

عملیات واحد (۱) در مهندسی شیمی (به همراه حل مسایل تکمیلی)

قاسم زاده/آقای نژاد



عملیات واحد (۱) در مهندسی شیمی



دانشگاه صنعتی شهرد
دانشکده مهندسی شیمی

عملیات واحد ۱

(Unit Operations)

مدرس: عباس آقائی نژاد میبدی

مؤلفین:

کامران قاسم زاده (عضو هیات علمی دانشگاه)

عباس آقائی نژاد میبدی (مدرس دانشگاه)

ویراست اول





فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ای بر عملیات واحد

فصل دوم: تقطیر (Distillation)

فصل سوم: استخراج مایع - مایع (Liquid - liquid Extraction)

فصل چهارم: استخراج مایع از جامد، لیچینگ (Leaching)



فصل اول: مقدمه ای بر عملیات واحد

▪ مقدمه

▪ تقسیم بندی عملیات انتقال جرم

▪ تماس مستقیم دو فاز نامملول با یکدیگر

▪ عملیات مستقیم و غیر مستقیم

▪ عملیات پایا و ناپایا

▪ جمع بندی



➤ بسیاری از عملیات مهندسی شیمی با مسئله تغییر غلظت در محلولها و مخلوطها سر و کار دارند که این تغییرات الزاماً توسط واکنش های شیمیایی صورت نمی پذیرند.

➤ این عملیات بیشتر به جداسازی مخلوطها به سازنده های آنها مربوط می شوند.

➤ در صورتی که عملیات موردنظر سبب به وجود آمدن تغییراتی در ترکیب مخلوط ها شود، آنها را عملیات انتقال جرم می نامند.

➤ اهمیت این عملیات کاملاً واضح بوده و ندرتاً میتوان یک فرآیند شیمیایی را یافت که نیاز به خالص سازی اولیه مواد خام و یا جداسازی نهایی محصولات از محصولات جانبی حاصله از واکنش نداشته باشد.

➤ با توجه به دلایل بالا، عملیات انتقال جرم عموماً مورد استفاده قرار می گیرند.



➤ به عنوان مثال، در یک پالایشگاه نفت و یا واحد پتروشیمی، برجهای تقطیر متعددی وجود دارند که در هر یک از آنها عملیات انتقال جرم صورت می پذیرد.

➤ قسمت اعظم هزینه های مربوط به یک فرآیند مربوط به هزینه های جداسازی می باشد. مخارج مربوط به این جداسازی ها و یا خالص سازی ها بستگی مستقیم به نسبت غلظت نهایی به غلظت ابتدایی مواد جدا شده خواهد داشت.

➤ اگر این نسبت بزرگ باشد، قیمت تمام شده محصول بالاتر خواهد رفت. بعنوان مثال اسید سولفوریک یک محصول نسبتاً ارزان قیمت می باشد، زیرا گوگرد در طبیعت به صورت تقریباً خالص یافت می شود در صورتی که اورانیوم خالص به جهت آنکه عیار سنگ معدن آن در طبیعت بسیار کم است، ماده گرانبهائی می باشد.



➤ تقسیم بندی عملیات انتقال جرم

۱- تماس مستقیم دو فاز نامحلول در یکدیگر

۲- جداسازی فازها با استفاده از غشا

۳- تماس مستقیم فازهای محلول

۴- استفاده از کشش سطحی

در درس عملیات واحد مقطع
کارشناسی، فقط عملیات انتقال جرم
گروه اول مورد بررسی قرار می گیرند

۱- تماس مستقیم دو فاز نامحلول در یکدیگر

این گروه از عملیات انتقال جرم نسبت به سه مورد دیگر مهمتر بوده و اکثر عملیات انتقال جرم در این گروه قرار می گیرند.

در این گروه، از برقراری تعادل بین اجزای مختلف در دو فاز استفاده می گردد.



۱- تماس مستقیم دو فاز نامحلول در یکدیگر

وجود سه فاز مختلف، یعنی گاز و مایع و جامد، امکان مجاور شدن دو فاز را با یکدیگر به شش صورت فراهم می نماید:

▪ **گاز - گاز:** تمام گازها با یکدیگر مخلوط می شوند

▪ **گاز - مایع**

▪ **تقطیر جز به جز (fractional distillation)**

▪ **جذب گاز (gas absorption)**

▪ **دفع گاز (stripping)**

▪ **(طوبت دادن) (humidification)**

▪ **(طوبت گیری) (dehumidification)**



▪ گاز - جامد

- تصعید جز به جز (fractional sublimation)
- خشک کردن (drying)
- به این عملیات گاهی دفع یا desorption نیز گفته میشود
- جذب سطحی (adsorption)

▪ مایع - مایع

- استخراج مایع - مایع

▪ مایع - جامد

- تبلور جز به جز (Fractional crystallization)
- استخراج مایع از جامد یا لیچینگ (Leaching)

▪ جامد - جامد

- چون شدت انتقال جرم درون فازهای جامد بسیار کند است، در این گروه هیچ نوع عملیات واحد قرار نمی گیرد.



▪ باتوجه به نوع مجاور بودن دو فاز، عملیات انتقال جرم را می توان به دو دسته تقسیم بندی نمود:

▪ عملیات مستقیم (Direct Operations)

- در اثر افزایش یا کاهش حرارت، دو فاز از یک فاز اولیه به دست می آیند.
- تقطیر
- تبلور

▪ عملیات غیر مستقیم (Indirect Operations)

- از یک واسطه برای جداسازی جزء مطلوب استفاده می شود که ای ن واسطه می تواند حلال باشد.

- استخراج مایع - مایع
- لیچینگ

عملیات غیر مستقیم زمانی بر عملیات مستقیم ترجیح داده می شوند که:

۱- جداسازی با عملیات مستقیم امکان پذیر نباشد

۲- هزینه جداسازی غیرمستقیم کمتر باشد



▪ عملیات انتقال جرم را می توان به گونه ای دیگر تقسیم بندی نمود

▪ **عملیات ناپایا (unsteady state)**

▪ در هر نقطه ای از دستگاه، بعضی از خواص از قبیل غلظت با زمان تغییر می کند.

▪ **عملیات ناپیوسته (batch operations)**

▪ عملیات نیمه پیوسته (semibatch operations)

▪ **عملیات پایا (steady state)**

▪ در هر نقطه ای از دستگاه با گذشت زمان، تمام خواص از قبیل غلظت با زمان ثابت می مانند.

▪ **عملیات پیوسته (continuous operation)**

جمع بندی

در این فصل، انواع طبقه بندی عملیات انتقال جرم مورد بررسی قرار گرفت، با توجه به سرفصل درس عملیات واحد ۱، در فصل های بعد، عملیات تقطیر و استخراج مایع- مایع و لیچینگ به طور کامل مورد بحث قرار خواهند گرفت.