقسم الى قسمين

1- مجموعات حاوية على مجموعة (OH) مثل الحوامض الكاربوكسيلية والحوامض السلفونية RCO_2H, RSO_3H .
2- مجموعات حاوية على مجموعة (SH) اي مركبتانات.

ب- المجمعات الكتأيونية مثل الامينات وتستعمل للخامات الاوكسيدية مثل(اوكسيد الخارصين), واملاح المعادن القلوية ويكون الامين بشكل هيدروكلوريده

أ-3: قوة الطرد عن المركز(centrifugation)

تستعمل ظاهرة الطرد عن المركز في معدات مصممه باشكال وحجوم مختلفة لتسريع فصل الدقائق الصغيرة جدا العالقة في السوائل والتي لايكفي وزنها لتحقيق فصل سريع لها.

أ-4:الكبس(العصر)(pressing):

لا تستعمل طريقة الكبس او العصر الا اذا فشلت الطرق الاخرى لفصل مادة من اخرى ممتزجة معها. تستعمل هذه الطريقة لنزع السوائل من المواد الصلبة ذات الطبيعة الاسفنجية التي تسمح بالعصر.

ومن التطبيقات لهذه العملية استخلاص الدهون من الفواكه وازالة الماء من المخلفات الصناعية.

أ-5: الترشيح (Filteration):

عملية فصل المواد الصلبة من السوائل وهناك طرق وتحويرات عديدة لإجراء هذه العملية ابتداءا من المرشحات الرملية البسيطة والمرشحات الاخرى الورقية (السليلوزية) والقماشية والسيراميكية وغيرها.

ولتسريع عملية الترشيح تستغل ظاهرة تقليص الضغط في حيز تجميع السائل (الراشح) او زيادة الضغط (او الكبس) على مزيج السائل والصلب.هناك

تطبيقات صناعية لفصل المواد الصلبة من الغازات بواسطة عملية الترشيح وذلك باستعمال اكياس قماشية مثل المكنسة الكهربائية.

ب-طرق الفصل الكهربائية والمغناطيسية

ب-1: الطرق الكهربائية

تتمحور طرق الفصل هذه حول ازالة الغبار من الاوساط الغازية ويمكن ازالة وفصل المواد الصلبة من الاوساط الغازية والسائلة بسهولة باستغلال طرق كهربائية. تعد عملية ازالة الغبار من الهواء في التكنلوجيا الكيمياوية من العمليات المهمة اما بسبب الاهمية الاقتصادية للمادة الصلبة (الغبار) الموجودة في الهواء او لتنقية الجو من الغبار الضار بالصحة ولتقليل مخاطر تلوث الهواء بالغبار الصناعي او في تقليل تأثير الغبار على السطوح المعدنية للأجزاء الميكانيكية المتحركة في المصنع حيث يؤدي الغبار الى سوفانها.

يمرر الهواء المحمل بالغبار في مجال كهربائي ذي شحنه عالية جدا مما يؤدي الى شحن دقائق الغبار والتي تفرغ شحنتها فيما بعد خلال مسارها على الكترودات سالبة وموجبة ثم تسقط على سطح متحرك (دوار) الذي يزيل ويجمع الغبار المزال من الهواء.

ب-2: الطرق المغناطيسية

تستعمل طرق الفصل المغناطيسية عندما يكون لدينا مزيج من المواد التي تستجيب بدرجات مختلفة الى المجال المغناطيسي وبذلك يمكن تجزئة المزيج حسب درجة استجابته التي تعتمد على طبيعته الكيمياوية, وتتدرج المواد حسب درجة هذه الاستجابة الى ما يلي:

أ- المواد ذات القابلية المغناطيسية العالية والتي درجة استجابتها(اكبر من 1) مثل الحديد ,النيكل , الكوبالت.

ب-المواد ضعيفة المغناطيسية والتي درجة استجابتها(اصغر من 1) اي اكبر من الصفر واقل من 1 وتسمى ايضا المواد البارامغناطيسية paramagnetic مثل خام الحديد البني وخام معدن الكروم وكبريتيد الرصاص.

ج-المواد اللا مغناطيسية والتي درجة استجابتها(تساوي صفر) وتسمى ايضا دايا مغناطيسية Diamagnetic مثل الاسبست والبوكسايت والغالينا واللايمستون $CaCO_3$.

ج- طرق الفصل الحرارية: وتشمل هذه الطرق العمليات التالية

1- التبخير (Evaporation)
2- التقطير الاعتيادي (Distillation)
3- التقطير التجزيئي او التكرير(Rectification)
4- التجفيف(Drying)

المواد السائلة تتبخر عند امتصاصها للحرارة وتتكثف مرة اخرى الى حالتها السائلة عند تبريدها ويمكن لمادة صلبة ان تتسامى بفعل امتصاص الحرارة كما يمكن لمادة صلبة تحوي شائبة سائلة ان تفقد هذه الشائبة بتجفيفها بعد امتصاصها لمقدار معين من الطاقة الحرارية التي تؤدي الى تبخير الشائبة السائلة.

التقطير التجزيئي او التكرير هو اعادة التقطير والتكثيف لأكثر من مرة اما في اعمدة تقطير منفصلة اوفي العمود نفسه بعد تصميمه بشكل معين.

تصمم أعمدة التقطير بما يؤمن الالتقاء بتيارين متعاكسين بين كل من السائل وبخارة وبذلك يتم تبادل حراري (Heat transfer) وتحول كتلي(transfer mass) كفوء بين هذين الطورين وهذا يؤدي بالتدريج الى تركيز عال لاحد مكونات المزيج السائل عند وصوله اعلى العمود.

لغرض الحصول على تبادل حراري وكتلي كفوء في عمود التقطير تجرى عملية التقطير في شكلين اساسيين من الاعمدة:

1-الاعمدة ذات الحشوة(Packed colum) حيث تختار مواد خاملة بشكل حراشف او حبيبات لحشو العمود تصنع من الزجاج او البورسيلين او من اي مادة خاملة تجاه المذيبات المستعملة وتسند الحشوة على قعر العمود المثقب.

2-الاعمدة ذات الصفائح (Plate column) ويمكن ان تكون بنوعين هما:

أ-الصفائح المنخلية(Sieve)

ب-الفقاعة والقبعة(Bubble – Cap).

تكون الصفائح في العمود المنخلي مثقبة وموضوعة فوق بعضها بمسافات معينة داخل العمود وتكون اي صفيحتين متتاليتين داخل العمود متصلة بالجدار الداخلي للعمود في جهتين مختلفتين اما الجهة الداخلية للصفيحة فتحتوي على حاجز بارتفاع معين لحجز السائل المتكثف .

اما في العمود الفقاعة والقبعة فيكون عدد الثقوب في الصفيحة اقل من تلك في صفيحة العمود المنخلي مع وجود حاجز مرتفع لكل صفيحة اضافة الى وجود غطاء على بعد معين لكل فتحة لاجبار البخار الصاعد على المرور من خلال السائل المتكثف خارج الفتحة.